

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: **Biologie**
Studijní obor: **Parazitologie**



Mgr. Kateřina Mikešová

DETERMINACE PLŽŮ RODU *RADIX*, MEZIHOSTITELŮ MOTOLIC
DETERMINATION OF GASTROPODS OF THE GENUS *RADIX*, THE
INTERMEDIATE HOSTS OF TREMATODES

Rigorózní práce

Praha, 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem rigorózní práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 8. 5. 2013

Podpis

Poděkování:

Na tomto místě bych chtěla poděkovat prof. Petrovi Horákovi za cenné připomínky k předkládané práci, Dr. K. Skírnissonovi za zprostředkování kontaktu na islandského kolegu Jóna Baldura Hlíðberga, který poskytl kresbu ulity islandského *R. peregra*.

Děkuji Liborovi za všestrannou podporu během psaní práce.

OBSAH

Abstract (Aj).....	str. 1
Abstrakt (Čj).....	str. 2
Úvod.....	str. 3
Seznam použité literatury.....	str. 8
Příloha.....	str. 12

ABSTRACT

Lymnaeid snails of the genus *Radix* are common freshwater molluscs of Europe. Formerly, the following species have been reported from the Czech Republic according to the morphology of the shell: *R. auricularia*, *R. peregra*, *R. ovata* and *R. ampla*. However, recent studies involving molecular data revealed that species determination based on traditional approaches employing morphology of the shell and gonads can be more complicated, confusing and not fully reliable. The shape of the shell is affected by particular life conditions of the snails and proves to be highly variable. The characteristics that can be found on gonads are dependent on the reproductive phase of the snail, and sometimes also on the presence of trematode larval stages, which can cause parasitic castration. Recently, molecular taxonomy is the most reliable approach, especially when a combination of sequences of mitochondrial and nuclear DNA is used. As molecular analyses are relatively time-consuming and expensive, some authors try to find some additional morphological features that could be used for determination of *Radix* snails in the field, without the need of demanding equipment. Problems in taxonomy and systematics of members of the genus *Radix* have a practical point in studies of trematode life cycles. From the view of human and veterinary medicine, the families Schistosomatidae (genera *Trichobilharzia* and *Schistosoma*) and Fasciolidae (genera *Fasciola* and *Fascioloides*) include the most important parasites associated with these snails.

Key words: Lymnaeidae, *Radix*, *Lymnaea*, shell, Trematoda, fluke, Schistosomatidae, *Trichobilharzia*, *Fascioloides*, *Fasciola*, molecular taxonomy, ITS2

ABSTRAKT

Plži rodu *Radix* (Lymnaeidae) jsou běžnými sladkovodními měkkýši Evropy. V minulosti byly v ČR rozlišovány podle morfologie ulity druhy *R. auricularia*, *R. peregra*, *R. ovata* a *R. ampla*. Nicméně, současné studie zahrnující molekulární data odhalily, že determinace druhů založená na tradičních postupech využívajících morfologii ulit a gonád může být komplikovaná, matoucí a ne plně spolehlivá. Tvar ulity je ovlivněn konkrétními životními podmínkami plžů a ukazuje se jako velmi variabilní. Znaky na pohlavní soustavě závisí na fázi reprodukce plže, popřípadě na přítomnosti vývojových stádií motolic, která mohou způsobit parazitární kastraci. V současnosti je nejspolehlivějším přístupem molekulární taxonomie, především s využitím kombinací sekvencí DNA vybraných jaderných a mitochondriálních genů. Vzhledem k poměrně finanční i časové náročnosti molekulárních analýz se různí autoři snaží nalézt další morfologické znaky, které by mohly být použity při určování radixů v terénu, bez požadavku na náročné vybavení. Problémy v taxonomii a systematice zástupců rodu *Radix* mají i svůj praktický dopad při studiu životních cyklů motolic. Z pohledu humánní a veterinární medicíny jsou nejdůležitějšími parazity spojovanými s těmito plži motolice čeledí Schistosomatidae (rody *Trichobilharzia* a *Schistosoma*) a Fasciolidae (rody *Fasciola* a *Fascioloides*).

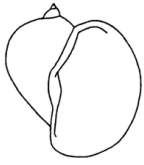





Klíčová slova: Lymnaeidae, *Radix*, *Lymnaea*, ulita, Trematoda, motolice, Schistosomatidae, *Trichobilharzia*, *Fascioloides*, *Fasciola*, molekulární taxonomie, ITS2

ÚVOD

Sladkovodní plži rodu *Radix* patří mezi běžně se vyskytující zástupce evropské malakofauny. Stejně jako jiné rody patřící do čeledi Lymnaeidae se vyznačují pravotočivou zašpičatělou ulitou vejčitého tvaru, masivní nohou, krátkými příústními makadly a širokými trojúhelníkovitými tykadly. Krevním barvivem je hemocyanin.

Druhová determinace radixů byla v minulosti prováděna zejména na základě konchologických parametrů, např. tvaru ulity a jejího ústí, poměru výšky ulity a ústí apod. (Uličný 1892, Hubendick 1951, Ložek 1956, Glóer a Meier-Brook 1998, Glóer 2002); méně často také na základě anatomie a morfologie pohlavní soustavy (např. Hubendick 1951; Jackiewicz 1998, 2000; Glóer 2002; Vinarski a Glóer 2007; Vinarski 2009) a zbarvení pláště (Jackiewicz 1993), okrajově též dle karyotypu (Garbar a Korniuschin 2003). Podle některých autorů (Wullschleger a Jokela 2002, Pfenninger a kol. 2006) jsou morfologické parametry ulity (tvar) závislé nejen na podmínkách prostředí, ve kterém plž žije, ale také na stadiu ontogenetického vývoje plže. V důsledku toho byly pravděpodobně stejné druhy radixů označovány různými jmény (viz. Tab. 1). V současné době přinášejí přístupy založené na metodách molekulární biologie nový pohled na systematiku tohoto rodu. Autoři druhy synonymizují, popisují nové i popírají validitu starých (Bargues a kol. 2001, Remigio 2002, Pfenninger a kol. 2006, Correa a kol. 2010). Všechny výše uvedené skutečnosti vnáší do systematiky plžů rodu *Radix* mnoho nejasností, neboť bez publikovaných sekvenčních dat není možné zjistit, s jakými druhy plžů autoři příslušných publikací pracovali. Samotné sekvence bez kombinace s morfologickými znaky však také nejsou schopny otázku taxonomie plžů rodu *Radix* spolehlivě vyřešit z následujících důvodů: 1) autoři molekulárních analýz pracují s různými geny, jež mezi sebou nelze srovnat, 2) jednotlivé druhy jsou nejdříve určeny a pojmenovány podle morfologie ulity a následně jsou jim přiděleny získané sekvence, 3) bohužel není možné sekvenovat typový materiál z typových lokalit (typový materiál se dochoval v podobě ulit, ze kterých není možné získat DNA v dostatečné kvalitě). Přesná poloha typových lokalit není často známá. Navíc lze předpokládat, že podoba lokalit se od dob prvotních popisů výrazně změnila, pokud vůbec nezanikly, případně původní druhy plžů mohly být nahrazeny druhy jinými.

Tab. 1: Přehled pojmenování jednotlivých druhů plžů rodu *Radix* podle vybraných autorů a způsobu determinace

						
Gløer a MeierBrook 1998	<i>R. auricularia</i>	<i>R. ampla</i>	<i>R. lagotis</i>	<i>R. peregra</i>	<i>R. ovata</i>	*
Bargues a kol. 2001	<i>R. auricularia</i>	<i>R. ampla</i>	<i>R. lagotis</i>	<i>R. labiata</i>	ztotožnění s <i>R. peregra</i>	<i>R.peregra (=R. ovata. R. balthica)</i>
Gløer 2002	<i>R. auricularia</i>	<i>R. ampla</i>	<i>R. lagotis</i>	<i>R. labiata</i>	<i>R. balthica</i>	*
Pfenninger a kol. 2006	<i>R. auricularia</i>	popřena validita	<i>R. lagotis</i>	<i>R. labiata</i>	<i>R. balthica</i>	*
Ložek 1956	<i>Lymnaea auricularia</i>	<i>Lymnaea peregra ampla</i>	<i>Lymnaea peregra lagotis</i>	<i>Lymnaea peregra</i>	<i>Lymnaea peregra ovata</i>	*
Horsák a kol. 2010	<i>R. auricularia</i>	<i>R. ampla</i>	*	<i>R. peregra</i> (syn. <i>R. labiata</i>)	<i>R. ovata</i> (syn. <i>R. balthica</i>)	*
Huňová a kol. 2012	<i>R. auricularia</i>	*	<i>R. lagotis</i>	<i>R. labiata</i>	*	<i>R. peregra</i>

*autoři tento druh ve své práci neuvádějí, ** převzato z Gløer 2002, upraveno, *** autor kresby Jón Baldur Hlíðberg. FAUNA ehf.

Způsob determinace dle: morfologie ulity (Gløer a Meier Brook 1998, Ložek 1956, Horsák a kol. 2010), morfologie ulity a pohlavní soustavy (Gløer 2002), sekvence ITS2 (Bargues a kol. 2001), sekvencí ITS1 a COX (Pfenninger 2006), morfologie ulity a pohlavní soustavy, sekvence ITS2 (Huňová a kol. 2012).

Na základě morfologie ulity, bez znalosti molekulárních dat, jsou v Evropě tradičně popisovány následující druhy plžů rodu *Radix* (např. Glöer 2002): *R. auricularia* (Linné, 1758), *R. lagotis* (Schrank, 1803), *R. labiata* (Rossmässler, 1835), *R. balthica* (Linné, 1758) a *R. ampla* (Hartman, 1821). Ložek (1956) za validní druhy označuje *R. auricularia* a *R. peregra*, ostatní druhy považuje za poddruhy *R. peregra*, včetně *R. peregra ovata* a *R. peregra ampla* označovaných jinými autory za samostatné druhy (např. Horsák a kol. 2010). V „Komentovaném seznamu měkkýšů vyskytujících se na území České a Slovenské republiky“ (Horsák a kol. 2010) uvádějí autoři následující druhy vyskytující se na našem území: *R. auricularia*, *R. ampla*, *R. peregra* (syn. *R. labiata*), *R. ovata* (syn. *R. balthica*).

Jednou z možných metod pro determinaci plžů je srovnání anatomie a morfologie pohlavní soustavy. Plovatkovití plži jsou hermafrodité a pro účely rozlišení druhů jsou nejdůležitějšími orgány kopulační burza, stopka kopulační burzy, vagina, prostata, odvodné kanálky (*vasa deferentia*), falotéka, praeputium a penis. Jackiewicz (1998) rozlišila *R. auricularia* a *R. peregra* podle morfologie penisu, znaky pro ostatní druhy nejsou uvedeny. Nejdůležitějšími a nejsnáze objavitelnými částmi pohlavní soustavy pro determinaci jsou pravděpodobně kopulační burza a její stopka; tyto znaky jsou hojně využívány a v současnosti jsou dostupné údaje pro všechny druhy radixů, jež byly zatím ve střední Evropě nalezeny (např. Glöer 2002, Leontovyč 2011, Huňová a kol. 2012, Schniebs a kol. 2011, 2013).

Molekulární biologie vnesla do taxonomie radixů zcela nový pohled. Pro determinaci plžů na základě sekvencí jsou využívány následující genetické markery: ITS1 oblast jaderné DNA (internal transcribed spacer 1), ITS2 oblast jaderné DNA (internal transcribed spacer 2), jaderný gen pro malou ribozomální podjednotku (18S rRNA), gen pro mitochondriální malou ribozomální podjednotku (16S rRNA), gen pro cytochrom c oxidázu I (COX) a mikrosatelity (např. Bargues a kol. 2001, Remigio 2002, Pfenninger a kol. 2006, Correa a kol. 2010, Salinger a Pfenninger 2009, Schniebs a kol. 2011). Přestože ITS2 je považován za vhodný marker pro druhovou determinaci lymnaeidních plžů (Mas-Coma a kol. 2009), vhodnějším přístupem je kombinace/porovnání sekvenčních dat získaných z jaderné i mitochondriální DNA.

V roce 2001 provedli Bargues a kol. fylogenetickou analýzu čeledi Lymnaeidae s využitím sekvencí ITS2 oblasti. Na jejím základě rozlišili následující

druhy plžů rodu *Radix* v Evropě: *R. auricularia* (v sekvencích nalezeny odlišnosti i mezi jednotlivými populacemi plže), *R. ampla* (potvrzena validita druhu), *R. peregra* (= *R. ovata* a *R. balthica*, rozšířen v západní Evropě a na Islandu), *R. labiata* (= *R. peregra*, běžný druh vyskytující se hojně v celé Evropě) a *R. lagotis*. Na území střední Evropy se dle těchto autorů vyskytují *R. auricularia*, *R. labiata* a *R. lagotis*. Nedostatkem studie je malé množství dat pro konkrétní území (např. ČR), a proto na základě této práce nelze s jistotou tvrdit, jaké je skutečné rozšíření jednotlivých druhů. Z výše uvedené studie také není jasné, jak autoři k pojmenování jednotlivých druhů dospěli, zda přiřazovali sekvence k plžům determinovaným již na základě morfologie ulity, anebo zda na základě sekvencí rozlišili a pojmenovali jednotlivé druhy. Přijmutí názvu *R. peregra* pro západoevropské a islandské plže, stejně jako přejmenování běžně se vyskytujících plžů na *R. labiata*, je podloženo pouze osobní komunikací a spoluprací Dr. Falknera s autory článku. Stejná situace platí i pro *R. lagotis*.

V roce 2006 publikovali Pfenninger a jeho spolupracovníci fylogenetickou práci založenou na porovnání sekvencí úseků ITS1 a COX a navrhli prozatímne nenazývat druhy jménem, ale řadit je do skupin, jež budou jasně molekulárně definované, tzv. MOTU („Molecularly Defined Operational Taxonomic Units“), čímž by se předešlo dalším zmatkům v názvosloví plžů. Na základě této analýzy autoři popřeli validitu *R. ampla* (získané sekvence COX a ITS1 shodné s *R. auricularia*, rovněž statistické zpracování morfologie ulity neprokázalo mezi oběma druhy signifikantní rozdíly). Dále potvrdili výskyt *R. lagotis* a *R. labiata* ve střední Evropě, našli dva nové druhy radixů ve švýcarských Alpách a rozlišili *R. balthica* mezi evropskými druhy (dle nich nejde o synonymum pro *R. peregra* ze západní Evropy a Islandu, ale o druh dříve označovaný jako *R. ovata*). Areál rozšíření posledně jmenovaného druhu je dosud nejasný; autoři předpokládají výskyt v jižní, západní a střední Evropě. Schniebs a její spolupracovníci (2011) udávají na základě sekvencí COX výskyt *R. balthica* mimo jiné také ve Švédsku a Rusku, což ve své práci potvrzují i Pfenninger a kol. (2011). Někteří čeští autoři (např. Horsák a kol. 2010) uvádějí synonymum *R. balthica* pro *R. ovata* v ČR. Autoři však plže určovali pouze podle morfologie ulity, sekvenace žádného z úseku DNA nebyla provedena, tudíž neexistovala data pro porovnání s již publikovanými sekvencemi. Protože není možné spolehlivě ověřit, s jakým druhem plže autoři pracovali, domnívám se, že

výskyt *R. balthica* sensu Pfenninger a kol. (2006) a Schniebs a kol. (2011) nebyl v ČR dosud spolehlivě prokázán.

Druhovou skladbou radixů na území v ČR se zabývalo několik autorů, např. Ložek (1956), Beran (2002), Horsák a kol. (2010), Leontovyč (2011), Huňová a kol. (2012). Poslední dvě jmenované práce se snaží o komplexní pohled na determinaci radixů, plže určují do skupin třemi postupy a jednotlivé metody se snaží mezi sebou porovnat, zejména z hlediska spolehlivosti určení plže a reprodukovatelnosti na větším vzorku. Na základě morfometrických parametrů ulity a jejich statistického zpracování, anatomie pohlavní soustavy plže (tvar a uložení kopulační burzy, délka stopky kopulační burzy) a sekvencí ITS2 (porovnání s prací Bargues a kol. 2001) a 16S oblasti DNA udávají výskyt následujících druhů: *R. auricularia*, *R. labiata*, *R. lagotis* a *R. peregra*. Poslední jmenovaný je sekvenčně totožný s islandskými izoláty, v ČR se jedná o první nálezy (na 3 lokalitách). Výskyt *R. ampla* ani *R. balthica*, udávaný v „Komentovaném seznamu výskytu měkkýšů České a Slovenské republiky“ (Horsák a kol. 2010) zatím potvrzen nebyl, což může být zapříčiněno mj. nedostatkem materiálu z některých oblastí ČR. Přehled druhů radixů nalezených na území ČR dle jednotlivých autorů viz. Tab. 2.

Tab. 2: Přehled uváděných druhů plžů rodu *Radix* na území ČR dle jednotlivých autorů (včetně způsobu determinace)

Autor	Spektrum plžů	Způsob determinace
Ložek 1956	<i>Lymnaea auricularia</i> , <i>L. peregra peregra</i> , <i>L. peregra lagotis</i> , <i>L. peregra ovata</i> , <i>L. peregra ampla</i>	morfologie a morfometrie ulity
Beran 2002	<i>R. auricularia</i> , <i>R. ovata</i> , <i>R. peregra</i> , <i>R. ampla</i>	morfologie a morfometrie ulity
Horsák a kol. 2010	<i>R. auricularia</i> , <i>R. labiata</i> (= <i>R. peregra</i>), <i>R. balthica</i> (= <i>R. ovata</i>), <i>R. ampla</i>	morfologie a morfometrie ulity
Leontovych 2011	<i>R. auricularia</i> , <i>R. labiata</i> , <i>R. lagotis</i> , <i>R. peregra</i>	morfologie a morfometrie ulity (včetně statistického zpracování dat), morfologie pohlavní soustavy, sekvenace úseku ITS2 a 16S
Huňová a kol. 2012	<i>R. auricularia</i> , <i>R. labiata</i> , <i>R. lagotis</i> , <i>R. peregra</i>	morfologie a morfometrie ulity (včetně statistického zpracování dat), morfologie pohlavní soustavy, sekvenace úseku ITS2

Nejasnosti v determinaci plžů rodu *Radix* jsou problémem nejen taxonomickým, ale mají význam i z parazitologického hlediska při studiu hostitelských vztahů mezi plži a motolicemi. *Radix*ové figurují v životním cyklu mnoha druhů motolic jako první či druzí mezihostitelé, v ČR jsou mezihostiteli 12 čeledí motolic (Našincová 1992, Faltýnková a kol. 2006). Z hlediska humánní a veterinární medicíny mají největší význam schistosomy (Schistosomatidae, rod *Trichobilharzia* Skrjabin et Zakharov, 1920) a motolice z čeledi Fasciolidae (*Fasciola hepatica* Linné, 1758, *Fascioloides magna* Ward, 1917).

Ptačí schistosomy rodu *Trichobilharzia* jsou kosmopolitně rozšíření parazité ptáků, především z řádu Anseriformes. Mají dixenní vývojový cyklus, definitivními

hostiteli jsou četné druhy vodních ptáků a mezihostiteli plži čeledi Lymnaeidae (v Evropě rody *Lymnaea*, *Radix*), Planorbidae a Physidae. Přestože nákazy ptáků jsou časté, pohybuje se prevalence infekce u plžů ve zlomcích nebo jednotkách procent (Horák a Kolářová 2011). Podle místa lokalizace dospělců jsou rozlišovány nazální a viscerální druhy. Mezi nazální druhy vyskytující se v ČR patří neurotropní *T. regenti*, která je frekventovaným parazitem vodních ptáků střední Evropy (Rudolfová a kol. 2002), u nichž způsobuje např. hemoragie a záněty nosní sliznice, a v případě masivní nákazy až parézy dolních končetin (Horák a kol. 1998, 1999). Jako mezihostitelé byli popsáni *R. peregra* a *R. ovata* (Horák a kol. 1998, Dvořák 2000, Rudolfová 2003). Vzhledem k tomu, že plži byli určeni jen na základě morfologie ulity a molekulární data nebyla k dispozici, je téměř jisté, že mezihostiteli na typové lokalitě byly spíše druhy *R. labiata* či *R. lagotis*, jak bylo ověřováno později. Infekční pokusy ukázaly, že *T. regenti* je schopna nakazit *R. labiata*, *R. lagotis* a *R. peregra* (Huňová a kol. 2012).

Mezi viscerální druhy vyskytující se v ČR patří *T. franki* a *T. szidati*. Můžeme je nalézt v jaterních a mezenteriálních cévách (*T. franki*) nebo ve střevní tkáni ptáků (*T. szidati*). Mezihostitelem *T. franki* je *R. auricularia*, u *T. szidati* je jím *L. stagnalis*. *T. franki* byla na našem území zaznamenána jen v *R. auricularia* a *T. szidati* jen v *Lymnaea stagnalis*. Naproti tomu na Islandu se vyskytuje jen jeden druh plovatkovitého plže (*R. peregra* sensu Bargues a kol. 2001) a *T. franki* i další nalezené druhy trichobilharzií jsou schopné se v něm vyvíjet (Aldhoun a kol. 2009).

Cerkárie ptačích schistosom jsou schopné infikovat nejen ptáky, ale pronikají také do kůže savců včetně člověka. Způsobují tzv. cercáriovou dermatitidu (swimmer's itch), což je imunitní alergická reakce na larvy penetrující a pohybující se v kůži (Horák a Kolářová 2005). Alergická reakce po pár dnech sama odezní. Cercáriová dermatitida je považována za "re-emerging disease" a v současné době způsobuje mnoho problémů v rekreačních oblastech po celém světě (Horák a Kolářová 2011).

Plži rodu *Radix* mohou sloužit také jako mezihostitelé motolice *Fascioloides magna* Ward, 1917. Jedná se o dorzoventrálně zploštělou, 4 – 8 cm dlouhou motolici, která vytváří pseudocysty v játrech volně žijících i domestikovaných přežvýkavců. Do Evropy byla importována v 19. století společně s jelenem wapiti (*Cervus canadensis*) a jelencem běloocasým (*Odocoileus virginianus*); v současné době se šíří Evropou a její význam narůstá také v ČR (Novobilský a kol. 2007). Míra

patogenity *F. magna* u specifických definitivních hostitelů z čeledi jelenovití je různá (např. u jelenů probíhá nákaza často subklinicky, u srnců může skončit uhynutím nakažených jedinců); u nespecifických hostitelů (motolice není lokalizovaná v pseudocystách v játrech, pohlavně nedospívá a neprodukuje vajíčka - např. koza, ovce) končí fatálně. Z tohoto důvodu není možné využívat území postižená fascioloidózou pro venkovní chov dobytka.

Životní cyklus *F. magna* je dixenní, s tvorbou metacerkárií ve vnějším prostředí. Šíření motolice umožňuje nejen adaptace na jiné definitivní hostitele (např. jelen lesní (*Cervus elaphus*), srnec obecný (*Capreolus capreolus*), daněk evropský (*Dama dama*), ale zejména využívání různých lymnaeidních plžů. Kromě nejčastějšího evropského mezihostitele *Galba truncatula* (Lymnaeidae) byla experimentálně prokázána též nákaza dalších plžů z této čeledě: *Omphiscola glabra* (Rondelaud a kol. 2006), *Stagnicola palustris* (Chroustová 1979), *Radix lagotis* a *R. labiata* (Huňová a kol. 2012), *Lymnaea fuscus* (Novobilský a kol. 2012). Faltýnková a kol. (2006) uvádějí jako vnímavého hostitele též *R. peregra*. Bohužel v této práci nejsou uvedeny sekvence žádného genu plžů, kteří byli infikováni, a proto nelze ověřit, s jakým druhem autoři skutečně pracovali. Huňová a kol. (2012) však neprokázali vnímavost *R. peregra* k nákaze *F. magna*. Vhodnost *R. peregra* jako mezihostitele pro *F. magna* je třeba ještě dále studovat vzhledem k tomu, že pro infekční pokus bylo použito jen 11 ks plžů. Přirozená nákaza byla potvrzena v ČR (lokality Brdy) u *R. labiata* (Leontovyč a kol. 2013 – nepublikováno), který se vyskytoval na lokalitě sympatricky s *G. truncatula*. Prevalence nákazy byla u *R. labiata* mnohonásobně nižší než u mezihostitelsky evidentně vhodnějšího druhu *G. truncatula*, což může znamenat, že parazit se ještě zcela neadaptoval na nový druh mezihostitele. Přestože populace *R. labiata* jsou v přírodě četnější než populace *G. truncatula*, a po adaptaci by teoreticky mohlo dojít k přednostnímu využívání radixů jako mezihostitelů, je tento způsob šíření motolice na další území nepravděpodobný. Plži se většinou vyskytují na rozdílných biotopech; *G. truncatula* je semiakvatický druh obývající nejčastěji mokřady, zatopené příkopy kolem cest, břehy pomalu tekoucích a stojatých vod, prameniště apod. Oproti tomu *R. labiata* se vyskytuje nejčastěji v potocích, v oligotrofních a dobře prokysličených tůňkách s chladnou vodou apod. Sympatrie obou druhů plžů není běžná. Pro úspěšný životní cyklus motolice je samozřejmě také důležitá přítomnost definitivního hostitele na lokalitě.

Cíle práce:

- 1) srovnání spolehlivosti metod determinace plžů rodu *Radix* sp. (určování na základě morfologie ulity, anatomie a morfologie pohlavní soustavy a sekvencí pro ITS2 oblast DNA) a zhodnocení možností jejich využití při rutinní determinaci plžů a určení druhového spektra radixů na území ČR.
- 2) experimentální infekce různých druhů plžů rodu *Radix* a zhodnocení jejich mezihostitelské vnímavosti k nálezům motolicí *Fascioloides magna*, jež se v současnosti zřejmě adaptuje na nové mezihostitele a stává se závažným veterinárním problémem zejména v divokých populacích jelenovitých, a pro ptačí schistosomy (rod *Trichobilharzia*), které představují potenciální zdravotní riziko pro člověka.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Aldhoun J.A., Kolářová L., Horák P., Skírnisson K. 2009.** Bird schistosome diversity in Iceland: molecular evidence. *Journal of Helminthology*, 83 (2), 173 – 180.
- Bargues M.D., Vigo M., Horák P., Dvořák J., Patzner R.A., Pointier J.P., Jackiewicz M., Meier-Brook C., Mas-Coma S. 2001.** European Lymnaeidae (Mollusca: Gastropoda), intermediate host of trematodiasis, based on nuclear ribosomal DNAITS2 sequences. *Infection, Genetics and Evolution*, 1, 85–107.
- Beran L. 2002.** Vodní měkkýši ČR – rozšíření a jeho změny, stanoviště, šíření, ohrožení a ochrana, červený seznam. Sborník přírodovědného klubu v Uherském Hradišti, Supplementum 10.
- Correa A.C., Escobar J.S., Durand P., Renaud F., David P., Jarne P., Pointier J.-P., Hurtrez-Bousses S. 2010.** Bridging gaps in the molecular phylogeny of the Lymnaeidae (Gastropoda: Pulmonata), vectors of fascioliasis. *BMC Evolutionary Biology*, 10, 381.
- Dvořák J. 2000.** Morfologie, životní cykly a taxonomie vybraných druhů trichobilharzií. Diplomová práce, PřF UK Praha
- Faltýnková A., Horáčková E., Hirtová L., Novobilský A., Modrý D., Scholz T. 2006.** Is *Radix peregra* a new intermediate host of *Fascioloides magna* (Trematoda) in Europe? Field and experimental evidence. *Acta Parasitologica*, 51, 87–90.
- Garbar A. V., Korniushev A. V. 2003.** Karyotypes of European species of *Radix* (Gastropoda: Pulmonata: Lymnaeidae) and their relevance to species distinction in the genus. *Malacologia* 45, 141-148
- Glöer P., Meier-Brook C. 1998.** Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland, 12thEdition. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, Germany, 136 pp.
- Glöer P. 2002.** Die Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. 2., neubearbeitete Auflage. ConchBooks, Hackenheim, Germany, 327 pp.
- Horák P., Kolářová L. 2011.** Snails, waterfowl and cercarial dermatitis. *Freshwater Biology*, 56, 779–790.
- Horák P., Kolářová L., Dvořák J. 1998.** *Trichobilharzia regenti* n. sp. (Schistosomatidae, Bilharziellinae), a new nasal schistosome from Europe. *Parasite*, 5, 349–357.
- Horák P., Dvořák J., Kolářová L., Trefil L. 1999.** *Trichobilharzia regenti*, a pathogen of the avian and mammalian central nervous systems, *Parasitology* 119, 577-581.
- Horák P., Kolářová L. 2005:** Molluscan and vertebrate immune responses to bird schistosomes. *Parasite Immunology*, 27, 247-255.
- Horsák M., Juříčková L., Beran L., Čejka T., Dvořák L. 2010.** Komentovaný seznam měkkýšů zjištěných ve volné přírodě České a Slovenské republiky, *Malacologica Bohemoslovaca*, Suppl.1, 1 – 37.
- Hubendick B. 1951.** Recent Lymnaeidae: their variation, morphology, taxonomy, nomenclature and distribution. *Kungliga Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar*, 3, 1–233.

- Huňová K., Kašný M., Hampl V., Leontovyč R., Kuběna A., Mikeš L., Horák P. 2012.** *Radix* spp.: Identification of trematode intermediate hosts in the Czech Republic. *Acta Parasitologica* 57 (3), 273 – 284.
- Chroustová E. 1979.** Experimental infection of *L. palustris* snails with *Fascioloides magna*. *Vet. Parasitology* 5.
- Jackiewicz M. 1993.** Die Mantelpigmentation als Diagnosemerkmal bei Schlammschnecken (Gastropoda, Pulmonata: Lymnaeidae). *Malakologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden*, 16, 165–172.
- Jackiewicz M. 1998.** The penis as a valuable diagnostic feature in lower taxonomic units of the family Lymnaeidae (Gastropoda, Pulmonata). *Malakologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden*, 13, 24–26.
- Jackiewicz M. 2000.** Blotniarki Europy (Gastropoda: Pulmonata: Lymnaeidae). Wydawnictwo Kontekst, Poznań, Poland, 115pp.
- Leontovyč R. 2011.** Druhové spektrum plžů rodu *Radix* a jejich význam v přenosu motolic v ČR. Diplomová práce, PřF UK Praha
- Ložek V. 1956.** Klič československých měkkyšů. Vydavateľstvo Slovenskej akademie vied, Bratislava, Czechoslovakia, 437pp.
- Mas-Coma S., Valero M.A., Bargues M.D. 2009.** *Fasciola*, lymnaeids and human fascioliasis, with a global overview on disease transmission, epidemiology, evolutionary genetics, molecular epidemiology and control. *Advances in Parasitology*, 69, 41–146.
- Našincová V. 1992.** Vývojová stádia motolic v našich vodních plžích a vývojové cykly vybraných druhů čeledi Omphalometridae a Echinostomatidae. Kandidátská dizertační práce, Parazitologický ústav ČSAV České Budějovice
- Novobilský A., Horáčková E., Hirtová L., Modrý D., Koudela B. 2007.** The giant liver fluke *Fascioloides magna* (Bassi 1875) in cervids in the Czech Republic and potential of its spreading to Germany. *Parasitology Research*, 100, 549–553.
- Novobilský A., Kašny M., Pankrác J., Rondelaud D., Engstrom A., Hoglund J. 2012:** *Lymnaea fuscus* (Pfeiffer, 1821) as a potential intermediate host of *Fascioloides magna* in Europe. *Experimental Parasitology*, 132, 282–286.
- Pfenninger M., Cordellier M., Streit B. 2006.** Comparing the efficacy of morphologic and DNA – based taxonomy in the freshwater gastropod genus *Radix* (Basommatophora, Pulmonata). *BMC Evolutionary Biology*, 6, 100.
- Pfenninger M., Salinger M., Haun T., Feldmeyer B. 2011.** Factors and processes shaping the population structure and distribution of genetic variation across the species range of the freshwater snail *Radix balthica* (Pulmonata, Basommatophora). *BMC Evolutionary Biology*, 11, 135.
- Remigio E.A. 2002.** Molecular phylogenetic relationships in the aquatic snail genus *Lymnaea*, the intermediate host of the causative agent of fascioliasis: insights from broader taxon sampling. *Parasitology Research*, 88, 687–696.

- Rondelaud D., Novobilský A., Vignoles P., Treuil P., Koudela B., Dreyfuss G. 2006.** Studies on the susceptibility of *Omphiscola glabra* (Gastropoda:Lymnaeidae) from central France to *Fascioloides magna*. *Parasitology Research* 98.
- Rudolfová J. 2003.** Nové nálezy ptačích schistosom a fylogenetická analýza vybraných druhů. Diplomová práce, PřF UK Praha
- Rudolfová J., Sitko J., Horák P. 2002.** Nasal schistosomes of wildfowl in the Czech Republic. *Parasitology Research* 88, 1093-1095
- Salinger M., Pfenninger M. 2009.** Highly polymorphic microsatellite markers for *Radix balthica* (Linnaeus 1758). *Molecular Ecology Resources*, 9, 1152–1155.
- Schniebs K., Glöer P., Vinarski M.V., Hundsdoerfer A.K. 2011.** Intraspecific and genetic variability in *Radix balthica* (Linnaeus 1758) (Gastropoda: Basommatophora: Lymnaeidae) with morphological comparison to other European *Radix* species. *Journal of Conchology* 40(6), 657-678.
- Schniebs K., Glöer P., Vinarski M.V., Hundsdoerfer A.K. 2013.** Intraspecific morphological and genetic variability in the European freshwater snail *Radix labiata* (Rossmassler, 1835) (Gastropoda: Basommatophora: Lymnaeidae). *Contributions to Zoology*, 82 (1) 55-68.
- Uličný J. 1892.** Měkkýši čeští. Nakladatelství Klubu přírodovědeckého, Prague, Czech Kingdom, pp. 208
- Vinarski M.V. 2009.** *Lymnaea ampla* (Hartmann, 1821) (Gastropoda: Pulmonata: Lymnaeidae) in northern Asia. *Bulletin of the Russian Far East Malacological Society*, 13, 34–46.
- Vinarski M.V., Glöer P. 2007.** Taxonomical notes on Euro-Siberian freshwater molluscs. 1. *Turbo patulus* Da Costa, 1778 is not a senior synonym of *Limneus ampla* Hartmann, 1821 (Mollusca: Gastropoda: Lymnaeidae). *Ruthenica*, 17, 55–63.
- Wulschleger E.B., Jokela J. 2002.** Morphological plasticity and divergence in life-history traits between two closely related freshwater snails, *Lymnaea ovata* and *Lymnaea peregra*. *Journal of Molluscan Studies*, 68, 1–5.

PŘÍLOHA 1

Huňová K., Kašný M., Hampl V., Leontovyč R., Kuběna A., Mikeš L., Horák P.

2012. *Radix* spp.: Identification of trematode intermediate hosts in the Czech Republic. *Acta Parasitologica* 57 (3), 273 – 284.