

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**VÝSKYT A IDENTIFIKACE CERKÁRIÍ A DALŠÍCH
VÝVOJOVÝCH STÁDIÍ MOTOLIC U PLOVATKY BAHENNÍ
(LYMNAEA STAGNALIS) NA KAŘEZSKÝCH RYBNÍCÍCH**
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ivana Egrtová

Biologie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: doc. RNDr. Michal Mergl, CSc.

Plzeň, 2016

STRANA PRO ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň, 12. dubna 2016

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala doc. RNDr. Michalu Merglovi, CSc. za odborné vedení mé bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Miroslavě Soldánové, Ph.D. za poskytnutí odborné literatury a za konzultaci při určování druhů cerkárií. Chtěla bych poděkovat Martinu Egrtovi a Romanu Jíchovi za pomoc při dopravě na místo sběru. Také bych ráda poděkovala celé své rodině za dlouhodobou podporu při studiu.

Obsah

1 Úvod	6
2 Metodika	7
2.1 Charakteristika sledovaného území	7
2.2 Metodika sběru a fixace vzorků	9
2.3 Determinace vzorků	9
2.4 Vlastní metodika	9
3 Teoretická část	11
3.1 Charakteristika motolic (Trematoda)	11
3.1.1 Charakteristika podtřídy Digenea	12
3.1.2 Životní cyklus podtřídy Digenea	13
3.1.3 Evoluce	17
3.1.4 Význam	17
3.2 Výskyt cercárií ve střední Evropě	18
3.2.1 Česká republika	21
3.2.2 Německo	24
3.2.3 Polsko	26
3.2.4 Rakousko	28
3.2.5 Švýcarsko	29
4 Praktická část	31
4.1 Vlastní sběr	31
4.2 Taxonomické zařazení a charakteristika nalezených druhů	33
5 Diskuze	38
6 Závěr	40
7 Resumé	41
8 Seznam literatury	42
8.1 Literatura	42
8.2 Internetové zdroje	45
9 Seznam obrázků	46
10 Seznam tabulek	46
11 Přílohy	47

1 Úvod

Cílem této práce bylo zjistit přítomnost cercárií u plovatky bahenní (*Lymnaea stagnalis*) na Kařezských rybnících u Zbiroha. Práce je zaměřena na identifikaci jednotlivých cercárií, taxonomické zařazení a charakteristiky nalezených druhů. Dále bylo cílem poskytnout informace o metodice sběru a životním cyklu motolic. Práce se také zabývá výskytem cercárií na jiných místech České republiky a ve střední Evropě.

Kařezské rybníky jsou významným hnízdištěm vodních ptáků a mimo jiné patří mezi přírodní památky. Dalším důvodem, proč jsem si vybrala tuto práci, je skutečnost, že na těchto rybnících zatím žádný podobný výzkum o cercáriích neproběhl a lokalita se nachází poměrně blízko mého bydliště.

2 Metodika

2.1 Charakteristika sledovaného území

Podle informační tabule, která se nachází u sledované lokality jsou Kařezské rybníky soustavou 4 rybníků o celkové výměře 66,59 ha. Nachází se v Hořovické brázdě v blízkosti obcí Kařízek, Kařez a Cekov. Rybníky se rozprostírají v Plzeňském kraji. Nadmořská výška se pohybuje od 447 do 458 m n. m. Největší ze soustavy je Dolejší Kařezský rybník. Dále do soustavy patří Hořejší Kařezský rybník, Bechyňský rybník a Němec. V blízkosti rybníku se nachází železniční trať, která přímo prochází Dolejším Kařezským rybníkem a dálnice D5.



Obr. 1. Geografická poloha Kařezských rybníků ^[1].

Rybníky byly v roce 1992 vyhlášeny přírodní památkou. Důvodem vyhlášení je ochrana stanoviště především jako hnízdiště a tahové stanoviště vodních ptáků. Obnažené břehy rybníků v podzimních a jarních měsících jsou podmínkou k silnému průtahu ptáků a k jejich zajímavému pozorování. Kařezské rybníky jsou zároveň zařazeny do „Přehledu vodních a mokřadních biotopů České republiky“ podle

Ramsarské konvence jako mokřad lokálního významu. Mezi významné rostliny, které lemují břehy rybníků, patří kosatec sibiřský (*Iris sibirica*), prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*) a vzácně se objevuje také upolín nejvyšší (*Trollius altissimus*). Mezi významné druhy ptáků hnízdících na Kařezských rybnících patří strnad rákosní (*Emberiza schoeniclus*), moudivláček lužní (*Remiz pendulinus*), bekasina otavní (*Gallinago gallinago*), pochop rákosní (*Circus aeruginosus*). Mezi druhy, které můžeme pozorovat při tahu přes rybníky patří kulík písečný (*Charadrius hiaticula*), slučka malá (*Lymnocyptes minimus*), vodouš bahenní (*Tringa glareola*), vodouš rudonohý (*T. totanus*), vodouš šedý (*T. nebularia*) a pisík obecný (*Actitis hypoleucos*). Kromě rostlin a ptáků jsou důležitou součástí společenstva obojživelníci. Zástupce obojživelníků představuje skokan zelený (*Rana esculenta*), skokan hnědý (*R. temporaria*) a vzácnější kuňka žlutobřichá (*Bombina variegata*).

Horninovým podkladem jsou jílovité sedimenty spodního až středního ordoviku, které jsou zakryté kvartérními fluvialními uloženinami. Okolo rybníků se nacházejí hydromorfní půdy typu glejů, které lemují pseudogleje. V sousedství rybníků najdeme zbytky vlhkých až čerstvých luk. V okolí rybníků se nachází chráněné a vzácné druhy rostlin, například prvosenka jarní (*Primula veris*). V době letnění se na obnažených dnech rybníků vyskytují šťovík přímořský (*Rumex maritimus*), rdesno pepřík (*Persicaria hydropiper*), pryskyřník lýtý (*Ranunculus sceleratus*), pryskyřník plamének (*R. flammula*) a bahnička jehlovitá (*Eleocharis acicularis*). Na vodní hladině můžeme spatřit lakušník vodní (*Batrachium aquatile*). Břehy jsou porostlé chřasticí rákosovitou (*Phalaroides arundinacea*). Ojedinele zde můžeme spatřit vrbu bílou (*Salix alba*), vrbu ušatou (*S. aurita*) a vrbu jívu (*S. caprea*). Na hrázích rybníků byl vysázen dub letní (*Quercus robur*). Mimo výše zmíněného ptactva byl zaznamenán výskyt potápky černokrké (*Podiceps nigricollis*), potápky roháče (*P. cristatus*), kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) a volavky bílé (*Egretta alba*). Prokazatelně na rybnících hnízdí potápka malá (*Tachybaptus ruficollis*), kopřivka obecná (*Anas strepera*), polák chocholačka (*Aythya fuligula*), labuť velká (*Cygnus olor*), rákosník obecný (*Acrocephalus scirpaceus*), kuklík říční (*Charadrius dubius*) a cvrčilka zelená (*Locustella naevia*). Mimo období hnízdění drobného ptactva se na rybnících provádí kosení rákosin. Také se provádí údržba hrází a rybníčních zařízení. Dno rybníků je odbahňováno. Rybníky slouží k chovu ryb a jsou hnojeny. V okolí rybníků je zakázáno tábořit a je vyloučena rekreace (Zahradnický et al. 2004).

2.2 Metodika sběru a fixace vzorků

V současné době existují dobře propracované metodiky sběru a determinace cercárií (Faltýnková 2005; Faltýnková a Hass 2006; Faltýnková *et al.* 2007; Faltýnková *et al.* 2008; Soldánová a Kostadinova 2011; Žbikowska 2007; Zikmundová *et al.* 2014). Základním standardním postupem je sběr vodních měkkýšů v klidné nebo mírně tekoucí vodě pomocí sítky nebo se sběr provádí ručně v blízkosti břehu. Poté následuje převezení nasbíraných měkkýšů do laboratoře. V laboratoři se jednotlivé vzorky rozdělí do plastových nebo skleněných nádobek. V každé nádobě je malé množství vody (cca 100 ml) a jeden vzorek měkkýše. Přítomnost či nepřítomnost cercárií se zjistí osvětlením a zahřátím pomocí světla. Na vzorky se svítí po dobu 4 až 6 hodin a pokud je vzorek pozitivní, cercárie vyplavou. Pro měření se cercárie zafixují horkým 4% roztokem formaldehydu. Pro zjištění vnitřní morfologie se cercárie vitálně barví neutrální červení a nilskou modří. Vnitřní morfologie je zaznamenána kresbami. Nakonec se provádí pitva měkkýše, aby se zjistilo, zda neobsahuje i jiná vývojová stadia kromě cercárie.

2.3 Determinace vzorků

Determinace byla prováděna na světelném mikroskopu. Byly prohlíženy jak živé tak i nařezané cercárie a následně byly fotografovány. K určování cercárií jsem použila klíč Faltýnková *et al.* (2007). Správnou identifikaci získaných cercárií jsem konzultovala s Mgr. Miroslavou Soldánovou, Ph.D.

2.4 Vlastní metodika

Pro výzkum na přítomnost cercárií byla použita plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*), která se vyskytovala v silné populaci na sledované lokalitě. Sběr byl prováděn od konce června do konce září roku 2014 a od července do poloviny září roku 2015. Ke sběru byl využit Dolejší Kařezský rybník, protože na zbývajících rybnících se plovatka bahenní nevyskytovala. Místa sběru jsou vyznačena na obr. 2. Sběr byl prováděn pomocí síta na delší dřevěné tyči nebo ručně. Plovatky byly sbírány do jedné nádoby naplněné vodou z příslušného rybníka. Po sběru byly plovatky skladovány v chladné a temné sklepení místnosti. Výzkum plovatek probíhal v místnosti s pokojovou teplotou nebo v laboratoři podle výše zmíněné metody. Voda, která byla používána pro výzkum, byla vždy minimálně týden odstátá, aby mohl vyprchat chlór a další minerální látky. Z důvodu velké vzdálenosti mezi místem sběru a laboratoří, byly

cerkárie ihned po vyplutí fixovány ve 4% roztoku formaldehydu. Nafixované cercárie byly uchovány v mikroskopavkách typu Eppendorf a označeny příslušným číslem, které odpovídalo dané plovatce. Nafixované vzorky cercárií jsou v soukromé sbírce. Při pozorování v laboratoři byly živé cercárie ihned po vyplutí fotograficky zdokumentovány a následně také zafixovány. Zároveň se provádělo i měření cercárií. Pro fotografickou dokumentaci a měření cercárií se více hodí fixované vzorky. Pro identifikaci je lepší použít živé vzorky, protože nafixované vlivem formaldehydu tmavnou.



Obr. 2. Letecký pohled na Dolejší Kařezský rybník s vyznačenými místy sběru ^[2].

3 Teoretická část

3.1 Charakteristika motolic (Trematoda)

Motolice jsou třídou, která zahrnuje endoparazitické a ektoparazitické helminty. Počet endoparazitů výrazně převyšuje počet ektoparazitů. Nejčastěji se jedná o parazity obratlovců (Horák a Scholz 1998). Skupina zahrnuje asi 8000 známých druhů. Napadají téměř všechny orgánové soustavy. Můžeme je najít hlavně v trávicím systému, dále i v dýchací soustavě, krevním řečišti, nervové soustavě, urogenitálním traktu a v mnoha dalších (Volf, Horák a kol. 2007). Motolice jsou charakteristické přítomností přísavky. Většina druhů má dvě přísavky, ale může být přítomna pouze jedna. U druhů s dvěma přísavkami je jedna z přísavek spojena s ústním otvorem a trávicí trubicí. Druhá přísavka má hlavně přichycovací funkci (Horák a Scholz 1998). U některých zástupců mohou přísavky zcela chybět nebo mohou být nahrazeny jinými strukturami (Volf, Horák a kol. 2007). Vývojové cykly motolic jsou ve většině případů nepřímé a zahrnují více mezipřehostitelů. Typickými mezipřehostiteli jsou měkkýši (Mollusca). Třída motolic zahrnuje dvě podtřídy. První podtřídou jsou Aspidogastrea. Aspidogastrea nemají žádný medicínský či veterinární význam, ale hrají důležitou roli při posuzování fylogeneze parazitických plathelminthů a při posuzování evoluce vývojových cyklů. Druhá podtřída zvaná Digenea je podstatně významnější. Digenea zahrnují velké množství motolic, které cizopasí u hospodářských zvířat, ale i u člověka. Parazitují téměř ve všech orgánech s výjimkou kostí. Nejčastějším místem výskytu je trávicí soustava, především střevo, popřípadě játra a žlučový (Horák a Scholz 1998).

Tab. 1. Taxonomické zařazení motolic (Horák a Scholz 1998).

Kmen	Třída	Podtřída
Plathelminthes	Monogenea	
	Cestoda	
	Trematoda	Aspidogastrea
		Digenea

3.1.1 Charakteristika podtřídy Digenea

Tělo motolic je bilaterálně symetrické a většinou dorzoventrálně zploštělé. Neobjevuje se vnitřní ani vnější segmentace. Velikost těla se pohybuje od 0,5 až do 20 mm. Existují i výjimky, kdy motolice mohou dosáhnout délky několika centimetrů (rod *Fascioloides*) nebo až velikosti metru (čeleď Didymozoidae). Tělo je bělavé nebo hnědé barvy. Hnědé zbarvení je způsobeno natrávenou krví ve střevě. Objevuje se i zlatavé zbarvení způsobené přítomností vajíček v děloze. Digenea jsou charakteristické přítomností ústní a břišní přísavky. U některých druhů může jedna z přísavek chybět nebo chybí obě přísavky. Přisavka je svalnatý orgán a má pohárkovitý tvar. Většinou je přísavka holá, nemá žádné háčky a ani jiné přídatné struktury. Břišní přísavka (acetabulum) má především přichycovací funkci. Ústní přísavka má také přichycovací funkci, ale jejím hlavním významem je spolu s ústním otvorem příjem potravy. Některé motolice mohou mít navíc Brandesův (tribocytický) orgán, který je žláznatý a podílí se na mimotělním trávení, protože obsahuje proteolytické enzymy. Povrch těla kryje tegument. Z tegumentu často vystupují trny (Horák a Scholz 1998). Na povrchu tegumentu můžeme také najít povrchové výstupky zvané mikrotuberkuly. Druhy motolic, které se vyskytují v agresivním prostředí trávicího traktu mají na povrchu tegumentu glykokalyx. Vrstva glykokalyxu může být různě silná a hlavní funkcí je především ochrana (Volf, Horák a kol. 2007). Vnitřek těla vyplňuje parenchym, ve kterém jsou uloženy všechny vnitřní orgány. Parenchym se podílí na metabolismu a transportu látek. Svalový systém je až na svalovinu přísavek slabě vyvinut. Nervová soustava je tvořena párovým gangliem, které se nachází v blízkosti hltanu. Párové ganglium je opatřeno příčnou spojkou a je napojeno na podélné svazky nervových vláken (Horák a Scholz 1998). Trávicí soustava je tvořena ústním otvorem, který je většinou obklopený ústní přísavkou. Ústní otvor je zároveň i vyvrhovacím otvorem. Pak následuje předhltan, který pokračuje ve svalnatý hltan. Dále následuje jícen a střevo. Střevo může mít podobu jednoduchého vaku (čeleď Bucephalidae), ale nejčastěji má podobu dvou slepě končících větví. Větve se mohou v zadní části spojit a vytvořit tak okruh (čeleď Cyclocoeliidae). U některých druhů se větve mohou v přední části spojit a pokračovat jako jedna trubice (rod *Schistosoma*) nebo ze střeva mohou vybíhat slepé postranní výběžky (rod *Fasciola*). V některých případech mohou střevní větve vyúsťovat v zadní části těla ven (čeleď Acanthostomidae). Některé živiny mohou přijímat i povrchem těla, a to i v případě, že trávicí soustava motolic je dobře vyvinuta

(Volf, Horák a kol. 2007). Vylučovací soustava je tvořena protonefridiemi, které jsou tvořené plaménkovými buňkami a sběrnými kanálky ústícími do exkrecečního měchýře (Horák a Scholz 1998). Většina motolic je hermafroditických s výjimkou čeledí Schistosomatidae a Didymozoidae. Zástupci těchto čeledí jsou gonochoristé a objevuje se u nich výrazný pohlavní dimorfismus. U hermafroditických motolic nalezneme samčí i samičí pohlavní orgány v jednom jedinci. Varlata mají většinou keříčkovitý nebo oválný tvar. Nejčastěji jsou dvě, ale u některých druhů se objevuje pouze jedno. Naopak některé druhy jich mohou mít desítky až stovky. Zvláštností samičí reprodukční soustavy je Laurerův kanálek. Jeho funkcí je pravděpodobně odvod přebytečného materiálu z ootypu do vnějšího prostředí. Děloha je zakončena metratermem, který se uplatňuje při kopulaci (Volf, Horák a kol. 2007). Motolice jsou vejcorodé (oviparní). Vajíčka jsou často opatřena víčkem (Horák a Scholz 1998). Kromě víčka mohou být vajíčka na povrchu opatřeny různými trny nebo filamenty (Volf, Horák a kol. 2007).

3.1.2 Životní cyklus podtřídy Digenea

Digenea (Dvojrodí) mají nepřímé vývojové cykly. Vývojový cyklus zahrnuje jednoho, dva či tři meziphostitele. Nejčastějším meziphostitelem je měkkýš. Uvnitř měkkýše dochází k složitému procesu vývoje a transformace larválních stádií, které se množí asexuálně. Larvální stádium, které opouští tělo měkkýše se nazývá cercarie (Horák a Scholz 1998).

Vajíčko je prvním vývojovým stádiem. Jsou oválného tvaru a silnostěnná. Barva se pohybuje od světlé po tmavě hnědou. Vajíčko je opatřeno víčkem (operculum). Víčko umožňuje larválním stádiím opustit vajíčko. Některé motolice (schistosomy) víčko nemají a larvální stádia se uvolňují prasknutím stěny vajíčka. Miracidia se uvolňují z vajíčka buď do vnějšího prostředí (voda), nebo se uvolňují až uvnitř meziphostitele. Uvolňování je složitý proces, který je ovlivňován vnějším prostředím. Ve výjimečných případech může vzniknout z vajíčka sporocysta (Horák a Scholz 1998).

Miracidium je první larvální stádium po uvolnění z vajíčka. Zpravidla je toto stádium volně žijící a je schopné aktivního pohybu ve vodním prostředí. Miracidium slouží k napadení meziphostitele. Povrch těla je kryt epidermálními destičkami, které nesou řasinky (cilie). Ty umožňují pohyb miracidia. V přední části těla se nachází zatažitelný výběžek (terebratorium) a senzorická zakončení. Miracidium je schopné reagovat na změnu světla. Některé druhy mají k tomuto účelu oční skvrny, které jsou

tvořeny pigmentovými granulemi a jednou či dvěma čočkami. Uvnitř těla jsou zárodečné buňky, ze kterých po napadení meziphostitele vznikají asexuální stádia (Horák a Scholz 1998). Miracidium je schopno aktivně vyhledávat meziphostitele, ale pouze po velmi krátkou dobu. Během hledání meziphostitele nepřijímá žádnou potravu a během několika hodin vyčerpá všechny své energetické zásoby (Volf, Horák a kol. 2007). Pokud nenajde během několika hodin vhodného meziphostitele, umírá. Pokud najde vhodného meziphostitele včas, přichytí se k povrchu jeho těla a proniká dovnitř pomocí proteolytických enzymů a pomocí terebratoria. Uvnitř meziphostitele se vyvíjí v další stádium, kterým je ve většině případů sporocysta (Horák a Scholz 1998). Mezi faktory, které indukují líhnutí miracidíí patří světlo, změny v osmotických parametrech prostředí nebo změna teploty. K orientaci v prostředí pravděpodobně používají řadu různých receptorů, které jsou například schopné rozpoznat molekuly vylučované plžem. Dále jsou schopné vnímat světlo a směr gravitačního zrychlení. Vykazují tedy pozitivní chemotaxi nebo pozitivní či negativní fototaxi a geotaxi (Volf, Horák a kol. 2007). U některých motolic zůstává miracidium ve vajíčku a uvolňuje se až ve střevě meziphostitele (Horák a Scholz 1998).

Sporocysta (takzvaná mateřská) je dalším vývojovým stádiem u většiny motolic. Sporocysta je přeměněné protáhlé či nitkovité, tenkostěnné miracidium bez epidermálních destiček a řasinek. Sporocysty jsou přichyceny ke stěně střeva nebo ke stěně ledvin meziphostitele. Zárodečné buňky sporocyst tvoří další generaci asexuálně se množících stádií. Tvoří se další generace sporocyst (dceřinné) nebo se tvoří jedna či více generací redií. Existují i druhy motolic, kdy se již v těle miracidia formují rovnou redie (Horák a Scholz 1998). Mateřská (primární) sporocysta má podobu oválného nebo protáhlého váčku. Nemají střevo, takže potravu přijímají povrchovým tegumentem. Ten je v přímém kontaktu s tkáněmi a tělními tekutinami meziphostitele. Ze zárodečných buněk se vyvíjí další generace larev. K uvolňování dochází buď porodním otvorem nebo prasknutím stěny mateřské sporocysty. Generaci představují dceřiné (sekundární) sporocysty nebo redie, záleží na druhu motolice. Dceřiné sporocysty jsou oválného, protaženého až vláskovitého tvaru. Někdy mohou být i rozvětvené. Stejně jako mateřské sporocysty přijímají potravu pomocí tegumentu. Kromě toho, že se tegument podílí na příjmu potravy, vylučuje látky, které se podílejí na destrukci okolní tkáně meziphostitele. Dále se tegument podílí na obraně vůči vnitřnímu obranému systému meziphostitele. Ze zárodečných buněk dceřiných sporocyst vznikají další dceřiné generace. Dochází

k namnožení parazita. V určité fázi namnožení začnou dceřiné sporocysty produkovat larvy zvané cercárie. Ty jsou zdrojem infekce pro dalšího hostitele (Volf, Horák a kol. 2007).

U většiny motolic přechází sporocysta v další vývojové stádium, a tím je redie. Redie jsou oproti sporocystám pohyblivější a přemísťují se do trávicí žlázy měkkýše (Horák a Scholz 1998). Oproti dceřiným sporocystám mají trávicí soustavu s vakovitým střevem a živí se hostitelskou tkání. Některé druhy požívají larvální stadia jiných motolic (Volf, Horák a kol. 2007). Tělo je protáhlé. Ústní otvor je v přední části těla. Na něj navazuje svalnatý hltan, který ústí do jednoduchého vakovitého střeva (Horák a Scholz 1998). Kromě ústního otvoru dochází k přijímání živin i povrchem těla (Volf, Horák a kol. 2007). Některé redie mohou mít límec a párovité výběžky, které slouží k pohybu. Motolice, které nemají ve svém životním cyklu stádium redie, mají většinou dvě generace sporocyst. Jedna generace je mateřská a druhá dceřiná. Mezihostitel může mít jednu, dvě nebo i více generací redií. Hlavní funkcí redií je asexuální namožení a produkce dalšího vývojového stadia (Horák a Scholz 1998).

Cercárie je dalším vývojovým stádiem motolic po redii. Většina cercárií je pohyblivých. Někdy může dojít k napadení dalšího hostitele pozřením cercárií (Horák a Scholz 1998). Hlavní funkcí cercárie je infekce dalšího hostitele nebo disperze parazita v prostředí. Z každé cercárie může teoreticky vzniknout jeden dospělý jedinec. Tělo cercárie se skládá z tělní části a ocásku, kdy tělní část je základem budoucí dospělé motolice a již nese některé její charakteristické znaky. Mezi charakteristické znaky patří přísavky a trny. Cercárie mají trávicí soustavu, která není funkční. Zdrojem energie jsou zásoby glykogenu nastrádané během vývoje uvnitř sporocysty či redie. Uvnitř těla můžeme najít plaménkové buňky sloužící k exkreci. U některých druhů se objevují základy pohlavních orgánů (Volf, Horák a kol. 2007). Na rozdíl od dospělců mají cercárie smyslové orgány. Mezi nejdůležitější smyslové orgány patří oční skvrny, které umožňují orientaci podle světla. Dále mají různá senzorická zakončení, která reagují na podměty z vnějšího prostředí. Hlavní a nejdůležitější funkcí smyslových orgánů je aktivní vyhledávání hostitele a orientace v prostředí (Horák a Scholz 1998). Kromě smyslových orgánů mají různé typy žlázových buněk. Ty se liší podle typu a druhu životního cyklu. Cercárie, které pronikají přímo do svých hostitelů, mají penetrační žlázy (Volf, Horák a kol. 2007). Penetrační žlázy se podílejí na průniku cercárie do dalšího hostitele (Horák a Scholz 1998). Dalším typem žlázek jsou žlázy cystogenní.

Ty se uplatňují při tvorbě metacerkáriálních obalů. Dále mají žlázy, které zajišťují únik z meziphostitele nebo opravy tegumentu. K usnadnění proniknutí do hostitele slouží stylet. Stylet je šípovitý sklerotizovaný útvar na předním konci těla. K pohybu ve vodním prostředí slouží ocásek, který je u druhů se suchozemskými cykly velmi často redukován. Ocásek je odhazován při encystaci nebo při přímé infekci hostitele. Další osud cercárií je velmi specifický pro jednotlivé skupiny motolic. Souvisí to s typem životního cyklu a způsobu přenosu cercárie na následujícího hostitele (Volf, Horák a kol. 2007).

Metacerkárie je klidové stádium, které se vyvíjí z cercárie a můžeme ho najít u řady motolic (Horák a Scholz 1998). Dříve se pro toto stádium používal pojem adoleskárie (Volf, Horák a kol. 2007). Při klidovém stádiu neprobíhá metamorfóza. Existuje velké množství typů metacerkárií, které se liší různým vývojem vnitřních orgánů a pohlavní soustavy. Můžou se nacházet v jakékoli části těla. Lokalizace metacerkárií v těle je poměrně typická pro jednotlivé druhy. Některé druhy (adoleskárie) můžeme najít ve vnějším prostředí. Mohou být přichyceny na nejrůznějších předmětech jako jsou například ulity meziphostitelských měkkýšů. Ochranu před nepříznivými vnějšími podmínkami zajišťuje odolná stěna cysty. Na rozdíl od miracidia a cercárie je metacerkárie schopna přežívat dlouhodobě. Většina napadá definitivního hostitele. K napadení dochází nejčastěji perorálně s potravou, kontaminovanou vegetací nebo s vodou. V zaživacím traktu dochází k uvolnění metacerkárie (excystace). Existuje řada vnitřních a vnějších faktorů, které zajišťují excystaci. Mezi vnitřní faktory patří vlastní sekrece parazita. Mezi vnější faktory patří trávicí enzymy hostitele, zvýšená teplota, hodnota pH, přítomnost žlučových solí. Po uvolnění se metacerkárie dostává na místo konečné lokalizace, kde roste a pohlavně dospívá (Horák a Scholz 1998).

U některých motolic se objevuje další vývojové stádium, a tím je mezocerkárie. Mezocerkárie tvoří přechodný stav mezi cercárií a metacerkárií. Toto vývojové stádium se vyskytuje především u zástupců z čeledi Strigeidae. Mezocerkárie vzniká z cercárie. Jsou neopouzdržené a nachází se uvnitř těla meziphostitele. Po pozření meziphostitele definitivním hostitelem pronikají mezocerkárie ze střeva do plic. V plicích se mění na metacerkárii. Následuje migrace na vhodné místo v těle, kde rostou v dospělého jedince schopného rozmnožování (Horák a Scholz 1998). Stádium mezocerkárie má silně vyvinuté penetrační žlázy, které využívá při migraci v těle

hostitele. Mezocerkárie se mohou kumulovat v paratenických hostitelích, kteří se živí mezihostitelskými organismy. To může vést ke vzniku silné infekce dalšího hostitele (Volf, Horák a kol. 2007).

3.1.3 Evoluce

Recentní digenetické motolice mají nejspíše společné předky s některými volně žijícími ploštěnci. U motolic se objevuje daleko větší specifčnost pro mezihostitelské měkkýše než pro definitivní hostitele. Je velice pravděpodobné, že měkkýši byli v dřívějších dobách prvními hostiteli. Až v průběhu evoluce se definitivními hostiteli stali obratlovci (Horák a Scholz 1998).

3.1.4 Význam

Z hlediska vývojových stádií je nejdůležitějším stádiem cercárie. Cercárie se snadno získávají z mezihostitele a jejich početnost je velká. Z toho důvodu se využívají při studiu fauny motolic daného území. Některé klasifikace digenetických motolic jsou založeny právě na studiu cercárií. Toto stádium pravděpodobně nejlépe odráží fylogenetické vztahy, dokonce lépe než dospělé motolice. Studium cercárií je významné i z hlediska epidemiologie motolic cizopasících u lidí. Vyšetřením měkkýšů můžeme zjistit přítomnost potencionálních cizopasníků (Horák a Scholz 1998).

3.2 Výskyt cercárií ve střední Evropě

V posledních dvou desetiletích se objevuje velké množství publikací, které se zabývají výskytem cercárií ve střední Evropě. Vypracovaný přehled stručně zachycuje obsah publikací o cercáriích a jejich hlavní výsledky.

Faltýnková *et al.* (2007) uvádí výsledky průzkumu, který se týkal výskytu larev motolic u *Lymnaea stagnalis* ve střední Evropě (Rakousko, Německo, Polsko, Slovenská republika a Česká republika). Vzorky *L. stagnalis* byly sbírány od dubna roku 1998 do října roku 2005. Sběry byly prováděny v klidných nebo mírně tekoucích vodách v povodí velkých řek střední Evropy (Dunaj, Mohan, Labe, Odra a Tisa). Pro zisk cercárií byla použita standardní vyplouvací metoda. Celkem bylo sebráno 3628 jedinců *L. stagnalis*. Nejvíce kusů (1219) bylo nalezeno v Německu. V České republice bylo nalezeno 1078 kusů, v Polsku 669 kusů, ve Slovenské republice 459 kusů a v Rakousku 203 kusů. Celkově bylo infikováno 953 jedinců. Infekčnost byla 26,3 %. Bylo nalezeno 19 druhů cercárií a 11 druhů metacercárií. Nejčastěji se vyskytujícími cercáriemi byly *Opisthioglyphe ranae*, *Plagiorchis elegans* a *Echinoparyphium aconiatum*. Tyto druhy cercárií jsou bohatě rozšířeny po celé Evropě. Nejčastějšími metacercáriemi byly *Neoglyphe locellus*, *E. aconiatum*, *Echinostoma* sp. a *Moliniella anceps*. Součástí práce je jednoduchý klíč k určení cercárií a metacercárií opatřený obrázky.

Práce Faltýnková *et al.* (2008) se zabývá výzkumem larválních stádií motolic u sladkovodních plžů z čeledi Planorbidae ve střední Evropě. Znalost druhové skladby larev motolic je nezbytným předpokladem pro všechny práce, které se zabývají veterinární epidemiologií, studiem lékařsky významných motolic, ekologií motolic a studiem veškerých změn, které odrážejí kvalitu životního prostředí. Výzkum byl prováděn v Rakousku, Německu, Polsku, České republice, Slovenské republice a v Maďarsku. Plži byli sbíráni od dubna roku 1998 do května roku 2006. Vzorky byly získávány v klidných nebo tekoucích vodách v odtokových oblastech velkých řek střední Evropy (Dunaj, Labe, Odra, Tisa a Mohan). Celkem bylo nasbíráno 7826 měkkýšů. Sbíranými měkkýši byli *Planorbarius corneus*, *Planorbis planorbis*, *P. carinatus*, *Anisus leucostoma*, *A. vortex*, *Bathyomphalus contortus*, *Gyraulus albus*, *G. acronicus*, *G. laevis*, *G. crista*, *Segmentina nitida* a *Ancylus fluviatilis*. Celkově bylo infikováno 898 měkkýšů. Infekčnost byla 11,5 %. Bylo nalezeno 28 druhů cercárií a 7 druhů metacercárií. Mezi nalezené dominantní cercárie patří *Rubestrema exasperatum*,

Neoglyphe locellus, *Tylodelphys excavata* a *Echinostoma spiniferum*. Nejčastěji se vyskytující metacerkárie jsou *Echinoparyphium aconiatum*, *N. locellus* a *Moliniella anceps*. Nejvíce infikovaní plži byli *P. corneus*, *P. planorbis* a *S. nitida*. Nejširší spektrum cercárií bylo nalezeno u *P. planorbis* a *P. corneus*. Součástí práce je klíč k určení cercárií a metacerkárií u měkkýšů z čeledi Planorbidae, nalezených ve střední Evropě. Klíč je opatřen ilustracemi s nejčastěji se vyskytujícími druhy cercárií a metacerkárií.

Soldánová *et al.* (2013) vypracovala přehled, kde jsou shrnuty současné poznatky o výskytu a rozšíření cercárie dermatitidy v Evropě. Pro výzkum je důležité přezkoumat biologii a systém ptačích schistosom a také vzájemné působení mezi parazitem a hostitelem. Posuzují se ekologické faktory, které vytváří příznivé podmínky pro parazity. Analyzované studie z posledního desetiletí odhalily téměř kompletní sadu ekologických faktorů, které jsou nutným předpokladem pro stanovení životního cyklu ptačích schistosom. Přehled se zaměřuje na rizikové faktory u lidí, kteří se rekreačně věnují aktivitám prováděným ve vodě. Součástí práce je tabulka, kde jsou shrnuté informace, které se snaží odhalit vzorce a předpovědi výskytu cercárie dermatitidy a ptačích schistosom ve vztahu k ekologickým podmínkám na vodních stanovištích v Evropě. Z 69 studií jich 10 obsahovalo jak údaje o ekologických podmínkách, tak i zprávy o cercárie dermatitidě. Ve většině případů se cercárie dermatitida vyskytuje v eutrofních jezerech. Mnoho případů bylo také hlášeno z rybníčních soustav (hlavně Česká republika a Německo), které byly uměle vytvořené k chovu ryb s velmi vysokou eutrofizací. Přírodní rezervace a chráněné zóny, které poskytují vhodná stanoviště pro hnízdění a vhodná místa pro zastavení stěhovavých ptáků, vypadají jako místa s bohatou a vysokou úrovní infekce ptačích schistosom. Dá se předpokládat, že populace plžů bude v mesotrofních a oligotrofních systémech méně hojná a útržkovitá, stejně jako populace ptačích schistosom. Výskyt a rozložení ptačích schistosom ovlivňuje celá řada dalších ekologických faktorů, ale eutrofizace a teplota patří mezi nejdůležitější. Bylo prokázáno, že ekologické vlivy, vliv počasí a osobní chování má vliv na riziko infekce u lidí. V práci jsou shrnuty preventivní opatření pro kontrolu nemoci.

Dalším výzkumem, který se zabývá cercáriemi v Evropě, je nové zpracování informací o druhu *Echinostoma 'revolutum'* na základě získaných nových molekulárních a morfologických dat. Nedávné molekulární studie ukázaly, že tento taxon zahrnuje více

kryptických druhů. Při výzkumu byly použity morfologické a molekulární postupy pro vyšetření datových sad s větším taxonomickým a zeměpisným rozšířením. Bylo sebráno více než 20000 sladkovodních plžů z 16 druhů. Sběr vzorků probíhal od roku 1998 až do roku 2012. Vzorky byly sbírány na různých místech v osmi zemích Evropy. Plži byli vyšetřováni na přítomnost larválních infekcí motolic. Byly zkoumány získané reprezentativní vzorky izolátů cercárií z rodu *Echinostoma* spp. Pro měření byly vzorky fixovány horkým 4% roztokem formaldehydu a pro izolaci DNA v molekulárním etanolu. Z izolátů cercárií fixovaných v alkoholu a z dospělých jedinců byla zjištěna celková genomová DNA. Získané fragmenty genů byly analyzovány spolu se sekvencemi *Echinostoma* spp., které jsou k dispozici v GenBank. Vymezení *Echinostoma* spp. v Evropě bylo provedeno na základě molekulárních, morfologických a ekologických dat. Výzkum odhalil 5 druhů *Echinostoma* spp. (*E. revolutum*, *E. miyagawai*, *E. paraulum*, *E. bolschewense* a *Echinostoma* n. sp.). Všechny nalezené druhy cercárií vykazovaly charakteristické rysy, které patří ‘druhu’ *revolutum*. Podrobné prozkoumání odhalilo specifické odlišnosti v morfologii u nalezených druhů cercárií. Studie poskytuje komplexní příručku pro přesnou identifikaci izolátů získaných z evropských druhů (Georgieva *et al.* 2014).

Zikmundová *et al.* (2014) se zaměřila na druhovou diverzitu rodu *Plagiorchis* u plžů z čeledi Lymnaeidae ve sladkovodních systémech. Larvální stádia *Plagiorchis* spp. jsou všudypřítomná a ekologicky významná v populaci plžů, kteří se nacházejí ve sladkovodních ekosystémech v Evropě. Sběr *Lymnaea stagnalis* byl prováděn na několika lokalitách v České republice (Bohdanečský rybník, Hluboký u Hamru a Vlkovský rybník) a na třech sběrných místech ve slepých ramenech Dunaje na Slovensku. Vzorky *Radix auricularia* byly sbírány na rybníce v přírodní rezervaci Vrbenské rybníky blízko Českých Budějovic. Pro získání cercárií byla použita standardní vyplouvací metoda. Po předběžné identifikaci byly vzorky fixovány. Pro izolaci DNA byly fixovány v molekulárním etanolu a pro měření byly vzorky fixovány ve 4% roztoku formaldehydu za studena. U *L. stagnalis* a *R. auricularia* bylo objeveno 38 izolátů *Plagiorchis* spp. Izoláty byly podrobeny morfologickému a molekulárnímu výzkumu. Podle odpovídajících molekulárních dat bylo identifikováno 5 morfologicky homogenních, ale geneticky odlišných rodových linií. Mezi nalezenými rodovými liniemi byli *Plagiorchis elegans*, *P. maculosus*, *P. koreanus* a *P. neomidis*. Jeden izolát nemohl být zařazen do popsaných druhů, protože neodpovídal žádné z dostupných

sekvencí patřících *Plagiorchis* spp. Součástí práce je klíč opatřený fotografiemi k určení cercárií rodu *Plagiorchis* spp.

3.2.1 Česká republika

Brown *et al.* (2011) zkoumali časovou a prostorovou variabilitu ve složení a struktuře larev motolic u *Lymnaea stagnalis* a u *Planorbis corneus*. Vzorky plžů byly odebírány ve dvou uměle vytvořených rybnících v České republice. Prvním byl rybník Vlkovský (47,09 ha). Druhým rybníkem byl Hluboký u Hamru (11,9 ha). Oba rybníky slouží k chovu ryb. Byli sbíráni měkkýši všech velikostí v roce 2009. V laboratoři byli plži měřeni elektronickým digitálním posuvným měřítkem. Byli označeni trvalou barvou a testováni na přítomnost motolic standardní vyplouvací metodou. Po výzkumu byli plži vráceni do svých stanovišť. Reprezentativní vzorky z každého druhu motolic byly fixovány ve 4% roztoku formaldehydu (pro případné potvrzení) a v molekulárním absolutním etanolu (pro studium sekvence). Celkově bylo sebráno 1513 plžů. Z toho bylo 717 jedinců *L. stagnalis* a 796 jedinců *P. corneus*. Mezi nalezenými motolicemi u *L. stagnalis* byli *Diplostomum pseudospathaceum*, *Plagiorchis elegans*, *Opisthoglyphe ranae*, *Echinoparyphium aconiatum*, *E. recurvatum*, *Echinostoma revolutum*, *Paryphostomum radiatum*, *Hypoderaeum conoideum*, *Trichobilharzia szidati*, *Notocotylus attenuatus*, *Tylodelphys clavata* a *Isthmiophora melis*. Ukázalo se, že bohatost a infekčnost nabývala nejnižších hodnot na jaře u obou rybníků. Vzorky sebrané na jaře v rybníku Vlkovský vykazovaly výrazně nižší celkové rozšíření larev motolic ve srovnání se vzorky získanými v létě a na podzim. Důvodem byl bohatý výskyt *D. pseudospathaceum* a *E. aconiatum* v létě a na podzim. Rozdíly mezi jarním, letním a podzimním výskytem na rybníce Hluboký u Hamru byly podobné jako u rybníku Vlkovský. Kromě dvou zmíněných cercárií se na podzim v rybníce Hluboký u Hamru objevila ve vysokém počtu cercárie *O. ranae*. Nalezené motolice u *P. corneus* byli *Rubinstrema exasperatum*, *R. opisthovitellinum*, *Cotylurus cornutus*, *Echinostoma* sp., *Tylodelphys excavata*, *Bilharziella polonica* a *Neoastiotrema trituri*. Sezónní variace v bohatosti a celkovém rozšíření infekce u *P. corneus* měly velmi podobný průběh jako u *L. stagnalis*. Celkově byl nejvyšší počet cercárií zaznamenán v létě. Různorodost druhů motolic byla podle všeho vyšší v rybníce Vlkovský. Hladiny infekčnosti byly také výrazně vyšší na rybníce Vlkovský. Hladiny parazitismu byly vysoké u obou hostitelů.

Soldánová a Kostadinova (2011) se zabývaly rychlostí kolonizace *Lymnaea stagnalis* larvami motolic v eutrofních rybnících. Výzkum *L. stagnalis* byl prováděn v šesti rybnících v jižní části České republiky. Rybníky Vlkovský, Hluboký Sax a Hluboký u Hamru se nacházejí v biosférické rezervaci Třeboňská pánev. Zbylé rybníky Bartoňovský, Velký Dvorecký a Zavadil se nachází na hranici Třeboňské pánve a chráněné krajinné oblasti u Jindřichova Hradce. Sběr vzorků byl prováděn třikrát týdně v každém rybníku od srpna 2006 do října 2008. Byli sbíráni pouze jedinci s ulitou o výšce 40 až 50 mm. Měření a testování na přítomnost cercárií probíhalo v laboratoři. Byla použita standardní vyplouvací metoda. I plži, kteří nejevili známky infekce, byli pozorováni. Pokud se infekce neobjevila do 4 dnů, byli vedeni jako nenakažení. Nově chycení plži byli označeni číslem pomocí trvalé barvy a byli spolu se znovu chycenými plži vráceni do jejich příslušného stanoviště. Číselné označení vydrželo až 364 dní. Bylo zjištěno 11 druhů motolic. Většina nalezených druhů v dospělosti parazituje u ptáků. Mezi nalezenými cercáriemi byly *Plagiorchis elegans*, *Opisthoglyphe ranae*, *Diplostomum pseudospathaceum*, *Paryphostomum radiatum*, *Trichobilharzia szidati*, *Echinoparyphium aconiatum*, *Notocotylus attenuatus*, *Hypoderaeum conoideum*, *Moliniella anceps*, *Australapatemon minor* a *Echinostoma revolutum*. Celkově bylo sebráno, označeno a navraceno do původního stanoviště 7225 jedinců *L. stagnalis*. Rychlost primární kolonizace byla nejvyšší na rybníce Hluboký Sax. U zbývajících rybníků byla téměř dvakrát pomalejší. Rychlost kolonizace na rybnících Bartoňovský a Hluboký u Hamru byla vyšší než u rybníku Vlkovský. Nejvyšší míru kolonizace vykazovali *P. elegans*, *O. ranae* a *D. pseudospathaceum*. Celková sekundární kolonizace byly podstatně nižší než primární kolonizace. Sekundární kolonizace byla nejvyšší v rybníce Hluboký Sax. Bylo pozorováno, že při sekundární infekci byli napadáni výrazně větší plži.

Studie od Faltýnkové (2005) se zabývá výskytem larev motolic ve dvou malých rybnících a v jednom mokřadu poblíž Českých Budějovic. Oba rybníky jsou eutrofní povahy s bohatou vodní vegetací. Prvním rybníkem je Kořenský rybník o rozloze 1,6 ha. Druhý rybník Motovidlo má rozlohu 6 ha. Mokřad Hluchá Bašta má rozlohu 0,3 ha. Vzorky byly odebírány od dubna do října v roce 1998 a 1999 ze všech tří lokalit. V roce 2000 byly sběry prováděny od února do prosince na Kořenském rybníku a rybníku Motovidlo. Celkem bylo sebráno 2802 měkkýšů z 12 druhů. Mezi nejčastější druhy patřili *Planorbarius corneus*, *Segmentina nitida*, *Lymnaea stagnalis*,

Pisidium sp a *Planorbis planorbis*. Cerkárie byli získávány vyplouvací metodou. Bylo infikováno 951 měkkýšů. Celkově se našlo 26 druhů cercárií a 8 druhů metacercárií. Dominantními nalezenými cercáriemi byly *Tylodelphys excavata*, *Plagiorchis elegans*, *Echinostoma spiniferum* a *E. revolutum*. Nejvíce infikovanými plži byli *P. corneus* (infekčnost 78,2 %), *Lymnaea corvus* (65,5 %) a *L. stagnalis* (47,1 %). Nejvíce druhů cercárií bylo nalezeno u *L. stagnalis* (10 druhů), *P. corneus* (7 druhů) a u *L. corvus* (5 druhů). Nejvyšší počet druhů metacercárií byl nalezen u *L. stagnalis* (7 druhů), *P. planorbis* (6 druhů) a u *P. corneus* (5 druhů). Celkové rozšíření infekce u měkkýšů bylo poměrně vysoké u obou sledovaných rybníků (Kořenský rybník – 51,2 % a rybník Motovidlo – 48,1 %). Infekčnost v mokřadu Hluchá Bašta byla poměrně nízká (8,4 %). Nalezené druhy motolic dožívají u ptáků a jsou široce rozšířeny i v jiných částech Evropy.

Huňová *et al.* (2012) se zabývala identifikací měkkýšů z rodu *Radix*, kteří slouží jako mezihostitelé motolic. Plži z rodu *Radix* jsou mezihostiteli některých schistosom a motolic z čeledi Fasciolidae. Cílem práce bylo identifikovat jedince z rodu *Radix* pomocí molekulárních a morfologických metod. Byly prováděny infekční experimenty a posuzovala se náchylnost plžů k infekci. Plži byli sbíráni na 39 lokalitách v České republice v letech 2005 až 2008. Pro srovnávací účely byla použita DNA získaná ze 4 izolátů *Radix peregra* z Islandu. Byli sbíráni pouze jedinci, kteří měli ulitu větší než 10 mm. Plži byli fixováni v 70% etanolu. Po vyjmutí těla z ulity byla studována reprodukční soustava. Prázdné ulity byly označeny číslem pro pozdější zkoumání. Byla měřena výška a šířka pláště a výška a šířka otvoru pomocí posuvného měřítka. Část zadní nohy plže a přední část pláště byly rozřezány pro analýzu DNA a fixovány v 96% etanolu. Jako případní mezihostitelé *Trichobilharzia regenti* a *Fascioloides magna* byli testováni plži *Radix lagotis*, *Radix peregra* a *Radix labiata*. Plži byli chováni v laboratorních podmínkách. Miracidia *T. regenti* byla získána z infikovaných kachen a vajíčka *F. magna* byla izolována z jater volně žijící zvěře. Molekulární metoda odhalila, že byli nalezeni plži 4 druhů: *Radix auricularia*, *R. lagotis*, *R. peregra* a *R. labiata*. Výzkum reprodukční soustavy podpořil výsledky molekulární metody. Morfologická analýza pláště ukázala, že existují výrazné rozdíly mezi jednotlivými druhy. Při experimentech s infekčností se zjistilo, že druhy *R. lagotis*, *R. labiata* a *R. peregra* jsou náchylné k infekci způsobenou *T. regenti*. Dále se prokázalo, že motolice *F. magna* je schopna infikovat druhy *R. lagotis* a *R. labiata*.

Bednářová (2010) se ve své magisterské práci zabývala produkcí cercárií v prvním mezipřehledu (*Lymnaea stagnalis*). Byly zkoumány rozdíly při produkci cercárií během roku a také jejich velikost v průběhu sezóny. Také byl zkoumán vliv laboratorních podmínek na vyplouvání cercárií. Produkce v laboratorních podmínkách byla srovnávána s podmínkami v přirozeném prostředí. Výzkum probíhal na 2 lokalitách v oblasti Třeboňské pánve. První lokalita Třeboňsko zahrnovala rybníky Vlkov (41 ha), Hluboký u Hamru (4 ha) a Hluboký Sax (7 ha). Druhou lokalitou bylo Jindřichohradecko s rybníky Zavadil (1,4 ha), Velký Dvorecký (3,7 ha) a Bartoňovský (1,3 ha). Na každém rybníku byla vytyčena místa sběru, aby jednotlivé sběry byly mezi sebou srovnatelné. Odběr *L. stagnalis* byl prováděn ve 14 denních intervalech od ledna do prosince roku 2007. Při každém sběru byla měřena teplota vody. Byli sbíráni přibližně stejně velcí jedinci. Vyplouvání cercárií bylo stimulováno světlem stolní lampy po několik hodin (cca 5 h). Jako 3 modelové organismy motolic pro následný pokus byly vybrány *Opisthioglyphe ranae*, *Plagiorchis elegans* a *Diplostomum pseudospathaceum*. U cercárií byla měřena délka a šířka těla, ocásku, ústní přísavky, břišní přísavky a popřípadě délka a šířka furky. Také byl sledován počet vyplavaných cercárií na jednoho jedince. Při srovnávání vyplouvání cercárií z *L. stagnalis* v přírodních a laboratorních podmínkách byla použita jako modelový organismus *D. pseudospathaceum*. Bylo zjištěno, že v zimě a na podzim mají měkkýši větší rozměry než na jaře a v létě. Ukázalo se, že u *P. elegans* klesal počet jedinců s rostoucí teplotou. Naopak tomu bylo u *D. pseudospathaceum* a *O. ranae*, kdy počet vyplavaných cercárií rostl se zvyšující se teplotou. Nejčastěji se vyskytujícím druhem byla *D. pseudospathaceum*. Od jara docházelo ke zvyšování počtu cercárií. Maximum bylo dosaženo na podzim. S přibývajícím zimou počet cercárií klesal. Jedinou výjimku představovala *P. elegans*, kdy v zimě došlo naopak k nárůstu vyplavených cercárií. Dále se zjistilo, že během roku dochází ke změnám ve velikosti sledovaných cercárií. Vliv na velikost má i hostitel. Produkce *D. pseudospathaceum* byla výrazně nižší v přírodních podmínkách než v laboratoři.

3.2.2 Německo

Studium životního cyklu motolic má v Německu dlouholetou tradici. Při porovnání s dřívějšími výzkumy se ukazuje, že v posledních 150 letech existuje velmi

podobné spektrum nejčastějších druhů cercárií, které jsou typické pro střední Evropu (Faltýnková a Haas 2006).

V práci Faltýnková a Haas (2006) se uvádí, že od dubna do července roku 2004 byli zkoumáni sladkovodní měkkýši na 26 lokalitách v jihovýchodním Německu. Mezi hlavní lokality patřila oblast v okolí Deggendorfu, dále pak Norimberk, Koburg, Marktreutitz, Hof, Drážďany, Erlangen a Chemnitz. Vzorky byly sbírány hlavně v rybnících, jezerech a ve slepých ramenech nížinných řek. Občas byly vzorky také sbírány z příkopů a nebo z mokřadů. Pro výzkum plžů byla použita standardní vyplouvací metoda. Celkem bylo nalezeno 31 druhů larev motolic z 10 čeledí. Z toho bylo 29 druhů cercárií a 7 druhů metacercárií. Mezi nalezené dominantní cercárie patřili například *Plagiorchis elegans*, *Echinoparyphium aconiatum*, *Opisthioglyphe ranae* a *Diplostomum pseudospathaceum*. Nejbohatší výskyt cercárií byl u Koburgu a na rybnících u Erlangenu. Dále bylo zjištěno, že druhová diverzita byla vyšší v rybnících než v řekách. Mezi nejvíce infikované měkkýše patřili *Lymnaea palustris*, *L. stagnalis*, *L. corvus*, *Radix auricularia*, *Planorbis corneus* a *Bithynia tentaculata*. U druhu *P. corneus* bylo nalezeno pouze vývojové stádium metacercárie. Celkem bylo sebráno 6403 měkkýšů a z toho jich bylo 311 infikováno. Z toho vyplynulo, že v průměru byl nakažený každý 21. jedinec (4,9 %). Většina druhů cercárií dospívá hlavně ve vodních ptácích.

Další práci týkající se cercárií v Německu vypracovala Soldánová *et al.* (2010), kdy byly zkoumány larvy motolic u dvou druhů vodních měkkýšů, a to u *Lymnaea stagnalis* a u *Radix auricularia*. Výzkum byl prováděn ve čtyřech uměle propojených vodních nádržích na řece Ruhr v západním Německu. Organizace Ruhr River Association (Ruhrverband) vybudovala na řece Ruhr a jejích přítocích systém vodních staveb, většinou přehrad a jezer, které slouží k regulaci vodního systému. Nádrže ovlivňují tok řeky a tvorbu stojaté vody, což vede k variabilitě hydrologických podmínek. Ty způsobují změny ve vodních společenstvech, které mohou mít vliv na hladinu parazitismu v potencionálním hostiteli. Názvy nádrží jsou Hengsteysee, Harkortsee, Kemnader See a Baldeysee. Na nádrži Baldeysee se nachází ptačí rezervace Heisingen, která poskytuje ochranné prostředí pro rybožravé i býložravé ptactvo. Celkem bylo sebráno 430 kusů *R. auricularia* a 185 kusů *L. stagnalis* na různých místech čtyř nádrží. Celkem bylo provedeno 7 vzorkovacích výjezdů, které proběhly v období od září do října v roce 2009. Měkkýši byli změřeni, označeni a

umístění jednotlivě do nádobek s vodou pod světelný zdroj. Bylo sledováno vyplouvání cercárií. Vzorke vybraných druhů cercárií byly fixovány molekulárně kvalitním etanolem pro molekulární vyšetření. Celkový počet larev motolic byl u *L. stagnalis* nižší než u *R. auricularia*. Vysoké rozšíření infekce bylo na nádržích Harkortsee a Kemnader See. *L. stagnalis* byla infikována 6 druhy motolic patřících do 5 čeledí. Dva druhy byly z čeledi Echinostomatidae a pak po jednom druhu z čeledi Diplostomidae, Plagiorchiidae, Schistosomatidae a Telorchidae. Cercárie *Echinoparyphium recurvatum*, *O. ranae* a *Plagiorchis elegans* byly nalezeny u obou druhů měkkýšů. *Trichobilharzia szidati* způsobující cercáriovou dermatitidu byla zjištěna pouze v nádrži Baldeneysee a vyskytovala se v malém množství. Mimo jiné se na nádrži Baldeneysee našlo nejvíce druhů motolic, na rozdíl od zbylých studovaných nádrží, kde byly nalezeny jen jeden nebo dva druhy motolic. Nejdominantnější cercárií u *L. stagnalis* byla *D. pseudospathaceum*, která byla nalezena ve všech čtyřech vodních nádržích. U *R. auricularia* se našlo 12 druhů motolic patřících do čeledí Echinostomatidae, Diplostomidae, Notocotylidae, Plagiorchiidae, Schistosomatidae, Strigeidae a Telochidae. Na nádržích Baldeneysee a Hengsteysee se u *R. auricularia* našla cercárie *Trichobilharzia franki*, která způsobuje cercáriovou dermatitidu. Výsledky této studie ukazují, že systém nádrží na řece Ruhr v západní části Německa poskytuje vynikající prostředí pro vývoj druhově bohaté a početné komunity motolic v prvním mezipřístě.

3.2.3 Polsko

Cílem práce od Żbikowska (2007) bylo zjistit biodiverzitu larev u populace plžů na různých vodních útvarech. Plži byli sbíráni v období od roku 1999 do roku 2005. Sběr byl prováděn ve 29 nádržích, které se nacházely v severní a centrální části Polska. Celkově bylo sebráno 10581 plžů. Mezi nalezenými plži byli: *Lymnaea stagnalis*, *Planorbis corneus*, *Radix auricularia*, *Planorbis planorbis*, *Stagnicola palustris* a *Segmentina nitida*. Dominantními plži byli *L. stagnalis* (9469 kusů) a *P. corneus* (737 kusů). Byla použita standardní vyplouvací metoda. Jedinci, u kterých se neobjevili cercárie, byli rozpitváni, aby se zjistila možná přítomnost jiných vývojových stadií (sporocysty, redie nebo metacercárie). Celkově bylo infikováno 4404 měkkýšů. V populaci *L. stagnalis* byli nejčastějšími cercáriemi *Echinoparyphium aconiatum*, *Plagiorchis elegans*, *Diplostomum pseudospathaceum* a *Opisthioglyphe ranae*. U *P. corneus* byly nalezeny *Rubinstrema exasperatum*, *Neoglyphe locellus*, *Bilharziella*

polonica, *Notocotylus ephemera*, *Tyleodelphys excavata* a *Echinostoma spiniferum*. Dále byly identifikovány například *Echinostoma revolutum*, *Plagiorchis maculosus*, *Sanguinicola inermis*, *Trichobilharzia franki*, *Echinoparyphium recurvatum*, *Moliniella anceps* a *Parastrigea robusta*.

Žbikowska (2004) se zabývala infekcemi plžů, které způsobují ptačí schistosomy a hrozbou cercáriové dermatitidy ve vybraných jezerech v Polsku. Studie probíhala ve 26 vodních nádržích v sedmi oblastech daleko vzdálených od sebe. Sběr probíhal na jezerech v chráněných zónách, na vodních plochách používaných k rekreaci a na nádržích, které se nacházely uvnitř měst, v lesích nebo mezi poli. Vzorky měkkýšů byly odebírány v pravidelných měsíčních intervalech od května do října v roce 2002 z 21 vodních nádrží. Ve zbývajících 5 vodních nádržích probíhal sběr ojediněle. Byli sbíráni tyto plži: *Lymnaea stagnalis*, *Radix auricularia*, *Radix peregra ovata*, *Galba palustris*, *Planorbarius corneus*, *Planorbis planorbis* a *Anisus vortex*. Získané cercárie byly určovány pomocí několika klíčů. Byla měřena intenzita infekce plžů, kdy byly počítány larvy parazitů objevující se v průběhu 7 dnů v laboratoři. Studie se také zabývala tím, jak dlouho budou cercárie mobilní od vyplutí z infikovaného plže. Použilo se 100 larev, které byly umístěny do Petriho misek s čerstvou vodou z vodovodu. Teplota misek byla udržována v rozmezí od 8 do 10 °C. Každých 10 hodin byl zkontrolován počet pohyblivých cercárií. Průzkum pacientů, kteří se zúčastnili výzkumu cercáriové dermatitidy probíhal prostřednictvím dotazníků. Sledovalo se, za jak dlouho se po koupání objevila vyrážka (pokud se objevila) a na jakých částech těla. Celkem bylo sebráno 5155 plžů, z nichž téměř polovina byla infikována larvami motolic. Bylo identifikováno 29 druhů cercárií. U čeledi Lymnaeidae se nejčastěji vyskytovaly tyto cercárie: *Diplostomum pseudospathaceum*, *Echinoparyphium aconiatum*, *Opisthioglyphe ranae* a *Plagiorchis elegans*. U čeledi Planorbiidae se nejčastěji vyskytovala *Tyleodelphys excavata*. Výskyt zbývajících druhů už nebyl tak častý a početný (*Notocotylus attenuatus*, *N. ephemera*, *Echinostoma revolutum*, *Echinoparyphium recurvatum*, *Hypoderaeum conoideum*, *Moliniella anceps*, *Plagiorchis maculosus*, *Scrjabinoeces similis*, *Neoglyphe sobolevi*, *Rubensstrema opisthovitellinum*, *Sanguinicola inermis*, *Diplostomum paracaudum*, *Tyleodelphys clavata*, *Cotylurus cornutus*, *Apatemon burti* a *Parastrigea robusta*). Z ptačích schistosom byla nalezena u *L. stagnalis* a *R. auricularia* cercárie *Trichobilharzia ocellata* a u plže *P. corneus* byla nalezena larva *Bilharziella polonica*. Ptačí

schistosomy byly nalezeny ve 14 vodních plochách. Procento nakažených plžů ptačími schistosomami bylo poměrně nízké. Naopak intenzita infekce plžů ptačími schistosomami byla vysoká. V průběhu týdne bylo pozorováno průměrně 800 (maximálně i přes 6000) larev schistosom u jednoho plže. Studie ukázala, že ptačí schistosomy vykazují poměrně vysokou životaschopnost. Z toho vyplývá, že i když je infekce u plžů nízká, může to být vyrovnáno obrovským počtem vyprodukovaných larev, které jsou navíc odolné proti nízkým teplotám. Bylo zaznamenáno 6 případů v červenci a srpnu 2002, kdy se u sledových lidí objevila cercáriová dermatitida. Postižení lidé se koupali v jezeře, kde byla nalezena *T. ocellata*. Nakaženi byli 3 děti, dvě ženy a jeden muž. Vyrážka se objevila asi 1 hodinu po ukončení koupání v jezeře.

Okulewicz *et al.* (2010) se zabývala výzkumem, jehož cílem bylo zjistit nové druhy digenetických motolic u ptáků v Polsku. Materiál byl získáván v období od roku 1974 do roku 2004 především v oblasti Dolního Slezska. Zjišťování nových druhů motolic bylo prováděno na mikroskopických preparátech. Celkem se našlo 11 nových druhů motolic z 8 čeledí, které dosud nebyly zaznamenány v Polsku. Mezi nalezenými motolicemi byli: *Tylodelphys immer*, *Strigea vanderbrokiae*, *Echinostoma academica*, *Echinochasmus euryporus*, *Patagifer parvispinosus*, *Petasiger grandivesicularis*, *Notocotylodes petasatus*, *Plagiorchis arcuatus*, *Leyogonimus polyoon*, *Lyperosomum alaudae* a *Collyricloides massanae*.

3.2.4 Rakousko

Výzkumem ptačích schistosom u sladkovodních plžů, které mohou způsobit cercáriovou dermatitidu se zabýval Dvořák *et al.* (1999). Plži byli sbíráni na lokalitách v blízkosti Vídně, kolem Salzburgu a v oblasti nedaleko Neziderského jezera. V oblasti okolo Vídně byly sběry prováděny od dubna do září. Sběry kolem Salzburgu byly uskutečněny jeden týden v květnu a v okolí Neziderského jezera jeden týden v dubnu. Všechny sběry byly provedeny v roce 1998. Pro vyplouvání cercárií byli plži vystaveni intenzivnímu osvětlení. Identifikaci cercárií probíhala pod světelným mikroskopem. Celkově bylo nashromážděno 5073 sladkovodních plžů 14 druhů na 20 lokalitách. Ptačí schistosomy byly nalezeny na 4 lokalitách. I přes vyšetření velkého množství plžů byly nalezeny pouze 3 druhy schistosom. Nejčastěji sbíranými plži byli například *Planorbis corneus*, *Planorbis planorbis*, *Lymnaea stagnalis*, *Radix auricularia*, *Radix peregra ovata* a další. U *L. stagnalis* byla nalezena cercárie *Trichobilharzia*

szidati ve dvou malých rybnících ve Vídeňském lese. U *R. peregra ovata* byly také objeveny cercárie rodu *Trichobilharzia* v mrtvých ramenou Dunaje. Druh cercárie nebyl určen, protože plži nepřežili převoz do laboratoře. Při sběru se ale zjistilo, že nalezené cercárie u *R. peregra ovata* způsobují cercáriovou dermatitidu. U plže *P. corneus* byla nalezena *Bilharziella polonica* ve vodním kanálu v blízkosti Neziderského jezera. Nález této cercárie u *P. corneus* byl v Rakousku zaznamenán poprvé.

Sattmann (2014) se zabýval jaterní motolicí *Fascioloides magna*, která je invazivním druhem pocházejícím ze Severní Ameriky. V Rakousku se poprvé objevila v roce 2000. Mezihostitelem motolice je *Galba truncatula* a finálním hostitelem může být *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus* a nebo *Dama Dama*. Rozšíření motolice je mnohem vyšší u jelenů (20-100 %) než u plžů (0,03-0,2 %). Podle genetické analýzy se usuzuje, že infekce rakouských jelenů zřejmě pochází z České republiky nebo z populací, které se nacházejí v přítocích Dunaje. Motolice má celou řadu potencionálních mezihostitelů a hostitelů. Mezi potencionální mezihostitele patří především plži z čeledi Lymnaeidae. Finálními hostiteli kromě Cervidae mohou být různí kopytníci včetně ovcí a skotu. Do Evropy se motolice dostala přes americké jeleny (jelen Wapiti nebo jelen běloocasý). Do Rakouska se motolice dostala přes Maďarsko a Slovensko. Obě země poskytují útočiště pro zamořené populace v okolí záplavových oblastech Dunaje.

3.2.5 Švýcarsko

Chamot *et al.* (1998) prováděl výzkum týkající se rizika výskytu cercáriové dermatitidy na jezeře Leman v Ženevě. Studie byla provedena na 4 plážích (Céligny, Versoix, Savonnière a Hermance) jezera. Pláže byly vzdáleny minimálně 5 kilometrů od sebe. Výzkum proběhl v červenci a v srpnu roku 1996 prostřednictvím dotazníku. Všichni účastníci studie, kteří navštěvovali vybrané pláže mezi 11. a 17. hodinou, byli kontaktováni dotazovateli obvykle v úterý a ve čtvrtek. Plán se musel přizpůsobovat špatnému počasí. Navštěvníci byli vyzváni k vyplnění dotazníku. Dotazník byl zaměřen na informace o koupání. Výzkumu se zúčastnilo 555 lidí. Cercáriová dermatitida se pravděpodobně objevila u 153 jedinců. Bylo hlášeno více než 30 případů poranění kůže. Přibližně 20 % respondentů trpělo těžkým svěděním, 50 % dotazovaných užívalo léky, 4 % navštívili lékaře a 15 % tvrdilo, že omezí koupání na jezeře. Podle historie cercáriové dermatitidy, času stráveného ve vodě, denní hodiny, barometrického tlaku a

maximální denní teploty lze předpovědět výskyt nákazy. Cerkáriová dermatitida může mít negativní vliv na průmysl vodní rekreace. Identifikací rizikových faktorů pro vznik onemocnění, se může dosáhnout lepších preventivních doporučení pro koupající se populaci.

4 Praktická část

4.1 Vlastní sběr

Celkově bylo provedeno třináct sběrů. Z toho jich bylo osm provedeno od konce června do konce září roku 2014. Bylo získáno 325 kusů *Lymnaea stagnalis*. Infikováno bylo 52 jedinců. Při pěti sběrech, které probíhaly od července do poloviny září roku 2015 bylo sebráno 148 kusů *L. stagnalis*. Infikováno bylo 25 jedinců. Z celkového počtu 473 kusů *L. stagnalis* bylo nakaženo 77 jedinců. Vyjádřeno procenty byla infekčnost 16,3 %. Z toho vyplývá, že v průměru byl infikován každý šestý jedinec.

Tab. 2. Přehled sebraných a infikovaných *L. stagnalis* v jednotlivých sběrech.

Sběr	Datum sběru	Plovatek celkem	Počet infikovaných plovatek
1	27.6.2014	40	1
2	14.7.2014	50	8
3	29.7.2014	50	7
4	8.8.2014	50	11
5	22.8.2014	30	4
6	4.9.2014	30	7
7	15.9.2014	35	9
8	28.9.2014	40	5
9	12.7.2015	35	5
10	24.7.2015	30	7
11	14.8.2015	30	4
12	29.8.2015	28	6
13	12.9.2015	25	3
		Σ 473	Σ 77

Byly nalezeny čtyři druhy cercárií. Mezi nejčastější druhy patřili *Diplostomum pseudospathaceum* (49 infikovaných plžů) a *Echinostoma revolutum* (17 infikovaných plžů). Naopak podstatně menší výskyt byl zaznamenán u *Opisthioglyphe ranae* (8 infikovaných plžů). Nejméně se vyskytující cercárií byla *Trichobilharzia szidati* (3 infikování plži). Přehled nalezených druhů v jednotlivých sběrech je v tabulce číslo 3.

V období vlastního sběru byla na Dolejším Kařezském rybníku několikrát spatřena kachna divoká (*Anas platyrhynchos*) a labuť velká (*Cygnus olor*). Také byla jednou viděna volavka (*Ardea* sp.).

Tab. 3. Přehled výskytu cercárií v jednotlivých sběrech a jejich celkový počet.

Datum sběru	<i>Diplostomum pseudospathaceum</i>	<i>Echinostoma revolutum</i>	<i>Opisthoglyphe ranae</i>	<i>Trichobilharzia szidati</i>
27.6.2014	+	-	-	-
14.7.2014	+	+	-	-
29.7.2014	+	+	+	+
8.8.2014	+	+	+	+
22.8.2014	+	+	-	-
4.9.2014	+	+	+	-
15.9.2014	+	+	-	-
28.9.2014	+	+	-	-
12.7.2015	+	+	-	-
25.7.2015	+	+	+	-
14.8.2015	+	+	-	-
29.8.2015	+	+	-	-
12.9.2015	+	+	-	-
	Σ 49	Σ 17	Σ 8	Σ 3

4.2. Taxonomické zařazení a charakteristika nalezených druhů

K zařazení do systému byla použita publikace Langrová *et al.* (2011) a klíč od Faltýnková *et al.* (2007).

Třída: Trematoda

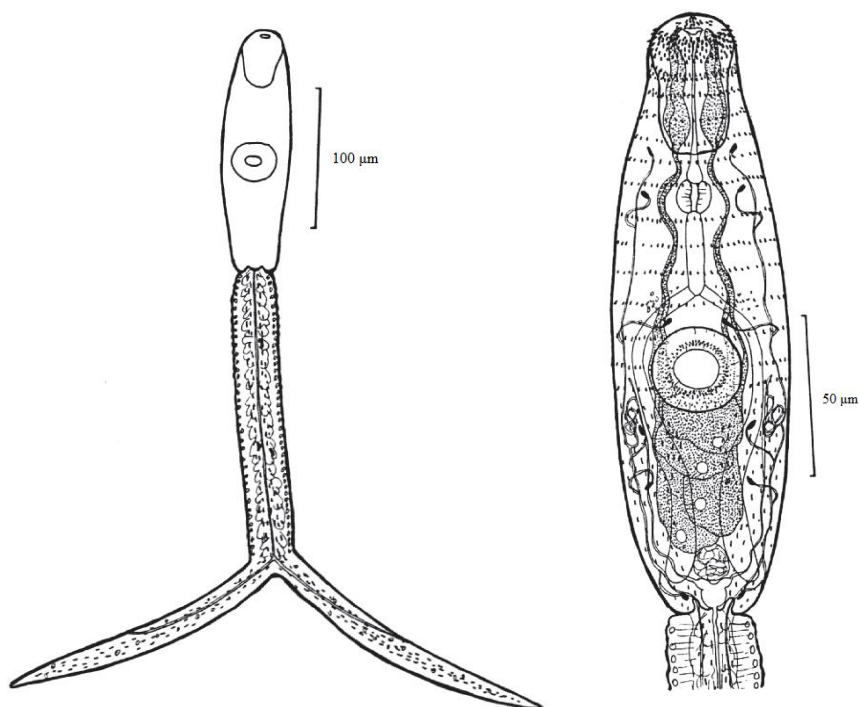
Podtřída: Digenea

Řád: Strigeidida

Čeleď: Diplostomidae

Diplostomum pseudospathceum (Niewiadowska, 1984)

Obr. 3; Příloha 1, obr. 1,2



Obr. 3. Morfologie *Diplostomum pseudospathceum* (Faltýnková *et al.* 2007).

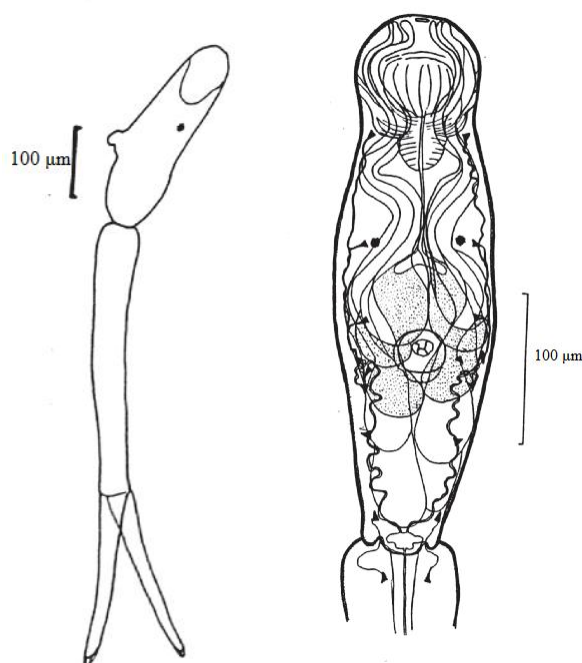
Charakteristika: Cerkárie má dva páry velkých postacetabulárních penetračních žlázek. V přední části těla se nachází velké výrazné trny. Mají dlouhé slepé střevo, které dosahuje až na konec těla (Faltýnková *et al.* 2007). Pro *Diplostomum pseudospathaceum* je typická odpočinková pozice, kdy cercárie zalomí své tělo do charakteristického úhlu (Soldánová, písemné sdělení 2014). Přední část těla má listovitý tvar. Najdeme u nich Brandesův orgán, který je žlaznatý a má pravděpodobně

pomocnou přichycovací funkci. Z furkocerkárií vznikají metacerkárie, které jsou buď volné, nebo encystované. V některých cyklech se objevuje stádium mezocerkárie. Najdeme je u ryb, obojživelníků a vzácně i u savců. Mezihostiteli jsou vodní plži, kteří jsou schopni denně vyloučit až desítky tisíc cercárií (Volf, Horák a kol. 2007).

Čeleď: Schistosomatidae

Trichobilharzia szidati (Neuhaus, 1952)

Obr. 4; Příloha 2, obr. 1,2



Obr. 4. Morfologie *Trichobilharzia szidati* (Faltýnková *et al.* 2007).

Charakteristika: Cercárie má na těle oční skvrny s černým pigmentem. Tělo je opatřeno 5 páry penetračních žlázek. Furka má ploutve (Faltýnová *et al.* 2007). Tato cercárie je typickým parazitem plovatky bahenní. Cercárie těchto druhů způsobují cercáriovou dermatitidu (Soldánová, písemné sdělení 2014). Obecně Schistosomatidae parazitují u ptáků nebo savců. Jsou to gonochotistické motolice, u kterých se objevuje výrazný pohlavní dimorfismus. Samečci bývají mohutnější než samičky. Najdeme je v krevním řečišti nebo v tkáních hostitele. Po oplodnění samičky kladou vajíčka buď přímo v cévách vnitřních orgánů nebo ve tkáních hostitele. Vajíčko je bez víčka a může být opatřeno trny nebo filamenty. Tělo hostitele opouští s vyvinutým miracidium prostřednictvím stolice či moči. Ve vodě se z vajíčka líhne miracidium, které proniká do

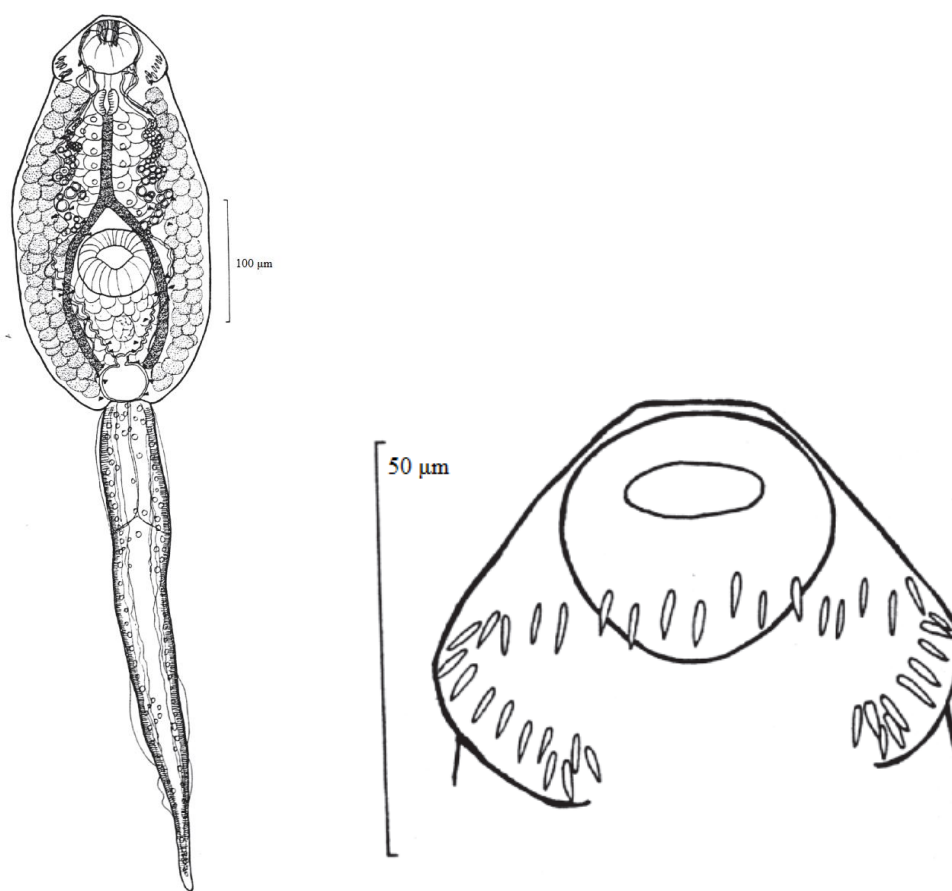
těla mezihostitele(plž) a začnou se vyvíjet sporocysty. Z těch pak vznikají furkocerkárie (cerkárie s furkou) , které po dozrání opouštějí mezihostitele a vnikají do kůže definitivního hostitele. K průniku využívají mohutné penetrační žlázové buňky. Při průniku odhazují ocásek a mění se na stádium schistosomuly, která migruje krevním řečištěm nebo tkáněmi na místo definitivní lokalizace (Volf, Horák a kol. 2007).

Řád: Echinostomatida

Čeleď: Echinostomatidae

Echinostoma revolutum (Fröhlich, 1802)

Obr. 5; Příloha 3, obr. 1,2



Obr. 5. Morfologie *Echinostoma revolutum* (Faltýnková et al. 2007).

Charakteristika: Cerkárie jsou malé o velikosti 250-300 µm. Na těle najdeme 7 malých, nenápadných ploutevních záhybů. Ocasní špička má schopnost se stáhnout. V přední části těla mají límec s 37 trny (Faltýnková et al. 2007). U špičky ocasu se nachází ocasní ploutvička. *Echinostoma revolutum* je typickou cercárií pro plovatku

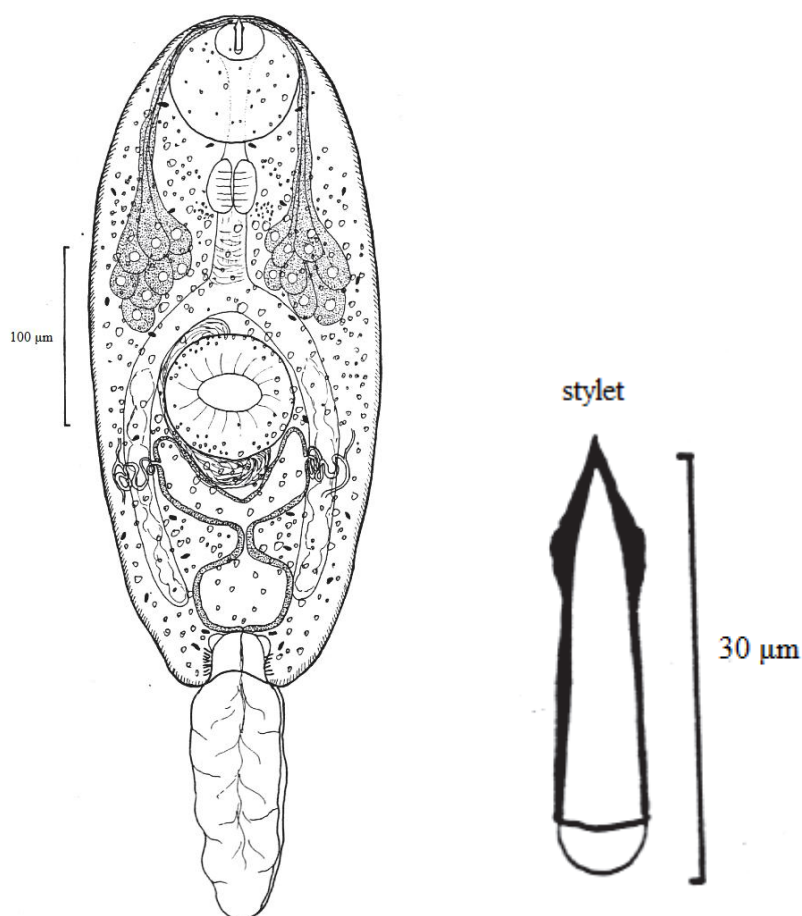
bahenní (Soldánová, písemné sdělení 2015). Většina motolic z čeledi Echinostomidae parazituje u ptáků a savců. Někteří jedinci se vyskytují i u ryb a plazů. Echinostomní cerkárie vznikají z redií. Některé redie jsou schopné likvidovat larvální stádia jiných motolic uvnitř meziphostitele. Prvními meziphostiteli jsou různé vodní plži. Druzí meziphostitelé jsou různé druhy obratlovců a v některých případech ryby, obojživelníci a želvy. Do těla meziphostitele se cerkárie dostávají buď tělesnými otvory, nebo penetrací kůže. Z cerkárií vznikají metacerkárie, které encystují v různých orgánech. K nákaze definitivního hostitele dochází pozřením infikovaného meziphostitele. Dospělci žijí v různých částech trávicího traktu. V přední části těla mají otrněný límec, kdy počet a uspořádání trnů je důležitým taxonomickým znakem (Volf, Horák a kol. 2007).

Řád: Plagiorchiida

Čeleď: Plagiorchiidae

Opisthioglyphe ranae (Fröhlich, 1791)

Obr. 6; Příloha 4, obr. 1,2



Obr. 6. Morfologie *Opisthioglyphe ranae* (Faltýnková et al. 2007).

Charakteristika: Cerkárie má velikost 270-320 μm a je velmi tmavá. Stylet je malý s neúplnou bází (Faltýnová *et al.* 2007). Měkká báze styletu je pro tuto cercárii typická (Soldánová, písemné sdělení 2014). Ústní a břišní přísavka mají stejnou velikost (Faltýnová *et al.* 2007). Plagiorchiidae jsou běžní parazité ptáků, obojživelníků, plazů, savců a ryb. Mezihostitelem jsou vodní plži, kde se ze sporocyst vyvíjejí cercárie, které mají charakteristický stylet v oblasti ústní přísavky. Pomocí styletu a penetračních žlázek pronikají do hmyzu, kde tvoří metacercárie. Druhými mezihostiteli některých druhů mohou být i další bezobratlí, například ryby. Nejčastěji je najdeme v trávicím traktu definitivních hostitelů. Někteří paraziti obojživelníků a plazů se vyskytují v dutině ústní a v plicích (Volf, Horák a kol. 2007).

5 Diskuse

Plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*) je velice vhodným modelovým organismem pro studium larválních stádií motolic. Plovatka je zaprvé vyhledávána pro svoji velikost a zadruhé proto, že produkuje velké množství cercárií po dlouhou dobu (Faltýnková *et al.* 2007). Navíc se na sledované lokalitě vyskytovala ve velmi vysokém počtu.

Celkem byly nalezeny 4 druhy cercárií ze 4 čeledí (*Diplostomum pseudospathaceum*, *Echinostoma revolutum*, *Opisthioglyphe ranae* a *Trichobilharzia szidati*). Nalezené druhy se běžně a často ve vysokém počtu vyskytují ve střední Evropě.

Nejčastěji se vyskytujícím druhem byla *Diplostomum pseudospathaceum*. Byla nalezena u 49 infikovaných plžů. Kromě České republiky se cercárie vyskytuje také v Německu a v Polsku (Faltýnková *et al.* 2007). Při výzkumu v jihovýchodním Německu patřila mezi nejpočetnější druhy (Faltýnková a Haas 2006), což platilo i při výzkumu ve střední části Polska (Żbikowska 2007).

Druhou nejčastěji se vyskytující cercárií byla *Echinostoma revolutum*. Tuto cercárii můžeme běžně nalézt v České republice, Rakousku, Německu a Polsku (Faltýnková *et al.* 2007). Celkem bylo nalezeno 17 jedinců infikovaných touto cercárií. V Německu (Faltýnková a Haas 2006) a v Polsku (Żbikowska 2007) je počet infikovaných jedinců poměrně nízký. Naopak v České republice poblíž Českých Budějovic byla *E. revolutum* zaznamenána také ve vysokém počtu (Faltýnková 2005). Cercárie z čeledi *Echinostomidae* se vyskytují mimo výše zmíněné země také v Bulharsku, Finsku a na Slovensku (Georgieva *et al.* 2014).

Celkově bylo zjištěno 8 jedinců, kteří byli infikováni cercárií *Opisthioglyphe ranae*. V Německu je výskyt poměrně bohatý (Faltýnková a Haas 2006). Oproti tomu v České Republice (Faltýnková 2005) a v Polsku (Żbikowska 2007) se cercárie vyskytuje v menším počtu. Dále *O. ranae* můžeme najít v Rakousku a na Slovensku (Faltýnková *et al.* 2007). Obecně cercárie patřící do rodu *Plagiorchiidae*, kam patří i *O. ranae*, jsou vysoce rozšířené ve sladkovodních ekosystémech v Evropě (Zikmundová *et al.* 2014).

Posledním nalezeným druhem byla *Trichobilharzia szidati*. Při výzkumu byli nalezeni pouze 3 infikovaní plži. Malý výskyt této cercárie byl zaznamenán v okolí Českých Budějovic (Faltýnková 2005) a také v Německu (Faltýnková a Haas 2006).

nebo v Polsku (Żbikowska 2007). Cerkárie se mimo jiné vyskytuje i v Rakousku a na Slovensku (Faltýnková *et al.* 2007). I přes výskyt v malém počtu je tato ze všech nalezených cercárií nejvíce nebezpečná pro člověka, protože může způsobit cercáriovou dermatitidu. Cerkárie, které se uvolní z plže, hledají své definitivní hostitele, kterými jsou zejména vodní ptáci. V případě, že cercárie narazí na koupajícího se člověka, proniká do jeho kůže. Při opakovaném setkání člověka s cercárií dochází k imunitní reakci, která se projevuje právě jako cercáriová dermatitida. Projevuje se tvorbou skvrn, puchýřů a zarudnutím kůže ^[3]. U člověka cercárie nepřežijí, protože jsou zničeny imunitním systémem v kůži (Duras 2014). Kromě již zmíněných států, byla cercáriová dermatitida také hlášena v Bělorusku, Švýcarsku, Francii, Itálii, Španělsku, Nizozemsku, Rusku, Dánsku, Finsku, Norsku, Spojeném Království a na Islandu (Soldánová *et al.* 2013). V České Republice byla cercáriová dermatitida zaznamenána například na Boleveckém rybníku v Plzni, na Koupališti Rolava v Karlových Varech, na Novém rybníku u Příbrami, na Vodní nádrži Slapy u Županovic a na Vodní nádrži Hracholusky nedaleko od Plzně (Duras 2014).

6 Závěr

Výzkum na výskyt cercárií u plovatky bahenní (*Lymnaea stagnalis*) byl prováděn na Kařezských rybnících u Zbiroha. Konkrétně byl pro sběr využit Dolejší Kařezský rybník. Bylo provedeno třináct sběrů. V období od konce června do konce září roku 2014 bylo provedeno osm sběrů. Od července do poloviny září roku 2015 bylo provedeno pět sběrů. Celkem bylo sebráno 473 kusů *L. stagnalis*. Cercárie byly nalezeny u 77 jedinců. V průměru byl nakažen každý šestý plž. Pro získání cercárií byla použita metoda, kdy stimulace probíhá světlem a teplem pomocí lampičky. Celkem byly nalezeny 4 druhy cercárií patřících do 4 čeledí. Mezi nalezenými cercáriemi byly *Diplostomum pseudospathaceum* (Diplostomidae), *Echinostoma revolutum* (Echinostomidae), *Opisthioglyphe ranae* (Plagiorchiidae) a *Trichobilharzia szidati* (Schistosomatidae). Nejpočetnějším druhem byla cercárie *D. pseudospathaceum* (49 infikovaných plžů). Druhým nejčastěji se vyskytujícím druhem byla *E. revolutum* (17 infikovaných plžů). Naopak *O. ranae* byla objevena pouze u 8 plžů. Nejnižší frekvence výskytu byla zaznamenána u *T. szidati*, kdy byli celkem nakaženi 3 plži. Nalezené druhy cercárií se běžně vyskytují ve střední Evropě. Součástí práce je přehled výskytu cercárií na jiných místech v České republice a dále také v Německu, Polsku, Rakousku a ve Švýcarsku.

7 Resumé

The research was focused to the occurrence of cercariae in the fresh-water pulmonate gastropod *Lymnaea stagnalis*. Field research was made in Kařezské ponds in the Czech Republic. *L. stagnalis* were collected from the end of June 2014 to the end of September in 2014 and from July to the middle of September in 2015. In total, 473 specimens of *L. stagnalis* were collected. Of them, 77 specimens were infected by cercariae. Four species of cercariae were determined. Of them, the species *Diplostomum pseudospathaceum* was the most abundant, three observed species (*Echinostoma revolutum*, *Opisthioglyphe ranae* and *Trichobilharzia szidati*) were less common. Observed species are shortly characterized and illustrated. Short synopsis of abundant trematod species, their life cycles and their occurrences in the Central Europe is presented.

8 Seznam literatury

8.2 Literatura

- Bednářová, A. 2010. *Životní strategie motolic (Digenea) se zaměřením na vývojové stadium cercárie*. Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, Katedra biologie. 71 s. České Budějovice.
- Brown, R., Soldánová, M., Barrett, J. a Kostadinova, A. 2011. Small-scale to large-scale and back: larval trematodes in *Lymnaea stagnalis* and *Planorbis corneus* in Central Europe. *Parasitology Research* 108: 137-150.
- Duras, J. 2004. Limnolog a cercárie. *Limnologické noviny* (4): 6-12.
- Dvořák, J., Sattmann, H., Horák, P. a Konečný, R. 1999. Bird schistosomes from freshwater snails in Austria, with some notes on current problems (Digenea, Schistosomatidae). *Tropenmed. Parasitol.* 21: 69-76.
- Faltýnková, A. 2005. Larval trematodes (Digenea) in molluscs from small water bodies near České Budějovice, Czech Republic. *Acta Parasitologica* 50(1): 49-55.
- Faltýnková, A. a Haas, W. 2006. Larval trematodes in freshwater molluscs from the Elbe to Danube rivers (Southeast Germany): before and today. *Parasitology Research* 99: 572-582.
- Faltýnková, A., Našincová, V. a Kablášková, L. 2007. Larval trematodes (Digenea) of the great pond snail, *Lymnaea stagnalis* (L.), (Gastropoda, Pulmonata) in Central Europe: A survey of species and key to their identification. *Parasite* 14: 39-51.
- Faltýnková, A., Našincová, V. a Kablášková, L. 2008. Larval trematodes (Digenea) of planorbis snails (Gastropoda: Pulmonata) in Central Europe: a survey of species and key to their identification. *Systematic Parasitology* 69: 155-178.
- Georgieva, S., Faltýnková, A., Brown, R., Blasco-Costa, I., Soldánová, M., Sitko, J., Scholz, T. a Kostadinova, A. 2014. *Echinostoma 'revolutum'* (Digenea: Echinostomatidae) species complex revisited: species delimitation based on novel molecular and morphological data gathered in Europe. *Parasites & Vectors* 7: 520.
- Horák, P. a Scholz, T. 1998. *Biologie helmintů*. Karolinum, 139 s. Praha.

- Huňová, K., Kašný, M., Hampl, V., Leontovyč, R., Kuběna, A., Mikeš, L. a Horák, P. 2012. *Radix* spp.: Identification of trematode intermediate hosts in the Czech Republic. *Acta Parasitologica* 57(3): 273-284.
- Chamot, E., Toscani, L. a Rougemont, A. 1998. Public health importance and risk factors for cercarial dermatitis associated with swimming in Lake Lemán at Geneva, Switzerland. *Epidemiology and Infection* 120: 305-314.
- Langrová, Jankovská, Vadlejš a Titěra. 2011. *Parazitologie*. Česká zemědělská univerzita v Praze, 334 s. Praha.
- Okulewicz, A., Okulewicz, J., Sitko, J. a Wesolowska, M. 2010. New records of digenean flukes (Trematoda) in birds in Poland. *Wiadomości Parazytologiczne* 56(1): 67–70.
- Sattmann, H., Hörweg, Ch., Gaub, L., Feix, A.S., Haider, M., Walochnik, J., Rabitsch, W. a Prosl, H. 2014. Wherefrom and whereabouts of an alien: the American liver fluke *Fascioloides magna* in Austria: an overview. *Wiener klinische Wochenschrift* 126(1): 23-31.
- Soldánová, M. a Kostadinova A. 2011. Rapid colonisation of *Lymnaea stagnalis* by larval trematodes in eutrophic ponds in central Europe. *International Journal for Parasitology* 41: 981-990.
- Soldánová, M., Selbach, Ch., Kalbe, M., Kostadinova, A. a Sures, B. 2013. Swimmer's itch: etiology, impact, and risk factors in Europe. *Trends in Parasitology* 29(2): 65-74.
- Soldánová, M., Selbach, Ch., Sures, B., Kostadinova, A. a Pérez-del-Olmo. A. 2010. Larval trematode communities in *Radix auricularia* and *Lymnaea stagnalis* in a reservoir system of the Ruhr River. *Parasites & Vectors* 3: 56.
- Volf, P., Horák, P. a kol. 2007. *Paraziti a jejich biologie*. Triton, 318 s. Praha.
- Zahradnický, J., Mackovčín, P. a kol. 2004. *Plzeňsko a Karlovarsko. Chráněná území ČR, svazek XI*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, 588 s. Praha.
- Żbikowska, E. 2004. Infection of snails with bird schistosomes and the threat of swimmers itch in selected Polish lakes. *Parasitology Research* 92: 30-35.
- Żbikowska, E. 2007. Digenea species in chosen populations of freshwater snails in northern and central part of Poland. *Wiadomości Parazytologiczne* 53(4): 301–308.

Zikmundová, J., Georgieva, S., Faltýnková, A. Soldánová, M. a Kostadinova, A. 2014. Species diversity of *Plagiorchis* Lühe, 1899 (Digenea: Plagiorchiidae) in lymnaeid snails from freshwater ecosystems in central Europe revealed by molecules and morphology. *Systematic Parasitology* 88: 37-54.

8.2 Internetové zdroje

- [1] Mapy. cz – provozovatel seznam.cz. 1996-2016. Kařezské rybníky – mapa lokality. [online].[cit. 2016-02-24]. Dostupné z <http://mapy.cz/zakladni?x=13.7866918&y=49.8095615&z=15&l=0&source=muni&id=1487>
- [2] Mapy. cz – provozovatel seznam.cz. 1996-2016. Dolejší Kařezský rybník – místo sběru. [online].[cit. 2016-02-24]. Dostupné z <http://mapy.cz/letecka?x=13.7785379&y=49.8121924&z=16&l=0&source=muni&id=1487>
- [3] SZÚ. Cerkářiová dermatitida. [online]. *Státní zdravotní ústav*. [cit. 2016-03-07]. Dostupné z <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/koupani-ve-volne-prirode/cerkariova-dermatitida>

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Geografická poloha Kařezských rybníků	7
Obrázek 2: Letecký pohled na Dolejší Kařezský rybník s vyznačenými místy sběru ...	10
Obrázek 3: Morfologie <i>Diplostomum pseudospathaceum</i>	33
Obrázek 4: Morfologie <i>Trichobilharzia szidati</i>	34
Obrázek 5: Morfologie <i>Echinostoma revolutum</i>	35
Obrázek 6: Morfologie <i>Opisthioglyphe ranae</i>	36

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Taxonomické zařazení motolic	11
Tabulka 2: Přehled sebraných a infikovaných <i>L. stagnalis</i> v jednotlivých sběrech	31
Tabulka 3: Přehled výskytu cercárií v jednotlivých sběrech a jejich celkový počet	32

11 Přílohy

Příloha 1: Fotografie *Diplostomum pseudospathaceum*

Příloha 2: Fotografie *Trichobilharzia szidati*

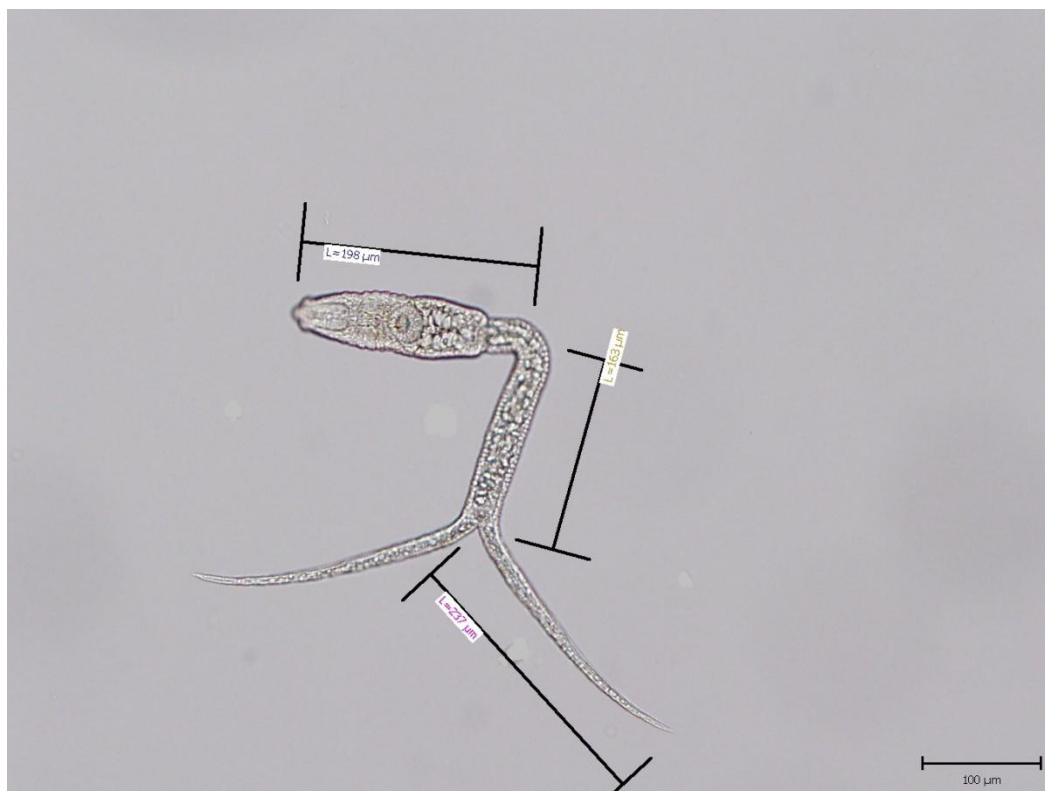
Příloha 3: Fotografie *Echinostoma revolutum*

Příloha 4: Fotografie *Opisthioglyphe ranae*

Příloha 5: Vybrané fotografie lokality

Příloha 6: Vybrané fotografie lokality a fotografie plovatky bahenní

Příloha 1



Obr. 1. *Diplostomum pseudospathaceum*



Obr.2. *Diplostomum pseudospathaceum*

Příloha 2



Obr. 1 *Trichobilharzia szidati*



Obr. 2 *Trichobilharzia szidati*

Příloha 3



Obr. 1. *Echinostoma revolutum*



Obr.2. *Echinostoma revolutum*

Příloha 4



Obr. 1. *Opisthioglyphe ranae*



Obr. 2. *Opisthioglyphe ranae*

Příloha 5



Obr. 1. Dolejší Kažezský rybník



Obr. 2. Dolejší Kažezský rybník



Obr. 3. Dolejší Kažezský rybník

Příloha 6



Obr. 1. Dolejší Kažezský rybník



Obr. 2. Plovatka bahenní



Obr. 3. Plovatka bahenní