

**Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2017

Kateřina Chlumová

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Paraziti a jejich preparace pro školní využití
Parasites And Their Preparation For School Utilization

Kateřina Chlumová

Vedoucí práce: Mgr. Dagmar Říhová
Studijní program: Specializace v pedagogice
Studijní obor: NMG BI-CH

2017

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Paraziti a jejich preparace pro školní využití vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Výchová nad Jizerou 2017

.....

podpis

Poděkování

V první řadě bych chtěla poděkovat své vedoucí práce Mgr. Dagmar Říhové; bez jejího trpělivého vedení bych tuto práci nejspíš nedokončila. Dále bych chtěla poděkovat koleji Univerzity Karlovy Na Větrníku, protože bez ubytování na tomto místě bych se nejspíš po dobu svého studia na PedF nesečkala se štěnicemi a nenašla tak krásný materiál pro svůj budoucí výzkum. Dále bych chtěla poděkovat všem svým přátelům a členům rodiny (především Simoně Čábelové a své babičce), kteří pro mě upěnlivě prohledávali své mazlíčky a sháněli mi tak materiál pro mou diplomovou práci.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá běžnými parazity zvěře, zvířat a člověka, kteří se vyskytují na našem území; a jejich následnou fixací a celkovou přípravou daných vzorků na použití při výuce přírodovědných oborů.

První část je věnována parazitismu obecně; historii a definicím tohoto pojmu a celkově fenoménu parazitismu. V této části jsou objasněny především problémy se systematickým zařazením skupin parazitických organismů.

V druhé části jsou logicky seřazeni paraziti od vývojově původnějších až po ty nejodvozenější, je zde popsána jejich anatomie a morfologie; a především životní cyklus, jehož znalost je pro získávání vzorků nezbytná. U každé skupiny parazitů jsou následně podrobně uvedeny metody sběru a fixace.

Třetí část je věnována tzv. smart mikroskopu, jeho sestavení a následné využití. Celá práce je doplněna o fotografie pořízené běžným žákovským laboratorním mikroskopem a z výše zmíněného smart mikroskopu.

KLÍČOVÁ SLOVA

parazit, parazitismus, mikropredátor, přenašeč, fixace, preparace, smart mikroskop

ABSTRACT

This diploma thesis deals with common parasites of game animals, animals and human occurring in the territory of the Czech Republic. It focuses on their fixation and general preparation of such specimens for usage in teaching of Science.

The first part is devoted to the phenomenon of parasitism, and the history and definition of this concept. Systematic hierarchy of various unrelated parasitic groups is clarified.

The second part provides the list of parasites, from the evolutionary original to the highly derived groups. We give an overview of their morphology and anatomy with the emphasis on their life cycle. The detailed knowledge of life cycle is essential for obtaining specimens. In each group, we indicate methods of collection and fixation in detail.

The so called smartmicroscope represent the main point of the third part of proposed diploma thesis. Text of the thesis is supplemented with pictures taken by smart microscope, as well as by common microscope.

KEY WORDS

parasite, parasitism, mikropredatore, vector, fixation, preparation, smart mikroscope

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Parazitismus	11
2.1	Definice parazitismu	11
2.2	Historie parazitismu	12
2.2.1	První povědomí o parazitech	12
2.2.2	Parazitologická osvěta	13
2.2.3	Parazitologický průlom.....	15
2.2.4	Moderní parazitologie.....	16
2.3	Ekologie parazitismu	16
2.3.1	Životní prostředí parazitů	18
2.4	Životní strategie parazitů	20
2.5	Hostitelská specifita	23
2.6	Systematický pohled na parazity	23
2.7	Zvláštní formy parazitismu	24
3	Vybraní konkrétní paraziti	27
3.1	Kmen: ploštěnci (Platyhelminthes).....	27
3.1.1	Třída: motolice (Trematoda)	27
3.1.2	Třída: tasemnice (Cestoda).....	30
3.2	Parazitičtí členovci.....	34
3.2.1	Třída: Crustacea – koryši.....	36
3.2.2	Třída Chelicerata (klepítkatci).....	40
3.3	Parazitický hmyz.....	50
3.3.1	Řád Anoplura (vši)	51
3.3.2	Řád Ischnocera	57
3.3.3	Řád Amblycera (luptouši)	57
3.3.4	Řád Heteroptera (ploštice).....	58
3.3.5	Řád Siphonaptera (blechy)	59
3.3.6	Řád: Diptera (dvoukřídli)	64
4	Shrnutí tvorby preparátů.....	72
5	Využití smart mikroskopu ve výuce a propagaci parazitologie	79
6	Porovnání fotografií z žákovského mikroskopu a smart mikroskopu.....	82
6.1	Blecha obecná (Obrázek 52, 53).....	82
6.2	Klíště (Obrázek 54, 55).....	83
6.3	Tasemnice (Obrázek 56, 57).....	84
6.4	Veš dětská (Obrázek 58, 59).....	85

6.5	Štěnice domácí (Obrázek 60, 61, 62).....	86
7	Závěr.....	87
8	Příloha	88
9	Seznam použité literatury.....	92
10	Seznam obrázků.....	98

1 Úvod

Cílem této diplomové práce je seznámit čtenáře (ideálně učitele biologie a přírodních věd) se základními způsoby fixace běžně dostupných parazitů a přiblížit a dopomoci lepšímu zprostředkování problematiky parazitismu žákům a studentům. Téma parazitismu je stále aktuální a často velmi fascinující.

První část je věnovaná samotnému pojmu „parazit“. Vzhledem k tomu, že paraziti figurují ve vývoji člověka od jeho počátku, jsou v této diplomové práci odhaleny některé historické omyly a domněnky, které ve světle dnešní vědy ukazují, že tyto skutečnosti měly co dočinění s parazity. Zároveň je zde ve zkrácené verzi nastíněna historie pohledu na parazity a jejich postupné odhalování v rámci časové osy až do dnešní doby až po nejnovější klinické studie a tzv. helmintickou terapii.

Následně čtenář zjistí, že definice parazitismu není vůbec jednoduchá a najít přesnou definici, která by obsahovala všechny informace podstatné pro přesný popis toho, co je to vlastně parazit. Samotný parazitismus má několik podob a druhů, proto jsou v této diplomové práci vysvětleny pojmy jako sociální parazitismus, mikropredátor, makroparazit a další; jsou zde uvedeny i hlavní rozdíly mezi ektoparazity a endoparazity. V neposlední řadě je zde nastíněna i hranice mezi parazitem a predátorem, která je velmi úzká.

Další část je věnovaná samotnému popisu jednotlivých parazitů. V těchto kapitolách jsou dopodrobna popsány některé určovací znaky jednotlivých čeledí či řádů a především způsob života jednotlivých parazitů, což je velmi podstatné z hlediska následného získávání vzorků.

Nedílnou součástí jsou i způsoby konzervace, fixace a preparace jednotlivých vzorků; ve většině případů je zde popsáno několik možných způsobů metod fixace, včetně podrobných laboratorních návodů na jednotlivé sloučeniny, barviva a fixáže. Je zde popsáno několik metod, které autorka sama nevyzkoušela a to z důvodů, že se nepodařilo konkrétní parazity odlovit či nalézt. Jedná se však o parazity relativně běžné na našem území, tudíž je pravděpodobně, že by mohli být čtenářem uloveny. Vybrané skupiny parazitů jsou logicky seřazeny od těch nejjednodušších k vývojově pokročilejším. Hned na začátku se čtenář seznámí s helminty jako například tasemnice a na ně následují škrkavky. Dále jsou zde představeny vybrané parazitické druhy z kmene členovců a poslední částí je parazitický hmyz.

Poslední část je věnovaná tzv. smart mikroskopu. V této kapitole je podrobně popsán návod na jeho sestavení, doplněn o odkazy na stránky a videa. Dále je zde uvedeno jeho

použití a praktické rady na zapojení tohoto přístroje jak do výuky, tak i do dalších činností spojených s mikroskopováním. V závěru je tato diplomová práce doplněna o fotografie dokumentující vybrané vzorky zachycené jak smart mikroskopem, tak i žákovským mikroskopem. Čtenář tak může sám posoudit a porovnat kvalitu záznamů z obou zařízení.

2 Parazitismus

Paraziti jsou bezpochyby fascinující skupinou bezobratlých živočichů rozšířených po celém světě. Nejedná se však o skupinu v pravém slova smyslu, jedná se o způsob životní strategie (viz kapitola Systematika). Podle některých odhadů představují parazité až čtyři pětiny všech druhů. Každý biologický druh má většinou alespoň jednoho parazita a tento parazit má obvykle své další parazity (Foreyt 2001; Zimmer 2005).

2.1 Definice parazitismu

Pojem parazit je velmi složité definovat. I přesto, že všichni tuší, co tento pojem znamená, téměř neexistuje přesná definice. Nejrozšířenějším pokusem o definici je ta, že parazit je organismus získávající živiny z hostitele či několika hostitelů, kterým obvykle škodí, ale nesnaží se je zabít.

Paraziti jsou často opomíjenou složkou v ekosystému, ale neprávem – právě oni zásadně ovlivňují životní prostředí. Například v jednom litru povrchové mořské vody žije několik miliard virů. Tyto viry jsou pohlcovány bakteriemi a fytoplanktonem – tedy nejnižší složkou potravního řetězce. Fytoplankton je pohlcován zooplanktonem a ten pak dalšími většími živočichy. Potravní řetězec končí u velkých predátorů jako jsou například žraloci nebo i my lidé (Votýpka et al. 2003).

Jak si s definicí parazitů poradili autoři některých knih týkajících se parazitismu?

Definice parazitismu podle Jaroslava Flegra (1993): *„Klasická definice praví, že parazit je organismus, který v některé fázi svého životního cyklu využívá organismy jiné (hostitele) jako zdroj potravy i jako stálé nebo dočasné životní prostředí a tím jim přímo nebo nepřímo škodí.“*

Podle Karla Zimmera (2005): *„To slovo „parazit“ je docela ošemetné. Může označovat cokoli, co žije na povrchu nebo uvnitř jiného organismu a na účet tohoto organismu. Vědci samotní označují z nějakých zvláštních historických důvodů tímto slovem všechno, co žije paraziticky, kromě bakterií a virů.“*

Definice podle některých autorů učebnic pro základní a střední školy.

V učebnici – Nový přehled biologie uvádí Rosypal a kol. (2007): „*Při parazitismu je cizopasník zpravidla menších rozměrů než hostitel. Cizopasník hostitele nezabíjí, ale postupně z něho odčerpává potřebné živiny.*“

Papáček a kol. (2000) v učebnici Zoologie definuje tento pojem takto: „*Mezi parazity, kteří na rozdíl od predátorů svoji kořist ihned neusmrcují, řadíme endoparazity žijící uvnitř hostitelského organismu (hlísty, motolice, vrtejše, jazyčnatky, larvy lumků, střechku aj.) a ektoparazity žijící dočasně či trvale na povrchu těla hostitele (píjavky, vši, klišťata, upíry aj.).*“

Všechny výše zmíněné definice se poměrně liší, ale myšlenku mají stejnou. Můžeme tedy toto vše shrnout a konstatovat, že parazit je tedy organismus, který ke svému přežití využívá živiny jiného organismu a tomu tím škodí.

2.2 Historie parazitismu

Paraziti a jejich působení na lidský organismus byli známi již před tisícem let. Označení parazit – *parasitos* pochází z řečtiny a doslova znamená „vedle jídla“. Původně tím byli zamýšleni přísluhovači slavností, ale časem získalo toto pojmenování význam „prospěchář“, tedy někdo, kdo občas dostane jídlo za poskytnutí nějaké služby. Nakonec parazit pronikl i do divadla a v řecké komedii měl i svoji vlastní masku. Teprve o mnoho století později přešel tento termín do biologie a stal se označením pro živočicha, který čerpá z životů jiných.

2.2.1 První povědomí o parazitech

Kolem roku 1500 př. n. l. se egyptští lékaři snažili zjistit jaké jsou příčiny různých nemocí a chorob. Dle dochovaných záznamů víme, že Egyptané znali například škrkavky i tasemnice a dokonce znali i způsoby jak se těchto parazitů zbavit a jimi způsobená onemocnění léčit. Pro další vývoj medicíny bylo nesmírně důležité i to, že si Egyptané jako první uvědomili přímou souvislost mezi nemocí a její příčinou (původcem) neboli choroboplodným zárodkem (Votýpka et al. 2003; Vymazalová et al. 2010).

Lidstvo po dlouhá staletí mělo, a v některých částech dnešního světa stále i má, snahu spojovat nemoc s nadpřirozenými silami, Božím trestem, černou magií, zaříkáváním, zlými duchy či prokletím. Proto byli často k nemocnému povlávání šamani, kteří z těla vyháněli zlé síly pomocí různých rituálů, v křesťanských zemích zastupoval tuto funkci kněží a

v nejhorších případech se dostávalo i na exorcismus. Tyto praktiky většinou k vyléčení nemocného nestačily. Celkově patřil středověk – zvláště v Evropě – k temným obdobím a to nejen z pohledu medicíny. Většina znalostí z předchozích staletí byla zapomenuta, nebo prohlášena za metody kacířské a „léčení“ v této době si vyžádalo mnoho lidských životů (Votýpka et al. 2003).

2.2.2 Parazitologická osvěta

V polovině 19. století řádila v porodnici ve Vídni horečka omladnic, která si vybírala krutou daň na životech rodiček, mladý lékař I. F. Semmelweiss zjistil, že za infekce rodiček mohou sami lékaři, kteří je ošetřovali. Ti totiž chodili z pitevny, kde se jim na ruce dostaly choroboplodné zárodky ze zemřelých osoba a ty pak doktoři odnesli až na porodní sál, aniž by se důkladně umyli. Zároveň lékaři přenášeli nákazu z jedné maminky na druhou a tak není divu, že tehdy umíralo až 10–70 % těchto žen, které přišly do nemocnice porodit. Dříve rovněž lékaři věřili, že nemoci se přenáší hlavně vzduchem a tak nakuřovali oddělení i oděvy rodiček různými směsmi vonného koření, pokoje často větrali, ale ani tak nezabránili úmrtím. Mladý lékař německo-maďarského původu, který si jako první uvědomil tento hrůzný fakt, to neměl mezi svými kolegy vůbec jednoduché. Starší lékaři se mu vysmívali a nechtěli uvěřit tomu, že by ženy zabíjely nějaké neviditelné zárodky. Tento lékař však svůj boj nevzdal a podařilo se mu prosadit úplně nové hygienické podmínky, čímž nastartoval úplně novou kapitolu moderní medicíny. Až 20 let po Semmelweisově smrti byla identifikována bakterie *Streptococcus* lékařem Louisem Pasteurem a rok na to nastal velký průlom v oblasti desinfekce, sterilizace a nekompromisní čistoty. V 50. letech horečka omladnic v západním světě zcela vymizela (Votýpka et al. 2003; Dobson 2009).

Představa „špatného vzduchu“ jako příčiny nemocí byla po celá staletí přijímaná jako původ mnoha nemocí a opíraly se o ni i mnohé středověké návody, jak se uchránit před černou smrtí – morem. V období moru se často objevovaly osoby, které měly na hlavách zvláštní kápě ve tvaru dlouhého ptačího zobáku. V této části kápě byly uloženy různé vonné byliny a esence, které měly pročistit jedovatý vzduch. Domy nemocných byly také často vykuřovány směsí bylin. Přitom morové bakterie (*Yersinia pestis*) se do těl nedostávala ze zkaženého vzduchu, ale původcem bylo bleší kousnutí. Tato metoda „ovoněného“ vzduchu neochránila lidi s kápí ani před plicní formou moru, protože byliny nebyly dostatečně silné, aby choroboplodné zárodky zabily. (Gordon et al. 1995; Votýpka et al. 2003; Cantor 2005)

Také u malárie se dlouho předpokládalo, že nemoc pochází ze vzduchu, tento fakt dokládá i samotné jméno nemoci odvozené z italského *malo* – zlý a *aere* – vzduch (česky je také označována jako bahenní zimnice). Špatný vzduch v tomto případě nejspíše souvisel s blízkostí bažin a močálů, kde se nacházela líhniště komárů rodu *Anopheles*, kteří – jak již dávno víme, tuto chorobu přenášejí.

Z dalších historických pramenů můžeme uvést i Starý zákon, kde se, dle většiny teorií, také objevují paraziti. Bůh potrestal Izraelity během jejich cesty z Egypta, za jejich neposlušnost a odklon od víry. V Sinajské poušti se objevili jedovatí hadi. Lidé byli hady uštknuti a mnoho jich zemřelo. Jakmile lidé uznali svoji chybu, Bůh řekl Mojžíšovi, aby udělal měděného hada a umístil jej na tyč, při pohledu na hada se uštknutí lidé uzdravili (4. Mojžíšova 21:4-9). O dalších proměnách hada v hůl a opačně hovoří i další části bible (2. Mojžíšova 4:2-4 a 7:9-12 dále Jan 3:14,15). Některé teorie si tento příběh vykládají tak, že Izraelité byli napadeni vlasovcem medinským (*Dracunculus medinensis*). Vlasovci žijí v podkoží dolních končetin a jejich odstranění vyžaduje dlouhodobý cvik a šikovnost. Živočichové jsou to velmi dlouzí (až 120 cm) a poměrně křehcí a musí se pomalu navíjet na tyčku tak, aby nepraskli – v takovém případě může dojít k uhynutí zbytku živočicha v těle člověka a to pak může vyvolat druhotnou smrtelnou infekci. Tento vlasovec byl pojmenován již na přelomu 1.–2. století Plutarchosem z Chaironeie. Některé hypotézy tvrdí, že právě obtočený vlasovec na dřívku se stal symbolem pro zdravotnictví – tzv. Aeskulapova hůl. Někteří autoři dávají do pomyslné rovnováhy měděného hada na holi a vlasovce na dřívku (Förstl 2002, 2003; Votýpka et al. 2003).

Dalším příkladem z různých náboženství by mohl být i zákaz pojídání vepřového masa. Tento zákaz mohl být snahou předejít některým parazitárním onemocněním – trichinelózou (svalovec stočený *Trichinella spiralis*) nebo před tasemnicí (tasemnice dlouhočlenná *Taenia solium*). V posvátné knize Židů se dokonce píše o nebezpečí echinokokózy (měchožil zhoubný *Echinococcus granulosus*).

Zatímco o velkých parazitech vědělo lidstvo od pradávna, prvního jednobuněčného cizopasníka objevil až sám vynálezce mikroskopu – Antoni van Leeuwenhoek, a to ve vlastní stolici (*Giardia intestinalis*). Avšak za skutečného otce parazitologie můžeme považovat lékaře a přírodovědce Francesca Rediho (1626-1697), který – mimo jiné, zjistil, že svrab působí roztoči (zákožka svrabová *Sarcoptes scabiei*) a mezi více jak sto druhy

parazitů, které popsal, je i motolice jaterní (*Fasciola hepatica*) (Redi 1988; Votýpka et al. 2003).

2.2.3 Parazitologický průlom

Skutečný průlom a velké objevy parazitů nastaly až v 19. století – v době velkých technických objevů a pokroků v medicíně. V tomto oboru a tomto období se nejvíce proslavili Robert Koch a Louis Pasteur. Zjištění, že mikrobi a další paraziti nejsou jen příznakem choroby, ale naopak jeho příčinou, bylo velkým vítězstvím západní medicíny (Ullmann 2011).

Roku 1841 G. G. Valentin jako první pozoroval v krvi ryb trypanozomy (rod *Trypanosoma*). Roku 1878 Patrick Manson prokázal, že příčinou „sloní“ nemoci je vlasovec mízní (*Wuchereria bancrofti*) a zjistil, že tento parazit je přenášen komárem. Tento vědec byl také ze začátku nepochopen a nikdo jeho poznatkům nevěřil, do té doby nikoho nenapadlo, že by komáři mohli – kromě nepříjemného bodání, škodit člověku a dalším živočichům i jinak (Bynum a Overy 1998; Jay 2000; Bush 2001).

Charles Louis Alphonse Laveran jako první pozoroval v lidské krvi původce malárie – prvoka zimničku (rod *Plasmodium*), a o pár let později Ronald Ross (žák Mansona) zaznamenal, že přenašečem tohoto parazita je komár *Anopheles* (Nye 2002).

V roce 1881 prokázal G. Evans jasnou souvislost mezi výskytem trypanozomy (*Trypanosoma evansi*) v krvi koní a onemocněním „surra“ a David Bruce o pár let později zjistil, že přenašečem je bodalka, jindy označovaná jako moucha tse-tse (*Glossina palpalis*) (Ellis 2006).

V letech 1907-1912 C. Chagas objevil, že nemoc – která byla následně pojmenovaná po něm jako Chagasova nemoc, je způsobena trypanozomou (*Trypanosoma cruzi*) a že je přenášena krevsajíci plošticemi (zákeřnice, podčeleď Triatominae) (Bush 2001; Tyler a Miles 2002). A tak bychom mohli pokračovat dál.

Identifikovat skutečného původce onemocnění a znát i jeho životní cyklus a způsob přenosu na člověka, je nesmírně důležité a bezpochyby je to nesmírně složitý úkol. Protože pouze v takovém případě, že známe skutečného původce onemocnění, můžeme poté hledat

racionální a smysluplné řešení problémů. Bez těchto znalostí by se dnešní medicína mohla stále podobat rituálům šamanů a exorcistnímu vymítání (Votýpka et al. 2003).

2.2.4 Moderní parazitologie

V dnešní době se někteří parazitologové a lékaři snaží prokázat, že drobná míra infestace parazity je pro člověka přínosná. I na našem území (parazitologický ústav biologického centra v Českých Budějovicích) probíhá řada výzkumů a vychází na povrch přímá souvislost mezi dlouhodobým odčervením lidstva a tzv. nemocemi moderního světa, jako jsou například různé alergie, astmata, Crohnova choroba a další autoimunitní onemocnění.

Bylo tedy již prokázáno, že někteří paraziti mohou svým hostitelům prospívat po stránce celkové zdravotní kondice. V některých případech se objevila negativní korelace s přítomností parazita a výše zmíněnými autoimunitními chorobami a některými dalšími zánětlivými procesy. Pro první klinické studie pro tzv. helmintickou terapii¹ (neboli řízenou infekci člověka některými druhy helmintů) byl zvolen tenkohlavec prasečí (*Trichuris suis*), který se prozatím stává ideálním adeptem. Člověk je k tomuto parazitovi vnímavý, ale parazit sám není schopen v lidském organismu plně dospět a tak není možný přenos z jednoho člověka na druhého. Další výhodou tohoto parazita je i to, že larvy nemigrují jinými orgány než právě gastrointestinálním traktem. Nejlepší výsledky zatím lékaři zaznamenali u Crohnovy choroby a ulcerózní kolitidy (Summers et al. 2003; Elliott a Weinstock 2012; Sandborn et al. 2013; Weinstock a Elliott 2013).

Nedořešené otázky týkající se medicínské etiky a bezpečnosti spolu s otázkou popularnosti endoparazitických „červů“ v široké veřejnosti zatím znemožňují uvedení této metody do běžné praxe (Tilp et al. 2013).

2.3 Ekologie parazitismu

Nejlépe se dá pojem parazitismu definovat z pohledu ekologického, protože žádný jedinec není v přírodě sám, aniž by na něj nějak nepůsobili jedinci ostatní a on sám na ostatní

¹ Metoda je založena na faktu, že parazit je schopný modulovat imunitní systém hostitele tak, že tlumí přehnanou imunitní reakci například na pyly a tím si tělo samo způsobuje alergii, nebo imunitní reakce vede k dalším patologickým změnám způsobeným pouze jeho nežádoucí hyperaktivitou (Summers et al. 2003; Sandborn et al. 2013; Weinstock a Elliott 2013).

nepůsobil. Každý organismus je se svým životním okolím provázán řadou vazeb (viz Tabulka 1) (Votýpka et al. 2003).

Typ vztahu	Zisk jednoho	Zisku druhého
Komensalismus	+	+
Kooperace	+	+
Komensalismus	+	0
Parazitismus	+	-
Predace	+	-
Kompetice	-	-
Neutralismus	0	0

Tab.1: Vysvětlení typů vztahů organismů. Převzato od Volf a kolektivu (2007)

Parazitismus je jedním typem soužití, kdy jeden z partnerů má na tomto soužití prospěch a druhý škodu. Z tohoto pohledu je stejným vztahem i predace, avšak shledáváme rozdíly mezi parazitem a predátorem. Prvním rozdílem je počet poškozovaných – parazit si většinou nalezne pouze jednu „oběť“ a tu využívá po celou dobu života, ale predátor za svůj život napadne velké množství kořisti. Nelze také opomenout fakt, že parazit využívá svoji oběť jako dočasné nebo trvalé životní prostředí, což má z hlediska evoluce velký význam. Každý parazit, který není dokonale přizpůsoben prostředí ve kterém žije, značně snižuje svoje šance na přežití, natož pak na úspěšné rozmnožení a šíření své genetické informace. Dalším rozdílem je také to, jak nepřítel sníží biologickou zdatnost své oběti. U predace je jasné, že predátor „vynuluje“ fitness² své oběti, kdežto v případě parazita se může jednat pouze o snížení jeho fitness. Avšak u některých fytoparazitů či parazitoidů nedokážeme přesně určit, zda se jedná o parazitismus, či vztah predátor-oběť. (Volf et al. 2007; Votýpka et al. 2003)

Klasická definice praví (Volf et al. 2007), že parazit je organismus, který alespoň k části svého životního cyklu využívá jiný organismus (hostitele). Tohoto hostitele využívá jako zdroj potravy, jako životní prostředí a tím svému hostiteli přímo nebo nepřímo škodí. Dalším příkladem, který nezapadá přesně do definice, je vztah potomek a rodič. Kdy většina potomků žije na úkor svých rodičů, kteří do svých potomků investují. Dalším příkladem je i život psa, který žije na úkor páníčka, který jej krmí a stará se o něj. Tyto příklady nemůžeme jasně zařadit do této úzké definice a proto budeme považovat parazita za tvora, který je

² Fitness (biologická zdatnost) – vyjadřuje cenu jedince z hlediska populace. Vyjadřuje schopnost jedince předávat svoje geny další populaci. Což většinou znamená zdárně se dožít reprodukčního věku a úspěšně přivést na svět co možná největší počet potomků schopných následné reprodukce (Flegr 2006).

výrazně menší než jeho hostitel a parazit žije na jeho úkor (Votýpka et al. 2003; Volf et al. 2007).

Parazitoidi (viz níže) napadají sice jen jednoho hostitele, ale k ukončení svého vývoje jej musí usmrtit, čímž se predátorům podobají. Mezi parazitoidy se řadí například lumci, kutilky a kodulky (Bogusch 2010). Naopak **mikropredátoři** – například komáři, svou oběť nezabíjejí a napadají ji pouze na velmi krátkou dobu. Organismy využívající takovou životní strategii řadíme mezi ektoparazity, tedy parazity, kteří škodí na povrchu těla hostitele. Dále ještě rozeznáváme tzv. **kastrátory** – parazit (např. jedinec z podřádu kořenohlavců), který hostitele nezabije, ale zabráni mu v množení, což je z hlediska fitness, ekologických a evolučních vztahů takřka to samé (Volf et al. 2007; Votýpka et al. 2003).

Zda žijí paraziti vždy jen na úkor svého hostitele a celkově tímto složitým vztahem se dlouhodobě zabývá tým z Parazitologického ústavu v Českých Budějovicích pod vedením profesora Julia Lukeše. Tento parazitolog se netají názorem, že paraziti mají s živočichy spíše takový vztah, který bychom mohli označit jako mutualismus či komenzalismus (Nezvalová 2014). Avšak není vyloučeno, že neškodní komenzálové se nemohou změnit v zabijácké parazity – stačí, aby byl hostitel nějak oslaben a situace se může náhle změnit (Votýpka et al. 2003).

Z výše uvedených příkladů je jasné, že nelze zcela přesně a čistě vymezit hranici jednoho nebo druhého typu ekologického vztahu organismů, ale že tyto vazby jsou velmi složité a často propletené. Nejedná se tedy o žádný předem nastavený, jasně daný a neměnný stav, ale o neustálý pohyb mezi jednotlivými vztahy hostitelů a parazitů (Votýpka et al. 2003).

2.3.1 Životní prostředí parazitů

Je jasné, že životní prostředí parazitů se velmi liší od živočichů volně žijících. Parazit tráví velkou část svého života uvnitř hostitele, nebo na povrchu jeho těla, popřípadě v těsné blízkosti. Tělo hostitele vytváří parazitovi bohatou a kontinuálně se doplňující a obnovující zásobu živin. Hlavním nebezpečím tohoto „životního prostředí“ pro parazita je jeho nestálost a hlavně smrtelnost. Na tento fakt se musí paraziti připravit a v případě nouze se mohou buď přestěhovat na jiného hostitele, a tak založit nové – dceřiné populace. Schopnost infikovat dostatečně velký počet nových jedinců, je klíčovým parametrem biologické zdatnosti (fitness) parazita. Růstová rychlost parazita nehraje v biologické zdatnosti parazita žádnou

zásadnější roli. Naopak, dokonce můžeme říct, že vysoká růstová rychlost může být pro celkový fitness parazita problémem, protože dojde rychleji k infekci hostitele, který může pod tíhou této infekce zemřít, a tudíž nedojde k vyprodukování dostatku potomků. Z celkového hlediska můžeme tedy parazity považovat spíše za K-stratégy, protože jim nezáleží na rychlosti množení vztaženému k jednotce času, ale na efektivnosti množení vztaženému na život hostitele.

Zároveň je nám jasné, že zásadním rozdílem mezi volně žijícími organismy a parazity je fakt, že paraziti si mohou svou vlastní činností své životní prostředí úplně zničit a tím zahubit jak hostitele, tak v konečném důsledku i sami sebe. K tomuto může docházet v případech, že paraziti začnou odčerpávat nadlimitní množství živin, nebo se přemnoží natolik, že hostitel infestací³ nepřežije a tím se celá populace odsoudí k zániku. Pro populaci parazitů je tedy nesmírně důležité, aby svého hostitele nepoškozoval až za hranice, které by nebyl hostitel schopný kompenzovat, což není příliš jednoduchým cílem. Z hlediska celé populace je výhodné, pokud se její členové množí pouze v nějakých mezích, avšak biologickou nutností každého jedince je, aby právě on se množil co nejrychleji a nejefektivněji. Z dlouhodobého hlediska tedy vítězí ty parazitické populace, které si vytvořily co nejefektivnější omezování selekce individuální a posilování selekce skupinové. Jedním z velmi efektivních mechanismů omezování individuální selekce je asexuální množení (Votýpka et al. 2003; Volf et al. 2007).

Často se setkáváme i s jevem, že potomci sexuálního množení jsou z hostitele vypuzeni ven jako nezralá stádia a infekčními se stávají až po nějaké době ve vnějším prostředí, často díky působení atmosférického kyslíku. Tak se eliminuje proces reinfekce původního hostitele (Votýpka et al. 2003).

Dalším důležitým znakem životního prostředí parazitů je mimořádná predikovatelnost. Kdežto u volně žijících organismů je životní prostředí ovlivňováno mnoha faktory – podnebím, počasím, lokalitou aj.; životní prostředí parazitů jsou u stejného druhu prakticky shodná. Právě predikovatelnost a jistá heterogenita dává parazitům velkou výhodu. Volně žijící živočichové si musí v nové lokalitě zvykat na mnoho věcí, orientovat se a celkově se přizpůsobovat novým podmínkám. Kdežto parazitům stačí pár předem navolených a naprogramovaných fixních vzorců chování a parazit nemusí hledat cestu

³ Infestace – zamoření parazity. Z latinského *infesto* – napadnout (ANON. nedatováno).

k játrům pokaždé znova, ale již „ví“, že po opuštění střeva urazí určitou krátkou vzdálenost podél pobřišnice a nutně narazí na játra. Díky těmto znalostem a této stálosti životního prostředí se parazité mohou úzce specializovat na určitý úsek těla hostitele a vzájemně si tak nekonkurovat (Volf et al. 2007). Extrémním případem této specializace je parazitická houba rodu *Laboulbenia*, která parazituje pouze na třetím článku pravého tykadla střevlíčka rodu *Bembidion* (Cannon a Kirk 2007). Právě možnost takto úzké specializace je důvodem takové druhové rozmanitosti a bohatosti jednotlivých taxonů parazitů.

Co je dalším znakem tohoto prostředí? Je to jeho prostorová ohraničenost a uzavřenost. Tímto faktem je ztížena komunikace mezi jedinci. Ve volném prostředí mezi sebou mohou jedinci komunikovat pomocí chemických signálů – například pomocí feromonů a ty se volně šíří do okolí. Tímto způsobem si mohou podávat informace o dostupnosti potravy, vyhledávají se pohlavní partneři a další. Tento typ komunikace je v prostředí hostitele téměř vyloučený – krevní řečiště je pohyblivé, rychle dochází k promísení jednotlivých látek a tak je velmi těžké pro příjemce daných signálů určit zdroj daného signálu (pokud je vůbec zachycen). Proto paraziti používají ke komunikaci jiný mechanismus, musí se spoléhat na výše zmíněné fixní vzorce chování, k jejímž fungování nepotřebují chemické signály. Avšak na malou vzdálenost mezi sebou paraziti komunikovat mohou. Tato ztížená schopnost komunikovat může být i důvodem vysoké orgánové a tkáňové specifity mnohých parazitických druhů. Bez této specifity by se mohlo stát, že by se například v těle hostitele nemohli najít dva pohlavní partneři patřící do jednoho druhu (Volf et al. 2007).

2.4 Životní strategie parazitů

Životní strategie se dělí dle toho, zda způsobené patogenní projevy závisí na množství infikujících parazitů.

Mikroparaziti se v těle hostitele množí, onemocnění probíhá akutně a končí buď smrtí hostitele, nebo naopak jeho uzdravením a tím pádem i se vznikem imunity proti další reinfekci. Do této skupiny patří především bakterie, viry, houby a prvoci.

Makroparaziti se v hostiteli množí a, na rozdíl od mikroparazitů, produkují infekční stádia, která se pak přenášejí na další hostitele. Infekce se stává chronickou, ale hostitel na ni zpravidla neumírá. Mezi makroparazity řadíme hlavně členovce a helminty.

Avšak i v jednom životním cyklu některého z parazitů můžeme najít obě tyto životní strategie. Například motolice, které se v plži chovají jako mikroparaziti a v definitivním hostiteli zastávají strategii makroparazita (Volf et al. 2007; Votýpka et al. 2003).

Z hlediska životních cyklů, můžeme parazity rozdělit na jednohostitelské – tzv. **monoxenní**, a vícehostitelské – **heteroxenní**. Například u giardie (*Giardia lamblia*) proběhne celý vývojový cyklus v jednom hostitelském organismu (např. v člověku), kdežto třeba echinokok (*Echinococcus granulosus*) musí vystřídat během jednoho životního cyklu dva hostitele patřící do zcela odlišných taxonomických skupin (býložravce a jeho predátora).

Podle toho, kde probíhá sexuální fáze rozmnožování parazitů, dělíme hostitele u vícehostitelských cyklů na mezihostitele – paraziti se v nich nemnoží (nebo pouze asexuálně), a na definitivní (finální, konečné) hostitele – paraziti se zde sexuálně množí.

Podle toho, kde se parazit v hostiteli nalézá, dělíme parazity na endoparazity a ektoparazity. **Endoparaziti** žijí uvnitř těla hostitele (např. tasemnice a giardie). Endoparazity ještě dělíme na vnitrobuněčné (intracelulární) a mimobuněčné (extracelulární) – ti žijí mezi buňkami živočicha, nebo uvnitř jejich tělních dutin. Mezi endoparazity extracelulární patří většina helmintů a jednobuněčných parazitů, mezi intracelulární patří z jednobuněčných např. *Leishmania*, z vícebuněčných pak některé hlístice – např. svalovec (*Trichinella*). Mezi nitrobuněčné patří i všechny viry (Volf et al. 2007; Votýpka et al. 2003).

Ektoparaziti parazitují na povrchu těla hostitelů – například vši trvale žijí v ochlupení svých hostitelů. Z tohoto hlediska je i známý komár dočasný ektoparazit, ale z ekologického hlediska se spíše řadí mezi mikropredátory. Zrovna příklad komára je o něco komplikovanější i faktem, že se jedná o přenašeče. Komár přenáší na svého hostitele jiného patogena. Přenos může být čistě mechanický, nebo se parazit v přenašeči může namnožit a vyvíjet se v něm.

Zvláštním typem parazitismu, který však nesmíme vynechat, je **parazitismus hnízdní**. Hnízdní parazit je živočich, který nevychovává sám své potomstvo, ale zneužívá k této službě jedince jiné, kteří se tak stávají nedobrovolnými adoptivními rodiči potomka parazita. Tento typ parazitismu se vyskytuje u ptáků, blanokřídlých a minimálně u jednoho druhu ryb (sumcovitá ryba Peřovec kukaččí – *Synodontis multipunctatus*) (Elson a Lucanus 2003). Pokud hnízdní parazit svěřuje své potomstvo do péče jedincům stejného druhu, jedná se o

vnitrodruhový hnízdní parazitismus. Pokud svěřuje své potomky do péče odlišnému druhu, jedná se o parazitismus mezidruhový.

Dále rozlišujeme hnízdní parazitismus **příležitostný** – spočívá v příležitostném nakladení vajec do hnízda, a je pozorován u řady druhů ptáků, např. špaček obecný (*Sturnus vulgaris*), sýkořice vousatá (*Panurus biarmicus*), vlaštovka obecná (*Hirundo rustica*) a u některých druhů kachen – kachnice černohlavá (*Heteronetta atricapilla*). Druhým případem je **pravý** hnízdní parazitismus, který spočívá v systematickém kladení vajec do cizích hnízd. Druh sám nikdy o vejce ani mláďata nepečuje – tento jev je znám především u kukaček (Cuculidae), kdy si dokonce jednotlivé druhy kukaček vybírají specifické druhy pěvců, kterým budou jejich vajíčka nejpodobnější. Například kukačka chocholatá (*Clamator glandarius*) je hnízdním parazitem krkavcovitých ptáků, především pak strak. Pravý parazitismus je znám i u dalších druhů – medozvěstky rodu *Indicator*, snovač kukaččí (*Anomalospiza imberbis*), vdovky rodu *Vidua*, některé včely, peřovec kukaččí (*Synodontis multipunctatus*) a další (Svensson 2012; Veselovský 2005; Volf et al. 2007; Votýpka et al. 2003).

Hnízdní parazitismus bývá považován za jednu z forem tzv. **sociálního parazitismu**⁴. Sociální parazit v podstatě zneužívá ostatní jedince téhož druhu pro svůj vlastní prospěch a pro zvyšování svého osobního fitness. Takovéto sociální parazity nalezneme nejen u člověka, ale prakticky u všech druhů, u kterých se vyskytuje nějaká forma sociálního chování.

U hmyzu se hnízdní a sociální parazitismus vyskytuje hlavně u blanokřídlých – nalézáme jej například u našich mravenců. Rozlišujeme několik druhů sociálního parazitismu – dočasný, stálý a v souvislosti s mravenci se mnoha lidem jistě vybaví i otrokářství. Po tomto specifickém způsobu sociálního parazitismu byla i pojmenována jedna skupina mravenců a to druh *Polyergus rufescens* – mravenec otrokář (Žďárek 1997; Volf et al. 2007; Pech 2008).

Šíření parazitů, které probíhá mezi nepříbuznými jedinci, se nazývá **horizontální přenos**. Pokud se paraziti přenášejí mezi sexuálními partnery při rozmnožování příslušného hostitelského druhu, označujeme tento druh přenosu jako **sexuální**. Někteří paraziti se

⁴ sociální parazitismus – stav, kdy jedinec využívá zdrojů poskytovaných příslušníky jiného či stejného druhu a sám přitom neposkytuje ostatním členům dané skupiny žádnou adekvátní náhradu

mohou přenášet, ba dokonce se někteří přednostně přenášejí, na potomstvo infikovaného jedince – tento druh přenosu z matky na dítě se nazývá **vertikální**. K tomuto přenosu může dojít i v případě infekce *in utero* u jinak horizontálně přenosných parazitů (Volf et al. 2007).

2.5 Hostitelská specifita

Z hlediska počtu druhů hostitelů, kteří mohou sloužit parazitovi v určité fázi jeho vývoje, rozlišujeme parazity s úzkou hostitelskou specifitou – stenoxenní, a parazity se širokou hostitelskou specifitou – euryxenní. Například veš muňka (*Pthirus pubis*) parazituje pouze v ochlupení člověka, kdežto *Toxoplasma gondii* má spektrum mezihostitelů zahrnující prakticky všechny savce a i některé druhy ptáků. Zároveň různá stádia parazitů se mohou lišit svou hostitelskou specifitou. Právě již výše zmiňovaná *Toxoplasma* se dokáže pohlavně rozmnožovat pouze ve střevech kočkovitých šelem, kdežto hostitelem jiných stádií se může stát prakticky každý savec (pták) (Armstrong a Wilson 2006; Volf et al. 2007).

Aby mohl parazit nakazit svého hostitele, musí se s ním nejdříve setkat – to je ovlivněno ekologickými podmínkami a etologií hostitele. Pro úspěšnou infekci, musí být parazit schopen hostitele nakazit, přežít v něm a případně se v něm i namnožit – což závisí na fyziologii obou zúčastněných (Volf et al. 2007). Zde je na místě uvést příklad tenkohlavce prasečího (*Trichuris suis*), který byl jako první využit pro klinické studie tzv. helmintickou terapii (viz níže). Tenkohlavce prasečí je, zdá se, ideálním adeptem, protože k tomuto parazitovi je člověk sice vnímavý, ale parazit sám není schopen v lidském organismu plně dospět a množit se, tudíž není možný přenos z jednoho člověka na druhého. Ač je morfologicky velmi podobný tenkohlavci lidskému, má tento parazit některé fyziologické odlišnosti, díky kterým, jak již název vypovídá, se specifikuje právě na prasatovité (čeleď Suidae) hostitele (Jurášek a Dubinský 1993; Nezvalová 2014; Weinstock a Elliott 2013).

Ač by se zprvu mohlo zdát, že úzká hostitelská specifita je pro parazita nevýhodná, opak je pravdou. Pokud se parazit úzce specializuje pouze na jeden druh nebo čeleď, může se dokonale přizpůsobit a vyvinout mechanismy, které přelstí hostitelovu obranu (Volf et al. 2007).

2.6 Systematický pohled na parazity

Paraziti netvoří monofyletickou systematickou skupinu (jako například obratlovci nebo stopkoocí plži). Jedná se však o skupinu ekologickou, která sdílí určité společné znaky,

vlastnosti a schopnosti. V širokém slova smyslu paraziti zahrnují skupinu od retrotransposonů až po kukačku. Proto je tato velká skupina často označována jako paraziti sensu lato⁵ mezi které můžeme zařadit všechny parazity, kteří způsobují různá onemocnění a nějakým způsobem škodí svému hostiteli. Řadíme sem některé bakterie a houby, všechny druhy virů, některé živočichy a pak vlastní parazity sensu stricto⁶. Systematicky tyto paraziti s.str. zapadají buď mezi živočichy (například parazitičtí červi a členovci) a nebo pak mezi jednobuněčné organismy (parazitičtí prvoci).

Jakmile si lidé uvědomili, že mnohé nemoci jsou způsobené parazity, začali se více zajímat o celém životním cyklu parazitů, jak často a jak se s nimi setkat. Mnoho lidí si pod pojmem „parazit“ představí tasemnici, nebo jiného dlouhého červa osidlující trávicí trakt a proto se často domnívají, že tyto cizopasníci jsou otázkou dávné minulosti nebo rozvojových zemí. Opak je však pravdou a pokud se budeme dívat na fenomén parazitismu z širokého hlediska a budeme tedy brát pojem parazitismus s.l. – můžeme pak říci, že je náš svět (i ten civilizovaný) parazitů přímo plný.

Každý živočišný i rostlinný druh je hostitelem mnoha druhů parazitických organismů (s.str.). Dokonce sám parazit se může stát hostitelem dalšího parazita, takový vztah se pak označuje jako hyperparazitismus (viz níže). Lze říci, že parazitismus (jako forma životní strategie) se vyskytuje na všech organizačních úrovních živé hmoty. Můžeme předpokládat, že vznik života úzce souvisí se vznikem parazitismu, z filozofického hlediska lze dokonce považovat samotný vznik života za parazitický, protože život nemůže existovat sám o sobě, ale musí využívat své okolí. Parazitismus samotný lze považovat za nejúspěšnější životní strategii – vyvinula se několikrát nezávisle na sobě na několika izolovaných organizačních životních úrovních. Tato strategie je nedílnou součástí evoluce a zároveň jejím důsledkem (Votýpka et al. 2003; Volf et al. 2007).

2.7 Zvláštní formy parazitismu

V předchozích kapitolách bylo často zmiňována problematika vymezení přesné definice parazitismu. Ač jsou některé definice velmi obsáhlé, přesto existují některé výjimky, které považujeme za parazity (ve smyslu životní strategie) i přestože se definicí vymykají, nebo se jí dotýkají pouze okrajově. Za parazity tedy primárně označujeme ty

⁵ *sensu lato* = v širokém slova smyslu

⁶ *sensu stricto* = v úzkém slova smyslu

životní formy, které jsou menší než hostitel a jejich primárním cílem není hostitele usmrtit. Toto vymezení je nezbytné, protože jinak bychom mohli za parazita považovat například pasoucí se tur.

Jednou z těchto výjimek jsou parazitoidi. Parazitoidy bychom mohli považovat spíše za predátory než za parazity. Od pravých parazitů se liší tím, že svou kořist (hostitele) nezabíjejí ihned, ale tvoří si z něj jakousi „živou konzervu“ pro své potomky. Od pravých parazitů se liší především tím, že na konci procesu je téměř vždy mrtvý hostitel. Většina parazitoidů patří systematicky mezi blanokřídlé a dvoukřídlé – jedná se různé lumky (Ichneumonidae) a lumčíky (Braconidae), pak také o vejřitky (Proctotrupoidea), vejcomary (Scelionidae), chalcidky (nadčeleď Chalcidoidea), kam patří např. drobněnky (Trichogrammatidae) a další (Aubert 1969; Votýpka et al. 2003; Macek 2010; Heraty et al. 2013).

Hostiteli parazitoidů jsou všechna vývojová stádia hmyzu – např. larvy motýlů (housenky), i dalších bezobratlých. Larvy parazitoidů se vyvinou z nakladených vajíček a začnou požírat hostitele zevnitř. Nejdříve konzumují tkáň, které nejsou nezbytné pro přežití hostitele, až později ty, bez kterých hostitel již nepřežije. Předčasné úmrtí hostitele by bylo smrtelným i pro nevyspělé larvy, z toho důvodu jsou trávicí trubice larev zakončeny slepě, aby svými výkaly neotrávily vnitřní prostředí hostitele. K vyprázdnění střeva larev dochází až těsně před zakuklením.

U některých primitivních blanokřídlých – žahalky (Scoliidae), kodulky (Mutillidae) a trněnky (Tiphidae), došlo k přeměně kladélka na žihadlo. Tímto žihadlem tyto primitivní „vosičky“ vstříknou do budoucího hostitele jed, tímto jedem hostitele ochromí a zároveň do něj nakladou vajíčka. Kutilky (Sphecoidea) a hrabalky (Pompiloidea) ještě navíc ochromeného hostitele zatáhnou do připraveného hnízda podzemí, aby larvy nebyly rušeny (Nonveiller a Suarez 1990; Pilgrim et al. 2008; Bogusch 2010; Macek 2010; Heraty et al. 2013).

Další zvláštností je tzv. hyperparazitismus. Volf et al. (2007) uvádí ve své publikaci jasnou definici: „Hyperparazit – parazitický organismus parazitující na jiném parazitickém organismu“. Tato forma parazitismu se objevuje přibližně u dvaceti rodů blanokřídlého hmyzu (Hymenoptera). Příkladem hyperparazita je prvok *Histomonas meleagridis*, který se

žíví a množív se v ováriích hlístice *Heterakis gallinarum*, která je běžným kosmopolitním parazitem slepých střev drůbeže (Lewis et al. 2002; Volf et al. 2007).

Na výše uvedených příkladech je předložena velká škála druhů parazitů, která často hraničí s predátorstvím. Hranice mezi těmito dvěma životními strategiemi je velmi tenká a nelze ji přesně stanovit.

3 Vybraní konkrétní paraziti

3.1 Kmen: ploštěnci (Platyhelminthes)

Tělo těchto parazitů je dorzoventrálně zploštělé a bilaterálně symetrické. Chybí tělní dutiny, dýchací a oběhový systém. Tělo je pokryto tegumentem (neodermis). Obvykle se jedná o hermafrodity, vývoj může být přímý i nepřímý (Řehulková 2011b).

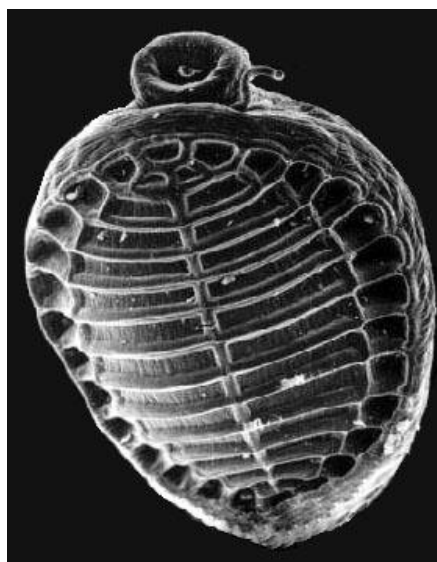
3.1.1 Třída: motolice (Trematoda)

Známe asi 8 000 převážně parazitických motolic. Jedná se především o endoparazity se složitým vývojovým cyklem. Nejčastějším mezihostitelem je měkkýš a definitivním hostitelem se zpravidla stává obratlovec. Motolice parazitují prakticky ve všech orgánových soustavách, nejvíce se však lokalizují v trávicím traktu. Dorůstají velikosti od několika milimetrů až po desítky centimetrů (výjimečně metrů – čeled' Didymozoidae). Tělo je dorzoventrálně zploštělé; listovitého, oválného či kopinatého tvaru. Motolice obvykle mívají jednu ústní přísavku, často mívají druhou (břišní), které mají převážně přichycovací funkci.

Tělní povrch je tvořen tegumentem, z jehož povrchu vystupují různé trny a ostny. Povrch je krytý glykokalyxem a to především u skupin, které žijí v agresivním prostředí (například v trávicím traktu) (Volf et al. 2007; Řehulková 2011c).

3.1.1.1 Podtřída Aspidogastrea (Aspidobothrea)

Jedná se o parazity poikilotermních živočichů (měkkýši, paryby, ryby a želvy). Přímý vývoj probíhá pouze v měkkýších. U vývoje nepřímého není mezihostitel znám, definitivním je obratlovec. K nákaze měkkýše dochází prostřednictvím mikroskopické larvy zvané kotylocidium. Tato larva je pohyblivá a na zadní části má přísavku. *Aspidogaster limacoides* parazituje ve střevě kaprovitých ryb (Obrázek 1).

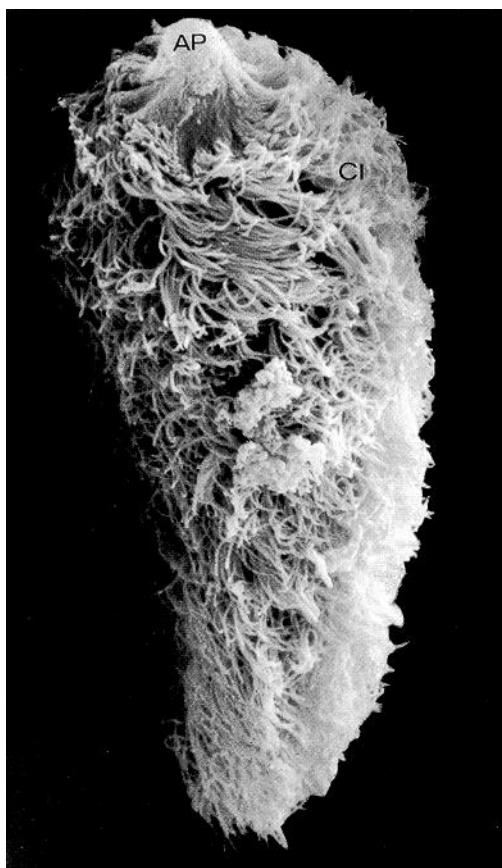


Obrázek 1: *Aspidogaster limacoides*.
Převzato od Řehulkové (2011d).

3.1.1.2 Podtřída Digenea

Tato podtřída zahrnuje většinu motolic, je medicínsky i veterinárně významná, protože se jedná o významné původce závažných chorob. Vývojové cykly zpravidla zahrnují jednoho či více mezihostitelů.

Ve vnějším prostředí (nebo již uvnitř dospělé motolice) se vyvíjí první larva – tzv. miracidium. Tato larva je schopná aktivně vyhledávat hostitele a během celé doby nepřijímá potravu. Prvním mezihostitelem se stává měkkýš (v naprosté většině plži). U většiny motolic je vyvinuta hostitelská specifita – určitý druh motolice se může vyvíjet pouze v jednom či několika málo příbuzných druzích měkkýšů. Miracidium (Obrázek 2) penetruje tělní stěnu hostitele a přeměňuje se na primární mateřskou sporocystu, která je schopna migrace. Z této sporocysty vznikají další generace larev a jedná se buď o rédie nebo dceřiné sporocysty. V mezihostiteli může probíhat i asexuální dělení jejímž výsledkem jsou cercárie, ze kterých mohou potenciálně vznikat dospělé motolice. U motolic s dvouhostitelským životním cyklem se z cercárií vyvíjí metacercárie a potom co je mezihostitel pozřen definitivním hostitelem se vyvíjí dospělé motolice. V jiných případech jsou cercárie uvolněny do vnějšího prostředí a samy penetrují tělo definitivního hostitele, ve kterém dokončují svůj životní cyklus. V případě tříhostitelského cyklu mohou tyto cercárie vnikat do dalšího mezihostitele či jím jsou pozřeny. V tomto mezihostiteli se tyto cercárie mění na metacercárie a po pozření definitivním hostitelem se z nich vyvíjí dospělé motolice (Volf et al. 2007; Řehulková 2011c).

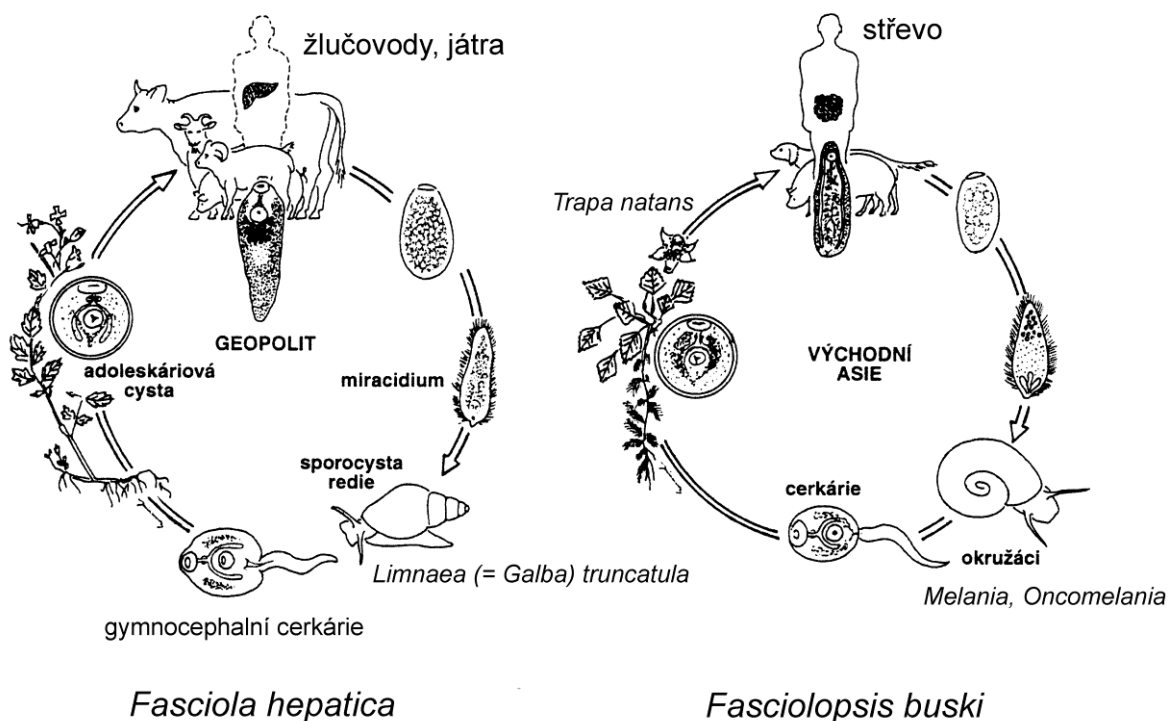


Obrázek 2: Miracidium. Převzato od Řehulkové (2011d)

Čeled' Fasciolidae

Jedná se o jaterní nebo střevní parazity člověka a hospodářských zvířat, mezihostiteli jsou plži (*Lymnaeidae*, *Planorbidae*). Významným zástupcem je *Fasciola hepatica* (motolice jaterní – Obrázek 3), která dorůstá 3 cm a parazituje u ovcí, skotu, jelení zvěře i

člověka. Nepříjemným parazitem je *Fascioloides magna*, která se k nám dostala s jelencem viržinským z Ameriky v 19. století a u nás způsobuje úhyn nejen jelenů, ale i skotu a daňků, protože je silně patogenní pro druhy, kteří na ni nejsou adaptovaní. Dalším zástupcem patří do této čeledi je *Fasciolopsis buski* (Obrázek 3), jedná se o střevního parazita prasat, psů a člověka. Mezihostiteli jsou plži rodu *Melania* a *Oncomelania*.



Obrázek 3: Životní cyklus dvou druhů motolic z čeledi Fasciolidae. Převzato od Řehulkové (2011d).

Čeled' Dicrocoeliidae

Příslušníci této čeledi parazitují u ptáků, savců, obojživelníků a plazů. Jejich životní cyklus je tříhostitelský a vázaný na suchozemské plže. *Dicrocoelium dentriticum* (motolice kopinatá) je parazit savců včetně člověka. Prvním mezihostitelem jsou plži (*Zebrina*, *Theba*, *Helicella*) a druhým mezihostitelem se stávají mravenci rodu *Formica*. Tyto motolice mají schopnost ovládnutí chování mezihostitele a to tak, že donutí infikovaného mravence vylézt na stéblo trávy a zde vyčkávat a zvyšovat svou šanci na spasení některým přežvýkavcem.

Dalšími významnými čeleděmi jsou: Sanguinicolidae, Opistorchiidae, Paragonimidae, Paramphistomidae, Notocotylidae, Leucochloridiidae, Schistosomatidae, Diplostomatidae a další (Volf et al. 2007; Řehulková 2011c).

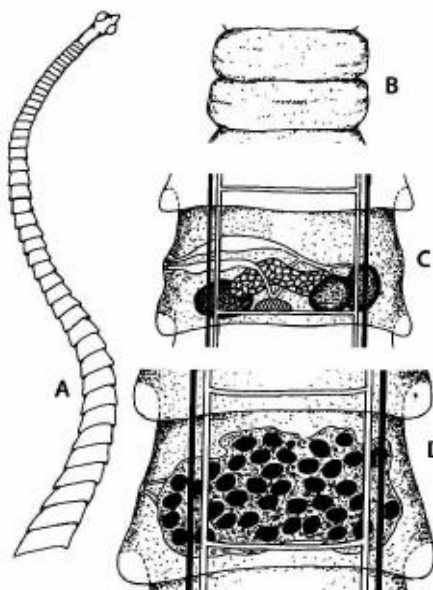
3.1.1.3 Získávání vzorků a metody fixace

Vzorky získáváme z konkrétních hostitelů dle místa lokalizace dospělých jedinců (například v játrech). Vzorky vypíráme v 0,8% roztoku soli kuchyňské zahřáté přibližně na 37 °C. Poté je na podložním sklíčku přiklopíme krycím a fixujeme kyselinou octovou po dobu přibližně dvou hodin. Takto fixované materiály propíráme a buď je převádíme vzestupnou alkoholovou řadou do 80% alkoholu nebo z nich vytváříme trvalé mikroskopické preparáty. Tyto preparáty nejprve barvíme borax-karmínem (návod 1 – Příloha str. 88) a po vyprání převedeme vzestupnou alkoholovou řadou zakončenou xylénem do kanadského balzámu (Táborský 1961).

3.1.2 Třída: tasemnice (Cestoda)

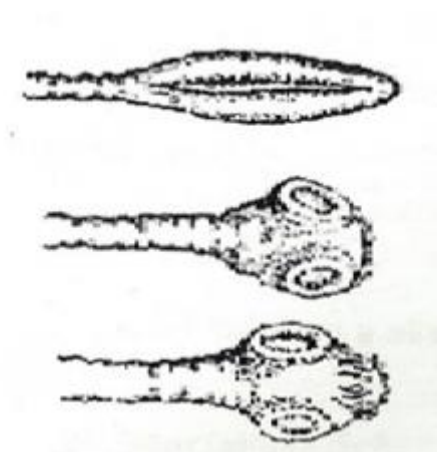
Jedná se o celou třídu bezobratlých živočichů s odborným názvem Cestoda. Tato třída se řadí do kmene ploštěnci (Platyhelminthes), kteří se vyznačují bilaterální souměrností a dorzoventrálním zploštěním. Tato třída zahrnuje přes 5000 druhů tasemnic, avšak toto číslo jistě není konečné. Své enormní velikosti vděčí za to, že se jedná o nejdéle známé parazity plně přizpůsobené životu uvnitř hostitele (endoparazity). Často se jedná o rody, kteří využívají ve svém životním jednoho či více hostitelů. Parazitují ve všech druzích obratlovců – nejčastěji ve střevě, jejich larvy se však pohybují v různých tkáních mezihostitele. Z hlediska veterinární i humánní medicíny se jedná o závažné patogeny (Jelínek a Zicháček 2007; Volf et al. 2007; Forejtek et al. 2013).

Tvar těla (Obrázek 4) je plochý a dlouhý, skládá se ze skolexu (hlavičky), která nasedá na nesegmentovaný krček a za ním následuje často velké množství jednotlivých plochých článků (proglotid), které společně utváří samotné tělo tasemnice (strobilu). Články mohou mít různé tvary a velikosti, ale zpravidla se směrem od hlavy ke konci těla zvětšují a prodlužují. Podle počtu proglotid se odvíjí i variabilita délek těl tasemnic (od několika mm až po desítky metrů) (Volf et al. 2007; Letková et al. 2010).



Obrázek 4: Základní organizace těla tasemnice. A – začátek těla s hlavičkou. B – nezralé články za hlavičkou. C – pohlavně zralé články. D – nejstarší články plné vajíček. Převzato od Volfa a kolektivu (2007).

Skolex je kulovitý či protáhlý a jsou na něm umístěny přichycovací orgány různých druhů a tvarů (Obrázek 5). Přichycovací orgány často odpovídají životní strategii konkrétní tasemnice. Velmi často jsou tyto přichycovací orgány velmi odlišné a díky tomu se staly významným a důležitým taxonomickým znakem. Tyto orgány mohou být ve formě přísavných rýh či štěrbin (botrie) nebo kruhovitých přísavek. Tasemnice řádu Cyclophyllidea mají na skolexu rostelum – zasunovatelný chobotek opatřený háčky různého tvaru a počtu. Funkci přichycovací mohou plnit i skolexové žlázy s mikrotrichy (mikroskopické chloupky obalené vrstvou cukernatých makromolekul – glykokalyxem), které se nachází na povrchu těla (Volf et al. 2007; Žďárská a Nebesářová 2005; Letková et al. 2010).



Obrázek 5: Přichycovací orgány tasemnic. Botrie (nahore), přísavky (uprostřed), přísavky a rostelum s háčky (dole). Převzato od Letkové a kolektivu (2010).

Jednotlivé články představují samostatné reprodukční jednotky, obsahují jak samčí i samičí pohlavní orgány. Tasemnice jsou tedy hermafrodité (výjimka: Dioecocestidae, Dioecotaeniidae), případně lze říci, že každý proglotid je hermafroditní. U některých zástupců (rod *Taenia*) můžeme pozorovat i tzv. protandrický hermafroditismus, kdy nejprve v jednom článku dozrají samčí pohlavní orgány a až po nějakém čase dozrají i samičí. Oplození může

nastat mezi dvěma jedinci, nebo mezi dvěma proglotidami mezi sebou. Směrem od hlavičky postupně vajíčka dozrávají a odchází z hostitele do vnějšího prostředí, nebo odchází ve formě celých oplozených proglotid. Často tak můžeme nalézt oplozené proglotidy v trusu zvířat, či visící od řitního otvoru. Například chovatelé koček mohou pozorovat ve stolici i pohyblivé články a to díky svalové soustavě, která umožňuje tasemnici nejen pohyb a vypuzení vajíček, ale i pohyb jednotlivých článků (Volf et al. 2007; Letková et al. 2010; Řehulková 2011a).

Povrch těla tvoří jednovrstevná pokožka (neodermis), která je metabolicky aktivní a slouží ke vstřebávání živin do těla tasemnice. Neodermis je pokryta mikrotrichy (chráněny glykokalyxem), které zastávají podobnou funkci jako mikroklky tenkého střeva – zvětšují absorpční povrch těla. Pokožka vylučuje kutikulu, která chrání tělo jedince před trávicími

šťávami a enzymy hostitele. Tase mnice sama nemá trávicí ústrojí, příjem živin probíhá formou membránového transportu malých molekul (sacharidů, aminokyselin, mastných kyselin aj.) a pinocytózou makromolekulárních látek (Volf et al. 2007; Letková et al. 2010).

Nervová soustava není příliš dokonale vyvinuta, skládá se z párových uzlin (ganglií), které se nachází v oblasti skolexu. Z těchto párových ganglií vybíhají nervová vlákna do celého těla, která jsou vzájemně propojena příčnými spojkami a tvoří tzv. žebříčkovou nervovou soustavu (Volf et al. 2007; Letková et al. 2010).

Tase mnice využívají ve svém životním cyklu z pravidla dva hostitele (mezihostitele a finálního hostitele), typickým příkladem je rod *Taenia*. Existují však druhy s tříhostitelským cyklem (rod *Diphyllobothrium*) a výjimečně druhy, kteří využívají jednoho hostitele (rody *Archigetes* a *Hymenolepis*). Vajíčko, které společně s trusem opustí hostitele se dostane do vnějšího prostředí. Do těla nového hostitele pronikne nejčastěji ústním otvorem (spasení společně s trávou, vypití infikované vody aj.). V těle nového hostitele (mezihostitele) se z vajíčka uvolní larva, která skrze stěnu střeva pronikne do lymfatického nebo krevního oběhu a pomocí něj do různých orgánů. Larvy tase mnic mohou ovlivňovat hostitele po mnoha stránkách. Často nabourávají různé hormonální a metabolické pochody, a dokonce mohou ovlivňovat svalovou sílu a znemožňovat tak rychlou únikovou reakci před predátorem. V případě vícehostitelského životního cyklu parazita se definitivní hostitel nakazí tak, že pozře infikovanou tkáň mezihostitele. Larva se v těle finálního hostitele uchytí ke stěně střeva, dorůstá, dospívá a začíná produkovat vajíčka (Volf et al. 2007; Letková et al. 2010; Řehulková 2011a).

Jednotlivé druhy, rody a taxonomické znaky viz Chlumová (2015).

3.1.2.1 Získávání vzorků a metody fixace

Materiál si nejsnáze opatřujeme pitvou ulovených zvířat. Rozstříhneme opatrně jejich střevo a poléváme fyziologickým roztokem, zahřátým cca na 37 °C.

Mezi přirozené fyziologické roztoky patří krevní sérum a amnionová tekutina (dá se sehnat na jatkách). Dále pak oční tekutina králíka, skotu aj. (humor aqueus). Lze použít i filtrát z vaječného bílku.

Pro snadnější opatření a uchovávání jsou používanější umělé fyziologické roztoky. Hojně užívanou látkou je Thyrodeův roztok⁷. Pro jemné práce se využívá Ringerův roztok⁸. Oba tyto roztoky se nesmí sterilizovat varem a užívají se díky tomu, že jsou svým složením podobné krevnímu séru.

Nalezené parazity přenášíme do čistého fyziologického roztoku. Preparace tasemnic je podobná preparaci motolic (viz Táborský 1961). Dlouhé červy umístíme mezi dvě skla potřebné velikosti a zafixujeme. U tasemnic dlouhých druhů fixujeme pouze skolex s prvními články a pak poslední články plné vajíček.

Fixovaný materiál barvíme borax-karmínem (Návod 1 – Příloha str. 88). Objekty před barvením prosycujeme 70% ethanolem po dobu až dvou hodin. Podle velikosti objekt barvíme hodinu až několik dní. Diferenciaci (vypírání) provádíme okyseleným 70% ethanolem (5 kapek HCl na 100 ml ethanolu) a to tak dlouho, dokud se tmavomodrá barva objektu nezmění na jasně karmínovou. Vypírací alkohol často měníme. Vyprané objekty odvodníme a převedeme vzestupnou alkoholovou řadou a převedeme xylenem nebo jiným médiem do kanadského balzámu.

Můžeme je též barvit Heidenhainovým hematoxylinem (Návod 2 – Příloha str. 88). Tato metoda je specifická v tom, že se tkáň nejdříve moří železitým kamencem ($NH_4FE(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ – Návod 3 – Příloha str. 88), poté se barví hematoxylinovým barvivem a nakonec se diferencuje opět železitým kamencem. A objekt opět uzavíráme do kanadského balzámu (Táborský 1961).

⁷ 100 ccm destilované vody
0,8 g Natrium chlorid
0,02 g Kalcium chlorid
0,02 g Kalium chlorid

0,01 g Magnesium chlorid
0,005 g Mononatrium fosfát
0,1 g Natrium bikarbonát
0,1 g hroznový cukr

⁸ 100 ccm destilované vody
0,85 g Natrium chlorid

0,02 g Natrium bikarbonát
0,03 g Kalcium chlorid

3.2 Parazitičtí členovci

Členovci jsou nejpočetnější skupinou živočichů a proto není divu, že někteří zástupci přešli na parazitický způsob života. U členovců se setkáváme s velkou škálou parazitických strategií – od parazitoidů (lumci, lumčící a další), přes kleptoparazity (někteří blanokřídílí a mouchy) až po sociální parazity (mravenci). Velká většina parazitických členovců je ektoparazitická, pouze pár zástupců jsou endoparazité (někteří roztoči a larvy much a střečků). Krevsající členovci jsou velmi nepříjemnými druhy organismů, které svým bodáním způsobují svým dočasným hostitelům různé kožní reakce (dermatitidy) a často úporné svědění. Jejich útoky mohou být natolik nepříjemné, že velmi ztěžují život všem okolo sebe (např. komáři v deltách velkých řek). I z hlediska hospodářského jsou tito paraziti velmi obtížní a při velkých invazích mohou působit dokonce úhyn zvířat. Avšak daleko závažnějším problémem je fakt, že tito paraziti jsou velmi často přenašeči závažných chorob a infekčních onemocnění (Volf et al. 2007).

Parazitické členovce lze rozdělit na parazity dočasné (temporální) a trvalé (permanentní). Temporální paraziti z „oběti“ (svého dočasného hostitele) sají krev pouze po dobu velmi krátkou a ihned po aktu samotném tělo hostitele opouští a opětovné krmení již z pravidla probíhá na hostiteli jiném (komáři, ovádi, ploštice). Tyto parazity označujeme i jako mikropredátory (viz výše). Oproti tomu permanentní paraziti sají krev z jednoho hostitele opakovaně a zpravidla se na něm i usídlí a po dlouhou dobu (pokud je k tomu nedonutí okolnosti) hostitele neopouští a mohou na tomtéž jedinci prožít celý životní cyklus (vši, kloši). Zvláštní skupinou ektoparazitů je většina klíšťat (Ixodidae), u kterých sání probíhá v rádech dnů (Volf et al. 2007).

Jak již bylo zmíněno, ektoparaziti přenášejí velké množství infekčních onemocnění. Krevsající hmyz přenášejí sedm z deseti nejzávažnějších infekčních onemocnění sledovaných Světovou zdravotnickou organizací (WHO). Viry, které způsobují klíšťovou encefalitidu a zimnici jsou přenášeny komáři. Veš šatní přenáší onemocnění, které se nazývá skvrnitý tyfus. Bakterie *Yersinia pestis*, která způsobuje mor je přenášena blechami, *Borrelia burgdorferi* je bakterie způsobující onemocnění označované jako lymeská borelióza a je přenášena klíšťaty a komáři. Komáři také mohou být přenašeči různých prvoků na příklad rod *Plasmodium* způsobující malárii. Různé druhy leishmanií přenášejí flebotomové. Závěrem tohoto krátkého výčtu nesmí být opomenuta nepřilíš populární moucha tse-tse

(*Glossina*), která je přenašečem prvoka (*Trypanosoma brucei*), který způsobuje tzv. spavou nemoc.

Existují dva způsoby přenosu infekce. Prvním je přenos bodavě-sacím ústrojím přenašeče (spavá nemoc, malárie, leishmanióza), tento přenos se nazývá inokulativní. Druhým způsobem je přenos kontaminativní – to znamená přenos pomocí exkrementů, nebo pozřením celého přenašeče (Chagasova nemoc). I přes velkou snahu Světové zdravotnické organizace se většina těchto nemocí stále šíří a to především v rovníkové Africe (Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

Morfologie a anatomie parazitických členovců

Vzhledem k velkému počtu organismů nelze shrnout veškerou morfologii a anatomii. Cílem této kapitoly je stručně seznámit čtenáře se společnými znaky většiny parazitických členovců.

Tělo většiny parazitů, spadající do této podskupiny, je kryto kutikulou, která tvoří exoskelet a upínají se na ni svaly a vnitřní orgány. Hlavní složkou této kutikuly je chitin, v některých případech doplněn o uhličitan vápenatý (Crustacea). Charakteristická je segmentace těla a článkované končetiny. Oběhová soustava je otevřená, funkci srdce plní hřbetní céva, krevní tekutinou je hemolymfa. Dýchacím ústrojím jsou tracheální žábry (u vodních zástupců), vzdušnice nebo plicní vaky (u zástupců suchozemských), u drobných forem je často zajištěno dýchání celým povrchem těla. Nervová soustava je žebříčková. Smyslová ústrojí jsou často umístěna na hlavičce či v jejím bezprostředním okolí (tykadla, makadla). Mozaikovitě vidění umožňují složené oči, případně doplněny jednoduchými (oceli), avšak oči mohou i zcela chybět. Členovci jsou většinou gonochoristé (odděleného pohlaví), často je u nich výrazný pohlavní dimorfismus. Mnohdy jsou vyvinuta přídavná přichycovací zařízení, která napomáhají při páření. Trávicí soustava je trubicovitá.

Krev hostitele je pro krevsající parazity zdrojem proteinů pro vývoj vajec a larev a pro některé dokonce jediným zdrojem energie. První fází příjmu potravy je vlastní vyhledání hostitele, následuje příjem potravy a poté samotné zpracování krve v trávicím traktu parazita. U permanentních parazitů první fáze prakticky odpadá, avšak u temporálních je tato fáze doslova životně důležitá. Tito paraziti využívají k vyhledání kořisti optické a pachové podněty a někteří jsou schopni využívat i infračervené záření (zejména u krevsajících ploštic *Triatominae* a *Cimicidae*). Pachové signály jsou uplatňovány především při hledání hostitele na velkou vzdálenost, kdežto viditelné a infračervené záření se uplatňuje

až v závěru samotné první fáze. Někteří paraziti jsou ve vyhledávání velmi aktivní, například jedinci klíštěte *Ixodes ricinus* vylézá nahoru po vegetaci a zaujímá typickou polohu s roztaženým předním párem končetin. Klíšťata navíc mají na nohách umístěny receptory pro vnímání pachů a proudění vzduchu. Ovádi a glosiny létají proti proudu vzduchu a usedají na místa, ze kterých je dobrý rozhled po krajině (Jordan a Jones 2007; Volf et al. 2007).

Samotné sání krve je kritickým okamžikem. Pro parazita je důležité nasát rychle a nepozorovaně odpovídající množství krve a nespustit u hostitele obrannou reakci. Tento úkol mu ztěžuje několik faktorů, důležité pro něj je nalézt cévu, zpřístupnit ji, nasát krev tak, aby nedošlo k vazokonstrikci, koagulaci a zánětu. Strategie sání se u mnoha parazitů liší. Z hlediska času je to otázka minuty pro komáry a ovády až desítky minut pro ploštice (klíšťata sají krev i několik dní). Času také odpovídá množství nasáté krve, u komárů jsou to mikrolitry a u klíšťat a ploštic může objem vystoupat až nad jeden mililitr. Krevsající členovci mají proto různě adaptované ústní ústrojí a složení slin. Rozlišujeme dva druhy způsobů sání. Prvním druhem jsou tzv. **solenofágní** paraziti (anglicky *vessel feeders*). Mezi tyto parazity patří komáři, vši, ploštice a blechy; tyto skupiny mají maxily a mandibuly přeměněny na dlouhé a tenké bodavě sací ústrojí a pomocí něj mohou sát krev přímo z cévy (vysávají krev rychleji, než odtéká a díky podtlaku se netvoří hematom). Druhou skupinou jsou **thelmo-fágní** paraziti (anglicky *pool feeders*), kteří sají krev z drobných hematomů z krve vylité po poranění cév. Mezi tyto parazity patří ovádi, muchničky a flebotomové; jejich ústní ústrojí je robustnější a zanechávají větší poškození tkáně než předchozí skupina a to nejen díky odlišné stavbě ústního ústrojí, ale také kvůli agresivitě enzymů obsažených ve slinách (Lehane 2005; Volf et al. 2007).

3.2.1 Třída: Crustacea – korýši

Parazitičtí korýši jsou ve většině případů vázáni na vodu. Téměř se nepodílejí na přenosu infekčních chorob, ale i přesto mohou svým hostitelům velmi škodit, a to hlavně tím, že poškozením kůže ryb a dalších vodních živočichů mohou snadno vznikat sekundární infekce především působením bakterií a hub. Povrch těla je tvořen chitinem a inkrustován uhličitanem vápenatým. Na hlavě se vyskytují dva páry tykadel (antény a antenuly), dva páry čelistí (maxily) a jeden pár kusadel (mandibuly). Počet končetin je variabilní, končetiny jsou však dvouvětvené, článkované a modifikované k různým funkcím. Parazitičtí korýši jsou gonochoristé, jejich vývoj probíhá přes několik larválních stádií. Z hlediska morfologického jsou tyto korýši ukázkovým příkladem, jak parazitický způsob života ovlivnil tvar těla. Mnoho těchto vodních parazitů žije v mořích a oceánech, kde parazitují

především na kytovcích a jsou známy pod názvem „velrybí vši“. Výjimkou ze života ve vodě jsou jazyčnatky (Pentastomida), kteří jsou endoparazity suchozemských živočichů (Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

Na území České republiky můžeme uvažovat pouze o čtyřech skupinách.

3.2.1.1 Podtřída: Copepoda (klanonožci)

Řád: **Cyclopoida** (buchanky)

Buchanky představují řád o mnoha druzích, mezi kterými nalezneme druhy volně žijící, poloparazitické i obligátně parazitické s velmi modifikovaným tělem. Spolehlivým určovací znakem jsou typické dva vaječné vaky, které nalezneme u kterékoliv samičky buchanky. Buchanky jsou velmi citlivé na čistotu vod a proto jich na našem území stále ubývá.

Ergasilus sieboldi (chlopek obecný)

Tato buchanka měří 1– 1,5 mm. Dospělé samičky se přichytávají na žaberní plátky pomalu plavoucích ryb (lín, kapr, štika) a zde se živí epiteliálními buňkami. Samečci i larvální stádia jsou volně žijící a živí se dravě. Samičky při masivnějším výskytu mohou těžce poškozovat žábry a tím negativně ovlivňovat populace například v rybích sádkách.

Lernaea cyprinacea (červok kapří)

Samičky jsou velmi těžko systematicky zařaditelné, jejich tělo připomíná malého červa (Obrázek 6) a vaječné vaky jsou malé a usazené na konci těla. Přední kotvovitou částí jsou hluboce zanořeny do kůže ryby (anglicky *anchor worms*, Obrázek 7). Samečci žijí opět volně, stejně jako většina larválních stádií (Baur 1962; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).



Obrázek 6: Červok kapří, převzato od Řehulkové (2011a).



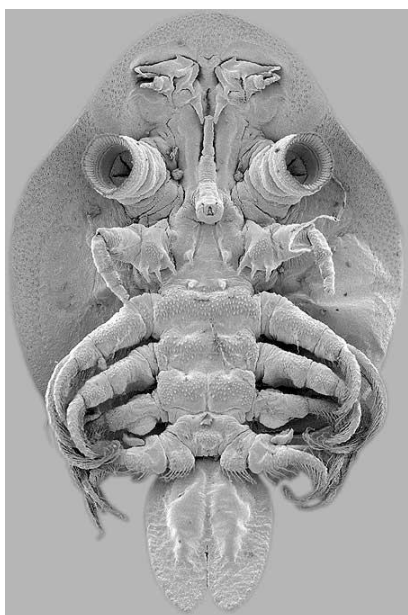
Obrázek 7: Červok kapří zanořen v kůži ryby. Převzato od Řehulkové (2011a).

3.2.1.1.1 Získávání vzorků a metody fixace

Sběr parazitických druhů se provádí individuálně dle hostitelů. Koryši se přenáší buď jednotlivě, nebo celé úseky napadeného tkáně i s parazity. Usmrcení parazitů se provádí v 70% alkoholu nebo 4% formalinu. K trvalé konzervaci se využívá 70 – 80% alkohol nebo 1% formalin. Objekty pro totální mikroskopické preparáty se barví borax – karmínem, podle potřeby se mohou dobarvit ještě světlou zelení nebo lyonskou modří. Vzestupnou alkoholovou řadou zakončenou xylenem se fixují do kanadského balzámu nebo vzestupnou alkoholovou zakončenou chloroformem do chloroform-plexiskla (Táborský 1961).

3.2.1.2 Podtřída: Branchiura (kapřivci)

Všichni zástupci kapřivců jsou cizopasní. Jejich způsobu života je přizpůsobeno i jejich tělo (Obrázek 8). Je ploché, oválné a na spodní straně jsou dva přichycovací miskovité



Obrázek 8: Pohled na kapřivce zespodu. Převzato od Řehulkové (2011a).

orgány, kterými se kapřivci pevně přichycují na tělo hostitele a svým bodcovitým ústním ústrojím se zabodávají a sají jeho krev. Během sání uvolňují do rány velmi silný toxin, který může slabší či mladé kusy ohrožovat na životě. Mají čtyři páry plovacích nožek, což jim umožňuje měnit hostitele a činí je to dobrými plavci. Na hřbetní straně se nachází dvě velké složené oči. Samičky klasou asi 100 kusů vajíček na rostliny a další objekty pod vodní hladinou. Kapřivci parazitují na mnoha druzích ryb, ale i na pulcích a čolcích. Napadení živočichové se snaží kapřivců zbavit otíráním o hrubé povrchy, čímž si mohou způsobovat odřeniny a tím si následně přivodit nějaké bakteriální či plísňové infekce.

Argulus foliaceus (kapřivec plochý)

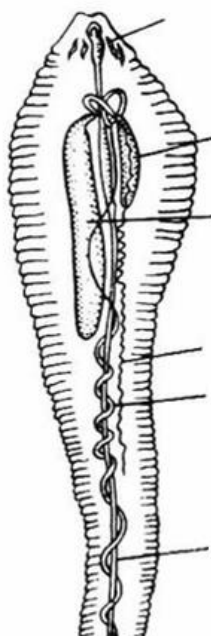
Dorůstá až 8 mm, u nás parazituje na kaprovitých rybách a štikách. Obě pohlaví žijí na kůži ryb a živí se krví a tkáňovým mokem. Larvální stádia žijí volně (Táborský 1961; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

3.2.1.2.1 Získávání vzorků a metody fixace

Tyto koryše můžeme sebrat pomocí planktonky ve vodě, nebo se mohou zachytit na entomologické síťce při smýkání ve vodě a na vodních rostlinách. Především pak z těl

hostitelů. Před usmrcením je vhodné narkotizovat jedince například 10% alkoholem. K trvalé konzervaci užíváme přednostně 70-80% alkohol, do kterého převedeme jedince vzestupnou alkoholovou řadou. Trvalé a mikroskopické preparáty se připravují shodně jako u klanonožců (viz výše) (Táborský 1961).

3.2.1.3 Podtřída Pentastomida (Linguatulida; jazyčnatky)



Obrázek 9: Jazyčnatka tasemnicová (kresba).
Převzato od Řehulkové (2011a).

Systematické členění jazyčnatek bylo dlouhá léta velmi obtížné z důvodu, že se jedná o skupinu velmi pozměněnou parazitickým způsobem života. Jak již bylo zmíněno výše, jedná se endoparazity žijící v dýchacích cestách suchozemských plazů, ptáků i savců. Tvar těla je podlouhlý zploštělý (jazykovitý). Vývojový cyklus je nepřímý a zahrnuje jednoho nebo více mezihostitelů. Vajíčka jsou hostitelem buď vykašlána do okolí, nebo spolknuta a s trusem odchází z těla ven.

Linguatula serrata (jazyčnatka tasemnicovitá)

Dospělci žijí v nosní dutině psovitých šelem, mezihostiteli jsou kozy, ovce a zajíci. Nákaza člověka je možná vajíčky nebo larvami z tkání býložravců. Samečci měří 18 – 26 mm, samičky 80 – 130 mm (Obrázek 9). Tělo je pentlicovité, dozadu zúžené, hustě článkované, bez končetin (Obrázek 10). Savá ústa připomínají tasemnici (Táborský 1961; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).



Obrázek 10: Jazyčnatka tasemnicová. Na této fotografii je zřetelně vidět pohlavní dimorfismus. Samička vpravo je oproti samečkovi výrazně větší. Převzato od Řehulkové (2011a).

3.2.1.3.1 Získávání vzorků a metody fixace

Vzorky se získávají pitvou napadených zvířat a vkládají se do 70% alkoholu nebo 2% formalinu. Konzervace probíhá v 80% alkoholu v tabletovkách (Táborský 1961).

3.2.1.4 Podtřída Cirripedia

Řád Rhizocephala (kořenohlavci)

Paraziti mořských i sladkovodních krabů. Na našem území se nevyskytují, avšak jsou na tomto místě zmíněni z důvodu kompletnější systematiky a zároveň jsou i díky svému způsobu života velmi zajímavým modelovým organismem. Mají velmi zjednodušené tělo. Naupliová larva vnikne do hostitele, její schránka se rozpadne a v podobě vláken prorůstá hostitelovým nervovým systémem. V závěrečné fázi jejich vývojového cyklu je hostitel vykastrován (Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

Poznámka autorky: Pravděpodobně z důvodu splynutí těl, nelze tohoto parazita úspěšně preparovat z hostitelova těla, proto je, z hlediska tvorby trvalých preparátů pro využití ve výuce, celá tato podtřída nevhodná.

3.2.2 Třída Chelicerata (klepítkatci)

Klepítkatci tvoří bohatou skupinu vodních i suchozemských živočichů. Jejich společným znakem je to, že nemají tykadla. Hlava a hrud' splývají v jeden celek, který se nazývá hlavohrud' (cephalothorax). První pár ústního ústrojí a zároveň první pár nohou (chelicery) je modifikován do podoby klíštěk. Druhým párem jsou pak pedipalpy. Za těmito speciálními páry nohou následují zpravidla čtyři páry noh kráčivých (Táborský 1961).

Následující skupiny jsou vybrány z hlediska jejich parazitického způsobu života a nebo na základě přímého poškozování lidského zdraví.

3.2.2.1 Řád Acarina (roztoci)

Jedná se velmi rozmanitý taxon, ve kterém nalezneme druhy fytofágní, detritofágní i jedince žijící predátorským způsobem života. Roztoči jsou nezastupitelnou složkou půdního ekosystému. Fytofágní paraziti mohou být přenašeči mnoha chorob, někteří z nich způsobují na rostlinách novotvary (tzv. hálky), ve kterých sami žijí, nebo se zde vyvíjí jejich potomstvo. Roztoči, kteří sají krev, také často mimo přímé ohrožení se ztrátou krve hostitele (popř. vzniku sekundární infekce v závislosti na poškození pokožky), jsou přenašeči vážných infekčních chorob. V neposlední řadě jsou roztoči významnými škůdci potravin a původci různých alergií.

Článkování těla je u roztočů potlačeno. Rozlišujeme dvě části těla: gnathosoma – přední část, někdy označována jako ústní část, která nese ústní končetiny a slouží k příjmu potravy. Z hlediska způsobu příjmu potravy se u roztočů setkáváme s ústním ústrojím

kousacím, sacím, upraveným k řezání. Druhá, zadní část je označována jako idiosoma. Na zadní části nalezneme všechny zbylé orgánové soustavy a kráčivé končetiny. Roztoči jsou gonochoristi, z vajíčka se líhne larva, která má nejprve tři páry noh, čtyři páry mají až následná stádia. Dýchání je zajišťováno vzdušnicemi, střevem, nebo u malých druhů celým povrchem těla. Vzdušnice vyúsťují na povrch těla v podobě otvorů, které jsou nazvány stigmata. Na základě přítomnosti, či umístění těchto stigmat se tato polyfyletická skupina dělí do čtyř podřádů. Astigmata – povrchová stigmata zcela chybí. Prostigmata – stigmata se vyskytují na gnathosomatě. Mesostigmata – vyúsťují na bocích mezi 2. a 4. párem nohou. Metastigmata – stigmata jsou za posledním (tzn. 4.) párem nohou (Táborský 1961; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

3.2.2.1.1 Podřád Metastigmata (Ixodida)

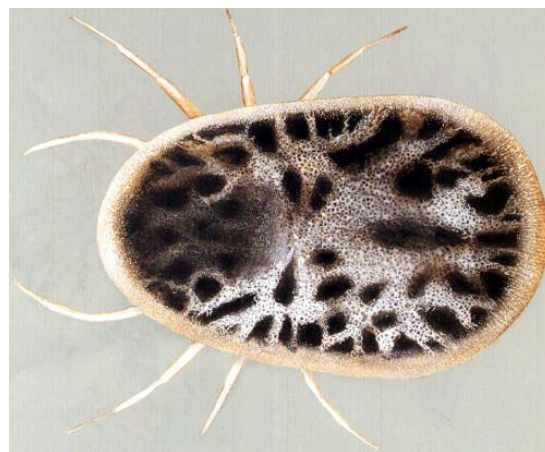
U většiny zástupců této podtřídy platí, že jak dospělci, tak většina larválních stádií sají krev. Jsou to tedy obligatorní ektoparaziti. Jsou rozděleni na dvě velké a početné skupiny.

Čeleď Argasidae (klíšťákovití)

Klíšťákovití jsou v anglické literatuře označováni jako „soft ticks“ tzv. měkká klíšťata. Mají kožovitý obal a štítek, který je typickým znakem klíšťat; u klíšťáků zcela chybí. Gnathosoma je zcela skryto pod idiosomatem, tzn. že ústní ústrojí je při pohledu shora zcela kryto pod tělem. Od klíšťat se liší také tím, že sají krev po dobu kratší a převážně v noci a přes den se skrývají. Počet nymfálních stádií (3–4) je vyšší než u klíšťat. Jejich tělo je uzpůsobeno životu v různých štěrbinách, kde vyčkávají na hostitele. V úkrytu mohou čekat a hladovět až několik let.

Argas reflexus (klíšťák holubí)

U nás se vyskytuje běžně v holubích hnízdech a holubnicích. Je tmavě červený, měří 6–9 mm, kolem idiosomata má tenký světlý lem (Obrázek 11). Saje na všech druzích holubů. Příležitostně může sát i na lidech. Do lidských obydlí se dostává z míst, kde hnízdí holuby (okenní římsy, půdy, světlíky a další). Na lidské kůži zůstávají po odsátí krve velké podlitiny.



Obrázek 11: Klíšťák holubí. Převzato od Řehulkové (2011a).

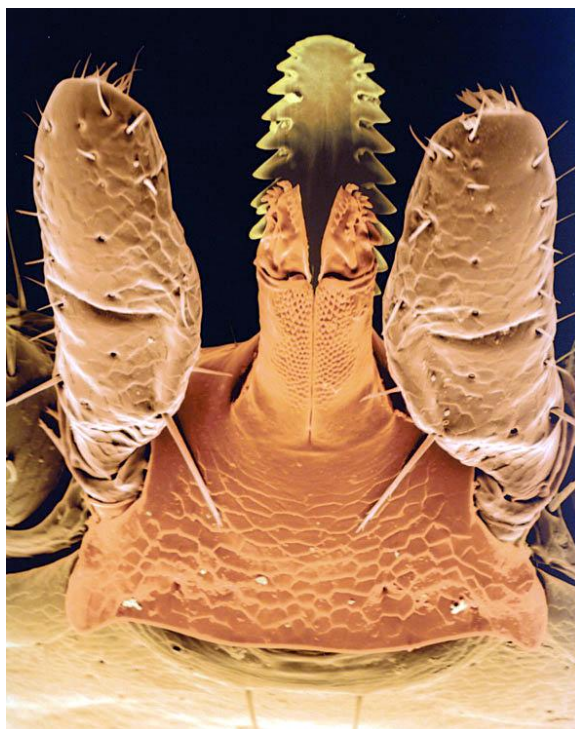
Při opakovaném sání se mohou vyskytnout i velké imunitní a alergické odpovědi organismu. Při dlouhodobém kontaktu mohou vznikat dokonce intoxikace organismu (horečky, bolesti hlavy). Obranou proti klíšťákům je lokalizace a následná likvidace hnízdění holubů v přímém styku s vnitřkem lidského obydlí.

Ornithodoros moubata

Tento klíšťák žije na africkém kontinentě, ale je zde velkou hrozbou, je totiž přenašečem závažného infekčního onemocnění tzv. africké návratné horečky (spirochéta *Borrelia duttoni*). Tento druh žije celkem běžně ve stájích, ale i v lidských sídlech. Řada zástupců rodu *Ornithodoros* je přenašečem mnoha závažných infekčních chorob a to jak v Africe, tak i v Asii a Americe.

Čeleď Ixodidae (klíšťatovití)

Klíšťata mají na svém povrchu – na dorzální straně těla, tvrdý chitinozní štítek (scutum). Tento štítek zakrývá celé idiosoma u samců a u samic kryje zhruba třetinu jejich velmi pružného těla. Samička může při sání krve zvětšit několikanásobně svůj objem a tak nasát dostatek krve pro tvorbu vajíček. Gnathosoma výrazně vyčnívá z obrysu klíštěte. Nejnápadnější je jakýsi malý „rypáček“ nazvaný hypostom. Nachází se zde řady zoubků, které pomáhají držet klíště v ráně během sání. Zoubky mají podobu zpětných háčků a nejsou nijak spirálovitě řazeny (proto je jedno, kterým směrem je klíště vytáčeno – pozn. autora). Hypostom je z obou stran chráněn pedpalpami (Obrázek 12), které mají podobu párových ostrých nožiček. Sát krev může klíště několik dní, k udržení ve tkáni hostitele některým druhům pomáhá bílkovina, kterou vylučují, zvaná „cement“. Aby bylo zabráněno srážení krve, vypouští klíště do rány ixodin, který nejenže brání srážlivosti, ale zároveň je to i látka tišící bolest. Po odpadnutí nasátého klíštěte dochází u juvenilních jedinců k přeměně na vyšší instar, v případě dospělých samic ke tvorbě a následné snůšce vajíček, která se



Obrázek 12: Ústní ústrojí klíšťatovitých. Převzato od Řehulkové (2011a).

koná pouze jednou za život. Většina klíšťat využije ve svém životním cyklu tři hostitele, některá klíšťata však po nasátí na svém hostiteli setrvají. Přestože dospělí samci některých druhů (*Ixodes*, *Dermacentor* aj.) krev nesají, můžeme se s nimi setkat na hostiteli, protože zde vyhledávají samice se kterými by se spářili. Kopulace probíhá tak, že sameček nasaje své pohlavní buňky do hypostomu a ten následně zanoří do pohlavního otvoru samice.

Klíšťata většinou aktivně vyhledávají hostitele, nebo na něj čekají na vegetaci. Napomáhá jim k tomu tzv. Hallerův orgán, který je umístěn na tarzálních člancích prvního páru kráčivých nohou. Tento orgán je citlivý na teplo, oxid uhličitý a další látky. Často jsou k vidění vyčkávající klíšťata vysoko nad zemí ve vegetaci s rozevřeným právě prvním párem noh (Obrázek 13). Po nalezení hostitele se klíště většinou hned nepřisává, ale aktivně vyhledává nejlepší místo k přisátí.



Obrázek 13: Vyčkávající klíště. Převzato od Řehulkové (2011a).

Klíšťata jsou u nás nebezpečná hlavně z důvodů přenášení dvou závažných infekčních onemocnění. Prvním je virem způsobená klíšťová meningoencefalitida. Druhou je lymeská borelióza způsobena spirochétou *Borrelia burgdorferi*. V případě boreliózy se u člověka 2–3 týdny po přisátí klíštěte začne objevovat zarudlá skvrna vprostřed světlá (tzv. erithema migrans). V jiných částech světa jsou klíšťata přenašeči dalších obdobně

závažných chorob (např. tularémie, Q – horečka, encefalitidy a další nebezpečná onemocnění).

Ixodes ricinus (klíště obecné)

Jedná se o nejběžnější druh u nás. Zatímco nenasátá samička dosahuje velikosti asi kolem 3,5 mm a je červenohnědá, nasátá může dosahovat velikosti 1 cm a barvu má šedou (Obrázky 14 a 15). Toto klíště má typický tříhostitelský cyklus. Larva sají na drobných obratlovcích, ještěrkách, hlodavcích a ptácích, podobně tak i nymfa, ale ta může parazitovat i na vyšších obratlovcích. Dospělé samičky vyhledávají větší lesní zvěř a větší domácí zvířata jako například psy a kopytníky. Člověk se může stát hostitelem kteréhokoliv

vývojového stádia. Vývoj každého stádia trvá přibližně rok, proto můžeme říci, že vývojový cyklus klíštěte trvá tři roky.



Obrázek 14: Nenasáta samička *Ixodes ricinus*. Převzato od Řehulkové (2011a).



Obrázek 15: Nasáta samička *Ixodes ricinus*. Převzato od Řehulkové (2011a).

Klíšťata se v našich podmínkách vyskytují od března do listopadu, s maximem v květnu až září. Vyskytovat se mohou ve všech druzích vegetace. Dříve platilo, že se vyskytují spíše v nížinách, ale každým rokem jejich výšková adaptace vzrůstá.

V České republice se můžeme setkat ještě se dvěma zástupci a to konkrétně s pijákem lužním (*Dermacentor reticulatus*) a klíštěm lučním (*Haemaphysalis concinna*). Oba tyto druhy můžeme zastihnout prozatím jen na jižní Moravě.

3.2.2.1.2 Získávání vzorků a metody fixace

Parazity z živých i mrtvých hostitelů sbíráme na bílé podložce, prohlížíme vždy celý povrch těla. Parazity ze zvířat získáváme pročesáním srsti nebo peří hustým kartáčkem. Parazity vyčesané na bílý povrch sbíráme štětečkem smočeným v 70% alkoholu, nebo měkkou pinzetou. Zabodnuté parazity je potřeba vyříznout i z kůže. Z důvodu vysoké infekčnosti je třeba dbát své osobní bezpečnosti, to znamená použití ochranných pomůcek jako jsou gumové rukavice, případně brýle či rouška na ústa. Po ukončení práce je třeba vydezinfikovat všechny použité nástroje.

Klíšťata můžeme sbírat i ve volné přírodě, to se provádí tzv. vlajkování. Vlajkovací metoda sběru se provádí tak, že se na dlouhou hůl upevní kus bílé látky o rozměrech cca 60×90 cm. Půlkruhovými pohyby je látka tahána a smýkána po různé vegetaci. Vždy po několika málo smycích vlajku prohlížíme, aby se nám případná uchycená klíšťata znovu neztratila. Klíšťata uchováváme v 70% alkoholu.

Ulovené roztoče ukládáme ke konzervaci do 70% alkoholu. Avšak výhodnější k usmrcování roztočů jsou fixační tekutiny Koenikeho⁹ a Oudemansova¹⁰. Mají-li roztoči zůstat déle ve fixační tekutině, je vhodné je po jednodenní fixaci, přenést do téhož média, avšak bez kyseliny octové. Doporučená je i Gielsonova¹¹ fixační směs, která nejlépe proniká do chitinózních těl. Doba fixace je 6–24 hodin a vypírání probíhá ihned 70% alkoholem. K trvalé konzervaci používáme 70% alkohol.

Trvalé preparáty tvoříme tak, že nejprve objekty prosvětlíme 75% kyselinou mléčnou. Roztoče necháme macerovat v pokojové teplotě několik hodin. Nesmíme totiž připustit, aby se v kyselině poškodily jemné struktury na povrchu těla roztočů. Barvení trvalých preparátů probíhá boraxovým karmínem (Návod 1 – Příloha str. 88) s dobarvením světlou zelení. Objekty pak převádíme do kanadského balzámu nebo do chloroform-plexiskla. Materiály projasněné 75% kyselinou mléčnou převádíme do Amannova laktofenolu (Návod 5 – Příloha str. 89), Liquido Faure (Návod 6 – Příloha str. 89) nebo glycerol-želatiny¹² (Návod 7 – Příloha str. 90). V novějších příručkách se volí PVA-laktofenol nebo PVA-laktoglukóza (Návod 8 – Příloha str. 90)(Táborský 1961).

Poznámka autorky: i přes dodržení předepsaného postupu, se nepodařilo u Amanova laktofenolu dosáhnout zatvrdnutí trvalého mikroskopického preparátu i po několika měsících. Důvodem může být i fakt, že návody jsou 50 let staré, či kvalita právě dostupných chemikálií. Toto médium se nejvíce jeví jako příliš vhodné ani z důvodu náročnosti přípravy. Kanadský balzám i glycerol-želatina jsou jednodušší na přípravu a výsledek je plně uspokojivý.

3.2.2.1.3 Podřád Mesostigmata

Stigmata vyúsťují mezi druhým a čtvrtým párem nohou. Tato početná skupina se živí množstvím rozdílných strategií. Nalezneme zde i aktivní lovce (čeleď Cheyletidae), tito predátoři se využívají k biologické ochraně zásob proti dalším bezobratlým škůdcům. V tomto podřádu nalezneme i mnoho parazitů obratlovců, bezobratlých i hmyzu.

⁹ 5 dílů glycerolu, 2 díly kyseliny octové a 3 díly destilované vody

¹⁰ 87 dílů 70% alkoholu, 5 dílů glycerolu a 8 dílů bezvodé kyseliny octové

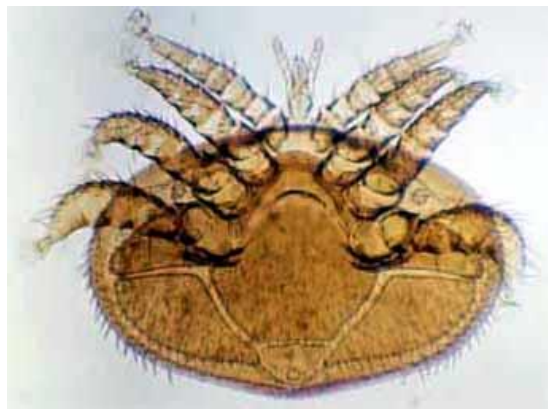
¹¹ 1 díl alkoholu, 1 dík kyseliny octové, 1 díl chloroformu

¹² Vhodná pro studijní materiály a rychlou práci. Objekty se do ní přenáší rovnou z vody, popř. z roztoku 1 díl vody:1 dílu glycerolu.

Čeled' Varroidae

Varroa destructor (kleštík včelí)

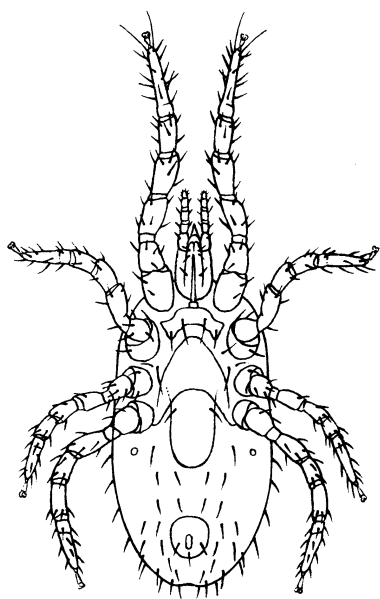
Původce nebezpečného onemocnění včel nazvaném varroáza. Tato nemoc se objevuje na většině kontinentů mimo Austrálii a Severní Ameriku. Tento parazit dorůstá velikosti 2 mm. Je světle hnědý, větší na šířku než na délku (Obrázek 16). Jedná se o parazita kukel i dospělých včel, saje jim hemolymfu. Vývojový cyklus kleštíka trvá přibližně 12 dní, což odpovídá vývoji včelí kukly. Tento parazit využívá ke svému životu pouze dva druhy včel:



Obrázek 16: Kleštík včelí. Převzato od Řehulkové (2011a).

včelu indickou (*Apis cerana*) a včelu medonosnou (*Apis mellifera*), kde právě vývoj kukel odpovídá právě dvanácti dnům. Varroáza se vyskytovala původně nejspíš pouze u včely indické v Asii a postupem času se odtud rozšiřovala do téměř celého světa. Na území tehdejšího Československa byla zpozorována až v roce 1976. Ve snaze zastavit šíření tohoto parazita bylo dříve nakázáno celé napadené včelstvo zničit plamenem. V dnešní době se proti těmto parazitům bojuje chemickou cestou.

Čeled' Dermanyssidae (čmelíkovití)



Obrázek 17: Čmelík kuří. Převzato od Řehulkové (2011a).

Čmelíkovití mají vejčité zploštělé tělo se silným chitinózním krunýřem. Jedná se o parazity ptáků i savců, kterým sají krev a lymfu. Na hostiteli sají pouze krátkou dobu, zbytek života tráví poblíž hostitele (např. v hnízdech).

Dermanyssus gallinae (čmelík kuří)

Jedná se o parazita především drůbeže. Dorůstá velikosti až 1 mm (Obrázek 17). Může působit škody v hospodářských chovech, protože chovný kur může velmi vysilovat a oslabovat, zvláště pak při přemnožení. V některých případech se může stát hostitelem i člověk, kterému tento parazit způsobuje dermatitidy. Zároveň se

tento parazit stává přenašečem nemocí kuru – například ptačí spirochetózy způsobované bakterií *Borrelia anserina* (Táborský 1961; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

3.2.2.1.4 Získávání vzorků a metody fixace

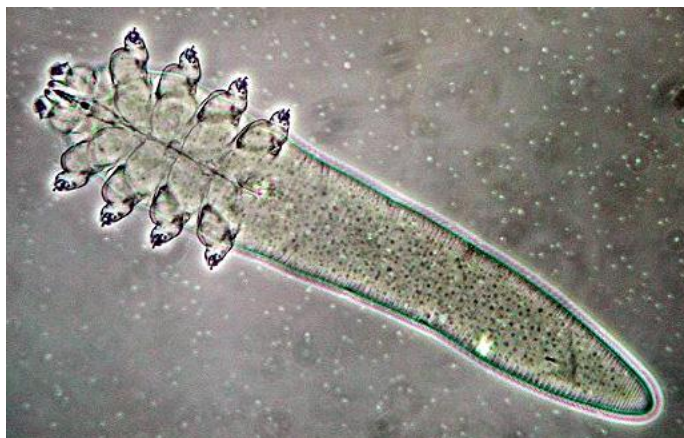
Postup získávání vzorků a fixáže je totožný s postupy u předchozího podřádu. Za zmínku však stojí prosevná metoda, která slouží se sběru půdních čmelíkovců a dalších roztočů. Při této metodě se prosívají vzorky z drnů, mechů, lesní hrabanky, humusu a především ptačích a savčích hnízd. Prosevy musí být pečlivě odděleny v sáčcích. Prosevy se zpracovávají na bílém podkladu. Roztoči se sbírají štětečkem smočeným v 50% alkoholu nebo do fixačního roztoku, popřípadě měkkou pinzetou. Někdy je vhodné prosevy vysypat do vody, protože většina částic klesá ke dnu, ale roztoči plavou po hladině, odkud se sbírají štětečkem, pinzetou nebo pipetou a převádí se do alkoholu nebo fixáže (Táborský 1961).

3.2.2.1.5 Podřád Prostigmata (sametkovci)

Opět se jedná o různorodou skupinu, ve které nalezneme roztoče volně žijící i parazitické. Dýchací soustava vyúsťuje na gnathosomatu, nebo v jejím nejbližším okolí. Významným parazitem tohoto podřádu je například *Acarapis woodi* (roztočík včelí), který parazituje v tracheách mladých včel a saje hemolymfu.

Čeleď Demodicidae (trudníkovití)

Parazitičtí členovci doutníkovitého tvaru se zakrnělými končetinami. Žijí velmi specificky ve vlasových a chlupových folikulech a v mazových žlázách svého hostitele. Jejich velikost odpovídá 0,3 mm. U člověka poměrně běžný parazit, žije především v oblasti čela, nosu a brady a způsobuje načervenalé dermatitidě podobné onemocnění zvané akné. Je prakticky nemožné se tohoto parazita úplně zbavit, lze pouze kontrolovat a zamezovat jeho přemnožení. U psů způsobuje nebezpečné onemocnění, které se nazývá červená prašivina psů. Nejnámějšími parazity této čeledi jsou *Demodex brevis* (trudník mazový) a *Demodex folliculorum* (trudník tukový) (Obrázek 18).

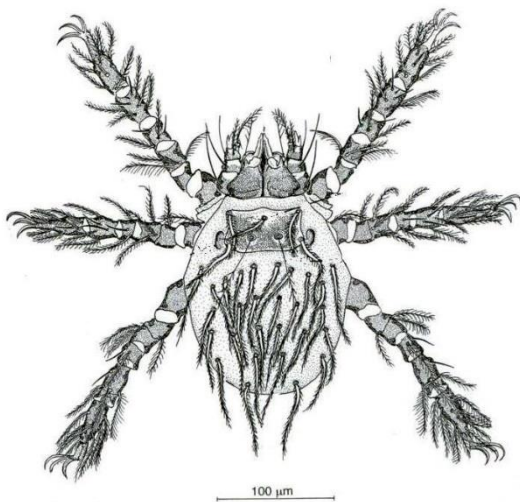


Obrázek 18: Trudník tukový – převzato od Řehulkové (2011a).

Čeľad' Trombiculidae (sametkovití)

U této čeledi jsou parazitické pouze larvy, nymfy i dospělci žijí predátorským způsobem života. Tyto malé larvy vypouští do těla hostitele lytické enzymy, kterými vytváří v tkáni hostitele kanálek (histiosiphon). Tento kanálek je naplněn lyzovanými buňkami z tkáně hostitele a tkáňovým mokem, což se stává potravou larev.

Neotrombicula autumnalis (sametka podzimní) (Obrázek 19)



Obrázek 19: Sametka podzimní – převzato od Řehulkové (2011a).

Koncem léta a začátkem podzimu jasně červené larvy napadají všechny teplokrevné obratlovce včetně člověka. U lidí saje nejčastěji v místech těsně přiléhavého prádla a v podpaží. Dermatitida, která se objevuje po sání se nazývá srpnová vyrážka (erythema autumnale). Tato vyrážka úporně svědí i po odstranění larev a to z důvodu imunitní odpovědi na lytické enzymy. Larvy po jednom či dvou dnech sání samy odpadnou, zahrabou se ideálně do hrabanky a zde dochází k dalšímu vývoji (Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

3.2.2.1.6 Podřád Astigmata (zákožkovci)

Roztoči bez stigmat, dýchací soustava vyúsťuje na povrch pouze porézními políčky, nebo dýchají celým povrchem těla. Patří sem řada parazitických roztočů, ale daleko více významní jsou roztoči způsobující škody na zásobách, dále pak také ti, kteří způsobují alergie. Většina roztočů této čeledi se živí pouze odumírajícími zbytky pokožky a odumřelým peřím. Pravými parazitickými roztoči jsou ti, kteří u většiny savců způsobují prašivinu a u člověka svrab. V neposlední řadě sem patří zdánlivě neškodní půdní roztoči – pancířníci (Oribatida), ti tvoří důležitou součást půdní fauny, ale zároveň jsou významní přenašeči celé řady tasemnic (např. Anoplocephalidae) (viz Chlumová 2015)

Čeľad' Sarcoptidae (zákožkovití)

Jedná se o drobné kulaté roztoče mikroskopické velikosti. Celý vývojový cyklus u nich může ve vhodných podmínkách probíhat pouze za dva týdny, množí a šíří se tedy velmi rychle. Celý svůj život žijí ve svém hostiteli, mimo něj přežijí jen těžko a velmi krátce. I přes

velké obtíže, které hostiteli přináší, nepřenáší zákožky žádné infekční choroby. Postižení zákožkovitými se prokazuje mikroskopickým vyšetřením postižené tkáně. Histologický odběr probíhá tak, že se nejprve naleptá kůže 10% roztokem hydroxidu draselného nebo sodného, následně se kůže seškrábne a poté putuje pod mikroskop, kde lze nalézt jednotlivá stádia, nebo alespoň charakteristický trus.

Sarcoptes scabiei (zákožka svrabová)

Po celém světě je rozšířený roztoč způsobující svrab. Je to roztoč velikosti 0,3 mm a s krátkýma nohama. První pár noh je vybaven blanitými pohárky na dlouhých stopkách uzpůsobený k přichycování. Samičky si vrtají v lidské pokožce souběžně s povrchem dlouhé chodby, do kterých kladou vajíčka. Z vajíček se zde líhnou šestinohé larvy. Nákaza je hojnější mezi prsty, a kolem velkých kloubů (lokty, kolena). Příbuzné druhy způsobují onemocnění u lišek, psů, koní, kamzíků, aj. Zákožky najdeme v kůži živočichů, na zanícených místech. Svrab se velmi snadno přenáší při bližším kontaktu lidí, může se přenášet při pohlavním styku, těsném kontaktu, ale i přes ložní prádlo. Svrab je častým problémem u nízkorozpočtových ubytoven, kolejí, popřípadě v minulosti i lékařských zařízení (Táborský 1961; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

3.2.2.1.7 Získávání vzorků a metody fixace

U těchto parazitů je ke sběru vzorků již potřeba pomůcky na histologii a to se již vymyká běžně dostupným metodám sběru.

3.3 Parazitický hmyz

Hmyz je nepočtenější třídou živočichů, patří k němu 35 řádů, z nichž 27 nalezneme i na území ČR. I zde nacházíme mnoho druhů parazitických živočichů, včetně parazitoidů a sociálních parazitů. Několik řádů hmyzu (vši, všenky a blechy) jsou skupinami výhradně parazitickými, s výraznou modifikací těla. U ostatních řádů není tělo výrazně modifikováno k parazitickému způsobu života, nebo pouze zanedbatelně. Ektoparazity se stálým kontaktem s hostitelem nazýváme permanentní a jedná se o vši, všenky a kloše. U většiny ostatních skupin se část vývoje uskutečňuje mimo hostitelovo tělo a tyto parazity označujeme jako dočasné.

Těla parazitů se tedy mírně odchylují od univerzálního schématu stavby hmyzího těla. Tělo je rozděleno na tři části: hlavu (caput), hrud' (thorax) a zadeček (abdomen).

Hlava hmyzu nese jeden pár složených očí (oculi), které se nachází po stranách. Jedná se prakticky o velký počet těsně k sobě přilehlých oček, které se nazývají facety. Popřípadě se na temeni hlavy mohou nacházet jednoduchá očka (ocelli). Nachází se zde také tykadla, složená z různého počtu článků, která slouží jako hlavní čichový orgán. Ústní ústrojí tvoří horní pysk (labrum) a spodní pysk (labium), pár čelistí (maxily), které obstarávají jemné rozmělnění potravy, kdežto pár kusadel (mandibuly) obstarávají hrubé drcení. Kousací ústní ústrojí je základním morfologickým typem, ale různé skupiny hmyzu je mají modifikováno např. na ústní ústrojí savé, bodavě savé (blechy, komáři, ovádi), lízavě savé (dvoukřídli), nebo lízací (motýli).

Hrud' je tvořena třemi články označovanými jako prothorax, mesothorax a metathorax. Tyto články nesou končetiny, které jsou zpravidla tvořeny pěti základními oddíly: kyčle (coxa), příkyčlí (trochanter), stehno (femur), holeň (tibia) a článkované chodidlo (tarsus). Samotné chodidlo je ještě samo článkované a skládá se z jednoho až pěti článků a může být zakončeno drápkou. Nohy jsou modifikovány vždy pro svůj účel, rozeznáváme tak nohy kráčivé (střevlík), skákavé (blecha), hrabavé (krtonožka), plovací (potápník) a další. Na mesothoraxu a metathoraxu je zpravidla po jednom páru křídel, která mohou být redukována zvláště pak u parazitických druhů. Křídla, pokud jsou přítomna, jsou propleteny hustou sítí příčných a podélných žilek. U některých skupin jsou křídla lysá, u jiných mohou být pokryta chloupky. U chrostíků a motýlů je celá plocha křídla kryta šupinkami různých tvarů. První pár křídel je u některých řádů modifikován v tuhé krovky (elytry) u brouků. Krovky v sobě nemají žádnou žilnatinu a jsou primárně hladké. U sarančat se tuhé modifikovaný první pár

křídel nazývá krytky (tegminy), ty mají žilnatinu zachovanou. Polokrovky (hemelytry) mají například ploštice; přední část křídla je tuhá, zadní blanitá. Druhý pár křídel může být modifikován v paličkovitá kyvadélka (dvoukřídli) (Táborský 1961; Gullan a Cranston 2004; Volf et al. 2007; Zahradník a Severa 2015).

Zbarvení hmyzu je původu chemického či fyzikálního. Chemická barviva jsou obsažena v kožních buňkách a hovoříme o nich jako o pigmentech. Tato barviva jsou žlutá, hnědá, červená až černá. Kovové barvy jsou způsobeny fyzikálními vlastnostmi a to především lomem světla, který probíhá v tenkých navrstvených ploškách chitinu na povrchu těla.

Zadeček je článkovaný a složený vždy maximálně z jedenácti článků, nenese žádné končetiny. Uvnitř zadečku je umístěn žaludek a střevo, těsně pod povrchem hřbetu leží trubicovité srdce, které je z obou stran otevřené. Na osmém a devátém článku jsou umístěny genitální otvory, ty samečkům slouží k přenosu spermií a k fixaci partnerky, u samic nejen k samotné kopulaci, ale i ke kladení vajíček. Vajíčka jsou oplozována uvnitř těla samic. U mnoha hmyzích skupin mají samičky kladélko, kterým kladou vajíčka na místa tomu určená. Odlišná morfologie těchto genitálních článků je důležitým determinačním znakem.

Zástupci z třídy hmyzu jsou zpravidla gonochoristé. Samečci se od samic často liší. V rámci životního cyklu rozlišujeme dva základní typy. Vývojově původnější a primitivnější je proměna nedokonalá (hemimetabolie), kde se z vajíčka líhnou larvy (nymfy či najády), které jsou v mnohém podobné dospělci (imago). Larvální stádium před posledním svlékáním je již velmi podobné dospělci a svlékáním se mění přímo v imago. Vývojově pokročilejší je proměna dokonalá (holometabolie), kdy se z vajíček také líhnou larvy, které mají několik stádií (instarů) a mezi posledním larválním stádiem a dospělcem je stádium kukly (pupa). Kukla je stádium nehybné, které nepřijímá potravu. Při proměně dokonalé nejsou larvy v žádném instaru podobny dospělci. Také délka vývoje u hmyzu je rozdílná. Na opačných stranách pomyslné osy stojí moucha domácí, jejíž vývojový cyklus může za vhodných podmínek trvat pouze pět dní, na druhé straně vývojový cyklus americké cikády může trvat až 17 let (Táborský 1961; Gullan a Cranston 2004; Volf et al. 2007; Zahradník a Severa 2015).

3.3.1 Řád Anoplura (vši)

Vši jsou hmyzí řád, který obsahuje asi 400 druhů, ze kterých se u nás můžeme setkat asi s 25 rody. Jsou podobné všenkám, mají bodavě savé ústní ústrojí s vysunovatelným

styletem a všechna vývojová stádia se živí krví svých hostitelů. Vši jsou výhradními parazity savců a nesetkáme se s nimi u jiných obratlovců. Ze svého hostitele sají opakovaně a mimo jeho tělo přežijí jen hodiny, maximálně dny. Jedná se o sekundárně bezkřídlý hmyz s proměnou nedokonalou.

Vši jsou 1 až 5 mm dlouhé, jsou šedavé nebo žlutavě zabarvené (Obrázek 20), bezkřídle a bodavé ústní ústrojí je zatažitelné do dutiny hlavy. Pokožka není sklerotizovaná, je porostlá četnými chlupy. Hlava je vždy užší než zbytek těla, je protáhla a zřetelně oddělená od hrudi. Na hlavě jsou krátká tykadla a zakrnělé oči, které



Obrázek 20: Samička a sameček vši dětské. Převzato od Řehulkové (2011a).

často chybějí úplně. Hrudní články jsou jen nezřetelně odděleny a nohy jsou silné. Chodidla jsou jednočlenná s jedním silným drápkem, proti kterému vyrůstá silný palcovitý výrůstek a společně tvoří kleštičky, ve kterých jsou schopni pevně uchopit chlup nebo vlas. Průsvit těchto „kleštiček“ vždy odpovídá chlupu nebo vlasu jednoho specifického hostitele (Obrázek 21). Tato specifikace vysvětluje lokalizaci na těle a zároveň i výše zmíněnou specifitu hostitelskou.



Obrázek 21: Končetina s drápkem a palcovitým výběžkem. Převzato od Řehulkové (2011a).

Vajíčka nazýváme hnidy (Obrázek 22) a ty jsou přilepeny na bázi chlupu nebo vlasu.



Obrázek 22: Hnida – vajíčko vši.
Převzato od Řehulkové (2011a).

V závislosti na podmínkách klade samička 5 až 20 vajíček denně.

Při silném napadení se zvíře často drbe a může si způsobit různé dermatitidy až vypadávání chlupů. U velkého přemnožení parazitů se u hostitele může projevit i alergie. Běžné jsou i alergické reakce na přítomnost parazita, konkrétně na jeho trus, který infikuje drobné ranky způsobené sáním, popřípadě rozškrábanou pokožku. Ranky v kůži se nezřídka stávají branou sekundární infekce. U sociálně žijících savců jako jsou primáti (i člověk) se vyvinula strategie proti těmto parazitům a to vzájemná péče o srst / vlasy (*grooming*) (Vančata 2002).

Traduje se, že i honosné paruky na hlavách šlechty v období baroka představovaly jakousi obranu proti vším a hlavy pod parukami byly často vyholeny.

Vši byly s člověkem doslova v těsném spojení vždy. Silně se rozmnožovaly v období válek, ve vojenských lágrech a u lidí zanedbávající hygienické návyky. Vši vždy byly a jsou přenašeči vážných infekčních chorob (Táborský 1961; Volf et al. 2007; Řehulková 2011; Jacobs et al. 2015; Zahradník a Severa 2015).

Pediculus capitis (veš dětská, hlavová)

Nejběžnější zástupce, který bývá nejčastěji ve vlasech lidí s lokalizací obzvláště nad a za ušními boltci. Stává se problémem především v dětských kolektivech (školy, školky, tábory a další) a to i ve vyspělém světě. Epidemie vší se opakují ve vlnách. Veš dětská naštěstí není přenašečem žádné infekční choroby a její lokalizaci ve vlasové části se jí lze poměrně snadno zbavit. Problémem je to, že populace vší se stávají rezistentní na insekticidy a tak mohou některé volně dostupné přípravky mít mizivý až nulový účinek. Nejlepší obranou je tedy oholení životního prostředí vší, popřípadě mechanické vyčesávání hustým hřebenem, tzv. všiváčkem (Táborský 1961; Volf et al. 2007; Řehulková 2011; Durand et al. 2012).

Pediculus humanus (veš šatní)

Zdržuje se v záhybech oděvů a tam také samička klade hnidy. Vyvinula se přibližně před 50 000 lety a to ze vši dětské v koevoluci s užíváním oděvů. V dnešní době se vyskytuje spíše sporadicky, například ve věznicích či uprchlických táborech. Tato veš je přenašečem skvrnitého tyfu, který je způsobován bakterií *Rickettsia prowazekii*¹³. Je také přenašečem Volyňské či zákopové horečky (*R. quintana*) a návratné horečky (*Borrelia recurrentis*). Všechny tyto nemoci se šíří z trusu vši, nebo jejím rozmáčknutím. Tyto nemoci se v dnešní době vyskytují pouze v rozvojových zemích, především pak ve východní Africe. Avšak v dobách válek byly tyto nemoci nebezpečnější než samotná válečná zranění, udává se, že v Evropě během první světové války zemřelo více lidí na skvrnitý tyfus, než na zranění z boje (Táborský 1961; Marquardt a Kondratieff 2005; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

Phthirus pubis (veš muňka) (Obrázek 23)

Malá, ale robustní veš (Obrázek 24), která se vyskytuje v oblasti stydkých míst, v podpaží, v obočí a vousech, ale nikdy ne ve vlasech. Po jejím kousnutí zůstávají na kůži šedomodré skvrny velikosti čocky (*maculae caeruleae*), rány se mohou zanítit a hnisat. Přenáší se pohlavním stykem, popřípadě sdílením ložního prádla, ale muňka nevydrží dlouho bez svého hostitele a záhy umírá. Je velmi citlivá na běžné šampony s insekticidním účinkem. V posledních letech se výskyt těchto vši velmi snížil a to zvláště v Euroamerické oblasti, tento jev je připisován trendu vyholování podpaží a intimních partií (Táborský 1961; Armstrong a Wilson 2006; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).



Obrázek 23: Veš muňka – převzato od Řehulkové (2011a).

Haematopinus suis (veš prasečí)

Největší veš, dorůstá délky až 0,5 cm a žije na prasatech. Tato veš přenáší červenku prasat, prasečí mor a slezinnou sněť.

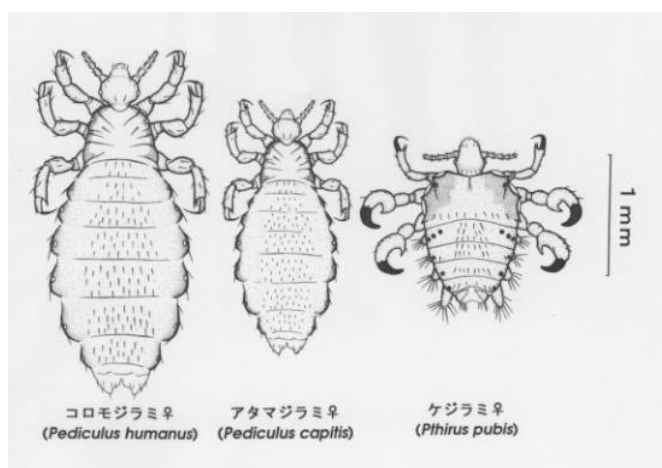
¹³ Pojmenovaná po českém badateli Stanislavu Powazkovi (Stanislaus Josef Mathias von Prowazek), který tuto nemoc studoval a také na ní během první světové války zemřel (Jaenicke 2001).

Linognathus vituli

Kosmopolitně rozšířená veš parazitující na hovězím dobytku. U mladých kusů může vyvolat anémii.

Polyplax spinulosa (veš krysí)

Kosmopolitně rozšířený parazit potkanů a krys. Uplatňuje se při přenosu moru (*Yersinia pestis*), tularémie (*Francisella tularensis*) a krysího skvrnitého tyfu (*R. mooseri*) (Volf et al. 2007; Řehulková 2011).



Obrázek 24: Porovnání velikostí a stavby těla vší šatní, hlavové a mušky. Převzato od Řehulkové (2011a).

3.3.1.1 Metody sběru a fixace

Vši sbíráme u divokých zvířat i u domácích mazlíčků. Většina druhů je lokalizována na uších, či u kořene ocasu. Často se vyskytují i v dětských kolektivech. Sbíráme silnější pinzetou, jejich povrch je silně chitinózní. Drobné druhy vši z malých živočichů (hlodavců) sbíráme vlhkým štětečkem smočeným v lihu, nebo nůžkami odstříhujeme chlupy na kterých se vši přidrží. Můžeme též mrtvá zvířata nechat ležet 1–2 dny na plátěné podložce. Vši opouští tělo a dají se snadněji nalézt na podložce, nebo alespoň na konci chlupů. Po činnosti vši na pokožce zůstávají tmavé skvrny.

Vši sbíráme do tabletovek do 70% alkoholu a fixujeme

Trvalé mikroskopické preparáty projasňujeme louhovou macerací, v alkalizovaném peroxidu vodíku.

K maceraci se používá 5–10% draselný louh. Za studena probíhá macerace několik dní, varem v kádince rychle (cca 5–10 minut). Nedoporučuje se tento postup ve zkumavce,

neboť ze zkumavky může louh při varu uniknout ven. Chitinozní objekty se zde odbarvují. Nebo lze k maceraci použít alkalizovaný peroxid vodíku. Na rozdíl od výše zmíněného postupu zde nedochází k deformaci jemných chitinových útvarů, protože macerační doba je poměrně krátká, teplota normální, koncentrace louhu poměrně nízká a odbarvování chitinu je daleko markantnější. Odbarvování lze dovést až k takovému extrému, že se původní pigmentace úplně ztratí. Po vyprání si daný objekt můžeme zabarvit sami do žádané intenzity (pomocí plazmatických barviv – zeleň světlá, oranž G a eosin, popřípadě kongo červeně).

Postup: Objekt určený k maceraci vložíme do 5% peroxidu vodíku a přidáváme hydroxid sodný či draselný až do 1% macerační tekutiny. Zásaditost roztoku můžeme ještě zvýšit postupným přidáváním hydroxidu. Vlivem hydroxidu dochází k rychlému štěpení peroxidu a odbarvování probíhá rychleji. Suché preparáty je potřeba před macerací zvlhčit vodou, aby z nich byl vypuzen vzduch. Pokud se během macerace bublinky vzduchu někde zaseknou, lze je snadno odstranit krátkým povařením v lihu či xylenu.

Po vyprání je zabarvujeme slabě eosinem či kongo červení a po odvodnění alkoholovou řadou je převádíme buď do kanadského balzámu nebo do chloroform-plexiskla.

Jemné druhy, nebo druhy u kterých se chceme soustředit na vnitřní anatomii, projasňujeme diaphanolem. Ty potom barvíme buď boraxovým karmínem nebo světlou zelení. Takto projasněné druhy fixujeme pouze do kanadského balzámu.

Projasňování můžeme provádět i kyselinou mléčnou a pak fixovat do PVA-laktofenolu či PVA-laktoglukosy (Táborský 1961).

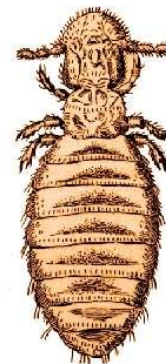
Skupina „Mallophaga“ (všenky)

Všenky byly známy pod názvem „čmeli“. Jedná se o soubornou skupinu, která zahrnuje dva řády Ischnocera a Amblycera. V současné době je známo více než 4 000 druhů všenek po celém světě. Žijí v peří ptáků a srsti savců, živí se především odumřelými kožními buňkami, některé druhy mohou sát krev nebo tkáňový mok. Svým hostitelům způsobují různé dermatitidy a problémem se stává i jejich lepkavý trus, který napomáhá zadržovat nečistoty v srsti nebo peří. Všenky jsou drobné, 1–5 mm dlouhé, šedavé, nahnědlé nebo nažloutlé. Jsou široce oválné, dorsoventrálně zploštělé se sklerotizovaným povrchem, porostlé černými osténky a brvami. Všenky jsou hmyz s proměnou nedokonalou, hnidy lepí na peří nebo srst zpravidla ve shlucích. Vyznačují se hostitelskou specifitou, dosud není znám žádný druh, který by se specializoval na člověka. Od vší se liší především tvarem a

velikostí hlavy, která je stejně velká, popřípadě větší než hrud'. Ústní ústrojí je na rozdíl od vši kousací. Obě pohlaví jsou sekundárně bezkřídla. Přenos všenek mezi hostiteli probíhá přímým kontaktem, některé druhy všenek využívají k infekci dalšího hostitele některé druhy hmyzu jako například kloše nebo mouchy (Táborský 1961; Volf et al. 2007; Řehulková 2011; Zahradník a Severa 2015).

3.3.2 Řád Ischnocera

Mají kusadla uspořádána vertikálně, tykadla jsou na hlavě dobře viditelná. Živí se především keratinem a u nás se vyskytují u ptáků i savců. Druhy rodu *Bovicola* (Obrázek 25) způsobují dermatitidy u chovného dobytka. Všeny, které parazitují na psech a kočkách (*Trichodectes canis*, *Felicola subrostratus*) se mohou stávat přenašeči tasemnice psí (*Dipylidium caninum*).



Obrázek 25: Všenka rodu *Bovicola* – převzato od Řehulkové (2011a)

3.3.3 Řád Amblycera (luptouši)

Kusadla mají uspořádána horizontálně. Tykadla nejsou na hlavě viditelná, jsou krátká a uložena v hlavových rýhách. Avšak maxilární papily jsou dobře vyvinuté a na rozdíl od předchozí skupiny jsou dobře viditelné na obrysu hlavy. Zástupci tohoto řádu se živí krví ptáků i savců a stávají se výraznými škůdci svých hostitelů. U nás škodí na chovech drůbeže rod *Menopon* (Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

3.3.3.1 Metody sběru a fixace

Lov všenek se provádí na peří ptáků a srsti savců. U ptáků můžeme sledovat, že jiné druhy všenek žijí v týle, jiné kolem zobáku a jiné na těle a křídlech. Dokonce jeden specialista *Actornithophilus patellatus* žije uvnitř v brku kolihy velké. Sběr všenek provádíme polotvrdou pinzetou. Polotvrdou pinzetu volíme z důvodu jejich chitinózního těla a silného přichycení v srsti nebo na peří. Sběr lze provádět na živém i mrtvém zvířeti, na mrtvém kusu je sběr pohodlnější, protože všeny samy vylézají na povrch těla. Mrtvý kus zvířete můžeme uložit do bílého plátěného pytlíku a po čase pytlík otočit naruby a posbírat všeny umístěné na tkanině.

Posbírané všeny vkládáme buď do 70% lihu nebo do konzervační tekutiny. Pro totální mikroskopické preparáty se dobře osvědčila diaphanolová metoda (Návod 9 – Příloha str. 91) s dobarvením preparátu borax-karmínem a světlou zelení. Poté jsou všeny uzavřeny

do kanadského balzámu. Dalšími způsoby, jak uzavřít všenky jsou Amannův laktofenol, glycerol-želatina, případně do PVA-laktofenolu (Táborský 1961).

3.3.4 Řád Heteroptera (ploštice)

Jedná se o řád, který celosvětově čítá až 40 000¹⁴ druhů, u nás se číslo pohybuje kolem 900. Jedinci z řádu ploštic prochází během svého vývoje pěti nymfálními stádii. Mají bodavě sací ústní ústrojí s nápadným sosákem (rostrum). K plošticím patří druhy vodní i suchozemské. Ty suchozemské osidlují různorodé biotopy – louky, okraje lesů, křovinaté stráně, pole i zahrady. Většina druhů neparazituje na jiných živočiších, ale velká část ploštic je výrazným škůdcem rostlin. Současně se sosákem vniká do rány sekret, které má u živočišné tkáně umrtvující účinky, avšak působí rozklad rostlinných pletiv. Ploštice jsou také přenašeči různých bakteriálních nebo virových onemocnění rostlin. Paraziticky žijící jedince nalezneme pouze ve třech čeledích, z hlediska veterinární a humánní medicíny jsou významné pouze dvě a to čeleď Reduviidae (zákeřnicovití) a Cimicidae (štěnicovití). Dospělci jsou zpravidla okřídlení, pouze u čistě parazitické čeledi štěnicovitých jsou dospělci sekundárně bezkřídlí (Volf et al. 2007; Řehulková 2011; Zahradník a Severa 2015).

Čeleď Cimicidae (štěnicovití)

Do dnešní doby bylo popsáno asi 70 druhů štěnic. Štěnice jsou malé, dorzoventrálně zploštělé, sekundárně bezkřídle parazitický hmyz. Ukývají se ve štěrbinách v hnízdech a poblíž hostitele, ze kterého opakovaně sají krev. Krev sají především v noci, z důvodu své fotofóbnosti žijí přes den skrytě ve štěrbinách. Všechna vývojová stadia se živí krví a mezi dvěma svlékáními musí být vždy alespoň jedno přísátí. Dospělci dokážou hladovět velmi dlouho, i déle než jeden rok.

V dřívějších dobách bylo potřeba v případě přemnožení štěnic celou místnost vyplynovat, v dnešní době je již možnost použití kontaktních insekticidů. Na člověku sají tři druhy štěnic: *Cimex lectularis* (štěnice domácí nebo postelová – Obrázek 26), *Cimex hemipterus* (štěnice tropická) a *Leptocimex boueti*. Příležitostným parazitem člověka se ve výjimečných případech může stát i *Oeciacus hirundinis* (štěnice ptačí), která parazituje primárně na rorýsech a vlaštovkách, avšak po odletu svých primárních hostitelů může opustit hnízdo a přiživit se na člověku.

¹⁴ Zajímavostí je, že Táborský ve své publikaci z roku 1961 uvádí počet druhů ploštic teprve 26 000 druhů celosvětově, ale na našem území bylo popsáno již 850.

Přemnožení štěnic v uzavřeném prostoru může být odhalena charakteristickým „štěničím“ zápachem, který je způsoben sekretem ze speciálních žláz. Při výskytu se doporučuje odstranění těchto nepříjemných návštěvníků pomocí intenzivní mátové či levandulové vůně, popřípadě velké teplo, které také štěnice nemají v oblibě.

Vnímavost jednotlivých osob na štěničích bodnutí je rozdílná. Na postižených místech se mohou objevovat svědivé pupínky, u citlivějších osob se může objevit kopřivka po celém těle. Zajímavé je, že bylo objeveno několik virových či bakteriálních původců nemocí v tělech štěnic, avšak prozatím nebyl téměř v žádném případě zaznamenán případ

přenosu této nemoci na hostitele (výjimkou je prvok *Trypanosoma cruzi* způsobující Chagasovu nemoc, který byl přenesen štěnicí na netopýra) (Reinhardt a Siva-Jothy 2007; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

Metody sběru a fixace jsou téměř shodné s výše zmíněnými všenkami. Táborský (1961) pouze navíc doporučuje použít jako barvivo lyonskou modř, jinak je postup totožný.

3.3.5 Řád Siphonaptera (blechy)

Blechy jsou odvozený, sekundárně bezkřídlý řád hmyzu s proměnou dokonalou. Velikost většiny druhů se pohybuje mezi 2–4 mm, zřídka dorůstají i 6 mm. Na světě je jich známo kolem 2 000 druhů, na našem území se můžeme potkat s více než stem druhů.

Samička může naklást až několik set vajíček, zpravidla na zem a konkrétně do míst, kde se může pohybovat budoucí hostitel, nebo na dna hnízd, kde hostitel přespává. Larvy



Obrázek 26: Štěnice domácí – vlevo dole samice, vpravo dole samec. Převzato od Řehulkové (2011a).

jsou dlouhé, chlupaté, beznohé (apodní) a eucefalní (mají dobře vyvinutou hlavu – Obrázek 27). Žijí volně na zemi, kde se živí organickými zbytky jako jsou chlupy, peří, trus, popřípadě výkaly dospělých blech. Larvy prochází třemi instary a pak se na místě zakuklí v kuklu, uloženou v zámotku, který je sprádan ze sekretu ústních žláz. Tento sekret je lepkavý a tak na sebe kukla nalepuje různý organický i jiný materiál, ten plní funkci maskovací a zároveň slouží jako ochrana před vyschnutím kukly.



Obrázek 27: Blecha obecná. Převzato od Řehulkové (2011a).

Dospělci blech jsou paraziti teplokrevných zvířat a jsou plně přizpůsobeni tomuto způsobu života. Jejich tělo je pevné (silně sklerotizované), ploché a většinou hnědě zbarvené. Zbarvení se odvíjí od stáří jedince, od podmínek ve kterých žije a také od toho, kdy naposledy sál krev. Silné drápky umožňují dobré přichycení v srsti a peří a také rychlý pohyb, dobře vyvinuté svalstvo zadních noh jim umožňuje vykonávat dlouhé a vysoké skoky. Tyto skoky jim kromě třetího páru dlouhých skákavých noh umožňuje i látka bílkovinné povahy¹⁵ zvaná resilin¹⁶, která je schopna po stlačení uvolnit v krátkém čase velké množství energie. Tato látka je však schopna naráz způsobit pouze jeden skok a poté se musí znovu vytvořit, aby mohla blecha skočit znovu.

Lepší fixaci na místě sání umožňují blechám různé trny a brvy na těle. Ty jsou často uspořádány v řadách a nazývají se hřebínky (ktenidia), které jsou důležitým morfologickým znakem a podle uspořádání různých hřebínků lze zařadit jednotlivé blechy do rodů.

Kýlovitá hlava blech je malá a vyskytují se na ni velmi krátká tykadla, ústní ústrojí je bodavě sací. Mandibuly blech jsou protáhlé a na vnitřní straně mají žlábek, kterým do

¹⁵ Jedná se v podstatě o řetězec náhodně poskládaných jednotek di- a tri-tyrosinu. Tato bílkovina pomáhá mnoha druhům hmyzu energeticky náročný pohyb, jako například létání a skákání (Deming 2012).

¹⁶ Nejelastičtější materiál, který současná věda zná. O jeho syntetickou výrobu se vědci pokoušeli přes 40 let, uspěli až v roce 2005 s pomocí bakterie *E. coli* a genu separovanému z octomilky (Elvin et al. 2005). V současné době se zkoumá využití resilinu v medicíně a dalších technologiích. Do budoucna by mohla nahradit lidské chrupavky, cévy a mohla by se stát důležitým materiálem při léčbě kardiovaskulárních chorob (Li et al. 2016).

rány vtéká slina. Maxily mají jednu čepel po každé straně (Táborský 1961; Volf et al. 2007; Řehulková 2011; Zahradník a Severa 2015).

Blechy nejsou tak úzce specializované na své hostitele jako jiné predešlé skupiny jako například vši a všenky, mohou tedy přecházet volně z hostitele na jiný druh teplokrevného savce či ptáka (jsou polyfágní). Společenství blech žijící na jednom hostiteli se nazývá aphanipteria. Blechy jsou schopné vydržet poměrně dlouhou dobu bez hostitele (např. v ptačích budkách po odletu ptáků čekají blechy na nového obyvatele, či na přilet toho původního).

Sání blech je poměrně bolestivou záležitostí, která může vyvolat i alergickou reakci a nepříjemné svědění. Kromě samotného sání jsou blechy problémem především z hlediska přenosu vážných chorob. Příkladem může být snad nejděsivější infekční choroba v lidské historii a to mor, způsobovaný bakterií *Yersinia pestis*. Dále jsou blechy přenašeči myší skvrnivky (*Rickettsia typhi*), bartonelózy koček (*Bartonella clarridgeiae*). V neposlední řadě jsou přenašeči některých helmintů (*Dipylidium caninum*, *Hymenolepis* spp. a *Dipetalonema reconditum*)(viz Chlumová 2015). Z prvoků přenáší několik druhů trypanozom, z virů přenáší nemoc způsobující myxomatózu králíků¹⁷. Původ blech sahá až do oligocénu, do doby kdy se savci začali specializovat na suchozemský život. Nejstarší nálezy byly nalezeny v baltickém jantaru a tehdejší blechy měly už všechny znaky shodné s těmi současnými (Táborský 1961; Volf et al. 2007; Řehulková 2011a; Zahradník a Severa 2015).

Pulex irritans (blecha obecná)

U nás dříve běžná, dnes už vzácnější blecha dorůstající velikosti 2–3,5 mm. Žije na celé řadě hostitelů, jedná se o typicky lidskou blechu, ale napadá i všemožná domácí i volně žijící zvířata – psy, kočky, vlky, lišky, jezevce a další. Samice klade až 450 vajíček do škvír v podlaze, pod nábytek, pod postel, do psích i kočičích pelechů. Jedná se o kosmopolitní organismus. Od ostatních blech se odlišuje tím, že nemá na hlavě přítomna ktenidia. Štípance od blech jsou na lidské kůži uspořádány zpravidla do řad, u citlivějších osob mohou vytvářet velké pupence se středovou hemorhagií.

¹⁷ *Spilopsyllus cuniculi* (blecha králičí) byla společně s komáry použita na přenos myxomatózy mezi přemnožené králíky v Austrálii (Oliver a Wheeler 1985; Chekchak et al. 2000).

Hystrichopsylla talpae (blecha obrovská, krtčí)

Největší evropská blecha, samice dorůstá až výše zmíněných 6 mm. Hostiteli jsou krtci, rejsci, bělozubky, myši, myšice, hraboši a další.

V domácnostech není nezvyklý případ pokousání blechou psí (*Ctenocephalides canis*) či kočičí (*Ctenocephalides felis*). Na člověku může příležitostně sát i *Ceratophylus gallinae* (blecha slepičí), která je běžným parazitem drůbeže a objevuje se často i v ptačích budkách (Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

Jak již bylo výše zmíněno, dějiny lidstva velmi ovlivnila *Xenopsylla cheopis* (blecha morová). Mor (černá smrt) – nemoc způsobovaná bakterií *Yersinia pestis*, je schopno přenášet několik desítek druhů blech. Pro úspěšný přenos je ale třeba, aby blecha sála jak na hlodavcích (především krysách a potkanech), tak i na lidech, což ve středověku splňovala právě blecha morová a obecná. Blecha, ve které se namnoží bakterie se snaží sát na hostiteli, její přední část trávicí trubice je zčásti ucpaná právě namnoženými bakteriemi (které jsou aktivní až po zvýšení teploty blechy, tudíž až poté, co se přiblíží k tělu hostitele) a tím má sání velmi ztíženo, proto se hladová blecha snaží sát častěji a opakovaně a tím se i zvětšuje šance nákazy hostitele. K nákaze hostitele nahrává i to, že slinné žlázy parazita obsahují látky, které lokálně ochromí imunitu hostitele a tak vytváří jedinečné prostředí pro úspěšnou infekci. Infekce se dostává do mízních uzlin, které teplají, zvětšují se a prokrvují se. Zanícené uzliny získávají tmavou až černou barvu – od toho také název nemoci (černý mor; černá smrt). Během několika málo hodin se bakterie dostane do jater, sleziny a plic, kde způsobí pneumonii. Následují trombózy, gangrény a purpurické léze různě po těle. Neléčený mor má až 90% úmrtnost. Při moru je možný i přenos z člověka na člověka a to kapénkovou infekcí při kašli. Tato nákaza vede k plicní formě moru, která je velmi progresivní a má až 100% úmrtnost.

Odhaduje se, že mor společně s malárií je zodpovědný za většinu úmrtí v historii lidstva. Nejnebezpečnější byly středověké epidemie a pandemie postihující Evropu a Asii, které často rozvrátily sociokulturní řád společnosti v jinak dost vyspělých městech a zemích. Poslední velká epidemie moru propukla začátkem 18. století v Itálii. Poslední pandemie začátkem 20. století v Číně a Indii. Mor je primárně onemocnění hlodavců a i v dnešní době se mor vyskytuje a to především ve střední a jihovýchodní Asii a v západní polovině USA, ale všechny nákazy jsou podrobně mapovány a sledovány (Beran 1994; Volf et al. 2007; Gillespie a Bamford 2003).

Tunga penetrans (blecha písečná) (Obrázek 28)

Liší se svým způsobem života od všech ostatních blech, dospělé samičky žijí pod kůží svých hostitelů. S okolím jsou spojeny pouze malým otvorem, kterým dýchají a uvolňují z něj vajíčka. Samci kopulují se samicemi ještě před jejich zavrtáním do kůže. Tato blecha parazituje především u člověka, ale pak i u dalších domácích a volně žijících zvířat,



Obrázek 28: Blecha písečná. Převzato od Řehulkové (2011a).

především pak prasat. U lidí parazituje především na spodních končetinách, hlavně na chodidlech, kde může způsobovat závažné problémy často spojené s gangrény a sekundárními infekcemi.

Napadení písečnými blechami se nazývá tungóza. První zmínka je o ní již v roce 1492 při zakotvení Kryštofa Kolumba v Haiti, rozšířila se tedy z původní Jižní Ameriky lodní dopravou do Afriky a tam díky čilému obchodu s otroky šířila a v 19. století se dostala až na indický subkontinent.

Z období koloniálních bojů jsou známy příběhy, kdy takřka „jedna blecha zastavila kavalérii“, kdy z důvodů vážného poškození chodidel vojáků nemohli pokračovat v pochodu. U nás byla tungóza diagnostikována u cestovatelů a turistů. Tato blecha se může rozšiřovat i díky náboženským a tradičním zvyklostem, snadno se rozšiřuje v okolí islámských památek, kde je nařízeno zouvání obuvi (Volf et al. 2007; Cook a Zumla 2009; Mullen a Durden 2009).

3.3.5.1 Metody sběru a fixace

Dospělé blechy jsou paraziti savců a ptáku, proto při jejich lovu musíme nejprve získat jejich hostitele. Toho hned ukládáme do plátěného sáčku, po pár hodinách opustí blechy mrtvého hostitele samy. Blechy můžeme získat prosíváním hnízd ve volném terénu.

Blechy usmrcujeme v tabletkách v 70% ethanolu. Z blech zhotovujeme trvalé preparáty uzavřením do kanadského balzámu nebo chloroform-plexiskla. Před uzavřením do preparátu musíme blechy projasnit a to 10% hydroxidem draselným po dobu 24 hodin nebo též v tekutém fenolu¹⁸. Fenol nepoškozuje štětiny a je vhodný pro rezavé a hnědě zbarvené blechy. Z fenolu objekty převádíme přímo hřebíčkovým olejem do xylénu a uzavíráme do

¹⁸ 10 dílů fenolu a 1 díl vody na vodní lázni.

kanadského balzámu. Černé blechy je vhodné macerovat 12 hodin v hydroxidu draselném a po usušení 12 hodin ve fenolu.

Třetí možností je využití alkalizovaného peroxidu vodíku, přičemž proběhne, během velmi krátké doby jak macerace, tak i bělení. Blechy potom převádíme 96% alkoholem do karboxylénu a xylénu a následně do kanadského balzámu. Tato metoda je výhodná, protože v alkalizovaném peroxidu vodíku nedochází k deformaci jemných chitinových útvarů a macerační doba je poměrně krátká.

Ve všech případech propíchneme blechu v místech třetího nebo čtvrtého abdominálního článku z boku na bok. Propíchujeme slabým (entomologickým) špendlíkem, aby macerační tekutina lépe pronikla do preparátu. Následně uzavíráme blechy ležící na pravém boku (Táborský 1961).

Vzhledem k tomu, že náplní této diplomové práce byly především preparáty určené k mikroskopování, následující seznam uvádí některé parazity ze skupiny Insecta, které jsem odlovila, avšak nezpracovala do podoby totálních mikroskopických preparátů. Navíc se jedná spíše o parazity s inklinací k predátorskému způsobu života.

3.3.6 Řád: Diptera (dvoukřídli)

Vývojově jedna z nejpokročilejších skupin hmyzu a zároveň i jedna z nejpočetnějších. Český i latinský název napovídá, že se jedná o hmyz s jediným vyvinutým párem křídel. Druhý je přeměněn v haltery (kyvadélka), které slouží především jako smyslové orgány.

Velká většina zástupců je neparazitická. Parazitický dvoukřídle hmyz žije zpravidla alespoň část svého života neparaziticky. V tomto řádu nalezneme i mnoho parazitoidů. Několik skupin much si dokonce vytvořilo specifickou formu parazitismu, která je velmi podobná parazitoidům, avšak na konci není (alespoň ne záměrně) mrtvý hostitel. Rána, do které mouchy nakladou vajíčka a později zde žijí larvy, se nazývá myiáze¹⁹ a je typická pro některé druhy much (tzv. myiázní mouchy). Ostatní dvoukřídle paraziti jsou především krevsající mikropredátoři. Označování jsou tak díky krátkému kontaktu s hostitelem. I přes velmi krátký kontakt a dobu sání se často jedná o velmi závažné přenašeče infekčních

¹⁹ Larvy požírají odumřelou nebo ještě živou tkáň a mohou se vyvíjet i v nosní dutině či urogenitálním traktu (Herms 1915).

chorob. Systematicky se dvoukřídlí řadí do dvou podskupin Nematocera a Brachycera (Volf et al. 2007).

Podřád: Nematocera (dlouhoroží)

Tykadla složená ze šesti a více článků. Nalezneme zde čtyři krevsající čeledi parazitů. U všech těchto čeledí krev saje pouze dospělá samička, která využívá nasátou krev jako zdroj bílkovin pro vajíčka. U mnoha druhů parazitů tohoto podřádu stačí k vývoji vajíček pouze jedno nasátí krve. Samečci krev nesají, většinou využívají jako zdroj energie rostlinné cukry, které získávají například z nektaru.

Čeď Culicidae (komárovití)

Doposud známe něco okolo 3 200 druhů rozřazených do 40 rodů. Samičky napadají široké spektrum hostitelů. Přestože se jedná o obtížný hmyz, v první řadě jsou to však přenašeči vážných chorob: z virových onemocnění to je například žlutá zimnice, horečka dengue, západonilská horečka, japonská B encefalitida a několik typů tzv. koňských encefalitid. Z protozoálních je nejnebezpečnějším onemocněním malárie, z helmintických elefantiáza. Mezi nejvýznamnější zástupce patří *Anopheles stephensi* – přenašeč malárie v Asii, a *Anopheles gambiae* – přenašeč malárie v Africe. U nás jsou nejběžnější *Aedes vexans* (komár útočný) a *Culex pipiens* (komár písklavý) (Peters a Pasvol 2007; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

Čeď Phlebotomidae (flebotomovití)

Přibližně 600 druhů vyskytující se především v tropech a subtropích. Drobní, hustě chlupatí paraziti s dlouhými tykadly. Na rozdíl od ostatních skupin tohoto podřádu není jejich vývoj fixován na vodní prostředí, tudíž se vyskytují i v aridních oblastech. Jedná se opět o nepříjemná trapiče, ale i o přenašeče. Z virových onemocnění to je například horečka papatači, z bakteriálních infekce *Bartonella bacilliformis*, z protozoálních především leishmaniózy. Nepříjemným faktorem u těchto mikropredátorů je jejich velikost, respektive drobnost: jsou schopni proniknout oky běžné moskytiéry a proto je potřeba používat speciální s menšími oky, nebo napuštěné insekticidy.

Čeď Ceratopogonidae (pakomárcovití)

Přibližně 4 000 druhů parazitů spadající do této čeledi. Opět velmi drobní (1–3 mm). Krevsající mikropredátoři spadají nejvíce do rodu *Culicoides* spp. česky označováni jako tiplíci či piplíci. Opět se jedná o trapiče, kteří mohou při přemnožení vyvolávat u hostitele

různé alergické reakce. Nejzávažnější nákaza, kterou přenáší tiplíci, se nazývá katarální horečka ovcí („Blue tongue“). Toto onemocnění je celosvětově rozšířeno. Z bakteriálních onemocnění jsou to především horečka Oropouche, Rift Valley Fever (Afrika) a africký mor koní. Na našem území je možné setkat se například s tiplíkem bleším (*Culicoides pulicaris*).

Čeleď Simuliidae (muchničkovití)

Přibližně 1 700 druhů, na území ČR se vyskytuje asi 40 druhů sající na ptácích a savcích. I přes velmi drobnou velikost (Obrázek 29) je bodnutí od muchniček značně bolestivé a zanechává prudké kožní reakce, které mohou být u citlivějších osob doprovázeny otoky končetin, bolestí hlavy a horečkou. V případě masivního útoku může dojít k anafylaktickému šoku a případně i následné smrti. V současné době jsou hejna muchniček problémem především v Kanadě.

Z virových onemocnění muchničky přenáší především stomatitidy²⁰ dobytka, z protozoálních jsou to původci ptačí trypanozomy; na lidi je přenášena filárie *Onchocerca volvulus* (vlasovec kožní), která může způsobit až oslepnutí, tomuto onemocnění se poté říká říční slepota. Larvy jsou vázány na vodu, a

dokonce na vodu tekoucí (z důvodu vysoké potřeby kyslíku). Tento jev pozorovali již v dávných dobách v Africe, kde si spojovali říční slepotu s tekoucí vodou (přisuzovali toto onemocnění říčním démonům) a tak se často stávalo, že se v případě častého onemocnění stěhovaly celé vesnice z blízkosti tekoucích vod. Fakt, že vývoj probíhá v tekoucích vodách je také důvodem, proč je velmi těžké tyto parazity likvidovat, je takřka nemožné aplikovat insekticidy do tekoucí vody.

Významným zástupcem je *Simulium colombaschense*, která způsobovala v dřívějších dobách masivní úhyn dobytka v povodí Dunaje. U nás se běžně vyskytuje například *Odagmia ornata* (muchnička zdobená) (Peters a Pasvol 2007; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).



Obrázek 29: Muchnička – převzato od Řehulkové (2011a).

²⁰ Vezikulární stomatitida – horečnaté infekční virové onemocnění skotu, prasat a koní, přenosné na člověka. U zvířat se mimo horečnatosti, projevuje vřidky a puchýřky v ústní dutině, případně na kůži a vemenech (ANON. 2009).

Podřád: Brachycera (krátkorozi)

Jak už název podřádu napovídá, zástupci mají krátká tykadla složená maximálně ze tří článků. Někdy je poslední článek zřasený a nazývá se arista. Většina druhů je neparazitická, mezi parazity patří ovádi, bodalky, kloši, střechci a tzv. myiázní mouchy.

Čeleď Tabanidae (ovádi)

Kosmopolitně rozšířený, poměrně velký obtížný hmyz. Samice jsou hematofágní, samci se živí nektarem, mízou a květními šťávami. Mají velké a na první pohled nápadné smaragdově zelené oči a velmi silný sosák. Jejich bodnutí je velmi bolestivé. Larvy se vyvíjí v podmáčené půdě, proto se často vyskytují v okolí vodních toků a ploch. Jedná se o přenašeče tularémie, antraxu a trypanozómy (*Trypanosoma evansi*). U nás je nejčastější *Tabanus bromis* (ovád bzučivý – Obrázek 30) a řada menších druhů s mramorovanými křídly spadajících do rodu *Haematopota* (bzikavky).



Obrázek 30: Ovád bzučivý – převzato od Řehulkové (2011a).

Čeleď Stomoxyidae (bodalkovití)

U této čeledi sají krev hostitelů obě pohlaví. Jejich bodnutí je opět velmi bolestivé a často se stávají vektory virových onemocnění (např. infekční anémie koní). Na našem území se běžně můžeme setkat s bodalkou stájovou (*Stomoxys calcitrans*), která – jak už název napovídá – je k zastižení především ve stájích a chlévech, kde saje na kopytnících, případně na člověku. Je podobná mouše domácí, má však ústní ústrojí upraveno k sání krve.

Čeleď Hippoboscidae (klošovítí)

Poměrně malá skupina čítající asi 150 druhů. Ve starší literatuře jsou označovány jako kuklorodky, protože larvy se vyvíjí uvnitř těl samic a rodí se těsně před zakuklením. Dospělci mají silně sklerotizované a zploštělé tělo, což je činí velmi mechanicky odolné.

Parazitují na ptácích i savcích. Jako jediné je můžeme považovat za permanentní dvoukřídle parazity. Tomuto způsobu života jsou plně přizpůsobeni. Příkladem pro tuto adaptaci může být přítomnost či naopak nepřítomnost křídel u druhů specializovaných na různé hostitele. Kloši z rodu *Ornithomyia* se specializují na ptáky a mají křídla vyvinuta a mají je po celý svůj život, oproti tomu savčí specialisté z rodu *Lipoptena* křídla ztrácí po nalezení hostitele. Poslední strategii, či lépe řečeno adaptaci která se týká křídel, využívá kloš ovčí (*Melophagus ovinus* – Obrázek 31), který křídla vůbec nemá. Celý životní cyklus probíhá v srsti ovcí a kloš se spoléhá na přenos při styku dvou hostitelů (ovcí). Kloši jsou aktivními přenašeči nepatogenní trypanosomy *T. melophagium* a hemosporidií ptáků (*Leucocytozoon*, *Haemoproteus*). Kloši mohou napadat i člověka, ale dochází k tomu jen výjimečně (Táborský 1961; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).



Obrázek 31: Kloš ovčí – převzato od Řehulkové (2011a).

Střečci

Tzv. střečci patří mezi myiázní mouchy. Jedná se o vesměs malou čeleď o přibližně 170 druzích. Larvy jsou obligatorními parazity obratlovců, dospělci nepřijímají potravu vůbec. Mají velmi úzkou hostitelskou specifitu a podle místa, kde parazitují rozlišujeme tři druhy a to střečky žaludeční, nosní a podkožní.



Obrázek 32: Larvy střečků v žaludku hostitele. Převzato od Řehulkové (2011a).

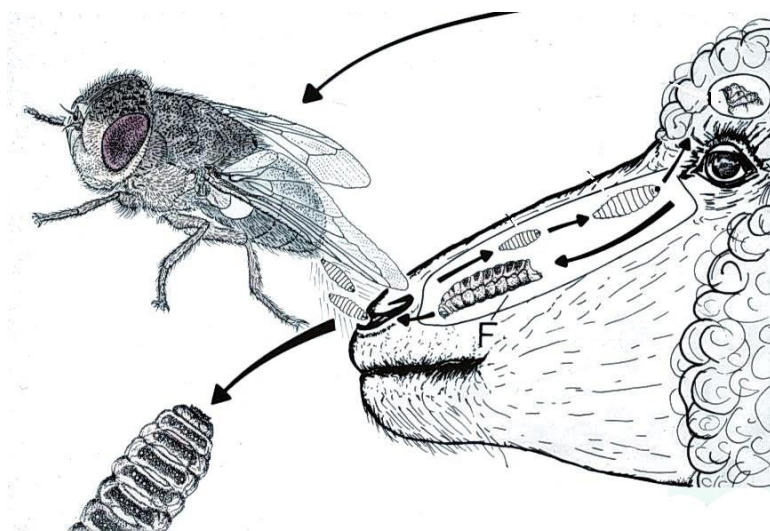
Čeleď Gasterophilidae (střečci žaludeční)

Larvy jsou parazity lichokopytníků. Vajíčka se dostávají do ústní dutiny tak, že je hostitel pozře s potravou, či si je slízne z nějakého místa na kůži. Vajíčka putují dále trávicí trubicí až do žaludku (Obrázek 32), kde probíhá další vývoj. Larva třetího instaru opouští tělo hostitele

společně s trusem a ve vnějším prostředí se kuklí. Při masivním napadení může dojít k poškození žaludku, které mlže vést až k úhynu zvířete. Na našem území se tyto žaludeční střechci již několik desítek let nevyskytují až na výjimky u importovaných koní (např. z Nizozemska) (Bodeček et al. 2004; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

Čeľad' Oestridae (střechci nosní)

Samičky za letu doslova vstřikují vajíčka do nozder lichokopytníků. Larvy se přesouvají do zadní části dutiny nosní, kde probíhá jejich vývoj. Ve třetím instaru putují zpět k vyústění nosní dutiny a následkem dráždění jsou vyfrkovány do vnějšího prostředí, kde se kuklí (Obrázek 33). V dřívějších letech byl u nás známý střechek ovčí (*Oestrus ovis*), který při masivním napadení způsoboval u ovcí nepravou vrtohlavost²¹. Střechek ovčí se na našem území již nevyskytuje, avšak častým druhem je *Cephenemyia stimulator*, který je běžným parazitem srnčí zvěře.



Obrázek 33: Životní cyklus střechka nosního. Převzato od Řehulkové (2011a).

Čeľad' Hypodermatidae (střechci podkožní)

Larvy se vyvíjí v podkoží kopytníků, kde vytváří typické boule. Vajíčka jsou kladena na kůži hostitele, kterou po vylíhnutí naruší a vlezou do podkoží a odtud až na místo své konečné lokalizace, kde se přeměňují na larvy druhého a třetího instaru. Během své migrace se některé druhy mohou usazovat například v jícnu (*Hypoderma lineatum*) nebo v páteřním

²¹ Pravou vrtohlavost ovcí způsobují boubele tasemnice vrtohlavé (*Taenia multiceps*, syn. *Multiceps multiceps*) (Chlumová 2015).

kanálu (*Hypoderma bovis*, *H. diana*). Larva posledního instaru se vždy zdržuje v podkoží a před kuklením vypadne do vnějšího prostředí.

Při masivním napadení hostitel špatně prospívá, špatně přibývá na váze a u krav je zaznamenána i menší doживost a celkový stav zvířete je špatný. *Hypoderma lineatum* a *H. bovis* byly z našeho území plně vytlačeny v padesátých letech minulého století. Toho bylo dosaženo mohutnou aplikací organofosfátových insekticidů u skotu. Avšak výskyt střečka srnčího (*Hypoderma diana*) je u srnčí zvěře na našem území velmi běžný a jeho přítomnost byla již prokázána i u koní, ale v jejich těle není tento střeček schopný dokončit svůj vývoj.

Mezi myiázní mouchy dále patří čeleď Calliphoridae (bzučivkovití) a čeleď Sarcophagidae (masařkovití). V poslední době nachází larvy myiázních much uplatnění v medicíně. Zvláště pak larvy bzučivky *Lucilia sericata* (1. nebo 2. instary). Tyto sterilní larvy se přikládají po dobu 3–4 dní na špatně se hojící rány. Okusují mrtvou tkáň, likvidují bakterie, svým pohybem prokrvují tkáň a celkově působí velmi příznivě na hojení. Tato terapie²² se často používá u diabeticky nemocných pacientů, u bércoých vředů a před transplantací kůže (Horobin et al. 2003; Volf et al. 2007; Řehulková 2011).

3.3.6.1 Metody sběru a fixace

Dospělé dvoukřídlé sbíráme po celý rok, nejčastěji však koncem jara, kdy jsou nejpočetnější. Místa sběru volíme dle způsobu života konkrétního druhu (vlhká místa, slunná stanoviště, či jiná místa). Sběr dvoukřídlého hmyzu lze provádět entomologickou sítí, parazitické jedince především na jejich hostitelích. Kloše lovíme v srsti koní, oslů, ovcí, jelenů, srnčí zvěře, případně v peří ptáků. Sběr larev je možný pouze na podkladě znalostí životních cyklů daných druhů.

Usmrcování dospělců provádíme octanem ethylnatým, ethyletherem nebo chloridem uhličitým ve smrtičce. Pozor na dlouhý pobyt ve smrtičce, může docházet ke změně barev. Larvy smrtíme a konzervujeme v 80% alkoholu nebo 4% formolu. Větší larvy je doporučeno na boku propíchnout jemným entomologickým špendlíkem, aby se larva konzervačním roztokem prosytila.

²² Veškeré další informace včetně podrobného postupu a vhodnosti této terapie dostupné k 21.11.2017 na stránkách www.larvy.cz.

Dospělé dvoukřídlé napichujeme na tenké dlouhé entomologické špendlíky na preparační destičky. Při preparaci shrneme nohy pod tělo a křídla nadzvedneme, aby byl zadeček dobře viditelný. Po proschnutí ukládáme do sbírek (Táborský 1961).

4 Shrnutí tvorby preparátů

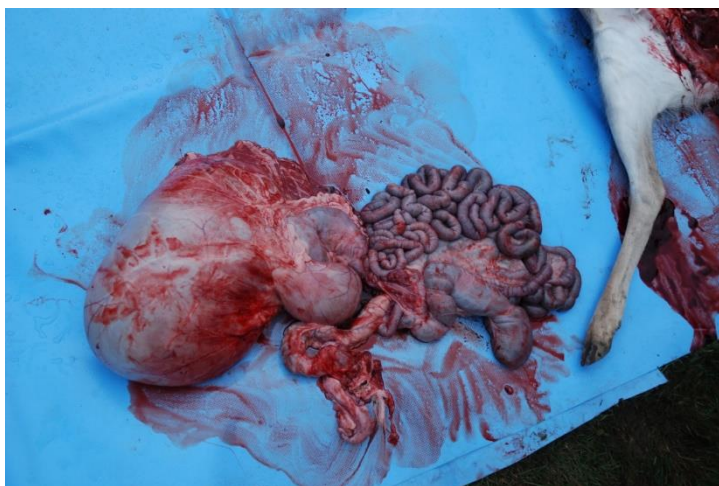
Celkem bylo autorkou zpracováno několika různými způsoby a metodami cca 50 parazitů, z čehož 30 parazitů bylo zpracováno formou trvalých mikroskopických preparátů.

První fází byl odlov parazitů. Ektoparaziti savců jako blechy a klíšťata byly loveni z domácích mazlíčků a to především z koček a psů. Sběr a odlov byl poměrně jednoduchý a snadný. Ve většině případů se jednalo o ruční sběr a následnou konzervaci v 70–80% ethanolu (Obrázek 34). Sběr klošů probíhal především z mrtvých zvířat a to ve fázi, kdy kloši sami opouštěli tělo těchto jedinců (na příklad při preparaci lebky srnčí zvěře či při stahování divokého prasete). Další kloši byli sbíráni při zpracování ovčí vlny. K rybím ektoparazitům se autorka dostala při výlovu a následném prodeji vánočních kaprů, kdy bylo tělo kaprů kontrolováno pohledem. V tomto případě se jednalo o chobotnatky, kapřivce se bohužel zajistit nepodařilo.



Obrázek 34: Konzervace blech v 70% alkoholu. Foto autorka

Pokusy směřující k získání endoparazitů byly opakovaně prováděny prospekci vnitřností kusů odlovených především Mysliveckými spolky Kákov, Kopania a Háje (působícím v západních Krkonoších a Pojizeří). Střeva odlovených divokých prasat, srnčí zvěře a daňka byla podélně rozřezána a proplachovány teplým fyziologickým roztokem. I přes zpracování desítky vnitřností (Obrázky 35, 36 a 37), nebyl tento postup úspěšný. Neúspěch



Obrázek 35: Vnitřnosti daňka obecného připraveny k prospekci. Foto autorka.

si autorka vysvětluje buď svou nekvalifikovaností, nebo tím, že dané kusy zvěře opravdu neměly žádné okem viditelné střevní ani jaterní parazity. Další pokusy probíhaly na preparaci vnitřností orebic a bažantů odlovených na území Středočeského kraje, avšak se stejným – neuspokojivým výsledkem.



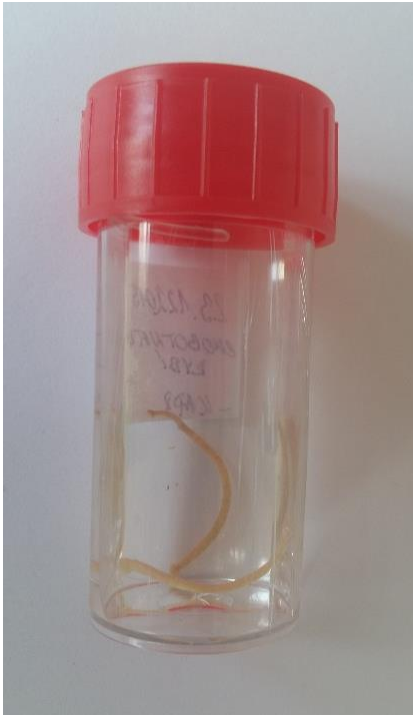
**Obrázek 36: Prospekce vnitřností orebic.
Foto autorka.**

Další pokusy o sběr endoparazitů byly provedeny rozborem trusu infikovaných zvířat (psi, kočky), ze kterého se povedlo sesbírat několik úseků oplozených článků tasemnic. Z důvodu chybějící hlavičky nebylo možné určit druh získaných tasemnic. Posledním a takřka náhodným místem, kde se podařilo odlovit endoparazity – konkrétně škravky, byla školní třída a pitva plic v hodině biologie. Jedna ze skupin studentů vytáhla z plic hovězího dobytka „klubíčko nití“ a nedokázala jej nijak identifikovat. Bdělá vyučující zasáhla, studentům vše vysvětlila (jednalo se o larvy škravky) a daný vzorek zakonzervovala opět 70–80% alkoholem.



Obrázek 37: Vnitřnosti divokého prasete připraveny k prospekci. Foto autorka.

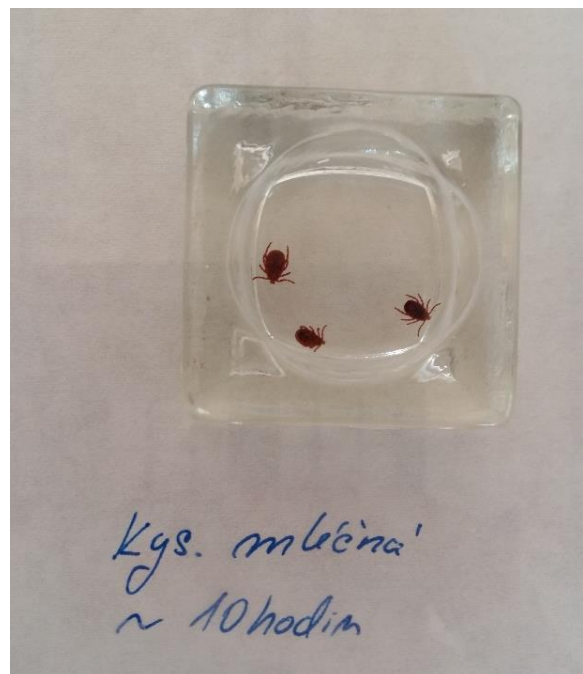
Autorka již před zadáním práce oslovila šest veterinářů a dva veterinární techniky v okolí svého bydliště s žádostí o sběr parazitů. I přes dodání veškerého příslušenství na odchyt a konzervaci parazitů se tento krok nijak neosvědčil. Tito profesionálové nejspíš ve své praxi nenašli čas či neměli dostatečnou motivaci na pomoc studentce. S podobným přístupem se autorka setkala i u většiny oslovených myslivců. Většina vnitřností, ve kterých se dají nalézt endoparaziti, jsou pro myslivce nevyužitelné a stávají se obtížnou součástí vyvrhování zvěře a snaží se ji co nejdříve zlikvidovat. Osloveno bylo i několik rybářů, rovněž s negativním výsledkem.



Obrázek 38: Odbarvené chobotnatky rybí v ethanolu. Foto autorka.

Druhou fází, která následuje ihned po fázi sběrací, je konzervace odlovených a sesbíraných druhů. Táborský (1961) doporučuje vesměs dva hlavní konzervační roztoky a to 70–80% alkohol a nebo 4% formol²³. Autorce se plně osvědčil první z nich (konkrétně ethanol), který je běžně dostupný nejen v laboratorních pomůckách. Jediným případem, kdy se alkohol neosvědčil, byl případ pijavic, konkrétně chobotnatek rybí. Alkohol chobotnatky odbarvil (Obrázek 38); v případě fixace parazitických kroužkovců by bylo vhodnější použít 4% formaldehyd, který způsobuje menší barevné změny.

Poslední fází byla samotná preparace vzorků. Autorka postupovala u každého druhu podle návodů, které doporučuje Táborský (1961). Některé vzorky bylo potřeba před preparací (v tomto případě přípravou trvalých mikroskopických preparátů) prosvětlit. Většina prosvětlování se prováděla peroxidem vodíku, větší jedince bylo potřeba prosvětlovat alkalizovaným peroxidem vodíku či kyselinou mléčnou (Obrázek 39). Blechy a menší druhy klíšťat se povedlo prosvětlit výborně a bez jediného problému, ale například robustní klíšťata rodu *Dermacentor* se nepovedlo prosvětlit ani po 24hodinové maceraci v alkalizovaném peroxidu vodíku. Možná by bylo potřeba peroxid vodíku více alkalizovat, či provádět maceraci déle než doporučených 24 hodin.



Obrázek 39: Proces prosvětlování. Zde konkrétně klíšťata rodu *Dermacentor* v kyselině mléčné.

²³ nověji: formaldehyd

Některé vzorky bylo doporučeno před závěrečnou preparací obarvit. Barvení probíhalo především borax-karmínem, který autorka sama připravila. Kniha Muzejní práce od výše zmíněného autora je velmi dobrým průvodcem a tak nebyl problém z dostupných surovin borax-karmín „uvařit“. Toto barvivo, připravené dle předloženého návodu (Obrázek 40, 41), dobře a



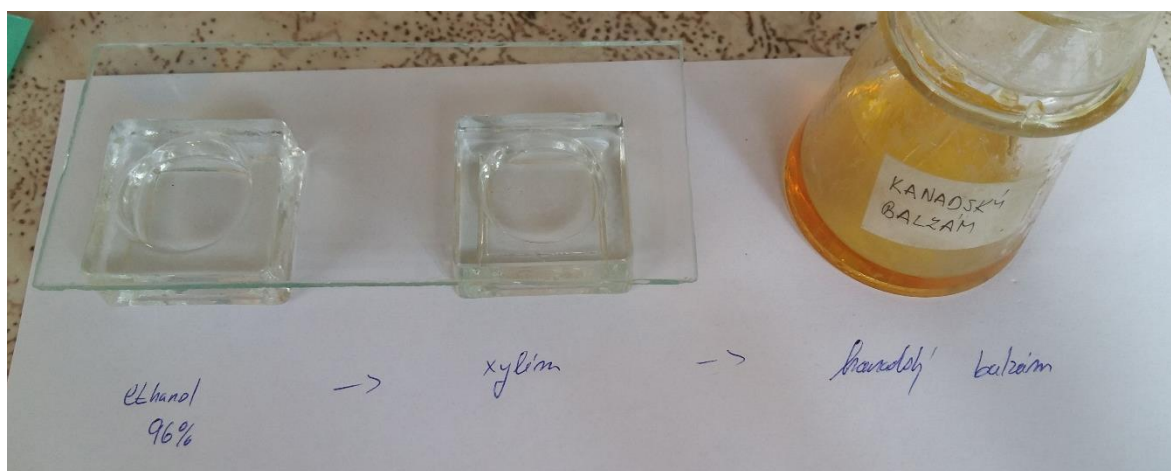
Obrázek 40: Příprava borax-karmínu (2 g karmínu, 4 g boraxu). Foto autorka.

dostatečně obarvilo všechny preparáty bez obtíží (silnější vzorky se macerovaly v borax-karmínu déle, tenčí a drobné vzorky stačilo smočit na pár minut).



Obrázek 41: Proces obarvování škravek v borax-karmínu. Foto autorka.

Média k uzavírání trvalých mikroskopických preparátů byla využita celkem tři. Prvním je kanadský balzám, který je snadno dostupným médiem. Preparáty se do něj uzavírají přechodem přes vzestupnou alkoholovou řadu zakončenou xylénem (Obrázek 42).



Obrázek 42: Vzestupná alkoholová řada zakončená xylénem a následné uzavírání do kanadského balzámu. Foto autorka.

Samotný kanadský balzám je také ředěn xylénem a nanáší se na podložní sklo skleněnou tyčinkou. Konzistence (koneckonců i barva) je podobná hustému a tekutému medu. Kanadský balzám je velmi lepivý a práce s ním vyžaduje cvik, ale poté se stává neocenitelným fixačním médiem. Po uzavření krycím sklíčkem se hotové preparáty musí nechat několik týdnů zaschnout a poté orámovat lakem na nehty, aby kanadský balzám dále nevysychal či nevlhnul. Přebytečný kanadský balzám lze odstraňovat vhodným rozpouštědlem – xylénem. Vzorky nejsou kanadským balzámem odbarvovány; preparáty mají charakteristickou zlatavě-hnědou barvu (Obrázek 43). Kanadský balzám má vysoký index lomu, takže objekty dobře projasňuje. Zároveň se udává, že v tomto médiu vydrží objekty i několik desítek let.



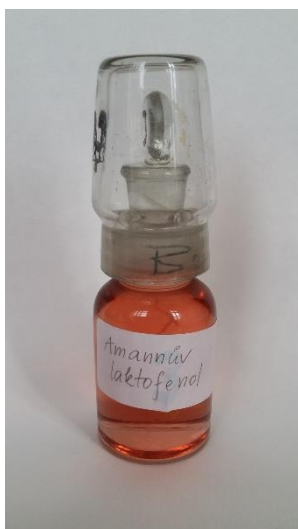
Obrázek 43: Klíště uzavřené v kanadském balzámu. Foto autorka.

Druhým využitým médiem je glycerol-želatina. S tímto médiem je potřeba pracovat rychle, protože při pokojové teplotě snadno tuhne. Za normálních podmínek má gelovitou konzistenci a před použitím je třeba jej rozpustit ve vodní lázni. Práce s ním je jednoduchá a velmi příjemná i díky tomu, že glycerol-želatina je médium s vodou volně mísitelné, takže preparáty do něj lze převádět přímo z vody (popřípadě ředěného alkoholu či sestupnou alkoholovou řadou). K plnému zatumnutí preparátu dochází již po 3–4 dnech a poté je vhodné opět krycí sklíčko zarámovat (přebytečná glycerol-želatina se může seškrábnout žiletkou). Vzorky jsou ohraničeny lehce nažloutlým okolím a neodbarvují se (Obrázek 44). Toto médium je nejen snadno dostupné, ale i levné a preparáty v něm vydrží i několik let.



Obrázek 44: Klíště v glycerol-želatině. Foto autorka.

Posledním médiem, které bylo vyzkoušeno je Amannův laktofenol (Obrázek 45). Toto



Obrázek 45: Amannův laktofenol připravený autorkou. Foto taktéž autorka.

médium bylo Táborským (1961) doporučováno pro drobné nevápenaté parazity. Laktofenol dle Amanna není běžně dostupný a tak si jej opět musela autorka sama připravit z jednotlivých látek. Některé suroviny byly těkavé a toxické (např. fenol) a proto bylo třeba s danou látkou manipulovat v digestoři. Vynaložené úsilí v podobě sehnání surovin, zdlouhavá příprava a procesy s tím spojené a i vystavení se nebezpečným látkám nebyly zúročeny. Toto médium ani po několika týdnech sušení neztvrdlo, pouze se mírně zahustilo. Jak již bylo zmíněno výše (u metod fixace klíšatovitých), tento nepovedený pokus si autorka vysvětluje špatnou kvalitou dostupných látek, či odchylkou od postupu nebo zastaralostí jak návodu, tak dostupných surovin. Proto toto médium autorka v běžné školní praxi využívat nedoporučuje, předchozí dvě

média se jeví jako naprosto dostatečná a vyhovující daným požadavkům.

Živočichové příliš velcí nebo jinak nevhodní k vložení do trvalého mikroskopického preparátu (především – kloši, střechci, chobotnatky a další) byli ukládány do tabletovek a nebo do skleněných 5ml nádobek, jejichž korková zátka byla propíchnuta entomologickým špendlíkem a na něj uprostřed umístěn daný parazit (Obrázek 46 a 47). V případě tekutých vzorků byl na korkové víčko umístěn parafilm (Obrázek 48).



Obrázek 46: Kloš v 5ml nádobce zespodu. Foto autorka.



Obrázek 47: Kloš v 5ml nádobce ze shora. Foto autorka.



Obrázek 48: Larva střecha v 5ml nádobce. Foto autorka.

Všechny metody byly voleny a vybírány tak, aby vynikl daný vzorek ze všech stran či úhlů a nabídl tak co možná největší plochu pro studium a zároveň aby vynikl z důvodu názornosti.

Autorka se domnívá, že z uvedených postupů se povedlo vytvořit kvalitní a vcelku i pěkné preparáty, které budou dobře sloužit a to nejen ve výuce.

5 Využití smart mikroskopu ve výuce a propagaci parazitologie

Mikroskopické preparáty parazitů se hodí nejen do výuky, ale mohou oslovit širší veřejnost (a v případě středních škol i případné uchazeče). Naskýtá se možnost využití těchto preparátů v dalších prostorách než jen školní laboratoři. „Terénnímu“ využití však mnohdy překáží problematický transport těžké a především na nevhodné zacházení citlivé mikroskopické techniky. Moderní technologie a jejich kreativní využití umožňují prezentovat výsledek práce nebo výzkumu i metodami poměrně nečekanými. Jednou z nich je využití tzv. smart mikroskopu.

Smart mikroskop (smartmicroscop²⁴) je přístroj funkcí podobný tradičnímu mikroskopu, lze jej však sestavit velmi levně s použitím běžně dostupné drobné techniky a domácím kutilským vybavením. Na internetu (např. na stránkách „I fucking love science“²⁵) lze nalézt návody i videa na sestavení tohoto mikroskopu. Udaná cena je méně než 10 dolarů (tedy něco kolem 200 Kč; oproti ceně žákovského mikroskopu pohybující se nad 4 000 Kč).

Nejdůležitější složkou je čočka z běžně dostupného laserového ukazovátka, ke které se přiloží fotoaparát tzv. chytrého telefonu a dle jeho možností lze pozorovaný preparát přibližovat (zvětšovat) dle libosti, podle technických dispozic konkrétního telefonu až na stonásobné zvětšení. Dalšími součástmi tohoto mikroskopu je, kromě běžně dostupných položek, které lze zakoupit v železářství či kutilském obchodě, také led-dioda (běžně k zakoupení například jako kempingová svítilna), k prosvícení pozorovaného preparátu.

K vytvoření smart mikroskopu je potřeba (Obrázek 49):

- laser – např. ve formě ukazovátka či přívěsku na klíče; využita z něj bude čočka soustřeďující vycházející paprsek
- čtvercový dřevěný podstavec (20×20 cm)
- dvě tabulky plexiskla (20×20 cm a 20×8 cm)
- světelný zdroj (plochá svítilna, led dioda či jiné)
- dále pak tři šrouby, několik matek, podložek, fix, pravítko a aku-vrtačka

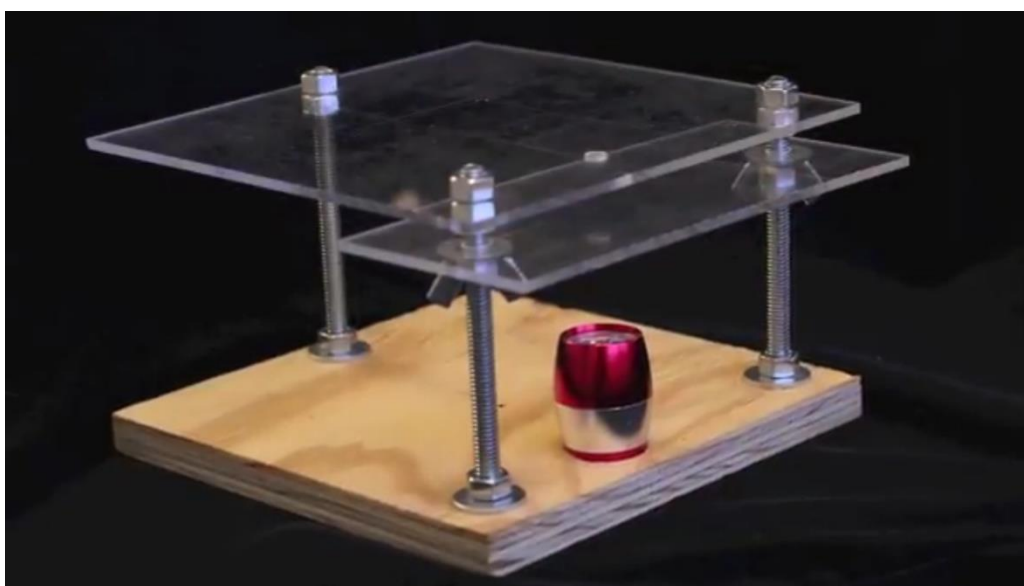
²⁴ Toto označení je trochu zavádějící, ale jedná se o původní název, který je zde v textu zachován i kvůli atraktivitě. Jedná se o spojení slov „smartphone“ a „microscope“.

²⁵ K 15.11. 2017 dostupný na: <http://www.iflscience.com/technology/how-build-smartphone-microscope-stand-10/>



Obrázek 49: Potřeby k sestrojení smart mikroskopu. Foto z videa. (K 15.11. 2017 dostupný na https://www.youtube.com/watch?time_continue=206&v=KpMTkr_aiYU)

Třemi šrouby se provrtá dřevěná deska tak, aby na šrouby rozmístěné do trojúhelníku bylo možné upevnit větší plexisklo. Mezi dva šrouby se níže umístí menší plexisklo, na které se následně pokládají preparáty. Pod menší plexisklo se umístí matky, které slouží k posunu tohoto plexiskla a tímto způsobem se smart mikroskop zaostřuje. Doprostřed většího plexiskla (nad menší plexisklo) se vyvrtá otvor, do kterého se vloží čočka z laserového ukazovátka a v ose čočky se umístí na dřevěnou podložku zdroj světla. Tímto je smartmikroskop hotov (Obrázek 50) a připraven k přiložení čočky fotoaparátu mobilního zařízení. Celý postup je podrobně natočen na mnoha běžně dostupných videích²⁶.



Obrázek 50: Smart mikroskop. Foto z videa. (K 15.11. 2017 dostupný na https://www.youtube.com/watch?time_continue=206&v=KpMTkr_aiYU)

²⁶ K 15.11. 2017 dostupné např. na: https://www.youtube.com/watch?v=KpMTkr_aiYU

Sestrojení a transportního smart mikroskopu je velmi jednoduché a oproti pořízení tradičního žakovského mikroskopu levné, má však i nevýhody. Jednou z nich je fakt, že nelze zjistit reálné zvětšení, pod kterým je preparát pozorován (zvětšování je dáno schopností *zoomu* fotoaparátu konkrétního chytrého telefonu). Pokud je v preparátu uzavřen větší (delší) pozorovaný objekt, nelze získat snímky rovnoměrně zaostřené po celé délce (Obrázek 51), na kterém je dobře patrná a zaostřená hlava blechy a „rozmlžený“ zadeček).



Obrázek 51: Blecha ve smart mikroskopu. Foto autorka

Autorka přesto doporučuje využití smart mikroskopu ve výuce, byť například doplňkovou formou ke klasickému mikroskopování. Žáci mohou pro pozorování využít své vlastní telefony a pořídit snímek viděného, což vede ke zpřístupnění a zatraktivnění témat i tak složitě prezentovatelných, jako je tomu v případě parazitologie.

6 Porovnání fotografií z žákovského mikroskopu a smart mikroskopu

6.1 Blecha obecná (Obrázek 52, 53)



Obrázek 52: Blecha obecná focená smart mikroskopem.



Obrázek 53: Táž blecha focena žákovským mikroskopem.

6.2 Klíště (Obrázek 54, 55)

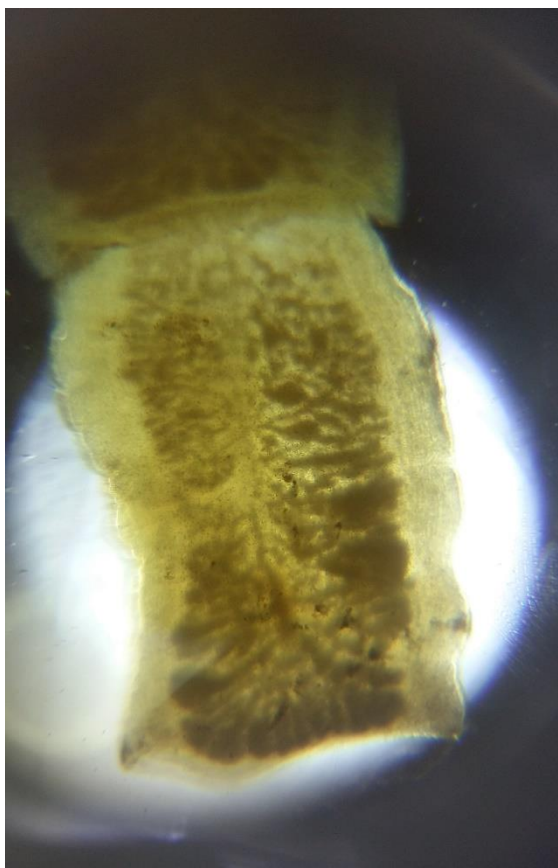


Obrázek 54: Klíště foceno smart mikroskopem.

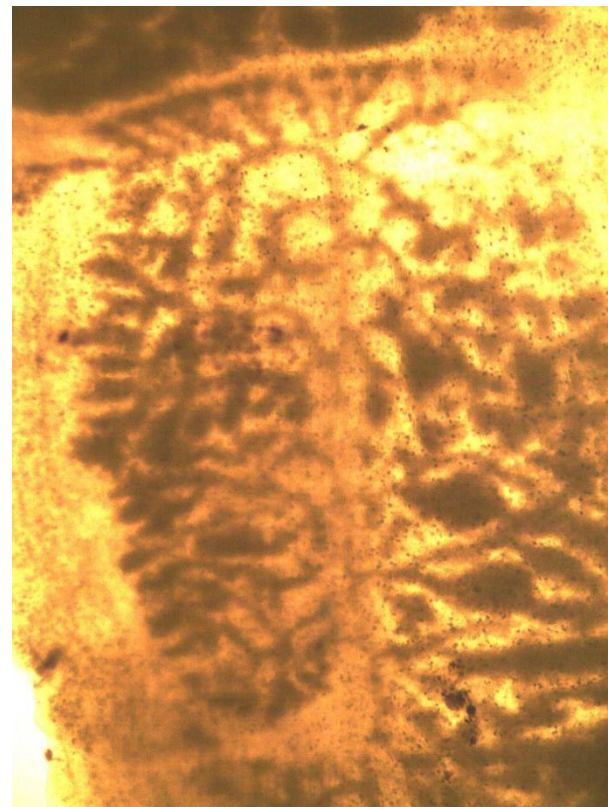


Obrázek 55: Totéž klíště foceno žákovským mikroskopem.

6.3 Tasemnice (Obrázek 56, 57)



Obrázek 56: Poslední, oplozený článek tasemnice – na snímku lze sledovat oplozená vajíčka. Foceno smart mikroskopem.



Obrázek 57: Tentýž článek focen žákovským mikroskopem.

6.4 Veš dětská (Obrázek 58, 59)



Obrázek 58: Veš dětská focena smart mikroskopem.



Obrázek 59: Tatáž veš focena žakovským mikroskopem.

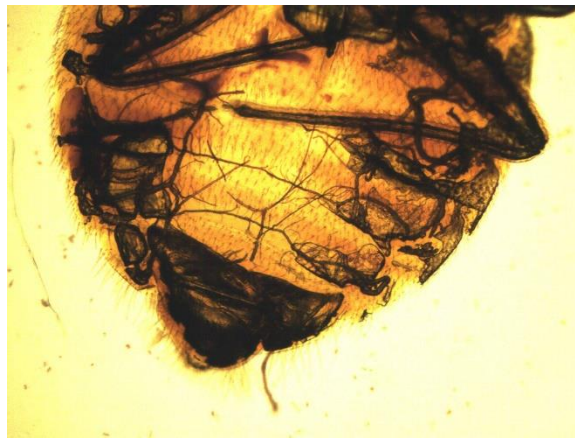
6.5 Štěnice domácí (Obrázek 60, 61, 62)



Obrázek 60: Štěnice domácí focena smart mikroskopem.



Obrázek 61: Tatáž štěnice focena žákovským mikroskopem – hlavička.



Obrázek 62: Tatáž štěnice focena žákovským mikroskopem – zadeček.

Poznámka autorky: V mnoha případech se nepodařilo dostupným žákovským mikroskopem pořídit fotografie tak, aby poskytly obraz celého parazita.

7 Závěr

Tato diplomová práce předkládá ucelený seznam parazitů, kteří se vyskytují (nebo by se mohli s největší pravděpodobností vyskytovat) na našem území. Jedná se především o parazity, kteří se hodí k mikroskopování a zároveň se jedná o organismy modelové (ať už způsobem života, četností výskytu na našem území, nebo svou anatomickou či morfologickou stavbou) a tím se stávají dobře použitelní pro edukaci studentů i široké veřejnosti. Většina parazitů způsobuje velké škody na hospodářských zvířatech i plodinách, zároveň se jedná i o přenašeče závažných chorob, proto je velmi důležité mít parazity v podvědomí a zároveň také tato látka patří k základnímu vzdělávání. Z tohoto důvodu je u každé skupiny parazitů podrobně popsán životní cyklus jednotlivých druhů a poté i fixace a preparace parazitů, kterou zvládne s minimálním vybavením jakýkoliv pedagog. Většina metod sběru a fixace byla autorkou ozkoušena a proto jsou tyto kapitoly doplněny o postřehy autorky. V závěru je popsán smart mikroskop; jeho sestavení i používání a úplný závěr je doplněn o fotografie stejných trvalých preparátů pořízené smart mikroskopem a mikroskopem klasickým, žákovským.

8 Příloha

Návod 1

Borax- karmín

Chemikálie: Karmín, Borax, Destilovaná voda, 70% ethanol

Postup: Ve třecí misce rozetřeme 2 g karmínu a 4 g boraxu. Získaný prášek kvantitativně převedeme do kádinky se 100 ml destilované vody a 15 minut vaříme. Po zchladnutí přidáme 100 ml 70% ethanolu a za občasného protřepání necháme stát 24 hodin. Po zfiltrování filtračním papírem získáme hotové, borax-karmínové barvivo.

Objekty před barvením prosycujeme cca hodinu až dvě 70% alkoholem. Podle velikosti se objekt barví hodinu až několik dní. Diferenciaci²⁷ provádíme okyseleným 70% alkoholem (5 kapek kyseliny chlorovodíkové na 100 ml 70% alkoholu). Vypírací alkohol často měníme, dokud barva z objektů uniká.

Návod 2

Příprava Heidenhainova hematoxylinového barviva

Chemikálie: Hematoxylin (1 g), alkohol (10 ml), destilovaná voda (90 ml)

Postup: V kádince smícháme všechny výše uvedené chemikálie a necháme zrát několik týdnů. Barvivo během této doby zhnědne. Zrání můžeme urychlit pomocí $NaIO_3$, kterého přidáme 0,2 g na každý 1 g hematoxylinu. Před upotřebením tento roztok ředíme destilovanou vodou v poměru 1:1.

Návod 3

Železitý kamenec

Chemikálie: destilovaná voda, železito-amonný kamenec $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

Postup: Z neztvrdlých, jasně fialových krystalů, vytvoříme 10% roztok $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Tento 10% roztok používáme jako zásobní. Pro moření a diferenciaci z něj vytvoříme 2,5% roztok.

²⁷ Odstranění přebytečné barvy vhodným rozpouštědlem.

Návod 4

Fixáž pro chitinózní objekty.

Chemikáli: kyselina dusičná, 1% kyselina chromová, ethanol, koncentrovaná kyselina pikrová, sublimát-alkohol, vodu

Postup: V kádince smícháme 16 dílů kyseliny dusičné, 16 dílů 1% kyseliny chromové, 24 dílů koncentrovaného roztoku sublimátu v 60% alkoholu, 12 dílů vodního roztoku koncentrované kyseliny pikrové, 42 dílu absolutního alkoholu.

Návod 5

Amannův laktofenol

Chemikálie: 10g kyseliny karbolové (fenol), 10 g kyseliny mléčné, 20 g glycerolu, 10 g destilované vody

Postup: V kádince smícháme všechny výše uvedené chemikálie, dobře promícháme. Hrubší předměty přenášíme z vody přímo do laktofenolu, jemnější vkládáme nejdříve do zředěného laktofenolu v poměru 1 díl laktofenolu : 5 dílům destilované vody.

Laktofenol je podle Táborského (1961) dobrým uzavíracím médiem a to z důvodu, že se v něm tkáně bezobratlých nesmršťují a poskytuje dobré pozorovací podmínky. Toto fixážní medium se používá především při práci s bezobratlými živočichy kromě živočichů obsahujících uhličitan vápenatý, ten totiž spolu s kyselinou mléčnou vytváří oxid uhličitý, který tvoří v preparátu nežádoucí bublinky.

I přes doporučení není toto médium autorkou doporučováno (viz výše).

Návod 6

Liquido Faure „AGO“

Chemikálie: 96% alkohol, glycerol, kyselina octová.

Postup: V kádince se smíchá 6 dílů alkoholu, 3 díly glycerolu a jeden díl kyseliny octové.

Toto barvivo je mísitelné s vodou a vhodné především pro malé objekty, které s v něm během krátké doby dobře projasní. Fixují a preparují se jím především členovci a bezobratlí.

Liquido Faure se nehodí pro barvené a předem projasněné preparáty. Tyto preparáty odbarvuje a projasňuje ještě víc (až do průhledna).

Návod 7

Glycerol-želatina

Chemikálie: želatina, destilovaná voda, glycerol, fenol

Postup: 7 g nejčistší želatiny necháme nabobtnat ve 42 ml destilované vody. K této směsi přidáme 50 ml glycerolu a 0,5 g krystalovaného fenolu. Vše zahříváme 15 minut ve vodní lázni a zfiltrujeme skleněnou vatou zvlhčenou vodou.

Použití: Skleněnou tyčinkou se přenese kapka rozehřáté glycerol-želatiny na podložní sklíčko, do ní položíme objekt, který můžeme urovnat rozehřátou jehlou. Přihřejeme krycí sklíčko a položíme jej přes objekt v médiu. Chvilku držíme krycí sklíčko na objektu, než glycerol-želatina vychladne a zatuhne.

Glycerol-želatina je pevným médiem, hojně využívaný pro studijní preparáty a hodí se pro rychlou práci a to především z důvodu, že se do ní mohou přenášet objekty přímo z vody a vodných roztoků.

Návod 8

Polyvinylalkohol (PVA)

1) PVA-laktofenol

Chemikálie: roztok PVA, destilovaná voda, krystalovaný fenol, kyselina mléčná

Postup: 56 g 15% roztoku PVA v destilované vodě, 22 g fenolu a 22 g kyseliny mléčné smícháme za horka ve vodní lázni.

2) PVA-kyselina mléčná

Chemikálie: roztok PVA, destilovaná voda, kyselina mléčná, glukóza

Postup: 12 g 15% roztoku PVA v destilované vodě, 2 g kyseliny mléčné, 2 g glukózy smícháme opět za horka ve vodní lázni. Zvýšením množství kyseliny mléčné se zvyšuje projasnění.

Preparáty z uvedených směsí zaschnou do 24 hodin a krycí sklíčko již pevně drží.

Použití: Směs je vhodná pro uzavírání drobných členovců a vajíček hlístic, která se doporučují ještě před uzavřením projasnit laktofenolem (Návod 5).

Návod 9

Diaphanolová metoda

Diaphanol je význačným změkčovacím a odbarvovacím prostředkem chitinu a keratinu. (Působí chlordioxid rozpuštěný v 50% kyselině octové).

Pracovní postup: Fixovaný a vypraný objekt se převede vzestupnou alkoholovou řadou až do 96% alkoholu. Poté je převeden zpět do 63% alkoholu a z něj do diaphanolu, kde zůstává až do úplného odbarvení a změknutí (dle velikosti objektu 24 – 72 hodin). Z diaphanolu se přenese opět do 63% alkoholu a pak vzestupnou alkoholovou řadou a dále s objektem nakládáme dle dalšího doporučeného postupu.

Poznámka autorky: Všechny návody na sloučeniny jsou čerpány z knihy Muzejní práce doktora Karla Táborského (1961).

9 Seznam použité literatury

- ANON., nedatováno. infestace. *Velký lékařský slovník On-Line* [online] [vid. 2017-11-29]. Dostupné z: <http://lekarske.slovniky.cz/pojem/infestace>
- ANON., 2009. VIROVÁ ONEMOCNĚNÍ. *ZOOTECHNIKA* [online] [vid. 2017-11-28]. Dostupné z: <http://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/zoohygiena-a-choroby-hospodarskych-zvirat/choroby-prezvykavcu/virova-onemocneni-.html>
- ARMSTRONG, N.R. a J.D. WILSON, 2006. Did the 'Brazilian' kill the pubic louse? *Sexually Transmitted Infections*. (82), 265–266.
- AUBERT, Jacques, 1969. *Les Ichneumonides ouest-paléarctiques et leurs hôtes I, I.*. Alfortville: Quatre feuilles.
- BAUR, O., 1962. *Parasites of freshwater fish and the biological basis for their control*. [online]. B.m.: Bulletin of the State Scientific Research Institute of Lake and River Fisheries [vid. 2017-11-01]. Dostupné z: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19720804957>
- BERAN, George W., 1994. *Handbook of Zoonoses, Second Edition: Bacterial, Rickettsial, Chlamydial, and Mycotic Zoonoses*. B.m.: CRC Press. ISBN 978-0-8493-3205-0.
- BODEČEK, Š., B KOUDELA, P. JAHN a B. BEZDĚKOVÁ, 2004. Nález žaludečních střechů u importovaného koně. *Veterinářství*. (54), 628–631.
- BOGUSCH, Petr, 2010. Parazitické strategie blanokřídlých. *Živa*. (5), 222–224.
- BUSH, Albert O., 2001. *Parasitism: The Diversity and Ecology of Animal Parasites*. B.m.: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-66447-9.
- BYNUM, William F. a Caroline OVERY, 1998. *The Beast in the Mosquito: The Correspondence of Ronald Ross and Patrick Manson*. B.m.: Rodopi. ISBN 978-90-420-0721-5.
- CANNON, P. F. a P. M. KIRK, 2007. *Fungal Families of the World*. B.m.: CABI. ISBN 978-0-85199-827-5.
- CANTOR, Norman Frank, 2005. *Po stopách moru: černá smrt a svět, který zrodila*. B.m.: BB art. ISBN 978-80-7341-416-0.
- COOK, Gordon Charles a Alimuddin ZUMLA, 2009. *Manson's Tropical Diseases*. B.m.: Elsevier Health Sciences. ISBN 978-1-4160-4470-3.
- DEMING, Timothy, 2012. *Peptide-Based Materials*. B.m.: Springer Science & Business Media. ISBN 978-3-642-27138-0.
- DOBSON, Mary J., 2009. *Nemoci: příběhy nejnebezpečnějších zabijáků historie*. B.m.: Slovart. ISBN 978-80-7391-292-5.
- DURAND, R., S. BOUVRESSE, Z. BERDJANE, A. IZRI, O. CHOSIDOW a J. M. CLARK, 2012. Insecticide resistance in head lice: clinical, parasitological and genetic aspects. *Clinical Microbiology and Infection* [online]. 18(4), 338–344. ISSN 1198-743X. Dostupné z: [doi:10.1111/j.1469-0691.2012.03806.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2012.03806.x)

- ELLIOTT, David E. a Joel V. WEINSTOCK, 2012. Helminth–host immunological interactions: prevention and control of immune-mediated diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. 1247(1), 83–96. ISSN 1749-6632. Dostupné z: doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06292.x
- ELLIS, Harold, 2006. Sir David Bruce, a pioneer of tropical medicine. *British Journal of Hospital Medicine (London, England: 2005)* [online]. 67(3), 158. ISSN 1750-8460. Dostupné z: doi:10.12968/hmed.2006.67.3.20624
- ELSON, Gary a Oliver LUCANUS, 2003. *Catfish: Everything about Natural History, Purchase, Health Care, Breeding, and Species Identification*. B.m.: Barron's Educational Series. ISBN 978-0-7641-2397-9.
- ELVIN, Christopher M., Andrew G. CARR, Mickey G. HUSON, Jane M. MAXWELL, Roger D. PEARSON, Tony VUOCOLO, Nancy E. LIYOU, Darren C. C. WONG, David J. MERRITT a Nicholas E. DIXON, 2005. Synthesis and properties of crosslinked recombinant pro-resilin. *Nature* [online]. 437(7061), nature04085. ISSN 1476-4687. Dostupné z: doi:10.1038/nature04085
- FLEGR, Jaroslav, 1993. *Evoluční biologie: Mechanismy mikroevoluce*. B.m.: Karolinum. ISBN 978-80-7184-169-2.
- FLEGR, Jaroslav, 2006. *Zamrzlá evoluce, aneb, Je to jinak, pane Darwin*. B.m.: Academia. ISBN 978-80-200-1453-5.
- FOREJTEK, Pavel, RAJSKÝ, D., VODŇANSKÝ, M. a RAJSKÝ, M., 2013. *Zdravotní problematika zvěře: příručka pro mysliveckou praxi*. Brno: Středoevropský institut ekologie zvěře : Institut ekologie zvěře VFU Brno. ISBN 80-7305-652-6.
- FOREYT, W.J., 2001. *Parasitology: reference manual*. 5. ed. Ames: Blackwell Publ.: Iowa State University Press. ISBN 0-8138-2419-2.
- FÖRSTL, Miroslav, 2002. Aeskulapova hůl. *Vesmír* [online]. 81(611) [vid. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://casopis.vesmir.cz/clanek/aeskulapova-hul>
- FÖRSTL, Miroslav, 2003. *Praktický atlas lékařské parazitologie* [online] [vid. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://www.medvik.cz/link/MED00109904>
- GILLESPIE, Stephen H. a Kathleen B. BAMFORD, 2003. *Medical Microbiology and Infection At a Glance*. 2. vyd. Malden, Mass.: Blackwell Publishers. ISBN 978-1-4051-1173-7.
- GORDON, Richard, Růžena LOULOVÁ a Michal HOUBA, 1995. *Podivuhodné dějiny lékařství*. Praha: Melantrich. ISBN 978-80-7023-208-8.
- GULLAN, P. J. a P. S. CRANSTON, 2004. *The Insects: An Outline of Entomology*. B.m.: Wiley. ISBN 978-1-4051-1113-3.
- HERATY, John M., Roger A. BURKS, Astrid CRUAUD, Gary A. P. GIBSON, Johan LILJEBLAD, James MUNRO, Jean-Yves RASPLUS, Gerard DELVARE, Peter JANŠTA, Alex GUMOVSKY, John HUBER, James B. WOOLLEY, Lars KROGMANN, Steve HEYDON, Andrew POLASZEK, Stefan SCHMIDT, D. Chris DARLING, Michael W. GATES, Jason MOTTERN, Elizabeth MURRAY, Ana DAL MOLIN, Serguei TRIAPITSYN, Hannes BAUR, John D. PINTO, Simon VAN NOORT, Jeremiah GEORGE a Matthew YODER, 2013. A phylogenetic analysis of the megadiverse Chalcidoidea (Hymenoptera). *Cladistics* [online]. 29(5), 466–542. ISSN 1096-0031. Dostupné z: doi:10.1111/cla.12006

- HERMS, William Brodbeck, 1915. *Medical and veterinary entomology : a text book for use in schools and colleges, as well as a handbook for the use of physicians, veterinarians and public health officials* [online]. B.m.: New York : Macmillan [vid. 2017-11-20]. Dostupné z: <http://archive.org/details/cu31924021960723>
- HOROBIN, AJ, Kevin SHAKESHEFF, S WOODROW a David PRITCHARD, 2003. Maggots and wound healing: the effects of *Lucilia sericata* larval secretions upon human dermal fibroblasts. *Eur Cells Mater.* 6.
- CHEKCHAK, T., J.-L. CHAPUIS, B. PISANU a P. BOUSSÈS, 2000. Introduction of the rabbit flea, *Spilopsyllus cuniculi* (Dale), to a subantarctic island (Kerguelen Archipelago) and its assessment as a vector of myxomatosis. *PestSmart Connect.* 27(1), 91–101.
- CHLUMOVÁ, Kateřina, 2015. *Běžní endoparaziti u lovné zvěře a hospodářských zvířat.* 2015. B.m.: Univerzita Karlova v Praze.
- JACOBS, Dennis, Mark FOX, Lynda GIBBONS a Carlos HERMOSILLA, 2015. *Principles of Veterinary Parasitology.* B.m.: John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-67042-2.
- JAENICKE, L., 2001. Stanislaus von Prowazek (1875-1915)--prodigy between working bench and coffee house. *Protist* [online]. 152(2), 157–166. ISSN 1434-4610. Dostupné z: doi:10.1078/1434-4610-00054
- JAY, V., 2000. Sir Patrick Manson. Father of tropical medicine. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine* [online]. 124(11), 1594–1595. ISSN 0003-9985. Dostupné z: doi:10.1043/0003-9985(2000)124<1594:SPM>2.0.CO;2
- JELÍNEK, J. a V. ZICHÁČEK, 2007. *Biologie pro gymnázia (teoretická a praktická část).* 9. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. ISBN 978-80-7182-213-4.
- JORDAN, Kyle K. a Susan C. JONES, 2007. *Bat Bugs* [online]. 22. září 2007. B.m.: Ohio State University. [vid. 2017-10-31]. Dostupné z: <https://archive.is/20071001163006/http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/2000/2105a.html>
- JURÁŠEK, V. a P. DUBINSKÝ, 1993. *Veterinární parazitologie.* Bratislava: Příroda. ISBN 978-80-07-00603-4.
- LEHANE, M. J., 2005. *The Biology of Blood-Sucking in Insects.* B.m.: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-83608-1.
- LETKOVÁ, V., A. KOČIŠOVÁ a M. GOLDOVÁ, 2010. *Základy helmintologie.* Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach. ISBN 978-80-8077-220-8.
- LEWIS, E. E., J. F. CAMPBELL a M. V. K. SUKHDEO, 2002. *The Behavioural Ecology of Parasites.* B.m.: CABI. ISBN 978-0-85199-754-4.
- LI, Linqing, Atsushi MAHARA, Zhixiang TONG, Eric A. LEVENSON, Christopher L. MCGANN, Xinqiao JIA, Tetsuji YAMAOKA a Kristi L. KIICK, 2016. Recombinant Resilin-Based Bioelastomers for Regenerative Medicine Applications. *Advanced Healthcare Materials* [online]. 5(2), 266–275. ISSN 2192-2659. Dostupné z: doi:10.1002/adhm.201500411
- MACEK, Jan, 2010. *Blanokřídli České republiky.* B.m.: Academia. ISBN 978-80-200-1890-8.
- MARQUARDT, William C. a Boris C. KONDRATIEFF, 2005. *Biology of Disease Vectors.* B.m.: Elsevier Academic Press. ISBN 978-0-12-473276-6.

- MULLEN, Gary R. a Lance A. DURDEN, 2009. *Medical and Veterinary Entomology*. B.m.: Academic Press. ISBN 978-0-08-091969-0.
- NEZVALOVÁ, M., 2014. Paraziti jsou naši přátelé, říká vědec, který snědl vajíčka tasemnice. *iDNES.cz* [online] [vid. 2015-02-06]. Dostupné z: http://budejovice.idnes.cz/julius-lukes-reditel-parazitologicky-ustav-ceske-budejovice-pty-/budejovice-zpravy.aspx?c=A141206_2122237_budejovice-zpravy_mbe
- NONVEILLER, Guido a Francisco J. SUAREZ, 1990. *Catalogue of the Mutillidae, Myrmosidae and Bradynobaenidae of the Neotropical Region Including Mexico (Insecta: Hymenoptera)*. B.m.: SPB Academic Publishing. ISBN 978-90-5103-048-8.
- NYE, Edwin R., 2002. Alphonse Laveran (1845-1922): discoverer of the malarial parasite and Nobel laureate, 1907. *Journal of Medical Biography* [online]. 10(2), 81–87. ISSN 0967-7720. Dostupné z: doi:10.1177/096777200201000205
- OLIVER, AJ a SH WHEELER, 1985. The European Rabbit Flea, *Spilopsyllus Cuniculi*, in South-Western Australia. *Wildlife Research - WILDLIFE RES* [online]. 12. Dostupné z: doi:10.1071/WR9850227
- PAPÁČEK, Miroslav, Vlasta MATĚNOVÁ, Josef MATĚNA a Tomáš SOLDÁN, 2000. *Zoologie*. B.m.: Scientia. ISBN 978-80-7183-203-4.
- PECH, Pavel, 2008. Jak na sobě naši mravenci sociálně parazitují. *Živa*. 2008(6/2008), 271–273.
- PETERS, Wallace a Geoffrey PASVOL, 2007. *Atlas of Tropical Medicine and Parasitology*. B.m.: Elsevier Health Sciences. ISBN 978-0-323-04364-9.
- PILGRIM, Erik M., Carol D. VON DOHLEN a James P. PITTS, 2008. Molecular phylogenetics of Vespoidea indicate paraphyly of the superfamily and novel relationships of its component families and subfamilies. *Zoologica Scripta* [online]. 37(5), 539–560. ISSN 03003256, 14636409. Dostupné z: doi:10.1111/j.1463-6409.2008.00340.x
- REDI, Francesco, 1988. *Francesco Redi on Vipers*. B.m.: Brill Archive. ISBN 978-90-04-08948-8.
- REINHARDT, Klaus a Michael T. SIVA-JOTHY, 2007. Biology of the bed bugs (Cimicidae). *Annual Review of Entomology* [online]. 52, 351–374. ISSN 0066-4170. Dostupné z: doi:10.1146/annurev.ento.52.040306.133913
- ROSYPAL, Stanislav a KOLEKTIV AUTORŮ, 2007. *Nový přehled biologie* [online]. B.m.: Scientia [vid. 2017-04-15]. ISBN 978-80-86960-23-4. Dostupné z: <http://www.martinus.cz/?uItem=87062>
- ŘEHULKOVÁ, 2011a. Členovci. In: [online]. Masarykova univerzita Brno. [vid. 2017-10-30]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/1431/podzim2011/Bi7450>
- ŘEHULKOVÁ, E., 2011b. Cestoda. In: [online]. Masarykova univerzita Brno. [vid. 2014-09-10]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/1431/podzim2010/Bi7450/>
- ŘEHULKOVÁ, E., 2011c. Plathelminthes. In: [online]. B.m. [vid. 2017-10-30]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/1431/podzim2011/Bi7450>
- ŘEHULKOVÁ, E., 2011d. Trematoda. In: [online]. Masarykova univerzita Brno. [vid. 2017-10-30]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/1431/podzim2011/Bi7450>

- SANDBORN, W. J., D. E. ELLIOTT, J. WEINSTOCK, R. W. SUMMERS, A. LANDRY-WHEELER, N. SILVER, M. D. HARNETT a S. B. HANAUER, 2013. Randomised clinical trial: the safety and tolerability of *Trichuris suis* ova in patients with Crohn's disease. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics* [online]. 38(3), 255–263. ISSN 1365-2036. Dostupné z: doi:10.1111/apt.12366
- SUMMERS, Robert W., David E. ELLIOTT, Khurram QADIR, Joseph F. URBAN, Robin THOMPSON a Joel V. WEINSTOCK, 2003. *Trichuris suis* seems to be safe and possibly effective in the treatment of inflammatory bowel disease. *The American Journal of Gastroenterology* [online]. 98(9), 2034–2041. ISSN 0002-9270. Dostupné z: doi:10.1111/j.1572-0241.2003.07660.x
- SVENSSON, Lars, 2012. *Ptáci Evropy, severní Afriky a Blízkého východu*. B.m.: Ševčík. ISBN 978-80-7291-224-7.
- TÁBORSKÝ, Karel, 1961. *Muzejní práce, metodika zoologických prací v muzeích*. B.m.: Kabinet muzejní a vlastivědné práce při Národním muzeu v Praze.
- TILP, Cornelia, Vishal KAPUR, Will LOGING a Klaus J. ERB, 2013. Prerequisites for the pharmaceutical industry to develop and commercialise helminths and helminth-derived product therapy. *International Journal for Parasitology* [online]. 43(3), Translatability of Helminth Therapy, 319–325. ISSN 0020-7519. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijpara.2012.12.003
- TYLER, Kevin M. a Michael A. MILES, 2002. *American Trypanosomiasis*. B.m.: Springer Science & Business Media. ISBN 978-1-4020-7323-6.
- ULLMANN, Agnes, 2011. Pasteur–Koch: Distinctive Ways of Thinking about Infectious Diseases. *Microbe magazine*. 2(8), 383–387.
- VANČATA, Václav, 2002. *Primatologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze. ISBN 80-7290-093-5.
- VESELOVSKÝ, Zdeněk, 2005. *Etologie: biologie chování zvířat*. B.m.: Academia. ISBN 978-80-200-1331-6.
- VOLF, P., P. HORÁK a ET AL., 2007. *Paraziti a jejich biologie*. Vyd. 1. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-008-9.
- VOTÝPKA, Jan, Vlado. VARGA, Michal. VARGA a ÚSTŘEDNÍ KOMISE BIOLOGICKÉ OLYMPIÁDY., 2003. *Parazitismus: přípravný text kategorie A, B : (vhodné též jako doplňující učební text pro střední školy)*. Praha: Institut dětí a mládeže Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy. ISBN 80-86784-01-0.
- VYMAZALOVÁ, Hana, Eugen STROUHAL a Břetislav VACHALA, 2010. *Lékařství starých Egyptů I*. B.m.: Academia. ISBN 978-80-200-1865-6.
- WEINSTOCK, J.V. a D.E. ELLIOTT, 2013. Translatability of helminth therapy in inflammatory bowel diseases. *International Journal for Parasitology* [online]. 43(3–4), Translatability of Helminth Therapy, 245–251. ISSN 0020-7519. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijpara.2012.10.016
- ZAHRADNÍK, Jirí a František SEVERA, 2015. *Hmyz* [online]. B.m.: AVENTINUM s.r.o. [vid. 2017-11-08]. ISBN 978-80-7442-051-1. Dostupné z: <https://www.kosmas.cz/knihy/207071/hmyz/>
- ZIMMER, Carl, 2005. *Vládce parazit*. B.m.: Paseka. ISBN 80-7185-685-1.

ŽDÁREK, Jan, 1997. *Hmyzí státy*. B.m.: Ústav organické chemie a biochemie Akademie věd ČR. ISBN 978-80-902130-7-4.

ŽDÁRSKÁ, Z a J NEBESÁŘOVÁ, 2005. Transmission electron microscopy of the scolex and neck microtriches of *Silurotaenia siluri* (Batsch, 1786) (Cestoda: Proteocephalidea). *Parasitol Res Parasitology Research*. 97(2), 98–102. ISSN 0932-0113.

10 Seznam obrázků

Obrázek 1: *Aspidogaster limacoides*

Obrázek 2: Miracidium

Obrázek 3: Životní cyklus dvou druhů motolic z čeledi Fasciolidae.

Obrázek 4: Základní organizace těla tasemnice

Obrázek 5: Přichycovací orgány tasemnic

Obrázek 6: Červok kapří

Obrázek 7: Červok kapří zanořen v kůži ryby.

Obrázek 8: Pohled na kapřivce zesponu.

Obrázek 9: Jazyčnatka tasemnicová (kresba)

Obrázek 10: Jazyčnatka tasemnicová

Obrázek 11: Klíšťák holubí

Obrázek 12: Ústní ústrojí klíšťatovitých

Obrázek 13: Vyčkávající klíšťe

Obrázek 14: Nenasáta samička *Ixodes ricinus*

Obrázek 15: Nasáta samička *Ixodes ricinus*

Obrázek 16: Kleštík včelí

Obrázek 17: Čmelík kuří

Obrázek 18: Trudník tukový

Obrázek 19: Sametka podzimní

Obrázek 20: Samička a sameček vši dětské

Obrázek 21: Končetina s drápkem a palcovitým výběžkem.

Obrázek 22: Hnida – vajíčko vši

Obrázek 23: Veš muňka

- Obrázek 24: Porovnání velikostí a stavby těla vši šatní, hlavové a muňky.
- Obrázek 25: Všenka rodu *Bovicola*
- Obrázek 26: Štěnice domácí
- Obrázek 27: Blecha obecná
- Obrázek 28: Blecha písečná
- Obrázek 29: Muchnička
- Obrázek 30: Ovád bzučivý
- Obrázek 31: Kloš ovčí
- Obrázek 32: Larvy střečků v žaludku hostitele.
- Obrázek 33: Životní cyklus střečka nosního.
- Obrázek 34: Konzervace blech v 70% alkoholu.
- Obrázek 35: Vnitřnosti daňka obecného připraveny k prospekci.
- Obrázek 36: Prospekce vnitřností orebic
- Obrázek 37: Vnitřnosti divokého prasete připraveny k prospekci.
- Obrázek 38: Odbarvené chobotnatky rybí v ethanolu
- Obrázek 39: Proces prosvětlování
- Obrázek 40: Příprava borax-karmínu
- Obrázek 41: Proces obarvování škrkavek v borax-karmínu.
- Obrázek 42: Vzestupná alkoholová řada zakončená xylénem a následné uzavírání do kanadského balzámu
- Obrázek 43: Klíště uzavřené v kanadském balzámu
- Obrázek 44: Klíště v glycerol-želatině
- Obrázek 45: Amannův laktofenol připravený autorkou
- Obrázek 46: Kloš v 5ml nádobce zesponu

Obrázek 47: Kloš v 5ml nádobce ze shora

Obrázek 48: Larva střecha v 5ml nádobce.

Obrázek 49: Potřeby k sestavení smart mikroskopu

Obrázek 50: Smart mikroskop

Obrázek 51: Blecha ve smart mikroskopu

Obrázek 52: Blecha obecná focená smart mikroskopem

Obrázek 53: Blecha obecná focena žákovským mikroskopem

Obrázek 54: Klíště foceno smart mikroskopem

Obrázek 55: Klíště foceno žákovským mikroskopem

Obrázek 56: Poslední, oplozený článek tasemnice – foceno smart mikroskopem

Obrázek 57: Tentýž článek focen žákovským mikroskopem

Obrázek 58: Veš dětská focena smart mikroskopem

Obrázek 59: Veš focena žákovským mikroskopem

Obrázek 60: Štenice domácí focena smart mikroskopem

Obrázek 61: Štěnice focena žákovským mikroskopem – hlavička

Obrázek 62: Štěnice focena žákovským mikroskopem – zadeček