

České ryby a jich cizopasníci – 105 let poté aneb rybí parazitologie v Čechách

Ryby představují druhově nejpočetnější skupinu obratlovců a tomu odpovídá i nevšední, ale dosud jen částečně popsána diverzita jejich parazitů. Poměrně dobře známe rozmanitost, životní cykly a spektrum hostitelů většiny patogenických zástupců jedno- i mnohobuněčných cizopasníků sladkovodních ryb Evropy a Severní Ameriky, což však zdaleka neplatí o parazitech ryb v tropech a v oceánech, jejich rozšíření a evoluční historii. V článku se zaměříme na českou rybí parazitologii, která však svým výzkumným zaměřením i významem výrazně přesahuje naše hranice. Studium cizopasníků (parazitů) ryb má v českých zemích velmi dlouhou tradici, nepochybně související s dlouhou trvajícím tradicí rybníkářství. Na úroveň skutečného vědeckého výzkumu ho pozvedl již na přelomu 19. a 20. stol. Antonín Frič (blíže viz článek na str. CXVII–CXVIII tohoto čísla), který v knize O koryšších země České z r. 1873 poprvé zmínil i parazity ryb – cizopasně koryše (původně vyšlo spoluautorsky s Františkem Nekutem v časopise Živa v r. 1868 jako čtyřdílný seriál). O několik let později uvedl přehled parazitů v knize nazvané Losos labský a r. 1908 publikoval první soubornou práci o rybích parazitech České ryby a jich cizopasníci. Tato publikace v mnohém předběhla svou dobu a poprvé (a nikoli naposled!) zařadila českou ichtyoparazitologii na čelné místo v rámci Evropy i celého světa.

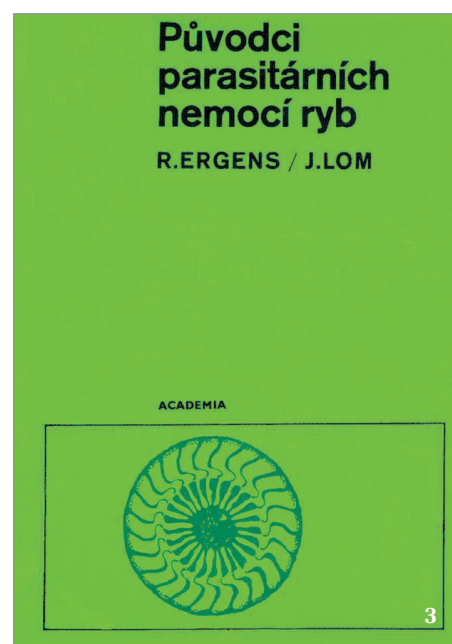
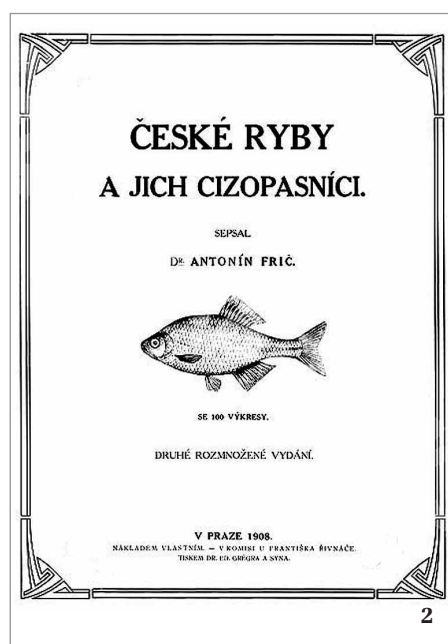
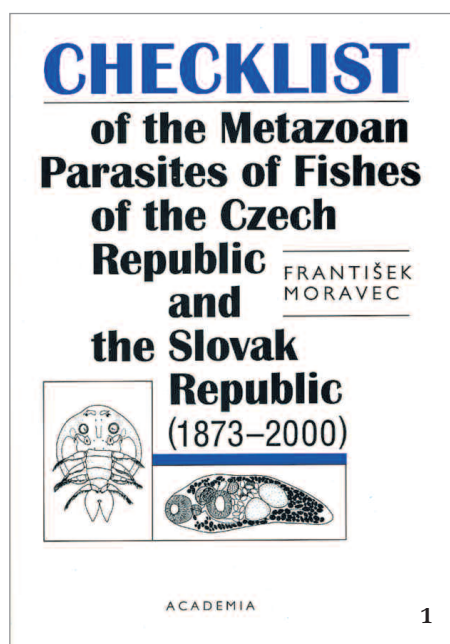
Kromě A. Friče se v té době vybranými skupinami rybích cizopasníků, zejména helminty (umělá taxonomická skupina zahrnující parazitické „červy“, např. motolice – *Trematoda*, tasemnice – *Cestoda*, vrtejše – *Acanthocephala* a parazitické hlístice – *Nematoda*), zabýval např. Alois Mrázek. Jeho podrobná studie z r. 1897 o nečlánkované tasemnici *Archigetes appendiculatus*, která pohlavně dospívá v nitěnkách (*Tubificidae*), byla citována i v druhé

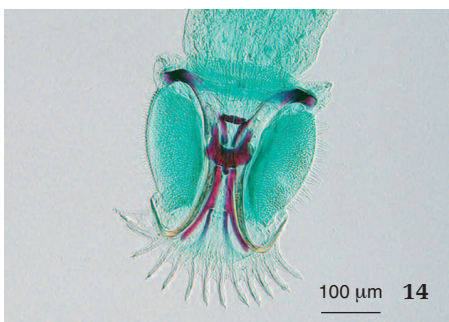
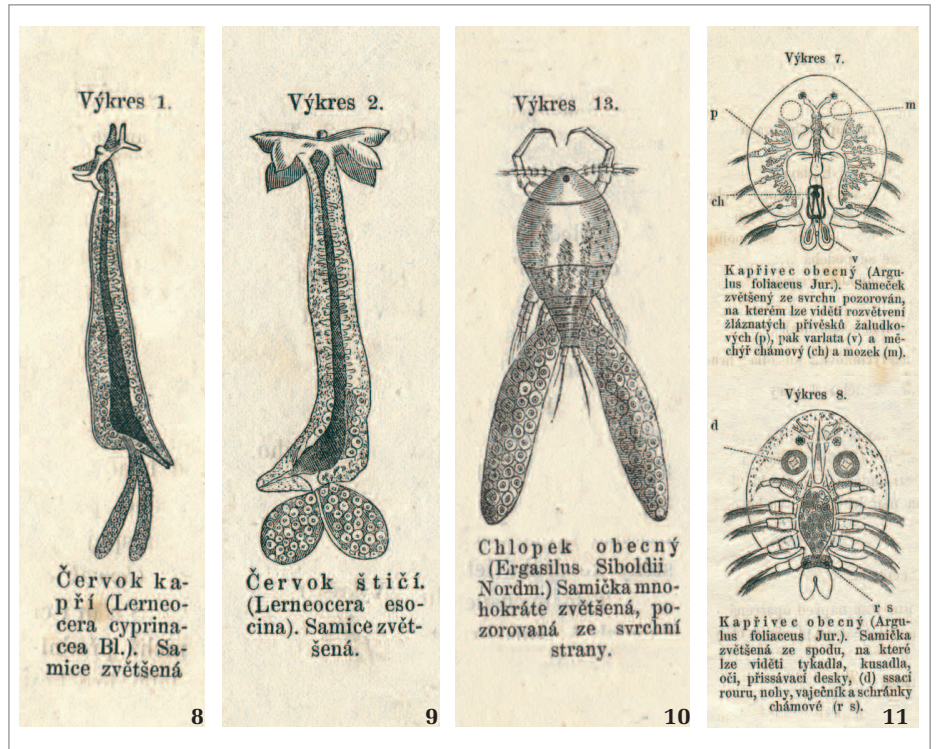
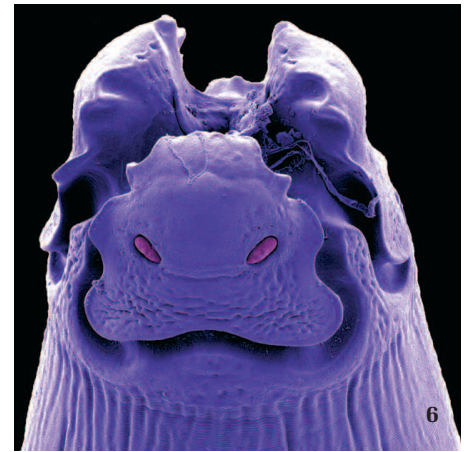
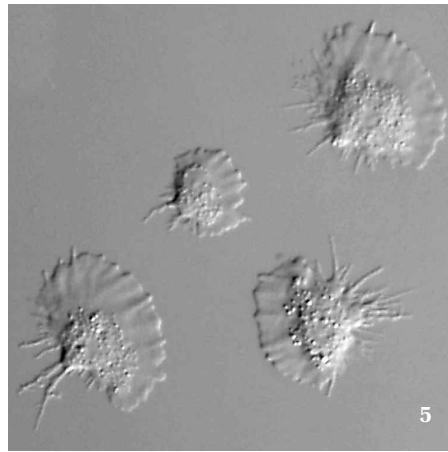
polovině 20. stol., a to i zahraničními autory, přestože byla napsána česky. Zásadní příspěvek ke znalosti biologie jiné nečlánkované, evolučně velice staré tasemnice *Amphilina foliacea* z tělní dutiny jeseterů představovala práce Karla Rašína, který působil v 30. letech v ruské Astrachani. Obdiv také vzbuzuje Rašínova podrobná studie z r. 1928 o biologii vrtejše *Pomphorhynchus laevis*, velmi rozšířeného cizopasníka kaprovitých ryb (*Cyprinidae*).

Po významném příspěvku brněnských veterinářů (byť pouze v národním měřítku), a to především Václava Dyka, publikálně nesmírně plodného a popularizujícího rybářství (blíže viz také článek na str. CXIX–CXX této Živy) a jeho mladšího spolupracovníka Zdeňka Luckého, se na začátku druhé poloviny 20. stol. těžiště ichtyoparazitologického výzkumu přesunulo nejprve do Prahy, kde sídlil Parazitologický ústav Československé akademie věd. V polovině 80. let se pak přestěhoval do Českých Budějovic. V rámci této instituce působili (a v případě Františka Moravce stále působí) velikáni světové rybí parazitologie. Kromě zmíněného F. Moravce, odborníka na rybí hlístice s mimořádnou publikační produkcí (více než 500 vědeckých článků a 17 knih – recenze na jeho knihu vydanou v r. 2013 viz str. CXXVIII tohoto čísla), zde pracovali již zesnulý Jiří Lom (viz Živa 2010, 3: XLI), polyhistor se zásadními příspěvky prakticky do všech oblastí rybí protistologie (dříve spíše protozoologie, tj. nauky o prvocích, dnes protistech) včetně mikrosporidií (parazitické organismy považované za příbuzné hub) a myxozoi (obr. 4, v současnosti řazených do blízkosti žahavců), a také Radim Ergens, světový odborník na ektoparazitické žábrolísty (jednorodí – *Monogenea*), především živorodé zástupce řádu *Gyrodactylidea* (Ergens a Lom 1970; viz obr. 3). Představitelkou české rybí parazitologie je rovněž Iva Dyková, nyní působící v Brně, která díky svému veterinárnímu vzdělání podstatnou měrou přispěla k lepšímu poznání patologie a parazito-hostitelských vztahů protistů a myxozoi (Dyková a Lom 2007). Zásadní příspěvek české ichtyoparazitologické školy světovému poznání představuje výzkum amfizoických améb (obr. 5) – volně žijících měňavek, které se za určitých okolností mohou stát patogeny ekonomicky významných druhů ryb v akvakulturách (Dyková a Kostka 2012).

Předchozí řádky se mohou zdát nezasevěnému čtenáři nekriticky chvalozpěvné,

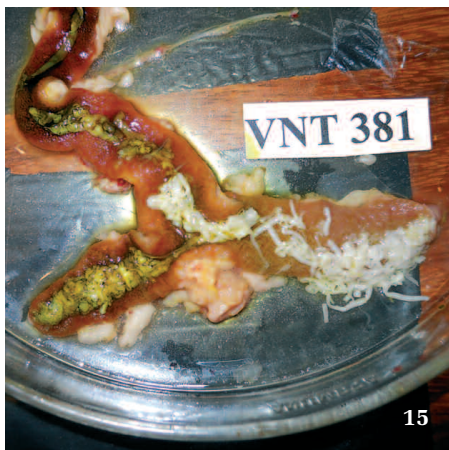
1 až 3 Ukázky publikací, které dokládají dlouhou tradici studia parazitů ryb v českých zemích.





4 Spory myxosporidie *Myxidium coryphaenoideum* z mořské ryby hlavouna tuponosého (*Coryphaenoides rupestris*) ze severního Atlantského oceánu. Foto I. Fiala
 5 Amfizoická améba – volně žijící měňavka a možný patogen ryb – rodu *Flabellula*. Foto T. Tymel
 6 Přední konec těla hlístice (škrkavky) rodu *Hysterothylacium*. Snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu. Foto R. Kuchta a J. Nebesářová

7 Hlavička (skolex) tasemnice *Polyonchobothrium polypteri* z bichira (*Polypterus*) ze Súdánu. Snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu, délka skolexu asi 700 µm. Foto R. Kuchta
 8 až 11 Ukázky rybích parazitů v kresbách z článku Antonína Friče a Františka Nekuta Korýši země české (Živa 1868, seriál I.–IV.). Zleva: červok kapří (*Lernaeo cyprinacea*, obr. 8), červok štičí (*L. esocina*, obr. 9), chlopek obecný (*Ergasilus sieboldi*, obr. 10),



kapřivec obecný (*Argulus foliaceus*, obr. 11)

12 Larva (metacerkarie) motolice rodu *Diplostomum* z očí kaprovitých ryb (Cyprinidae). Foto S. Georgieva

13 Přichycovací orgány na zadní části těla (opisthaptoru) ektoparazitického žábrolhůsta druhu *Volsellituba magna* (jednorodí – *Monogenea*). Foto E. Řehulková

14 Přichycovací orgány na zadní části těla druhu *Macrogyrodactylus polypteri* (jednorodí) z bichira v Senegalu. Foto E. Řehulková

15 Tasemnice rodu *Senga* ve střevě hadohlavce červeného (*Channa micropeltes*) z Kambodže. Foto R. Kuchta

16 Rybáři na přehradě Mukutmanipur, Západní Bengálsko, Indie. Lokalita navštívená v rámci projektu mapování diverzity tasemnic. Foto A. Ash

ale o mimořádném mezinárodním renomé české ichtyoparazitologické školy z konce 20. stol. svědčí i fakt, že právě výše zmíněné osobnosti stály u zrodu specializovaných konferencí zaměřených na rybí cizopasníky. Nejvýznamnější je International Symposium on Fish Parasites – první konference se konala v r. 1983 v Českých Budějovicích a založila tradici setkávání předních odborníků v rybí parazitologii ve čtyřletých intervalech (5. symposium v r. 1999 se opět pořádalo na jihu Čech). Roku 1988 se v Českých Budějovicích také poprvé setkali nejlepší znalci monogeneí (viz obr. 13 a 14), skupiny parazitických ploštěnců, kteří jsou častými ektoparazity ryb (cizopasí na zábrách a povrchu těla) a mohou způsobovat velké ztráty zejména v intenzivních chovech. Tradice založená na jihu Čech pokračuje dodnes – 3. symposium o monogeneích organizoval Milan Gelnar z Masarykovy univerzity v Brně, pokračovatel R. Ergense, a v r. 2017 moravská metropole přivítá účastníky 7. konference.

Současnost

Mnoho rybních cizopasníků, především myxozoi, některých protist a monogeneí, může i v současné době představovat potenciálně významné patogeny ryb v chovech i volných vodách. Nicméně je třeba přiznat, že zmíněné skupiny cizopasníků dnes na rozdíl od původců některých virových onemocnění, zvláště jarní virémie kaprů (původcem je *Rhabdovirus carpio*), nebo bakterií či plísní (např. *Ichthyosporidium* nebo *Saprolegnia*), nepředstavují až na nečetné výjimky z hlediska zdraví ryb ve střední Evropě zásadní problém. Dříve existující síť veterinárních specialistů zaměřených na kontrolu zdraví ryb a prevenci nebo léčbu jejich chorob je už minulostí, neboť náklady spojené s pravidelnou kontrolou zdravotního stavu ryb jsou příliš vysoké ve srovnání s poměrně zanedbatelnými ztrátami, jejichž příčinou jsou paraziti.



Relativně malé ztráty působené parazity úzce souvisejí s celkovým úbytkem rybních parazitů v našich rybníčních soustavách. Tento fakt je patrně ovlivněn intenzifikací chovů ryb, potažmo zvýšeným predančním tlakem početné rybí obsádky a zhoršenou kvalitou vody v chovných rybnících v posledních 30 letech. V těchto podmínkách není schopna přežít většina ektoparazitů, ale ani bezobratlých živočichů sloužících jako mezipřičinění larválních stadií helmintů s komplexními životními cykly. I přes popsání vývoje si však česká ichtyoparazitologická škola úspěšně udržuje místo na slunci. Je tomu tak i přes neustále se zhoršující podmínky pro základní výzkum a snižující se podporu tzv. organismální parazitologie, tj. studia zaměřeného na vlastní organismy, jejich morfolologii, biologii a ekologii, nikoli molekulárně biologicky orientovaný výzkum.

Jak je uvedeno výše, v současné době tedy jednobuněční (*Protista*) ani mnohobuněční paraziti (myxozoa, helminti, parazitičtí členovci – *Arthropoda*, hlavně koryši – *Crustacea*) v našich zemích nepředstavují zásadní veterinární problém. I proto je dnes výzkum parazitů ryb zaměřen na řešení obecnějších otázek spojených s diverzitou parazitů a jejich evoluční historií, hostitelskou specifitou, životními cykly a parazito-hostitelskými vztahy, a to v celosvětovém, nikoli jen regionálním měřítku. Pro lepší dokumentaci současných výzkumných trendů uvedeme několik příkladů ze širokého spektra výzkumu tří hlavních skupin, které se dnes v České republice rybními parazity zabývají.

● **Parazitologický ústav BC AV ČR, v. v. i.** Na tradici protistologického výzkumu dříve vedeného J. Lomem dnes navazují pracovníci Laboratoře rybní protistologie Parazitologického ústavu Biologického centra Akademie věd. Došlo k rozšíření výzkumného zaměření o moderní metodické přístupy, součástí týmu se stali také zahraniční pracovníci, včetně vedoucí Astrid Holzer z Rakouska. V současné době se

pozornost věnuje otázkám evoluční historie myxozoi (viz např. obr. 4) a jejich vývojovým cyklům, kdy se používají molekulární metody k detekci vývojových stadií v potenciálních hostitelích. Vývojové cykly některých významných myxozoi totiž dosud nejsou uspokojivě objasněny, což výrazně omezuje prevenci jimi působených onemocnění. Pokud nevíme, kde se vyskytují infekční stadia, ani neznáme způsob, jakým se ryby nakazí, nelze nákaže zabránit. Další výzkumnou oblastí je diverzita a fylogenetické (příbuzenské) vztahy amfizoických améb (viz výše), které se mohou za určitých okolností stát významnými patogeny ryb (jako např. rod *Flabellula*, viz obr. 5).

Druhá skupina z Českých Budějovic se zabývá především tasemnicemi nižších obratlovců vázaných na vodní prostředí, rybními hlísticemi (např. rod *Hysterothylacium*; viz obr. 6) a tzv. očními motolicemi (čeleď *Diplostomidae*), jejichž larvální stadia se nejčastěji vyskytují v očích sladkovodních ryb (obr. 12). Přestože prvního zástupce těchto motolic popsal již v r. 1819 rakouský badatel C. A. Rudolphi (tchán našeho slavného badatele Jana Evangelisty Purkyně) a výskyt larev motolic v očích ryb je dlouho znám, ani v současné době nevíme, které druhy parazitují u našich druhů ryb, nakořím jsou specifické pro své rybní mezipřičinění, zda jsou pro ně patogenní a jakým způsobem je lze od sebe bezpečně odlišit. Tým vedený Anetou Kostadinovou z Bulharska se proto pomocí molekulárně taxonomických i morfologických metod snaží vyjasnit otázky druhového složení, spektra hostitelů i rozšíření jednotlivých zástupců těchto parazitů s tříhostitelským životním cyklem (definitivními – konečnými hostiteli, v nichž motolice dospívají, jsou rybožraví ptáci). Dnes již víme, že skutečná druhová bohatost zmíněných motolic je mnohem větší, než se donedávna předpokládalo, a i v Evropě nepochybně existují tzv. kryptické (morfologicky neodlišitelné) druhy, které můžeme odhalit pouze pomocí genetických markerů (sekvencí vybraných genů nebo jejich fragmentů).

V rámci výzkumu evolučně starých tasemnic (např. *Polyonchobothrium polypteri*, obr. 7) se budějovický tým (autor tohoto příspěvku, Roman Kuchta a Jan Brabec) zapojil do rozsáhlých mezinárodních projektů financovaných americkou Národní vědeckou agenturou (National Science Foundation – NSF). U dvou projektů jsme se



17



18

podíleli na přípravě celosvětové databáze původních popisů všech existujících druhů tasemnic (dosud popsáno kolem 5 500 druhů, viz <http://tapeworms.uconn.edu/>) a na zmapování bohatosti fauny tasemnic na zemi – projekt A Survey of the Tapeworms (*Cestoda: Platyhelminthes*) from Vertebrate Bowels of the Earth.

Součástí výzkumu se staly expedice do těch částí světa, kde bylo možno očekávat nepopsanou bohatou faunu tasemnic cizopasících u ryb, obojživelníků a plazů. V uplynulých letech jsme získali cenné materiály tasemnic a dalších helmintů z Afriky (Demokratická republika Kongo – dříve Zair, Etiopie, Keňa, Středoafriká republika, Súdán), jižní a jihovýchodní Asie (Bangladéš, Indie – viz obr. 16, Indonésie, Kambodža – obr. 15, Thajsko, Vietnam) i Latinské Ameriky (Brazílie, Kolumbie, Mexiko, Peru). Kromě popisu nových taxonů, včetně nových rodů, tasemnic umožnily tyto sběry zrevidovat mnoho skupin a staly se základem pro brzké vypracování monografií o jednotlivých skupinách evolučně starých tasemnic.

● Masarykova univerzita v Brně

Druhým centrem rybní parazitologie v České republice je Brno, kde na Masarykově univerzitě od r. 1990 působí tým vedený Milanem Gelnarem, původně studentem R. Ergense v Českých Budějovicích, zabývající se zástupci třídy jednorodí (viz např. obr. 13 a 14), blízkými příbuznými tasemnic a motolic. Brněnští pracovníci zkoumají diverzitu, ekologii a fylogenetické vztahy monogeené a parazitických korýšů sladkovodních ryb (zejména v Africe) a parazitohostitelské vztahy včetně molekulárních interakcí (s důrazem na roli genů hlavního histokompatibilního komplexu – MHC, který má důležitou funkci v imunitním systému), a analyzují faktory, které ovlivňují výskyt jednotlivých druhů ve společenstvech parazitů modelových ryb, např. jelce tlouště (*Squalius cephalus*).

Ve spolupráci se skupinou Pavla Jurajdy z brněnského Ústavu biologie obratlovců Akademie věd ČR, v. v. i., je výzkum zaměřen rovněž na působení parazitů na fyziologii, chování a sociální interakce modelových ryb. Významným problémem je také otázka nepůvodních a invazních druhů ryb (např. hlaváč Kesslerův – *Ponticola kessleri*, obr. 17, nebo slunečnice pestrá – *Lepomis gibbosus*) a jejich parazitů z hlediska vlivu na původní ichtyofaunu (viz také Živa 2010, 5: 233–235).

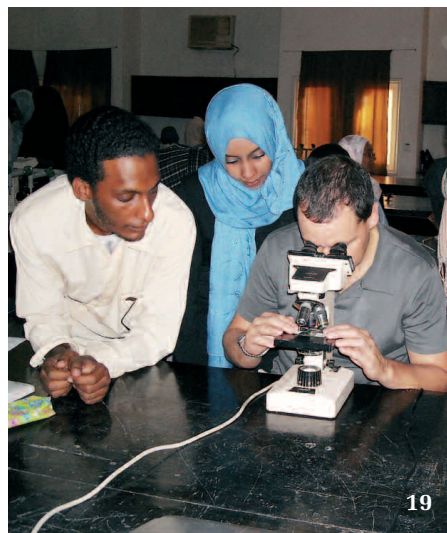
Při studiu rybních cizopasníků se stále používají klasické nebo „konvenční“ metody, což by se mohlo jevit jako anachronismus. Avšak díky spojení s moderními metodami molekulární taxonomie, fylo-

genetiky, molekulární ekologie a biostatistiky je právě tento komplexní přístup, a tedy i dobrá znalost vlastních studovaných objektů (což v dnešní „molekulární“ době není úplná samozřejmost) – jejich morfologie, životních cyklů a ekologie, jedním z hlavních důvodů, proč česká ichtyoparazitologie hraje důležitou roli i v mezinárodním měřítku.

Budoucnost

Jak dál ve výzkumu rybních parazitů? Problémů k řešení je překvapivě mnoho, včetně zdánlivě jednoduchých otázek typu: Kolik druhů se vyskytuje v České republice (střední Evropě)? Jakým způsobem cizopasníci ovlivňují, pokud vůbec, populace rybních hostitelů? Hraje současná klimatická změna a změny vodních ekosystémů zásadní roli v rozšíření a početnosti rybních parazitů? Jaký je potenciální vliv nově zavlečených parazitů na jejich hostitele i původní parazity? Jaká je skutečná hostitelská specifita rybních parazitů z hlediska možného výskytu kryptických druhů, tj. druhů morfologicky neodlišitelných, detekovatelných pouze pomocí genetických markerů? Jaké jsou životní cykly jednotlivých zástupců, zejména potenciálních patogenů ryb? Je současná klasifikace zástupců jednotlivých skupin umělá, či odráží jejich příbuzenské vztahy a evoluční historii? atd.

Díky úspěchu v soutěži o grantové prostředky, především projektu European Centre of Ichthyoparasitology v rámci programu center excelence Grantové agentury České republiky v r. 2011, je další výzkum rybních parazitů všech tří zmíněných skupin finančně zajištěn na několik let dopředu, což je v dnešní době nejisté podpory základního výzkumu mimořádný úspěch. Projekty proto umožní kromě dokončení



19

17 Hlaváč Kesslerův (*Ponticola kessleri*) – invazní ryba spontánně se šířící z dolní části Dunaje do střední Evropy. Foto L. Hlásek

18 Tasemnice škulovec široký (*Diphyllobothrium latum*) z lidského dobrovolníka nakaženého larvami z okounů říčních (*Perca fluviatilis*) v severní Itálii. Foto R. Kuchta

19 Nedílnou součástí zahraničních expedic je příprava kurzů – na snímku výuka rybní parazitologie na univerzitě v Chartúmu, Súdán. Foto A. de Chambrier

některých syntetických prací také začlenění mladých vědeckých pracovníků (postdoktorandů) včetně cizinců i realizaci expedic do oblastí, kde jsou dosud fauna rybních cizopasníků a jejich vliv na hostitele málo prozkoumány (viz např. článek M. Jirků o výzkumu rybních parazitů v jezeře Turkana v Keni; Živa 2010, 5: 236–238). Součástí aktivit je i příprava výukových kurzů z zahraničí (Brazílie, Peru, USA, Súdán – viz obr. 19).

Kromě oblastí uvedených v přehledu hlavních skupin bude výzkum v příštích letech zaměřen také na studium původců lidských onemocnění přenášených rybami (tzv. fish-borne diseases), např. škulovců (tasemnice rodu *Diphyllobothrium* cizopasící jako dospělci ve stěvě člověka a dosahující délky mnoha metrů; obr. 18) způsobujících difylobotriózu i v Evropě (mimo jiné ve Švýcarsku či v Itálii), nebo tzv. malých jaterních a stěvních motolic (např. rody *Opisthorchis* nebo *Clonorchis*) známých především v jihovýchodní Asii, kde je napadeno přes 10 milionů lidí. Někteří z těchto parazitů, zejména škulovci druhů *D. dendriticum* a *D. latum*, jsou považováni za původce nově se objevujících onemocnění (emerging diseases), a to i ve střední Evropě, jak o tom svědčí několik recentních případů nálezů člověka v České republice.

Co říci závěrem?

I přes dlouhou tradici výzkumu rybních cizopasníků o nich stále víme poměrně málo; nové metodické přístupy (především metody molekulární biologie) nejen významným způsobem rozšířily možnosti studia dříve neřešitelných otázek, ale také ukázaly, že dosud tradované „pravdy“ bude nutně přezkoumat a patrně často pozměnit zažitá názory. Vysoký počet mladých rybních parazitologů, kteří s nadšením sbírají rybní parazity po celém světě a následně je používají jako vhodné modely pro studium obecnějších biologických otázek, dává naději, že si tento obor udrží své postavení i v budoucnosti.