

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



Parazité akvarijských ryb

Bakalářská práce

Autor práce: Jakub Strnad

Vedoucí práce: prof. Ing. Iva Langrová, CSc.

© 2013 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Parazité akvarijských ryb" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12. 4. 2013

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Ivě Langrové, CSc. za vedení a spolupráci při tvorbě této bakalářské práce.

Parazité akvarijních ryb

Parasites of aquarium fish

Souhrn

Tato práce se zabývá charakteristikou hlavních parazitických onemocnění akvarijních ryb. Všichni tito živočichové patří mezi bezobratlé. Jednotlivé kapitoly se věnují vždy jednomu kmeni. Z každého kmene jsou pak vybrány a taxonomicky řazeny hlavní druhy sladkovodních parazitů. Jako první jsou zde zařazeni vývojově nejnižší prabičíkovci (Metamonada) z řádu Distomatida, konkrétně rody *Hexamita* a *Spironucleus*. Jedná se o parazity s lokalizací hlavně v gastrointestinálním traktu, mohou však napadnout i další orgány. Původním areálem výskytu jsou řeky Jižní Ameriky, kde parazitují na cichlidách (Cichlidae). Druhým kmenem zařazeným za bičíkovce jsou krásnoočka (Euglenozoa). Jejich významným zástupcem je *Ichthyobodo necatrix* z čeledi Bodonidae poškozující šupiny a žábry hostitele, kterým se mohou stát živorodé a labyrintní ryby. K úmrtnosti u těchto okrasných ryb a jejich potěru může dojít při středně těžkých až závažných infekcích. Dalším parazitem z kmene Euglenozoa je *Trypanosoma danilewskyi*. Tato trypanozoma si vybírá jako hostitele ryby z čeledi Cyprinidae, u kterých parazituje v krvi. Byla však nalezena i v krvi úhoře říčního (*Anguilla Anguilla*). Postižení jedinci trpí anémií nebo anorexií, což může vyústit až v úmrtí napadených ryb. Ve třetí kapitole je věnována pozornost obrněnce (Dinoflagellata) *Oodinium pillularis* zodpovědné za „sametovou nemoc“, kterou trpí karasi stříbřítí (*Carassius gibelio*), karasi zlatí (*Carassius auratus*) a další sladkovodní ryby. *O. pillularis* napadá především kůži a žábry. Čtvrtá kapitola popisuje rybí kokcidie (Apicomplexa) z rodů *Cryptosporidium* a *Goussia*. *Cryptosporidium* spp. se usazuje v žaludku nebo na povrchu střev sladkovodních i mořských ryb. Z akvarijních ryb postihuje například tetry neonové (*Paracheirodon innesi*) a vrubozubce pavího (*Astronotus ocellatus*) z Jižní Ameriky. *Goussia cichlidarum* parazituje u cichlid a dalších ryb. Na rozdíl od rodu *Cryptosporidium* se stává jejím cílovým orgánem plynový měchýř. Dalším kmenem zařazeným po kokcidiích jsou nálevníci (Ciliophora) se zástupci *Chilodonella cyprini*, *Tetrahymena corlissi*, *Tetrahymena pyriformis*, *Ichthyophthirius multifiliis* a *Heteropolaria colisarum*. Většina těchto parazitů není hostitelsky specifická. Patří sem také jeden z nejvýznamnějších sladkovodních parazitů–

I. multifiliis. Do následujícího kmene hub (Microsporidia) byli umístěni dva zástupci, *Pseudoloma neutrophilium*, zaměřující se na nervovou soustavu hostitele (hlavně dánío pruhované) a hostitelsky nespecifická *Pleistophora hypheobryconis* vyvíjející se v kosterní svalovině. Předposlední kmen ploštěnců (Platyhelminthes) je velmi rozsáhlý. Patří sem *Dactylogyrus* spp. a *Gyrodactylus* spp. z třídy Monogenea, dále *Sanguinicola inermis* (Trematoda) a *Ligula intestinalis* (Cestoda). Většina těchto ploštěnců parazituje u kaprovitých ryb. *Camallanus cotti* z třídy Secernentea je v kompilaci jedinou uvedenou hlísticí (Nematoda). Posledním uvedeným kmenem jsou ektoparazitické členovci (Arthropoda), kteří jsou zastoupeni rody *Lrenaea* a *Argulus*.

Klíčová slova: akvariijní ryby, infekční onemocnění, parazité, Cichlidae, *Poecilia*

Summary

This thesis is trying to characterize the major parasites of the freshwater aquarium fish. All these animals belongs to invertebrates. Each chapter pays attention only one phylum. The major species have been picked and taxonomically classified. There are Metamonada as the first and evolutionary oldest phylum. There are two genera mentioned, *Hexamita* and *Spironucleus*. These two are usually both localized in the digestive tract, but can also occur in another organs. It's original area is located in South American rivers, where it parasites on cichlid fish (Cichlidae). The second phylum in this thesis is assigned to Euglenozoa. *Ichthyobodo necatrix* (Bodonidae), the most important representative, is destroying scales and gills of the host (labyrinth or viviparous fish). Infections with moderate to severe progress could be lethal. Next Euglenozoa parasite is *Trypanosoma danilewskyi*. This trypanosoma prefers cyprinid fish as a host and it parasites in the fish blood. But *T. Danilewskyi* has been found also in european eel (*Anguilla anguilla*). Affected individuals suffer from anorexia or anemia, which could result in death of the host. The third chapter is devoted to *Oodinium pillularis* (Dinoflagellata), the cause of „velvet disease”, which prussian carp (*Carassius gibelio*), crucian carp (*Carassius auratus*) and other freshwater fish suffer from. *O. pillularis* prefers skin and gills to infect more than the other body parts. The fourth chapter describes the fish coccidia (Apicomplexa) from genera *Cryptosporidium* and *Goussia*. *Cryptosporidium* spp. accumulates in the stomach or intestines surface of freshwater and marine fish. It affects ornamental fish such as neon tetra (*Paracheirodon innesi*) and amazonian oscar (*Astronotus*

ocellatus) originály from South America. *Goussia cichlidarum* parasites in cichlid and other freshwater fis. In contrast to the genus *Cryptosporidium*, *Goussia* is targeting a gas bladder of the host. Following phylum Ciliophora has plenty of representatives (*Chilodonella cyprini*, *Tetrahymena corlissi*, *Tetrahymena pyriformis*, *Ichthyophthirius multifiliis* and *Heteropolaria colisarum*). Most of these organisms are host-nonspecific. It also includes one of the most important parasites of freshwater fish - *I. multifiliis*. To the following fungal strains (Microsporidia) were placed two representatives, *Pseudoloma neutrophilium* focusing on the nervous system of the host (especially zebrafish) and host-nonspecific *Pleistophora hyphessobryconis* developing in skeletal muscle. The penultimate phylum of flatworms (Platyhelminthes) is very wide and includes *Dactylogyrus* spp. and *Gyrodactylus* spp. of the class Monogenea, further *Sanguinicola inermis* (Trematoda) and *Ligula intestinalis* (Cestoda). Most of these parasitic flatworms develop in cyprinids. *Camallanus cotti* from class Secernentea is only one nematode mentioned in the compilation. The last referred tribe is ektoparazitic arthropods (Arthropoda) represented genera *Lrenaea* and *Argulus*.

Keywords: aquarium fish, infectious diseases, parasites, Cichlidae, *Poecilia*

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	1
3	Přehled literatury	2
3.1	Prabičíkovci (Metamonada)	2
3.1.1	<i>Hexamita</i> spp.	2
3.1.2	<i>Spironucleus vortens</i>	3
3.2	Krásnoočka (Euglenozoa)	5
3.2.1	<i>Ichthyobodo necatrix</i>	5
3.2.2	<i>Trypanosoma danilewskyi</i>	6
3.3	Obrněnky (Dinoflagellata)	8
3.3.1	<i>Oodinium pillularis</i>	8
3.4	Výtrusovci (Apicomplexa)	9
3.4.1	<i>Cryptosporidium</i> spp.....	9
3.4.2	<i>Goussia cichlidarum</i>	11
3.5	Nálevníci (Ciliophora)	11
3.5.1	<i>Chilodonella cyprini</i>	11
3.5.2	<i>Tetrahymena corlissi</i>	12
3.5.3	<i>Tetrahymena pyriformis</i>	13
3.5.4	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	14
3.5.5	<i>Heteropolaria colisarum</i>	16
3.6	Houby (Microsporidia)	17
3.6.1	<i>Pseudoloma neurophilia</i>	17
3.6.2	<i>Pleistophora hyphessobrycionis</i>	18
3.7	Ploštěnci (Platyhelminthes)	19
3.7.1	<i>Dactylogyrus</i> spp.....	19
3.7.2	<i>Gyrodactylus</i> spp.....	20
3.7.3	<i>Sanguinicola inermis</i>	21
3.7.4	<i>Ligula intestinalis</i>	23
4	Hlístice (Nematoda)	25
4.1.1	<i>Camallanus cotti</i>	25
4.2	Členovci (Arthropoda)	26
4.2.1	<i>Lernaea</i> spp.....	26
4.2.2	<i>Argulus</i> spp.	27
5	Závěr	28

1 Úvod

Úvodem je třeba zmínit, že akvaristika je velmi starý obor. První zmínka o chovu ryb pochází z Egypta (18. století př. n. l.), přičemž v 16. století chovali Číňané běžně karasy zlaté (*Carassius auratus*) v porcelánových nádobách. Po první světové válce se začaly do Evropy dovážet první tropické druhy. Kolem roku 1930 se začala vyrábět litá celoskleněná akvária, do té doby se používala rámová tmelená. Na konci druhé světové války vznikly hlavně v USA a tehdejší NSR velké firmy zabývající se akvaristikou. Za účelem odchovu vzniklo několik typů nádrží. Podle účelu se dělí na akvária vytírací, pro odchov potěru, chovná, výstavní a reprezentační, karanténní, popřípadě laboratorní. V 60. letech 19. století byly do ČR dovezeny první mořské druhy. V roce 1968 byl vyroben silikonový kaučuk, což znamenalo možnost lepení skleněných nádrží bez rámu. Vzhledem k estetice, dekorativnosti a relaxačnímu účinku akvárií stoupá zájem o chov jak u soukromých osob, tak i u různých společností, které jimi zdobí vnitřní prostory svých sídel. Jako všichni živočichové trpí i akvariální ryby různými typy onemocnění, mezi něž patří hlavně ta, která jsou způsobena parazity. Existuje velké množství organismů způsobujících problémy v komerčních i soukromých chovech. I když jsou okrasné ryby chovány zdánlivě v izolaci, bývají parazitózy běžným problémem, který musí řešit i zkušený akvaristé.

2 Cíl práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je popsat nejrozšířenější sladkovodní parazity vyskytující se u akvariálních ryb.

3 Přehled literatury

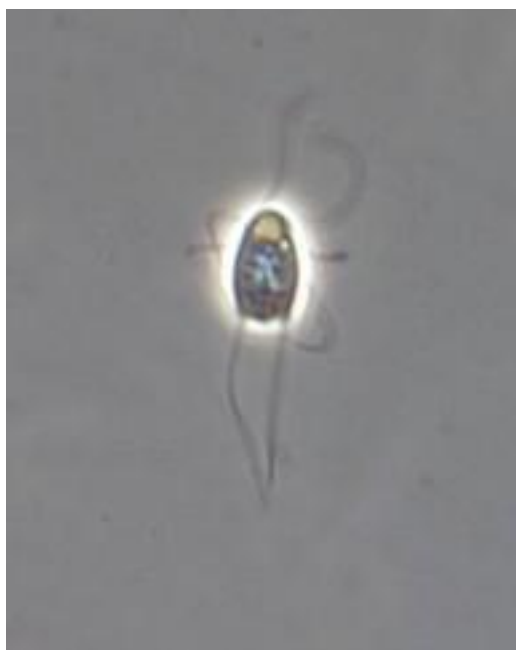
3.1 Prabičíkovci (Metamonada)

3.1.1 *Hexamita* spp.

Tito bičíkovci z třídy Trepomonadea jsou dále taxonomicky řazeni do řádu Distomatida (Rommel et al., 2000). Obývají trávicí trakt, někteří jsou důležitými patogeny a někteří jsou pouze komenzálové (Jørgensen et Sterud, 2006). Jsou považováni za nejprimitivnější eukaryota vzhledem k absenci mitochondrií a Golgiho komplexu (Harms, 1996). Běžnými příznaky jsou nitkovité, bělavé a velice dlouhé výkaly. Hostitelé se prohýbají v bocích, nepřijímají potravu a mohou projevovat malátnost (Drahotušský a Novák, 2000).

Rod *Hexamita* je jeden z hlavních patogenů v produkci sladkovodních skalár (*Pterophyllum* spp.) a terčovců (*Symphysodon* spp.) (Harms, 1996). Drahotušský a Novák (2000) uvádějí, že při špatných podmínkách chovu (špatné krmení, nedostatečná údržba nádrže, stres vyvolaný kolísáním teploty, příliš hustá obsádka, nesprávné osvětlení nádrže apod.) mohou být hostiteli všechny akvariijní cichlidy. Bylo ohlášeno šíření infekce rodu *Hexamita* (obr. 1) mezi siamské labyrintní ryby bojovnice pestré (*Betta splendens*) a parazit

Obrázek 1: *Hexamita* spp..
(dostupné z: <http://tolweb.org/tree/ToLimages/hexamitainflata.250a.jpg>)



byl nalezen v peritoneálním exsudátu a parenchymu jater, sleziny a ledvin (Kent et al., 1992).

Pro léčebnou terapii je možné použít přípravek Albendazol, který byl také účinný při léčbě infekcí *H. salmonis* u pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) (Sangmaneedet et Smith, 1999). Rozdrcený entizol (metronidazol) při dávce 250 mg na 50 – 200 l vody v kombinaci s výměnami vody dokáže rod *Hexamita* potlačit. Nedokáže ale parazity zabít, a proto se ve velkochovech používá preventivně (zhruba jednou za šest měsíců) (Drahotušský a Novák, 2000).

3.1.2 *Spironucleus vortens*

Spironucleus vortens patří rovněž do třídy Trepomonadea, následně do řádu Distomatida (Rommel et al., 2000) o čemž svědčí absence Golgiho komplexu a mitochondrií (Harms, 1996).

Stejně jako *Hexamita* spp. je i rod *Spironucleus* (obr. 2) popisován současně jako

Obrázek 2: *Spironucleus vortens*

(dostupné z: http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2004/08/24_genome.shtml)



parazit a komezál trávicího traktu mnoha zvířecích hostitelů (Jørgensen et Sterud, 2006). Sangmaneedet et Smith (2000) se domnívají, že tento bičíkovec se může vyskytovat buď lokálně v trávicím traktu, nebo systémově v různých orgánech. Může způsobit enteritidu různé závažnosti zejména v zadní části střeva. Dochází tak k difuzní lymfoplazmatické infiltraci, která může následně přejít ve vážnou střevní nekrózu. Za stresových podmínek pro hostitele jako jsou například nedostatečná výživa, nízký obsah kyslíku, špatná hygiena nebo

přeplnění akvária rybami, se *Spironucleus* spp. může dostat do krevního oběhu a jater invazí přes poškozené střevní stěny a je schopen způsobit vážné parazitémie. Dále popisují Sangmaneedet et Smith (2000) *Spironucleus* spp. jako původce systémové infekce, protože může napadnout střevní sliznici a šířit se do dalších tkání. Za ideální podmínky pro život jsou podle pokusu považovány teploty kolem 25 °C a pH mezi 6,7 a 7,5. Dokáže ale přežít v rozmezí 22 – 34 °C. Při teplotě 22 °C jsou parazité pozorováni pod mikroskopem méně aktivní než ti, kteří jsou pozorováni při vyšších teplotách, přežijí však delší dobu. Z toho vyplývá, že riziko dlouhodobě přetrvávající infekce s poklesem teploty stoupá.

Většina studií chemoterapeutik u této skupiny parazitů byla vyhodnocena za použití *Hexamita* sp., parazita lososovitých. Ačkoli existují zprávy o chemoterapeutické aktivitě na *Spironucleus muris*, střevního parazita myši, neexistují žádné publikované zprávy o chemoterapeutické účinnosti na *S. vortens* ryb. Metronidazol (Flagyl) a jeho sloučeniny (Ipropran a Emtryl) byly použity v léčbě hexamitidy u pstruhů, okrasných ryb a několika druhů cichlid. Proto může být dimetridazol, metronidazol a jemu příbuzné látky účinný i při léčbě *Spironucleus vortens*. Studie Sangmaneedet et Smith (1999) ukázala, že trofozoity *S. vortens* byly v kulturách vystavených dimetridazolu nebo metronidazolu inhibovány a znetvořeny. To může být způsobeno toxicitou meziproductů nahromaděných v buňkách. Při koncentracích vyšších než 4 µg/ml snížil Metronidazol dvoudenní expozici počet parazitů o více než 50 %. Vnitřní struktury *S. vortens* jako rekurentní flagella, periferní hřebeny a tělo (pod buněčným povrchem), jsou podporovány mikrotubuly, tudíž by mohly být k inhibici parazita účinné také benzimidazoly. Organismy vystavené pyrimethaminu jsou zabity vlivem deficitu koenzymu kyseliny listové, který vede k inhibici buněčného dělení. Díky energetickému dělení *Spironucleus vortens*, může být použitelný i pyrimethamin. Síran hořečnatý (MgSO₄) se často používá jako projímadlo, tudíž se hodí k eradikaci parazitárních onemocnění, zejména těch gastrických. Když se hořečnaté soli dostanou do střeva, hořčíkové ionty způsobí uvolňování cholecystokininu, což zvyšuje peristaltiku střev. Zvýšený pohyb pak pomáhá hostiteli vyhnat nebo snížit počet parazitů ve střevech. Síran hořečnatý ovlivnil růst parazitů při nízkých koncentracích minimálně, při koncentraci 60 mg/ml ale růst cizopasníků inhiboval (Sangmaneedet et Smith, 1999). Drahotušský a Novák (2000) tvrdí, že léčbu celého rodu *Spironucleus* je možné uskutečnit stejnými prostředky, jaké popsali pro léčbu *Hexamita* spp. (viz kapitola 3.1.1)

Spironucleus vortens byl poprvé izolován ze skaláry amazonské (*Pterophyllum scalare*). Tyto sladkovodní skaláry původně pocházejí z tropických oblastí Jižní Ameriky (Amazonka) a jsou chovány v akváriích s vyšší teplotou. Optimální teplota vody pro chov

skalár je v rozmezí 22 - 30 °C. Proto Sangmaneedet et Smith (2000) naznačují, že vhodná teplota pro chov skalár usnadňuje růst *Spironucleus vortens*. Tito paraziti byli později nalezeni také u kaprovitých ryb. Stejně jako u rodu *Hexamita* se mohou stát hostiteli akvarijní cichlidy (Drahotušský a Novák, 2000).

3.2 Krásnoočka (Euglenozoa)

3.2.1 *Ichthyobodo necatrix*

Ichthyobodo necatrix (obr. 3) z třídy Kinetoplasta, řádu Bodonida a čeledi Bodonidae (Zíka a kol., 2013) provrtává buňky epitelu svojí flagellou a může způsobit poškození kůže a žaber sladkovodních ryb (Harms, 1996).

Obrázek 3: *Ichthyobodo necatrix*
(ostupné z: http://www.koicarp.net/koi_medication/parasites2.html)



Příznaky onemocnění mohou mít podobu modrošedých až bělavých povlaků na kůži, slepení až zplihnutí, případně roztřepení ploutví (Frank a Zúkal, 1982). Mezi další možné příznaky patří shlukování ryb v rozích nádrží, houpavé plavání, nekrózy (může dojít k sekundární infekci plísněmi), ale i dušení. Tento parazit se velice dobře množí na zesláblých rybách

a v krátké době smrtelně vyčerpá jejich organismus. K propuknutí Ichthyobodózy dochází při nadměrné koncentraci organických zbytků nebo v přeplněných nádržích (Petrovický, 1976). K léčbě tohoto onemocnění je vhodné použít antiparazitárních koupelí například v malachitové zeleni, trypaflavinu, chininchloridu nebo Trematinu (Frank a Zukal, 1982). Petrovický uvádí, že účinná je též kombinace Trypaflavinu s NaCl v dávce jedna polévková lžice na 10 l vody v nádrži. Při komplikovaném průběhu lze použít i antibiotika (chloramfenikol, neomycin a streptomycin v dávkách 200 - 500 mg/l vody) (Petrovický, 1976). Dalšími ekvivalenty může být metylenová modř, přípravky typu formalinu (FMC) a jiné běžně dostupné látky (Drahotušský a Novák, 2000). Jako hostitele si nejčastěji *Ichthyobodo necatrix* vybírá živorodé a labyrintní ryby (Petrovický, 1976). U živorodek duhových (*Poecilia reticulata*) probíhá infekce rodem *Ichthyobodo* lehce, nebo je omezena pouze na kaudální část těla. Mechanismus rezistence není znám (Woo, 1996). Ling et al. (1993) publikují jako hostitele *I. necatrix* karase stříbřitého (*Carassius gibelio*)

3.2.2 *Trypanosoma danilewskyi*

Tento bičíkovec náležící do třídy Kinetoplastea patří pod řád Trypanosomatida (Zíka a kol., 2013).

Většina rybič trypanozom není patogenní, nicméně *Trypanosoma danilewskyi* (obr. 4) patří mezi smrtelná onemocnění a navíc není hostitelsky specifická.

Negativní korelace mezi počtem červených krvinek (a hematokritu) a parazitémií naznačuje, že rozpad erytrocytů je závislý právě na parazitémii. Anémie, kterou trypanozoma kapří způsobuje při, nebo po maximální parazitémii, je jedním z klinických příznaků rybí trypanozomiázy a kryptobiózy. Závažnost anémie při kryptobióze souvisí s počtem parazitů v krvi. Studie Islam et Woo (1991a) ukazuje, že existují minimálně 2 faktory, které přispívají k chudokrevnosti hostitelů infikovaných *Trypanosoma danilewskyi*. Prvním z nich je "hemolytický faktor" (hemolyzin) přítomný v sekrečních/exkrečních produktech trypanozom, který způsobuje přímou hemolýzu erytrocytů. *In vitro* inkubace červených krvinek od poprvé infikovaných karasů stříbřitých (*C. gibelio*) a živých trypanozom indikovala, že hemolýza se zvyšuje s počtem trypanozom a délkou inkubační doby. Druhým faktorem je "hemodiluce" (zvýšení krevního objemu zředěním krve v cévách), který se vyskytl na, nebo po vrcholu parazitémie. Zvýšený krevní objem koreloval se zvýšeným počtem parazitů (Islam et Woo, 1991a). Dalším následkem infekce *T. danilewskyi* může být anorexie, která vzniká snížením

nebo zastavením příjmu potravy, a bývá spojována s množstvím gastrointestinálních parazitů. Bylo navrženo několik příčin anorexie např. nízká prostupnost živin skrz střeva, narušení střevní sliznice (obvykle bývá spojováno s patogenními střevními parazity) čímž se zpomaluje

Obrázek 4: *Trypanosoma danilewskyi* (dostupné z: <http://www.biology.ualberta.ca/parasites/ParPub/themes/image/img273a.jpg>)



trávení a vstřebávání, zvýšení cholecystokininu (alimentární hormon, který by mohl snížit chuť k jídlu). Bylo prokázáno, že změny v koncentraci cholecystokininu v mozku a plazmě vyvolávají pocit sytosti. Změny hladiny gastrinu v plazmě u napadeného zvířete také mohou vést k ovlivnění příjmu potravy (Islam et Woo, 1991b). *Trypanosoma danilewskyi* způsobuje úmrtnost zlatých karasů (*Carassius auratus*).

Bylo dokázáno, že přežití a uzdravení napadených zlatých karasů je závislé na množství očkovací látky a že imunita uzdravených jedinců je způsobena právě těmito protilátkami. Předpokládá se, že získaná imunita *C. auratus* proti trypanozomě je nesterilní, tudíž existuje malé množství trypanozom v krvi nebo vnitřních orgánech vyléčené ryby a ty nadále stimulují imunitní systém. To se potvrdilo, když byly těmto rybám aplikovány kortikosteroidy (což částečně potlačuje imunitní odpověď). Ty měly následně větší počet trypanozom v periferní krvi než kontrolní ryby (vyléčené, ale steroidy nenačkované ryby). K výraznému potlačení imunitního systému ryb infikovaných *T. danilewskyi* byl použit Estradiol. Parazitémie a mortalita byla u očkovaných jedinců větší (Woo, 1996). Infekci je také možné omezit regulací teploty vody. Woo (1992) publikuje, že u karasů stříbřitých se *T.*

danilewskyi množila rapidně při 20 °C a méně při 10 °C. To naznačuje, že přirozenými hostiteli těchto trypanozom jsou teplomilné ryby. Optimální fyziologická teplota pro jejich život (funkce s maximální účinností) je 15 - 32 °C, respektive 16 - 30 °C. *T. danilewskyi* je na svého hostitele dobře adaptována. Teplota je důležitým faktorem a trypanozomy se u ryb množí rychle při 20 °C a méně při 30 °C a 10 °C. Ve své studii Bienek a kol. (2002) publikují, že podávání exkrečních/sekrečních produktů trypanozom zvýšilo rezistenci ryb proti *T. danilewskyi*. Tato zjištění jsou v souladu se studiemi, které prokázaly ochrannou hodnotu produktu uvolněného z trypanozom savců. Podle Drahotušského a Nováka (2000) se dá rod *Trypanosoma* utlumit metronidazolem, jak je popsáno u rodu *Hexamita* výše.

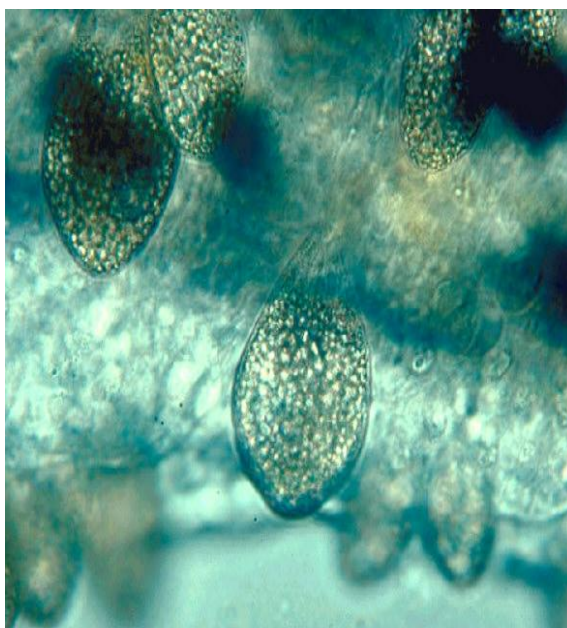
Tato trypanozoma byla pozorována u kapra obecného (*Cyprinus carpio*) a karase stříbřitého (*Carassius gibelio*) (Woo, 1992). V Evropě byl tento parazit nalezen u kapra obecného (*Cyprinus carpio*), karase obecného (*Carassius carassius*), lína obecného (*Tinca tinca*) a úhoře říčního (*Anguilla anguilla*) (Islam et Woo, 1991a). Drahotušský a Novák (2000) uvádějí jako hostitele komerčně chované cichlidy.

3.3 Obrněnky (Dinoflagellata)

3.3.1 *Oodinium pillularis*

Patří do třídy Blastodiniophyceae, podrobněji do řádu Blastodinales (Zíka a kol., 2013). *O. pillularis* (obr. 5) je původcem oodiniózy neboli „sametové nemoci“ sladkovodních

Obrázek 5: *Oodinium pillularis*. (dostupné z: <http://www.pianetablu.info/educational/guide/immagini/Oodinium5.jpg>)



ryb (Alvarez-Pellitero,2004). Zásadním příznakem infekce jsou velmi drobné bílé nebo žlutavé tečky, které mají v pozdějším stádiu nemoci tendenci k nahloučení (Drahotušský a Novák, 2000). Červený, žlutý, hnědý nebo zelený chlorofyl obsažený v buněčné cytoplazmě parazita je zodpovědný za jeho barvu. Životní cyklus připomíná *Ichthyophthirius* spp. v tom, že *O. pillularis* se živí epiteliální tkání a po dosažení dospělosti hostitele opustí, podstoupí několikanásobné dělení a vypustí pohyblivá infekční stádia, která si musí najít hostitele do 24 hodin. Jakmile si bičíkaté infekční stadium najde hostitelskou rybu, bičík odpadá a parazit dospívá. Celý cyklus trvá asi 10 dní. Diagnóza se provádí pozorováním vlhčených preparátů kůže a ploutví nebo biopsií žaber, kde se při pozitivním nálezu vyskytují cysty hruškovitého tvaru obsahující zrající dinospóry. Tyto cysty se připojují ke tkáním. Kromě sametového vzhledu tvoří klinické příznaky anorexie a škrábání se (Alvarez-Pellitero,2004).

Léčba sladkovodních obrněnek zahrnuje podávání na mědi založených preparátů po dobu 10 dní. Reinfekce je běžným problémem a může být spojená se schopností parazita kolonizovat nejen kůži a žábry, ale i střeva. Tato nemoc je běžná ve všech typech akvárií (Murphy et Lewbart, 1995). Drahotušský a Novák (2000) uvádějí malachitovou zeleň a přípravky obsahující formalín jako účinná léčiva. Zároveň ale dodávají, že je třeba brát v úvahu případnou toxicitu použitých látek.

Hostitelem těchto obrněnek bývá karas stříbřitý (*Carassius gibelio*) (Ling et al., 1993). Sin et al. (1992) uvádějí, že mohou být infikováni i zlatí karasi (*C. auratus*), kteří při vystavení *Oodinium pillularis* po dobu 21 dnů vykazali 88 % mortalitu. Naopak, pouze 8 % úmrtnost byla prokázána u ryb, které byly dříve vystaveny a vyléčeny z infekce *Ichthyophthirius multifiliis*. Ochranu proti *O. pillularis* v druhém případě lze přičíst přítomnosti vyšších hladin protilátek v krvi hostitelských ryb. Výsledky tedy naznačují, že *I. multifiliis* a *O. pillularis* by mohli sdílet některé společné antigeny na povrchu buněk.

3.4 Výtrusovci (Apicomplexa)

3.4.1 *Cryptosporidium* spp.

Klasifikace kokcií (Coccidiasina: Eucoccidiorida) na úrovni rodů a čeledí je tradičně založeno na počtu sporocyst a oocyst (Jirků et al., 2002), (Zíka a kol., 2013). Kryptosporidie (obr. 6) jsou zařazeny do kmene Apicomplexa, (Rommel et al., 2000). Jednotlivá stádia parazitují v žaludku nebo na povrchu střev, může ale také dojít k postižení obou orgánů

(Ryan, 2009). Je to obligátní intracelulární, protozoální parazit, který podstupuje endogenní (vnitřní) vývoj, což vede k produkci encystovaných stádií vylučovaných s *faeces* hostitele. Parazit způsobuje u imunokompetentních jedinců samovolně odeznívající poruchy zažívání, ale u jedinců s poruchou imunity může mít chronický a život ohrožující průběh.

Obrázek 6: *Cryptosporidium* spp.
(dostupné z : <http://biology.kenyon.edu/slonec/bio38/hannahs/sporo.gif>)



O kryptosporidiálních infekcích je známo, že způsobují vyhublost, distenzi coelomu, anorexii, trhavé pohyby a nekoordinované plavání, apatii, zvýšenou mortalitu a zpomalují růst. U ryb jsou zatím známy pouze dva druhy, *Cryptosporidium molnari* a *Cryptosporidium scopthalmi* (Morinea et al. 2012). V současné době jsou pro rod *Cryptosporidium* spp. k dispozici jediné genetické údaje pocházející z živorodek. Histologické a morfologické charakteristiky izolátu získaného z živorodky duhové (*Poecilia reticulata*) byly podobné *C. molnari*. Tyto společné vlastnosti zahrnují histologické poškození (nekrotický epitel), odumírání epitelových buněk odpadajících z lumen, parazitická stádia s dominantním postavením v žaludku, a podobné počty oocyst. Tyto kokcidie byly popsány u sladkovodních i mořských ryb (Ryan, 2009).

U *Cryptosporidium* spp. byla objevena hostitelská rozmanitost. Genotyp 1 byl nalezen u tetry neonové (*Paracheirodon innesi*), genotyp 2 u vrubozubce pavího (*Astronotus ocellatus*) a u tetry neonové (*P. innesi*). Kromě tohoto rozšíření byly popsány další tři genotypy očíslované 4-6, nalezené parazitující u *Parastromateus niger*, xantrotické formy přísavky thajské (*Gyrinocheilus aymonieri*), sapínka žlutomodrého (*Chrysiptera hemicyanea*), vrubozubcovitých a živorodkovitých ryb (Zanguee et al., 2010).

3.4.2 *Goussia cichlidarum*

Goussia cichlidarum je parazitická kokcidie (Apicomplexa) z čeledi Barrouxiidae nacházející se v epitelu sliznice plynového měchýře (Landsberg et Paperna, 1985).

Kontaktní zóna mezi *G.cichlidarum* a epitelovými buňkami hostitele, hemidesmozom, lemujícím celý plynový měchýř. Endodyogonie (vnitřní pučení) probíhá i u trofozoitů před, nebo co nejdříve po vstupu do měchýře. U merozoitů se pak objevují pelikulární výběžky, které se u ostatních kokcií nevyskytují. Podobnými útvary však disponují stádia haemogregarin pronikající do červených krvinek obojživelníků a plazů. *G. cichlidarum* se přenáší orální inokulací vysporulovaných oocyst nebo tím, že ryby požou kontaminované výkaly nebo plynové měchýře obsahující vysporulované oocysty. Nekrofágie (pojídání odumřelých tkání) se zdá být důležitou cestou přenosu nejen pro extraintestinální, ale i pro střevní kokcidie, které sporulují endogenně (I. Paperna, 1995). Druhy spadající do rodu *Goussia spp.* mají oocysty s rysy podobnými rodu *Eimeria spp.*, které mají křehké a tenké stěny. Ty se pod mikroskopem jeví jako jednovrstvé (Jirků et al., 2002). Vývoj *Goussia cichlidarum* od počáteční kontaminace do fáze infekčních sporocyst trvá asi 50 dní (při teplotě 24 - 28 °C). To je poměrně dlouhá doba v porovnání se střevními kokciemi ryb *G. carpelli* (6-10 dní při 20 °C) *G. Iroquoiana* (11-12 dní při 20 °C) a *Eimeria vanasi* (7-9 dní při 25 °C), ale je srovnatelná s mimostřevní jaterní kokcií *Calyptospora funduli*. Mladé meronty jsou poprvé k vidění 5 dní po infekci, první generace merozoitů se vyvíjí přibližně po deseti dnech, gamety se diferencují 15-20. dnem, oplodnění je uskutečněno ve 26.-30. dni a sporozoiti jsou k vidění zhruba po 60 dnech. Publikace Kim et Paperna (1993) ukazuje, že se parazit dostává do plynového měchýře přes krevní oběh a kapilární síť.

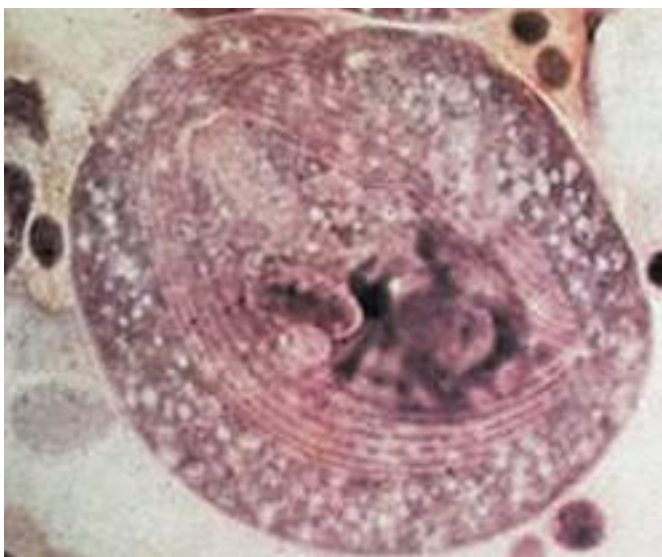
Druhy patřící k rodu *Goussia spp.* parazitují primárně u sladkovodních ryb (Jirků et al., 2002). Ve studii Landsberg et Paperna (1985) jsou uvedeny jako hostitelé cichlidy.

3.5 Nálevníci (Ciliophora)

3.5.1 *Chilodonella cyprini*

Čepelenka kožohryz (obr. 7) je nálevník (Phyllopharyngea: Hymenostomatida) (Zíka a kol., 2013)

Obrázek 7: *Chilodonella cyprini*.
(dostupné z: <http://www.koi-pond-guide.com/image-files/chilodonella.jpg>)



V dekoračních akváriích je to neobvyklý problém, protože zamořeny bývají hlavně velká velkoobchodní a maloobchodní akvária, kde je závažným a častým problémem sladkovodních ryb. Velmi vysoká nemocnost a úmrtnost se může objevit při stresu a nadměrné obsádce. Mezi známky infekce *C. cyprini* patří respirační tíseň, stažené ploutve, deprese a nadměrná produkce hlenu.

Chilodonella spp. je citlivá na běžně používaná antiparazitika nebo 0,3 % soli (NaCl) přidané do vody. Oba typy léčby zabijí parazity nejen na hostiteli, ale také ve vodě (Murphy et Lewbart, 1995). Drahotušský a Novák (2000) popisují léčbu pomocí tryptoflavinu, metylenové modři, malachitové zeleni a přípravků typu FMC.

C. cyprini není hostitelsky specifická a může parazitovat na všech sladkovodních rybách (Bauer, 1959)

3.5.2 *Tetrahymena corlissi*

Nemoc tropických akvariálních ryb způsobená *T. corlissi* (Oligohymenophora: Hymenostomatida) se nazývá „Tet“ (Zíka a kol., 2013). Při špatné kvalitě vody se velice dobře přenáší na další ryby. Dalším významným faktorem přenosu je pokles imunity potencionálních hostitelů (Kim et al., 2002b).

Tetrahymenóza způsobuje závažné úhyny v populaci živorodek. Přestože není považována za hlavní hrozbu pro tropické ryby, občas může být pro svého hostitele fatální, jelikož se může provrtat šupinami až do svalů a tělních orgánů. V zemích jihovýchodní Asie

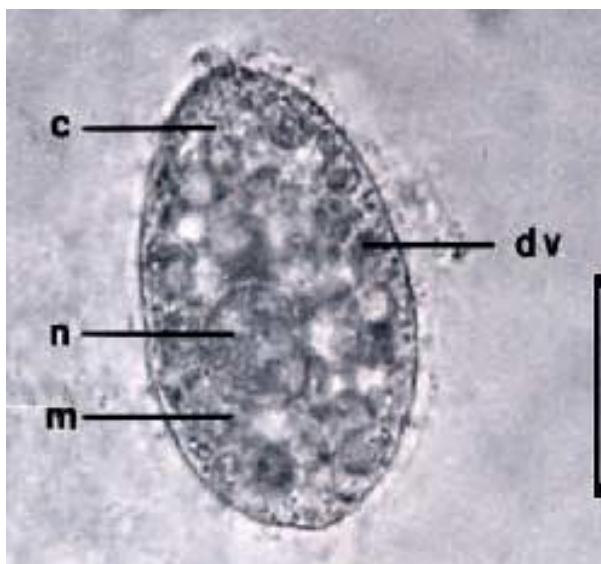
už je vzhledem k přemnožení na tamních farmách považována za závažný patogen živorodek způsobující ekonomické ztráty (Kim et al., 2002a).

3.5.3 *Tetrahymena pyriformis*

T. pyriformis (Oligohymenophora: Hymenostomatida). se normálně živí v substrátu na dně akvária a stává se patogenním pouze tehdy, když jsou ryby stresovány nebo je v nádrži příliš hustá obsádka (Zíka a kol., 2013). Zvýšení množství organické hmoty včetně zbytků krmiva ve vodě zhoršuje problém. *T. pyriformis* (obr. 8) je často sekundární nebo terciární útočník na léze iniciované jinými parazity nebo bakteriemi.

Na kůži postižených ryb se mohou objevit nekrózy (bělavá místa) obklopené

Obrázek 8. *Tetrahymena pyriformis*.
(dostupné z: <http://vitawater.ru/aqua/ill/pict/tetrahyim/img101.jpg>)



krvácením. Občas jsou napadeny také tkáně zrakového aparátu vyúsťující ve vystoupení očí. Diagnóza je potvrzena vlhčenými preparáty, kde se objevují stovky aktivně pohyblivých nálevníků hruškovitého tvaru. *T. pyriformis* je také znám jako "guppy killer", protože jakmile je hostitel infikován a parazit se zavrtá hluboko do tkání, je léčba téměř nemožná.

Nejlepší forma ošetření je kontrola a prevence, hlavně udržování vynikající kvality vody a odstraňování nespoteřovaného krmiva. Koupele v roztoku formaldehydu nebo jiných externích antiparazitik mohou omezit vnější parazity, ale nebudou mít žádný vliv na ty vnitřní. Jako svého hostitele si tento nálevník vybírá živorodky (Murphy et Lewbart, 1995). *T. pyriformis* může prospívat v prostředí obsahujícím až 30 μM arzeničnanu, což dokazuje, že

tento prvok má určitou schopnost snížit toxicitu arsenu a může prosperovat i v mírně kontaminovaném prostředí (Zhang, 2012).

Tento nálevník je fakultativním patogenem sladkovodních ryb (Murphy et Lewbart, 1995).

3.5.4 *Ichthyophthirius multifiliis*

Do třídy Oligohymenophorea patří pro akvaristy a veterináře asi nejznámější rybí parazit z řádu Hymenostomatida - *Ichthyophthirius multifiliis* (Murphy et Lewbart, 1995), (Rommel et al., 2000). Je příčinou nemoci zvané „Ich“ a v akvarijských podmínkách, kde jsou ryby chovány v neprůtočných systémech, je velice virulentní (Murphy et Lewbart, 1995). Na

Obrázek 9. *Ichthyophthirius multifiliis*.
(dostupné z: <http://www.state.me.us/ifw/fishing/health/images/vol3is3.jpg>)



kůži hostitele se objevují drobné, ostře ohraničené a dobře viditelné jasně bílé tečky (Drahotušský a Novák, 2000).

Theront dospívá v kůži ryby a stává se z něj trofont. Ty jsou již viditelné jako bělavě šedé uzlíky (noduly) na kůži a žábřácích a pronikají epitelem hostitele, aby se následně usadily na dně akvária. V současnosti se vývojové stádium *I. multifiliis* (obr. 9) nazývá tomont. Ten podstupuje mitózu, jejíž prostřednictvím vyprodukuje za 18-21 hodin (při teplotě 23 -25 °C) stovky infekčních jedinců (tomitů). Jakmile jsou tomity vypuštěny do vody, mění se v theronty, kteří si musí najít hostitele do 2-3 dnů, jinak zahynou. Když se theront přichytí k hostiteli a pronikne epitelem kůže nebo žaber, vyvine se v reprodukčně schopný trofont a tím ukončuje svůj životní cyklus trvající přibližně 2-4 týdny (podle teploty vody).

Je důležité vědět, že infekční theronty se mohou přichytit na vodní rostlinstvo nebo substrát na 1-2 dny, tudíž mohou sloužit jako vektor nákazy i akvarijní dekorace. Tomu lze předejít umístěním dekorací do karantény před přemístěním do jiné nádrže. (Murphy et Lewbart, 1995). Díky životnímu cyklu *I. multifiliis* je třeba k vyčištění akvária opakovaně nebo prodloužené léčby, jelikož většina léků účinkuje pouze na volně se pohybující theronty. Čas potřebný k vývinu parazita na hostiteli je závislý na teplotě vody a má rozmezí od 3-4 dnů při 22 °C do 30 dnů při 10 °C.

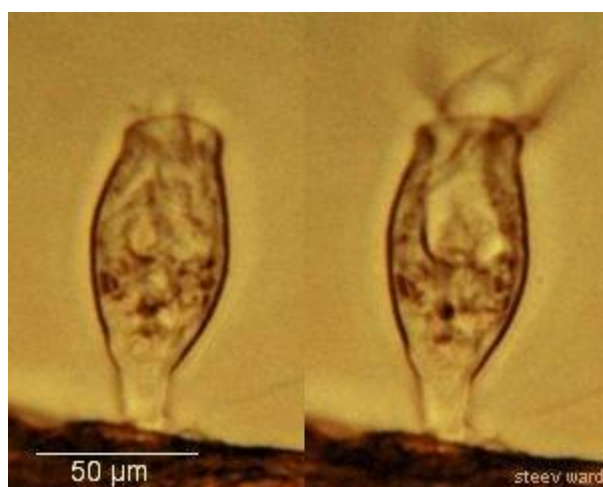
Zvyšování teploty v akváriu (v rámci teplot preferovaných rybami v postižené nádrži) pomáhá s léčbou infekce *I. multifiliis* urychlením životního cyklu parazita a zkrácením doby terapie. Dochází také ke zlepšení obranyschopnosti hostitele a nepříznivému ovlivnění termolabilních therontů (Harms, 1996). Musí však být věnována pozornost koncentraci kyslíku rozpuštěného ve vodě a pH vody, aby se zabránilo stresování ryb. Filtrace křemelinovými filtry také omezí počty v akváriu kolujících therontů. Třetí strategií postupu je přemístit ryby do čistého "nemocničního" akvária každý den po dobu 7 dnů, což omezuje reinfekci (Murphy et Lewbart, 1995). Léčba ektoparazitických nálevníků vyžaduje lokální aplikaci desinfekčních prostředků nebo koupele ve formalínu, malachitové zeleni, mědi, sladké nebo slané vodě, kyselině octové, peroxidu vodíku, manganistanu draselném, chininu nebo HCl. I přes koupele určené k léčbě ryb je potřeba k úspěšnému vyléčení také věnovat péči o prostředí v akváriu (Harms, 1996). Protože léky nemohou proniknout do encystovaných therontů, lze se zbavit pouze volně plovoucích infekčních stádií. V dekorativním akváriu by mohly léky poškodit rostliny, odstranění therontů je tedy možné i denní výměnou vody nebo přemístěním ryb do akvária pouze s topením a filtrem (nálevníci v původním akváriu zahynou díky absenci hostitelů). K dosažení jistoty, že jsou theronti odstraněni, je třeba provést kompletní výměnu vody, proprat substrát a před vrácením ryb do nádrže opět zvednout teplotu nad 30 °C. Ling et al.(1993). uvádějí, že je možné použít vakcínu z živých tomitů *I. multifiliis* a *T. pyriformis*.

Murphy et Lewbart (1995) tvrdí, že tento druh napadá velké množství druhů ryb po celém světě. Ling et al. (1993), He (1997) však ve svých pracích popisují, že u celé řady druhů ryb včetně karase stříbřitého (*Carassius gibelio*) byla na "Ich" prokázána získaná ochranná imunita.

3.5.5 *Heteropolaria colisarum*

Jedná se o charakteristické obrvené organismy (Oligohymenophora: Sessilida) ve tvaru zvonku, které se pravidelně zkracují z protáhlého tvaru na formu ve tvaru míče (Murphy et Lewbart, 1995), (Zíka a kol., 2013). Podle Foissnera et al. (1985) lze prodloužené jedince snadno identifikovat díky jejich velmi charakteristicky protáhlém tělu. Za normálních podmínek není *Heteropolaria colisarum* patogenní a je v akváriu k nalezení přichycena k vegetaci a ke korýšům. Jestliže je ale v nádrži velké množství organické hmoty, může se namnožit a využít stresované a oslabené ryby jako hostitele. V takovýchto případech způsobuje hrubé léze na povrchu těla ryby, které vypadají jako bílá plocha nebo bílý chomáček připomínající plísňové infekce.

Obrázek 10. *Heteropolaria colisarum*.
(dostupné z: http://www.ekzotika.com/ekzotika_img/bol/48.jpg)



Heteropolaria colisarum (obr. 10) se dá lehce ošetřit standardními antiparazitiky nebo potíráním zasažených míst tinkturou jódu nebo roztokem jódu a povidonu. Problému lze jednoduše předejít pravidelným čištěním substrátu a opatrným krmením za účelem minimalizace množství organické hmoty ve vodě (Murphy et Lewbart, 1995).

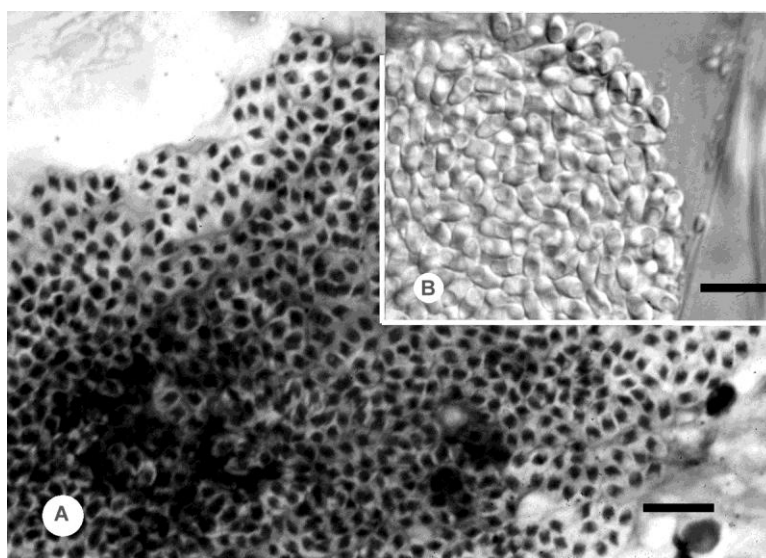
Tito prvoci jsou nejčastěji pozorováni na zlatých karasech (*Carassius auratus*) a na dně žijících okrasných sumcích (*Callichthyidae*, *Loricariidae*).

3.6 Houby (Microsporidia)

3.6.1 *Pseudoloma neurophilia*

Mezi infekční onemocnění objevující se u akvarijských ryb patří mykobakteriόza a mikrosporidiόza způsobené parazitem *Pseudoloma neurophilia* (Whipps et al., 2012). Jak napovídá latinský název, mikrosporidium infikuje nervové tkáně mozku a míchy. V poslední době bylo prokázáno, že stres zvyšuje u *Danio rerio* pravděpodobnost infekce

Obrázek 11. *Pseudoloma neurophilia*.
(dostupné z: http://zebrafish.org/zirc/health/Disease_images/MicroWetGiemsa4.jpg)



P. neurophilia (Sanders et al., 2010). Dánia s klinickou mikrosporidiόzou jsou vyhublá a mohou vykazovat skeletální deformace, ale u mnoha infikovaných ryb probíhá nemoc asymptomaticky. Ryba s klinickým onemocněním často vykazuje chronické záněty, ve kterých jsou k nalezení jednotlivé výtrusy se specifickými skvrnami v oblastech zánětu a degenerace svalstva. Přítomnost chronických asymetrických svalových lézí může mít za následek velmi zjevné zakřivení osy páteře. I přes možnou přítomnost intenzivní lokální zánětlivé reakce složené z agregátů gliových buněk v nervových tkáních obsahujících uvolněné spóry, se neporušená plasmodia *P. neurophilia* umístěná v míše a mozku většinou nepodílejí na zánětu a místo toho se mohou projevovat jako pomalu rostoucí léze (Kent et al., 2012).

Častým hostitelem *P. neurophilia* (obr. 11) bývá akvaristy oblíbené dánio pruhované (*Danio rerio*) (Whipps et al., 2012), (Sanders et al., 2010).

3.6.2 *Pleistophora hyphessobryconis*

Nedávno bylo u danií detekováno další mikrosporidium: *Pleistophora hyphessobryconis* (Pleistophoridae). Ta je původcem „nemoci neónek“ a zaměřuje se na kosterní svalstvo mnoha akvarijských ryb (Drahotušský a Novák, 2000). Stejně jako u jiných hmyzomerek (Microsporidia) se předpokládá, že infekce je zahájena požitím spór hostitelem.

Obrázek 12. *Pleistophora hyphessobryconis*
(dostupné z: http://www.fishy.ru/var/images/dis_big/52.jpg)



Spóry se šíří z reziduí uhynulých ryb, ale také mohou být uvolněny ze střev s výkaly, z kůže nebo močových cest infikovaných ryb. Nebyly však nalezeny v jikrách. Na vaječnicích některých infikovaných ryb bylo však pozorováno velké množství spór, což vede k domněnce, že může docházet k jejich uvolňování při tření a tudíž je možná infekce další generace, nebo ryb požírajících tyto jikry. Mateřský přenos, včetně vertikálního přenosu na jikry, byl ověřen nebo implikován u ostatních rybích mikrosporidií. Po nalezení infekce u 8 dní starých tetér neonových (*Paracheirodon innesi*) získaných z infikovaných rodičů, byla dedukována možnost mateřského přenosu. Jakmile se *P. hyphessobryconis* (obr. 12) usadí v dániu pruhovaném (*Danio rerio*), je možné, že infekce může být matkou přenesena na další generaci. To by se mohlo stát i se spórami mimo jikry, jelikož mikrosporidiální výtrusy jsou velmi odolné vůči chlóru, což poskytuje vysvětlení pro výskyt infekce u ryb získaných z jiker s dezinfikovaným povrchem. Stejně jako u ostatních mikrosporidiálních infekcí je pravděpodobné, že imunitní stav ovlivňuje náchylnost *Danio rerio* k druhu *Pleistophora hyphessobryconis*. I přes toto tvrzení se mohou očividně nakazit imunokompetentní ryby, jak dokazují zprávy o *P. hyphessobryconis* diagnostikované u *Danio rerio* z akvárií. Nejpozoruhodnějším rysem patologie je rozsáhlá intenzita infekce kosterního svalstva s více než polovinou myofibril obsahujících četné spóry a vývojová stadia. Parazité v myocytech nejsou spojovány se vznikem zánětu, nicméně zralé spóry uvolněné z degenerovaných

myofibril intersticiálního prostoru jsou konzistentně spojeny se zánětem, a tyto volné spóry bývají často pohlceny fagocyty. Spóry mikrosporidií zůstávají ve fagocytech neporušeny a proto mohou být transportovány mimo místo, kde se vyvinuly (Sanders et al., 2010). U parmiček čtyřpruhých (*Puntius tetrazona*) se mikrosporidiální infekce zaměřuje na kosterní svalstvo. Ultrastrukturální a molekulární analýzy infikovaných tkání potvrdily, že příčinou byl parazit *Pleistophora hyphessobryconis*. Ve srovnání s *P. hyphessobryconis* pozorovaných u jiných hostitelů, ty které nakazí parmičky, prokazují rozdíly v povrchové struktuře, které mohou být spojené s adaptací na hostitele. Parmička čtyřpruhá (*Puntius tetrazona*) je malá rybka původně pocházející z Malajsie, Indonésie a okolních oblastí. Bylo prokázáno, že tyto mikrosporidie se mohou rozmnožovat v průhledných mutantech parmiček čtyřpruhých, což umožňuje přímou vizualizaci a charakterizaci mikrosporidiálních infekcí *in vivo* (Li et al., 2012). Drahotušský a Novák (2000) shledávají známé přípravky pro léčbu za neúčinné a doporučují alkalizovat vodu v nádrži dávkou dvou kávových lžiček hydrogenuhličitanu sodného (NaHCO₃) na 100 l vody.

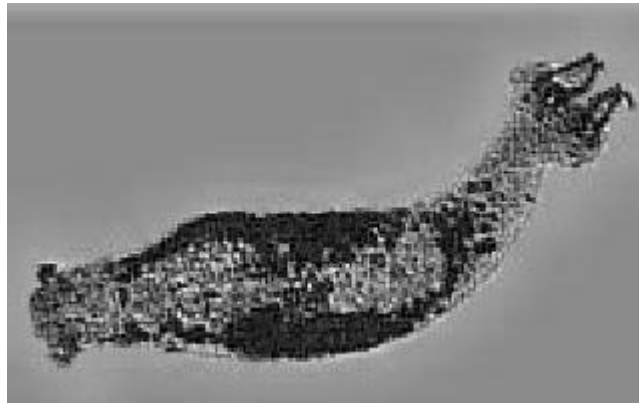
Sanders et al., (2010) považují za primárního a typického hostitele tetru neonovou (*Paracheirodon innesi*) (Characiformes: Characidae). *P. hyphessobryconis* však disponuje širokou hostitelskou specificitou a byla zpozorována u mnoha druhů akvarijských ryb v různých čeledích (Characidae, Cyprinidae, Cyprinodontidae, Poeciliidae, Cichlidae), včetně dánia pruhovaného (*Danio rerio*) a *D. nigrofasciatus*. Jako dalšího hostitele uvádějí Li et al. (2012) parmičky čtyřpruhé (*Puntius tetrazona*).

3.7 Ploštěnci (Platyhelminthes)

3.7.1 *Dactylogyrus* spp.

Tito žábrolísti patří do třídy Monogenea a do řádu Dactylogyridea (Gibson et Bray., 2013). *Dactylogyrus* spp. je nejpočetnější a nejdůležitější rod parazitických ploštěnců s 971 druhů. (Dove et Ernst, 1998). Je spojován primárně s onemocněním žaber a způsobuje jejich zbytnění, zničení epitelu a paličkovatění žaberních filament , což vede k zadušení (Murphy et Lewbart, 1995). Příznaky onemocnění jsou otírání se o předměty, ztížené dýchání a tmavé zbarvení. K eradikaci tohoto parazita se dají použít v obchodech běžně dostupné prostředky (Drahotušský a Novák, 2000).

Obrázek 13. *Dactylogyrus* spp.
(ostupné z: <http://www1.picturepush.com/photo/a/3007689/img/parasieten/Dactylogyrus-kieuworm.jpg>)



3.7.2 *Gyrodactylus* spp.

Tito jednorodí (Monogenea) z třídy Gyrodactylidea také běžně infikují akvariijní ryby a jsou spojováni především s kůží, ačkoli ploutve a žábry mohou být také napadeny. Když jsou přítomny léze, mohou obsahovat lokální krvácející oblasti, nadměrnou produkci hlenu, a lokální ulceraci. Postižené ryby mají často potrhanou ocasní ploutev, což je způsobené lokální hyperplazií, nekrózou špiček ploutví a ztrátou epiteliálních buněk. Sekundární bakteriální infekce jsou časté. Chování postižených ryb se pohybuje v rozmezí od prudkých nebo nemotorných pohybů, až po setrvání na dně akvária bez větší aktivity. Může být

Obrázek 14. *Gyrodactylus* spp.
(dostupné z: http://www.balikyetistir.com/images/2010/06/gyrodactylus-www.cnr_vt_edu_.jpg)



pozorováno zrychlené dýchání. Diagnóza obou rodů zahrnuje kožní stěry, biopsii ploutví nebo žaber. Pozitivní nález je na první pohled zřejmý (Murphy et Lewbart, 1995). *Gyrodactylus*

spp. nemá zvláštní přenosovou fázi a způsob reprodukce, což se více podobá mikro- než makroparazitům. Jsou živorodí a na hostiteli se množí s velmi rychlým generačním časem (<24 h při 25 °C), což vede k exponenciálnímu růstu populace. Tito parazité také vykazují extrémní vývoj pohlavních buněk, takže novorození parazité již obsahují plně rozvinuté F1 embryo v děloze. Za méně než jeden den je generace F2 v F1 viditelná, takže vypadají jako ruské panenky. *Gyrodactylus* spp. také používá různé reprodukční strategie v průběhu svého životního cyklu, včetně nepohlavní automiktické partenogeneze a sexuální reprodukce. Některé druhy případně upřednostňují klonální nebo sexuální reprodukci. Behaviorální studie pohlavního výběru živorodek duhových (*Poecilia reticulata*) ukázala, že samice může při výběru rozlišovat samce napadené *G. turnbulli* na základě vyblednutí jejich barevného vzoru nebo jejich aktivity při námluvách (Cable et van Oosterhout, 2007).

Léčba se skládá z běžných antiparazitik, nebo slané koupele pro sladkovodní ryby a sladkovodní koupele pro mořské ryby. Při nadměrném používání organofosfátů se vůči němu může vyvinout odolnost, ale praziquantel (jako koupel nebo namáčení) byl úspěšně použit k léčbě žábrolístů rodu *Gyrodactylus* (Murphy et Lewbart, 1995).

Přibližně 95 % parazituje v žábřácích kaprovitých (Cable et van Oosterhout, 2007). *Gyrodactylus bullatarudis* byl poprvé popsán v akváriu s živorodkami duhovými (*P. reticulata*). Od té doby je zaznamenáván u akvariálních živorodek (Poeciliidae) v Severní Americe a v Evropě. Byl také zjištěn v divoké populaci živorodek ostrotlamých (*Poecilia sphenops*) na Kosta rice a u *P. reticulata* v Trinidadu (Dove et Ernst, 1998). Nejméně dva druhy, *Gyrodactylus bullatarudis* a *Gyrodactylus turnbulli*, běžně parazitují u divokých živorodek duhových (*Poecilia reticulata*) a další *Gyrodactylus pictae* napadá blízké příbuzné druhy živorodek (Cable et van Oosterhout, 2007).

3.7.3 *Sanguinicola inermis*

S. inermis je krevní motolice (Trematoda: Strigeidida) z čeledi Digenea. Areálem výskytu je celá Evropa a Asie (Zíka a kol.,2013).

Hlavní příčinou patologie ve finálním hostiteli *S. inermis* jsou její vajíčka (McMichael-Phillips et al., 1992). Infekce tímto parazitem patří mezi závažná onemocnění

Obrázek 15. *Sanguinicola inermis*.

(ostupné z: http://www.uni-bielefeld.de/biologie/Didaktik/Zoologie/html_deutsch/pics/Sanguinicola_inermis.gif)



způsobující vysokou úmrtnost mladého potěru. Maximální proniknutí cercárie bylo dosaženo do 30 minut následované obdobím rychlého vývoje a růstu, které se vyznačuje zdvojnásobením délky v prvních 12 hodinách. Další růst byl pomalejší a došlo během něho k vývoji hlavních orgánů. Pohlavně pak *Sanguinicola inermis* dospívá 60. až 90. den po infekci (p. i.). K průniku došlo především skrz ploutve (zejména ocasní) a velké množství červů zůstalo v kůži, kde se vyvíjejí. Brzy po infekci byl nalezen malý podíl motolic v srdci a žaberních cévách. Migrace z kůže začala průměrně v 60. dni p. i. Větší počet (57 %) těchto trematod byl nalezen v srdci a žaberních cévách po 90 dnech, kdy také začíná produkce vajíček (Sommerville et Iqbal, 1991). Podle pokusu, který provedli Richards et al. (1994) na rybách chovaných v akváriu o teplotě 20 °C, jsou vajíčka nakladena 24 dní p. i. Dospívání motolic může být závislé na teplotě, protože pohlavní dospělost se neobjeví dříve než 60 dnů p. i. u ryb chovaných při teplotě vody 15 až 18 °C. Přítomnost vajíček a miracidíí může vést k rozsáhlému poškození hostitelské tkáně. Výskyt v žábřácích zachycených vajíček a migrujících miracidíí způsobuje snížení plochy respiračního povrchu kvůli tvorbě granulomů a fúzi primárních a sekundárních žaberních lamel. Mikroskopická

pozorování ukázala, že kolagenní pojivové tkáně složené z fibroblastů a hostitelských zánětlivých buněk zapouzdří zachycená vajíčka. Dospělci *Sanguinicola inermis* v cévním systému působí hyperplazii endoteliální epitelové vrstvy a ucpání cév. Zachycená vajíčka indukují ischemii (místní nedokrvení) a vývoj nekrotických oblastí, což vede k prasknutí cév v žábřácích a jiných hostitelských tkáních. Zmnožení trombocytů u ryb infikovaných *S. inermis* může proto souviset se zvýšeným krvácením spojeným s přítomností dospělých motolic a vajíček v poškozených cévách a tkáních. Lymfocyty, které se běžně vyskytují v krevním oběhu, lymfatických orgánech (zejména v brzlíku a ledvinách) a v jiných tkáních, zvyšují během zánětlivé odpovědi své počty.

McMichael-Phillips et al. (1992) považují za přirozené mezihostitele hlemýždě rodu *Lymnea*, obvykle *L. peregra* nebo *L. auricularia* a méně často *L. stagnalis*. Nejběžnějším finálním hostitelem bývá kapr obecný (*Cyprinus carpio*), i když infekce byla hlášena i u dalších kaprovitých (Cyprinidae).

3.7.4 *Ligula intestinalis*

Je to nejběžnější druh rodu *Ligula* z čeledi Diphyllbothriidae (Cestoda: Pseudophylloidea). Je široce rozšířena po celé holarktické oblasti a nedávno byly hlášeny také z oblasti vod mezi Austrálií a Asií (Bouzid et al., 2008). Geografické rozšíření tasemnic čeledi Ligulidae

Obrázek 16. *Ligula intestinalis*.
(ostupné z: http://parasites.czu.cz/food/_data/261.jpg)



v přírodě je spojeno s rozšířením rybožravých ptáků a sekundárních mezihostitelů těchto helmintů. Řemenatky rodu *Ligula* byly nalezeny na všech kontinentech, přičemž u afrických ryb byl nalezen pouze jeden druh - *Ligula intestinalis* (Zhokhov et Pugacheva, 2012).

Tato tasemnice prochází složitým životním cyklem s buchankami (Cyclopoida) nebo klanonožci (Copepoda) jako prvními mezihostiteli a planktonofágními rybami jako druhými mezihostiteli. Definitivními hostiteli jsou pak rybožraví ptáci, ve kterých rychle dosáhne pohlavní dospělosti a vypouští vajíčka s jejich trusem zpět do vody. Nejvýraznější fází životního cyklu je plerocerkoid. Využívá se v břišní dutině druhého mezihostitele a má značný vliv na zdraví, plodnost a chování ryb. V důsledku toho může způsobit těžké ztráty v chovu sladkovodních ryb (Bouzid et al., 2008). Plerocerkoid *Ligula intestinalis* je velmi specializovaný endoparazit, který obývá břišní dutiny kaprovitých ryb. Infekce ryb plerocerkoidy je zaviněna konzumací klanonožců nakažených procerkoidy. V rybích střevech vstupují procerkoidy do dutiny břišní a transformují se na plerocerkoidy, které se pak vyvíjejí do invazivní fáze. Zrání tasemnic v břišní dutině ryb bylo doprovázeno somatickým růstem, organogenezí pohlavní soustavy a hromaděním energetických zásob potřebných pro zrání parazita až do invazivního stádia a pro dokončení gametogeneze v organismu konečného hostitele. V konečném důsledku mají napadené ryby zhoršenou schopnost prostorové orientace, instinktu útěku a schovávání se v hloubkách. Naopak se pohybují těsně pod hladinou a tak se stávají lehkou kořistí rybožravých ptáků - konečných hostitelů plerocerkoidů (Silkina et al., 2012).

I když jsou jako typičtí hostitelé uváděni kaprovití (Cyprinidae), Bouzid et al. (2008) publikují, že řemenatka ptačí (*L. intestinalis*) využívá širokou škálu hostitelů. Těmi mohou být střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*), karas obecný (*Carassius carassius*) a další jedinci z čeledi Catostomidae, Salmonidae nebo Galaxiidae. Dejen et al. (2006) oproti předešlému tvrzení uvádí, že *L. intestinalis* je hostitelsky specifická a napadá druh parmy *Barbus tanapelagius* z čeledi kaprovití (Cyprinidae). Bouzid et al. (2008) udávají jako definitivního hostitele například potápku roháče (*Podiceps cristatus*).

Dostupné záznamy o *L. intestinalis* naznačují, že hostitelská spektra nejsou ve všech zkoumaných populacích jednotná. Například analýza populace z jihozápadní Francie ukázala, že cejnek malý (*Blicca bjoerkna*) je vůči infekci *L. intestinalis* odolný. Kromě rozdílů v hostitelském spektru bylo prokázáno, že se patologie infekce řemenatkou ptačí ve dvou druzích kaprovitých, plotici obecné (*Rutilus rutilus*) a hrouzku obecném (*Gobio gobio*), liší ještě v několika ohledech. Například infekci plotice obecné (*R. rutilus*) provází výrazný zánět hostitelské tkáně, která u infekce hrouzku obecných (*G. gobio*) chybí (Bouzid et al., 2008).

3.8 Hlístice (Nematoda)

3.8.1 *Camallanus cotti*

Camallanus cotti pochází ze třídy Secernentea řádu Spirurida a čeledi Camallanidae (Zíka a kol., 2013).

Za její přirozený areál výskytu je považována kontinentální Asie západně od Japonska až po severní Afriku. Díky celosvětovému obchodu s akvarijními rybami je již k nalezení na

Obrázek 17. *Camallanus cotti*.

(dostupné z: http://www.inkmkr.com/Fish/CamallanusTreatment/images/1320_1052693970.jpg)



několika kontinentech. Poprvé byla popsána u několika druhů sladkovodních ryb v Japonsku v roce 1927. Přestože byla u mrtvých živorodek nalezena *C. cotti*, nebyl nalezen důkaz, který by potvrdil zodpovědnost *C. cotti* za smrt živorodek (Poecilidae). Ryby, které uhynuly a nebyly infikovány *C. cotti*, měly ale pozitivní nález na *Tetrahymina corlissi*. Patologie *C. cotti* zatím nebyla popsána.

Nematoda parazitující ve střevech mohou být úspěšně vyléčena benzimidazoly nebo levamisolem. Není znám efektivní léčebný proces proti migrujícím a encystovaným formám. Nákaze lze však předejít vyhnutím se krmení divoce žijícími larvami vodního hmyzu a klanonožci (Copepoda), kteří jsou mezihostiteli nematod (Harms, 1996).

Podle Kim et al. (2002a) se často nacházejí u akvarijních živorodek ostrotlamých (*Poecilia sphenops*) v Evropě.

3.9 Členovci (Arthropoda)

3.9.1 *Lernaea* spp.

Tito malí ektoparazité jsou taxonomicky řazeni do třídy Maxillopoda a řádu Cyclopoida.

Společně s *Lamproglena* patří rod *Lernaea* mezi největší z čeledi Lernaeidae (dohromady zastupují čeleď přibližně ze dvou třetin), nejrozšířenějším je právě rod *Lernaea*. V Evropě se vyskytují pouze 3 druhy (*L. cyprinacea* Linnaeus, *L. minima* a *L. phoxinacea*), z nichž je *L. cyprinacea* kosmopolitní (Ho, 1997).

Buchanky rodu *Lernaea* jsou snadno rozpoznatelní parazitické členovci vyskytující se na rybí kůži. Nejsou hostitelsky specifické, ale jsou běžné zejména u zlatých karasů (*Carassius*

Obrázek 18: *Laernea*

(dostupné z: <http://fishconsult.org/wp-content/uploads/2012/11/Anchor-worm-Lernaea-02.jpg>)



auratus). Samice se uchytí k hostiteli zavrtáním své hlavy do jeho kůže. Při dosažení maximální délky vytváří tvar písmene V díky dvěma vakům s vajíčky, které vyčnívají z volného konce jejího těla. Infekce se projeví podrážděním a lokální krvácející reakcí v místě vstupu parazita. V těchto oblastech se mohou objevit vředy a poté vláknité uzlíky a je zde riziko sekundárních bakteriálních a plísňových infekcí.

Parazit je snadno diagnostikován vizuálním vyšetřením postižených jedinců. Léčba zahrnuje namáčení ryb do mořské vody po dobu 5 až 10 minut každý den. Červoci nakonec dostanou zelenavou barvu, chřadnou a z hostitele odpadají. Když je postiženo pouze několik

ryb, mohou být odstraněni pomocí pinzety, je však velmi důležité červoka nepřetrhnout a po vyjmutí ránu dezinfikovat např. hypermanganem. Juvenilní formy musí být rovněž odstraněny z vody pomocí organofosfátů nebo formalinu v kombinaci s postupnou výměnou vody. Antibiotická léčba může být také nutná (Murphy et Lewbart, 1995). *Tilapia nilotica* se ukázala jako efektivní eliminátor napadení rodem *Lernaea* (Tonguthai, 1997). Byla hlášena infekce *Lernaea cyprinacea* u gambusie komáří (*Gambusia affinis*) od ústí řeky Kundu (Antalya-Turecko) během června a října 2011. Existuje negativní korelace mezi růstem ryb a intenzitou infekce parazitem (Innal et Avenant-Oldewage, 2012).

3.9.2 *Argulus* spp.

Dalším členovcem postihujícím akvarijní ryby je kapřivec (*Argulus*). Vývojově je *Argulus* začleněn do třídy Maxillopoda, podtřídy Branchiura, řádu Arguloida a čeledi Argulidae (Zíka a kol., 2013).

Tento velký parazit může být snadno viditelný pouhým okem, jak se pohybuje po kůži sladkovodních i mořských tropických ryb. Je však průhledný a má tendenci na sebe brát barvu hostitele. Pro uchycení na hostiteli používají kapřivci dvě přísavky a pár zakřivených háčků.

Obrázek 19. *Argulus* spp.

(dostupné z: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Argulus.jpg>)



Zaryjí svůj sosák do epidermis a pod ní ležících vrstev a živí se sáním narušené tkáně pomocí injektování cytolytických toxinů. Kolem oblasti bodnutí jsou patrné těžké lokální reakce. Často dochází k vývoji vředu, který má pravděpodobně za následek sekundární bakteriální

infekci (*Aeromonas*, *Pseudomonas*). Rány jsou také často infikovány mikrosporidii. U postižených ryb lze pozorovat opakované škrábání se o dno nebo o jakýkoli dostupný objekt. Diagnóza se provádí vizuální prohlídkou.

Léčba organofosfáty a formalímem může být úspěšná, ačkoli terapie antibiotiky může být i tak nutná (Murphy et Lewbart, 1995). Kumar et al. (2012) se domnívají, že *Argulus* spp. je v průmyslu s akvarijními rybami častým problémem a patří k jedněm z nejběžnějších ektoparazitů, kteří způsobují vážná onemocnění. Navíc je silným nosičem virů a bakterií. V posledních letech se k léčbě používají po celém světě velice populární a efektivní medikamenty na přírodní (rostlinné) bázi. Dále uvádějí možnost použití Azadirachtinu jako potenciálního prostředku pro kontrolu infekce *Argulus*. Na rozdíl od Murphy et Lewbart (1995), Kumar et al. (2012) popisují, že napadené ryby vykazují projevy abnormálního chování jako je podráždění, vyblednutí zbarvení těla, letargie a anorexie.

4 Závěr

Napsáním této kompilační práce se podařilo sjednotit nejnovější poznatky týkající se hlavních parazitů sladkovodních akvarijních ryb. O těchto organismech patřících mezi bezobratlé živočichy byly sjednoceny informace umožňující identifikaci jednotlivých živočichů. Dále je v práci uveden vhodný výběr léčebné terapie pro úspěšnou eradikaci, nebo alespoň inhibici dalšího množení ve svém hostiteli. Mezi taxonomicky nejnižší patří metamonády z řádu Distomatida *Hexamita* spp. a *Spiroucleus* spp. Tito parazité jsou lokalizováni především v gastrointestinálním traktu cichlid. K vyhubení kmene Metamonada je vhodné použít Metronidazol nebo Albendazol. Kmen Euglenozoa zahrnuje druhy *Ichthyobodo necatrix*, poškozující šupiny a žábry hostitele, a *Trypanosoma danilewskyi*, která parazituje v krvi ryb z čeledi Cyprinidae a může hostiteli způsobit anémii nebo anorexii. *I. necatrix* je léčitelný například roztokem Trypaflavinu a NaCl. Sametovou nemoc sladkovodních ryb způsobenou *Oodinium pillularis* (Dinoflagellata) lze ošetřit malachitovou zelení a dalšími preparáty. Kokciidii trávicího traktu rodu *Cryptosporidium* a *Goussia. Cichlidarum* (Apicomplexa) je lepší předcházet prevencí v podobě hygieny. Velmi obtížná je však medikace kmene Ciliophora, hlavně pak druhu *Ichthyophthirius multifiliis*, jehož léčba je časově náročná. V případě infekce ryb kmenem Microsporidia se doporučuje alkalizovat vodu pomocí NaHCO₃. Komplikovanější situace nastává u zástupců ploštěnců (Platyhelminthes), protože sem patří jednorodí (Monogenea), motolice (Trematoda) a tasemnice (Cestoda). U jednorodých se dají použít běžná antiparazitika, u zbylých dvou tříd je však opět důležitá

prevence. Podobně složitá léčba jako u *I. multifiliis* probíká také u hlístice *Camallanus cotti* (Nematoda). Dospělců se lze poměrně snadno zbavit pomocí benzimidazolu, nebo levamisolu. Následně zařazeným kmenem v této práci jsou Členovci (Arthropoda) se dvěma rody *Lernaea* a *Argulus*. Při infekci *Lernaea* spp. je možné postupovat více způsoby. Jestliže není parazitů moc, dají se odstraňovat pinzetou. V opačném případě se musí napadené ryby máčet ve slané vodě. Nejdůležitější je ale zbavit se pohyblivých stádií ve vodě například formalínem. Posledním parazitickým organismem této kompilace je rod *Argulus*, který je jedním z nejběžnějších parazitů. K jeho inhibici se používají různé medikamenty na přírodní bázi. Existuje ovšem možnost použití chemických přípravků (Azadirachtin).

5 Seznam literatury

Alvarez-Pellitero, P., Barja, J., L., Basurco, B., Berthe, F., Toranzo, A., E. 2004. Introduction to Mediterranean aquaculture. Zaragoza : CIHEAM Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches. 49. 103-130.

Bauer, O., N., Ekologiya parazitov presnovodnykh ryb. Izv. gos. nauchno-issled. Inst. ozern. rechn. rybn. Khoz. 49. 25-28.

Bienek, D., R., Plouffe, D., A., Wiegertjes, G., F., Belosevic, M. 2002. Immunization of goldfish with excretory/secretory molecules of *Trypanosoma danilewskyi* confers protection against infection. Developmental and Comparative Immunology. 26. 649-657.

Bouzig, W., Štefka, J., Hypša, V., Lek, S., Scholz, T., Legal, L., Hassine, O., K., B., Loot, G. 2008. Geography and host specificity: Two forces behind the genetic structure of the freshwater fish parasite *Ligula intestinalis* (Cestoda: Diphyllbothriidae). International Journal for Parasitology. 38 (12). 1465–1479.

Cable, J., van Oosterhout, C. 2007. The impact of parasites on the life history evolution of guppies (*Poecilia reticulata*). The effect of host size on parasite virulence. International Journal for Parasitology. 37. 1449–1458.

- Dejen, E., Vijverberg, J., Sibbing, F.A., 2006. Spatial and temporal variation of cestode infection and its effects on two small barbs (*Barbus humilis* and *B. tanapelagius*) in Lake Tana, Ethiopia. *Hydrobiologia*. 556. 109–117.
- Dove, A., D., M., Ernst, I. 1998. Concurrent invaders-four exotic species of Monogenea now established on exotic freshwater fishes in Australia. *International journal for parasitology*. 28. 1755-1764.
- Drahotušský, Z., Novák, J. 2000. *Akvaristika*. JOTA. Brno. 298 s. ISBN: 8072171240.
- Frank, S., Zukal, R. 1982. *Jak se stát akvaristou*. Svěpomoc. Praha. 162 s. ISBN: 3800482.
- Harms, A., C. 1996. Treatments for Parasitic Diseases of Aquarium and Ornamental Fish. *Seminars in avian and exotic pet medicine*. 5 (2). 54–63.
- Foissner, W., Hoffman, G. L., Mitchell, A. J. 1985. *Heteropolaria colisarum* Foissner & Schubert, 1977 (Protozoa: Epistylididae) of North American freshwater fishes. *Journal of Fish Diseases*. 8 (2). 145–160.
- Harms, A., C. 1996. Treatments for Parasitic Diseases of Aquarium and Ornamental Fish. *Seminars in avian and exotic pet medicine*. 5 (2). 54–63.
- He, J., Yin, Z., Xu, G., Gong, Z., Lam, T., J., Sin, Y., M. 1997. Protection of goldfish against *Ichthyophthirius multifiliis* by immunization with a recombinant vaccine. *Aquaculture*. 158 (1-2). 1–10.
- Ho, J. 1998. Cladistic of the Lernaeidae (Cyclopoida), a major family of freshwater fish parasites. *Journal of marine systems*. 15 (1-4). 177-183.
- Innal, D., Avenant-Oldewage, A. 2012. Occurrence of *Lernaea cyprinacea* on mosquito fish (*Gambusia affinis*) from Kundu Estuary (Antalya-Turkey). *Bulletin of The European Association of Fish Pathologists*. 32. (4) 140-147.

- Islam, A., K., M., N., Woo, K., P., T. 1991a. Anemia and its mechanism in goldfish *Carassius auratus* infected with *Trypanosoma danilewskyi*. Diseases of aquatic organisms. 11. 37-43.
- Islam, A., K., M., N., Woo, K., P., T. 1991b. Anorexia in goldfish *Carassius auratus* infected with *Trypanosoma danilewskyi*. Diseases of aquatic organisms. 11. 45-48.
- Jirků, M., Modrý, D., Šlapeta, J., R., Koudela, B., Lukeš, J. 2002. The Phylogeny of *Goussia* and *Choleoeimeria* (Apicomplexa; Eimeriorina) and the Evolution of Excystation Structures in Coccidia. Protist. 153 (4). 379-390.
- Jørgensen, A., Sterud, E. 2006. Phylogeny of *Spironucleus* (Eopharyngia: Diplomonadida: Hexamitinae). Protist. 158. 247-254.
- Kent, M., L., Ellis, J., Fournie, J., W., Dawe, S., C., Bagshaw J., W., Whitaker, D., J. 1992. Systemic hexamitid (Protozoa: Diplomonadida) infection in seawater pen-reared chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. Diseases of aquatic organisms. 14. 81-89.
- Kent, M., L., Harper, C., Wolf, J., C. 2012. Documented and Potential Research Impacts of Subclinical Diseases in Zebrafish. ILAR Journal. 53 (2). 126-134.
- Kim, J., H., Hayward, C., J., Heo, G., J. 2002a. Nematode worm infections (*Camallanus cotti*, Camallanidae) in guppies (*Poecilia reticulata*) imported to Korea. Aquaculture. 205. 231-235.
- Kim, J., Hayward, C., J., Heo, G., Joh, S. 2002b. Parasitic infections in live freshwater tropical fishes imported to Korea. Diseases of Aquatic Organisms. 52 (2) 169-173.
- Kim, S., H., Paperna, I. 1993. Development and fine structure of intracytoplasmic and epicytoplasmic meronts, merozoites and young macrogamonts of the cichlid fish swim bladder coccidium *Goussia cichlidarum*. Diseases of Aquatic Organisms. 15. 51-61.
- Kumar, S., Raman, R., P., Kumar, K., Pandey, P., K., Kumar, N., Mohanty, S., Kumar, A. 2012. *In vitro* and *in vivo* antiparasitic activity of Azadirachtin against *Argulus* spp. in *Carassius auratus* (Linn. 1758). Parasitology Research. 110 (5). 1795–1800.

- Landsberg, J., H., Paperna, I. 1985. *Goussia cichlidarum* n. sp. (Barrouxiidae, Apicomplexa), a coccidian parasite in the swimbladder of cichlid fish. *Zeitschrift für Parasitenkunde*. 71 (2). 199-212.
- Li, K., Chang, O., Wang, F., Liu, Ch., Liang, H., Wu, S. 2012. Ultrastructure, development, and molecular phylogeny of *Pleistophora hyphessobryconis*, a broad host microsporidian parasite of *Puntius tetrazona*. *Parasitology Research*. 111 (4). 1715–1724.
- Ling, H., K., Sin, Y., M., Lam, T., J. 1993. Protection of goldfish against some common ectoparasitic protozoans using *Ichthyophthirius multifiliis* and *Tetrahymena pyriformis* for vaccination. *Aquaculture*. 116. 303-314.
- McMichael-Phillips, D., F., Lewis, J., W., Thorndyke, M., C. 1992. Ultrastructure of the egg of *Sanguinicola inermis* Plehn, 1905 (Digenea: Sanguinicolidae), *Journal of Natural History*. 26 (5). 895-904.
- Morinea, M., Yang, R., Ng, J., Kueh, S., Lymbery, A., J., Ryan, U., M. 2012. Additional novel *Cryptosporidium* genotypes in ornamental fishes. *Veterinary Parasitology*. 190. 578-582.
- Murphy, K., M., Lewbart, A., G. 1995. Aquarium fish dermatologic diseases. *Seminars in avian and exotic pet medicine*. 4 (4). 220–233.
- Paperna, I. 1995. Ultrastructural and developmental affinities of piscine coccidia. *Diseases of aquatic organisms*. 22. 67-76.
- Petrovický, I. 1976. *Akvaristická příručka*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 189. ISBN: 0701979.
- Rommel, M., Eckert, J., Kutzer, E., Körting, W., Schnieder, T. 2000. *Veterinärmedizinische Parasitologie*. 5. Auflage, Parey Buchverlag Berlin, p. 891. ISBN: 3830440448.

- Richards, T., D., Hoole, D., Lewis, J., W., Ewens, E., Arme, C. 1994. Changes in the cellular composition of the spleen and pronephros of carp *Cyprinus carpio* infected with the blood fluke *Sanguinicola inermis* (Trematoda : Sanguinicolidae). *Diseases of Aquatic Organisms*. 19. 113-179.
- Ryan, U. 2009. *Cryptosporidium* in birds, fish and amphibians. *Experimental Parasitology*. 124. 112-120.
- Sanders, J., L., Lawrence, Ch., Nichols, D., K., Brubaker, J., F., Peterson, T., S., Murray, K., N., Kent, M., L. 2010. *Pleistophora hypessobryconis* (Microsporidia) infecting zebrafish *Danio rerio* in research facilities. *Diseases of aquatic organisms*. 91. 47-56.
- Sangmaneedet, S., Smith, A., S. 1999. Efficacy of various chemotherapeutic agents on the growth of *Spironucleus vortens* an intestinal parasite of the freshwater angelfish. *Diseases of aquatic organisms*. 38. 47-52.
- Sangmaneedet, S., Smith, A., S. 2000. *In vitro* studies on optimal requirements for the growth of *Spironucleus vortens*, an intestinal parasite of the freshwater angelfish. *Diseases of aquatic organisms*. 39. 135–141.
- Silkina, N., I., Mikryakov, V., R., Mikryakov, D., V. 2012. The nature of changes of some immunophysiological characteristics in bream (*Abramis brama*) infected with plerocercoids (*Ligula intestinalis*) at various stages of parasite development. *Biology Bulletin*. 39 (5). 485-489.
- Sin, Y., M., Ling, K., H., Lam, T., J. 1992. Protection against velvet disease in goldfish recovered from ichthyophthiriasis. *Aquaculture*. 102 (1 – 2). 187–191.
- Sommerville, C., Iqbal, N., A., M. 1991. The process of infection, migration, growth and development of *Sanguinicola inermis* Plehn, 1905 (Digenea: Sanguinicolidae) in carp, *Cyprinus carpio* L. *Journal of Fish Diseases*. 14 (2). 211–219.
- Tonguthai, K. 1997. Control of Freshwater Fish Parasites: a Southeast Asian Perspective. *International Journal,for Parasitology*. 27 (10). 1185-1191.

Whipps, Ch., M., Lieggi, Ch., Wagner, R. Mycobacteriosis in Zebrafish Colonies. *ILAR Journal*. 53 (2). 95-105.

Woo, K., P., T. 1992. Effects of temperature on the *in vivo* and *in vitro* multiplication of *Trypanosoma danilewskyi* Laveran et Mensil. *Folia parazitologica*. 39. 1-12.

Woo, K., P., T. 1996. Protective immune response of fish to parazitic flagellates. *Annual Rewiew of Fish Diseases*. 6. 121–131.

Zanguee, N., Lymbery, J., A., Lau, J., Suzuki, A., Yang, R., Ng, J., Ryan, U. 2010. Identification of novel *Cryptosporidium* species in aquarium fish. *Veterinaty Parazitology*. 174. 43–48.

Zhang, Y., Yang, J., Yin, X., Yang, S., Zhu, Y. Arsenate toxicity and stress responses in the freshwater ciliate *Tetrahymena pyriformis*. *European Journal of Protistology*. 48 (3). 227-236.

Zhokhov, A., E., Pugacheva, M., N. 2012. Distribution and occurrence of *Ligula intestinalis* (L.) plerocercoids (Cestoda, Ligulidae) in the fishes of Lake Tana, Ethiopia. *Inland Water Biology*. 5 (3). 293–298.

Internetové zdroje

Gibson, D., Bray, R., 2013. *Dactylogyrus* [online]. *World register of marine species*. 12. Dubna 2013. [cit.2013-04-10]. Dostupné z <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&ZNAKANDid=119282>

Zíka, O., Hrb, J., Maňas, M., Novák, J. *Biological Library* [online]. Revize 26. 01. 2013. Dostupné z: <http://www.biolib.cz>

