

OBSAH

1. ÚVOD.....	10
1.1. Cíle práce.....	11
1.2. Přehled literatury.....	11
1.2.1. Čeleď Gyrodactylidae.....	11
1.2.2. Živorodá monogenea.....	13
1.2.3. Africká živorodá mnogenea.....	15
1.2.4. Charakteristika cichlidovitých ryb.....	26
1.2.5. Diverzita cichlid v oblasti jižní Afriky.....	27
2. MATERIÁL A METODIKA.....	30
2.1. Lokality odlovu.....	30
2.2. Hostitelské ryby.....	32
2.3. Sběr dat a fixace materiálu.....	33
2.3.1. Determinace parazitů na základě morfometrie.....	33
2.3.2. Analýza DNA.....	35
2.3.3. Epidemiologické, statistické a fylogenetické analýzy.....	36
3. VÝSLEDKY.....	38
3.1. Nálezy živorodých monogenerií u hostitelských ryb.....	38
3.2. Identifikace druhů na základě morfometrických znaků....	40
3.3. Statistické a fylogenetické analýzy.....	62
3.3.1. Analýza hlavních komponent.....	62
3.3.2. Molekulárně genetická charakteristika druhů.....	66
3.3.3. Fylogenetické analýzy.....	66
4. DISKUZE.....	68
5. LITERATURA.....	71

1. ÚVOD

Třída Monogenea Carus, 1863 tvoří monofyletickou, velmi diverzifikovanou skupinu hermafroditických červů s celosvětovým rozšířením (BUCHMANN & BRESCIANI 2006). Zástupci třídy jsou většinou ektoparazité, některé druhy žijí endoparaziticky, kteří se patrně vyvinuli z ektokomenzálních turbelárií (LLEWELLYN 1982). Monogenea parazitují na široké škále hostitelských druhů zahrnující převážně studenokrevné obratlovce (zejména ryby), dále korýše, hlavonožce a savce (BUCHMANN & BRESCIANI 2006). Morfologickým znakem zástupců této třídy je rodově specifický přichytný orgán – haptor nacházející se v zadní části těla, který bývá často opatřen sklerotizovanými strukturami (SMYTH & HALTON 1983). Charakteristická je značná míra hostitelské specifity (ROHDE 2005), která se mezi jednotlivými taxony liší. Doposud bylo popsáno asi 3500 druhů monogeneí, nicméně celkový odhadovaný počet druhů je nejspíše několikanásobně vyšší (ROHDE 2005). Procesy vedoucí k takto rozsáhlé diverzitě monogeneí jsou především koevoluce, jenž je významná u oviparních druhů a přeskok („host-switching“) u viviparních jedinců (EUZET & COMBES 1998, BOEGER *et al.* 2003). Živorodá monogenea jsou unikátní skupinou druhů s jedinečným způsobem rozmnožování, kombinující progenezi a hyperviviparii (BOEGER *et al.* 2003). Z hospodářského hlediska někteří zástupci rodu *Gyrodactylus* vyžadují zvýšenou pozornost. U některých druhů byla pozorována vysoká patogenita zapříčiňující při jejich přemnožení v rybích chovech značné škody spojené s úhynem mladých ryb (BAKKE *et al.* 2002). Vysoká pozornost této skupině parazitů byla věnována po vypuknutí rozsáhlé epidemie *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957, která v polovině sedmdesátých let 20. století devastovala populace lososovitých ryb v oblasti severní Evropy. Tato pozornost byla spojena s rozvojem a aplikací nejmodernějších metod molekulární genetiky a imunologie. O závažnosti vzniklé epidemie napovídají náklady vynaložené na boj s *G. salaris*, obnovování rybích chovů a populací lososovitých ryb, které za posledních 30 let přesahují 500 milionů \$ (BAKKE *et al.* 2004).

Afrika představuje atraktivní oblast pro studium diverzity a fylogeneze živorodých monogeneí nejen pro doposud nízký počet popisů druhů a jejich pravděpodobných

evolučních linií, daných vysokou rozmanitostí potenciálních hostitelů ale také velkému významu chovu ryb v této oblasti.

1.1. Cíle práce

Cíle diplomové práce volně navazují na téma bakalářské práce (Diverzita živorodých monogeneí rodu *Gyrodactylus* Nordmann, 1832: řešení taxonomických otázek stále aktuální téma). Práce se detailně zabývá živorodými monogenei rodu *Gyrodactylus* u vybraných zástupců čeledi Cichlidae z oblasti jižní Afriky. Předložená práce může posloužit jako podkladový materiál pro snadnější identifikaci, studium diverzity a fylogeneze skupiny živorodých monogeneí Afriky.

Vytyčenými cíli práce bylo:

- zpracovat přehled živorodých monogeneí čeledi Gyrodactylidae parazitujících sladkovodní ryby Afriky,
- obeznámit se s diverzitou cichlidovitých ryb jižní Afriky,
- determinovat a analyzovat parazitologický materiál, porovnání s dosavadními poznatky,
- provést molekulárně-genetické analýzy získaného materiálu a fylogenetické srovnání s dostupnými daty z afrického kontinentu.

1.2. Přehled literatury

1.2.1. Čeleď Gyrodactylidae

Gyrodactylidae Beneden & Hesse, 1863, s typovým rodem *Gyrodactylus*, se taxonomicky řadí do podtřídy Polyonchoinea Bychowsky, 1937 (Monopisthocotylea) a třídy Monogenea.

Gyrodactylidae původně obsahovala pouze živorodý rod *Gyrodactylus*. V současné době zahrnuje dvě biologicky odlišné skupiny parazitů: vejcorodých (oviparních) a živorodých (viviparních). Ke sjednocení rodů do jedné čeledi došlo na základě pozorování, že živorodost se v rámci čeledi v průběhu evoluce vyvinula pouze jednou (BOEGER *et al.* 1994). Diskriminačním morfologickým znakem Gyrodactylidae je přítomnost unikátní kombinace skleritů v haptoru, 16 marginálních háčků, jednoho páru

středních háčků a hlavového orgánu („spike sensilla“) v přední části těla (BAKKE *et al.* 2007).

Do roku 2012 bylo popsáno 29 živorodých rodů: *Acanthoplacatus* Ernst, Jones & Whittington, 2001; *Accessorius* Jara, An & Cone, 1991; *Afrogyrodactylus* Paperna, 1968; *Anacanthocotyle* Kritsky & Fritts, 1970; *Archigyrodactylus* Mizelle & Kritsky, 1967; *Diechodactylus* Vianna, Boeger & Silva-Souza, 2008; *Diplogyrodactylus* Přikrylová, Matějusová, Musilová, Gelnar & Harris, 2009; *Fundulotrema* Kritsky & Thatcher, 1977; *Gyrdicotylus* Vercamen-Grandjean, 1960; *Gyrocerviceanseris* Cone, Abbott, Gilmore & Burt, 2010; *Gyrodactyloides* Bychowsky, 1947; *Gyrodactylus* von Nordmann, 1832; *Isancistrum* de Beauchamp, 1912; *Ieredactylus* Schelkle, Paladini, Shinn, King, Johnson, van Oosterhout, Mohammed & Cable, 2011; *Laminiscus* Palsson & Beverly Burton, 1983; *Macrogyrodactylus* Malmberg, 1956; *Metagyrodactylus* (Baugh) Yamaguti, 1963; *Micropolyclithrum* Skinner, 1975; *Mormyroggyrodactylus* Luus-Powell, Mashego & Khalil, 2003; *Neogyrodactylus* Prudhoe, 1957; *Neogyrodactylus* Baugh, 1957; *Paragyrodactyloides* Nunez, 1975; *Paragyrodactylus* Gvosdev & Martechov, 1953; *Paragyrodactylus* Szidat, 1973; *Polyclithrum* Rogers, 1967; *Scleroductus* Jara & Cone, 1989; *Scutalatus* Vianna, Boeger & Dove, 2007; *Swingleus* Rogers, 1969 (BAKKE *et al.* 2007). Nicméně rody *Neogyrodactylus* Baugh, 1957 a *Paragyrodactylus* Szidat, 1973 nejsou validní, protože jsou mladšími homonymy rodů *Neogyrodactylus* Prudhoe, 1957 a *Paragyrodactylus* Gvosdev & Martechov, 1953. Rody proto byly přejmenovány na *Paradactyloides* (Szidat) Nunez, 1975 a *Metagyrodactylus* (Baugh) Yamaguti. Avšak rody *Paradactyloides* (Szidat) Nunez, *Neogyrodactylus* Prudhoe, *Afrogyrodactylus* Paperna a *Metagyrodactylus* (Baugh) Yamaguti byly synonymizovány s rodem *Gyrodactylus* (POPAZOGLO & BOEGER 2000, PAPERNA 1979, BAKKE *et al.* 2007). Dále rod *Fundulotrema* Kritsky & Thatcher by měl být také synonymizován s rodem *Gyrodactylus* (BAKKE *et al.* 2007). Rod *Micropolyclithrum* byl označen jako mladší synonymum rodu *Polyclithrum* (ERNST *et al.* 2000). Počet popsáných živorodých druhů je pravděpodobně vyšší než 466 (BOEGER *et al.* 2003), ale přesné číslo je obtížné určit především v rámci nejpočetnějšího rodu *Gyrodactylus* kvůli nomina nuda, synonymům a rozdílům v taxonomické interpretaci druhu (BAKKE *et al.* 2002).

Doposud bylo popsáno 23 vejcorodých druhů patřících do 7 rodů: *Aglaiogyrodactylus* Kritsky, Vianna & Boeger, 2007; *Hyperopletes* Boeger, Kritsky & Belmont-Jégu, 1994; *Nothogyrodactylus* Kritsky & Boeger, 1991; *Ooegyrodactylus* Harris, 1983; *Onychogyrodactylus* Kritsky, Vianna & Boeger, 2007; *Phanerothecioides* Kritsky, Vianna & Boeger, 2007 a *Phanerothecium* Kritsky & Thatcher, 1977. Charakteristickým znakem vejcorodých druhů je proandrie, kdy se nejdříve vyvíjí samčí pohlavní soustava a kladení lepkavého vajíčka, ze kterého se líhne neobrvená larva (BAKKE *et al.* 2007). Výskyt vejcorodých druhů se omezuje na oblast Jižní Ameriky, kde parazitují na sumcích převážně z čeledi Loricariidae (BAKKE *et al.* 2007). BAKKE *et al.* (2007) předpokládají, že omezený výskyt vejcorodých zástupců v rámci Gyrodactylidae je důsledkem starověkého „host-switching“. Nicméně BOEGER *et al.* (2003) založili svoji hypotézu na existenci vejcorodého předka žijícího v mořském prostředí, z něhož došlo k vyvinutí živorodých a vejcorodých monogeneí čeledi Gyrodactylidae. Asi před 60 miliony lety, po rozdělení Jižní Ameriky od Afriky, tento předek nejprve kolonizoval sladkovodní hostitele Jižní Ameriky, později se vrátil do moře, odkud se následně rozšířil na další kontinenty (BOEGER *et al.* 2003).

1.2.2. Živorodá monogenea

Živorodá monogenea tvoří celosvětově rozšířený monofyletický taxon (KRITSKY & BOEGER 2003) s nízkou variabilitou vnějších morfologických znaků (BAKKE *et al.* 2007). Délka těla parazitů se pohybuje mezi 0,1 (*Isancistrum*) – 2,5 mm (*Macrogyrodactylus*). Apomorfními znaky živorodých zástupců čeledi Gyrodactylidae jsou progenetický vývoj (schopnost rozmnožit se v juvenilním stádiu), hyperviviparie (přítomnost embrya v dceřiném jedinci, který se nachází v děloze rodičovského dospělce), progynie (nejdříve dochází k vývoji samičí pohlavní soustavy), partenogeneze (vývoj vajíčka bez předchozího oplození), ztráta fáze vajíčka kladeného do vnějšího prostředí) a vysoká druhová bohatost (BOEGER *et al.* 2003).

Mezi nejvýznamnější morfologické znaky parazitů této skupiny, na jejichž základě je můžeme determinovat do příslušných rodů a následně druhů patří tvar, velikost, počet, přítomnost a umístění středních a okrajových háčků, dorzální a ventrální destičky

s různými modifikacemi. Důležitým znakem je i sklerotizovaná část kopulačního orgánu, a to především jeho zakončení s háčky.

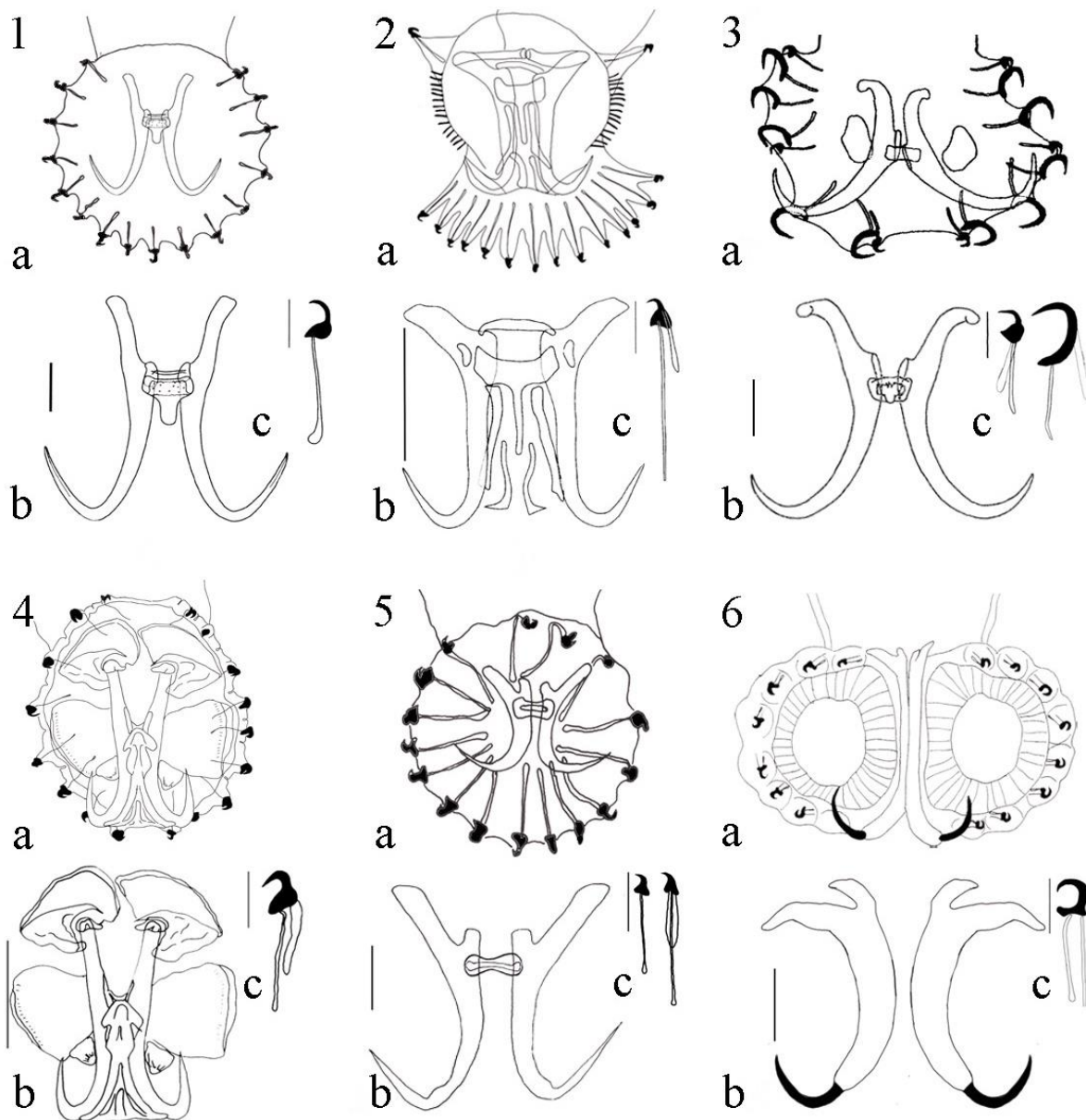
Nejčastěji analyzovaným genetickým úsekem při studiu druhové diverzity živorodých monogeneí je ITS rDNA internal transcribed spacer = interní transkribované mezerníky (CUNNINGHAM 1997). Oblast rDNA od malé podjednotky (SSU/18S) přes ITS1, 5.8S, ITS2 až po velkou podjetku (LSU/28S) jsou nejčastěji studovanými úseky při fylogenetických studiích. Barcoding – celosvětový trend pro determinaci všech živých organismů na základě krátké sekvence COI (cytochrom c oxidasa 1 mtDNA) není vhodný pro druhové odlišení ektoparazitických monogeneí, ale mohl by posloužit při studiu genetické diverzity, ekologie a biogeografie (HANSEN *et al.* 2007).

První rozsáhlejší fylogenetickou studií čeledi Gyrodactylidae byla práce MALMBERG (1998), založená na rozdělení rodů podle morfologických znaků, především na stavbě protonefridiálního systému. Do práce byl zahrnut rod *Gyrodactylus* rozdělený na šest podrodů (MALMBERG 1970): *G.* (*Gyrodactylus*), *G.* (*Mesonephrotus*), *G.* (*Metanephrotus*), *G.* (*Paranephrotus*), *G.* (*Neonephrotus*), *G.* (*Limnonephrotus*) a dále rody *Macrogyrodactylus*, *Gyrdicotylus*, *Swingleus*, *Ooegyrodactylus*, *Isancistrum*, *Polyclithrum* a zástupce z čeledi Acanthocotylidae (MALMBERG 1998). Molekulárně-genetické fylogenetické studie 5.8S a ITS markerů rDNA však nepotvrdily monofyletičnost Malmbergových podrodů (MATĚJUSOVÁ *et al.* 2003, ZIĘTARA & LUMME 2004). Fylogeneze byla studována především v rámci druhů a rodů, hlavně u rodu *Gyrodactylus* (CABLE *et al.* 1999, HUYSE *et al.* 2003). Studie PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2013) je nejrozsáhlejší studií čeledi Gyrodactylidae. Na základě sekvencí úseku 18S rDNA, který se ukázal jako nejvhodnější pro rekonstrukci vzájemných vztahů v rámci čeledi Gyrodactylidae, byla podpořena teorie BOEGER *et al.* (2003) o původu Gyrodactylidae po rozdělení Gondwany (PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2013). Dále fylogenetické analýzy poukazují na fylogenetické vztahy Gyrodactylidae napříč kontinenty (PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2013).

1.2.3. Africká živorodá monogena

Do roku 2012 bylo na území Afriky popsáno 5 rodů s 43 druhy živorodých monogeneí (přehled 1) parazitujících sladkovodní ryby z 13 čeledí (Cichlidae, Clariidae, Alestidae, Amphiliidae, Anabantidae, Cyprinidae, Latidae, Mochokidae, Mormyridae, Nothobranchiidae, Poeciliidae a Polypteridae), 1 druh z mořských ryb (Syngnathidae – *G. eyipayipi*, VAUGHAN *et al.* 2010) a 1 rod s 1 druhem, jež parazituje na žabách čeledi Pipidae. Většina druhů byla popsána koncem šedesátých a počátkem sedmdesátých let 20. století, a dále během posledních deseti let. Významnou část těchto popisů byla publikována Papernou (16 druhů) a dále Přikrylovou (8 druhů). Nejvíce popisů druhů pochází ze Senegalu, Ugandy, Egypta, Ghany a Jihoafrické republiky. Výzkum je v některých oblastech omezen lokální politickou nestabilitou nebo bezpečnostní situací. Kromě kosmopolitně rozšířeného rodu *Gyrodactylus* se ostatní popsané rody jeví jako endemické a jejich zástupci se nacházející pouze na hostitelích afrického kontinentu.

Přehled morfologické variability sklerotizovaných struktur haptoru jednotlivých rodů čeledi Gyrodactylidae popsaných z Afriky je znázorněn na obr. 1.



Obr. 1. Morfologická variabilita sklerotizovaných částí haptoru u zástupců živorodých rodů čeledi Gyrodactylidae na území Afriky. A – celková stavba haptoru, b – sklerotizované části haptoru, c – okrajové háčky. 1. *Gyrodactylus* (*G. ergensi*, PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2009b), 2. *Macrogyrodactylus* (*M. simentiensis*, PŘIKRYLOVÁ & GELNAR 2008), 3. *Diplogyrodactylus* (*D. martini*, PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2009a), 4. *Mormygyrodactylus* (*M. gemini*, VIANNA *et al.* 2007), 5. *Afrogyrodactylus* (*A. characinis*, PAPERNA 1968), 6. *Gyrdicotylus* (*G. gallieni*; VERCAMMEN-GRANDJEAN 1960). Měřítka 1, 3 – 20 μm střední háčky, 10 μm okrajové háčky; 2, 4 – 50, 10 μm ; 4, 6 – 10 μm střední i okrajové háčky.

Rod *Gyrodactylus* (obr. 1.1, 32 afrických druhů) je druhově nejpočetnějším rodem čeledi Gyrodactylidae v rámci Afriky i celosvětově, parazitující na široké škále druhů hostitelských ryb. U zástupců rodu *Gyrodactylus* je haptor opatřen jedním párem středních háčků, dorzální a ventrální destičkou a 16 marginálními háčky stejné velikosti a tvaru. Nominálním druhem je *G. elegans* Nordmann, 1832.

Rod *Macrogyrodactylus* (obr. 1.2, 9 druhů) se velikostí těla řadí k největším zástupcům čeledi Gyrodactylidae. V haptoru jedinců rodu *Macrogyrodactylus* je jeden pár středních háčků propojen dorzální destičkou a těsně pod tímto propojením ventrální destička přiléhá ke středním háčkům. Pod ventrální destičkou jsou po stranách dva páry podpůrných tyčinkovitých útvarů („ventral bar rod“). Okrajové háčky jsou rozmístěny na příchytém haptoru nerovnoměrně. Sedm párů háčků je umístěno na zadním okraji, zatímco jeden pár se nachází na předobochních lalocích. Marginálních háčků je 16 a u některých druhů se mohou lišit tvarem a velikostí. V tom případě sedm párů větších háčků obklopuje střední háčky a jeden pár menších háčků je v jednom ze dvou laloků na přední části haptoru. Nominálním druhem je *M. polypteri* Malmberg, 1957. Fylogeneticky se rod považuje za sesterský taxon rodů *Gyrodactyloides*, *Macrogyrodactylus*, *Diplogyrodactylus* a *Ieredactylus* (BOEGER *et al.* 2003, SCHELKLE *et al.* 2011, VANHOVE *et al.* 2011).

Rod *Diplogyrodactylus* (obr. 1.3, 1 druh) je charakteristický absencí dorzální destičky. V haptoru je pár středních háčků, ventrální destička a okrajové háčky. Okrajové háčky jsou dvou typů lišících se tvarem a velikostí: pět párů velkých a tři páry menších háčků (PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2009a). Trubkový MCO není opatřen trny a svou strukturou je podobný kopulačním orgánům vejcorodých druhů *Oogyrodactylus*, *Nothogyrodactylus* a *Phanerothecioides* (PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2009a).

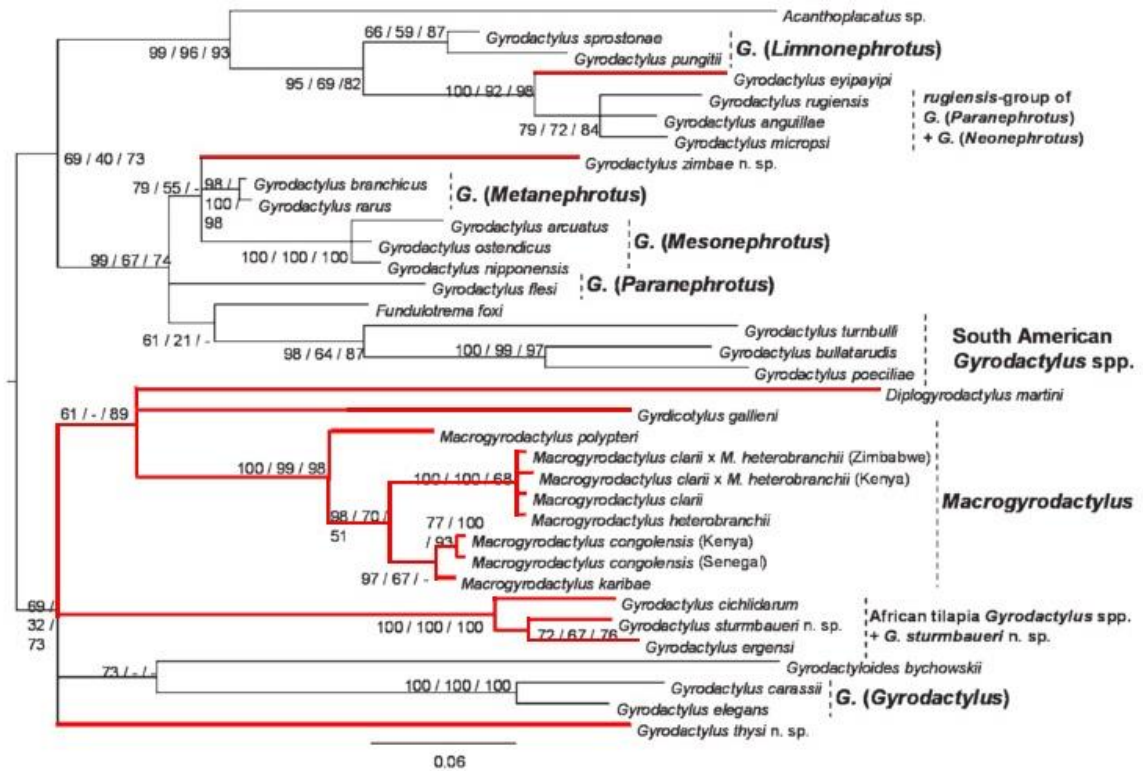
Rod *Mormyrogyrodactylus* (obr. 1.4, 1 druh); haptor jedinců rodu *Mormyrogyrodactylus* je opatřen párem středních háčků spojených dorzální destičkou (LUUS-POWELL 2003) a sklerotizovaným komplexem ve tvaru prodlouženého pětiúhelníku (VIANNA *et al.* 2007). U komplexu byla rozlišena povrchová destička, štít a sklerit R1 a R2 (VIANNA *et al.* 2007). Další součástí haptoru jsou čtyři páry přídavných destiček, pár přídavných skleritů (VIANNA *et al.* 2007) a 16 rovnocenných okrajových háčků (LUUS-POWELL 2003). Trubkový MCO zakončuje centrální jehlovitý trn obklopený čtenými filamenti s širokou bází (VIANNA *et al.* 2007).

Rod *Afrogyrodactylus* (obr. 1.5, 1 druh) má stejně jako rod *Gyrodactylus* v haptoru pár středních háčků, dorzální a ventrální destičku a 16 okrajových háčků. Pro rod jsou typické mohutně vyvinuté vnitřní kořeny středních háčků (PAPERNA 1968). Jediným zástupce rodu *Afrogyrodactylus* je *A. characini*. V roce 1979 byl tento rod Papernou synonymizován s rodem *Gyrodactylus*. I přesto by na základě odlišné struktury kopulačního orgánu, trubkovitého s drobnými trny bez vaku („cirrus pouch“), mohlo jít o samostatný rod (BAKKE *et al.* 2007). To potvrzují genetická data a jeho fylogenetická pozice v rámci Gyrodactylidae publikována v práci PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2013).

Rod *Gyrdicotylus* (obr. 1.6, 1 druh) je charakteristický přítomností 2 svalnatých přísavek v haptoru. Přísavky částečně obklopují pár středních háčků s dobře vyvinutými kořeny. Dorzální ani ventrální destička není v haptoru přítomna. Okraj haptoru je zoubkovaný a v každém záhybu je okrajový háček (VERCAMMEN-GRANDJEAN 1960). MCO je zakončen řadou velkých trnů (BAKKE *et al.* 2007). Jediným zástupcem je *Gyrdicotylus gallieni* Vercammen-Grandjean, 1960 parazitující žáby z čeledi Pipidae. Rod byl poprvé popsán ze žaludku a střeva žab rodu *Xenopus* Wagler, 1827 (Pipidae) z jezera Kivu ve východní Africe (VERCAMMEN-GRANDJEAN 1960). Nicméně TINSLEY (1996) označil dutinu ústní za správné místo infekce a rozšířil spektrum hostitelů o rody *Hymenochirus* Boulenger, 1896 a *Silurana* Gray 1864. Dále potvrdil oblast výskytu jedinců *Gyrdicotylus* i v subsaharské Africe. *Gyrdicotylus gallieni* patří spolu s druhy *G. salaris* a *G. derjavini* Mikailov, 1975 k nejlépe prostudovaným druhům čeledi Gyrodactylidae (BAKKE *et al.* 2007). Byl u něj studovaný protonefridiální systém (VERCAMMEN-GRANDJEAN 1960, HARRIS & TINSLEY 1987), na základě jeho struktury má nejbliže ke skupině *Mesonephrotus* (MALMBERG 1998, HUYSE *et al.* 2003).

Doposud publikované fylogenetické studie živorodých monogeneí z africké oblasti se zabývají vztahy v rámci rodu (BARSON *et al.* 2010, PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2012b) a mezi rody navzájem (SCHELKLE *et al.* 2011, VANHOVE *et al.* 2011, PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2013, obr. 2). K fylogenetickým studiím se používají především molekulárně genetické znaky, nicméně použití odlišných markerů může vyústit k mírně rozdílným výsledkům (SCHELKLE *et al.* 2011). V databázi genetických sekvencí (GenBank) jsou dnes dostupné informace o sekvencích 19 druhů živorodých monogeneí

z oblasti Afriky, a dvě sekvence hybridů *Macrogyrodactylus clarii* × *M.heterobranchii* ze Zimbabwe a Keni (BARSON *et al.* 2010). Od roku 2003 obsahuje informaci o uspořádání nukleových bází ITS markerů asi 65 % popisů nových afrických druhů.



Obr. 2. Fylogenetická analýza založená na sekvencích fragmentu 5.8S rDNA a ITS2 u vybraných zástupců čeledi Gyrodactylidae, africké druhy jsou zvýrazněny červeně (statistické uzly tvoří Bayesovská posteriorní pravděpodobnost/bootstrap maximální věrohodnosti/ bootstrap maximální parsimonie, délka ramen odpovídá očekávanému množství substitucí v Bayesovské statistice. Převzato z VANHOVE *et al.* 2011.

Přehled 1. Živorodá monogenea parazitující na sladkovodních afrických rybách

***Gyrodactylus aegypticus* El-Naggar & El-Tantawy, 2003**

nomen nudum (CHRISTINSON *et al.* 2005)

Hostitelé: *Tilapia zillii* (1)

Lokalita: Egypt (1)

Nález: 1. EL-NAGGAR & EL-TANTAWY (2003)

***Gyrodactylus alberti* Paperna, 1973**

Hostitelé: *Clarias gariepinus* (1)

Lokalita: Uganda (1)

Nález: 1. PAPERNA (1973)

***Gyrodactylus alekosi* Přikrylová, Blažek & Vanhove, 2012b**

Hostitelé: *Clarias gariepinus* (1)

Lokalita: Mosambik (1)

Reg. číslo: FR850683, FR850682 (1)

Nález: 1. PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2012b)

***Gyrodactylus amphiliusi* Paperna, 1973**

Hostitelé: *Amphilius atesuensis* (1)

Lokalita: Ghana (1)

Nález: 1. PAPERNA (1973)

***Gyrodactylus anabantii* Paperna, 1973**

Hostitelé: *Ctenopoma murieri* (1)

Lokalita: Uganda (1)

Nález: 1. PAPERNA (1973)

***Gyrodactylus camerunensis* Nack, Bilong Bilong & Euzet, 2005**

Hostitelé: *Clarias camerunensis* (1)

Clarias jaensis (1)

Clarias pachynema (1)

Lokalita: Kamerun (1)

Nález: 1. NACK *et al.* (2005)

***Gyrodactylus cichlidarum* Paperna, 1968**

syn. G. niloticus Cone, Arthur & Bondad-Reantaso, 1995

Hostitelé: *Hemichromis fasciatus* (1)

Hemichromis bimaculatus (1)

Sarotherodon galileus (1, 4, 5)

Tilapia zillii (1, 2)

Haplochromis flavijosephi (2)

Oreochromis aureus (2, 6)

Sarotherodon galilaeus (2)

Sarotherodon melanotheron (2)

Tilapia guineensis (2)

Tristamella simonis (2)

Oreochromis karongae (6)

Oreochromis mossambicus (6)

Oreochromis niloticus (6)

Lokalita: Ghana (1, 2, 4), Izrael (2, 6), Jordánsko (2), Portorico (3), Senegal (5), Mexiko (6), Čína (6), Kolumbie (6), Egypt (6), Ekvádor (6), Nizozemsko (6), Honduras (6),

- Filipíny (6), Jihoafrická republika (6),
Thajsko (6), Vietnam (6)
Reg. číslo: DQ124228, JN398477 (4)
Nález: 1. PAPERNA (1968)
2. PAPERNA (1979)
3. BUNKLEY-WILLIAMS &
WILLIAMS (1994)
4. GARCÍA-VÁSQUEZ *et al.* (2007)
5. PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2009b)
6. GARCÍA-VÁSQUEZ *et al.* (2010)
- Gyrodactylus ctenopomi* Paperna, 1973**
Hostitelé: *Ctenopoma murieri* (1)
Lokalita: Uganda (1)
Nález: 1. PAPERNA (1973)
- Gyrodactylus cyprinodontii* Paperna, 1968**
Hostitelé: *Epiplatys sexfasciatus* (1)
Lokalita: Ghana (1)
Nález: 1. PAPERNA (1968)
- Gyrodactylus cytophagus* Paperna, 1968**
Hostitelé: *Aplocheilichthys normani* (1)
Aplocheilichthys normani (1)
Aplocheilichthys pumilus (1)
Lokalita: Ghana (1)
Nález: 1. PAPERNA (1968)
- Gyrodactylus ergensi* Přikrylová, Matějusová, Musilová & Gelnar, 2009**
Hostitelé: *Sarothedoron galilaeus* (1)
Oreochromis niloticus (1)
Lokalita: Senegal (1)
Reg. číslo: FN394985 (1)
Nález: 1. PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2009b)
- Gyrodactylus gelnari* Přikrylová, Blažek & Vanhove, 2012**
Hostitelé: *Clarias angularis* (1)
Lokalita: Senegal (1)
Nález: 1. PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2012b)
- Gyrodactylus groschafti* Ergens, 1973**
Hostitelé: *Clarias gariepinus* (1,2)
Lokalita: Egypt (1,2)
Nález: 1. ERGENS (1973)
2. EL-ABBASSY (2005)
- Gyrodactylus haplochromi* Paperna, 1973**
Hostitelé: *Haplochromis angustifrons* (1)
Lokalita: Uganda (1)
Nález: 1. PAPERNA (1973)
- Gyrodactylus hildae* García-Vásquez, Hansen, Christison, Bron & Shinn, 2011**
Hostitelé: *Oreochromis niloticus* (1)
Lokalita: Etiopie (1)

- Reg. číslo: FJ231869 (1)
Nález: 1. GARCÍA-VÁSQUEZ *et al.* (2011)
- Gyrodactylus ivindoensis* Price & Gery, 1968**
Hostitelé: *Barbus holotaenia* (1)
Lokalita: Gabon (1)
Nález: 1. PRICE & GERY (1968)
- Gyrodactylus kyogae* Paperna, 1973**
Hostitelé: *Barbus perince* (1)
Lokalita: Uganda (1)
Nález: 1. PAPERNA (1973)
- Gyrodactylus malalai* Přikrylová, Blažek & Gelnar, 2012**
Hostitelé: *Tilapia zillii* (1)
Oreochromis niloticus (1)
Lokalita: Keňa, Sudan (1)
Reg. číslo: FR695485, FR695484 (1)
Nález: 1. PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2012a)
- Gyrodactylus microalestis* Paperna, 1968**
Hostitelé: *Micralestes sp.* (1)
Lokalita: Ghana (1)
Nález: 1. PAPERNA (1968)
- Gyrodactylus nigritae* Přikrylová, Blažek & Vanhove, 2012**
Hostitelé: *Synodontis nigrita* (1)
Lokalita: Senegal (1)
Reg. číslo: FR850687, FR850686 (1)
Nález: 1. PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2012b)
- Gyrodactylus nyanzae* Paperna, 1973**
Hostitelé: *Oreochromis variabilis* (1)
Lokalita: Uganda (1)
Nález: 1. PAPERNA (1973)
- Gyrodactylus nyongensis* Nack, Bilong Bilong & Euzet, 2005**
Hostitelé: *Clarias camerunensis* (1)
Lokalita: Kamerun (1)
Nález: 1. NACK *et al.* (2005)
- Gyrodactylus rysavyi* Ergens, 1973**
syn. Gyrodactylus clarii Paperna, 1973
Hostitelé: *Clarias gariepinus* (1, 2, 3, 4, 6)
Clarias anguillaris (5)
Lokalita: Egypt (1, 3, 4), Uganda (2), Senegal, Mosambik (5)
Reg. číslo: FR850679, FR850680, FR850681 (5)
Nález: 1. ERGENS (1973)
2. PAPERNA (1973)
3. EL-NAGGAR (2007)
4. EL-ABBASSY (2005)
5. PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2012b)

***Gyrodactylus sturmbaueri* Vanhove,
Snoeks, Volckaert & Huyse, 2011**

Hostitelé: *Simochromis diagramma* (1)

Lokalita: Zambie (1)

Reg. číslo: HQ214477, HQ214478,
HQ214479, HQ214480 (1)

Nález: 1. VANHOVE *et al.* (2011)

***Gyrodactylus synodonti* Přikrylová,
Blažek & Vanhove, 2012**

Hostitelé: *Synodontis nigrita* (1)

Lokalita: Senegal (1)

Reg. číslo: FR850684, FR850685 (1)

Nález: 1. Přikrylová *et al.* (2012b)

***Gyrodactylus thlapi* Christison, Shinn
& van As, 2005**

Hostitelé: *Pseudocrenilabrus philander*
(1)

Lokalita: Botswana (1)

Nález: 1. CHRISTISON *et al.*
(2005)

***Gyrodactylus thysi* Vanhove, Snoeks,
Volckaert & Huyse, 2011**

Hostitelé: *Simochromis diagramma* (1)

Lokalita: Zambie (1)

Reg. číslo: HQ214481 (1)

Nález: 1. VANHOVE *et al.* (2011)

***Gyrodactylus transvaalensis* Prudhoe
& Hussey, 1977**

Hostitelé: *Clarias gariepinus* (1)

Lokalita: Jihoafrická republika (1),
Senegal (2)

Nález: 1. PRUDHOE & HUSSEY
(1977)

2. PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2012b)

***Gyrodactylus turkanaensis* Přikrylová,
Blažek & Vanhove, 2012**

Hostitelé: *Clarias gariepinus* (1)

Lokalita: Keňa (1)

Reg. číslo: FR850684 (1)

Nález: 1. PŘIKRYLOVÁ *et al.*
(2012b)

***Gyrodactylus ulinganisus* García-
Vásquez, Hansen, Christison, Bron &
Shinn, 2011**

Hostitelé: *Oreochromis mossambicus*
(1)

Lokalita: Jihoafrická republika (1)

Reg. číslo: FJ231870 (1)

Nález: 1. GARCÍA-VÁSQUEZ *et al.*
(2011)

***Gyrodactylus zimbae* Vanhove, Snoeks,
Volckaert & Huyse, 2011**

Hostitelé: *Simochromis diagramma* (1)

Ctenochromis horei (1)

Lokalita: Zambie (1)

Reg. číslo: HQ214482 (1)

Nález: 1. VANHOVE *et al.* (2011)

***Macrogyrodactylus anabanti* Paperna, 1973**

species inquirenda (KHALIL & MASHEGO 1998)

Hostitelé: *Ctenopoma muriei* (1)

Lokalita: Uganda (1)

Nález: 1. PAPERNA (1973)

Nález: 1. PRUDHOE (1957)

2. PAPERNA (1979)

3. KHALIL & MASHEGO (1998)

4. EL-NAGGAR (2001)

5. PŘIKRYLOVÁ & GELNAR (2008)

6. BARSON *et al.* (2010)

***Macrogyrodactylus clarii* Gussev, 1961**

Hostitelé: *Clarias sp.* (1)

Clarias anguillaris (3, 6)

Clarias gariepinus (2, 4, 5, 6)

Lokalita: Etiopie (1), Ghana (2), Nigérie (3), Egypt (4), Jihoafrická republika (5), Keňa, Zimbabwe (6)

Reg. číslo: GU252711 (6)

Nález: 1. GUSSEV (1961)

2. PAPERNA (1969)

3. SHOTTER (1980)

4. EL-NAGGAR & SERAG (1987)

5. OLIVIER *et al.* (2009)

6. BARSON *et al.* (2010)

***Macrogyrodactylus ctenopomi* Paperna, 1973**

species inquirenda (KHALIL & MASHEGO 1998)

Hostitelé: *Ctenopoma muriei* (1)

Lokalita: Uganda (1)

Nález: 1. PAPERNA (1973)

***Macrogyrodactylus heterobranchii* N'Douba & Lambert, 1999**

Hostitelé: *Heterobranchus longifilis* (1)

Clarias anguillaris (2, 3)

Lokalita: Pobřeží slonoviny (1), Senegal (2, 3)

Reg. číslo: GU252714 (3)

Nález: 1. N'DOUBA & LAMBERT (1999)

2. PŘIKRYLOVÁ & GELNAR (2008)

3. BARSON *et al.* (2010)

***Macrogyrodactylus congolensis* Prudhoe, 1957**

Hostitelé: *Clarias gariepinus* (1, 3, 4, 5, 6)

Polypterus senegalus (5)

Clarias anguillaris (6)

Lokalita: Kongo (1), Uganda (2), Egypt (4), Senegal (5, 6), Keňa (6)

Reg. číslo: GU252716, GU252717 (5)

***Macrogyrodactylus karibae* Douellou & Chishawa, 1995**

Hostitelé: *Clarias gariepinus* (1, 2, 3)

Lokalita: Jihoafrická republika (2),
Zimbabwe (4)

Reg. číslo: GU252715 (3)

Nález: 1. DOUELLOU &
CHISHAWA (1995)
2. KHALIL & MASHEGO (1998)
3. BARSON *et al.* (2010)

***Macrogyrodactylus latesi* Paperna,
1969**

species inquirenda (KHALIL &
MASHEGO 1998)

Hostitelé: *Lates niloticus* (1)

Lokalita: Ghana (1)

Nález: 1. PAPERNA (1969)

***Macrogyrodactylus polypteri*
Malmberg, 1957**

Hostitelé: *Polypterus senegalus* (1, 4)
Polypterus bichir (2)

Lokalita: Gambie (1), Súdán (2),
Senegal (4)

Reg. číslo: AJ567672 (3)

Nález: 1. MALMBERG (1957)
2. SAOUD & MAGEED (1969)
3. MATĚJUSOVÁ *et al.* (2003)
4. PŘIKRYLOVÁ & GELNAR
(2008)

***Macrogyrodactylus simeniensis*
Přikrylová & Gelnar, 2008**

Hostitelé: *Polypterus senegalus* (1)

Lokalita: Senegal (1)

Nález: 1. PŘIKRYLOVÁ &
GELNAR (2008)

***Diplogyrodactylus martini* Přikrylová,
Matějusková, Musilová, Gelnar &
Harris, 2009**

Hostitelé: *Polypterus senegalus* (1)

Lokalita: Senegal (1)

Reg. číslo: AM943008 (1)

Nález: 1. PŘIKRYLOVÁ *et al.*
(2009a)

***Mormyrodactylus gemini* Luus-
Powell, Mashego & Khalil, 2003**

Hostitelé: *Marcusenius macrolepidotus*
(1)

Lokalita: Jihoafrická republika (1)

Nález: 1. LUUS-POWELL *et al.*
(2003)

***Afrogyrodactylus characinis* Paperna,
1968**

Hostitelé: *Micralestes* sp. (1)

Lokalita: Ghana (1)

Nález: 1. PAPERNA (1979)

1.2.4. Charakteristika cichlidovitých ryb

Čeď Cichlidae Heckel, 1840 zahrnuje morfologicky i geneticky vysoce diverzifikovanou skupinu ryb, která se taxonomicky řadí do řádu Perciformes, podtřídy Actinopterygii a třídy Osteichthyes. Velikost jejich těla se pohybuje přibližně v rozmezí 2,5 cm (*Apistogramma angayuara* Kullander & Ferreira, 2005) – 80 cm [*Boulengerochromis microlepis* (Boulenger, 1899)] (SALZBURGER *et al.* 2002). Hlavními morfologickými znaky čeledi jsou jednoduchá čichová jamka na každé straně hlavy, přerušovaná postranní čára rozdělená na dvě části (mimo rod *Gobiocichla* a *Teleogramma*), protažená hřbetní ploutev v přední části vyztužená 7-25 tvrdými a 5-30 měkkými ploutevními paprsky, požerákové (hltnové) zuby a členité otolity (KULLANDER 1998).

Cichlidovité ryby jsou druhově nejbohatší skupinou ze všech kostnatých ryb (ZACHOS & HABEL 2011) zahrnující 9 podčeledí: Pseudocranilabrinae, Etroplinae, Ptychochrominae, Heterochromidinae; Geophaginae, Cichlinae, Astronotinae, Retroculinae – jihoamerické druhy; Cichlasomatinae (FROESE & PAULY 2012). Celkem 20 rodů, dnes zahrnuje asi 1668 druhů cichlid obývajících jak sladkovodní, tak i brakické vody (FROESE & PAULY 2012). K vysoké diverzitě cichlid došlo v důsledku několika selekčních procesů (mikroalopatrie, přírodního a pohlavního výběru), omezeného toku genů a vzniku lokálních adaptací (STURMBAUER *et al.* 2011). Nejvíce druhů cichlidovitých ryb bylo popsáno v oblasti Afriky asi 68 %, dále 23 % v Jižní a 6 % ve střední Americe. Pouze 3 % tvoří druhy cichlid popsaných ze Severní Ameriky, Asie a Euroasie (FROESE & PAULY 2012). Původ cichlidovitých ryb je pravděpodobně na Madagaskaru, odkud se nejspíše rozšířily do Asie (Indie a na Srí Lanku), poté do západní Afriky, Jižní a střední Ameriky a nakonec téměř na celé území Afriky (MURRAY 2001, GENNER *et al.* 2007).

Ryby z čeledi Cichlidae jsou často chovány v rybích chovech, kdy světová roční produkce těchto ryb činí 4,3 milionu tun, z toho 3,5 milionu je vyprodukováno v akvakulturách a 800 tisíc tun odlovem (FAO 2010a). *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 je nejčastěji chovaná ryba z cichlidovitých ryb a v celkové produkci zaujímá čtvrté místo mezi sladkovodními rybami chovanými pro maso (FAO 2010a). V letech 2001-2009 došlo k navýšení světové chovné produkce *O. niloticus* více než dvojnásobně na 2,5 mil. tun. Cena za tunu vzrostla o více než 40 % (FAO 2010a).

Cichlidovité ryby jsou vhodné modelové organismy při studiu evoluce a ekologie (KOCHER 2004).

Na území Afriky je dnes známo asi 195 rodů s 1130 druhy cichlidovitých ryb, z nichž asi 98 % druhů se řadí do podčeledi Pseudocranilabrinae (FROESE & PAULY 2012). Druhy z podčeledi Etroplinae a Ptychochrominae se nacházejí pouze na území Madagaskaru (kromě *Paratilapia toddi*, Boulenger, 1905 popsaného z Konga) a zástupci podčeledi Heterochromidinae byli popsáni z Kamerunu a Konga (FROESE & PAULY 2012). Nejvyšší druhová diverzita byla zaznamenána v oblasti velkých jezer ve východní části Afriky (FRYER & ILES 1972). Jezero Malawi je druhově nejbohatší s přibližně 400 druhy a více než 85 % druhů je endemických. Nejstarší africké jezero Tanganika obývá 250 druhů a 75 % z nich je endemických, u kterých byla zaznamenána nejvyšší rozmanitost z hlediska morfologie, ekologie a způsobu rozmnožování (KOBLMÜLLER *et al.* 2008). Nejmladší africké jezero, Victoriino jezero, je habitatem 160 druhů, které jsou v 50 % endemické pro danou lokalitu (FROESE & PAULY 2012). I přes vzájemnou izolaci jezer se v nich vyvinula velmi podobná ekologická společenstva (DUPONCHELLE *et al.* 2008) jejichž diverzifikace zde proběhla asi během 10 milionů let (ZACHOS & HABEL 2011).

1.2.5. Diverzita cichlid v oblasti jižní Afriky

Informace o přesném zařazení států patřících do oblasti jižní Afriky se v jednotlivých literárních zdrojích liší. Tato práce bude vycházet z definice území podle práce SKELTON (2001). Jižní Afrika je definována jako oblast jižní části afrického kontinentu ohraničená severním rozvodím řeky Cunene, Okavango a Zambezi. Z tohoto území jsou vyčleněny jezero Malawi a řeka Shire nad vodopády Kapachira. Oblast zahrnuje státy: Botswana (rozloha – 582 000 km²), Lesotho (30 355 km²), Namibii (824 268 km²), Jihoafrickou republiku – JAR (1 221 037 km²), Svazijsko (17 364 km²), Zimbabwe (390 757 km²), a částí území sem spadají také Angola, Malawi, Mosambik a Zambie (SKELTON 2001, UNDATA 2013). Z tohoto území bylo popsáno 12 rodů se 43 druhy ryb čeledi Cichlidae (SKELTON 2001), přehled 2. Diverzita cichlidovitých ryb je v diplomové práci studována u států, které celým svým územím spadají do jižní Afriky, tedy Botswana, Lesotho, JAR, Svazijsko a Zimbabwe. Popsané druhy (kromě

dvou výjimek) odpovídají druhům (přehled 2, FROESE & PAULY 2012), které popsal SKELTON (2001). Dané druhy se řadí do podčeledi Pseudocrenilabrinae a do tribů Haplochromini (*Astatotilapia* Pellegrin, 1904; *Chetia* Trewavas, 1961; *Haplochromis* Hilgendorf, 1888; *Orthochromis* Greenwood, 1954; *Pharyngochromis* Greenwood, 1979; *Pseudocrenilabrus* Fowler, 1934; *Sargochromis* Regan, 1920; *Serranochromis* Regan, 1920), Hemichromini (*Hemichromis* Peters, 1857) a Tilapiiini (*Oreochromis* Günther, 1889; *Tilapia* Smith, 1840) (FROESE & PAULY 2012). Nicméně SCHWARZER *et al.* (2009) sjednotil tribus Haplochromini a Tilapiiini na základě fylogenetické analýzy do tribu Haplotilapiiini.

Nejvyšší rodová a druhová diverzita doposud popsáných cichlidovitých ryb je v Namibii (31) a Zimbabwe (26), ale data jsou pravděpodobně ovlivněna rozdílnou intenzitou výzkumu. Nejvíce druhově zastoupenými rody ryb v oblasti jižní Afriky jsou *Oreochromis* (8), *Serranochromis* (8), *Sargochromis* (6) a *Tilapia* (5). Na všech územích byl popsán druh *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852), i přesto je na IUCN (International Union for Conservation of Nature) červeném seznamu ohrožených druhů označen jako téměř ohrožený (NT – Near Threatened) kvůli kompetici a hybridizaci s invazním druhem *O. niloticus* (CAMBRAY & SWARTZ 2007). *O. niloticus* se stal invazním druhem poté, co unikl z chovů do nepůvodního prostředí říčního systému Zambezi a Limpopo (CAMBRAY & SWARTZ 2007). Takto ohrožuje nejenom *O. mossambicus*, ale i zranitelné druhy (VU – Vulnerable) *Oreochromis andersonii* (Castelnau, 1861), *Oreochromis macrochir* (Boulenger, 1912), a kriticky ohrožený druh (CR – Critically Endangered) *O. mortimeri* (Trewavas, 1966) (MARSHALL & TWEDDLE 2007). Nicméně *O. mossambicus*, *Serranochromis robustus* (Günther, 1864), *Tilapia sparrmanii* Smith, 1840 se také šíří jako invazní druhy mimo své původní prostředí (BILLS 2007). Kriticky ohroženým druhem je *Tilapia guinasana* Trewavas, 1936 (BILLS 2007), která je omezena odčerpáváním spodních vod a šířením *T. sparrmanii* a *O. mossambicus*. Nejčastějšími negativními vlivy na rybí populace jsou regulace průtoku řek, nadměrný rybolov, zhoršující se kvalita vody, kompetice a hybridizace s invazními druhy (CAMBRAY & SWARTZ 2007, KAZEMBE *et al.* 2010). Z hlediska komerčního využití nejčastěji chovanou/odlovenou rybou je přirozeně se vyskytující *O. mossambicus*, *O. andersonii*, *T. rendalli* a introdukovanou *O. niloticus niloticus* (FROESE & PAULY 2012).

Přehled 2. Sladkovodní druhy ryb z čeledi Cichlidae v jižní Africe

<i>Astatotilapia calliptera</i>	<i>Sargochromis carlottae</i>
<i>Chetia brevis</i>	<i>Sargochromis coulteri</i>
<i>Chetia flaviventris</i>	<i>Sargochromis codringtonii</i>
<i>Chetia gracilis</i>	<i>Sargochromis giardi</i>
<i>Chetia welwitschi</i>	<i>Sargochromis greenwoodi</i>
<i>Haplochromis smithii</i>	<i>Sargochromis mortimeri</i>
<i>Hemichromis elongatus</i>	<i>Serranochromis altus</i>
<i>Hemichromis fasciatus</i>	<i>Serranochromis angusticeps</i>
<i>Hemichromis guttatus</i>	<i>Serranochromis longimanus</i>
<i>Oreochromis andersonii</i>	<i>Serranochromis macrocephalus</i>
<i>Oreochromis aureus</i>	<i>Serranochromis meridisnus</i>
<i>Oreochromis macrochir</i>	<i>Serranochromis robustus</i>
<i>Oreochromis mossambicus</i>	<i>Serranochromis thumbergi</i>
<i>Oreochromis mortimeri</i>	<i>Thoracochromis albolabris</i>
<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Thoracochromis buysi</i>
<i>Oreochromis placidus</i>	<i>Tilapia guinasana</i>
<i>Oreochromis shiranus</i>	<i>Tilapia jallae</i>
<i>Orthochromis machadoi</i>	<i>Tilapia rendalli</i>
<i>Pharyngochromis acuticeps</i>	<i>Tilapia ruweti</i>
<i>Pharyngochromis darlingi</i>	<i>Tilapia sparrmanii</i>
<i>Pseudocrenilabrus philander</i>	

Akvakultura je ve většině daných zemí, i přes relativně malou vodní plochu, významným zdrojem příjmu. V Zimbabwe, s rozlohou vodní plochy 3 910 km², tvoří příjem z akvakultury 22% HDP (FAO 2007a). Lesotho, které je nejmenší svou celkovou rozlohou ale i vodní plochou ze všech oblastí (80 km²) a celková diverzita ryb je 17 druhů, z toho devět původních a osm introdukovaných, tvoří 16% HDP (FAO 2008a). V Namibii (5 000 km² vodní plochy) a Svazijsku (3 910 km²) z rybářského průmyslu pochází 13%, 6 % HDP (FAO 2007b, FAO 2008b). V Botswaně a JAR není využití vnitrozemských vodních ploch z komerčního hlediska významné (FAO 2007c, FAO 2010b).

2. MATERIÁL A METODIKA

2.1. Lokality odlovu

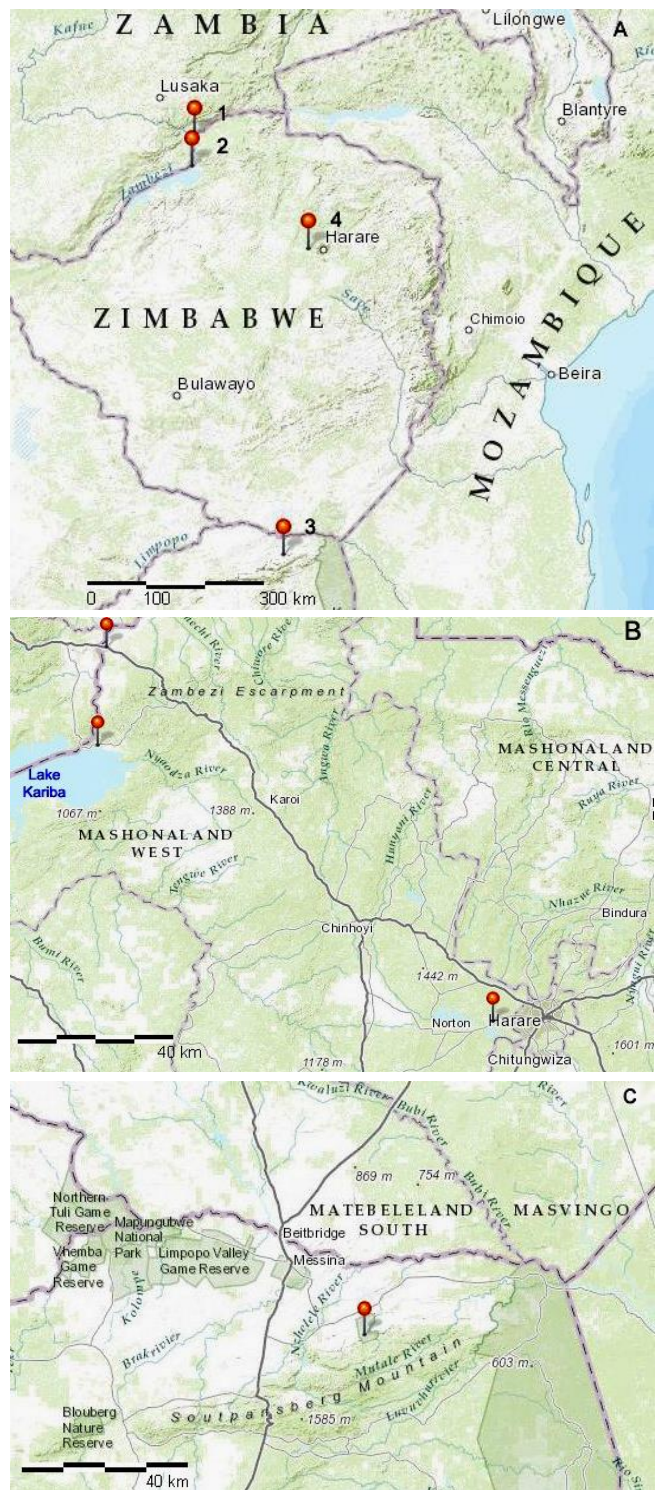
Studovaný materiál byl odlovem ze čtyř lokalit (obr. 3) v letech 2011-2012.

První lokalitou byla řeka Zambezi v blízkosti vesnice Chirundu (GPS souřadnice – 16°32'6.61''S; 28°52'4.98''E) severně od jezera Kariba. Odlov se zde uskutečnil v srpnu 2011.

Druhou lokalitou bylo jezero Kariba v Zimbabwe, v blízkosti vědecké stanice University of Zimbabwe (16°4'51.63''S; 28°52'4.98''E). Odlov probíhal v srpnu 2011 a 2012. Kariba je jedno z celosvětově největších uměle vytvořených jezer s rozlohou 5 580 km² a objemem 185 km³ (LAKENET 2003). Jezero bylo vybudováno na řece Zambezi podél hranice Zambie a Zimbabwe v letech 1955-1959 (LAKENET 2003).

Třetí lokalitou je řeka Nwanedi v Jihoafrické republice (22°39'40.99''S; 30°22'32.15''E). Zde probíhal odlov v březnu 2012. Řeka Nwanedi je přítokem přehrady Nwanedi, jejíž maximální objem je 5 100 km³ (STEYN 2004). Přehrada byla vystavěna v roce 1964 v severní části provincie Limpopo.

Čtvrtou lokalitou bylo jezero Chivero v Zimbabwe (17°52'16.11''S; 30°48'3.81''E). Odlov se zde uskutečnil v srpnu 2012. Formální názvem je jezero McIlwaine. Jezero se rozkládá na ploše 61 km² severo-západním směrem od hlavního města Zimbabwe Harare. Výstavba jezera byla dokončena v roce 1952 (ZIMPARKS 2010).



Obr. 3. Mapy zobrazujú miesta odlovů. A – miesta odlovu, 1 – Chirundu, 2 – Kariba, 3 – Nwanedi, 4 – Chivero. B – mapa lokalit Chirundu, Kariba a Chivero. C – mapa lokality Nwanedi.

Mapy byly zhotoveny pomocí ArcGIS Online (ARCGIS 2013).

2.2. Hostitelské ryby

K účelům studia diverzity živorodých monogeneí bylo odloveno 136 ryb 9 druhů patřících do 6 rodů. Determinace ryb byla provedena podle klíče SKELTON (2001). Přehled druhů ryb, rok odlovu, jejich počet (N), celková délka (TL) těla jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1 Přehled studovaných druhů ryb

druh ryby	rok	N	TL
<i>Oreochromis niloticus</i> (L., 1758)	2011	10	124 ± 47 (62-205)
	2012	11	79 ± 25 (50-143)
<i>Oreochromis mortimeri</i> Trawas, 1966	2011	4	96 ± 38 (62-130)
	2012	3	53 ± 5 (49-58)
<i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852)	2012	4	166 ± 86 (87-250)
<i>Pharyngochromis acuticeps</i> (Steindachner, 1866)	2011	5	44 ± 6 (38-52)
	2012	8	78 ± 25 (49-126)
<i>Pseudocrenilabrus philander</i> (Weber, 1897)	2011	10	58 ± 11 (44-75)
	2012	44	69 ± 13 (41-95)
<i>Tilapia rendalli</i> Smith, 1840	2011	4	123 ± 27 (100-160)
	2012	5	104 ± 36 (76-159)
<i>Tilapia sparrmanii</i> Smith, 1840	2011	3	79 ± 38 (37-111)
	2012	14	76 ± 27 (36-138)
<i>Tilapia sp.</i>	2012	1	150
<i>Sargochromis condingtonii</i> (Boulenger, 1908)	2011	1	255
	2012	5	260 ± 38 (215-314)
<i>Serranochromis macrocephalus</i> (Boulenger, 1899)	2012	4	262 ± 32 (214-280)

Pozn. TL – průměr ± směrodatná odchylka s rozsahem hodnot, hodnoty jsou uváděny v mm.

2.3. Sběr dat a fixace materiálu

Hostitelské ryby byly loveny pomocí záťahové sítě nebo vjezence, poté byly drženy v plastových barelech s okysličovanou vodou.

Před samotnou parazitologickou pitvou byly všechny ryby změřeny (TL – celková délka a SL – standardní délka). Parazitologická pitva byla provedena Mgr. Ivou Příkrylovou, Ph.D. v terénních laboratořích zřízených k tomuto účelu v těsné blízkosti lokalit. Metodicky bylo během pitvy postupováno podle ERGENS & LOM (1970). Parazité byli sesbírání za použití pitvacích jehel ze žaber a ploutví. Sesbírání červi byli k morfometrické analýze fixováni do GAP (MALMBERG 1970), směsi glycerinu a amonium pikrátu na podložní skla a překryty krycím sklíčkem. K molekulárním analýzám byli červi nejdříve pomocí pitvacích jehel rozpůleni a koncová část byla fixována standardním způsobem pro morfometrické účely (viz výše) a k molekulárním analýzám se zbytek těla parazita fixoval v 96 % alkoholu v mikro zkumavce.

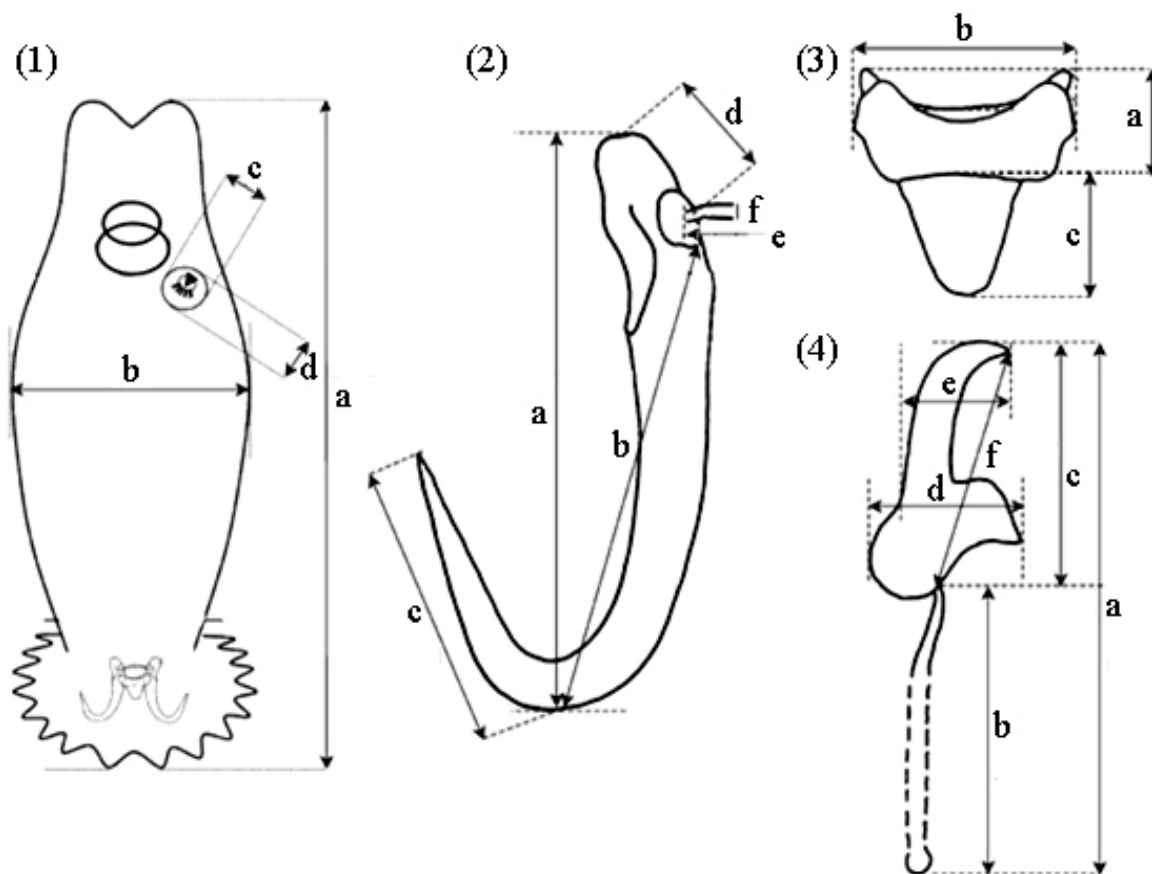
2.3.1. Determinace parazitů na základě morfometrie

K determinaci parazitů na základě tvaru a morfometrie sklerotizovaných struktur těla byl použit světelný mikroskop Olympus BX50 se zabudovaným fázovým kontrastem a kreslicí aparaturou. K analýze sklerotizovaných struktur bylo použito objektivové zvětšení 100x a pro přesnější analýzu tvaru marginálních háčků bylo navíc použito prázdné zvětšení 2x.

Metrická analýza struktur byla provedena za pomoci analýzy obrazu Micro Image (MicroImage 4.0 Olympus). U parazitů, bylo proměřeno 19 parametrů (obr. 4), které jsou běžné pro charakterizaci druhu. Dané parametry byly zaznamenány pro účely determinace a následné statistické analýzy.

Pro přesnou determinaci a ověření morfometrické podobnosti blízce příbuzných druhů byl vypůjčen typový materiál (paratypy) druhu *G. thlapi*. Jeden paratyp z Přírodopisného muzea (Natural History Museum) v Londýně (registrační číslo 2004.4.22.1) a dva paratypy z Národního muzea v Bloemfontein v Jihoafrické republice (paratypy číslo NMBP 287, NMBP 288).

Dále byly použity rozměry skleritů, *G. ulinganisus* (paratyp M.479/1) z Českých Budějovic, *G. cichlidarum* (holotyp M.T.35.584), *G. thysi* (paratyp M.T.37.671), *G. sturmbaueri* (paratyp M.T.37.670) z Muzea v Tervurenu, *G. ergensi* a *G. malalai*, zpracované školitelkou Mgr. Ivy Přikrylovou, Ph.D, z práce PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2009) *G. nyanzae* (holotyp) GARCÍA-VÁSQUEZ *et al.* (2011) *G. yacatli* (holotyp), *G. shariffi* Cone, Arthur & Bondad-Reantaso, 1995 (paratyp) a *G. amphiliusi* (holotyp).



Obr. 4. Měřené parametry na těle, cirru a sklerotizovaných částech haptoru. (1) a – celková délka těla měřená trasováním, b – šířka těla, c – šířka cirru (kopulačního orgánu), délka cirru; (2) a – celková délka středního háčku, b – délka vlastního těla háčku, c – délka hrotu, d – délka kořene, e – délka dorzální destičky měřená trasováním, f – šířka dorzální destičky; (3) a – délka ventrální destičky, b – šířka dorzální destičky, c – délka membrány ventrální destičky; (4) a – celková délka okrajového háčku, b – délka rukojeti háčku měřená trasováním, c – délka hrotu háčku, d – proximální délka hrotu, e – distální délka hrotu, f – vzdálenost mezi hrotem háčku a bází rukojeti.

Upraveno podle CHRISTINSON *et al.* 2005.

2.3.2 Analýza DNA

Analýza molekulárně genetických znaků byla provedena dle protokolu publikovaného v práci PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2012b).

Etanol, fixující tkáň parazita byl odpařen ve vakuové centrifuze. DNA byla izolována za použití Qiagen krevní a tkáňové izolační soupravy (Blood and Tissue Isolation kit) podle protokolu výrobce. Extrahovaná DNA byla eluována v 50 μ l a představuje šablonu pro následnou amplifikaci. ITS úseky byly amplifikovány za použití primerů ITS-1F (5'-GTTTCCGTAGGTGAACCT-3'; ROKICKA *et al.* 2007) a ITS-2R (5'-TCCTCCGCTTAGTGATA-3', MATĚJUSOVÁ *et al.* 2001) v gradientním termocykléru (Mastercycler eP gradient thermocycler – Eppendorf). Termocyklér pro polymerázovou řetězovou reakci (PCR – Polymerase Chain Reaction) byl nastaven na počáteční denaturaci při 95°C pod dobu 3 minuty, poté 30 cyklů denaturace při 94°C/1 min., nasednutí primerů při 50°C/1 min., syntéza DNA (elongace) při 72°C/1 min. 30 sekund a následovalo závěrečných 10 minut při 72°C. Každá reakce obsahovala 1 μ l DNA a PCR mix v celkovém objemu 20 μ l. PCR mix obsahoval 1.25 mM MgCl₂, 100 μ M dNTPs, 0.1mg/ml, 1 μ l bovinního albumin séra, 0.5 μ M každého primeru (Generi Biotech) a 1.5 U Taq polymerázy. Z PCR produktu bylo odebráno 5 μ l, které byly vizualizovány na 1% agarósovém gelu obarveném Gold View. Zbýlých 15 μ l bylo přečištěno za použití komerčního kitu (High Pure PCR Product Purification Kit – Roche). Při přípravě sekvenační směsi byly použity totožné primery jako při amplifikaci a sekvenační souprava (Big Dye Chemistry Cycle Sequencing Kit v.3.1). Proces sekvenování proběhl v automatizovaném sekvenátoru ABI 3130 (Genetic Analyser automated sequencer – Applied Biosystems). Sekvence byly analyzovány v sekvenačním softwaru Sequencher (Gene Codes Corp.). Nové sekvence společně s vybranými dostupnými sekvencemi *Gyrodactylus* parazitující cichlidy získaných z databáze (GenBank) byly vyrovnány pro vytvoření aligmentu za použití MEGA5.1 (TAMURA *et al.* 2011). Získaný alignment následně posloužil jako vstupní data pro fylogenetické analýzy. Přehled známých druhů *Gyrodactylus* zahrnutých do analýz je uveden v Tabulce 2.

Tabulka 2 Přehled známých druhů použitých ke srovnání ve fylogenetické analýze této práce.

druh parazita	referenční číslo (accession no.)
<i>Gyrodactylus alekosi</i>	FR850683
<i>Gyrodactylus hildae</i>	FJ231869
<i>Gyrodactylus cichlidarum</i>	DQ124228
<i>Gyrodactylus ergensi</i>	FN394985
<i>Gyrodactylus malalai</i>	FR695484
<i>Gyrodactylus sturmbaueri</i>	HQ214477
<i>Gyrodactylus thysi</i>	HQ214481
<i>Gyrodactylus ulinganisus</i>	FJ231870
<i>Gyrodactylus zimbae</i>	HQ214482

2.3.3. Epidemiologické, statistické a fylogenetické analýzy

Epidemiologické popisné charakteristiky – prevalence, podíl počtu jedinců nakažených konkrétním druhem parazita a počtu vyšetřených jedinců, a průměrná intenzita infekce, průměrný počet jedinců konkrétního druhu parazita u infikovaného hostitele ve vzorku, byly zpracovány podle práce MARGOLIS *et al.* (1982).

Morfometrické parametry byly použity v ordinační analýze hlavních komponent (PCA – Principal Component Analyses) za použití kovariační matice (proměnné byly ve stejných jednotkách). Do analýzy nebyly zahrnuty rozměry těla, cirru a membrány ventrální destičky. V případě PCA testu skupiny 1 (skupiny byly vytvořeny na základě podobnosti morfometrického charakteru sklerotizovaných struktur haptoru) nebyla dále zahrnuta celková délka okrajového háčku a rukojeti (u některých jedinců bylo obtížné rozpoznat místo ukončení rukojeti). U skupiny 5 nebyly do analýzy zahrnuty rozměry dorzální destičky a délka ventrální destičky kvůli nedostupnosti nebo rozdílu ve způsobu měření u porovnávaných druhů *G. amphiliusi* a *G. shariffi*. Ke statistické analýze morfometrických dat byl použit program Past, verze 2.14 (HAMMER *et al.* 2001). Do PCA byly mimo nalezené druhy zahrnuty *G. amphiliusi* (1 jedinec), *G. cichlidarum* (1), *G. ergensi* (7), *G. malalai* (6), *G. shariffi* (1), *G. sturmbaueri* (1), *G. thlapi* (3), *G. thysi* (1) a *G. ulinganisus* (1) (zdroje viz kapitola 3.2.1.).

Fylogenetické analýzy molekulárně genetických znaků byly provedeny školitelkou Mgr. Ivou Příkrylovou, Ph.D podle postupů PŘÍKRYLOVÁ *et al.* (2012b). Připravený alignment o délce 810 bp byl pomocí programu trimAl v.1.2 (CAPELLA-GUTIÉRREZ *et al.* 2009) automatizovaně upraven na délku 652 bp. Pomocí softwaru jModelTest v.0.1.1 byl následně vybrán statisticky nejvhodnější model nukleotidové substituce (POSADA 2008). Jako nejvhodnější model po provedení korekce Akaike skóre byl zvolen TVM (POSADA 2003) + Γ . Aby bylo možné provést analýzy, byl použit model s druhým nejnižším Akaike skóre, GTR (RODRIGUEZ *et al.* 1990) + Γ , s gamma parametrem 0.53. Obě provedené analýzy byly zakořeněny oproti *Gyrodactylus alekosi* Příkrylová, Blažek & Vanhove, 2012. Za použití MrBayes v.3 (HUELSENBECK & RONQUIST 2001, RONQUIST & HUELSENBECK 2003) byla provedena Bayesovská statistika (BI – Bayesian inference) při daném modelu. Posteriorní pravděpodobnost byla spočítána pro 10^6 generací při testování každé 100 generace Markovským řetězcem. Analýza byla zakončena odstraněním čtvrtiny vzorku v podobě příkazu „burn in“. Druhou analýzou fylogeneze byl test maximální věrohodnosti (ML – maximum likelihood) provedený v PhyML v.3.0 (GUINDON & GASCUEL 2003) při optimalizovaném modelu. Podpora uzlů byla hodnocena podle 1 000 bootstrap vzorků za použití algoritmu výměny ramen metodou nejbližšího souseda. Konverze alignmentu byla provedena pomocí ALTER v.1.2 (GLEZ-PEÑA *et al.* 2010) a fylogenetický strom byl vykreslen v programu FigTree v.1.3 (RAMBAUT 2007).

3. VÝSLEDKY

3.1. Nálezy živorodých monogeneí u hostitelských ryb

U hostitelských ryb rodu *Oreochromis*, *Pharyngochromis*, *Pseudocrenilabrus* a *Tilapia* bylo nalezeno 160 živorodých monogeneí patřících do rodu *Gyrodactylus* (tab. 3). Přítomnost živorodých monogeneí byla odhalena u 33 % vyšetřených ryb. Žádná živorodá monogenea nebyla nalezena na *O. mortimeri*, *O. mossambicus*, *S. condringtonii*, a *S. macrocephalus*. Nejvyšší druhová diverzita parazitů byla zjištěna u *P. philander* (8 druhů) a *O. niloticus* (7). Avšak poměr mezi počtem druhů rodu *Gyrodactylus* a vyšetřených hostitelských jedinců byl nejvyšší u *T. rendalli* a *O. niloticus* (při nezahrnutí *Tilapia* sp.). Prevalence 100 % dosahovaly druhy *Gyrodactylus* sp. 1 a *Gyrodactylus* sp. 5 u *P. acuticeps* z lokality Chirundu, *Gyrodactylus* sp. 8 u *T. rendalli* – Chirundu a *Tilapia* sp. – Chivero, naopak nejnižší 8 % (mimo nepřítomnosti) *Gyrodactylus* sp. 1 u *T. sparmanni* – Chivero. Nejvyšší průměrná intenzita infekce byla zjištěna druhu *Gyrodactylus* sp. 8 u *T. rendalli* (14; 10,3) z lokality Chirundu a Kariba, *G. nyanzae* u *O. niloticus* (6,3) – Kariba a *Gyrodactylus* sp. 7 u *Tilapia* sp. (5) – Chivero.

Na základě morfometrie sklerotizovaných struktur haptoru a molekulárně genetických metod bylo identifikováno 11 druhů rodu *Gyrodactylus*. Z doposud popsáných druhů byla zaznamenána přítomnost *G. nyanzae*, *G. sturmbaueri* a *G. yacatli*. Zbývajících 8 druhů představuje nové druhy, které byly označeny *Gyrodactylus* sp. 1, *Gyrodactylus* sp. 2, *Gyrodactylus* sp. 3, *Gyrodactylus* sp. 4, *Gyrodactylus* sp. 5, *Gyrodactylus* sp. 6, *Gyrodactylus* sp. 7 a *Gyrodactylus* sp. 8.

Tabulka 3 Přehled druhů ryb a parazitů na jednotlivých lokalitách s výpočty průměrné intenzity infekce (IF) a prevalence (%).

druh ryby	lokalita	druh parazita	IF	prevalence
<i>O. niloticus</i>	Chirundu (2011)	<i>Gyrodactylus</i> sp. 1	0,1	33
		<i>Gyrodactylus</i> sp. 2	0,1	33
	Kariba (2012)	<i>Gyrodactylus</i> sp. 1	0,7	40
		<i>G. nyanzae</i>	6,3	20
		<i>G. yacatli</i>	0,3	20
	Chivero (2012)	<i>Gyrodactylus</i> sp. 1	0,6	30
		<i>Gyrodactylus</i> sp. 5	1,4	30
		<i>Gyrodactylus</i> sp. 6	1,2	30
		<i>Gyrodactylus</i> sp. 7	1	50
	<i>P. acuticeps</i>	Chirundu (2011)	<i>Gyrodactylus</i> sp. 1	0,6
<i>Gyrodactylus</i> sp. 3			0,8	100
Chivero (2012)		<i>Gyrodactylus</i> sp. 7	1	20
<i>P. philander</i>	Chirundu (2011)	<i>Gyrodactylus</i> sp. 1	0,3	20
		<i>Gyrodactylus</i> sp. 3	1,2	40
		<i>G. yacatli</i>	0,2	10
	Nwanedi (2012)	<i>G. sturmbaueri</i>	1,7	30
	Kariba (2012)	<i>Gyrodactylus</i> sp. 6	0,2	40
		<i>Gyrodactylus</i> sp. 8	0,1	40
		<i>G. sturmbaueri</i>	0,1	20
		<i>Gyrodactylus</i> sp. 4	0,3	83
	Chivero (2012)	<i>Gyrodactylus</i> sp. 6	0,1	17
		<i>Gyrodactylus</i> sp. 7	0,2	17
<i>Gyrodactylus</i> sp. 8		14	100	
<i>T. rendalli</i>	Chirundu (2011)	<i>G. nyanzae</i>	0,5	50
		<i>Gyrodactylus</i> sp. 8	10,3	80
<i>T. sparrmanii</i>	Chivero (2012)	<i>Gyrodactylus</i> sp. 1	1	8
<i>Tilapia</i> sp.	Chivero (2012)	<i>Gyrodactylus</i> sp. 6	1	100
		<i>Gyrodactylus</i> sp. 7	5	100

3.2. Identifikace druhů na základě morfometrických znaků

Na základě morfologických typů struktur přichytného aparátu byly druhy rozděleny do 5 skupin. Významnými znaky pro rozdělení do skupin byly: přítomnost přídatného skleritu, zakončení rukojetí okrajových háčků, morfologický typ středních háčků a typ ventrální destičky.

Skupina 1

Do skupiny 1 byly zařazeny tyto druhy: *Gyrodactylus* sp. 1 (obr. 5), *Gyrodactylus* sp. 2 (obr. 6), *Gyrodactylus* sp. 3 (obr. 7), *Gyrodactylus* sp. 4 (obr. 8) a *Gyrodactylus* sp. 5 (obr. 9), které lze vzájemně odlišit především podle tvaru hrotu okrajového háčku (obr. 10). U druhů *Gyrodactylus* sp. 1, *Gyrodactylus* sp. 3 a *Gyrodactylus* sp. 4 byla získána morfometrická i molekulární data. Druhy *Gyrodactylus* sp. 2 a *Gyrodactylus* sp. 5 jsou podloženy pouze morfometricky. Dále lze do této skupiny zahrnout druhy *G. thlapi* a *G. thysi* a to na základě morfologické podobnosti středních a okrajových háčků (tab. 5).

Charakteristickým znakem sklerotizovaných struktur haptoru je přítomnost přídatných skleritů umístěných u vnitřní části vrcholu kořene středního háčku. Tyto sklerity jsou tvořené dvěma částmi, svrchní je zpravidla kratší a mohutnější, spodní část je užší a protáhlejší. Zakončení rukojeti okrajového háčku není přesně ohraničeno, ale volně přechází do tenkého filamentu.

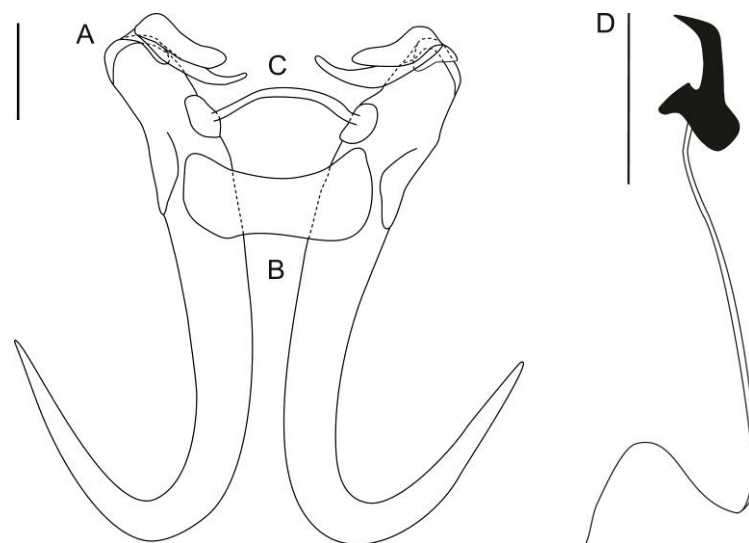
***Gyrodactylus* sp. 1** (tab. 4, obr. 5, 10)

Hostitel: *Oreochromis niloticus*
Pharyngochromis acuticeps
Pseudocrenilabrus philander
Tilapia sparrmanii

Lokalita: Chivero, Chirundu, Kariba

Střední háčky jsou robustnější stavby, hrot a tělo háčku svírá ostrý úhel, přídatné sklerity směřující k mediální rovině háčků. Svrchní část přídatných skleritů struktury je nejširší v horní části a pozvolna se zužuje. Spodní část, částečně překrytá svrchní, je

úzká, delší a nejužší v místě zakončení. Ventrální destička je ve střední části oboustraně zúžená. Membrána nebyla pozorována. Okrajové háčky jsou charakteristické tenkou rukojetí nasedající na bázi před jejím středem, přední polovina báze má v místě nasednutí ostří výraznou prohlubeň, zadní část obdélníkovitého tvaru je výrazně protažená směrem dolů. Robustní ostří nasedá na bázi vzpřímeně, v horní části se stáčí pod mírně tupým úhlem, hrot krátké koncové části směřuje vzhůru. Nalezení jedinci se morfologicky a metricky podobají *G. thlapi* (paratypu z JAR) a druhu *Gyrodactylus* sp. 4. Rozměry druhu *Gyrodactylus* sp. 1 se překrývají s rozměry *Gyrodactylus* sp. 4 a odlišují se menší délkou hrotu okrajových háčků od typového materiálu *G. thlapi*. Druh *Gyrodactylus* sp. 1 lze od *G. thlapi* a *Gyrodactylus* sp. 4 odlišit na základě rozdílů ve tvaru okrajových háčků. Báze je v zadní části méně zakulacená a protažená směrem dolů, ostří není nakloněné směrem dopředu a ostří v koncové části delší, užší a zatočené pod větším úhlem. Ve srovnání *Gyrodactylus* sp. 1 s *Gyrodactylus* sp. 4 je prohlubeň báze v místě navázání ostří výraznější a stavba ostří robustnější.



Obr. 5. *Gyrodactylus* sp. 1. A – střední háček, B – ventrální destička, C – dorzální destička, D – okrajový háček. Meřítko – 10 μ m.

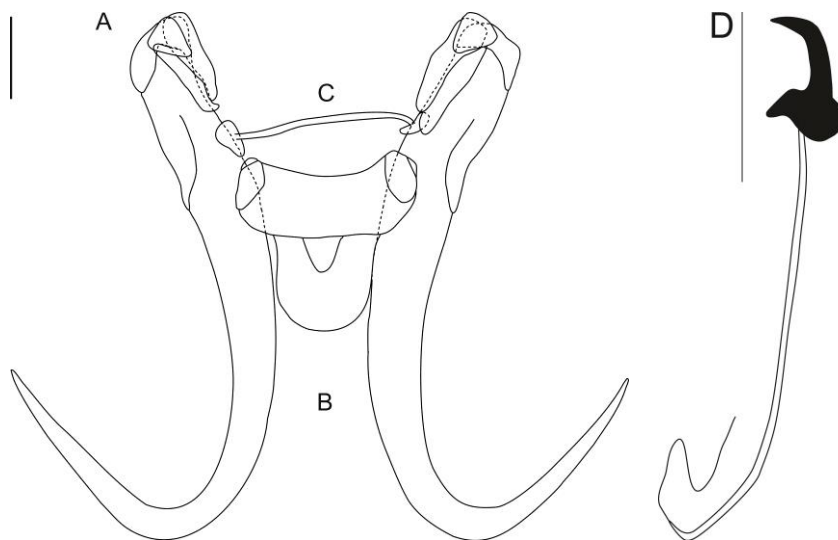
***Gyrodactylus* sp. 2** (tab. 4, obr. 7, 10)

Hostitel: *Oreochromis niloticus*

Lokalita: Chirundu

Hroty středních háčků jsou štíhlé a laterálně rozevřené. K vnitřní straně kořenů přiléhají přídatné sklerity směřující k místu napojení dorzální destičky. Spodní sklerit téměř stejně široký po celé své délce, a je částečně překryt svrchním skleritem, který je v koncové části jen mírně zužený. Ventrální destička je ve střední části zvrchu zúžená. Membrána je ve své koncové části zaoblená. Zakončení rukojeti okrajových háčků, napojené na bázi v mediální části, má filamentární charakter. Problubeň báze v místě nasazení přední části ostří není výrazná. Zadní část báze je téměř hranatá, mírně sešikmená a protažená směrem dolů. Ostří nasedá kolmo na bázi a v průběhu se ostří mírně naklání směrem dopředu. V horní třetině ostří zatačí pod pravým úhlem a v koncové části se oboustranně zužuje.

Nalezený jedinec se metricky podobá druhu *Gyrodactylus* sp. 3 a morfologicky typovému materiálu *G. thlapi* (z Londýna). Rozměry se od druhu *Gyrodactylus* sp. 3 liší kratšími kořeny středních háčků, větší celkovou délkou hrotu a menší distální délkou okrajových háčků. Okrajové háčky druhu *Gyrodactylus* sp. 2 se odlišují od typového materiálu *G. thlapi* kratší bází méně protaženou směrem dolů a výraznější prohlubní v místě navázání přední části ostří.



Obr. 6. *Gyrodactylus* sp. 2. A – střední háček, B – ventrální destička, C – dorzální destička, D – okrajový háček. Měřítko – 10 μ m.

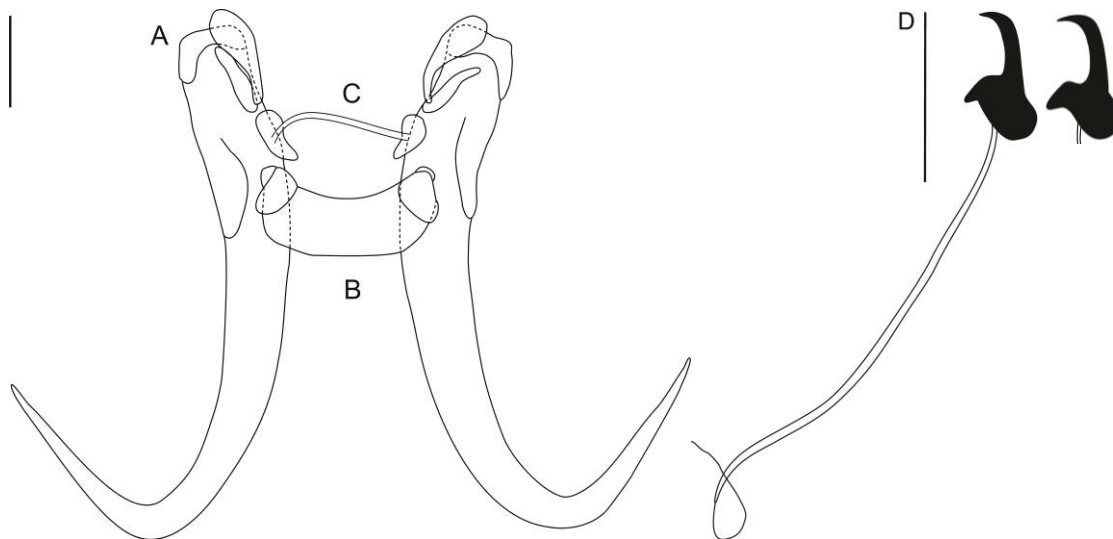
***Gyrodactylus* sp. 3** (tab. 4, obr. 7, 10)

Hostitel: *Pharyngochromis acuticeps*
Pseudocrenilabrus philander

Lokalita: Chirundu

Štíhlé hroty středních háčků se laterálně rozevírají. Přidatné sklerity přiléhají k vnitřní části kořenů středních háčků a směřují k napojení dorzální destičky. Vrchní část skleritu je nejširší v jeho horní části, směrem ke koncové části se zužuje, mírně stáčí a napojuje na spodní část, která je nejširší v místě napojení. Ventrální destička má malé anterolaterální výrůstky, membrána není přítomna. Rukojeť okrajových háčků se napojuje na bázi před jejím středem a má filamentární zakončení. Zadní polovina báze je zaoblená a výrazně protažená směrem dolů. Štíhlé ostří nasedá na bázi vzpřímeně, v koncové části se stáčí a zespodu pozvolna zužuje.

Nalezení jedinci se morfologicky podobají typovému materiálu *G. thlapi* (z JAR) a druhu *Gyrodactylus* sp. 5. Rozměry středních háčků, ventrální a dorzální destičky druhů *G. thlapi* a *Gyrodactylus* sp. 5 jsou větší, u okrajových háčků se překrývají. Hlavním rozdílem mezi *Gyrodactylus* sp. 3 a *G. thlapi* je absence membrány ventrální destičky a od druhu *Gyrodactylus* sp. 5 se liší široce rozevřené hroty středních háčků a přítomností anterolaterálních výběžků po stranách destičky.



Obr. 7. *Gyrodactylus* sp. 3. A – střední háček, B – ventrální destička, C – dorzální destička, D – okrajový háček. Meřítka – 10 μ m.

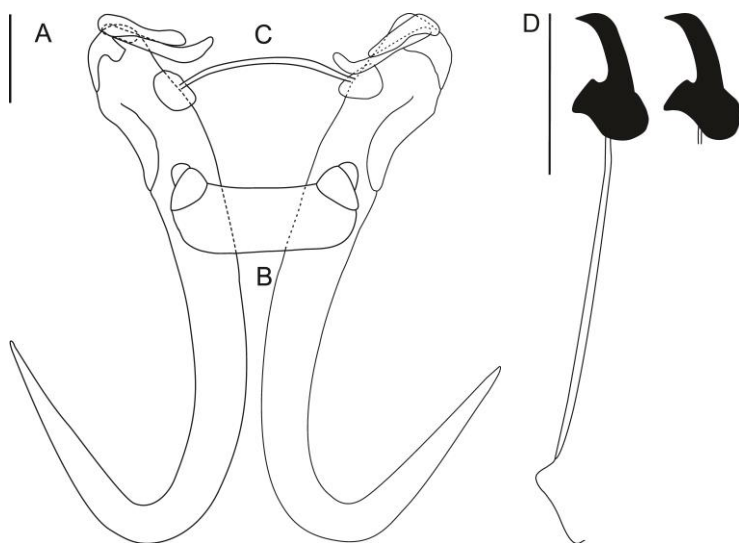
***Gyrodactylus* sp. 4** (tab. 5, obr. 8, 10)

Hostitel: *Pseudocrenilabrus philander*

Lokalita: Chivero

Hroty středních háčků jsou robustnější a s tělem háčku svírají ostrý úhel. Přidatné sklerity přiléhající k vnitřní straně kořenů. Spodní část skleritu je rovnoměrně široká po celé délce a v koncové části zatáčí směrem nahoru, svrchní část je krátká a nepravidelně se zužuje. Anterolaterální výběžky ventrální destičky jsou dobře vyvinuté, membrána nebyla pozorována. Rukojeť okrajových háčků je zakončena filamentární částí a napojuje se na bázi v úrovni nasednutí přední části ostří. V místě nasednutí přední části ostří na bázi je výrazná prohlubeň, zadní část báze je široká, zakulacená a protažená směrem dolů. Robustní ostří nasedá na bázi mírně nakloněné směrem dopředu, v koncové části zatáčí pod pravým úhlem a je zakončeno velmi krátkým hrotem směřujícím vpřed.

Druh *Gyrodactylus* sp. 4 se morfologicky i metricky podobá typovému materiálu *G. thlapi* (z JAR) a dále druhu *Gyrodactylus* sp. 1. Na rozdíl od *G. thlapi* má delší ventrální destičku, kratší celkovou délku hrotu okrajového háčku, distální délka větší a dorzální destička širší než *Gyrodactylus* sp. 4. *Gyrodactylus* sp. 4 se liší od *G. thlapi* tvarem ostří okrajového háčku, které je u něj kratší a robustnější než u *G. thlapi*. Od *Gyrodactylus* sp. 1 se *Gyrodactylus* sp. 4 liší delší a více zakulacenou bází okrajového háčku, ostří je mírně nakloněné směrem dopředu, koncovou část je delší, širší a stočená pod ostřejším úhlem.



Obr. 8. *Gyrodactylus* sp. 4. A – střední háček, B – ventrální destička, C – dorzální destička, D – okrajový háček. Meřítko – 10 μ m.

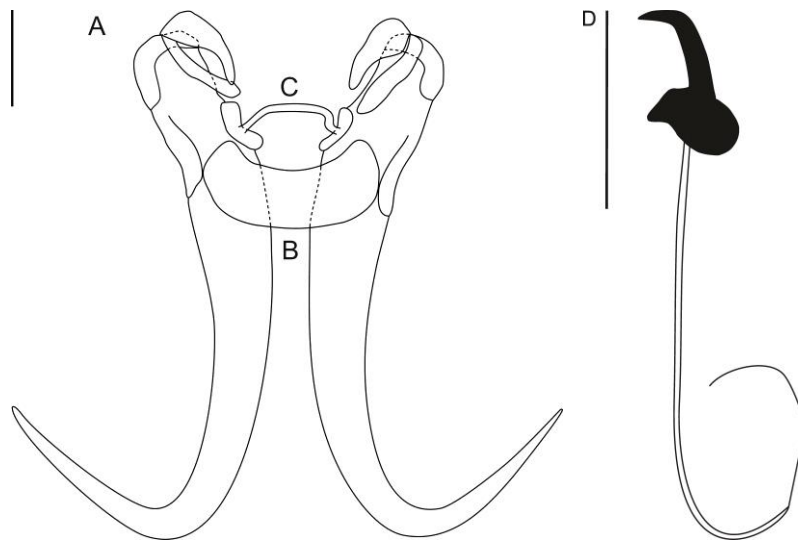
***Gyrodactylus* sp. 5** (tab. 5, obr. 9, 10)

Hostitel: *Oreochromis niloticus*

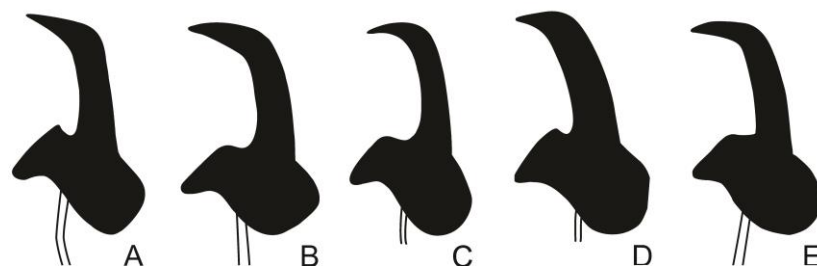
Lokalita: Chivero

Střední háčky mají štíhlé hroty, které jsou široce otevřené. Svrchní část přídatných skleritů se zužuje a stáčí směrem k dorzální destičce. Spodní část je užší a rovnoměrně široká. Membrána ventrální destičky nebyla pozorována. Rukojeť okrajového háčku je prodloužená filamentární částí, na bázi se napojuje v její střední části. Zadní část báze okrajového háčku je značně zaoblená. Štíhlé ostří nasedá na bázi pod mírným náklonem vpřed, ve vrchní třetině se stáčí pod pravým úhlem. Koncová část je dlouhá a pozvolna se ztenčující.

Morfologií se *Gyrodactylus* sp. 5 liší od *G. thlapi* absencí membrány ventrální destičky a méně protáhlým ostřím okrajového háčku.



Obr. 9. *Gyrodactylus* sp. 5. A – střední háček, B – ventrální destička, C – dorzální destička, D – okrajový háček. Meřítko – 10 μ m.



Obr. 10. Porovnání tvaru okrajových háčků: A *Gyrodactylus* sp. 1, B – *Gyrodactylus* sp. 2, C – *Gyrodactylus* sp. 3, D – *Gyrodactylus* sp. 4, E – *Gyrodactylus* sp. 5.

Tabulka 4 Rozměry měřených parametrů skupiny 1

měřené parametry	<i>Gyrodactylus</i> sp. 1 (n = 11) ^a	<i>Gyrodactylus</i> sp. 2 (n = 1)	<i>Gyrodactylus</i> sp. 3 (n = 10)
tělo			
délka	644-746 ^b	-	425-529 ^d
šířka	69-115 ^b	-	74-120 ^d
cirrus			
délka	10-10,9 ^c	-	8,6-9,4 ^e
šířka	5-7,3 ^c	-	3,9-5,9 ^e
střední háček			
celková délka	46,5-56,4	55,5	49,9-56,2
délka hrotu	22,3-28,6	26,3	17,2-21,1
délka těla háčku	40,2-47,9	44,6	41,5-50
délka kořene	8,6-11,7	14	9,8-13
ventrální destička			
šířka	17,4-20,7	20,5	17,8-20,7
délka	6,2-9,9	9,7	8,1-9
délka membrány	-	-	-
dorzální destička			
šířka	14,8-17,5	18,2	14,4-18,5
délka	1,1-1,5	1,7	0,8-1,4
okrajový háček			
celková délka	30-41,5	32,4	23,9-48,4
délka rukojeti	22,6-33,9	25,9	17,7-41,2
délka hrotu	6,6-7,9	6,4	6,1-7,6
proximální šířka	4-5	4,5	3,5-4,8
distální šířka	3-3,9	4,1	2,8-3,9
vzdálenost hrot-báze	6,1-7,7	6,7	6,1-7,3

Pozn. a – celkový počet jedinců druhu, měřený počet jedinců = 6, c = 4, d = 9, e = 5.

Tabulka 5 Rozměry měřených parametrů skupiny 1

měřené parametry	<i>Gyrodactylus</i> sp. 4 (n = 4)	<i>Gyrodactylus</i> sp. 5 (n = 7)	<i>G. thlapi</i> ¹ (n = 1)	<i>G. thlapi</i> ² (n = 2)
tělo				
délka	444 ^a	423-460 ^b	-	-
šířka	77 ^a	50-81 ^b	-	-
cirrus				
délka	8,1 ^a	11,3 ^b	-	-
šířka	7,2 ^a	5,3 ^b	-	-
střední háček				
celková délka	51,5-55,5	59,3-62,7	55	53,5-54,4
délka hrotu	22,8-27,4	25,1-27,6	22,5	24,6-26,5
délka těla háčku	46,5-48,4	48,8-51,3	47,4	45,5-46,5
délka kořene	7,8-10,7	12,8-15,2	9,9	9,7-10,6
ventrální destička				
šířka	19,3-21,7	21,3-22,8	20	21,2-21,6
délka	8,4-10,8	9,7-11,4	9,9	6,6-6,7
délka membrány	-	-	9,2	14,4-15,9
dorzální destička				
šířka	17,5-20,1	18,5-20,3	13,7	16,3-17,2
délka	1,1-1,5	1,1-1,6	1,3	1,3-1,5
okrajový háček				
celková délka	38,9-41,7	37,4-44,9	30,4	30,2-47,7
délka rukojeti	30,9-35,4	30,7-35,3	21,6	22,2-38,2
délka hrotu	7,1-7,7	7,1-7,9	7,4	8-8,2
proximální šířka	3,1-4,8	4,7-5,1	4,8	4,6-4,9
distální šířka	3,5-4,5	3,9-4,4	4	2,8-3,1
vzdálenost hrot-báze	6,8-7,8	7,1-7,6	8	7,5-7,8

Pozn. 1 – paratyp z Londýna, 2 – paratypy z JAR. Počet měření: a = 1, b = 2.

Skupina 2

Do skupiny byly zařazeny druhy *Gyrodactylus* sp. 6 (obr. 11) a *Gyrodactylus* sp. 7 (obr. 12), které jsou podloženy morfometrickými (tab. 8) i genetickými daty. Do této skupiny by bylo možné zahrnout na základě morfologického typu středních háčků a ventrální destičky již známé druhy *G. cichlidarum* a *G. ulinganus*.

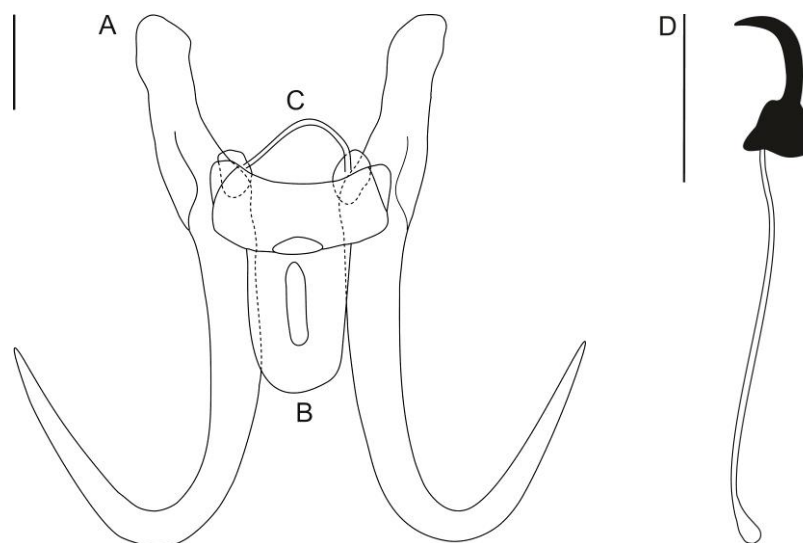
***Gyrodactylus* sp. 6** (tab. 6, obr. 11, 13)

Hostitel: *Oreochromis niloticus*
Pseudocrenilabrus philander
Tilapia sp.

Lokalita: Chivero, Kariba

Hrot a tělo středních háčků svírá ostrý úhel, kořeny jsou dobře vyvinuté a v místě napojení dorzální destičky je tělo háčku mírně rozšířené. Ventrální destička je ve střední části mírně prohnutá směrem dolů a arteriální výběžky částečně směřují laterálním směrem. Ve střední části ventrální destičky v místě napojení membrány je podlouhlá vyvýšená struktura, která nepatrně zasahuje do membrány. Dlouhá dobře viditelná membrána je postupně zúžená. Tvar okrajových háčků je typický úzkou rukojetí v koncové části mírně rozšířenou a zakulacenou napojenou na bázi v přední třetině báze; přední polovina báze je ostře zúžená a zakončená prstovitým výběžkem ve spodní polovině. Zadní polovina báze je mírně zaoblená a protažená směrem dolů; štíhlé ostří nasedá na bázi vzpřímeně nebo mírně nakloněné směrem dopředu, v horní třetině plynule zatáčí pod pravým úhlem, koncová část se zužuje zhora a hrot je v úrovni počátku báze nebo jej mírně přesahuje.

Gyrodactylus sp. 6 je nejvíce podobný *G. cichlidarum*, od kterého se liší menší celkovou délkou a délkou těla středních háčků a výrazně větší délkou ventrální destičky. Dále se liší tvarem střední destičky, jenž má u *Gyrodactylus* sp. 6 výraznější anterolaterální výběžky, užší a protáhlejší membránou. Okrajový háček má mírně propadlou přední část báze a robustnější stavbou ostří, než má *G. cichlidarum*.



Obr. 11. *Gyrodactylus* sp. 6. A – střední háček, B – ventrální destička, C – dorzální destička, D – okrajový háček. Meřítko – 10 μ m.

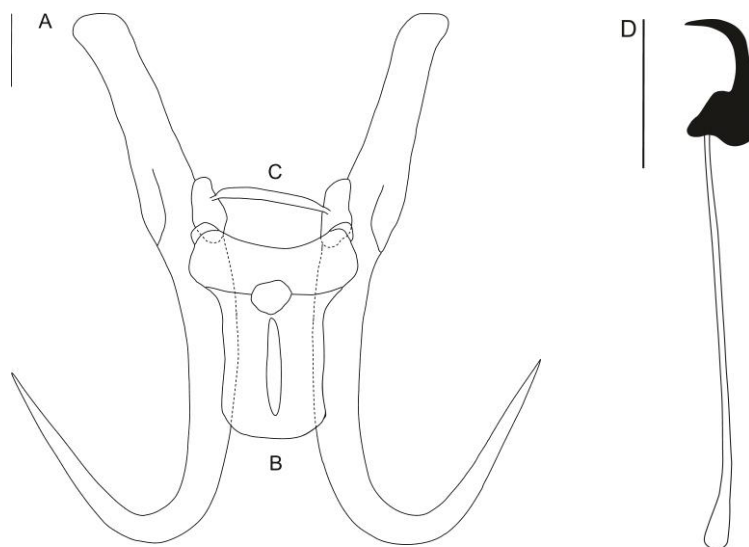
***Gyrodactylus* sp. 7** (tab. 6, obr. 12,13)

Hostitel: *Oreochromis niloticus*
Pharyngochromis acuticeps
Pseudocrenilabrus philander
Tilapia sp.

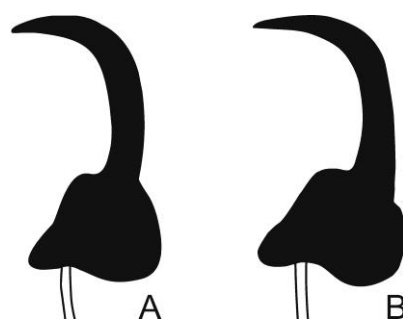
Lokalita: Chivero

Hrot a tělo středních háčků svírá ostrý úhel. Kořeny jsou téměř rovné s mírným rozšířením v koncové části. Ventrální destička protáhlého mírně prohnutého tvaru má malé arteriální výběžky, nepravidelnou kruhovitou vyvýšenou strukturu ve střední části v místě napojení membrány a výraznou protáhlou membránu zúženou ostře v koncové části. Okrajové háčky jsou charakteristické rozšířenou a zakulaceně zakončenou koncovou částí rukojeti, která nasedá na bázi v její přední třetině. Přední část báze je oboustranně zúžená, s mírným prohnutím zhora a výraznějším zesponu, končící zaobleně. Zadní polovina báze je zaoblená, štíhlé ostří nasedá na bázi vzpřímené nebo pod mírným náklonem vpřed, v horní třetině ostří zatačí pod pravým úhlem a v koncové části je rovnoměrně z obou stran zúženo, hrot končí v úrovni počátku báze nebo jej mírně přesahuje.

Morfologicky i metricky se nalezení jedinci podobají *G. ulinganisus*. Druh *Gyrodactylus* sp. 7 liší od *G. ulinganisus* kratšími kořeny středních háčků, delší a užší dorzální destičkou, užší ventrální destičkou a její delší membránou. Druhy *Gyrodactylus* sp. 6 a *Gyrodactylus* sp. 7 se nejvíce metricky liší rozměry středních háčků, jejich průměrné hodnoty jsou o 20-30 % rozdílné. Morfologicky se *Gyrodactylus* sp. 7 liší od *G. ulinganisus* ostřejším úhlem, který svírá hrot a tělo středních háčků. Báze okrajového háčku je vyšší a v zadní části více zakulacená. Koncová část ostří se jen velmi mírně sklání k linii báze .



Obr. 12. *Gyrodactylus* sp. 7. A – střední háček, B – ventrální destička, C – dorzální destička, D – okrajový háček. Meřítka – 10 μ m.



Obr. 13. Porovnání tvaru okrajových háčků. A – *Gyrodactylus* sp. 6. B – *Gyrodactylus* sp. 7.

Tabulka 6 Rozměry měřených parametrů skupiny 2

měřené parametry	<i>Gyrodactylus</i> sp. 6 (n = 11)	<i>Gyrodactylus</i> sp. 7 (n = 14)	<i>G. cichlidarum</i> ¹ (n = 1)	<i>G. ulinganisus</i> ² (n = 1)
tělo				
délka	385-746 ^a	639-728 ^b	-	-
šířka	67-125 ^a	128-139 ^b	-	-
cirrus				
délka	5-6,4 ^b	-	-	-
šířka	4,7-5,6 ^b	-	-	-
střední háček				
celková délka	48,5-53,5	66,1-72,1	55,6	64,9
délka hrotu	19,8-23,5	26,8-33,4	23,1	29,5
délka těla háčku	35,5-38,8	45-49,2	39,3	46,2
délka kořene	16,2-19,9	24,7-29,6	20,3	23,3
ventrální destička				
šířka	17-21,2	21,5-24,1	18,9	26
délka	8,9-10,6	7,7-13,3	5,3	11,1
délka membrány	11,7-13,8 ^c	15,7-19,3	13,9	13,2
dorzální destička				
šířka	13,4-15,8	14,6-21,2	13	16,7
délka	1,2-1,8	1,2-2	1,6	2
okrajový háček				
celková délka	27,8-32,5	31,6-37,9	-	33,1
délka rukojeti	20,5-24,8	23,8-28	20,3	24,9
délka hrotu	7,3-7,8	7,6-8,1	7,2	7,8
proximální šířka	3,6-4,4	4,2-4,9	4,2	4
distální šířka	3,4-4,6	3,8-4,9	-	4,5
vzdálenost hrot-báze	6,4-7,4	6,4-7,6	6,9	7,4

1 – holotyp, 2 – paratyp. Počet měření: a = 5, b = 2, c = 6.

Skupina 3

Skupina zahrnuje druhy *Gyrodactylus sturmbaueri* (obr. 14) a *Gyrodactylus* sp. 6 (obr. 15) podložené morfometricky (tab. 7) i sekvencemi DNA.

Sklerotizované struktury haptoru druhů řazených do této skupiny jsou menší velikosti, charakteristické robustní strukturou středních háčků s krátkou kořenovou částí. Tělo okrajových háčků má také celkově robustní stavbu, jejich báze je široká a ostří hrotu krátké.

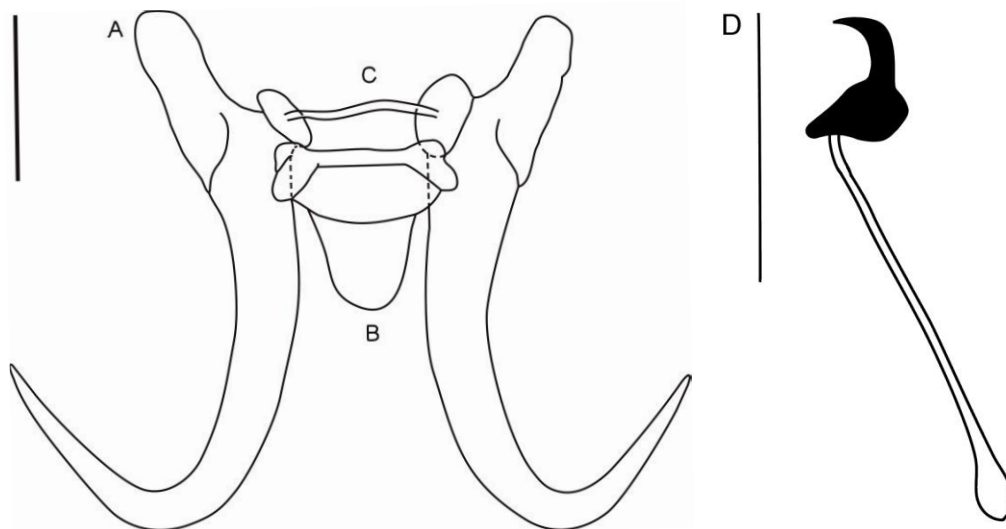
Gyrodactylus sturmbaueri (tab. 7, obr. 14, 16)

Hostitel: *Pseudocrenilabrus philander*

Lokalita: Kariba, Nwanedi

Tvar sklerotizovaných struktur haptoru se shoduje s typovým materiálem. Hrot a kořeny okrajových háčků směřují laterálně. Ventrální destička má vyvýšenou horní část ventrální destičky zahrnující malé anterolaterální výběžky. Membrána se pozvolna zužuje a končí zaobleně. Okrajové háčky mají rukojeť, jež je zakončená zakulaceným rozšířením a nasedá na bázi v její první třetině. Báze se v přední části postupně zužuje směrem dolů a je zakončena zaobleně. Báze je nejširší ve středu, ve dvou třetinách délky báze je zespod ploše zakončena. Ostří vlastního háčku nasedá na bázi vzpříma, plynule žúžená koncová část je zatočená téměř pod pravým úhlem.

Druh *G. sturmbaueri* byl určen na základě studia typového materiálu a genetické analýzy. Metrické údaje studovaných jedinců se ve většině znaků shodují s typovým materiálem *G. sturmbaueri*. Liší se pouze mírně kratší ventrální destičkou.



Obr. 14. *Gyrodactylus sturmbaueri*. A – střední háček, B – ventrální destička, C – dorzální destička, D – okrajový háček. Meřítka – 10 μ m.

***Gyrodactylus* sp. 8** (tab. 7, obr. 14, 15)

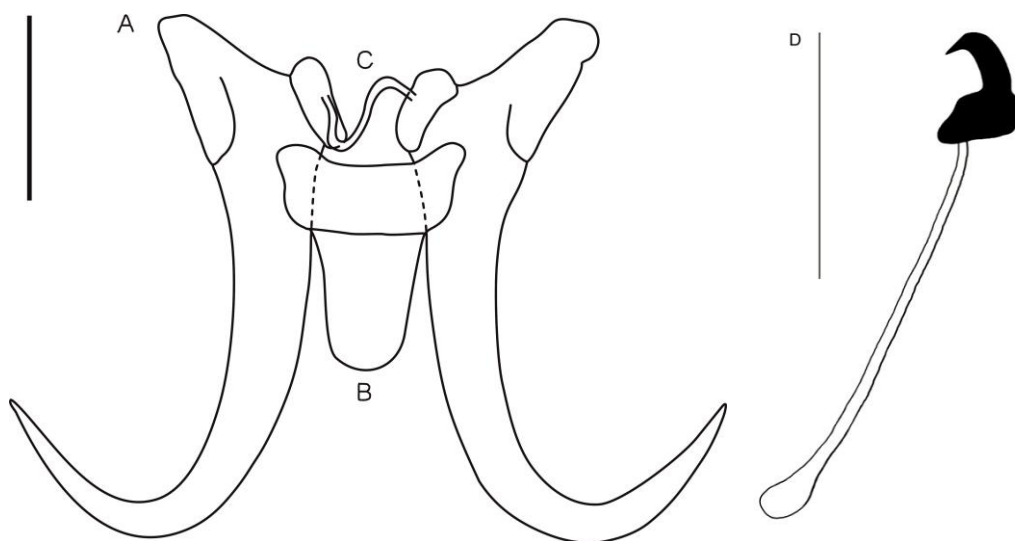
Hostitel: *Pseudocrenilabrus philander*

Tilapia rendalli

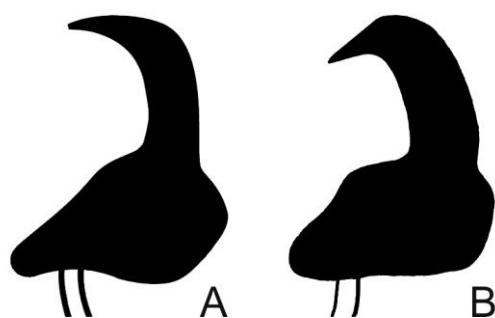
Lokalita: Chirundu, Kariba

Hrot a kořeny okrajových háčků výrazně směřují laterálně. Ventrální destička je protáhlého tvaru s menšími arteriálními výběžky vybíhajícími do boku, a tak tvoří nejširší místo destičky. Membrána se postupně zužuje, v koncové části je zaoblená. Okrajové háčky jsou charakteristické rukojetí zakončenou podlouhlým rozšířením a napojují se na bázi v její první třetině. Báze má kosodélníkový tvar, jenž je v přední části shora mírně prohnutý. Ostří nasedá na bázi s mírným náklonem vzad, ale vzápětí se sklání dopředu, v koncové části ztáčí pod pravým úhlem a shora se zužuje.

Tvar háčků *Gyrodactylus* sp. 6 se od *G. sturmbaueri* liší více rozevřeným hrotem středních háčků. *Gyrodactylus* sp. 6 nemá výrazné vyvýšení na ventrální destičce. Okrajové háčky jsou hranatější a mají méně protaženou bázi směrem dozadu. Ostří se sklání více dolů, a hrot je kratší s robustnějším hrotem (srovnání tvaru háčků obr. 16). Minimální metrické hodnoty jedinců, kromě rozměrů dorzální destičky a okrajových háčků, se částečně překrývají s maximálními naměřenými hodnotami druhu *G. sturmbaueri*.



Obr. 15. *Gyrodactylus* sp. 8. A – střední háček, B – ventrální destička, C – dorzální destička, D – okrajový háček. Meřítko – 10 μ m.



Obr. 16. Porovnání tvaru okrajových háčků. A – *Gyrodactylus sturmbaueri*, B – *Gyrodactylus* sp. 8.

Tabulka 7 Rozměry měřených parametrů skupiny 3

měřené parametry	<i>Gyrodactylus</i> sp. 8 (n = 6)	<i>G. sturmbaueri</i> (n = 44)	<i>G. sturmbaueri</i> ¹ (n = 1)
tělo			
délka	409-677 ^a	396-608 ^c	-
šířka	63-168 ^a	51-115 ^c	-
cirrus			
délka	6,6-12,6 ^b	5,9-8,1 ^c	-
šířka	3,7-7,1 ^b	5-6,8 ^c	-
střední háček			
celková délka	25,6-29	29,1-34,5	28,8
délka hrotu	8,7-11,4	11,2-13,6	9,8
délka těla háčku	22,8-26,3	25,2-27,6	25,3
délka kořene	7,8-11	8,8-11,3	8,8
ventrální destička			
šířka	7,7-10,3	8,6-12,9	10,2
délka	3,5-5,1	4,6-6,1	3,8
délka membrány	3,9-7,7	4,6-6,4	-
dorzální destička			
šířka	5,9-9,7	7,3-9,6	-
délka	0,6-1,1	0,7-0,9	-
okrajový háček			
celková délka	15,9-22	17,7-22,5	-
délka rukojeti	12,2-18,6	14,9-16,3	-
délka hrotu	3,5-4,9	3,9-4,8	4,4
proximální šířka	2-3,2	2,1-2,9	2
distální šířka	3-4,2	3,3-4,1	3,1
vzdálenost hrotu-báze	2,4-3,7	3,4-4,7	3,9

1 – paratyp. Počet měření: a = 31, b = 22, c = 3.

Skupina 4

Do skupiny byl zařazen *Gyrodactylus nyanzae* (obr. 17) podložený morfometricky (tab. 8) i sekvencemi DNA. Do této skupiny lze dále zařadit na základě podobného morfologického charakteru středních háčků druhů *G. ergensi* a *G. malalai* (tab. 8).

Sklerotizované struktury haptoru druhů řazených do této skupiny jsou štíhlé větších rozměrů s dlouhou kořenovou částí. Okrajové háčky jsou značně gracilní. Báze okrajových háčků je široká a podlouhlá, ostří protáhlé stáčeující se pod tupým úhlem. Ventrální destičky nemají anterolaterální výrůstky a jejich membrána je většinou velmi úzká.

Gyrodactylus nyanzae (tab. 8, obr. 17)

Hostitel: *Oreochromis niloticus*

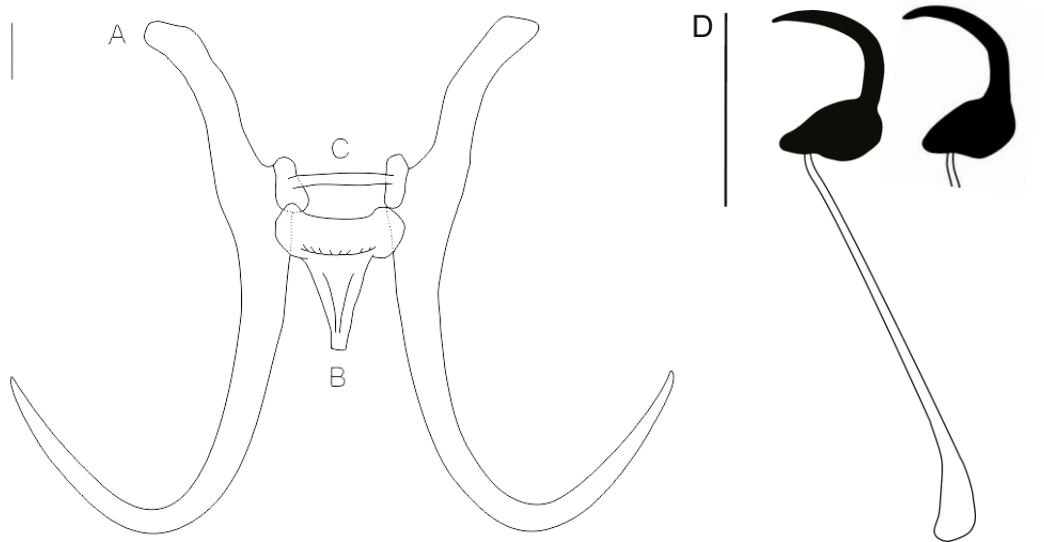
Tilapia rendalli

Lokalita: Kariba, Chirundu

Struktura stavby středních háčků je gracilní, kořeny směřují laterálně. Ventrální destička je protaženého tvaru, má výraznou membránou tvaru rovnoramenného trojúhelníku s tupě ukončenou koncovou částí. Okrajové háčky mají rozšířenou spodní část rukojeti, která nasedá na bázi v její první třetině. Přední část báze se směrem k ostří rozšiřeje, zvrchu může být mírně propadlá, zesponu je zúžená těsně za místem navázání rukojeti. Zadní polovina se zužuje zhora zaobleně a pak je skosená ke spodní linii báze. Ostří nasedá na bázi pod mírným náklonem vzad nebo téměř vzpřímeně, před polovinou své délky zatáčí pod tupým úhlem a je zakončeno hrotem, který mírně přesahuje okraj báze a směřuje lehce dolů.

Nalezení jedinci se svými rozměry částečně překrývají s metrickými hodnotami uvedenými v originálním popisu druhu. Mírně se liší menší celkovou délkou středních háčků, užší ventrální destičkou a kratší rukojetí. Významnějšími rozdíly jsou výrazně delší membrána ventrální destičky, menší celková délka okrajového háčku a hrotu, menší vzdáleností hrotu od báze. Od typového materiálu se námi nalezení jedinci liší tvarem membrány ventrální destičky, která má méně zaoblenou koncovou část. Tvar okrajových háčků se podobá druhu *G. malalai*, přední část báze je však více zaoblená, ostří nasedá na bázi pod výrazně menším náklonem vzad a zatáčí před polovinou své

délky. Druh *G. malalai* lze dobře odlišit na základě výrazně větší celkové délky a délky těla středních háčků.



Obr. 17. *Gyrodactylus nyanzae*. A – střední háček, B – ventrální destička, C – dorzální destička, D – okrajový háček. Meřítko – 10 μ m.

Tabulka 8 Rozměry měřených parametrů skupiny 4.

měřené parametry	<i>G. nyanzae</i> (n = 20)	<i>G. nyanzae</i> ¹ (n = 1)	<i>G. ergensi</i> (n = 18)	<i>G. malalai</i> (n = 18)
tělo				
délka	479-847 ^a	-	414-794 ^c	666-876 ^f
šířka	94-238 ^a	-	95-161 ^c	98-136 ^f
cirrus				
délka	8,15-9,81 ^b	-	11-16 ^d	13,5-17,8 ^g
šířka	4,43-6,23 ^b	-	10-13,5 ^d	10,9-15,2 ^g
střední háček				
celková délka	81,23-88,3	91	85-93,7	102-116
délka hrotu	31,7-37	34,5	33,3-37,5	35,7-48,9
délka těla háčku	60-64,7	62,5	60,6-70,4	68,8-77,8
délka kořene	30,9-37	37	30,9-40,3	32,4-54,1
ventrální destička				
šířka	18,4-23,7	24,5	17,9-21,6	17,9-21,6 ^e
délka	7,2-9,6	7,5	6,2-8	6,2-8 ^e
délka membrány	15,2-22,2	11,5	10,6-14,1	10,6-21,6 ^h
dorzální destička				
šířka	12,1-19,4	-	15,6-17,9 ^e	15,6-17,9 ^d
délka	1,2-2,17	-	1,6-2,1 ^e	1,6-2,1 ^f
okrajový háček				
celková délka	25,1-30,3	35	26,5-29,5	26,5-29,5 ^h
délka rukojeti	18-22,4	25,5	18,7-22,7	18,7-22,7 ^c
délka hrotu	6,9-8	9,5	6,5-7,6	6,5-7,6 ^c
proximální šířka	4,5-5,7	5	4,2-5	4,2-5 ^c
distální šířka	5,2-7	-	4-4,8	4-4,8 ^c
vzdálenost hrot-báze	6,04-7,6	9,5	6-6,6	6-7,1 ^c

1 – holotyp. Počet měření: a = 16, b = 5, c = 12, d = 6, e = 10, f = 7, g = 4, h = 9.

Skupina 5

Z nalezených jedinců se do skupiny řadí *G. yacatli* (obr. 18) podložený pouze morfometrickými daty (tab. 9). Na základě podobných morfologických znaků lze do skupiny řadit druhy *G. amphiliusi* a *G. shariffi*, které byly zahrnuty i do PCA analýz.

Hlavním charakteristickým znakem sklerotizovaných struktur haptoru jsou výrazné anterolaterální výběžky ventrální destičky. Okrajové háčky jsou ve srovnání s okrajovými háčky relativně malé s hrotem nakloněným k přední části báze.

Gyrodactylus yacatli (tab. 9, obr. 18)

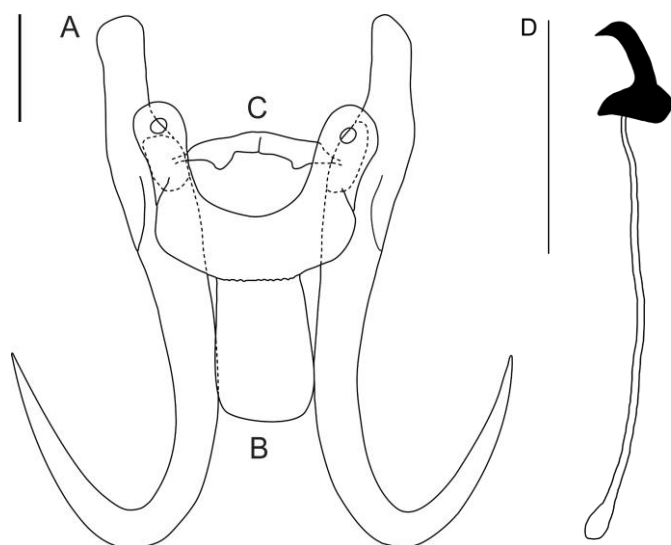
Hostitel: *Oreochromis niloticus*

Pseudocrenilabrus philander

Lokalita: Chirundu, Kariba

Hroty a kořeny směřují arteriálně, v místě napojení dorsální destičky je háček mírně rozšířený a prohnutý. Ventrální destička má výrazné, zaoblené anterolaterální výběžky s kruhovitými otvory v jejich koncové části. Střední část membrány přechází v anterolaterální výběžky ve vnější části. Mírně se rozšiřující membrána ventrální destičky je tupě zakončená. Rukojeť okrajových háčků je zakončena mírným zakuleceným rozšířením, na bázi se napojuje v přední třetině. Přední část báze je shora mírně zkosená, směrem dozadu se báze rozšiřuje směrem dolů a zadní část má hranatý tvar. Ostří nasedá na bázi výrazně nakloněně směrem dopředu a stáčí se pod ostrým úhlem končící krátkým hrotem, jež směřuje dolů.

Střední háčky nalezených jedinců se shodují tvarem i metrickými hodnotami uvedenými v originálním popisu druhu *G. yacatli*. Jediným znakem lišícím se významně od původního popisu je délka membrány ventrální destičky, která byla u námi studovaných jedinců dvojnásobně dlouhá. Mírně menších rozměrů oproti originálnímu popisu druhu dosahovaly délka ventrální destičky a distální šířka okrajových háčků.



Obr. 18. *Gyrodactylus yacatli*. A – střední háček, B – ventrální destička, C – dorzální destička, D – okrajový háček. Meřítko – 10 μm .

Tabulka 9 Rozměry měřených parametrů skupiny 5.

měřené parametry	<i>G. yacatli</i> (n = 4)	<i>G.yacatli</i> ¹ (n = 1)
tělo		
délka	394-459 ^a	420
šířka	74-83 ^a	95
cirrus		
délka	-	-
šířka	-	-
střední háček		
celková délka	47,7-50,6	48,4
délka hrotu	20,1-22	22,7
délka těla háčku	34-36,6	32,2
délka kořene	16-17,3	16,9
ventrální destička		
šířka	18,6-26	24,7
délka	16,3-16,8	20,4
délka membrány	15,3-18,7	8,5
dorzální destička		
šířka	14,5-17,3	20,2
délka	2,9-3,8	2,7
okrajový háček		
celková délka	20,9-23,4	22,3
délka rukojeti	16,9-19,2	18
délka hrotu	4,3-5	4,5
proximální šířka	3,1-3,3	3,3
distální šířka	2-2,5	3,2
vzdálenost hrot-báze	3,5-4	4,2

1 – holotyp. Počet měření: a = 3.

3.3. Statistické a fylogenetické analýzy

3.3.1. Analýza hlavních komponent

Analýza hlavních komponent byla provedena odděleně pro skupinu 1 (zahrnuto 48 jedinců), 2 (23), 3 (37), 4 (33) a 5 (7).

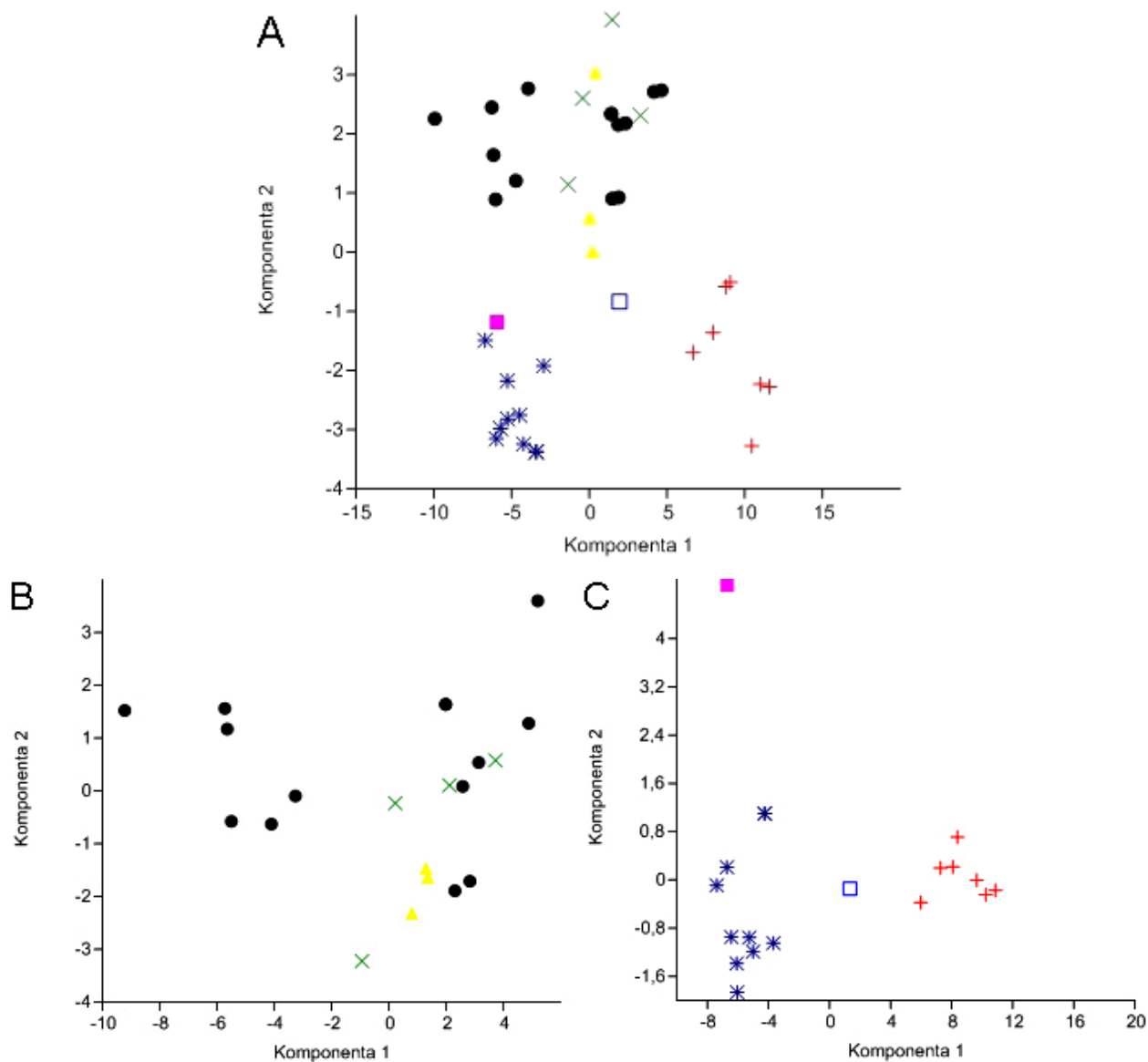
Ve skupině 1 je sedm morfologicky velmi podobných druhů, proto byly pro tuto skupinu vytvořeny tři grafy. První z nich (graf 1 – A) zahrnuje všechny druhy zařazené do skupiny: *Gyrodactylus* sp. 1 (12 zástupců), *Gyrodactylus* sp. 2 (1), *Gyrodactylus* sp. 3 (10), *Gyrodactylus* sp. 4 (4), *Gyrodactylus* sp. 5 (7), *G. thlapi* – paratypy (3) a *G. thysi* – paratyp (1). Ordinační osa komponenty 1 vysvětlila 72,7 % variability a komponenty 2 12,1 %. Shluky druhů *Gyrodactylus* sp. 3 a *Gyrodactylus* sp. 5 lze částečně oddělit. Druhý graf (graf 1 – B) zobrazuje nerozlišené shluky zahrnutých druhů *Gyrodactylus* sp. 1, *Gyrodactylus* sp. 4 a *G. thlapi*. Ordinační osa komponenty 1 vysvětlila 65,3 % variability a komponenty 2 11,2 %. Třetí graf (graf 1 – C) tvoří dva dobře odlišitelné shluky druhů, *Gyrodactylus* sp. 3 a *Gyrodactylus* sp. 5, dále druhy *Gyrodactylus* sp. 2 a *G. thysi*. Ordinační osa komponenty 1 vysvětlila 89,1 % variability a komponenty 2 3,6 %.

PCA skupiny 2 (graf 2), zahrnující rozměry druhů *Gyrodactylus* sp. 6 (10), *Gyrodactylus* sp. 7 (11), *G. cichlidarum* – holotyp (1) a *G. ulinganisus* – paratyp (1), odlišuje velmi dobře druhy *Gyrodactylus* sp. 6 a *Gyrodactylus* sp. 7. Druh *G. cichlidarum* se nachází v blízkosti druhu *Gyrodactylus* sp. 6, druh *G. ulinganisus* – paratyp, lze odlišit od *Gyrodactylus* sp. 7. Ordinační osa komponenty 1 vysvětlila 92,2 % variability a komponenty 2 2,8 %.

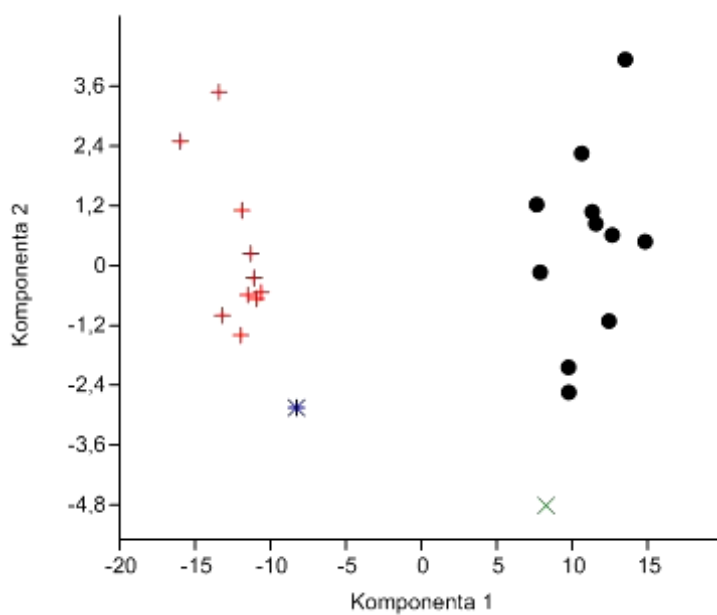
Ve skupině 3 (graf 3), zahrnující druhy *Gyrodactylus* sp. 8 (31), *G. sturmbaueri* (5) a *G. sturmbaueri* – paratyp (1), nelze jasně odlišit jednotlivé druhy na základě metrických parametrů a shluky druhů se částečně překrývají. Ordinační osa komponenty 1 vysvětlila 69,5 % variability a komponenty 2 11,3 %.

Graf skupiny 4 (graf 4), zahrnuje druhy *G. nyanzae* (20), *G. ergensi* (7) a *G. malalai* (6), tvoří dva dobře ohraničené shluky. První z nich je tvořen druhem *G. nyanzae* a *G. ergensi*, druhý druhem *G. malalai*. Ordinační osa komponenty 1 vysvětlila 91 % variability a komponenty 2 2,9 %.

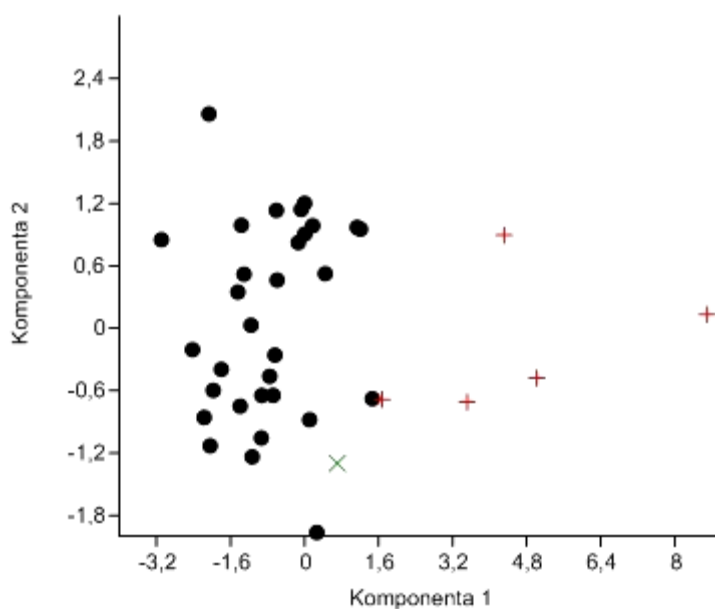
Skupina 5 (graf 5) zahrnuje druhy *G. yacatli* (4), *G. amphiliusi* – holotyp (1), *G. shariffi* – paratyp (1) a *G. yacatli* – holotyp (1). *G. yacatli*, *G. yacatli* – holotyp a *G. shariffi* jsou dobře odděleny od *G. amphiliusi*. Ordinační osa komponenty 1 vysvětlila 58,5 % variability a komponenty 2 23,5 %.



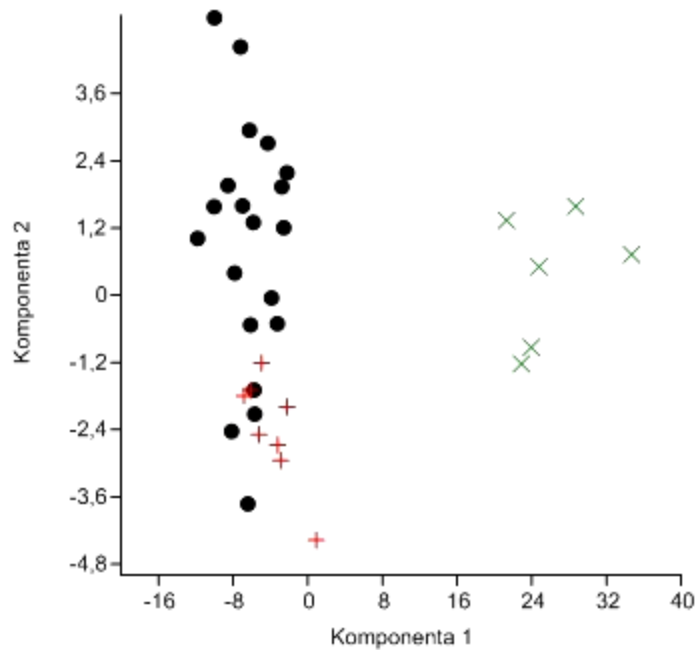
Graf 1. Graf analýzy hlavních komponent rozměrů sklerotizovaných částí haptoru skupiny 1. A – *Gyrodactylus* sp. 1 (bod), *Gyrodactylus* sp. 2 (čtverec), *Gyrodactylus* sp. 3 (hvězda), *Gyrodactylus* sp. 4 (kříž), *Gyrodactylus* sp. 5 (plus), *G. thlapi* (trojúhelník plný), *G. thysi* (čtverec plný). B – zahrnuje druhy *Gyrodactylus* sp. 1, *Gyrodactylus* sp. 4 a *G. thlapi* s odpovídajícími symboly jako v grafu A. C – zahrnuje druhy *Gyrodactylus* sp. 2 *Gyrodactylus* sp. 3, *Gyrodactylus* sp. 5 a *G. thysi* s odpovídajícím symboly jako v grafu A.



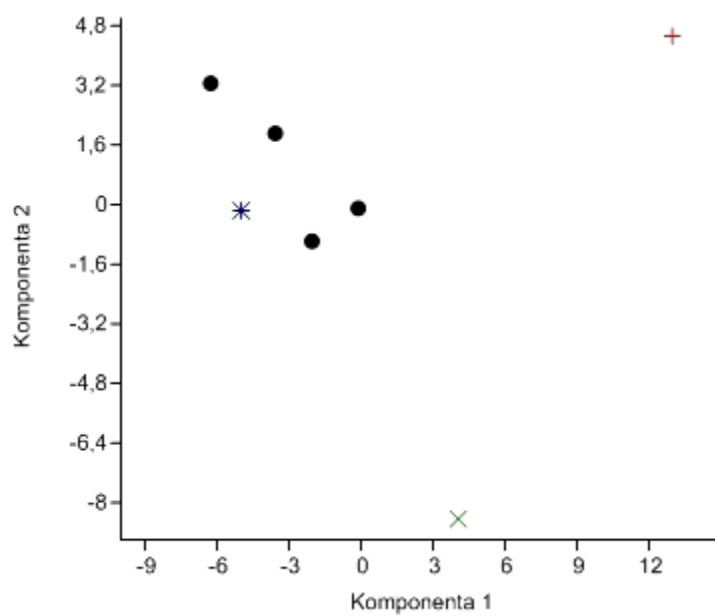
Graf 2. Graf PCA skupiny. *Gyrodactylus* sp. 6 (plus), *Gyrodactylus* sp. 7 (bod)
G. cichlidarum – holotyp (hvězda), *G. ulinganisus* – paratyp (kříž).



Graf 3. Graf PCA skupiny 3. *Gyrodactylus* sp. 8 (bod), *G. sturmbaueri* (plus),
G. sturmbaueri – paratyp (kříž).



Graf 4. Graf PCA skupiny 4. *G. nyanzae* (bod), *G. ergensi* (plus), *G. malalai* (kříž).



Graf 5. Graf PCA skupiny 5: *G. yacatli* (bod), *G. amphiliusi* (plus), *G. shariffi* (kříž), *G. yacatli* – holotyp (hvězda).

3.3.2. Molekulárně genetická charakteristika druhů

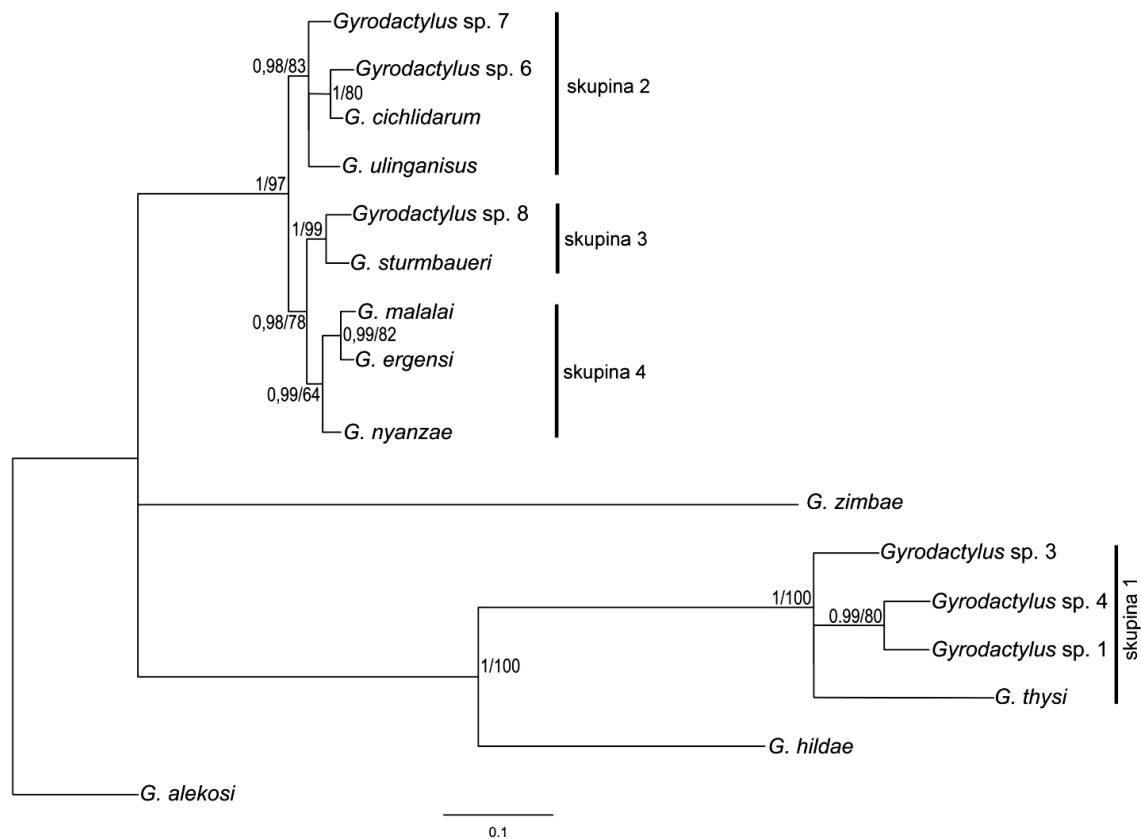
Částečné sekvence ITS rDNA se podařilo amplifikovat u druhů *G. nyanzae*, *G. sturmbaueri*, *Gyrodactylus* sp. 1, *Gyrodactylus* sp. 3, *Gyrodactylus* sp. 4, *Gyrodactylus* sp. 6, *Gyrodactylus* sp. 7 a *Gyrodactylus* sp. 8. Jejich délka dosahovala od 666 bp u *G. nyanzae* až do 783 bp u *Gyrodactylus* sp. 7.

Sekvence *G. sturmbaeuri* získané v této studii se při porovnání lišila od té uložené v genové bance 7 substitucemi (4 tranzice a 3 tranzverze), což činí při její délce 758 bp rozdíl 0.8 %. U druhu *G. nyanzae* byly získány dva haplotypy ITS rDNA. Sekvence jedince z *O. niloticus* se lišila od sekvence z *T. rendali* 2 tranzicemi. Výsledná sekvence *Gyrodactylus* sp. 1 byla získána ze tří sekvenovaných jedinců, kteří byli nalezeni na *O. niloticus* a *T. rendali*. Všechny tři sekvence byly identické v celé své délce 764 bp. Sekvenci *Gyrodactylus* sp. 3 o délce 674 bp se podařilo úspěšně amplifikovat ze tří jedinců. Získané sekvence jsou u všech jedinců stejné s výjimkou jedné báze v úseku ITS2, která byla u dvou z nich nejasně odečitatelná. Získaná sekvence *Gyrodactylus* sp. 4 dosahovala délky 771 bp, ta byla amplifikována ze dvou jedinců a obě sekvence byly shodné v celé jejich délce. U druhů *Gyrodactylus* sp. 6 a *Gyrodactylus* sp. 8 se částečné sekvence podařily úspěšně amplifikovat pouze u jednoho z jedinců. Jejich délka dosahoval 781 bp a 702 bp. U druhu *Gyrodactylus* sp. 7 získané sekvence pocházejí z pěti jedinců, kteří byli nalezeni na třech hostitelích, *P. philander*, *Tilapia* sp. a *P. acuticeps*. Nejdelší z nich dosahovala délky 783 bp a u všech jedinců byla totožná v celé své délce.

3.3.3. Fylogenetické analýzy

Výsledkem testu maximální věrohodnosti a Bayesovské statistiky byl fylogenetický strom o shodné topologii (obr. 20). Fylogenetické analýzy vytvořily shluky druhů, které odpovídají rozdělení do skupin na základě morfologických znaků skleritů přichytného aparátu. Velmi významně je podpořen shluk druhů skupiny 1. Silně jsou podpořeny i shluky skupin 2, 3 a 4. Genetické vzdálenosti mezi jednotlivými druhy se v rámci jednotlivých shluků pohybovaly do 5 %. To neplatilo pro druhy skupiny 1, kde byly zaznamenány vzdálenosti 6,9-15 %. Největší genetické vzdálenosti 38,3 % byly

pozorovány mezi *G. zimbae* – *G. thysi* a *G. zimbae* – *Gyrodactylus* sp. 1. Kompletní přehled genetických vzdáleností je uveden v Tab. 10.



Obr. 19. Fylogeneze druhů *Gyrodactylus* parazitujících afické cichlidy založená na ITS rDNA. Topologie stromu pochází z Bayesovské statistiky se zobrazenou podporou uzlů Bayesovská statistika/ maximální věrohodnost (při 1000 opakování).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 <i>Gyrodactylus</i> sp. 7															
2 <i>Gyrodactylus</i> sp. 6	0.049														
3 <i>G. cichlidarum</i>	0.035	0.028													
4 <i>G. ulinganisus</i>	0.037	0.044	0.040												
5 <i>Gyrodactylus</i> sp. 8	0.074	0.075	0.063	0.075											
6 <i>G. sturmbaueri</i>	0.074	0.080	0.075	0.077	0.038										
7 <i>G. malalai</i>	0.069	0.067	0.063	0.071	0.066	0.066									
8 <i>G. ergensi</i>	0.061	0.067	0.064	0.067	0.064	0.061	0.021								
9 <i>G. nyanzae</i>	0.064	0.072	0.069	0.069	0.058	0.055	0.040	0.040							
10 <i>G. zimbae</i>	0.323	0.334	0.329	0.331	0.334	0.334	0.331	0.325	0.326						
11 <i>Gyrodactylus</i> sp. 3	0.320	0.319	0.325	0.325	0.329	0.327	0.319	0.320	0.312	0.374					
12 <i>Gyrodactylus</i> sp. 4	0.325	0.328	0.332	0.335	0.337	0.333	0.320	0.327	0.327	0.373	0.111				
13 <i>Gyrodactylus</i> sp. 1	0.342	0.347	0.345	0.353	0.353	0.350	0.340	0.340	0.340	0.383	0.111	0.069			
14 <i>G. thysi</i>	0.343	0.343	0.342	0.348	0.345	0.347	0.335	0.332	0.338	0.383	0.150	0.143	0.138		
15 <i>G. hilda</i>	0.318	0.321	0.323	0.317	0.334	0.328	0.326	0.321	0.324	0.360	0.292	0.301	0.292	0.292	
16 <i>G. alekosi</i>	0.240	0.235	0.232	0.240	0.249	0.250	0.232	0.240	0.235	0.333	0.322	0.327	0.332	0.354	0.323

Tabulka 10 Tabulka genetických vzdáleností mezi druhy zahrnutými do fylogenetických analýz, na základě aligmentu 652 bp ITS rDNA.

4. DISKUZE

K dnešnímu dni je z území Afriky popsáno 31 druhů rodu *Gyrodactylus*, což je jen malá část z více než 400 dnes známých druhů tohoto rodu (HARRIS *et al.* 2004). Téměř polovina dnes známých afrických druhů *Gyrodactylus* (12) parazituje cichlidovité ryby, což odráží zájem o studium parazitů těchto ryb v posledních letech (EL-NAGGAR & EL-TANTAWY 2003, CHRISTISON *et al.* 2005, GARCÍA-VÁSQUEZ *et al.* 2010, GARCÍA-VÁSQUEZ *et al.* 2011, PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2009b, VANHOVE *et al.* 2011, PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2012a). Lze se domnívat, že pokud by ostatní skupiny hostitelů byly studovány se stejnou intenzitou jako cichlidovité ryby, tak by byl počet těchto parazitů mnohem vyšší. Počet druhů rodu *Gyrodactylus* parazitujících cichlidovité ryby v jižní části afrického kontinentu je odhadnut na 51, z toho pouze čtvrtina byla doposud popsána (byly zahrnuty druhy z diplomové práce). Jednoduchý odhad byl vypočítán jako součin průměrného počtu druhů rodu *Gyrodactylus*, popsáných v rámci této studie a doposud publikovaných popisů druhu, na hostiteli a počtu druhů cichlidovitých ryb (s výjimkou druhů zahrnutých v této studii a již popsáných druhů s nálezem rodu *Gyrodactylus*). Odhadnutý počet o 14 % převyšuje odhad založený na předpokladu, že většina kostnatých ryb je infikována pouze jedním druhem parazita rodu *Gyrodactylus* (BAKKE *et al.* 2002).

Morfologické rozdíly ve sklerotizovaných částech haptoru morfologicky podobných druhů mohou být velmi malé, přesto na základě dostatečné genetické vzdálenosti sekvencí fragmentu ITS rDNA mohou být diferencovány. Hranice pro odlišení druhů v rámci rodu *Gyrodactylus* byla navržena na 1 % (ZIĘTARA & LUMME 2004). Nicméně i u jedinců jednoho druhu může být větší rozdíl v genetických vzdálenostech. Tento rozdíl může být způsoben geografickou vzdáleností míst, kde byli jedinci získáni (PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2012a). U poloviny studovaných druhů byla zaznamenána relativně široká hostitelská specifita (popsány z dvou až čtyř druhů ryb), což je v rozporu s doposud pozorovaným trendem, kdy zástupci rodu *Gyrodactylus* jsou typičtí svou úzkou hostitelskou specifikou, která se však může mezi jednotlivými kontinenty lišit (POULIN 1992, BAKKE 1992 in BAKKE 2002).

Skupiny druhů rodu *Gyrodactylus*, vytvořené na základě morfologických znaků, jakými jsou přítomnost přídatného skleritu a filamentární prodloužení rukojeti u

skupiny 1, malá nebo naopak velká celková délka středních háčků skupiny 3 a 4, výrazné anterolaterální výběžky ventrální destičky u druhů skupiny 5, odpovídají shlukům ve fylogenetické analýze založené na genetických vzdálenostech mezi sekvencemi 652 bp úseku ITS rDNA.

V rámci skupiny 1 lze druhy převážně odlišit na základě důkladné studie morfologie okrajových háčků, proto se podpora genetickými data jeví jako velmi nezbytná. Doposud popsanými druhy zahrnutými do skupiny 1 jsou *G. thlapi* a *G. thysi*. Studium typového materiálu *G. thlapi* odhalilo, že v původním popisu druhu nebyly zachyceny přídatné sklerity a filamentární prodloužení rukojeti okrajového háčku, které byly pozorovatelné u typového materiálu. Membrána ventrální destičky byla pozorována u druhu *Gyrodactylus* sp. 2 a typového materiálu *G. thlapi*. Mohla by se však vykytovat u všech druhů, ale kvůli své tenké struktuře není u většiny preparátů pozorovatelná. Studium přídatných skleritů je nejvhodnější u larválních stádií, protože nedochází k jejich deformaci nebo přemístění.

Druhy *Gyrodactylus* sp. 6 a *Gyrodactylus* sp. 7 lze odlišit od morfometricky velmi podobných druhů *G. cichlidarum* a *G. ulinganisus* především na základě genetické vzdálenosti sekvencí fragmentu rDNA, která byla v obou případech vyšší než 2 %. Druhy *Gyrodactylus* sp. 6 a *Gyrodactylus* sp. 7 mají široké spektrum hostitelů (byly popsány ze tří a čtyř druhů ryb) což je v souladu s příbuzným celosvětově rozšířeným druhem *G. cichlidarum* doposud zaznamenan z nejméně 13 druhů ryb. PCA metoda je vhodná pro odlišení druhů *Gyrodactylus* sp. 6 a *Gyrodactylus* sp. 7, zřetelně však neodliší od těchto druhů *G. cichlidarum* a *G. ulinganisus*.

G. sturmbaueri ze skupiny 3 byl v rámci této studie poprvé zaznamenan z území Jihoafrické republiky a Zimbabwe parazitující na *P. philander*. Druhy, v rámci této skupiny, lze odlišit dle tvaru vlastních okrajových háčků a sekvencí rDNA (necelá 4 %), které jsou dostatečné pro jejich odlišení.

Nález *G. nyanzae* z *O. niloticus* a *T. rendalli* ze Zimbabwe a Jihoafrické republiky přináší nové hostitelské a geografické záznamy pro tento druh parazita. V rámci skupiny 4 lze druhy *G. nyanzae* a *G. malalai* dobře odlišit metricky (potvrzeno pomocí PCA). Odlišit *G. ergensi* od *G. malalai* je možné na základě tvaru okrajových háčků, což potvrdila studie PŘIKRYLOVÁ *et al.* (2012a).

Metoda PCA napomohla odhalit rozdíly mezi některými druhy, je však citlivá na odlehle hodnoty a má omezené použití u morfometricky velmi podobných nebo naopak příliš rozdílných druhů. Analýza sekvencí fragmentu ITS rDNA je vysoce objektivní metoda vhodná především pro oddělení parazitů na úrovni druhů (PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2013). Vhodnost tohoto fragmentu pro podrobnější studium fylogenetických vztahů v rámci vyšší než druhové úrovně byla již diskutována v práci VANHOVE *et al.* (2011). Jako vhodnější úsek pro studium fylogeneze byl potvrzen úsek 18S rDNA (PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2013).

Velmi užitečným zdrojem dat při studiu živorodých monogeneí rodu *Gyrodactylus* se do budoucna jeví elektronická databáze GyroDb (SHINN *et al.* 2010), zahrnující seznam všech popsáných druhů a všech jejich hostitelů publikovaných do roku 2011 včetně. Pokud se jejím autorům podaří dodržet stávající koncept a bude kontinuálně doplňována o nové popisy druhů, lze ji považovat za velice cenný souhrnný zdroj informací.

Práce přináší originální data o diverzitě druhů živorodých monogeneí, parazitujících cichlidovité ryby v jižní části afrického kontinentu. Tito parazité byli studováni kombinací morfometrických parametrů sklerotizovaných částí haptoru a sekvencí fragmentu ITS rDNA. Z šesti druhů ryb (*O. niloticus*, *P. acuticeps*, *P. philander*, *T. rendalli*, *T. sparrmanii* a *Tilapia* sp.) bylo zaznamenáno 11 druhů rodu *Gyrodactylus*. Popis osmi nových druhů, rozšíření geografického výskytu (*G. yacatli*), hostitelských druhů (*G. sturmbaueri*), případně obou charakteristik (*G. nyanzae*) tak představuje významný posun ve studiu diverzity studovaných parazitů na daném území. Práce jednoznačně potvrzuje nezbytnost kombinace morfometrických a molekulárních metod při studiu této skupiny parazitů, což dokazují recentně publikované práce (KUUSELA *et al.* 2008, PŘIKRYLOVÁ *et al.* 2012b).

5. LITERATURA

- ARCGIS 2013. ArcGIS Online. Dostupné z <http://www.arcgis.com/>.
- BAKKE T. A., HARRIS P. D., JANSEN P. A & HANSEN L. P. 1992: Host specificity and dispersal strategy in gyrodactylid monogeneans, with particular reference to *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea). *Diseases of Aquatic Organisms* 13: 63-74.
- BAKKE T. A., HARRIS P. D. & CABLE J. 2002: Host specificity dynamics: observation on gyrodactylid monogeneans. *International Journal for Parasitology* 32: 281-308.
- BAKKE T. A., HARRIS P. D., HANSEN H., CABLE J. & HANSEN L. P. 2004: Susceptibility of Baltic and East Atlantic salmon *Salmo salar* stocks to *Gyrodactylus salaris* (Monogenea). *Diseases of aquatic organisms* 58(2-3): 171-177.
- BAKKE T. A., CABLE J. & HARRIS P. D. 2007: The Biology of Gyrodactylid Monogeneans: The “Russian-Doll Killers”. *Advances in Parasitology* 64: 161-376.
- BARSON M., PŘIKRYLOVÁ I., VANHOVE M. P. M. & HUYSE T. 2010: Parasite hybridization in African *Macrogyrodactylus* spp. (Monogenea, Platyhelminthes) signals historical host distribution. *Parasitology* 137:1585-1595.
- BILLS R. 2007. *Tilapia guinasana*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Dostupné z www.iucnredlist.org. Verze z 2.2012.
- BOEGER W. A., KRITSKY D. C. & BELMONT-JÉGU E. 1994: Neotropical Monogenoidea. 20. Two new species of oviparous Gyrodactylidea (Polyonchoinea) from loricariid catfishes (Siluriformes) in Brazil and the phylogenetic status of Oeogyrodactylidae Harris, 1983. *Journal of the Helminthological Society of Washington* 61: 34-44.
- BOEGER W. A., KRITSKY D. C. & PIE M. R. 2003: Context of diversification of the viviparous Gyrodactylidae (Platyhelminthes, Monogenoidea). *Zoologica Scripta* 32: 437-448.

- BUCHMANN K. & BRESCIANI J. 2006: Monogenea. In: WOO, P. T. K. (ed.): *Fish Diseases and Disorders*. Second Edition. Volume 1. Protozoan and Metazoan Infections. CABI, Wallingford, pp. 297-344.
- BUNKLEY-WILLIAMS L. & WILLIAMS E. H. 1994: Parasites of Puerto Rican freshwater sport fishes. Department of Natural and Environmental Resources.
- CABLE J., HARRIS P. D., TINSLEY R. C. & LAZARUS C. M. 1999: Phylogenetic analysis of *Gyrodactylus* spp. (Platyhelminthes: Monogenea) using ribosomal DNA sequences. *Canadian Journal of Zoology* 77: 1439-1449.
- CAMBRAY J. & SWARTZ E. 2007: *Oreochromis mossambicus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Dostupné z www.iucnredlist.org. Verze z 2.2012.
- CAPELLA-GUTIÉRREZ S., SILLA-MARTÍNEZ J. M. & GABALDÓN T. 2009: TrimAl: a tool for automated alignment trimming in large-scale phylogenetic analyses. *Bioinformatics* 25(15): 1972-1973.
- CUNNINGHAM C. O. 1997: Species variation within the internal transcribed spacer (ITS) region of *Gyrodactylus* (Monogenea: Gyrodactylidae) ribosomal RNA genes. *Journal of Parasitology* 83: 215-219.
- DOUELLOU L. & CHISHAWA A. M. M. 1995: Monogeneans of three siluriform fish species in Lake Kariba, Zimbabwe. *Journal of African Zoology* 109.
- DUPONCHELLE F., PARADIS E., RIBBINK A. J. & TURNER G. F. 2008: Parallel life history evolution in mouthbrooding cichlids from the African Great Lakes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105(40): 15475-15480.
- EL-ABBASSY S. A. 2005: Studies of the anatomical features, histochemical components and pathological impacts of gyrodactylid monogenean parasites infesting the catfish *Clarias gariepinus* inhabiting Nile Delta Waters. PhD Thesis, Faculty of Sciences, Mansoura University, Mansoura, Egypt.
- EL-NAGGAR A. M. 2007: Mode of attachment and local histopathological impacts of the viviparous monogeneans *Gyrodactylus rysavyi* and *Macrogyrodactylus congolensis*

- from the skin and fins of the catfish *Clarias gariepinus*. *Egyptian Journal of Zoology* 49: 293-308.
- EL-NAGGAR A. A. & EL-TANTAWY S. A. 2003: The dynamics of gill monogenean communities on cichlid fish hosts inhabiting Damietta Branch of the River Nile: long-term changes in species richness and community structure. *Journal of the Egyptian German Society of Zoology* 41D: 187-220.
- EL-NAGGAR M. M. & SERAG H. M. 1987: Redescription of *Macrogyrodactylus clarii* Gussev, 1961, a monogenean parasite of *Clarias lazera* in Egypt. *Arab Gulf Journal of Scientific Research, Agriculture and Biological Sciences* 5: 257-271.
- ERGENS R. 1973: Two new species of *Gyrodactylus* from *Clarias lazera* (Vermes, Trematoda, Monogenoidea). *Revue de Zoologie et de Botanique Africaines* 87: 77-80.
- ERGENS R. & LOM J. 1970: *Causative agents of fish diseases*. Publ. House Academia, Prague, pp. 384.
- ERNST I., WHITTINGTON I. D. & JONES M. K. 2000: Three new species of *Polyclithrum* Rogers, 1967 (Gyrodactylidae: Monogenea) from mugilid fishes from Australia and Brazil, with a redescription of *P. mugilini*. *Systematic Parasitology* 45: 61-73.
- EUZET L. & COMBES C. 1998: The selection of habitats among the monogenea. *International Journal for Parasitology* 8: 1645-1652.
- FAO 2007a: Zimbabwe. FAO Fisheries and Aquaculture Country Profiles. Food and Agriculture Organization of United Nations. Dostupné z <http://www.fao.org>.
- FAO 2007b: Namibia. FAO Fisheries and Aquaculture Country Profiles. Food and Agriculture Organization of United Nations. Dostupné z <http://www.fao.org>.
- FAO 2007c: Botswana. FAO Fisheries and Aquaculture Country Profiles. Food and Agriculture Organization of United Nations. Dostupné z <http://www.fao.org>.
- FAO 2008a: Lesotho. FAO Fisheries and Aquaculture Country profile. Dostupné z <http://www.fao.org>.

- FAO 2008b: Swaiziland. FAO Fisheries Profile. Food and Agriculture Organization of United Nations. Dostupné z <http://www.fao.org>.
- FAO 2010a: Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Dostupné z <http://www.fao.org>.
- FAO 2010b: National Fishery sector overview South Africa. FAO Fisheries and Aquaculture Country Profiles. Dostupné z <http://www.fao.org>.
- FROESE R. & PAULY D. 2012: FishBase. Dostupné z <http://www.fishbase.org>. Verze z 08.2012.
- GARCÍA-VÁSQUEZ A., HANSEN H. & SHINN A. P. 2007: A revised description of *Gyrodactylus cichlidarum* Paperna, 1968 (Gyrodactylidae) from the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus niloticus* (Cichlidae), and its synonymy with *G. niloticus* Cone, Arthur et Bondad Reantaso, 1995. *Folia Parasitologica* 54: 129-140.
- GARCÍA-VÁSQUEZ A., HANSEN H., CHRISTISON K. W., RUBIO-GODOY M., BRON J. E. & SHINN A. P. 2010: Gyrodactylids (Gyrodactylidae, Monogenea) infecting *Oreochromis niloticus niloticus* (L.) and *O. mossambicus* (Peters) (Cichlidae): A pan-global survey. *Acta Parasitologica* 55: 215-229.
- GARCÍA-VÁSQUEZ A., HANSEN H., CHRISTISON K. W., BRON J. E. & SHINN A. P. 2011: Description of three new species of *Gyrodactylus* von Nordmann, 1832 (Monogenea) parasitising *Oreochromis niloticus niloticus* (L.) and *O. mossambicus* (Peters) (Cichlidae). *Acta Parasitologica* 52(1): 20-33.
- GENNER M. J., SEEHAUSEN O., LUNT D. H., JOYCE D. A., SHAW P. V., CARVALHO G. R. & TURNER G. F. 2007: Age of Cichlids: New Dates for Ancient Lake Fish Radiations. *Molecular Biology and Evolution* 24(5): 1269-1282.
- GLEZ-PEÑA D., GÓMEZ-BLANCO D., REBOIRO-JATO M., FDEZ-RIVEROLA F. & POSADA D. 2010: ALTER: program-oriented conversion of DNA and protein alignments. *Nucleic Acids Research* 38(2): W14-W18.
- GUINDON S. & GASCUEL O. 2003: A simple, fast and accurate method to estimate large phylogenies by maximum-likelihood. *Systematic Biology* 52: 696-704.

- GUSSEV A. V. 1961: A viviparous monogenetic trematode from freshwater basins of Africa. *Doklady Akademy Nauka SSSR* 136: 490-493.
- HAMMER Ø., HARPER D. A. T. & RYAN P. D. 2001: PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia electronica* 4(1): 9 pp.
- HANSEN H., BAKKE T. A. & BACHMANN L. 2007: DNA taxonomy and barcoding of monogenean parasites: Lessons from *Gyrodactylus*. *Trends in Parasitology* 23: 363-367.
- HARRIS P. D. & TINSLEY R. C. 1987: The biology of *Gyrodactylus gallieni* (Gyrodactylidae), an unusual viviparous monogenean from the African clawed toad *Xenopus laevis*. *Journal of Zoology*: 325-346.
- HARRIS P. D., SHINN A. P., CABLE J. & BAKKE T. A. 2004: Nominal species of the genus *Gyrodactylus* von Nordmann 1832 (Monogenea: Gyrodactylidae), with a list of principal host species. *Systematic Parasitology* 59(1): 1-27.
- HUELSENBECK J. P., RONQUIST F. 2001: MrBayes: Bayesian inference of phylogenetic trees. *Bioinformatics* 17: 754-755.
- HUELSENBECK J. P., RONQUIST F. 2003: MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* 19: 1572-1574.
- HUYSE T., AUDENAERT V. & VOLCKAERT F. A. M. 2003: Speciation and host-parasite relationships in the parasite genus *Gyrodactylus* (Monogenea, Platyhelminthes) infecting gobies of the genus *Pomatoschistus* (Gobiidae, Teleostei). *International Journal for Parasitology* 33: 1679-1689.
- CHRISTISON K. W., SHINN A. P. & VAN AS J. G. 2005: *Gyrodactylus thlapi* n. sp. (Monogenea) from *Pseudocrenilabrus philander philander* (Weber) (Cichlidae) in the Okavango Delta, Botswana. *Systema Parasitologica* 60 (3): 165-173.
- KAZEMBE J., MARSHALL B., MOELANTS T. & TWEDDLE D. 2010. *Tilapia sparrmanii*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Dostupné z www.iucnredlist.org. Verze z 2.2012.

- KOBLMÜLLER S., SCHLIEWEN U. K., DUFTNER N., SEFC K. M., KATONGO C. & STURMBAUER CH. 2008: Age and spread of the haplochromine cichlid fishes in Africa. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 49: 153-169.
- KOCHER T. D. 2004: Adaptive evolution and explosive speciation: the cichlid fish model. *Nature Reviews Genetics* 5 (4): 288-298.
- KHALIL F. L. & MASHEGO, N. S. 1998: The African monogenean gyrodactylid genus *Macrogyrodactylus* Malmberg, 1957, and the reporting of three species of the Genus on *Clarias gariepinus* in South Africa. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 65: 223-231.
- KRITSKY D. C. & BOEGER W. A. 2003: Phylogeny of the Gyrodactylidae and the phylogenetic status of *Gyrodactylus* Nordmann, 1832 (Platyhelminthes: Monogenoidea). In: COMBES C. & JOURDANE J. (eds.): *Taxonomie, Ecologie et Evolution des Métazoaires Parasites. Taxonomy, Ecology and Evolution of Metazoan Parasites*. Presses Universitaires de Perpignan, Perpignan, France, pp. 37-58.
- KULLANDER S. O. 1998: A Phylogeny and Classification of the South American Cichlidae (Teleostei: Perciformes). In: MALABARBA L. R., REIS R. P., LUCENA Z. M. & LUCENA C. A. S. (eds.): *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil, pp. 461-498.
- KULLANDER S. O. & FERREIRA E. J. G. 2005: Two new species of *Apistogramma* Regan (Teleostei: Cichlidae) from the rio Trombetas, Pará State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3(3): 361-371.
- KUUSELA J., ZIĘTARA M. S., LUMME J. 2008: Description of three new European cryptic species of *Gyrodactylus* Nordmann, 1832 supported by nuclear and mitochondrial phylogenetic characterization. *Acta Parasitologica* 53.2: 120-126.
- LAKENET 2003: World Lakes Website and Global Lakes Database. Dostupné z <http://www.worldlakes.org>. Verze z 2003.

- LLEWELLYN J. 1982: Host specificity and corresponding evolution in monogenean flatworms and vertebrates. *Mémoires de Muséum National d'Histoire Naturelle* 123: 289-293.
- LUUS-POWELL W. J., MASHEGO S. N. & KHALIL L. F. 2003: *Mormyrogyrodactylus gemini* gen. et sp. n. (Monogenea: Gyrodactylidae), a new gyrodactylid from *Marcusenius macrolepidotus* (Mormyridae) from South Africa. *Folia Parasitologica* 50: 49-55.
- MALMBERG G. 1957: On the new genus of viviparous monogenetic trematodes. *Arkiv för Zoology* 2(10): 317-329.
- MALMBERG G. 1970: The excretory systems and marginal hooks as basis for the systematics of *Gyrodactylus* (Trematoda, Monogenea). *Arkiv för zoologi* 2: 1-235.
- MALMBERG G. 1998: On the evolution within the family Gyrodactylidae (Monogenea). *International Journal for Parasitology* 28: 1625-1635.
- MARGOLIS L., ESCH G. W., HOLMES J. C., KURIS A. M. & SCHAD G. A. 1982: The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *The Journal of Parasitology* 68: 131-133.
- MARSHALL B. E. & TWEDDLE D. 2007: *Oreochromis mortimeri*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Dostupné z www.iucnredlist.org. Verze z 2.2012.
- MATĚJUSOVÁ I., GELNAR M., MCBEATH A. J. A., COLLINS C. M. & CUNNINGHAM C. O. 2001: Molecular markers for gyrodactylids (Gyrodactylidae: Monogenea) from five fish families (Teleostei). *International Journal for Parasitology* 31: 738-745.
- MATĚJUSOVÁ I., GELNAR M., VERNEAU O., CUNNINGHAM C. O. & LITTLEWOOD D. T. J. 2003: Molecular phylogenetic analysis of the genus *Gyrodactylus* (Plathelminthes: Monogenea) Inferred from rDNA ITS region: subgenera versus species groups. *Parasitology* 127: 603-611.

- MURRAY A. M. 2001: The fossil record and biogeography of the Cichlidae (Actinopterygii: Labroidei). *Biological Journal of the Linnean Society* 74: 517-532.
- NACK J., BILONG BILONG C. F. & EUZET L. 2005: Monogenean parasites from Clariidae (Teleostei, Siluriformes) in Cameroon: I. Description of two new species of *Gyrodactylus* from the Nyong Bassin. *Parasite-Journal De La Societe Francaise De Parasitologie* 12: 213-220.
- N'DOUBA, V. & LAMBERT, A. 1999: A new *Macrogyrodactylus* (Monogenea, Gyrodactylidae) parasite of *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840 (Teleostei, Siluriforme) from Ivory Coast. *Zoosystema* 21(1): 7-1.
- OLIVIER P. A. S., LUUS-POWELL W. & SAAYMAN J. E. 2009: Report on some monogenean and clinostomid infestations of freshwater fish and waterbird hosts in Middle Letaba Dam, Limpopo Province, South Africa. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 76: 187-199.
- PAPERNA I. 1968: Monogenetic trematodes collected from freshwater fish in Ghana. Second report. *Bamidgeh* 20: 88-90.
- PAPERNA I. 1969: Monogenetic trematodes of fish of the Volta basin and South Ghana. *Bulletin de l'Institute Fondamental d'Afrique Noir* 31: 840-880.
- PAPERNA I. 1973: New species of Monogenea (Vermes) from African freshwater fish. A preliminary report. *Revue de Zoologie et de Botanique africaines* 87(3): 505-518.
- PAPERNA I. 1979: Monogenea of Inland Water Fishes in Africa. *Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Serie 8* (226): 127 pp.
- POPAZOGLO F. & BOEGER W. A. 2000: Neotropical Monogenoidea 37. Redescription of *Gyrodactylus superbis* comb. n. and description of two new species of *Gyrodactylus* (Gyrodactylidea). *Folia Parasitologica* 47: 105-110.
- POSADA D. 2003: Using Modeltest and PAUP* to select a model of nucleotide substitution. In: BAXEVANIS A. D., DAVISON D. B., PAGE R. D. M., PETSKO G. A., STEIN L. D. & STORMO G. D. (eds): *Current Protocols in Bioinformatics*. Wiley, New York, p. 6.5.1-6.5.14.

- POSADA D. 2008: jModelTest: phylogenetic model averaging. *Molecular Biology and Evolution* 25: 1253-1256.
- POULIN R. 1992: Determinants of host-specificity in parasites of freshwater fishes. *International Journal for Parasitology* 22.6: 753-758.
- PRICE C. E. & GERY J. 1968. Parasites des Poissons de Gabon. 1. Generalites sur les trematodes monogenetiques, et description de six nouvelles especes parasites du genre *Barbus*. *Biologia Gabonica* 4: 83-103.
- PRUDHOE S. 1957: Trematoda. In: MISSION I. G. F, ADAM W., JANSSENS A., VAN MEEL L. & VERHEYEN R.. *Exploration du Parc National de l'Upemba* 48: 1-28.
- PRUDHOE S. & HUSSEY C. G. 1977: Some parasitic worms in freshwater fishes and fish-predators from the Transvaal, South Africa. *African Zoology* 12(1): 113-14.
- PŘIKRYLOVÁ I. & GELNAR M. 2008: The first record of *Macrogyrodactylus* species (Monogenea, Gyrodactylidae) on freshwater fishes in Senegal with the description of *Macrogyrodactylus simentiensis* sp. nov., a parasite of *Polypterus senegalus* Cuvier. *Acta Parasitologica* 53(1): 1-8.
- PŘIKRYLOVÁ I., MATĚJUSOVÁ I., MUSILOVÁ N., GELNAR M. & HARRIS P. D. 2009a: A new gyrodactylid (Monogenea) genus on gray bichir, *Polypterus senegalus* (Polypteridae) from Senegal (West Africa). *Journal of Parasitology* 95(3): 555-560.
- PŘIKRYLOVÁ I., MATĚJUSOVÁ I., MUSILOVÁ N. & GELNAR M. 2009b: *Gyrodactylus* species (Monogenea: Gyrodactylidae) on the cichlid fishes of Senegal, with the description of *Gyrodactylus ergensi* n. sp from Mango tilapia, *Sarotherodon galilaeus* L. (Teleostei: Cichlidae). *Parasitology Research* 106: 1-6.
- PŘIKRYLOVÁ I. BLAŽEK R. & GELNAR M. 2012a: *Gyrodactylus malalai* sp. nov. (Monogenea: Gyrodactylidae) from Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) and Redbelly tilapia, *Tilapia zillii* (Gervais) (Teleostei: Cichlidae) in the Lake Turkana, Kenya. *Acta Parasitologica* 57(2): 122-130.

- PŘIKRYLOVÁ I., BLAŽEK R. & VANHOVE M. P. M. 2012b: An overview of the *Gyrodactylus* (Monogenea: Gyrodactylidae) species parasitizing African catfishes, and their morphological and molecular diversity. *Parasitology Research* 110: 1185-1200.
- PŘIKRYLOVÁ I., VANHOVE M. P. M., JANSSENS S. B., BILLETER P. A. & HUYSE T. 2013: Tiny worms from a mighty continent: High diversity and new phylogenetic lineages of African monogeneans. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 67: 43-52.
- RAMBAUT A. 2007: FigTree: Molecular evolution, phylogenetics and epidemiology. Dostupné z <http://tree.bio.ed.ac.uk/>.
- RODRIGUEZ F., OLIVER J. L., MARIN A. & MEDINA J. R. 1990: The general stochastic model of nucleotide substitution. *Journal of Theoretical Biology* 142: 485-501.
- ROHDE K. 2005: *Marine Parasitology*. Cisro Publishing, CAB International.
- SALZBURGER W., MEYER A., BARIC S., VERHEYEN E. & STURMBAUER CH. 2002: Phylogeny of the Lake Tanganyika Cichlid Species Flock and Its Relationship to the Central and East African Haplochromine Cichlid Fish Faunas. *Systematic Biology* 51(1): 113-135.
- SAOUD A. F. M. & MAGEED A. 1969: Host-parasite relationships of *Macrogyrodactylus polypteri* (Trematoda: Monogenea) in some fishes of the Sudan (correspondence). *Current Sciences* 38: 218-21.
- SHINN A. P., HARRIS P. D., CABLE J., BAKKE T. A., PALADINI G. & J. E. BRON 2010: GyroDb. World Wide Web electronic publication. Verze 06.2010. Dostupné z www.gyrodb.net.
- SHOTTER A. R. 1980: Aspect of the parasitology of the catfish *Clarias anguillaris* (L.) from a river and a lake at Zaira, Kaduna State, Nigeria. *Bulletin de l'Institute Fondamental d'Afrique Noir* 42: 836-859.
- SCHLICKLE B., PALADINI G., SHINN A. P., KING S., JOHNSON M., OOSTERHOUT C., MOHAMMED, R. S. & CABLE J. 2011: *Ieridactylus rivuli* gen. et sp. nov

- (Monogenea, Gyrodactylidae) from *Rivulus harpii* (Cyprinodontiformes, Rivulidae) in Trinidad. *Acta Parasitologica* 56: 360-370.
- SKELTON P. H. 2001: *A complete guide to the freshwater fishes of southern Africa*. Struik, Cape Town, South Africa.
- SMYTH J. D. & HALTON D. W. 1983: *The physiology of trematodes*. Cambridge University Press, Cambridge.
- STEYN G. M. K. 2004: Department of Water Affairs and Forestry. Dostupné z <http://www.ewisa.co.za>.
- STURMBAUER CH., HUSEMANN M. & DANLEY P. D. 2011: Explosive Speciation and Adaptive Radiation of East African Cichlid Fishes. In: ZACHOS F. E. & HABEL J. CH. (eds): *Biodiversity Hotspots*. Springer, Berlin Heidelberg, pp 333-362.
- SCHWARZER J., MISOF B., TAUTZ D. & SCHLIEWEN U. K. 2009: The root of the East African cichlid radiations. *BMC Evolutionary Biology* 9(1): 186.
- TAMURA K., PETERSON D., PETERSON N., STECHER G., NEI M. & KUMAR S. 2011: MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Molecular Biology and Evolution* 28: 2731-2739.
- TINSLEY R. C. 1996: Evolutionary inferences from host and parasite cospeciation. In: TINSLEY R. C. & KOBEL H. R. (eds) *The Biology of Xenopus*. Oxford University Press, Oxford, pp. 403-420.
- UNDATA 2013: Data access system to The United Nations Statistics Division of the Department of Economic and Social Affairs database. Dostupné z <http://data.un.org>. Verze z 13.5. 2011.
- VANHOVE M. P. M., SNOEKS J., VOLCKAERT F. M. P. & HUYSE T. 2011: First description of monogenean parasites in Lake Tanganyika: the cichlid *Simochromis diagramma* (Teleostei, Cichlidae) harbours a high diversity of *Gyrodactylus* species (Platyhelminthes, Monogenea). *Parasitology* 138, 364-380.

- VAUGHAN D. B., CHRISTISON K. W., HANSEN H. & SHINN A. P. 2010: *Gyrodactylus eyipayipi* sp. n (Monogenea: Gyrodactylidae) from *Syngnathus acus* (Syngnathidae) from South Africa. *Folia Parasitologica* 57(1): 11-15.
- VERCAMMEN-GRANDJEAN P. H. 1960: Les trematodes du lac Kivu Sud (Vermes). *Annales de la Musée Royale de l'Afrique Centrale, Tervuren n.s. 4, Sciences zoologiques* 5: 1-171.
- VIANNA R. T., BOEGER W. A. & DOVE A. D. M. 2007: Neotropical Monogenoidea. 51. *Scutalatus magniancoratus* gen. et n. sp. (Gyrodactylidae) from the South American electric eel, *Electrophorus electricus* (Gymnotidae: Gymnotiformes), and redescription of *Mormyrogyrodactylus gemini* from the African bulldog, *Marcuseius macrolepidotus* (Mormyridae, Osteoglossiformes). *Acta Zoologica* 88: 89-94.
- ZACHOS F. E. & HABEL J. CH. 2011: *Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas*. Springer, New York.
- ZIĘTARA M. S. & LUMME J. 2004: Comparison of molecular phylogeny and morphological systematics in fish parasite genus *Gyrodactylus* Nordmann, 1832 (Monogenea, Gyrodactylidae). *Zoologica Poloniae* 49: 5-28.
- ZIMPARKS 2010: National parks of Zimbabwe. Dostupné z <http://www.zimparks.org>. Verze z 12. 4. 2013.