

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta



Mnohobuněční paraziti akvarijských ryb
Symphysodon aequifasciatus

a

životní cyklus invazní tasemnice *Schyzocotyle*
acheilognathi

Bakalářská práce

Miroslava Čenková

Školitel: doc. RNDr. Roman Kuchta, Ph.D.

České Budějovice 2019

Bakalářská diplomová práce

Čenková M. 2019: Mnohobuněční paraziti akvarijních ryb *Symphysodon aequifasciatus* a životní cyklus invazní tasemnice *Schyzocotyle acheilognathi*. [Multicellular parasites of freshwater fish *Symphysodon aequifasciatus* and the life-cycle of the invasive tapeworm *Schyzocotyle acheilognathi*.] Bc. Thesis, in Czech – 48 pp., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

A review of the metazoan parasites of the blue discus (*Symphysodon aequifasciatus*) is presented. A total of 4 species of metazoan parasites have been reported from this important ornamental fish. The life-cycle of the Asian fish tapeworm *Schyzocotyle acheilognathi* (Yamaguti, 1934), which is an invasive species distributed globally, was studied under experimental conditions, using the blue discus as the definitive host.

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním svého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu své kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, dne 17. 4. 2019

.....

Miroslava Čenková

Poděkování

Především bych ráda poděkovala svému školiteli Romanu Kuchtovi za odborné vedení, ale také za trpělivost, ochotu a cenné rady při psaní mé bakalářské práce a práce v laboratoři. Dále bych ráda poděkovala Tomáši Scholzovi za pomoc, rady a poskytnutí materiálů. Děkuji také Petru Horákovi za poskytnutí ryb. V neposlední řadě můj velký dík patří Martině Borovkové za laskavou péči o ryby v mé nepřítomnosti a Carlosovi Mendoza-Palmero, který mne naučil kreslit monogenea. Děkuji také celé laboratoři helmintologie za podporu.

Obsah

1. ÚVOD.....	1
1.1. Parazitismus.....	1
1.2. Invazní organismy	2
1.3. Invazivní paraziti ryb.....	3
1.4. Mnohobuněční paraziti ryb.....	3
1.5. Akvarijní ryby	7
1.5.1. Akvarijní ryby rodu <i>Symphysodon</i> (Actinopterygii: Cichlidae).....	9
1.5.1.1. <i>Symphysodon aequifasciatus</i> Pellegrin, 1904.....	10
2. CÍLE PRÁCE	12
3. MATERIÁL A METODIKA	13
3.1. Studium parazitů terčovců zelených (<i>S. aequifasciatus</i>).....	13
3.2. Studium životního cyklu <i>S. acheilognathi</i>	15
4. VÝSLEDKY.....	18
4.1. Mnohobuněční parazité nalezení v chovu <i>Symphysodon aequifasciatus</i>	18
4.1.1. <i>Schyzocotyle acheilognathi</i> (Yamaguti, 1934) (Cestoda: Bothriocephalidea)	20
4.1.2. <i>Capillaria (Neocapillaria) pterophylli</i> Heinze, 1933 (Nematoda: Pharyngodonidae).....	24
4.1.3. <i>Ichthyouris bursata</i> Moravec a Prouza, 1995 (Nematoda: Pharyngodonidae) ...	27
4.1.4. <i>Sciadicleithrum variabilum</i> (Mizelle a Kritsky, 1969) (Monopisthocotylea: Dactylogyridae)	29
4.2. Vývojový cyklus tasemnice <i>Schyzocotyle acheilognathi</i> získaných ze <i>Symphysodon aequifasciatus</i>	31
5. DISKUSE	33
5.1. Parazitofauna ryb rodu <i>Symphysodon</i>	33
5.2. Vývojový cyklus tasemnice <i>Schyzocotyle acheilognathi</i>	38
6. ZÁVĚR.....	41
7. LITERATURA	42

1. ÚVOD

1.1. Parazitismus

Parazitismus je jednou z nejrozšířenějších životních strategií mezi organismy a v průběhu evoluce vznikl několikrát nezávisle u různých skupin organismů (Rohde 2005). Jedná se o vztah mezi dvěma organismy ve prospěch jednoho z partnerů (parazita), na úkor druhého (hostitele). Parazit je organismus metabolicky závislý na svém hostiteli, ale v některých případech může mít i pozitivní vliv na svého hostitele. Například někteří helminti mají prokazatelně pozitivní vliv na potlačení autoimunitních poruch, jako je například astma či Crohnova choroba u lidí (Lukeš a kol. 2014).

Pokud parazit přežívá na povrchu svého hostitele, jedná se o ektoparazita; v případě, že přebývá uvnitř hostitele, jde o endoparazita. Většina parazitů je obligátních, to znamená, že vždy potřebují k dokončení svého vývojového cyklu hostitele, přičemž některá stadia parazita mohou být i volně žijící, jako například cercárie motolic (Volf a kol. 2007).

Hostitel, ve kterém probíhá pohlavní rozmnožování parazita (vznik zygoty), je označován za definitivního hostitele, zatímco mezihostitel je organismus, který je nezbytný pro vývoj parazita, a může u něj docházet i k nepohlavnímu množení, jako například u zimničky (*Plasmodium* spp.), jejímž mezihostitelem jsou zejména savci včetně člověka, u kterých může způsobovat závažné onemocnění – malárii. Vztah mezi parazitem a jeho hostitelem je výsledek dlouhého soužití v průběhu evoluce. V případě, že parazit infikuje hostitele, který není součástí jeho životního cyklu, a je schopen v něm dlouhodobě přežít, jedná se o náhodného, či postcyklického hostitele (Volf a kol. 2007).

Hostitelská specifita představuje schopnost parazita žít na nebo v určitém hostitelském druhu a je vyjádřena množstvím hostitelských druhů, u kterých může daný druh parazita existovat (Whitfield 1979). Paraziti, kteří jsou schopni nakazit více vzájemně nepříbuzných druhů na úrovni definitivního hostitele, mají nízkou hostitelskou specifitu a jsou označováni jako euryxenní. Naopak paraziti schopni parazitovat pouze na jednom druhu hostitele se nazývají oioxenní. Hostitelská specifita tak představuje množství druhů, které je parazit schopen využít jako své definitivní hostitele (Caira a kol. 2003).

Paraziti zahrnují zástupce téměř všech vývojových linií eukaryotních organismů, ale v této práci se budeme zabývat pouze mnohobuněčnými parazity ryb.

1.2. Invazní organismy

Vlivem intenzivní lidské činnosti dochází ke stírání přirozených bariér, které dříve rozdělovaly ekosystém na jednotlivé ekologické oblasti. Tato globalizace světa má za následek záměrné, ale také nechtěné, šíření organismů do nových oblastí, kde se přirozeně dané druhy nevyskytují. Většina zavlečených druhů není schopna na novém území přežít, zatímco jiné druhy se dokážou přizpůsobit novým podmínkám a začnou se i množit. Mezi invazní organismy řadíme jak volně žijících druhy, tak parazitické (Votýpka a Modrý 2018). Nově přichozí organismy mohou představovat hrozbu pro druhy původní, jako například dnes už celosvětově rozšířená želva nádherná *Trachemys scripta* (Tunber in Schoepff, 1792), která pochází z USA a Mexika. Od 80. let 20. století je známá i z volné přírody v České a Slovenské republice, kde představuje potravního a stanovištního konkurenta pro původní druh – želvu bahenní *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) (Mlíkovský a Stýblo 2006).

Kromě problému s vytlačováním původních druhů, představují invazivní organismy hrozbu zavlečení různých patogenů. Zatímco v původní oblasti mohou pro organismy představovat neškodné komenzály, na novém území může být patogen extrémně nebezpečný pro původní organismy (Votýpka a Modrý 2018). Jako příklad může sloužit zavlečení amerických raků, zejména raka signálního *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), do naší krajiny. Spolu s těmito raky došlo k zavlečení račího moru, *Aphanomyces astaci* Schikora, 1906 (Oomycetes: Saprolegniaceae), vůči kterému jsou američtí raci rezistentní, zatímco na naše původní raky – raka kamenáče *Austropotamobius torrentium* (Schränk, 1803) a raka říčního *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) má devastující účinky (Martín-Torrijos a kol. 2017). Vlivem invaze různých druhů parazitů do nových oblastí může docházet k hlubokým zásahům do celkového fungování původních ekosystémů (Votýpka a Modrý 2018).

Faktorů ovlivňující úspěšnost parazita osídlit nové území je několik (Kennedy 1994). Podle MacArthura a Wilsona (1967) patří mezi nejdůležitější aspekty úspěšné kolonizace nového území zejména (i) dobrá schopnost šíření hostitele, a tím i jeho parazita, v nejlepším případě do nového prostředí s podobnými biotickými i abiotickými

podmínkami, dále (ii) vysoká schopnost rozmnožování, se kterou úzce souvisí výskyt hermafroditismu a asexuálního množení (Kennedy 1994).

Významnou roli sehrává složitost životního cyklu parazita. Paraziti s přímým životním cyklem, jako například invazivní hlístice jelenovitých *Ashworthius sidemi* Schulz, 1933 (Nematoda: Trichostrongylidae) pocházející z Asie, mají dobré předpoklady kolonizovat nová území. Není to však pravidlo, poněvadž i paraziti s nepřímými cykly jsou úspěšnými invazními parazity, jako například motolice *Fascioloides magna* (Bassi, 1875) (Trematoda: Fasciolidae) u jelenovitých, či tasemnice *Schyzocotyle acheilognathi* (Yamaguti, 1934) (Cestoda: Bothriocephalidae) u sladkovodních ryb (Kuchta a kol. 2018, Vadlejš a kol. 2018). Proto jsou existují i další faktory, které ovlivňují invazeschopnost některých parazitů.

1.3. Invazivní paraziti ryb

Z invazních mnohobuněčných parazitů ryb je jedním z nejvýznamnějších a dnes nejrozšířenějších tasemnice sladkovodních ryb *Schyzocotyle acheilognathi*, která v průběhu posledního půl století byla zachycena téměř na všech kontinentech (Kuchta a kol. 2018).

1.4. Mnohobuněční paraziti ryb

Ryby, stejně jako ostatní obratlovci, jsou hostiteli mnoha parazitů, a to jako definitivní hostitelé, tak i mezihostitelé (Williams a Jones 1994, Thatcher 2006). Skupina **Neodermata** (Lophotrochozoa: Platyhelminthes) se vyznačuje přítomností povrchu zvaného tegument, či syncytiální neodermis. Ten vzniká při přeměně prvního larválního stádia na další vývojové (parazitické) stádium (Volf a kol. 2007). Mezi Neodermata patří tasemnice (Cestoda), motolice (Trematoda) a žábrohlisti (Monogenea). Další významnou skupinou parazitů ryb jsou **hlístice** (Nematoda) patřící mezi Ecdysozoa a **vrtejší** (Acantocephala) patřící mezi Syndermata. Z ektoparazitů jsou dále významní především parazitičtí **korýši** (Crustacea: Ecdysozoa) a **pijavky** (Hirudinea) patřící mezi kroužkovce (Lophotrochozoa: Anellida).

Tasemnice jsou početnou skupinou obligátních parazitů trávicí soustavy obratlovců. Stavba jejich těla je přizpůsobena parazitickému způsobu života a rozděluje se na (i) hlavičku (skolex), která může být vybavena nejrůznějšími přichycovacími orgány (kruhové přísavky, přísavné rýhy – botrie, háčky, chobotek s háčky – rostelum), (ii) krček (proliferativní zóna), který u některých tasemnic může chybět a (iii) vlastní tělo (strobila), které se většinou skládá z opakujících se proglotid. Pro tasemnice je charakteristická úplná redukce trávicí soustavy. Povrch těla je pokryt tegumentem s početnými mikroskopickými výběžky (tzv. mikrotrichy), které zvětšují povrch a pomáhají zejména k příjmu živin. Živiny jsou tak přijímány celým povrchem těla. Další adaptací je velmi dobře vyvinutá rozmnožovací soustava, kde jednotlivé proglotidy obsahují vlastní pohlavní orgány za účelem maximalizace produkce vajíček. Většina zástupců tasemnic jsou hermafroditi, výjimečně gonochoristé (zástupci čeledi Dioecocestidae a Dioecotaeniidae). Vývoj je ve většině případů nepřímý, výjimkou je například tasemnice *Archigetes sieboldi* Leuckart, 1878 (Caryophyllidea) nebo *Rodentolepis nana* (von Siebold, 1852) (Cyclophyllidea), jejichž vývojové cykly mohou proběhnout jen v jednom hostiteli. Tasemnice můžeme rozdělit na dvě malé bazální skupiny Gyrocotylidea a Amphilinidea a na tzv. pravé tasemnice – Eucestoda, které se dále dělí na 17 řádů (Caira a Jensen 2017).

Motolice jsou v dospělosti parazity převážně obratlovců, přičemž měkkýši (Mollusca), popřípadě vzácně kroužkovci (Polychaeta), slouží jako první mezihostitelé. Tělo motolic je dorsoventrálně zploštěné, oválné až kopinaté, povrch tvoří tegument a obvykle je vybaven dvěma přísavkami sloužícími k přichycování, jejichž umístění a počet se u jednotlivých skupin liší (Roberts a Janovy 2005). Tvar a velikost těla jsou velice variabilní v rozmezí od několika mikrometrů až po několik centimetrů. Například velikost dospělé motolice *Fasciola gigantica* Cobbold, 1855 může dosahovat až 10 cm. Motolice jsou hermafroditi, s výjimkou čeledi Schistosomatidae, u které se také vyskytuje výrazný pohlavní dimorfismus, a některých zástupců čeledi Didymozoidae. Motolice jsou charakteristické svými složitými životními cykly, které zahrnují jednoho až čtyři hostitele. Z vajíčka se líhne obrvená larva (miracidium), která proniká do těla prvního mezihostitele (měkkýše). V něm dochází asexuálním množением ke vzniku larválních stádií – sporocyst a většinou i redií. Výsledným stádiem je larva (cerkárie), která opouští tělo měkkýše, většinou ve vnějším vodním prostředí, často s pomocí charakteristického ocásku, aktivně plave a aktivně (penetrací) nebo pasivně (pozřením) proniká do dalšího hostitele. Tvar a morfologie cercárie se podle jednotlivých zástupců liší. U některých zástupců je cercárie

infekční pro definitivního hostitele, jako například u krevniček (Schistosomatidae), kde cercárie aktivně proniká do definitivního hostitele pokožkou; jedná se tak o dvouhostitelský cyklus. V případě tříhostitelského cyklu cercárie proniká do druhého hostitele (bezobratlý i obratlovci), ve kterém se encystuje v další vývojové stádium zvané metacercárie. Toto stádium se po pozření definitivním hostitelem excystuje a vyvíjí se v dospělce (např. čeled' Echinostomatidae) (Roberts a Janovy 2005). U některých skupin (Dicrocoeliidae, Fasciolidae) se cercárie encystují ve vnějším prostředí, nejčastěji na rostlinném podkladu a vytváří tzv. adoleskarii, která čeká na pozření vhodným mezihostitelem či definitivním hostitelem. Třída motolic tvoří dvě vývojové linie. První skupinou je podtřída Aspidogastrea parazitující u sladkovodních i mořských měkkýšů, žraloků, ryb a želv. Většina zástupců patří do podtřídy Digenea, která zahrnuje 2 řády (Olson a kol. 2003).

Žábrolísti (Monogenea) patří mezi nejmenší mnohobuněčné parazity s průměrnou velikostí kolem 1 mm, ale někteří zástupci dosahují i několika cm. Převážná část žábrolístů jsou ektoparaziti žaber a povrchu ryb, ale někteří zástupci se specializovali také na paryby, obojživelníky, plazy (želvy), bezobratlé (hlavonožce, korýše) a jeden zástupce je znám dokonce z očního vaku hrochů (Tinsley 2013). Nejvýznamnějším morfologickým determinačním znakem monogeneí je přichycovací orgán (haptor), nacházející se v zadní části těla. Je tvořen sklerotizovanými útvary (háčky, destičky) nebo svorkami (clamps), ale mohou být přítomny také různé přísavky nebo přídavné disky (Thatcher 2006). Hlavová část zvaná prohaptor obsahuje kromě ústního otvoru také vyústění hlavových žláz produkujících sekret, které napomáhají k přichycení na hostitele. Žábrolísti jsou hermafroditi a jejich vývojový cyklus je zpravidla přímý (Volf a kol. 2007). Žábrolísti dělíme na dvě nepříbuzné skupiny Monopisthocotylea a Polyopisthocotylea, které jsou navzájem anatomicky rozdílné. Liší se také ve způsobu výživy, což má za následek rozdílnou míru patogenity (Buchmann a Bresciani 2006). Zatímco skupina Monopisthocotylea zahrnuje zástupce parazitující převážně na povrchu těla hostitele, kde se živí epitelálními buňkami a slizem, skupina Polyopisthocotylea zahrnuje zástupce živící se krví (Buchmann a Bresciani 2006).

Hlístice jsou pravděpodobně nejpočetnější skupinou parazitů, která zahrnuje jak druhy napadající rostliny, obratlovce i bezobratlé, tak i volně žijící půdní nebo vodní zástupce. Některé skupiny hlístic jsou schopny střídát volně žijící a parazitické generace, jiné jsou čistě parazitické (Volf a kol. 2007, Schmidt-Rhaesa 2014). Délka dospělých

jedinců se může pohybovat v rozmezí několika mm až 1 m. Jejich tělo je nesegmentované, protáhlé až vlasovité, válcovité s kulovitým průřezem, zužující se na obou koncích. Povrch těla je pokrytý silnou, elastickou kutikulou, která může mít, v závislosti na životní strategii jednotlivých skupin, různou podobu (záhyby, rýhy, štětiny). Jedná se o gonochoristy s výrazným pohlavním dimorfismem. Samci jsou zpravidla menší než samice a jejich kaudální část bývá přeměněna v kopulační burzu (*bursa copulatrix*). Mezi další pomocné kopulační orgány typické pro samce patří spikuly, sklerotizované párové jehlicovité útvary, nebo gubernákulum, podílející se na správném pohybu spikul během kopulace. Vývojový cyklus hlístic může být přímý i nepřímý a obvykle probíhá přes 4 larvální stádia (L1–L4), vzájemně oddělená svlékáním a tvorbou nové kutikuly (Volf a kol. 2007). Parazitismus u hlístic vznikl nejméně čtyřikrát nezávisle z volně žijících linií (Smythe a kol. 2006). Podle nejnovějších fylogenetických analýz jsou hlístice rozděleny do tří hlavních skupin – Enoplia, Chromadoria a Dorylaimia (Blaxter a Koutsovoulos 2015).

Vrtejši v dospělosti parazitují výhradně ve střevě obratlovců, a to zejména ryb a ptáků. Tělo je válcovitého tvaru, bělavé až krémové barvy a jeho velikost se pohybuje od 1 mm až do více než 60 cm. Charakteristickým orgánem je zatažitelný chobotek (proboscis) opatřen háčky, který slouží k přichycení jedinců ve střevě (Volf a kol. 2007). Vzhledem k absenci trávicí soustavy je příjem živin zajištěn celým povrchem těla, který je tvořen tegumentem se speciální sítí kanálků. Všichni vrtejši jsou gonochoristi s nápadným pohlavním dimorfismem (samci jsou podstatně menší) a jejich vývojový cyklus je dvouhostitelský, zahrnující členovce jako mezihostitele. Jedná se o specializovanou skupinu viřníků (Rotifera). Vrtejši se rozdělují do 4 tříd (Goater a kol. 2014).

Korýši jsou rozsáhlá skupina převážně volně žijících vodních živočichů. Několik skupin však přešlo k parazitickému způsobu života, a to jak ektoparazitickému, tak i endoparazitickému (Volf a kol. 2007). Tělo u parazitických zástupců bývá často modifikované a redukované, čímž se značně odlišuje od volně žijících příbuzných. Povrch těla je inkrustován uhličitanem vápenatým. Na hlavě se nachází dva páry tykadel – antenuly a antény, jeden pár kusadel – mandibuly a dva páry čelistí – maxily. Tyto končetiny jsou často modifikovány k parazitickému způsobu života. Korýši jsou gonochoristi a jejich vývojový cyklus probíhá přes několik larválních stádií. Mezi nejvýznamnější ektoparazitické skupiny vyskytující se u sladkovodních ryb jsou klanonožci (Copepoda) a kapřivci (Branchiura). Klanonožci zahrnují i volně žijící zástupce a paraziticky žijí pouze samice, zatímco kapřivci zahrnují pouze parazitické zástupce, a to

jak samice, tak samce. U ryb parazitují nejčastěji na žábrech, povrchu těla a ploutvích, ale někteří klanonožci mohou pronikat hluboko do tkání. Spolehlivým znakem k rozpoznání jak parazitických, tak volně žijících samic buchaneček jsou dva vaječné vaky vycházející ze zadních tělních segmentů.

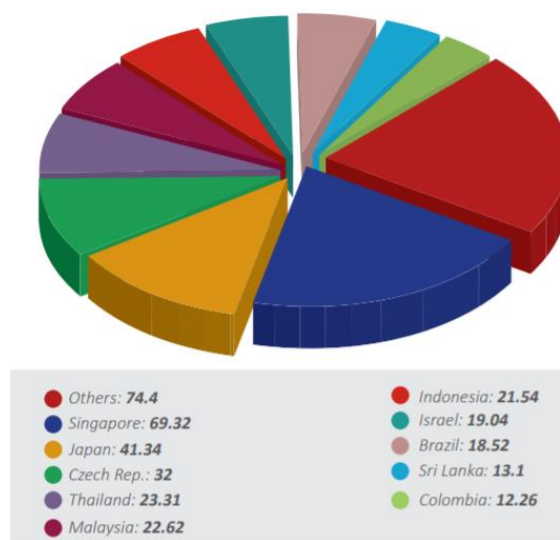
Kapřivci jsou výhradně parazitickou skupinou ryb a obojživelníků. Povrch těla pokrývá pevný karapax. Aktivní pohyb ve vodě, kromě čtyř párů dvouvětvených končetin, zajišťuje ploutvička umístěna na koncové části těla. První pár maxil je přeměněn na mohutné kruhové přísavky (v některých případech háky), sloužící k uchycení na hostitele, a pro přijímání potravy (krev a tkáňový mok) slouží ostrý ústní bodec (Volf a kol. 2007).

Pijavice jsou skupinou zahrnující ze tří čtvrtin krevsající (temporární, výjimečně permanentní) ektoparazity, zatímco zbytek zástupců se živí jako predátoři bezobratlých. Vyskytují se ve sladkých vodách i mořích, některé druhy jsou dokonce suchozemské. Povrch těla je pokryt kutikulou, která je produkcí buněk jednovrstevné epidermis během několika dní obměňována svlékáním. Tělo je z pravidla dorsoventrálně zploštělé, segmentované, obsahující na předním a zadním konci svalnaté přísavky. Přední svalnatá přísavka může obsahovat ústní otvor tvořený chitinovými čelistmi, který dále navazuje na mohutný hltan tvořící sací aparát jako u některých zástupců řádu Arhynchobdellida, nebo může obsahovat protáhlý hltan, zvaný proboscis, jako je tomu u skupiny Rhynchobdellida. Do jícnu ústí slinné žlázy, které produkují spolu se slinami biologicky aktivní vazodilatační a protisrážlivé látky jako např. hirudin. Střevo je větveno do několika výběžků, které slouží jako zásobárna krve. Pijavice jsou hermafroditi a vajíčka kladou v kokonu tvořeném látkami produkovanými opaskem na kameny nebo vegetaci ve vodě, popřípadě do vlhké půdy (Volf a kol. 2007). Dělíme je do 3 řádů: Acanthobdellida, Branchiobdellida a Arhynchobdellida (Siddall a Burreson 1998).

1.5. Akvariijní ryby

Chov akvariijních ryb je už po staletí oblíbeným koníčkem, přičemž v současnosti je rozšířen téměř po celém světě. Většina okrasných ryb pochází z tropických a subtropických oblastí. Podle studie z roku 2014 patří Singapur na první místo ve světovém exportu okrasných ryb a tvoří téměř 20 % celkového obchodu. Na druhém místě se nachází Japonsko, které drží stabilní podíl na trhu, a to zejména díky exportu kaprů koi

(*Cyprinus carpio haematopterus*). Třetí místo obsadila Česká republika a dále další země (Obr. 1) (Dey 2016).



Obr. 1: 10 největších dodavatelů akvariálních ryb v roce 2014 (v milionech dolarů) (podle Dey 2016).

Největším vývozcem akvariálních ryb do Evropy je Singapur (30 % trhu), následuje Izrael, Japonsko, Indonésie, Thajsko, Srí Lanka, Kolumbie, Čína, Vietnam a Malajsie. Dalšími významnými dodavateli sladkovodních ryb do Evropy jsou Hong Kong, Brazílie, Peru, USA, Tchaj-wan, Nigérie, Tanzanie, Indie, Burundi a Demokratická republika Kongo. Jedním z nejvýznamnějších evropských „překladišť“ ryb z Asie, Jižní Ameriky a Afriky je Česká republika, která tyto ryby dále reexportuje do dalších, zejména evropských zemí (Kalous a kol. 2015).

S rozvojem dopravy, chovatelství a akvaristiky přibývá každým rokem více chovaných druhů. Akvariální chovy zahrnují přes 2500 druhů ryb, ze kterých 60 % tvoří sladkovodní ryby, přičemž mezi nejoblíbenější patří živorodky (*Poecilia* spp.), neonky (*Paracheirodon* spp.), skaláry (*Pterophyllum* spp.), karasi (*Carassius auratus*), dánia (*Danio* spp.) a terčovci (*Symphysodon* spp.). Mořské druhy ryb jsou obecně náročnější na chov než ryby sladkovodní, a proto je i jejich cena podstatně vyšší, avšak popularita mořských akvárií ve světě roste. Největší dodavatelé mořských druhů ryb do Evropy jsou Indonésie, USA, Filipíny, Srí Lanka a Maledivy (Dey 2016).

Mezi místa s nejbohatší druhovou diverzitou sladkovodních ryb patří nepochybně Amazonie. Povodí řeky Amazonky představuje největší říční ekosystém na Zemi (7 milionů km²). Tato řeka dosahuje délky přes 7000 km a její povodí zahrnuje zejména Brazílii, ale také části Venezuely, Kolumbie, Peru a Bolívie (van der Sleen a Albert 2017).

Sezónně zaplavené lužní oblasti patří mezi druhově nejbohatší ekosystémy na Zemi. Řeka Amazonka hostí více než 4000 druhů ryb, což představuje až 25 % celkové diverzity ryb na zemi (van der Sleen a Albert 2017). V Amazonii žije také největší kostnatá ryba *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) dorůstající až 3 metry (van der Sleen a Albert 2017). Pravidelné roční stoupání a klesání vodní hladiny, s rozmezím 6–12 metrů, vystavuje organismy extrémním výkyvům v dostupnosti potravy a úkrytu, množství predátorů, parazitů a fyzikálně-chemickým vlastnostem vody, jako je například množství rozpuštěného kyslíku (Crampton 2008).

1.5.1. Akvariijní ryby rodu *Symphysodon* (Actinopterygii: Cichlidae)

Rod *Symphysodon* patří mezi nejoblíbenější okrasné ryby, a to zejména díky pestrobarevné škále zbarvení, nezvyklému diskovitému tvaru těla a způsobu výživy juvenilních jedinců (Crampton 2008). Tento rod patří do čeledi vrubozobcovití (Cichlidae), která je jednou z druhově nejbohatších skupin a zahrnuje přes 1650 popsáných druhů. Za jeho původní areál se považuje Jižní Amerika, konkrétně povodí řeky Amazonky, kde je jeho výskyt omezen na říční nivy. Na základě molekulárních analýz byly ustanoveny tři druhy terčovců: *S. aequifasciatus* Pellegrin, 1904, *S. discus* Heckel, 1840 a *S. tarzoo* Lyons, 1959, který se dřív považoval za poddruh *S. aequifasciatus* (van der Sleen a Albert 2018).

Největší pěstírny jsou v Německu a USA, které jsou základem chovů terčovců; mezi hlavní odběratele patří Japonsko a USA. Díky velké oblíbenosti široké škály barev terčovců se začali na trh dostávat stále nové variety a hybridy, jako například Red Monk, Golden Sunset, Blue-Diamond, apod.

1.5.1.1. *Symphysodon aequifasciatus* Pellegrin, 1904

Standardní délka těla u tohoto druhu je obvykle 12–14 cm. Velikost těla u samice a samce se většinou neliší (Froese a Pauly 2019). Jedná se o ryby dlouhověké, mohou se dožít až 14 let, výjimečně déle (Froese a Pauly 2019). Na těle se nachází tmavé příčné pruhy, obzvláště nápadný je pruh procházející přes oko (Obr. 2).



Obr. 2: Dospělý jedinec terčovce zeleného (*Symphysodon aequifasciatus*) (originál).

Terčovci zelení jsou omnivoři a živí se převážně hmyzem, larvami hmyzu, planktonními bezobratlými, řasami, rostlinnou hmotou a detritem. Během období, kdy je vodní hladina vysoká, si potravu shání v zaplavených lesích samostatně, nebo jen v malých skupinách. Naopak v době, kdy hladina klesá, se slučují do hejn a schovávají se do trhlin, mezi skály či kořeny, nebo mezi větve padlých stromů (Crampton 2008). V době rozmnožování, obvykle období začátkem záplav, jsou velmi teritoriální. Tvoří monogamní páry a o mláďata pečují oba dva rodiče (Crampton 2008). Typickým chováním juvenilních jedinců je okusování slizu z kůže rodičů, po dobu prvních pár týdnů po vylíhnutí, který slouží k získání potřebných živin a formování imunity (van der Sleen a Albert 2018).

U akvaristů se terčovci poprvé objevili v roce 1914 v Hamburku, kde představovali díky svému atraktivnímu vzhledu velkou raritu. Teprve v roce 1921 se dostali do povědomí širší akvaristické povědomosti. Ovšem jejich chov a množení představovalo před rokem 1945 problém, protože terčovci trpí stresem víc než jiné akvarijní ryby. Nebyli proto

schopni přežít tak stresující faktor, jako byla lodní doprava a záhy v akváriích hynuli. S nástupem letecké dopravy se zkrátila i doba přepravy z přírody odchycených terčovců a posléze se jim začalo dařit. Problém představovalo ryby v chovu udržet, protože na své rozmnožování mají vysoké nároky na chemismus a teplotu vody. Zkušené akvaristé dokázali terčovce množit až v 60. letech (Uhlíř 2013).

2. CÍLE PRÁCE

- 1) Parazitologické vyšetření akvarijských ryb rodu *Symphysodon* získaných od soukromých chovatelů.
- 2) Dokumentace a fixace nalezených druhů mnohobuněčných parazitů pomocí standardních laboratorních metod.
- 3) Získat vajíčka tasemnice *Schyzocotyle acheilognathi* a pokusit se o její vývojový cyklus v laboratorních podmínkách.

3. MATERIÁL A METODIKA

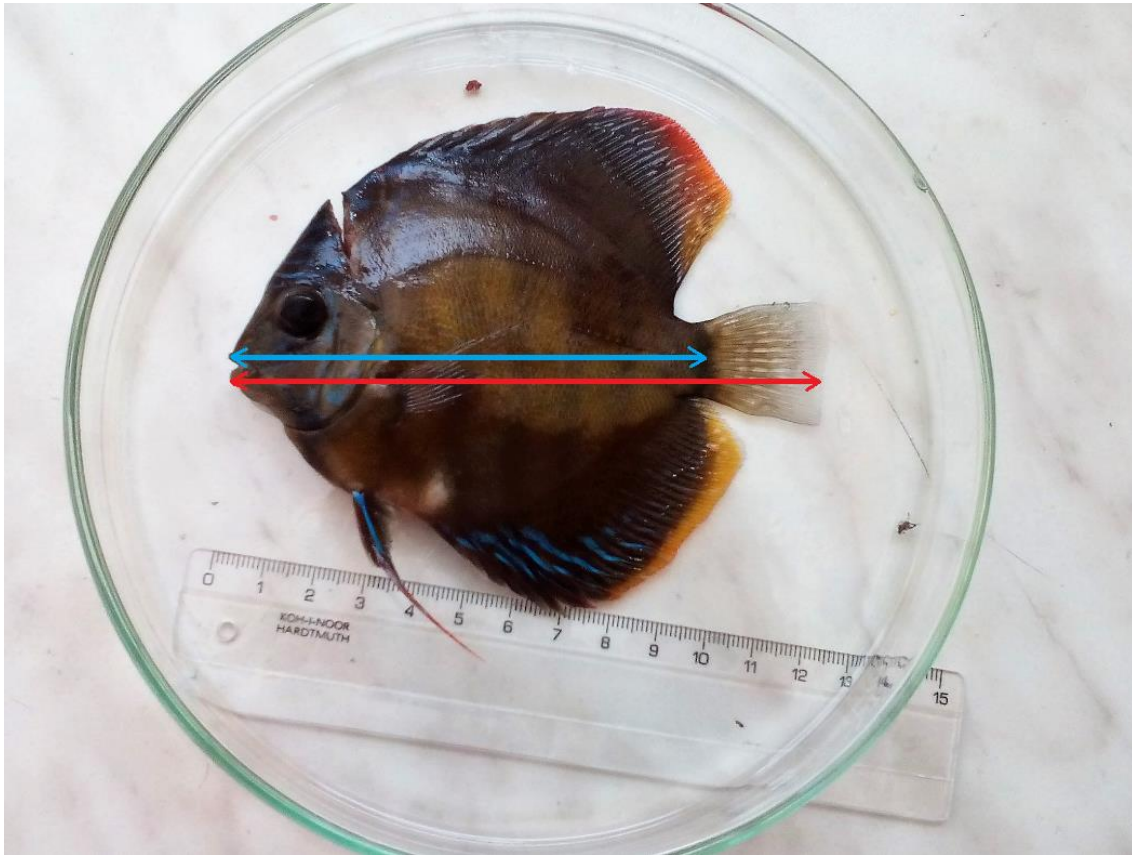
3.1. Studium parazitů terčovců zelených (*S. aequifasciatus*)

V červnu 2017 byly získány od soukromých chovatelů dvě populace terčovců zelených *S. aequifasciatus* různých věkových skupin. První populace (populace č. 1) byla dle údajů chovatele nakažena tasemnicí *Schyzocotyle acheilognathi*, přičemž druhá populace (populace č. 2) byla údajně bez této tasemnice. Obě skupiny byly umístěny do samostatných akvárií s teplotou kolem 27,5 °C a pH = 6,2 (Obr. 3). Ryby byly krmeny denně sušenou potravou Sera Discus granulat a jednou týdně mraženou potravou Discus Diet Mix nebo mraženou artemií (*Artemia* spp.) od firmy Katrinex.



Obr. 3: Chov terčovců zelených v laboratorních podmínkách. A, B – populace č. 1; C, D – populace č. 2.

Ryby byly každý den kontrolovány a při nálezu mrtvé ryby byly tyto kusy fotodokumentovány, změřeny a následně podrobeny parazitologické pitvě (Obr. 4).



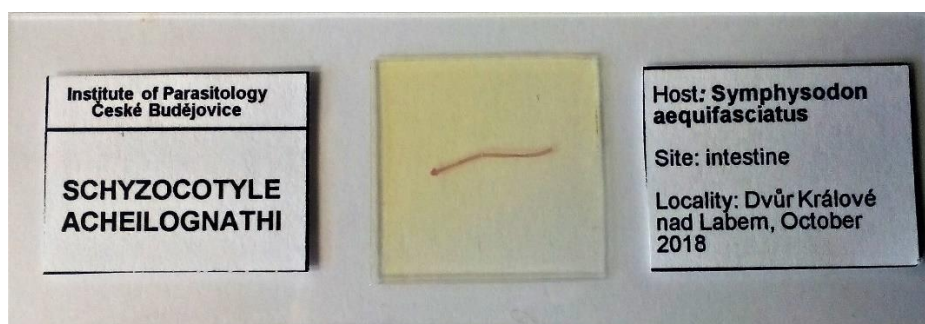
Obr. 4: Dokumentace a měření standardní délky ryby; ústa–koncová část těla (modrá šipka), ústa–ocas (červená šipka).

Jednotlivé orgány byly prohlíženy ve fyziologickém roztoku pod binokulární lupou (stereomikroskopem SZX16 Olympus), případně pod mikroskopem Olympus BX51.

Nalezení mnohobuněční paraziti byli izolováni, očištěni, identifikováni, kvantifikováni, fotodokumentováni pomocí program QuickPHOTO MICRO 2.3 a vybraní jedinci mnohobuněčných parazitů byli fixováni horkou vodou a následně převedeni do 70 % etanolu nebo 4 % roztoku formaldehydu (Scholz a kol. 2018). Pouze monogenea skupiny Dactylogyridae byla zpracována roztakovou metodou podle Ergense a Loma (1970). Paraziti byli pomocí tenké jehly umístěni do kapky vody na podložním sklíčku a následně přikryti krycím sklíčkem. Voda byla odsávána pomocí filtračního papíru až do rozložení sklerotizovaných struktur do jedné roviny. Rohy krycího sklíčka byly zafixovány Noyerovým tmelem (směs lanolinu a kalafuny) a k jednomu z okrajů krycího sklíčka byla přidána fixační tekutina GAP (glycerin amonium pikrát) (Ergens a Lom 1970). Výsledné preparáty s dobře viditelnými sklerotizovanými strukturami byly měřeny a kresleny pomocí kreslicího zařízení mikroskopu Olympus BX51 (Obr. 17). Celkem bylo vyšetřeno 54 jedinců.

Vybraní jedinci parazitů byli připraveni pro skenovací elektronovou mikroskopii (SEM). Byli odvodněni vzestupnou alkoholovou řadou (70 %, 80 %, 96 % a 2× 100 % roztoku etanolu), poté v digestoři převedeny do hexamethyldisilazanu (C₆H₁₉NSi₂) a následně vysušeny na vzduchu (Scholz a kol. 2018). Vysušené vzorky byly přilepeny na hliníkové terčíky pomocí oboustranné lepící pásky a pozlaceny ve vakuu pomocí iontového naprašování. Výsledné vzorky byly studovány ve skenovacím elektronovém mikroskopu JEOL JSM-7401F v Laboratoři elektronové mikroskopie Parazitologického ústavu BC, AVČR.

K tvorbě trvalých preparátů byly vzorky převedeny do 70 % etanolu, poté obarveny Mayerovým (solným) karmínem a odbarveny v kyselém alkoholu. Následně byly vzorky odvodněny ve vzestupné alkoholové řadě (70 %, 80 %, 96 % a 2× 100 % roztoku etanolu). Pro projasnění byl použit roztok hřebíčkového oleje (eugenol), s rostoucí koncentrací 10 %, 50 %, 90 % a 100 %. Takto připravené vzorky byly zamontovány do kanadského balzámu (Scholz a kol. 2018) (Obr. 5).



Obr. 5: Trvalý preparát tasemnice *Schyzocotyle acheilognathi*.

3.2. Studium životního cyklu *S. acheilognathi*

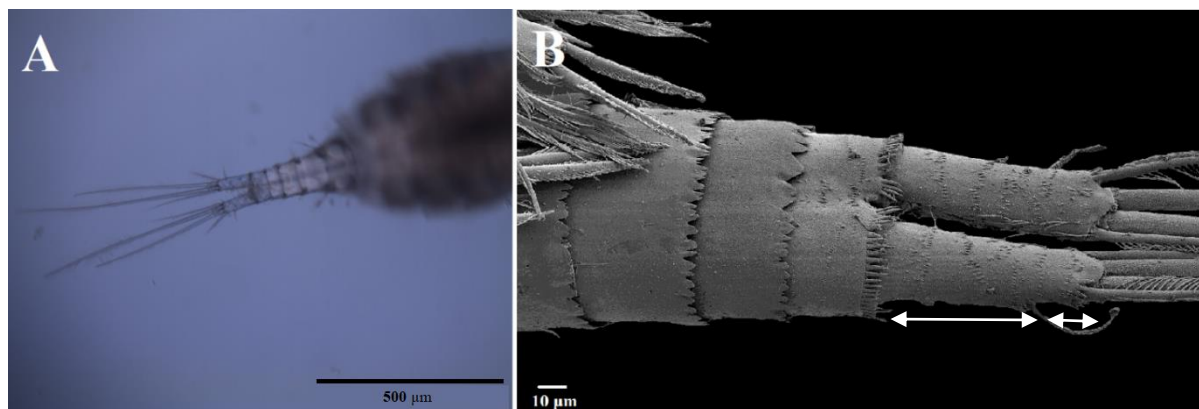
Pro pokusy s vývojovými cykly byla použita vajíčka tasemnice *S. acheilognathi* získané při pitvě studovaných ryb. Gravidní jedinci byli očištěni a kultivováni v Petriho misce s čerstvým fyziologickým roztokem v laboratorních podmínkách (22 °C). Uvolněná vajíčka, případně uvolněná z gravidních proglotid pomocí preparačních jehel, byla izolována do Petriho misky nebo kultivačních komůrek s destilovanou vodou. Voda byla každodenně měněna a vajíčka byla denně kontrolována až do líhnutí koracidíí.

První mezihostitel – buchanky (Crustacea: Cyclopidae) byly získány z rybníku „U Hada“ nacházejícího se na silnici do Branišova na kraji Českých Budějovic spolu s dalšími

planktonními živočichy, jako např. hrotnatky (*Daphnia* spp.) (Crustacea, Daphnidae) (Obr. 6). Buchanky byly identifikovány podle klíče Šrámka-Huška (1953) jako buchanka lesní *Diacyclops bisetosus* (Rehberg, 1880) (Obr. 7). Buchanky a další bezobratlí byli kultivováni v akváriích při laboratorních podmínkách.



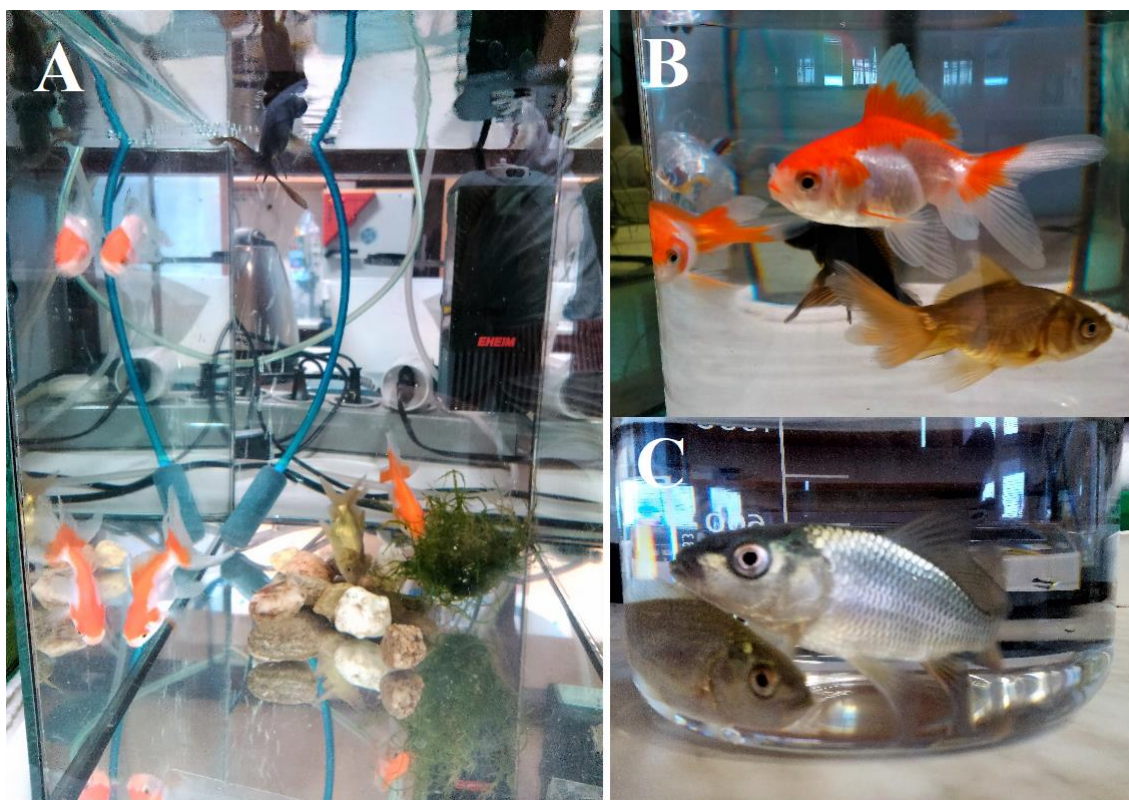
Obr. 6: A – rybník „U Hada“ na ulici Branišovská, v Českých Budějovicích; B – hrotnatka rodu *Daphnia* (originál).



Obr. 7: Furka buchanky lesní (*Diacyclops bisetosus*). A – větve furky dlouhé, štíhlé, ke konci zúžené; B – seta lateralis asi ve $\frac{3}{4}$ furky (originál).

Před infekčními pokusy byly vybrané buchanky umístěny po jednom jedinci do kultivačních komůrek (Iwaki) o průměru 22 mm. Do každé komůrky byla přidána 1–4 čerstvě vylíhlá koracidia. Nákaza probíhala 24 hodin při laboratorních podmínkách. Poté byly buchanky vyjmuty z kultivačních komůrek a přemístěny do větší kádinky naplněné filtrovanou jezerní vodou a umístěny do chladicího klimaboxu při teplotě 18 °C a letním světelným cyklem (17 h světlo a 7 h tma). Buchanky byly po 14 dnech

kontrolovány na přítomnost larev (procerkoidů) pod světelným mikroskopem Olympus BX51. Buchanky byly prohlíženy *in vivo* na podložním sklíčku s jamkou a jemně překryty krycím sklíčkem tak, aby nedošlo k jejich poškození. Buchanky s živými procerkoidy byly použity pro experimentální nákazy ryb. Ryby byly umístěny jednotlivě do kádinek o objemu 1 litr s čistou odstátou vodou a ke každé byla přidána infikovaná buchanka po dobu 1 hodiny. Pozření buchanky bylo ověřeno zpětnou kontrolou vody v kádince. Celkem bylo použito 9 ryb – 7 závojnatek *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) a 2 kapři *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758. Experimentálně nakažené ryby byly chovány podle standardních podmínek v akváriu a krmeny denně suchou potravou TetraMin (Tetra) (Obr. 8). Po ukončení experimentu byly ryby zabity a byla provedena parazitologická pitva.



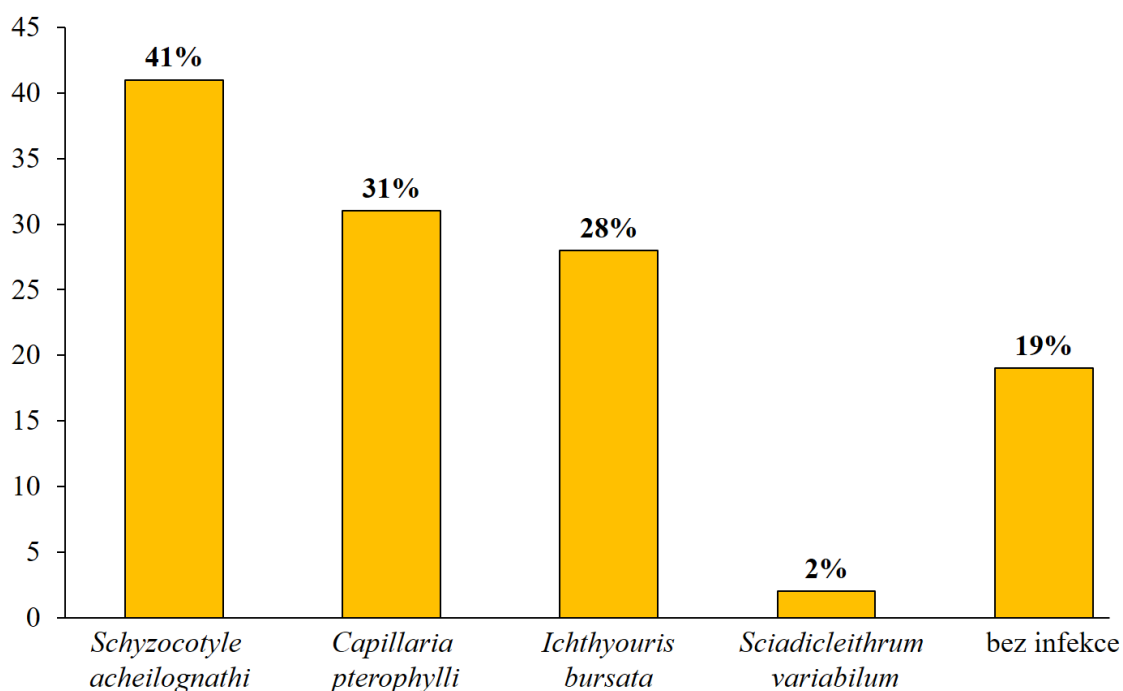
Obr. 8: A – chov experimentálně nakažených ryb v laboratorních podmínkách; B – závojnátky (*Carassius auratus*); C – kapři (*Cyprinus carpio*).

4. VÝSLEDKY

4.1. Mnohobuněční parazité nalezení v chovu *Symphysodon aequifasciatus*

Na základě vyšetření 54 jedinců terčovců zelených *S. aequifasciatus* jsme identifikovali 4 druhy mnohobuněčných parazitů.

Nejčastějším mnohobuněčným parazitem byla tasemnice *Schyzocotyle acheilognathi*, která se vyskytovala téměř v polovině vyšetřených ryb, častěji pak v populaci č. 1. Druhým nejčastějším parazitem byla hlístice *Capillaria (Neocapillaria) pterophylli* Heinze, 1933 vyskytující se zejména v populaci č. 2. O něco nižší zastoupení měl roup *Ichthyouris bursata* Moravec a Prouza, 1995 převládající u populace č. 1. Nejnižší zastoupení ze všech nalezených mnohobuněčných parazitů měl zástupce monogeneí *Sciadicleithrum variabilum* Mizelle a Kritsky, 1969, který byl nalezen pouze u jedné ryby z populace č. 1. Ze všech parazitologicky vyšetřených ryb z obou populací byla pětina negativních na jakoukoliv infekci mnohobuněčným parazitem (Obr. 9).



Obr. 9: Prevalence (v %) nalezených mnohobuněčných parazitů z 54 terčovců zelených *Symphysodon aequifasciatus*.

Tab. 1: Přehled mnohobuněčných parazitů nalezených ve dvou populacích terčovců zelených *Symphysodon aequifasciatus*.

Datum	Populace	Velikost (cm)	<i>S. acheilognathi</i>	<i>S. variabilum</i>	<i>C. (N.) pterophylli</i>	<i>I. bursata</i>
20.6.2017	2	-	0	0	0	0
20.6.2017	2	-	0	0	0	0
23.6.2017	2	3,0/ 4,0	22	0	0	0
23.6.2017	1	3,5/ 4,5	3	0	0	0
23.6.2017	1	5,5/ 7,0	3	0	0	0
23.6.2017	1	3,0/ 4,0	4	0	0	0
26.6.2017	2	4,0/ 5,0	0	0	1	1
30.6.2017	1	2,5/ 3,0	7	0	0	0
30.6.2017	1	2,5/ 3,5	17	0	0	0
30.6.2017	1	5,0/ 6,5	1*	0	0	0
30.6.2017	1	2,5/ 3,5	9	0	0	0
4.7.2017	1	-	6	0	0	0
10.7.2017	2	2,5/ 4,0	0	0	1	0
11.7.2017	2	3,0/ 3,5	0	0	3	0
12.7.2017	1	3,0/ 3,5	1	0	0	1
12.7.2017	1	-	8	0	0	0
31.7.2017	1	3,0/ 4,0	4	0	0	1
21.8.2017	1	3,0/ 4,0	0	0	0	0
21.8.2017	2	4,0/ 5,0	0	0	0	0
22.8.2017	2	2,5/ 3,0	0	0	0	2
28.8.2017	2	3,0/ 3,5	0	0	0	1
1.9.2017	1	6,0/ 7,5	20	0	0	0
14.9.2017	1	3,0/ 4,0	2*	0	0	1
14.9.2017	1	3,0/ 4,0	13	0	0	0
19.9.2017	1	3,0/ 4,0	1*	0	0	0
20.9.2017	1	3,0/ 4,0	1*	0	0	0
21.9.2017	2	3,5/ 4,5	0	0	1	0
22.9.2017	2	2,5/ 3,0	0	0	1	0
24.9.2017	1	3,0/ 4,0	0	0	0	0
29.9.2017	1	3,5/ 4,5	0	0	5	1
30.9.2017	1	4,0/ 5,0	0	0	0	30
30.9.2017	1	3,0/ 4,0	0	0	0	20
30.9.2017	1	3,0/ 3,5	0	0	1	0
30.9.2017	1	4,0/ 5,0	0	0	0	15
30.9.2017	1	5,0/ 6,0	0	0	0	5
1.10.2017	1	3,0/ 4,0	1	10	0	50
1.10.2017	1	4,0/ 5,0	0	0	0	0
2.10.2017	1	3,0/ 3,5	0	0	0	0
2.10.2017	1	5,0/ 5,6	0	0	0	0
4.10.2017	1	7,0/ 9,0	129	0	0	45
18.10.2017	2	-	0	0	0	0
19.10.2017	2	4,0/ 5,0	0	0	10	0
25.10.2017	2	3,5/ 4,5	0	0	1	0
30.10.2017	2	4,0/ 5,0	0	0	6	0
17.11.2017	2	3,5/ 4,5	0	0	3	1
2.12.2017	1	8,5/ 10,5	14	0	3	0
2.12.2017	2	3,0/ 4,0	0	0	4	0
15.12.2017	2	4,5/ 6,0	0	0	4	0
22.1.2018	2	6,0/ 6,5	0	0	2	0
11.2.2018	1	4,0/ 4,5	0	0	4	0
18.4.2018	2	5,5/ 6,5	0	0	1	0

6.8.2018	1	9,5/ 12,5	1	0	0	0
25.9.2018	1	8,0/ 10,0	0	0	0	0
25.9.2018	1	9,5/ 12,5	38	0	0	120
Celkem			305	10	51	294

S. acheilognathi – *Schyzocotyle acheilognathi*; *S. variabilum* – *Sciadicleithrum variabilum*; *C. (N.) pterophylli* – *Capillaria (Neocapillaria) pterophylli*; *I. bursata* – *Ichthyouris bursata*.

*Získaná vajíčka byla použita pro následující experimenty.

4.1.1. *Schyzocotyle acheilognathi* (Yamaguti, 1934) (Cestoda: Bothriocephalidea)

Synonyma: *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934; *Bothriocephalus opsariichthydis* Yamaguti, 1934; *Bothriocephalus gowkongensis* Yeh, 1955; *Bothriocephalus kivuensis* Baer a Fain, 1958; *Bothriocephalus phoxinus* Molnár, 1968; *Coelobothrium mondi* Dollfus, 1970; *Bothriocephalus aegyptiacus* Ryšavý a Moravec, 1975; *Ptychobothrium clupeoidesii* Chincholikar, Shinde, Deshmukh, 1975; *Ptychobothrium chelai* Shinde a Deshmukh, 1975; *Ptychobothrium phuloi* Shinde a Deshmukh, 1975; *Bothriocephalus barbuis* Fahmy, Mandour a El-Naffar, 1978; *Ptychobothrium nayarensis* Malhotra, 1983; *Bothriocephalus teleostei* Malhotra, 1984; *Capooria bali* Malhotra, 1985; *Coelobothrium oitense* Kugi a Mat, 1990; *Ptychobothrium mystacoleucusi* Wongsawad, 1998; *Ptychobothrium rojanapaibuli* Wongsawad, 1998; *Ptychobothrium discussae* Wongsawad, Kumchoo a Pachanawan, 1999; *Coelobothrium gambusiense* Yang, Wang, Peng, Zhou a Liu, 2005.

Typový hostitel: *Acheilognathus rhombeus* (Temminck a Schlegel, 1846) (Actinopterygii: Cyprinidae).

Další hostitelé: Zejména zástupci řádů Cypriniformes, Cyprinodontiformes, Perciformes, Atheriniformes, Siluriformes (viz komentář).

Typová lokalita: Jezero Ogura, Japonsko.

Geografické rozšíření: Kosmopolitně, s výjimkou Antarktidy, vzácně Jižní Amerika.

Prevalence: 41 %.

Intenzita infekce: 1–129 jedinců na rybu (průměr 14) (Obr. 9).

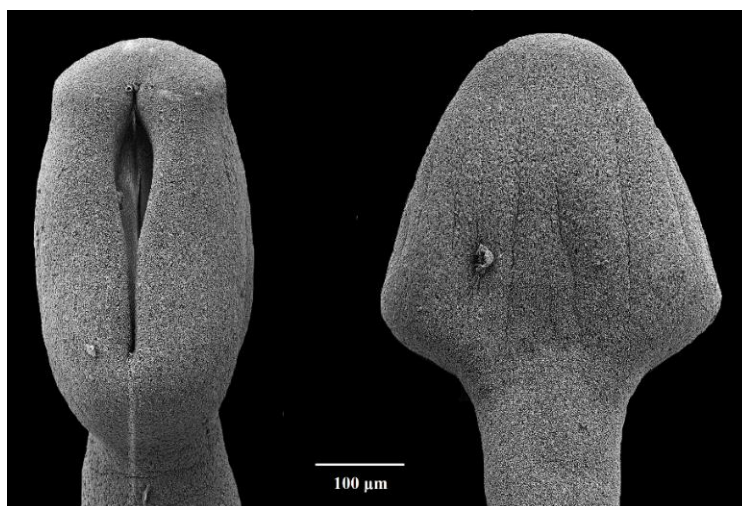
Lokalizace v hostiteli: Střevo.

Stručná charakteristika: Charakteristickým znakem této tasemnice je srdcovitý tvar skolexu se dvěma hlubokými laterálními bothriemi (Obr. 11). Strobila je proglotizovaná a dorsoventrálně zploštělá. Délka těla gravidních jedinců dosahovala až 10 cm, zatímco mnohem početnější juvenilní jedinci dosahovali velikosti maximálně 5 cm. Vnitřní morfologie proglotid odpovídala popisu tohoto zástupce. U gravidních proglotid vyplňovala tlustostěnná vajíčka rozšířenou dělohu nacházející se ve středu proglotidy.

Komentář: Během několika desetiletí byly tasemnice sladkovodních ryb vyznačující se srdcovitým tvarem skolexu se dvěma hlubokými bothriemi popsány jako různé druhy z několika rodů botriocephalidních tasemnic (Kuchta a kol. 2018). Byly zaznamenány z mnoha hostitelských druhů a z různých lokali několika kontinentů. Později byly všechny tyto druhy tasemnic synonymizovány s nejstarším druhem *Bothriocephalus acheilognathi* popsáným z Japonska z drobné kaprovité ryby *Acheilognathus rhombeus* (Kuchta a kol. 2018). Na základě nedávné molekulární fylogenetické studie botriocephalidních tasemnic byl tento zástupce přeřazen do rodu *Schyzocotyle* Akhmerov, 1960 (Brabec a kol. 2015).

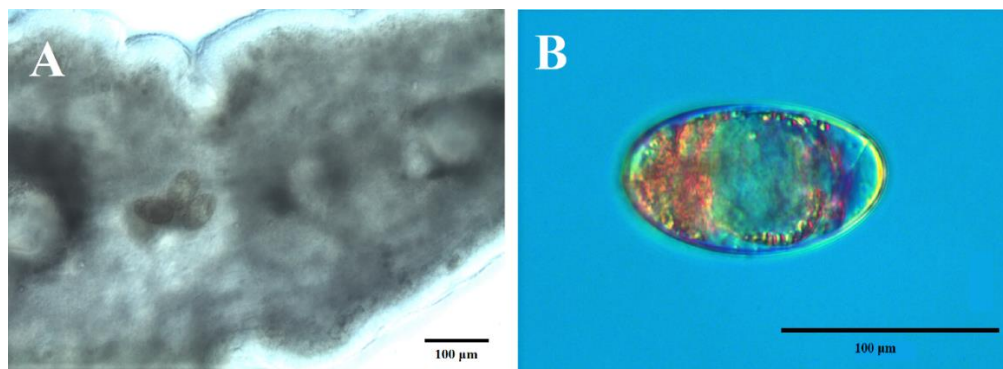
Hostitelské spektrum tasemnice *S. acheilognathi* je patrně nejširší mezi všemi mnohobuněčnými endoparazity a zahrnuje 312 druhů z 38 čeledí a 14 řádů sladkovodních ryb, přičemž nejčastějšími hostiteli jsou kaprovité ryby (Cyprinidae) (170 spp., 74 %), dále pak zahrnuje i mnoho akvariálních ryb řádu halančíkovci (Cyprinodontiformes) (49 spp., 12 %), zejména čeledi živorodkovití (Poeciliidae) (21 spp., 7 %), ale také zástupce řádu ostnoploutví (Perciformes) (40 spp., 6 %), gavúni (Atheriniformes) (15 spp., 4 %) a sumci (Siluriformes) (8 spp., 1 %). Kromě ryb existují také nálezy i z obojživelníků, plazů, ptáků a jeden nález vajíček byl zaznamenán dokonce u člověka (Yera a kol. 2013, Kuchta a kol. 2018).

Tato tasemnice byla původně nalezena v jezeře Ogura v Japonsku (Yamaguti, 1934). Za její původní areál je považována východní Asie, odkud se v 50. a 60. letech, pravděpodobně importem kaprovitých ryb, zejména kapra obecného *Cyprinus carpio* a amura bílého *Ctenopharyngodon idella* Valenciennes, 1844, rozšířila do západní části bývalého Sovětského svazu a do jižní a střední Evropy. Tato tasemnice se stala významným patogenem kaprovitých ryb chovaných v akvakulturách. Její šíření do dalších částí světa pokračovalo v 80. a 90. letech, a to i za účasti infikovaných živorodek (Poeciliidae) či drobných kaprovitých ryb používaných jako návnady pro rybáře (Kuchta a



Obr. 11: Mikrofotografie skolexu tasemnice *Schyzocotyle acheilognathi* (laterální a dorso-ventrální pohled) pořízené skenovacím elektronovým mikroskopem (SEM) (originál).

Samčí reprodukční systém je tvořen mnoha kulovitými varlaty umístěnými uprostřed (v dřeni neboli medule) proglotidy. Svalnatý cirový vak, obsahující kopulační orgán (cirrus), je umístěn v přední části proglotidy, před vaječником, a ústí na dorsální straně článku do pohlavního atria, umístěného uprostřed proglotidy. Samičí reprodukční systém je tvořen dvoulóčným vaječником umístěným blízko zadního okraje každého článku. Krátká a mírně stočená vagina ústí do pohlavního atria ze zadní strany samčího cirového vaku. Žlutkové trsy jsou početné a vyplňují téměř celou plochu proglotidy. Děloha je trubicovitá, tvořena kanálem, který vede od vaječniku kolem cirového vaku, za kterým se v proximální části rozšiřuje v oválný až kulovitý vak naplněný vajíčky s otvorem na ventrální straně v předním třetím článku. Vajíčka jsou v průměru 60 μm dlouhá a 35 μm široká a na předním konci se nachází víčko (operculum). Po uvolnění z tasemnice nejsou embryovaná (Obr. 12).



Obr. 12: Mikrofotografie tasemnice *S. acheilognathi*: A – gravidní proglotidy B – vajíčko (originál).

Tato tasemnice má dvouhostitelský životní cyklus, zahrnující planktonní buchanky (Copepoda: Cyclopidae) jako jediného mezihostitele. Za příznivých podmínek může být vývojový cyklus dokončen přibližně za měsíc. Dospělí jedinci vyloučí, spolu s výkaly definitivního hostitele, vajíčka do vodního prostředí. V závislosti na teplotě vody se ve vajíčku vyvíjí embryo (hexakant) několik dní. Následně se z tlustostěnného vajíčka opatřeného víčkem líhne larva (koracidium) obklopena brvy, které zajišťují její aktivní pohyb (Obr. 17). Tato larva je pozřena vhodným mezihostitelem – buchankou, ve které se dále vyvíjí. Po průniku do tělní dutiny buchanky se larva mění v další stádium zvané procerkoid, jehož vývoj trvá 10–14 dní (Obr. 17). Životní cyklus je uzavřen po pozření nakažené buchanky definitivním hostitelem, rybou. Dospělec žije ve střevě ryby. Produkce vajíček začíná už po 20 dnech po infekci (Scholz a kol. 2011).

Tato tasemnice byla nalezena u 22 z 54 vyšetřených terčovců zelených s intenzitou až 129 jedinců a průměrem 14 jedinců na rybu. V populaci č. 1 se vyskytovala častěji (Tab. 1).

4.1.2. *Capillaria (Neocapillaria) pterophylli* Heinze, 1933 (Nematoda: Pharyngodonidae)

Typový hostitel: *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein 1823) (Cichlidae) a *P. eimekei* Ahl, 1928 (Cichlidae).

Další hostitelé: Zástupci čeledi Cichlidae, Cyprinidae a Belontiidae.

Typová lokalita: Německo (ryby v chovu).

Geografické rozšíření: Jižní Amerika, s importem akvarijských ryb zavlečena do Německa, České republiky, Velké Británie.

Prevalence: 31 %.

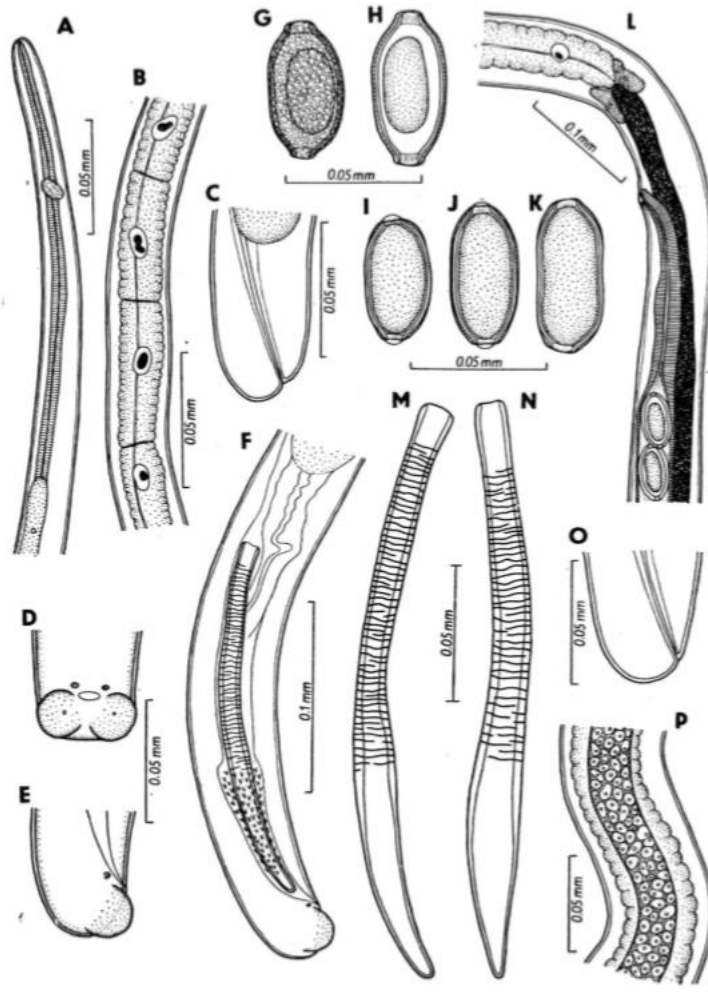
Intenzita infekce: 1–10 jedinců na hostitele (střední intenzita infekce 3) (Obr. 9).

Lokalizace v hostiteli: Střevo, přední část vnořena hluboko do střevní sliznici.

Stručná charakteristika: Jedná se o hlístici vyznačující se protáhlým, velmi tenkým až vlasovitým tvarem těla, o velikosti 1,5–2 cm. Oba konce jsou zaoblené, přední část je těžko rozlišitelná od koncové; rozpoznání pouze podle zanoření ve střevě hostitele.

Samci se od samic výrazně neliší (Obr. 13). Přední konec těla je úzký a zaoblený s nezřetelnými ústními papilami. Samci mají dobře vyvinuté sklerotizované spikuly. Zadní konec těla je zaoblený, opatřený dvěma velkými laloky, přičemž každý obsahuje vnořenou papilu. Kloaka je umístěna na úrovni předního okraje laloků. U samic je zadní konec rovněž zaoblený a anální otvor se nachází těsně před koncem těla. Vajíčka jsou v děloze uspořádané převážně v jedné řadě. Vajíčko je soudkovitého tvaru s málo vyčnívajícími zátkami na obou pólech. Je tvořeno dvěma vrstvami: vnitřní tenkou, elastickou vrstvou a vnější tenkou vrstvou, zesílenou pouze na pólech vajíčka. Délka vajíček je 48–57 μm a šířka 27–30 μm . U méně vyvinutých nebo nevyvinutých vajíček zátky na obou pólech výrazně vyčnívají (Moravec 1998).

Komentář: Kapilárie jsou běžné hlístice vyskytující se u všech skupin obratlovců. Podle Moravce (1998) rod *Capillaria* zahrnuje několik desítek druhů, ale u terčovců byla zaznamenána pouze *C. (N). pterophylli*. Jedná se o významného patogena akvariálních ryb. Původně byla popsána ze skalár chovaných v Německu (Moravec a Gut 1982). Lucký (1972) uvádí nález této kapilárie u čichavce zakrslého *Trichogaster lalius* (Hamilton, 1822) (Belontiidae), parmičky čtyřpruhé *Puntius tetrazona* (Bleeker, 1855) (Cyprinidae) a kardinálky čínské *Tanichthys albonubes* Lin, 1932 (Cyprinidae), avšak podle Moravce a kol. (1984) byla u parmičky čtyřpruhé nalezena kapilárie *Pseudocapillaria tomentosa* (Dujardin, 1843), která je známá z evropských kaprovitých ryb. Jedná se o jediný nález z těchto ryb a nelze proto vyloučit chybné nalezených hlístic. *Capillaria (Neocapillaria) pterophylli* je známá z Jižní Ameriky, Indonésie, Indie a spolu s akvariálními rybami byla zavlečena i do dalších zemí jako je Německo, Česká republika či Velká Británie (Moravec a Gut 1982).



Obr. 13: *Capillaria (Neocapillaria) pterophylli*. A – přední konec samce; B – stichosome samce; C – zadní konec samice; D, E – zadní konec samce (ventrální a laterální pohled); F – zadní konec samice; G, H, K – vyvinutá vajíčka; I, J – nevyvinutá vajíčka; L – vulva; M, N – spikuly (laterální a ventrální pohled); O – zadní konec samice; P – stichosome samice (převzato z Moravec a Gut 1982).

Životní cyklus této hlístice je přímý. Gravidní samice klade vajíčka, která jsou spolu s výkaly uvolněna do vodního prostředí. Larva se vyvíjí přibližně za 30 dní a ryby se infikují přímo, bez účasti mezihostitele. Je pravděpodobné, že v přirozených podmínkách mohou participovat také parateničtí hostitelé, například máloštětinatci (*Oligochaeta*), kteří zvyšují šanci infekce hostitele (Moravec 1998).

Tato kapilárie byla nalezena u 17 z 54 vyšetřených ryb s maximální intenzitou 10 jedinců na hostitele. Tento parazit byl nalezen zejména u ryb populace č. 2 (Tab. 1).

4.1.3. *Ichthyouris bursata* Moravec a Prouza, 1995 (Nematoda: Pharyngodonidae)

Typový hostitel: *Symphysodon discus* Heckel, 1840 (Cichlidae).

Další hostitelé: *S. aequifasciatus* Pellegrin, 1904.

Typová lokalita: Česká republika (ryby v chovu).

Geografické rozšíření: Jižní Amerika, s importy terčovců do dalších zemí.

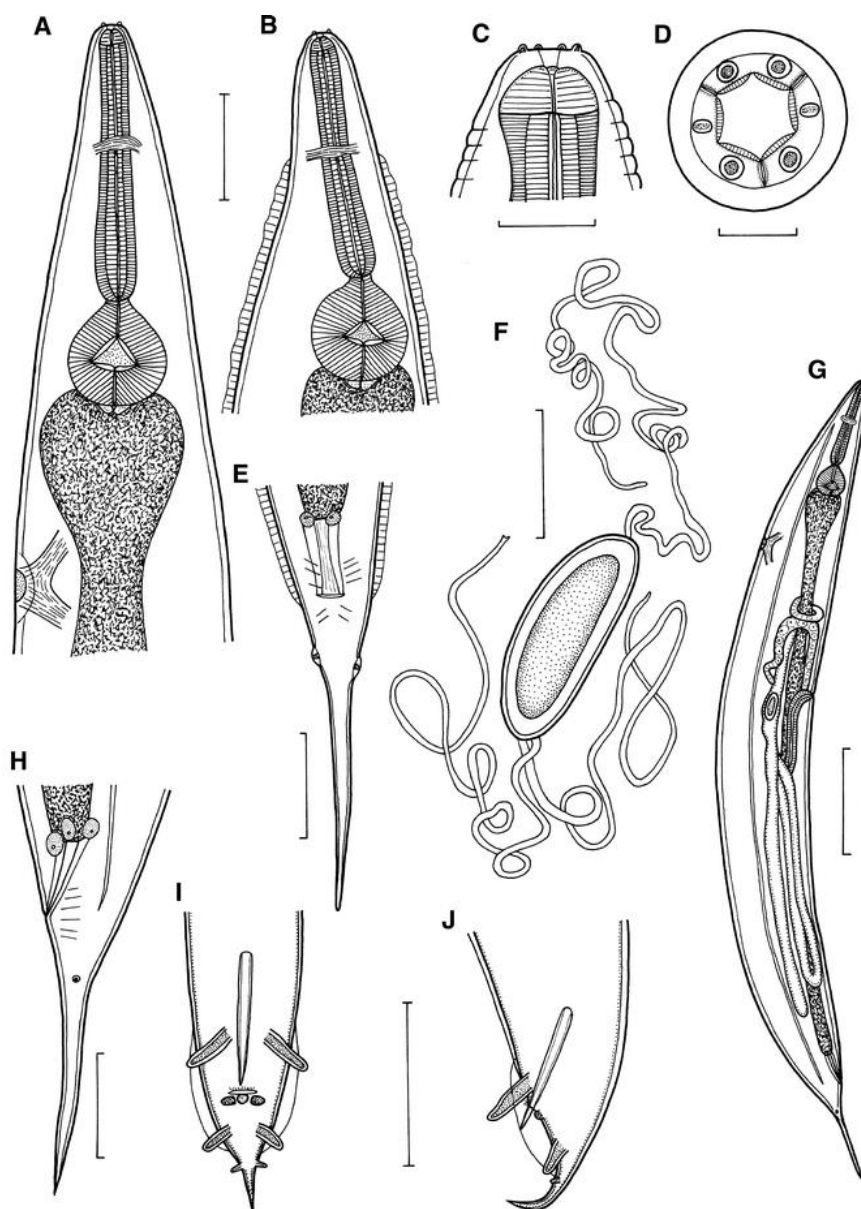
Prevalence: 28 %.

Intenzita infekce: 1–120 na hostitele (střední intenzita 20) (Obr. 9).

Lokalizace v hostiteli: Střevo.

Stručná charakteristika: Pro tohoto roupa je charakteristický protáhlý tvar těla s výrazným koncovým hrotem (úzkým a špičatým zadním koncem těla) a dobře rozlišitelným hlavovým koncem těla. Samice jsou výrazně větší s velikostí přibližně 2–2,5 mm, zatímco samci jsou podstatně menší s celkovou délkou přibližně 1 mm. Samci mají jedinou, dobře sklerotizovanou spikulu. Kloaka je lehce vyvýšená; na předním okraji nese několik drobných trnů, zadní část nese pár velkých sklerotizovaných deskovitých tvarů s nepárovým kuželovitým výstupem mezi nimi. Délka těla samic se pohybuje v rozmezí 2–3 mm. Vajíčka jsou oválná, tenkostěnná a oba póly jsou vybaveny 1–2 vlákny (Obr. 14) (Moravec 1998).

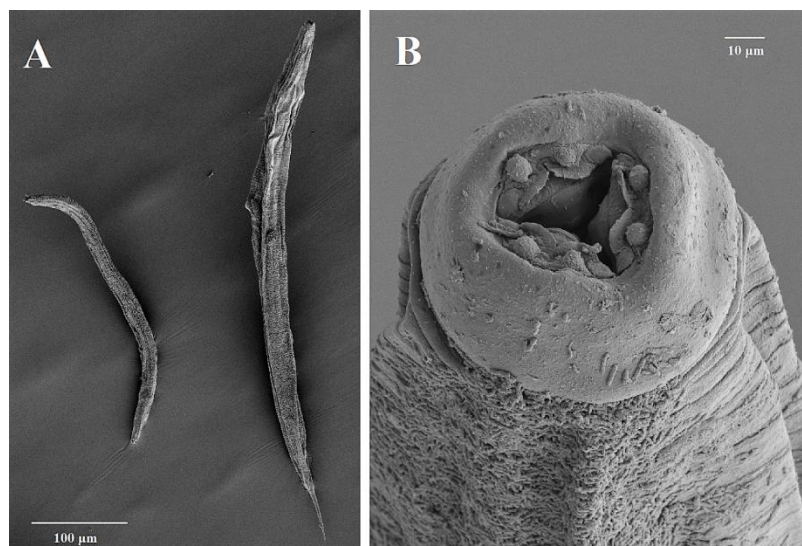
Komentář: Roupi jsou častými komezály nebo parazity střeva živočichů včetně ryb. Rod *Ichthyouris* zahrnuje 4 zástupce, kteří jsou známí jako specifictí paraziti sladkovodních ryb neotropické oblasti a *Ichthyouris bursata* je specifický parazit terčovců. Původně byl popsán z terčovce červeného a později také z terčovce zeleného (Moravec 1998). Původně byl tento druh popsán z ryb chovaných v České republice, ale za jeho původní areál se považuje Amazonie (Moravec 1998).



Obr. 14: *Ichthyouris bursata*. A, B – přední konec samice (laterální a dorsoventrální pohled); C, D – hlava samice (laterální a apikální pohled); E – zadní koncová část samice; F – vajíčko; G – dospělá samice; H – koncová část samice (laterální pohled); I, J – zadní koncová část samce (ventrální a laterální pohled) (převzato z Moravec 1998).

Životní cyklus tohoto zástupce nebyl podrobně studován, ale pravděpodobně jako u příbuzných zástupců je přímý.

Tento roup se vyskytoval u 15 z 54 vyšetřených ryb s intenzitou až 120 jedinců (střední intenzita 20). Prevalence a intenzita byla vyšší v populaci č. 1.



Obr. 15: Mikrofotografie *Ichthyouris bursata* pořízené skenovací elektronovou mikroskopií (SEM); A – samec (vlevo) a samice (vpravo); B – hlavový konec samice (originál).

4.1.4. *Sciadicleithrum variabilum* (Mizelle a Kritsky, 1969) (Monopisthocotylea: Dactylogyridae)

Synonyma: *Urocleidoides variabilis* Mizelle a Kritsky, 1969; *Ancyrocephalus kostomarovi* Lucký, 1973.

Typový hostitel: *Symphysodon discus* Heckel, 1840 (Cichlidae).

Další hostitelé: *S. aequifasciatus* Pellegrin, 1904, *Geophagus surinamensis* (Bloch, 1791) (Cichlidae).

Typová lokalita: Brazílie.

Geografické rozšíření: Amazonie, s importy do České republiky a Slovenska.

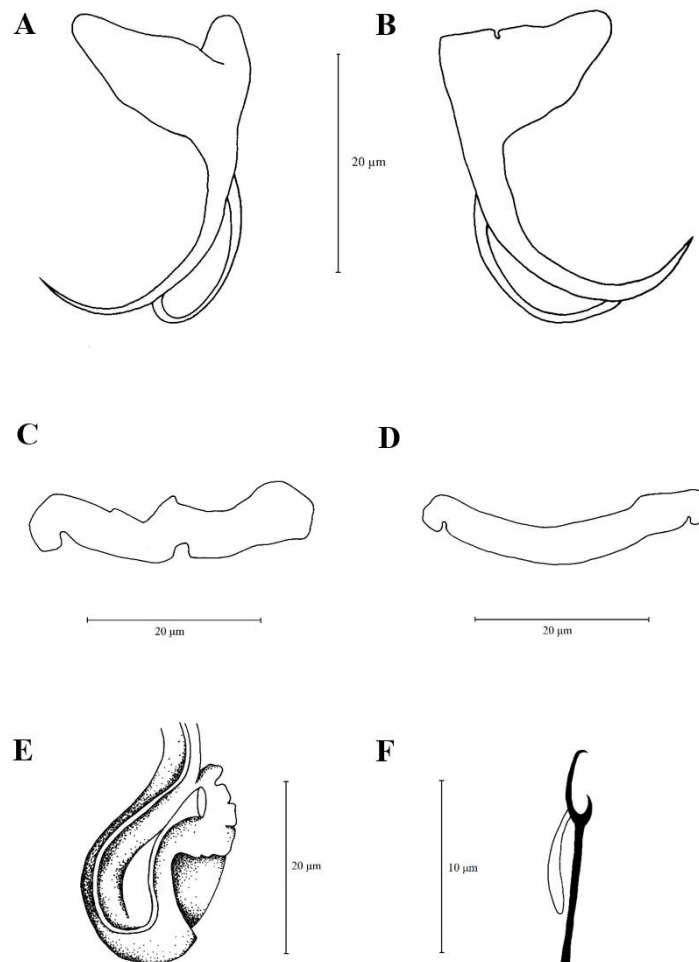
Prevalence: 2 %.

Intenzita infekce: 10 (Obr. 9).

Lokalizace v hostiteli: Žábra.

Stručná charakteristika: Velikost těla tohoto parazita je přibližně 0,5–1 mm. Tělo je dorsoventrálně zploštělé, bilaterálně symetrické a rozděleno na přední a zadní část.

Hlavová část (prohaptor) je charakteristická přítomností čtyř očních skvrn se smyslovou funkcí. Z hlediska identifikace je nejdůležitější zadní část těla (haptor) se sklerotizovanými strukturami (háčky, destičky). Haptor je tvořen párem dorsálních (délka 30 μm) a ventrálních (délka 29 μm) nemodifikovaných středních háčků (anchors), ventrálními (32 μm) a dorsálními (33 μm) spojovacími destičky (bars) a sedmi páry laterálních háčků (13 μm) (Obr. 16). Ventrální destička na předním okraji nese dvě bilaterální membrány. Gonády se překrývají, varlata se nacházejí dorsálně od vaječníků. *Vas deferens* vytváří smyčku kolem levého střevního výběžku. Další sklerotizovanou strukturou je kopulační orgán (cirrus), který se skládá z báze, ze které vychází volná trubice stáčeující se ve směru hodinových ručiček. Genitální pór se nachází midventrálně na úrovni střevní bifurkace. Vejcovod je krátký, děloha se rozšiřuje dopředu podél středové linie těla. Žlutkové trsy jsou dobře vyvinuté, rozptýlené po celém těle (Kritsky a kol. 1989).



Obr. 16: Kresba sklerotizovaných struktur haptoru *Sciadicleithrum variabilum*. A – dorsální háček; B – ventrální háček; C – ventrální spojovací destička; D – dorsální spojovací destička; E – kopulační komplex; F – marginální háček (originál).

Komentář: Tento ektoparazit žaber byl původně popsán z terčovce červeného. Rod *Sciadicleithrium* zahrnuje 26 druhů, přičemž 14 z nich bylo popsáno z různých ryb Amazonie (Thatcher 2006). Nalezený zástupce se morfologicky shoduje s typovým druhem rodu *S. variabilum* (Boeger a Vianna 2006). Za jeho původní areál je považována brazilská část Amazonie, ale spolu s importem akvarijských ryb byl zavlečen i do dalších zemí (Česká republika, Slovensko) (Kritsky a kol. 1989, Thatcher 1991, Kohn a Cohen 1998, Řehulková 1999, Vidal-Martínez a Kennedy 2000).

Životní cyklus tohoto parazita je přímý a rychlý.

Pouze jedna ryba (z populace č. 1) byla infikována žábrohlisty druhu *S. variabilum*. Ryby byly vyšetřeny *post mortem*, a tudíž mohlo dojít ke ztrátě žábrohlistů před vlastní pitvou. Celkem bylo získáno 10 jedinců.

4.2. Vývojový cyklus tasemnice *Schyzocotyle acheilognathi* získaných ze *Symphysodon aequifasciatus*

Vajíčka byla kultivována v laboratorních podmínkách a první koracidia se líhla po 2 dnech, a to i z vajíček kultivovaných ve tmě. Vylíhlá larva (koracidium) je kruhovitěho tvaru obklopena ciliemi a ve vodním prostředí se aktivně pohybuje. Dosahuje velikosti 40–45 μm (Obr. 17). Jednotlivá čerstvě vylíhlá koracidia byla přidána k jednotlivým buchankám *Diacyclops bisetosus* získaných z přírodního zdroje (viz metodika). Zralé procerkoidy jsou kapkovitého tvaru o velikosti přibližně 200 μm s vyvinutým cercomerem v zadní části (Obr. 17).



Obr. 17: Mikrofotografie tasemnice *Schyzocotyle acheilognathi* v buchance lesní (*Diacyclops bisetosus*). A – první larvální stádium (koracidium); B – buchanka infikována 1 procerkoidem; C – buchanka infikována více procerkoidy (originál).

Dohromady jsme se pokusili infikovat 204 buchanek, ale pouze 11 jedinců (5,4 %) bylo úspěšně infikováno procerkoidy *S. acheilognathi*. Intenzita infekce se pohybovala od 1 do 4 procerkoidů na jednu buchanku. Procerkoidy se vyskytovaly zejména v tělní dutině a v abdomenu (Tab. 2, Obr. 17).

Infikované buchanky byly jednotlivě přidány k pokusným rybám kvůli jejich nakažení procerkoidy. Byli zvoleni přirození hostitelé tasemnice *S. acheilognathi* – kapr *Cyprinus carpio* a závojnatek *Carassius auratus*. Buchanky byly ponechány s rybami po dobu dvou hodin. První parazitologické vyšetření 4 experimentálně infikovaných ryb (závojnatek) proběhlo po 104 DPI. Druhá kontrola 2 infikovaných kaprů proběhla po 262 DPI a poslední kontrola 3 závojnatek proběhla po 153 DPI. U žádné z 9 experimentálně nakažovaných ryb jsme nenalezli tasemnice *S. acheilognathi*.

Tab. 2: Přehled infekčních pokusů buchanek *Diacyclops bisetosus* koracidiemi tasemnice *Schyzocotyle acheilognathi* a následné experimentální nákazy ryb.

Datum nákazy buchanek	Datum kontroly buchanek	DPI	Počet vyšetřených buchanek	Počet pozitivních buchanek	Počet procerkoidů	Druh infikované ryby
3.7.	13.7.	104	12	1	4	<i>C. auratus</i>
		104	15	3	1	<i>C. auratus</i>
	104			1	<i>C. auratus</i>	
	-			2	-	
4.7.	26.7.	262	10	1	3	<i>C. carpio</i>
	22.7.	104	18	1	2	<i>C. auratus</i>
16.9.	2.10.	262	15	1	1	<i>C. carpio</i>
		-	34	0	0	-
18.9.	2.10.	-	16	0	0	-
22.9.	9.10.	-	45	0	0	-
24.9.	13.10.	153	39	4	1	<i>C. auratus</i>
		153			3	<i>C. auratus</i>
		-			2	-
		153			3	<i>C. auratus</i>
Celkem			204	11	23	

C. auratus – *Carassius auratus*; *C. carpio* – *Cyprinus carpio*

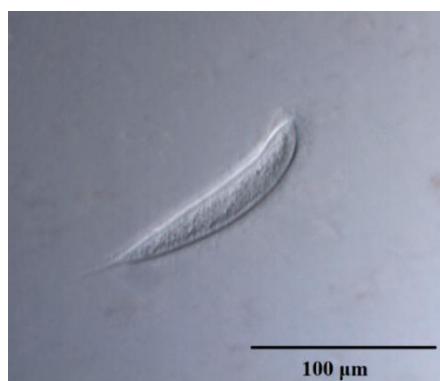
Nákaza i kontrola buchanek proběhla v roce 2017.

5. DISKUSE

5.1. Parazitofauna ryb rodu *Symphysodon*

Relativně recentní práce Košuthové a kol. (2015) uvádí přehled 23 parazitů nalezených u ryb rodu *Symphysodon*. Tento seznam však není úplný a uvádí jen předchozí nálezy bez kritické úvahy o jejich platnosti. Pokusili jsme se o revizi parazitofauny terčovců na základě kritického zhodnocení předchozích údajů a nových poznatků (Tab. 4).

V seznamu Košuthové a kol. (2015) schází nález opalinky *Protoopalina symphysodonis* Foissner, Schubert a Wilbert, 1979 (Stramenopila: Opalinidae) popsaná z terčovce *S. aequifasciatus* (Foissner a kol. 1979). Během této práce jsme tuto opalinku také zaznamenali (Obr. 18).



Obr. 18: Mikrofotografie opalinky *Protoopalina symphysodonis* ze *Symphysodon aequifasciatus* (originál).

Košuthová a kol. (2015) uvádí jako parazity volně žijícího vířníka rodu *Philodina* Ehrenberg, 1830 (Rotifera: Bdelloidea), který byl identifikován na žábrech terčovce (Sobecka a kol. 2012). Tento rod zahrnuje pouze volně žijící (epizoické) zástupce jako například *P. acuticornis* Murray, 1902, *P. megalotrocha* Ehrenberg, 1832, nebo *P. convergens* Murray, 1908. Parazitismus je u vířníků, pokud opouštějí vrtejši (Acanthocephala), velmi vzácný. Za pravého (a zřejmě jediného) parazita ryb lze označit vířníka *Encentrum kozminskii* Wiszniewski, 1948 (Monogononta), který byl popsán z žaber a kůže kaprů, kde se živí mukusem a epitelem (May 1989). V případě terčovců se nejedná o parazitického, ale epizoického živočicha a neměl by být uváděn mezi parazity.

V seznamu Košuthové a kol. (2015) jsou někteří zástupci identifikováni pouze do rodu a někdy došlo také k chybné identifikaci.

Tab. 3: Paraziti ryb rodu *Symphysodon* podle Košuthové a kol. (2015), upraveno.

Druh	Skupina	Hostitel ¹	Lokalita ²	Reference
PROTISTA				
<i>Chilodonella hexasticha</i>	Ciliophora	<i>Sd</i>	JP (CH)	Imai a kol. 1984
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	Ciliophora	<i>Sd</i>	TH (CH)	Sobecka a kol. 2012
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	Ciliophora	<i>Sa, Sd, Ss</i>	IR, PL (CH)	Mohammadi a kol. 2012; Sobecka a kol. 2012
<i>Trichodina</i> sp.	Ciliophora	<i>Sd</i>	IR (CH)	Mohammadi a kol. 2012
<i>Hexamita symphysodonis</i>	Diplomonadida	<i>Sd, Sa, Ss</i>	PL, TH (CH)	Sobecka a kol. 2012
? <i>Spiroucleus</i> sp.	Diplomonadida	<i>Sa, Ss</i>	EG, US (CH)	El-Ghany a kol. 2014; Yanong a kol. 2004
<i>Spiroucleus vortens</i>	Diplomonadida	<i>Sd</i>	GB (CH)	Paull a Matthews 2001
<i>Ichthyophonus hoferi</i>	Ichthyosporae	<i>Ss</i>	PL (CH)	Sobecka a kol. 2012
<i>Ichthyobodo necator</i>	Kinetoplastida	<i>Sa, Ss</i>	PL (CH)	Sobecka a kol. 2012
<i>Cryptobia iubilans</i>	Kinetoplastida	<i>Sa</i>	US (CH)	Yanong a kol. 2004
<i>Protoopalina symphysodonis</i>	Opalineae	<i>Sa</i>	D (CH)	Imai a kol. 1998
<i>Entamoeba</i> sp.	Sarcodina	<i>Sa, Ss</i>	PL (CH)	Guz a Szczepaniak 2009; Sobecka a kol. 2012
METAZOA				
<i>Ceratomyxa amazonensis</i>	Myxozoa	<i>Sd</i>	BR (V)	Mathews a kol. 2016
<i>Myxobolus</i> sp.	Myxozoa	<i>Sa</i>	PL (CH)	Sobecka a kol. 2012
? <i>Dactylogyrus</i> sp.	Monogenea	<i>Sd</i>	IR (CH)	Mohammadi a kol. 2012
<i>Sciadicleithrum variabilum</i>	Monogenea	<i>Sa, Sd, Ss</i>	BR, CZ, IT, PL, TR (CH, V)	Ergens a Prouza 1984; Kritsky a kol. 1989; Onal a kol. 2011; Aquaro a kol. 2012; Sobecka a kol. 2012; Thatcher 2006
<i>Dadayius puruensis</i>	Digenea	<i>Sa</i>	BR (V)	Lopes a kol. 2011
? <i>Proteocephalus macrophallus</i>	Cestoda	<i>Sd</i>	BR (V)	Vidal-Martinez a Kennedy 2000
<i>Schyzocotyle acheilognathi</i>	Cestoda	<i>Sd, Sa</i>	SK, CZ (CH)	Košutová a kol. 2015; naše práce
? <i>Capillaria</i> sp.	Nematoda	<i>Sa</i>	IR, PL, US (CH)	Yanong a kol.; Rahmati-holasoo a kol. 2010; Sobecka a kol. 2012
<i>Eustrongylides</i> sp.	Nematoda	<i>Sa</i>	PL (CH)	Sobecka a kol. 2012
<i>Ichthyouris bursata</i>	Nematoda	<i>Sd, Sa</i>	CZ, TH (CH)	Moravec a Prouza 1995; Moravec a Laopracert 2008; Sobecka a kol. 2012
<i>Neocapillaria pterophylli</i>	Nematoda	<i>Sa</i>	CZ, TH (CH)	Moravec a Gut 1982
<i>Procamallanus</i> sp.	Nematoda	<i>Sa</i>	BR, US (CH, V)	Vidal-Martinez a Kennedy 2000; Yanong a kol. 2004
<i>Artystone trysibia</i>	Isopoda	<i>Sd</i>	BR (V)	Huizinga 1974

¹ *Sd* – *Symphysodon discus*; *Sa* – *Symphysodon aequifasciatus*; *Ss* – *Symphysodon* sp.

² BR – Brazílie; CZ – Česká republika; EG – Egypt; GB – Velká Británie; IR – Irán; IT – Itálie; JP – Japonsko; PL – Polsko; TH – Thajsko; TR – Turecko; US – Spojené státy americké, D – Německo, SK – Slovensko; CH – ryby z chovu; V – ryby z volné přírody
Druhy vyznačeny tučně byly nalezeny během experimentu.
? pochybné nálezy.

Zajímavým nálezem jsou trofozoiti améb rodu *Entamoeba* (Sarcodina), kteří byli nalezeni ve střevním mukusu (hlenu) ve dvou studiích (Guz a Szcepaniak 2009; Sobecka a kol. 2012). Jedná se však o jediné studie, které uvádějí améby rodu *Entamoeba* z tropické sladkovodní ryby (Hooshyar a kol. 2015). Zástupci tohoto rodu jsou známými parazity především savců, ale také ptáků, plazů, obojživelníků a jen několik zástupců je popsáno zejména z mořských ryb, jako *E. mola* Noble a Noble, 1966 z měsíčníka svítivého *Mola mola* (Linné, 1758), *E. gadi* Bullock, 1966 z tresky *Pollachius virens* (Linnaeus, 1758) a *E. nezumia* Orias a Noble, 1971 z hlubokomořské ryby *Nezumia bairdi* (Goode a Bean, 1877). Jediným popsaným zástupcem ze sladkovodních ryb je *E. ctenopharyngodoni* Chen, 1955 popsaná z kapra obecného *Cyprinus carpio* (Hooshyar a kol. 2015). Nález z terčovců může představovat nový doposud nepopsaný druh rodu *Entamoeba*. Dále byla ve studii Mohammadi a kol. (2012) nalezena u terčovců i brousilka *Trichodina* sp. Tento druhově bohatý rod ektoparazitů se běžně vyskytuje na sladkovodních rybách včetně Amazonie. (Thatcher 2006).

Z diplomonád byl u terčovců identifikován *Spironucleus vortens* Poynton, Fraser, Francis-Floyd, Rutledge, Reed a Nerad, 1995 popsaný ze skaláry *P. scalare* chované na Floridě (Poynton a kol. 1995). Podle studie Paull a Methews (2001) byl tento zástupce rovněž nalezen u 11 jedinců *S. discus* a 1 skaláry pocházející od místních akvaristů z Anglie. Jedná se o významného patogena a původce onemocnění zvané „hole-in-the-head disease“ (Herkner 1969, 1970). Onemocnění se projevuje kožními lézemi až vzniku jakýchsi otevřených děr. Způsob infekce a patogenese zůstává neznámý, existují pouze hypotézy o původu těchto děr. Jedná se buď o systémové infekce ze střeva, nebo označuje počáteční místo invaze. Paull a Mathews (2001) se přiklání k první teorii, protože v jejich studii byl *S. vortens* izolován ze střeva všech vyšetřených ryb a napadeny byly i další orgány jako játra, slezina, ledviny. Infekce byla vždy spjata se závažným onemocněním „hole-in-the-head disease“. Další autoři uvádějí nálezy druhově neidentifikovaných zástupců rodu *Spironucleus* Lavier, 1936. Určování diplomonád je obtížné a je založeno, kromě molekulární analýzy, zejména na životním cyklu a ultrastruktuře. Pomocí světelného mikroskopu není možné jednotlivé zástupce odlišit, a to dokonce ani na úrovni rodů. V současnosti je známo 6 druhů rodu *Spironucleus* z ryb: *S. barkhanus* Sterud, Mo a Poppe, 1997; *S. salmonicida* Jorgensen a Sterud, 2006; *S. salmonis* Poynton, Reza Saghari Fard, Jenkins a Ferguson, 2004; *S. torosa* Poynton a Morrison, 1990; *S. vortens*; a *S. elegans* Lavier, 1936. Pouze dva zástupci byli nalezeni u sladkovodních ryb, a to již

zmiňovaný *S. vortens* a dále *S. elegans* popsány ze skaláry (Williams a kol. 2011). Oba tyto druhy se mohou teoreticky vyskytovat i u terčovců, ale také se může jednat o nový doposud nepopsaný druh.

Z mnohobuněčných parazitů lze zpochybnit nález žábrolísta *Dactylogyrus* sp. Tento ojedinělý nález byl identifikovaný pouze na základě histologických řezů žaber z chovu *S. discus* z Iráku (Mohammadi a kol. 2012). S největší pravděpodobností se jedná o jediného specifického žábrolísta terčovců *S. variabilum*, který je uváděn všemi ostatními autory a byl nalezen i v této práci (Tab. 4).

Sobecka a kol. (2012) identifikovala z druhově nespecifikovaného terčovce 2 „cysty“ obsahující spory na vnější stěně koncové části střeva a pobřišnici, které identifikovala jako blíže neurčenou rybomorku rodu *Myxobolus* Bütschli, 1882. Jedná se však o jediný nález rybomorky tohoto druhově bohatého rodu z terčovce. Sobecka a kol. (2012) neuvádí ani morfologický popis ani obrazovou dokumentaci, a tudíž tento nález nelze ověřit. Druhou rybomorkou zaznamenanou u terčovců z volné přírody je recentně popsána *Ceratomyxa amazonensis* Mathews, Naldoni, Maia, Adriano, 2016 nalezená v žlučníku *S. discus*. Tento druh byl dobře popsán a ověřen i na základě molekulárních dat (Mathews a kol. 2016).

Další z pochybných nálezů z terčovce představuje tasemnice *Proteocephalus macrophallus* (Diesing, 1850), kterou uvádějí ze *S. discus* bez jakýchkoliv podrobností Vidal-Martínez a Kennedy (2000). Tato tasemnice je známa pouze z cichlid rodu *Cichla* (Scholz a kol. 1996). Tento nález může představovat záměnu s jinou tasemnicí řádu Onchoproteocephalidea.

V terčovcích bylo zjištěno několik druhů parazitických hlístic (Nematoda). Nález *Capillaria* sp. je uváděn několika autory (Tab. 3). Například Sobecka a kol. (2012) uvádějí jen nález vajíček, na základě kterých nelze morfologicky druh spolehlivě identifikovat, ale autoři předpokládají, že se jedná o *Capillaria (Neocapillaria) pterophylli*, což je jediná kapilárie identifikovaná u terčovců. Je možné, že i další blíže neurčené nálezy kapilárií představuje tento široce rozšířený patogen cichlid (Moravec 1998).

Dalším blíže neurčeným nálezem je hlístice rodu *Procamallanus* Baylis, 1923 nalezena ve střevě *S. aequifasciatus* (Vidal-Martínez a Kennedy 2000, Yanong a kol. 2004). V žádné z těchto studií není podrobnější popis ani obrazová dokumentace těchto nálezů. Tento druhově početný rod se běžně vyskytuje u sladkovodních ryb. Moravec

(1998) uvádí z neotropické oblasti 32 druhů, ale žádný z terčovce. Další druhově neurčenou hlísticí je larva rodu *Eustrongylides* sp. nalezená v pobřišnici a za serózní membránou jater (Sobecka a kol. 2012). Hlístice tohoto rodu používají sladkovodní ryby jako meziphostie. Moravec (1998) uvádí 3 nálezy z ryb v Neotropické oblasti, ale žádný z terčovce.

Na základě naší revize bylo u ryb rodu *Symphysodon* identifikováno 21 druhů parazitů. U *S. disis* 6 protist ze skupin Ciliophora a Diplomonadida a 5 mnohobuněčných ze skupin Monogenea, Cestoda, Nematoda, Myxozoa a Isopoda. U *S. aequifasciatus* 6 protist patřících do skupin Ciliophora, Diplomonadida, Kinetoplastida, Sarcodina a Opalineae, a 8 mnohobuněčných parazitů ze skupin Monogenea, Digenea, Cestoda, Nematoda a Myxozoa (Tab. 3).

Mezi specifické parazity ryb rodu *Symphysodon* patří 6 druhů, a to diplomonáda *Hexamita symphysodonis* Tonguthai a Chinabut, 1989, opalinka *Protoopalina symphysodonis*, motolice *Dadayius puruensis* Lopes, Karling, Takemoto, Rossoni, Ferreira a Pavanelli, 2011, žábrohlist *Sciadicleithrum variabilum*, hlístice *Ichthyouris bursata* a rybomorka *Ceratomyxa amazonensis* (Tab. 3).

Během našeho studia jsme našli 4 z uvedených mnohobuněčných parazitů, tj. žábrohlistu *S. variabilum*, tasemnici *S. acheilognathi* a hlístice *C. (N.) pterophylli* a *I. bursata* (Tab. 3).

Výrazné změny v chování ryb nakažených jsme nemohli pozorovat, protože jsme měli k dispozici pouze nemocné jedince od soukromého chovatele. U některých infikovaných ryb docházelo ke ztmavnutí kůže, letargii a nechutenství, jako v případě silných infekcí u terčovce se 129 tasemnicemi *S. acheilognathi* nebo u juvenilního terčovce s 10 jedinci hlístice *C. (N.) pterophylli*, kteří uhynuli po 4 měsících a přítomnost zmíněných parazitů mohla být hlavní příčinou jejich úhynu (Tab. 1).

Tasemnice *S. acheilognathi* je významným patogenem sladkovodních ryb zejména v akvakulturách, ale také u některých endemických druhů ryb ve volné přírodě, kam byla zavlečena importem nepůvodních ryb (Kuchta a kol. 2018). Tato tasemnice může způsobovat onemocnění nazývané botriocéfaloza. Největší problém představuje u juvenilních ryb a plůdků, kde infekce může končit fatálně. V případě silných nákaz dochází k závažným patologickým a metabolickým změnám i u dospělých hostitelů. Infikovaní jedinci rostou pomaleji, dochází ke zmenšení některých orgánů jako jsou játra,

ledviny nebo slezina; dále může docházet k penetraci střeva a k vnitřnímu krvácení, zánětům, nebo neprůchodnosti střeva a zvětšení břišní oblasti (Kuchta a kol. 2012). U živorodky komáří *Gambusia affinis* Baird a Girard, 1853 byla prokázána snížená schopnost adaptace na změnu teploty vody, což vedlo ke zvýšené mortalitě napadených ryb (Granath a Esch 1983). Napadené ryby jsou letargické a zdržují se spíše u vodní hladiny nebo u břehu (Kuchta a kol. 2012).

Dalším významným patogenem terčovce je kapilárie *C. (N). pterophylli*, která proniká přední částí hluboko do střevní sliznice hostitele, kde může vyvolávat záněty. Infekce se projevuje nechutenstvím a silná nákaza, zejména u juvenilních jedinců, je častou příčinou smrti (Moravec 1993).

Další hlístice, roup *I. bursata*, není zřejmě příliš patogenní, ale v některých případech při vysokých nálezích byla zaznamenána u nakažených terčovců letargie, ztmavnutí kůže a vzácně i úhyn silně napadených ryb (Moravec a kol. 2008). Při našem studiu bylo nalezeno až 120 jedinců na rybu.

Žábrohlisti jsou obecně považováni za patogeny ryb, zejména v akvakulturách. Při vysokých infekcích druhem *S. variabilum* bylo u juvenilních jedinců zaznamenáno nechutenství a ztráta hmotnosti, potíže s dýcháním a po několika dnech dokonce docházelo k úhynům. Tento parazit může způsobovat záněty žaber, zvýšenou produkci slizu nebo přímo poškodit epiteliální buňky žaberních lamel. U dospělých jedinců je infekce asymptomatická (Aquaro a kol. 2012).

5.2. Vývojový cyklus tasemnice *Schyzocotyle acheilognathi*

Tato tasemnice je u terčovců známá pouze z chovu a jedná se o teprve druhý záznam o jejím výskytu u terčovců (Košuthová a kol. 2015). I když je její areál výskytu široký, v Amazonii se pravděpodobně nevyskytuje (viz kapitola 4.1.1.).

Pro vývojový cyklus této tasemnice je nezbytná přítomnost mezihostitele – buchanek, avšak jejich výskyt v akvakulturách bývá často omezený. Jiní planktonní korýši, jako např. perloočky (Cladocera), či žábřonožky, nejsou vhodnými mezihostiteli (Molnár 1977, Kuchta a kol. 2012). Chovatel, od kterého jsme ryby obdrželi, přítomnost buchanek ve svém chovu vyloučil. Ryby krmil mraženou či sušenou potravou, kterou si i sám připravoval, a živými žábřonožkami solnými *Artemia salina* (Linnaeus, 1758). Zdroj

nákazy v tomto případě tedy není úplně jasný a okolnosti naznačují, že by se mohlo dokonce jednat o zkrácený, tj. přímý cyklus této tasemnice bez účasti mezihostitele. Terčovci jsou charakterističtí chováním juvenilních jedinců, kteří okusují sliz z kůže rodičů, zdržují se tak v jejich těsné blízkosti a infekce by tak proběhla relativně snadno. Nejmenší nakažená ryba měla velikost 3 cm.

Prevalence a intenzita této tasemnice byla poměrně vysoká. Celkem bylo nalezeno 283 tasemnic (Tab. 2). Důležitým faktorem, který nepochybně negativně ovlivnil neúspěšnost našich experimentů, bylo také velmi malé množství gravidních jedinců (pouze 2 %), kteří se vyskytovali téměř výlučně pouze při monoinfekcích. V terčovcích se vyskytovali zejména nedospělí juvenilní jedinci, u nichž byla intenzita nákazy vysoká (maximálně až 129 tasemnic). Vysvětlením by mohl být tzv. crowding effect, kdy jednotliví jedinci nebyli schopni pohlavně dozrát, pokud se jich vyskytovalo více v jednom hostiteli (Roberts 2000).

Z většiny získaných vajíček *S. acheilognathi* se uvolňovala koracidia při teplotě 22 °C po přibližně dvou dnech. Délka vývoje vajíček je srovnatelná s ostatními studii (např. Körting 1975, Ryšavý a Moravec 1975). Koracidia se líhla i z vajíček uchovávaných ve tmě, což pro tyto tasemnice není typické. Světlo je považováno za hlavní faktor aktivace líhnutí koracidí botriocefalidních a difylobotriidních tasemnic (Smith a McManus 1989).

Dalším důležitým aspektem bylo nedostatečné množství experimentálně infikovaných buchank (5,4 %). Pro náš experiment jsme použili buchanky lesní *Diacyclops bisetosus*. Rod *Diacyclops* zahrnuje zástupce vhodné jako mezihostitele např. pro škulovce širokého *Diphyllbothrium latum* (Linnaeus, 1758) nebo řemenatku ptačí *Ligula intestinalis* (Linnaeus, 1758) (Glazunova a Polunina 2009, Bledzki a Rybak 2016). Podle studie Marcogliese a Escha (1989) je rod *Diacyclops* vhodným mezihostitelem také pro *S. acheilognathi*. Vývoj procerkoidů v buchankách v našem experimentu probíhal přibližně 14 dní při teplotě 18°C. Körting (1975) a Ryšavý s Moravcem (1975) pozorovali zralé procerkoidy v *Cyclops abyssorum* Sars, 1863 a *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857) za 8–10 dní.

Jako definitivní hostitelé byly v experimentu použity běžní hostitelé této tasemnice, a to mladí jedinci kapra obecného a závojnatek. Nevíme, proč se nám nepodařilo tyto hostitele nakazit. Důvodem může být malý počet jedinců (použito pouze 9 ryb), ale také jejich vyšetření po příliš dlouhé době po experimentální nákaze, neboť tasemnice mohly

být z ryb vypuzeny nebo po dozrání samovolně opustily svého rybího hostitele. Možný je také vznik adaptace této populace *S. acheilognathi* pouze na terčovce. Tato tasemnice má však nízkou hostitelskou specifitu a žádné specializace doposud nejsou známy (Brabec a kol. 2016).

6. ZÁVĚR

Na základě studie Košuthové a kol. (2015) jsme kriticky zhodnotili literární údaje o parazitofauně ryb rodu *Symphysodon*. Z 23 druhů uvedených Košuthovou a kol. (2015) považujeme za skutečné parazity terčovců 18 druhů a tři další v uvedené práci nezahrnuté druhy jsme doplnili. Ze všech parazitů je šest zástupců specifickými parazity terčovců. Při vyšetření terčovců jsme našli čtyři mnohobuněčné parazity, tasemnici *Schyzocotyle acheilognathi*, roupa *Ichthyuris bursata*, kapilárii *Capillaria (Neocapillaria) pterophylli* a žábrolísta *Sciadicleithrum variabilum*, a také opalinku *Protoopalina symphysodonis*.

Pokusili jsme se o experimentální vývojový cyklus tasemnice *S. acheilognathi*. Získaná živá vajíčka z gravidních jedinců jsme úspěšně kultivovali a vylíhlými koracidii úspěšně nakazili buchanky. Vývoj larev (procerkoidů) v buchankách trval 2 týdny. Následná experimentální nákaza 9 jedinců dvou druhů ryb (kapr a závojnata) však nebyla úspěšná, protože ryby vyšetřené po 3 a 7 měsících byly negativní. Důvodem neúspěšné nákazy mohl být příliš nízký počet nakažených buchank použítých k nákaze ryb nebo dlouhá doba jejich vyšetření od nákazy buchankami.

7. LITERATURA

- Aquaro G, Salogni C, Galli P, Gibelli L, Gelmetti D 2012.** *Sciadicleithrum variabilum* (Dactylogyridae: Monogenea) infection in *Symphysodon discus*: a case report. *Fish Pathol.* 47: 23–26.
- Baer JC, Fain A 1958.** *Bothriocephalus (Clestobothrium) kivuensis* n. sp., cestode. *Ann. Soc. R. Zool. Belgique* 88: 287–302.
- Blaxter M, Koutsovoulos G 2015.** The evolution of parasitism in Nematoda. *Parasitology* 142: 26–29.
- Bledzki L A, Rybak JI 2016.** Freshwater crustacean zooplankton of Europe: Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida). Key to species identification, with notes on ecology, distribution, methods and introduction to data analysis. Springer, Basel, 918 s.
- Boeger WA, Vianna RT 2006.** Monogenoidea. In: Thatcher V E (ed.) Amazon fish parasites. Pensoft Publishers, Sofie, s. 42–116.
- Brabec J, Kuchta R, Scholz T, Littlewood DTJ 2016.** Paralogues of nuclear ribosomal genes conceal phylogenetic signals within the invasive Asian fish tapeworm lineage: evidence from next generation sequencing data. *Int. J. Parasitol.* 46: 555–562.
- Brabec J, Waeschenbach A, Scholz T, Littlewood DTJ, Kuchta R 2015.** Molecular phylogeny of the Bothriocephalidea (Cestoda): molecular data challenge morphological classification. *Int. J. Parasitol.* 45: 761–771.
- Buchmann K, Bresciani J 2006.** Monogenea (phylum Platyhelminthes). In: Woo PTK. (ed.) Fish diseases and disorders. Protozoan and metazoan infections, CABI Publishing, Wallingford, s. 297–344.
- Caira JN, Jensen K 2017.** Planetary biodiversity inventory (2008–2017): Tapeworms from the vertebrate bowels of the Earth. University of Kansas, Natural History Museum, Special Publication No. 25, 462 s.
- Caira JN, Jensen K, Holsinger KE 2003.** On a new index of host specificity. In: Combes C a Jourdane J. (eds.) Taxonomie, écologie et évolution des métazoaires parasites. Universitaires de Perpignan, Perpignan, s. 161–201.
- Crampton WGR 2008.** Ecology and life history of an Amazon floodplain cichlid: the discus fish *Symphysodon* (Perciformes: Cichlidae). *Neotrop. Ichthyol.* 6: 599–612.
- Dey VK 2016.** The global trade in ornamental fish. *INFOFISH Int.* 4: 52–55.

- El-Ghany NAA, El-Khatib NR, Salama SSA 2014.** Causes of mortality in discus fish (*Symphysodon*) and trials for treatment. *Egypt. J. Aquat.* 4: 1–12.
- Ergens R, Lom J 1970.** Původci parazitárních nemocí ryb. Academia, Praha, 383 s.
- Ergens R, Prouza A 1984.** Contribution to the knowledge of *Urocleidoides variabilis* (Monogenea: Ancyrocephalidae). *Folia Parasitol.* 31: 28.
- Foissner VW, Schubert G, Wilbert N 1979.** Morphology, infraciliature, and silverline system of *Protoopalina symphysodonis* nov. spec. (Protozoa: Opalinata), an Opalinidae from the intestinum of *Symphysodon aequifasciata* Pellegrin (Percoidei: Cichlidae). *Zool. Anz.* 202: 71–85.
- Froese R, Pauly D 2019.** FishBase: World Wide Web electronic publication. Accessed March 2019. <http://www.fishbase.org>.
- Glazunova AA, Polunina YY 2009.** Copepods as the first intermediate hosts of *Ligula intestinalis* L.: parasite of bream *Abramis brama* L. in the Vistula Lagoon of the Baltic Sea. *Inland Water Biol.* 2: 371.
- Goater TM, Goater CP, Esch GW 2014.** Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press, New York, 497 s.
- Granath WO, Esch GW 1983.** Temperature and other factors that regulate the composition and infrapopulation densities of *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestoda) in *Gambusia affinis* (Pisces). *J. Parasitol.* 69: 1116–1124.
- Guz L, Szczepaniak K 2009.** Intestinal amoebiasis in Heckel discus *Symphysodon discus* – a case report. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.* 29: 28–33.
- Herkner 1969.** Lochkrankheit – ein unerschöpfliches Thema. *Aquar. Terr. Z.* 22: 344–348.
- Herkner 1970.** Ergänzende Beobachtungen zum Thema Lochkrankheit. *Aquar. Terr. Z.* 22: 154–157.
- Hooshyar H, Rostamkhani P, Rezaeian M 2015.** An annotated checklist of the human and animal *Entamoeba* (Amoebida: Endamoebidae) species – a review article. *Iranian, J. Parasitol.* 10: 146–56.
- Huizinga HW 1974.** Pathobiology of *Artystone trysibia* Schioedte (Isopoda: Cymothoidae), an endoparasitic isopod of South American fresh water fishes. *J. Wildl. Dis.* 8: 225–232.
- Imai S, Hatai K, Ogawa M 1985.** *Chilodonella hexasticha* (Kiernili, 1909) found from the gills of a discus, *Symphysodon discus* Heckel, 1940. *Jap. J. Vet. Sci.* 47: 305–308.

- Kalous L, Patoka J, Kopecký O 2015.** European hub for invaders: risk assessment of freshwater aquarium fishes exported from the Czech Republic. *Acta Ichthyol. Piscator.* 45: 239–245.
- Kennedy CR 1994.** The ecology of introductions. In: Pike AW a Lewis JW (eds.) Parasitic diseases of fish. Samara Publishers, Tresaith, Dyfed, s. 189–208.
- Kohn A, Cohen SC 1998.** South American Monogenea – list of species, hosts and geographical distribution. *Int. J. Parasitol.* 28: 1517–1554.
- Körting W 1975.** Larval development of *Bothriocephalus* sp. (Cestoda: Pseudophyllidea) from carp (*Cyprinus carpio* L.) in Germany. *J. Fish Biol.* 7: 727–733.
- Košuthová L, Šmiga Ľ, Oros M, Barčák D, Košuth P 2015.** The pathogenic Asian fish tapeworm, *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda) in the Red discus (*Symphysodon discus*). *Helminthologia* 52: 287–292.
- Kritsky DC, Thatcher VE, Boeger WA 1989.** Neotropical Monogenea. 15. Dactylogyrids from the gills of brazilian Cichlidae with proposal of *Sciadicleithrum* gen. n. (Dactylogyridae). *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 56: 128–140.
- Kuchta R, Burianová A, Jirků M, de Chambrier A, Oros M, Brabec J, Scholz T 2012.** Bothriocephalidean tapeworms (Cestoda) of freshwater fish in Africa, including erection of *Kirstenella* n. gen. and description of *Tetracampos martinae* n. sp. *Zootaxa* 3309: 1–35.
- Kuchta R, Choudhury A, Scholz T 2018.** Asian fish tapeworm: the most successful invasive parasite in freshwaters. *Trends Parasitol.* 34: 511–523.
- Kuchta R, Scholz T, Brabec J, Jirsová D, Gustinelli A 2008.** Bothriocephalidean tapeworms (Cestoda) from the blackfish, *Centrolophus niger*. *Folia Parasitol.* 55: 111–121.
- Lopes LPC, Karling LC, Takemoto RM, Rossoni F, Ferreira EJJ, Pavanelli GC 2011.** A new species of *Dadayi* Fukui, 1929 (Digenea: Cladorchiidae), parasite of *Symphysodon aequifasciatus* Pellegrin, 1904 (Perciformes: Cichlidae) from the Purus River, Amazon, Brazil. *Helminthologia* 48: 200–202.
- Lucký Z 1970.** *Capillaria pterophylli* Heinze, 1933 – a parasite of *Pterophyllum eimekei* Ahl in aquarium (ČSSR). *Helminthologia* 11: 93–98.
- Lukeš J, Kuchta R, Scholz T, Pomajbíková K 2014.** (Self-)infections with parasites: re-interpretations for the present. *Trends Parasitol.* 30: 377–385.
- MacArthur RH, Wilson EO 1967.** The theory of island biogeography. Princeton University Press, New Jersey, 203 s.

- Marcogliese D, Esch G 1989.** Alterations in seasonal dynamics of *Bothriocephalus acheilognathi* in a North Carolina cooling reservoir over a seven-year period. *J. Parasitol.* 75: 378–382.
- Martín-Torrijos L, Campos Llach M, Pou-Rovira Q, Diéguez-Uribeondo J 2017.** Resistance to the crayfish plague, *Aphanomyces astaci* (Oomycota) in the endangered freshwater crayfish species, *Austropotamobius pallipes*. *PLoS ONE* 7: e0181226.
- Mathews P D, Naldoni J, Maia AA, Adriano EA 2016.** Morphology and small subunit rDNA-based phylogeny of *Ceratomyxa amazonensis* n. sp. parasite of *Symphysodon discus*, an ornamental freshwater fish from Amazon. *Parasitol. Res.* 115: 4021–4025.
- Mlíkovský J, Stýblo P 2006.** Nepůvodní druhy fauny a flóry ČR. ČSOP, Praha, 496 s.
- Mohammadi F, Mousavi SM, Rezaie A 2012.** Histopathological study of parasitic infestation of skin and gill on oscar (*Astronotus ocellatus*) and discus (*Symphysodon discus*). *Int. J. Bioflux Soc.* 5: 88–99.
- Molnár K 1977.** On the synonyms of *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934. *Parasitol. Hung.* 10: 61–62.
- Moravec F 1998.** Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical region. Academia, Praha, 464 s.
- Moravec F, Ergens R, Řepová R 1984.** First record of the nematode *Pseudocapillaria brevispicula* (Linstow, 1873) from aquarium fishes. *Folia Parasitol.* 31: 241–245.
- Moravec F, Gut J 1982.** Morphology of the nematode *Capillaria pterophylli* Heinze, 1933, a pathogenic parasite of some aquarium fishes. *Folia Parasitol.* 29: 227–231.
- Moravec F, Laoprasert T 2008.** Redescription of *Ichthyouris bursata* Moravec & Prouza, 1995 (Nematoda: Pharyngodonidae), a parasite of wild and aquarium-reared discus *Symphysodon* spp. (Osteichthyes). *Syst. Parasitol.* 71: 137–143.
- Moravec F, Prouza A 1995.** *Ichthyouris bursata* sp. n. (Nematoda, Oxyuroidea) from an aquarium-reared discus, *Symphysodon discus* (Pisces), in Europe. *Parasite* 2: 385–390.
- May L 1989.** Epizoic and parasitic rotifers. *Hydrobiologia* 186: 59–67.
- Olson PD, Cribb TH, Tkach VV, Bray RA, Littlewood DTJ 2003.** Phylogeny and classification of the Digenea (Platyhelminthes: Trematoda). *J. Parasitol.* 33: 733–755.
- Onal U, Celik I, Toksen E, Sepil A, Caydan E 2011.** Early infection of discus *Symphysodon aequifasciatus* altricial larvae by *Sciadicleithrum variabilum* (Monogenea). *J. Fish Biol.* 78: 647–650.
- Paull GC, Matthews RA 2001.** *Spironucleus vortens*, a possible cause of hole-in-the-head disease in cichlids. *Dis. Aquat. Org.* 45: 197–202.

- Piazza RS, Martins ML, Guiraldelli L, Yamashita MM 2006.** Parasitic diseases of freshwater ornamental fishes. *Bol. Inst. Pesca* 32: 51–57.
- Poynton SL, Fraser W, Francis-Floyd R, Rutledge P, Reed P, Nerad TA 1995.** *Spironucleus vortens* n. sp. from the freshwater angelfish *Pterophyllum scalare*: morphology and culture. *J. Euk. Microbiol.* 42: 731–742.
- Rahmati-Holasoo H, Mousavi HAE, Soltani M, Hosseini S, Ghadam M, Samani R 2010.** Capillariosis in breeder discus (*Symphysodon aequifasciatus*) in Iran. *J. Agric. Sci.* 55: 253–259.
- Rego AA, Chubb JC, Pavanelli GC 1999.** Cestodes in South American freshwater teleost fishes: keys to genera and brief description of species. *Rev. Brasil Zool.* 16: 299–367.
- Roberts LS 2000.** The crowding effect revised. *J. Parasitol.* 86: 209–211.
- Roberts LS, Janovy J 2005.** Foundations of parasitology (8th ed.). McGraw-Hill Publishing Company, New York, 720 s.
- Rohde K 2005.** Marine parasitology. CABI Publishing, Wallingford, 592 s.
- Ryšavý B, Moravec F 1975.** *Bothriocephalus aegyptiacus* sp. n. (Cestoda: Pseudophyllidea) from *Barbus bynni*, and its life cycle. *Vest. Československé Spol. Zool.* 39: 68–72.
- Řehulková E 1999.** Monogenea of aquarium fishes in the Czech Republic: current state and prospects. *Helminthologia* 2: 124.
- Santos MA, Jerônimo GT, Cardoso L, Tancredo KR, Brando Medeiros P, Victor Ferrarezi J, Tavares Gonçalves EL, da Costa Assis G., Martins M 2017.** Parasitic fauna and histopathology of farmed freshwater ornamental fish in Brazil. *Aquaculture* 470: 103–109.
- Schmidt-Rhaesa A 2014.** Handbook of Zoology: Gastrotricha, Cycloneuralia and Gnathifera, Nematoda. De Gruyter, Hamburg, 759 s.
- Scholz T, de Chambrier A, Prouza A, Royero R 1996.** Redescription of *Proteocephalus macrophallus*, a parasite of *Cichla ocellaris* (Pisces: Cichlidae) from South America. *Folia Parasitol.* 43: 287–291.
- Scholz T, Kuchta R, Williams C 2011.** *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934. In: Woo PTK a Buchmann K (eds.) Fish parasites: pathobiology and protection. CAB International, Wallingford, s. 282–297.
- Scholz T, Vanhove MPM, Smit N, Jayasundera Z, Gelnar M 2018.** A guide to the parasites of African freshwater fishes. *ABC Taxa* 18: 421 s.

- Siddall ME, Bureson EM 1998.** Phylogeny of leeches (Hirudinea) based on mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I. *Mol. Phyl. Evol.* 9: 156–162.
- van der Sleen P, Albert SJ 2017.** Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco and Guianas. Princeton University Press, New Jersey, 464 s.
- Smyth JD, McManus DP 1989.** The physiology and biochemistry of cestodes. Cambridge University Press, New York, 398 s.
- Smythe AB, Sanderson MJ, Nadler SA 2006.** Nematode small subunit phylogeny correlates with alignment parameters. *Syst. Biol.* 55: 972–992.
- Sobecka E, Luczak E, Marcinkiewicz M 2012.** New cases of pathogens imported with ornamental fish. *Biol. Lett.* 49: 3–10.
- Šrámek-Hrušek R 1953.** Naši klanonožci. Akademia, Praha, 61 s.
- Thacher VE 2006.** Amazon fish parasites (2nd ed.). PENSOFT Publisher, Sofia, 508 s.
- Tinsley RC 2013.** The oncomiracidium of *Oculotrema hippopotami* Stunkard, 1924 and relationships within the Polystomatidae (Monogenea). *Syst. Parasitol.* 84: 123–135.
- Uhlíř A 2013.** Akvaristika: terčovec, král akvarijských ryb. Dagmar Ruščáková *DeDenik*. ISSN 1805-0107.
- Vadlejch J, Magdálek J, Rylková K, Forejtek P, Čadková Z 2018.** Seasonal dynamics of an invasive nematode *Ashworthius sidemi* in wild ruminants in the Czech Republic. *Veterinářství* 68: 869–875.
- Vidal-Martínez VM, Kennedy CR 2000.** Zoogeographical determinants of the composition of the helminth fauna of Neotropical cichlid fish. In: Salgado-Maldonado G, García Aldrete AN, Vidal-Martínez VM (eds.) Metazoan parasites in the Neotropics: a systematic and ecological perspective. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., s. 227–290.
- Volf P, Horák P, Čepička I, Flegr J, Lukeš J, Mikeš L, Svobodová M, Vávra J, Votýpka J 2007.** Paraziti a jejich biologie. Triton, Praha, 318 s.
- Votýpka J, Modrý D 2018.** Biologické invaze v nás i kolem nás: invazní patogeny. *Živa* 66: 285–288.
- Waicheim A, Blasetti G, Cordero P, Rauque C, Viozzi G 2014.** Macroparasites of the invasive fish, *Cyprinus carpio*, in Patagonia, Argentina. *Comp. Parasitol.* 81: 270–275.
- Whitfield PJ 1979.** The biology of parasitism: an introduction to the study of associating organisms. Edward Arnold, London, 277 s.

- Williams C, Lloyd D, Poynton S, Jorgensen A, Millet C, Cable J 2011.** *Spironucleus* species: economically-important fish pathogens and enigmatic single-celled eukaryotes. *J. Aquacult. Res. Develop.* S2: 002.
- Williams HH, Jones A 1994.** Parasitic worms of fish. Taylor and Francis, London, 593 s.
- Yanong RPE, Curtis E, Russo R, Francis-Floyd R, Klinger R, Berzins I, Kelley K, Poynton SL 2004.** *Cryptobia iubilans* infection in juvenile discus. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 224: 1644–1650.
- Yera H, Kuchta R, Brabec J, Peyron F, Dupouy-Camet J 2013.** First identification of eggs of the Asian fish tapeworm, *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda: Bothriocephalidea) in human stool. *Parasitol. Int.* 62: 268–271.