

PREŠOVSKÁ UNIVERZITA V PREŠOVE
FAKULTA HUMANITNÝCH A PRÍRODNÝCH VIED

BIODIVERZITA A EKOLÓGIA
BRKOVÝCH ROZTOČOV
PARAZITUJÚCICH VTÁKY RODU *ESTRILDA*

Bakalárska práca

2019

Petra Prevužňáková

PREŠOVSKÁ UNIVERZITA V PREŠOVE
FAKULTA HUMANITNÝCH A PRÍRODNÝCH VIED

BIODIVERZITA A EKOLÓGIA BRKOVÝCH ROZTOČOV
PARAZITUJÚCICH VTÁKY RODU *ESTRILDA*

Bakalárska práca

Študijný program:	Biológia
Študijný odbor:	4.2.1. Biológia
Školiace pracovisko:	Katedra ekológie
Školiteľ:	doc. Mgr. Martin Hromada, PhD.
Konzultant:	dr. hab. Maciej Skoracki, PhD.

Prešov 2019
Petra Prevužňáková

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že som záverečnú prácu vypracovala samostatne na základe svojich vedomostí s využitím informačných zdrojov uvedených v zozname bibliografických odkazov.

Prešov 7.5.2019

.....

PodĎakovanie

Týmto by som chcela predovšetkým poďakovať môjmu školiťovi, doc. Mgr. Martinovi Hromadovi, PhD. za jeho odbornú pomoc, trpezlivosť a čas, ktorý mi venoval, čím ma nadchol pre štúdium brkových roztočov. Zároveň ďakujem aj môjmu konzultantovi, dr. hab. Maciejovi Skorackemu, PhD. za rady, poskytnutie materiálu a možnosť realizácie výskumu na Univerzite Adama Mickiewicza v Poznani. Osobitné poďakovanie patrí aj jeho doktorandkám, Mgr. Katarzyne Kaszewskej a Mgr. Natalii Marciniak, ktoré ma naučili základy biológie brkových roztočov a metódy, ktoré sú dôležité nielen pre prácu s roztočmi. Veľká vďaka patrí aj mojej rodine a priateľom za ich podporu, pomoc a trpezlivosť počas celého štúdia.

ABSTRAKT

PREVUŽŇÁKOVÁ, Petra. *Biodiverzita a ekológia brkových roztočov parazitujúcich vtáky rodu Estrilda* [Bakalárska práca]. Prešovská Univerzita v Prešove (Prešov, Slovensko). Fakulta humanitných a prírodných vied. Katedra biológie. Školiteľ: doc. Mgr. Martin Hromada, PhD. Stupeň odbornej kvalifikácie: Bakalár. Prešov: FHPV PU, 2019, 52s.

Parazitický spôsob života patrí medzi najrozšírenejšie stratégie života v prírode, možno až viac ako polovica všetkých organizmov sú parazity. Roztoče patria medzi najpočetnejšie článkonožce; mnohé z nich sú parazitické. Brkové roztoče z čeľade *Syringophilidae* sú obligátne parazity vtákov. Žijú v dutine brka pera väčšiny žijúcich radov vtákov, sú úplne závislé na svojom hostiteľovi, brko opúšťajú len počas disperzie. Keďže obývajú veľmi špecifický habitat, predstavujú vhodný objekt skúmania faktorov kontrolujúcich rozmanitosť druhov, či kofylogenetické vzťahy. Hlavným cieľom tejto práce je priblížiť ekológiu týchto roztočov. Práca pozostáva z dvoch častí. Prvá časť sa zaoberá brkovými roztočmi, v ktorej predstavujeme úvod do ich biológie a ekológie, anatómiu, spôsob rozmnožovania a spôsoby prenosu. Približujeme možnú evolučnú históriu nielen brkových roztočov, ale aj ich hostiteľov – vtákov. V druhej časti sa venujeme všeobecnej charakteristike rodu *Estrilda* a okolnostiam, ktoré podmieňujú prenos brkových roztočov v tomto rode. Kľúčovú zložku práce tvorí praktický výskum. Na základe materiálu z Národného múzea v Keni sme vyšetrovali sedem druhov astríld zo subsaharskej oblasti Afriky. Zaznamenali sme výskyt štyroch druhov brkových roztočov patriacich k štyrom rodom z čeľade *Syringophilidae*, ktoré parazitovali u šiestich druhov astríld. Jeden z nich, *Syringophiloidus estrildus* **sp. nov.**, je nový pre vedu. Tieto originálne výsledky boli v článku *Mites of the family Syringophilidae (Acariformes: Cheyletoidea) parasitizing birds of the genus Estrilda (Aves: Estrildidae)* submitované na posúdenie pre publikáciu do medzinárodného karentovaného časopisu *Systematic & Applied Acarology*.

Kľúčové slová : Afrika. Astrildy. Ektoparazity. Syringophilidae.

ABSTRACT

PREVUŽŇÁKOVÁ, Petra. *Biodiversity and ecology of the quill mites parasiting birds of the genus Estrilda* [Bachelor thesis]. University of Prešov (Prešov, Slovensko). Faculty of Humanities and Natural Sciences. Department of Biology. Supervisor: doc. Mgr. Martin Hromada, PhD. Degree of qualification: Bachelor. Prešov: FHNS UP, 2019. 52p.

Parasitic way of life is one of the most widespread strategies of life in nature; maybe more than half of the all organisms are parasites. Mites are one of the most numerous group of arthropods; most of them are parasitic. Quill mites of the family *Syringophilidae* are obligate parasites of birds. They live inside the feather cavity of the most extant bird orders. They are fully dependent on their host and leave quill only during dispersion. Since they inhabit a very specific habitat, they represent a suitable study object of factors which control species richness or co-phylogenetical relationships. The main goal of this bachelor thesis is to explain ecology of these mites. Basically, the thesis consists of two parts. In the first part, we analyze biology, ecology and anatomy of syringophilids and ways of their reproduction and dispersion. We discuss not only possible evolutionary history of the quill mites, but also their hosts – birds. In the second part, we describe general characteristics of genus *Estrilda* and circumstances that can be crucial for transmission of quill mites in this genus. The most important part of this thesis is a practical research. Thanks to materials from National Museums of Kenya we investigated seven species of genus *Estrilda* from Sub-Saharan Africa. We recorded four quill mites belonging to the four different genera of the family *Syringophilidae*, parasitizing six host species. One of them, *Syringophiloidus estrildus* **sp. nov.**, is new for science. These original results were submitted to the *International Journal of Systematic & Applied Acarology* indexed in the Current Contents, the title of the article is *Mites of the family Syringophilidae (Acariformes: Cheyletoidea) parasitizing birds of the genus Estrilda (Aves: Estrildidae)*.

Keywords: Africa. Ectoparasites. Syringophilidae. Waxbills

OBSAH

ZOZNAM ILUSTRÁCIÍ A TABULIEK	7
ÚVOD.....	8
1 BIOLÓGIA A EKOLÓGIA BRKOVÝCH ROZTOČOV	9
1.1 Roztoče	9
1.2 Brkové roztoče - <i>Syringophilidae</i>	10
1.3 Prenos brkových roztočov	12
1.4 Mikrobióm brkových roztočov	14
1.5 Evolúcia vzťahu brkových roztočov s vtákmi	14
1.5.1 Evolúcia peria	15
1.5.2 Ontogenéza peria	19
1.6 Vtáky.....	20
1.7 Rod <i>Estrilda</i>	22
1.7.1 Ektoparazity u rodu <i>Estrilda</i>	26
2 CIELE	28
3 MATERIÁL A METÓDY	29
3.1 Základná anatómia roztočov	29
3.1.1 Špecifická anatómia brkových roztočov	30
3.2 Bipartite sieť a štatistika	32
3.3 Vizualizácia fylogenézy hostiteľa.....	33
3.4 Taxonomická poznámka	33
4 VÝSLEDKY	34
5 DISKUSIA	41
ZÁVER	43
ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV	44

ZOZNAM ILUSTRÁCIÍ A TABULIEK

ZOZNAM ILUSTRÁCIÍ

Obrázok 1 Vstup do brka a jeho opustenie	12
Obrázok 2 <i>Sinosauropteryx</i> s protoperím	16
Obrázok 3 Vývoj peria pri dinosauroch.....	18
Obrázok 4 Vývoj peria.....	19
Obrázok 5 Vývoj vtákov	20
Obrázok 6 Typy peria	21
Obrázok 7 <i>Estrilda nigriloris</i> Obrázok 8 <i>Estrilda astrild</i>	24
Obrázok 9 Dorzálna strana brkového roztoča.....	30
Obrázok 10 Ventrálna strana brkového roztoča	31
Obrázok 11 <i>Syringophiloidus estrildus</i> sp. nov.	37
Obrázok 12 Sieť bipartite	42

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Zoznam druhov rodu <i>Estrilda</i>	23
Tabuľka 2 Brkové roztoče u <i>Estrildidae</i>	27
Tabuľka 3 Brkové roztoče u astríld	34

ÚVOD

Nature uses only the longest threads to weave her patterns, so each small piece of her fabric reveals the organization of the entire tapestry. — Richard P. Feynman

Parazitizmus predstavuje jeden z najúspešnejších spôsobov života na Zemi. Svojím pôsobením parazity široko ovplyvňujú rôzne zložky ekosystémov, napriek tomu je ich úloha často prehliadaná. Okrem negatívneho dopadu na prostredie zohrávajú parazity podľa všetkého dôležitú úlohu aj pri tvorbe biodiverzity, kontrole jednotlivých úrovní ekosystémov, či formovaní koevolučných vzťahov. Všeobecný význam parazitov a biológiu a ekológiu jednej skupiny parazitických roztočov rozoberá úvodná časť tejto práce.

Táto bakalárska práca je zameraná predovšetkým na charakteristiku parazitických brkových roztočov. Celý život okrem disperzie obývajú dutinu brka rôzneho typu operenia a výživu prijímajú z telesných tekutín hostiteľa, čím môžu znižovať zdatnosť vtáka. Na tento spôsob života sú prispôbené morfológickými a anatomickými adaptáciami a v neposlednom rade aj správaním a rozmnožovaním, v ktorom zohrávajú dôležitú úlohu samice. Opísaný je aj ich životný cyklus a možné cesty prenosu medzi hostiteľmi. Dostali sa tieto roztoče do brka prvýkrát počas doby dinosaurov? Aj o tom pojednáva táto práca.

Práca sa následne zaoberá rodom *Estrilda* ako hostiteľom brkových roztočov. Zameriava sa na špecifické znaky a správanie, ktoré by mohlo byť dôležité v procese šírenia brkových roztočov. V súvislosti s ich výskytom rieši dopad astríld na ekosystém a možnú spojitosť s prenosom chorôb a spomenuté sú aj ďalšie ektoparazity vyskytujúce sa u astríldovitého vtáctva.

Keďže brkové roztoče u astríld doposiaľ neboli skúmané, hlavným cieľom tejto bakalárskej práce je analyzovanie vzoriek peria a určenie nájdených roztočov. Po zistení druhového zloženia ektoparazitov preskúame ekologické vzťahy s hostiteľmi a hostiteľskú špecifitu.

1 BIOLÓGIA A EKOLÓGIA BRKOVÝCH ROZTOČOV

Evolúcia viedla a stále vedie k obrovskej rozmanitosti života na Zemi, ktorý sa začal v primitívnej forme už pred 4,1 miliardami rokov, počas prekambria. V súčasnosti je oficiálne opísaných približne 1,5 milióna organizmov, no celkový počet sa odhaduje na 5-15 miliónov (Hartvigsen 2017; Dirzo a Mendoza 2018). Takáto bohatá biodiverzita by sa sčasti mohla zdôvodniť ako dôsledok adaptívnej diverzifikácie, vďaka ktorej vznikali rýchlo nové druhy, čo sa označuje pojmom adaptívna radiácia. Enormne rozmanitú skupinu predstavujú aj parazity a ich podiel sa predpokladá až na 40 % z celkového počtu druhov na svete (Dáttilo a Rico-Gray 2018).

Pôvod parazitov sa dá vysvetliť na základe viacerých princípov. Niektoré parazity môžu pochádzať od druhov, ktoré boli pôvodne neparazitické, alebo symbionty, iné sa mohli vyskytovať už u predkov svojich hostiteľov. Princíp kospeciácie predpokladá, že fylogéniza parazita a hostiteľa sa budú úplne zhodovať, teda že speciácia hostiteľa spôsobí aj speciáciu parazita. Významným spôsobom pri vzniku nových druhov je tzv. *host-switch*, keď niektoré parazity preskočia od pôvodného hostiteľa na nového, čo je preňho často náročné a musí sa prispôbiť novým podmienkam (de Vienne a kol. 2013).

Ich charakteristický životný štýl, pravdepodobne najbežnejší spôsob života medzi živočíchmi, má významné ekologické a evolučné dôsledky pre hostiteľa a jeho populáciu. Pravdepodobne majú úlohu ekosystémových inžinierov a to priamo alebo prostredníctvom svojich hostiteľov, zvyšujú biodiverzitu, v niektorých prípadoch pôsobia ako bioindikátory a častokrát prenášajú choroby (Hatcher, Dick a Dunn 2012). Parazity predstavujú vhodný objekt skúmania druhej rozmanitosti a jej determinantov aj kvôli tomu, že ich priestor na život je limitovaný na telo hostiteľa a ich historické vzťahy môžu byť určené na základe fylogénizy hostiteľa (Kamiya a kol. 2013).

1.1 Roztoče

Roztoče zaradujeme do kmeňa *Arthropoda* – článkonožce. S počtom približne 55 tisíc doteraz opísanými druhmi a s predpokladaným celkovým počtom okolo 700 000, patria k najrozmanitejším skupinám v tomto kmeni, kde väčšiu rozmanitosť má už len hmyz (Colloff 2010). Fosílné záznamy naznačujú, že sa mohli začať vyvíjať v neskoršej dobe silúru, prípadne niektoré začiatkom devónu, s vrcholom diverzity v neskoršej dobe druhohôr (Van Dam a kol. 2018).

Roztoče sú ubikvótné organizmy obývajúce rôzne habitaty. Vo vodnom prostredí môžu byť ako predátory či dekompozitory napríklad aj v topiacich sa ľadovcoch, či na dne oceánskej priepasti. Množstvo roztočov sa nachádza aj v zemi, kde sú dôležité pri komponovaní jej štruktúry, pôsobia ako indikátory pôdy a sú významnými reducentmi. Veľká skupina roztočov sa však prispôbila na parazitický život na rastlinách alebo živočíchoch (Walter a Proctor 2013).

Podtrieda roztoče (*Acari*) sa systematicky delí na dva hlavné nadrady – *Parasitiformes* a *Acariformes*, ktoré sú určované primárne na základe spoločných pleziomorfných znakov, teda primitívnych foriem znakov vyskytujúcich sa u predkov (Van Dam a kol. 2018). Ku *Parasitiformes* sa radia hlavne tie roztoče, ktorých koxy sú voľne pohyblivé a majú pred nimi jeden až štyri páry stigmat. Sú to predovšetkým kliešte v rámci *Metastigmata* a predátorské druhy *Mesostigmata*, pričom niektoré môžu byť parazitmi chordátov aj bezchordátov. Pre *Acariformes* je charakteristické pevné zrastenie koxy s telom a neprítomnosť viditeľných stigmat na báze druhého páru končatín. Sú členené na rad *Sarcoptiformes*, pomalé roztoče so slabou sklerotizáciou spôsobujúce najmä svrab, medzi nimi aj parazitické a komenzálne druhy u cicavcov a vtákov či roztoče napádajúce potraviny. Druhý rad, *Trombidiformes*, má mnoho medicínsky či veterinárne významných skupín, vrátane parazitických roztočov (Russel, Otranto a Wall 2013).

Dôležitým podradom roztočov, pokiaľ ide o parazity vtákov, sú *Prostigmata* s piatimi čeľadami *Cheyletidae*, *Harpirhynchidae*, *Syringophilidae*, *Cloacaridae* a *Ereynetidae* (Mironov a Bochkov 2009). Táto skupina vtáčích roztočov je druhovo veľmi rozmanitá a môže zahrňovať okolo 5000 druhov, no asi len 10 % je v skutočnosti doposiaľ prebádaných. Obývajú rôzne habitaty na tele vtákov ako je koža, intrakutánne vrstvy, brko pera alebo respiračný systém. Väčšina roztočov z tejto skupiny sú pravé parazity živiace sa živými tkanivami hostiteľa, no veľké množstvo vysoko špecializovaných *Cheyletidae* sa živí inými roztočmi obývajúcimi brko (Skoracki, Zabludovskaya a Bochkov 2012). Môžu sa vyskytovať aj na rastlinách, hubách, lišajníkoch či v hniezdach hmyzu, stavovcov alebo v potravinách (Bochkov a Otto 2019).

1.2 Brkové roztoče - *Syringophilidae*

Čeľad' *Syringophilidae* predstavuje brkové roztoče, skupinu vtáčích obligátnych ektoparazitov. Ich celý životný cyklus, okrem disperzie, sa odohráva vo vtáčom brku

rôzneho operenia (primárne, sekundárne a terciárne perie, alula, kormidlové či krycie perie). V nich sa rozmnožujú, žijú a prijímajú potravu. Pomocou dlhých a ohybných hákovitých chelicer prepichujú stenu brka a prijímajú telesné tekutiny z okolitého tkaniva hostiteľa (Glowska a kol. 2018). Doteraz bolo opísaných cca 400 druhov zoskupených do 62 rodov z približne 500 hostiteľských druhov patriacich do 95 čeľadí a 24 radov vyskytujúcich sa vo všetkých zoogeografických regiónoch (Zmudzinski a Skoracki 2018). Doterajšie určovanie druhov prebiehalo výhradne na základe vonkajších morfológických znakov, no v posledných rokoch sa začal využívať aj DNA barcoding, ktorý sa preukázal ako užitočný pri určovaní druhov, ich vymedzení a testovaní ich špecificity (Glowska a kol. 2018).

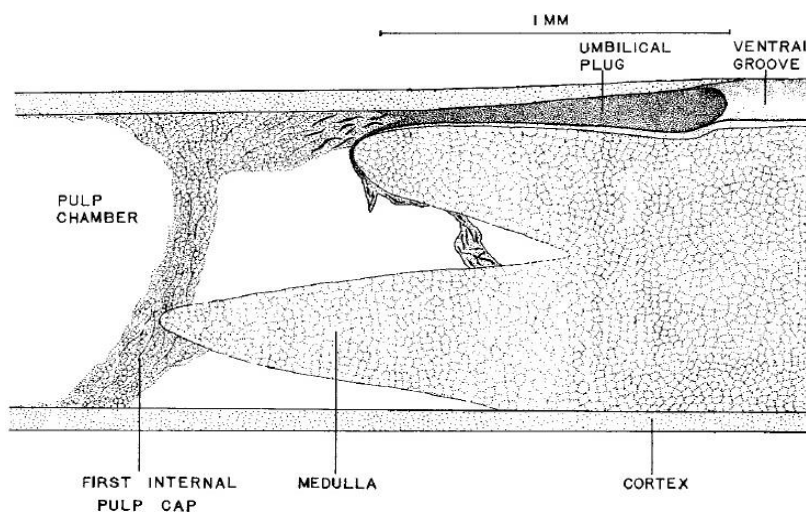
Prevažná časť druhov je **monoxénna**, teda ich vývin je viazaný len na jeden hostiteľský druh. Niektoré sa vyskytujú len u jedného rodu vtákov a vtedy sa označujú ako **oligoxénne**, výskytom u jednej čeľade sú charakteristické **mesostenoxénne** druhy. Najmenej druhov je **metastenoxénnych**, ktoré sú viazané na jeden rad, ale viacero čeľadí (Skoracki, Sikora a Spicer 2016). Jeden hostiteľ môže byť infikovaný niekoľkými druhmi brkových roztočov patriacich do dvoch až štyroch rodov. Avšak každý rod roztoča zvyčajne obýva len brko určitého typu peria, ktoré preň predstavuje typický habitat, čo je dôsledkom vysokej špecificity týchto roztočov (Klimovičová, Skoracki a Hromada 2016). Táto špecificita môže naznačovať koevolúciu často pozorovateľnú pri roztočoch, ktoré sú permanentnými parazitmi. Koevolučné štúdie medzi *Syringophilidae* a ich vtáčimi hostiteľmi sú často využívané k overeniu fylogény hostiteľa (Skoracki, Glowska a Bochkov 2013).

V súčasnosti je čeľaď reprezentovaná dvomi podčeľadami: *Syringophilinae* Lavoipierre, 1953 a *Picobiinae* Johnston and Kethley, 1973 (Kaszewska, Skoracki a Hromada 2018). *Syringophilinae* sú taxonomicky rozmanitá skupina obývajúca hlavne brká krídel, krovky, chvostové perie, výnimočne aj telové operenie (Skoracki, Spicer a O'Connor 2016). Roztoče z podčeľade *Picobiinae* sa nachádzajú výlučne v krycom perí hlavy, krku, hrudníka, brucha a chrbta. Existuje však jedna výnimka, *Calamincola lobatus*, vyskytujúci sa v brkách krídlových pier. V minulosti bol tento druh radený do vlastnej podčeľade *Lobatinae*, no v dôsledku mnohých spoločných charakteristických znakov s *Picobiinae* je v súčasnosti zaradovaný práve sem (Skoracki, Sikora a Spicer 2016). Tieto roztoče sú považované za viac morfológicky špecializované, ako ich sesterská skupina; majú napríklad fyzogastriu. Táto adaptácia, pri ktorej je zväčšená celá, alebo len časť idiosomy, im umožňuje efektívnejšie sa rozmnožovať, čo im pravdepodobne pomáha úspešne obývať malé brká krycieho peria (Skoracki, Glowska a Bochkov 2013).

1.3 Prenos brkových roztočov

Disperzie sú podľa známych poznatkov schopné len dospelé samice a to viacerými spôsobmi. Môže to byť prenos vertikálny v období rozmnožovania hostiteľov, keď dochádza k transmisii z dospelých hostiteľov na ich potomkov v rámci hniezda. Horizontálnym prenosom sa šíria roztoče medzi jednotlivými dospelými jedincami toho istého druhu. K prenosu dochádza aj v rámci jedného hostiteľa počas preperovania, kedy roztoče prechádzajú do nových rastúcich pier (Skoracki 2011).

Dospelé samice vstupujú do brka cez *umbilicus superior*, prítomný len počas vývinu pera, keďže ten sa postupne uzatvára zátkou a tým bráni vstupu ďalším jedincom. Pri opúšťaní dutiny brka vytlačia túto zátku do ventrálnej ryhy, alebo si vytvoria špecializované východové chodby (Obr. 1). Rozhodujúci je aj čas; väčšia šanca prenosu je v noci, nakoľko je väčšina vtákov, ktoré môžu prenášať roztoče, v hniezde. V priebehu dňa nemusia byť adultné vtáky v hniezde a tak sa môže stať, že roztoč opustí hostiteľa v nevhodnej chvíli, keď v okolí nie sú jeho mláďatá (Casto 1974).



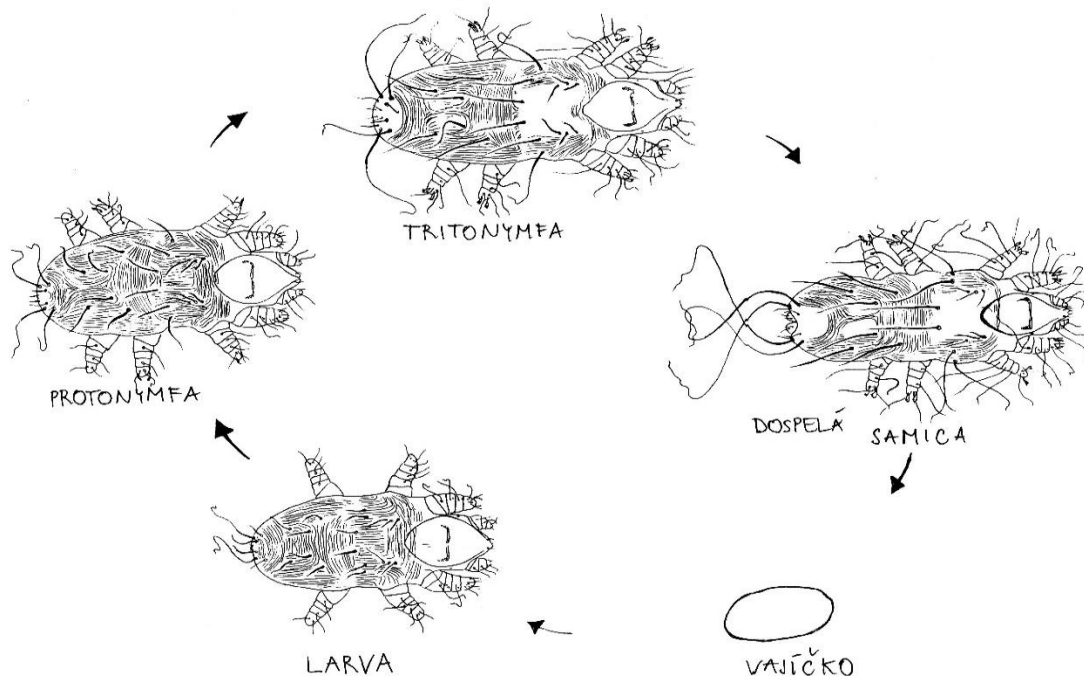
Obrázok 1 Vstup do brka a jeho opustenie

(Zdroj: Casto 1974)

Brko pera predstavuje v podstate uzavretý systém, v ktorom je jedným z určujúcich faktorov počtu roztočov, ktoré sa v ňom môžu vyvíjať, jeho objem. Druhým je jeho hrúbka, pretože prihrubé brko nedovolí roztočom prijímať potravu, teda sať telesné tekutiny hostiteľa. Samce sú menšie ako samice a tvoria len 5 % populácie v brku (Kethley 1971). Glowska a kol. (2015) zmienila, že populácie niektorých druhov v brku môžu byť tvorené výlučne samicami. U 25 % rodov dokonca samce doposiaľ neboli pozorované, čo by mohlo

naznačovať rozmnožovanie partenogézou. Autori tiež poukazujú na haplodiploidný spôsob rozmnožovania, v ktorom sa z oplodnených vajíčok vyvíjajú samice, ktoré sú diploidné. Naproti tomu samce sa vyvíjajú z neoplodnených vajíčok a sú haploidné. Haplodiploidný spôsob rozmnožovania, keď sú samice v kolónii príbuzné zo 75 %, kým samce len z 25 %, sa v literatúre dáva do súvisu s evolúciou eusociality (Quiñones a Pen 2017).

Na konci hniezdnej sezóny, keď začínajú vtáky preperovať, prechádzajú nulipárne (oplodnené negravidné adulty) samice do nového brka cez otvorený *superior umbilicus*. Počas disperzie medzi sebou navzájom súperia o nové brko a vo väčšine prípadov sa v ňom vyskytuje iba jedna dospelá samica. Mladšie perá obsahujú svetlejšie malé samice, ktoré nie sú schopné reprodukcie. Po čase však dospievajú, *umbilicus* sa uzatvára a tieto samice znášajú najprv jedno veľké vajíčko, ktoré sa následne vyvíja cez jedno larválne a dve štádiá nýmfov (Obr. 2). Prvý vyliahnutý je samec, až potom nasledujú samice. Po dosiahnutí dospelosti prvej generácie nakladených vajíec samica zakladateľka zomiera, no pri pozorovaní brka je vždy prítomná. Jej generácia produkuje vajíčka, ktoré dospejú začiatkom jari a spolu zaplňajú približne 95-100 % objemu brka pier. V čase hniezdenia sú brkové roztoče ďalej prenášané na potomkov (Kethley 1971).



Obrázok 2 Životný cyklus
(Zdroj: podľa Skoracki 2011)

1.4 Mikrobióm brkových roztočov

Mikrobióm je integrálnou súčasťou tela všetkých organizmov a môže ovplyvňovať správanie, fyziológiu a mnohé biologické procesy jedinca. Napriek týmto faktom bol výskum symbiotických mikroorganizmov u väčšiny bezstavovcov, vrátane brkových roztočov, zanedbávaný.

Doteraz boli zistené dva významné druhy baktérií súvisiace s brkovými roztočmi: *Wolbachia* a *Spiroplasma*; oba symbionty sú vertikálne prenášané. Výskyt *Spiroplasmy* bol relatívne nižší a zistený zatiaľ len u roztočov parazitujúcich hostiteľský rod stehlík, (*Carduelis*). V niektorých prípadoch sa zdá, že *Spiroplasma* mohla ovplyvňovať prítomnosť *Wolbachie* (Glowska a kol. 2018).

Wolbachia je najhojnejší bakteriálny endosymbiont na Zemi, žijúci intracelulárne, dedený maternálne, napádajúci širokú škálu článkonožcov a niektorých hlístovcov filárií. Symbiotické vzťahy s hostiteľom môžu byť parazitické, mutualistické a komenzalistické, ale v rámci článkonožcov ide všeobecne o parazitizmus. Svojou prítomnosťou môže vyvolávať fenotypové zmeny ako je cytoplazmatická inkompatibilita, partenogenéza, feminizácia či usmrcovanie jedincov mužského pohlavia (Glowska a kol. 2015).

Okrem spomínaných symbiontov bola zistená aj prítomnosť baktérií rodu *Brucella* a *Bartonella*. *Brucella* spôsobujúca bruceliózu je pokladaná za najrozšírenejšiu zoonózu prenášanú kliešťami. *Bartonella* je infekčná pre cicavce a jej výskyt u vtákov je skôr viazaný na samotného vtáka ako na roztoča a predpokladá sa, že môžu byť viac symbiontmi ako patogénmi brkových roztočov (Glowska a kol. 2018).

Napriek výskytu týchto baktérií a následnému možnému prenosu chorôb však brkové roztoče podľa doterajších štúdií nespôsobujú vážnejšie patologické zmeny v štruktúre peria či kože, a to ani pri silnej infestácii (Skoracki 2011).

1.5 Evolúcia vzťahu brkových roztočov s vtákmi

Vedci sa domnievajú, že brkové roztoče môžu byť fylogeneticky veľmi staré. Ich sesterská skupina *Cheyletidae* reprezentuje roztoče, ktoré sa živia predátorským alebo parazitickým spôsobom života. Najčastejšie sa vyskytujú v hniezdach stavovcov, hlavne u vtákov a cicavcov (Bochkov 2004). Od tejto skupiny sa podľa fylogenetických analýz mohli oddeliť už približne pred 180–185 miliónmi rokov, v období skorej jury (Dabert a kol. 2010).

Prvé fosílné záznamy vtákov pochádzajú z neskorej jury (pred 150 miliónmi rokov), takže je veľmi pravdepodobné, že sa brkové roztoče vyskytovali už u ich predkov, teropodných dinosaurov, z ktorých mnohé boli operené (Mayr, Pohl a Peters 2005; Xu, Zhou a Wang 2010). Predpokladá sa, že predok syringofylidov sa vyvinul z mikropredátorov v ich hniezdach (Bochkov 2008; 2009). Práve hniezda hostiteľov sú kľúčovým habitatom pre ektoparazitické druhy, ktoré sa tam rozmnožujú. Stavba hniezda môže ovplyvniť reprodukčný úspech parazita aj hostiteľa a formovať tak spoločenstvo parazitov (Heeb, Kolliker a Richner 2010). Vtáky sú charakteristické rodičovskou starostlivosťou, ktorá sa pravdepodobne objavila prvýkrát u archosaurov, spoločných predkov dinosaurov, krokodílov a vtákov (Wesolowski 2004). Tá sa zachovala u oboch recentných tried v rozličných podobách dodnes. Už operené dinosaury ako *Oviraptor* aktívne inkubovali svoju znášku, čo tiež podporuje názor, že sa rodičovská starostlivosť vyvinula pred počiatkom moderných vtákov (Varricchio a kol. 2008). Môžeme sa teda domnievať, že rodičovská starostlivosť a stavba hniezd mali vplyv na vznik brkových roztočov. Operené dinosaury s parentálnou starostlivosťou tak mohli poskytnúť neparazitickým roztočom, vyskytujúcim sa na hniezde, vhodné prostredie a podmienky na prechod k parazitickému spôsobu života vo vnútri brka.

Prevládajúcim názorom dnes je, že vtáky sú nielen potomkami dinosaurov, ale že dinosaurami priamo sú (Feduccia 2002). Dinosauria sa delia na dve skupiny: *Saurischia* – plazopánvé dinosaury a *Ornithischia* – vtákopánvé dinosaury. Paradoxne sa však vtáky vyvinuli zo skupiny *Saurischia*, presnejšie z teropodnej línie. *Theropoda* predstavujú skupinu prevažne mäsožravých dinosaurov, do ktorej patria *Tyrannosaurus* a *Allosaurus*, ale aj menšie, vtákom podobné druhy - *Velociraptor*, *Deinonychus* a *Troodon*. Vtákom veľmi veľmi blízkymi príbuznými sú práve *Velociraptor* (*Dromaeosauridae*), malé, operené dinosaury s veľkým mozgom (Brusatte, O'Connor a Jarvis 2015; Saitta, Gelernter a Vinther 2017). Dinosauria možno rozdeliť na ne-vtáčie (*non-avian*), čo sú všetky dinosaury okrem vtákov a vtáčie (*avian*) – čiže líniu vedúcu k súčasným vtákom (Saitta, Gelernter a Vinther 2017).

1.5.1 Evolúcia peria

Pôvod peria je stále veľmi diskutovanou témou medzi paleontológmi a evolučnými biológmi. Najčastejším modelom na vysvetlenie je prístup „evo-devo“, ktorý vysvetľuje evolúciu peria na základe jeho vývoja u súčasných vtákov. Unikátne znaky peria sa vyvíjali

postupne, pričom každá predchádzajúca fáza vývoja podmieňovala tú nasledujúcu (Brush a Prum 2003; Saitta, Gelernter a Vinther 2017).

V mezozoiku však neboli operené len línie, ktoré smerovali k dnešným vtákom. Perie bolo zistené u primitívnych ne-vtáčích teropodov ako *Sinosauropteryx* (Obr. 2) a *Tyrannosaurs Dilong* a *Yutyrannus*, ale i u množstva bylinožravých dinosaurov, ako sú *Tianyulong* a *Kulindadromeus*. Tieto boli pokryté **protopterím**, primitívnymi filamentami, považovanými za prvotné štádium v evolúcii peria, bez spájajúceho brka. Prvotná funkcia operenia pravdepodobne spočívala v tom, aby bol daný jedinec viditeľný, čoho dôkazom bola aj zvýšená prítomnosť viacerých typov melanozómov, čo by naznačovalo rôznofarebné perie (Brusatte, O'Connor a Jarvis 2015). Vedú sa však spory, či predstavujú tieto vlákna perie, alebo kolagénové vlákna z rozložených tkanív. Práve výskyt pigmentových vreciek melanínu bol rozhodujúcim pre rozlíšenie týchto vlákien od kolagénových vlákien, v ktorých sa melanozómy nenachádzajú (Zhang a kol. 2010).



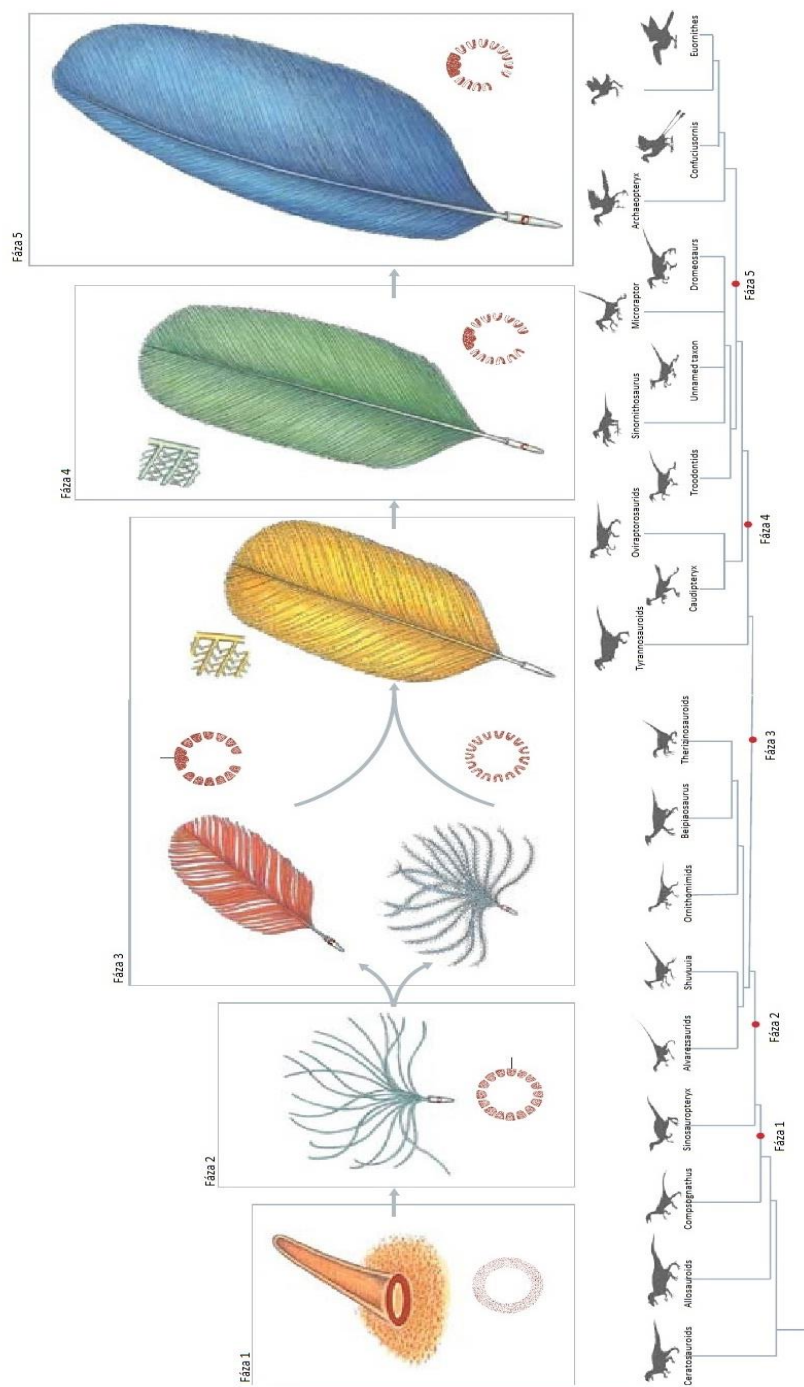
Obrázok 2 *Sinosauropteryx* s protopterím

(Zdroj: autor)

Jednoduché perie v podobe jemných nerozvetvených filamentov predstavuje druhé vývojové štádium peria. Toto štádium už bolo charakteristické brkom a vyskytovalo sa napríklad u ne-vtáčieho coelurosaurida rodu *Ornithomimus* (Brush a Prum 2003; Persons a Currie 2015). Práve objavenie sa brka ako evolučnej inovácie je limitujúcim faktorom v evolúcii brkových roztočov; prvé typy peria s brkom boli *pennae*, teda obrysové perie a *plumae*, perie prachové.

V ďalších štádiách (Obr. 3) postupne pribúdali nové štruktúry, ktoré formovali súčasné perie. Najprv to bola kostrnka, z ktorej sa rozbiehali vetvičky a z nich lúče, ktoré však ešte neboli opatrené háčikmi a tak nevytvárali uzavretý systém (fáza 3) (Brush a Prum 2003; Brusatte, O'Connor a Jarvis 2015). Takéto perie, ktoré ešte nebolo prispôsobené na lietanie, mohli mať dinosaury na horných a dolných končatinách, ale aj na chvoste (Han a kol. 2014). Funkcia tohto peria mohla spočívať napríklad aj v krytí hniezd kvôli udržiavaniu správnej teploty na inkubáciu či rodičovskej ochrane pred predátormi. Mohlo tiež poskytovať maskovanie, ochrannú funkciu proti vode alebo byť prínosom pri dvorení (Dimond, Cabin a Brooks 2011).

Postupným formovaním háčikov sa vytvárali uzatvorené typy pera, ktorého tvar bol spočiatku symetrický (fáza 4) a neskôr asymetrický (fáza 5). Takýto asymetrický tvar peria sa u niektorých dinosaurov spája so schopnosťou letu (Brush a Prum 2003; Brusatte, O'Connor a Jarvis 2015). Dinosaury, ako dromaeosaurid *Microraptor*, mali podobné perie, ako sú dnešné letky u vtákov. Biomechanické štúdie naznačujú, že mohol byť schopný klzavého letu (Brusatte, O'Connor a Jarvis 2015).



Obrázok 3 Vývoj peria pri dinosauroch
(podľa Brush a Prum 2003)

Doposiaľ boli spomínané dinosaury zo skupiny *Saurischia*, no podľa najnovších poznatkov bola operená aj línia lietavých plazov, pterosaurov. Mali síce na hlave a tele vláknité vlasové štruktúry, pripomínajúce srst', ale disponovali aj primitívnym perím, tzv. pyknofibrovými vláknami (*pycnofibres*), ktoré rástlo napríklad na blanách krídel. Podľa Le Pagea (2018) je toto perie podobné periu ostatných dinosaurov.

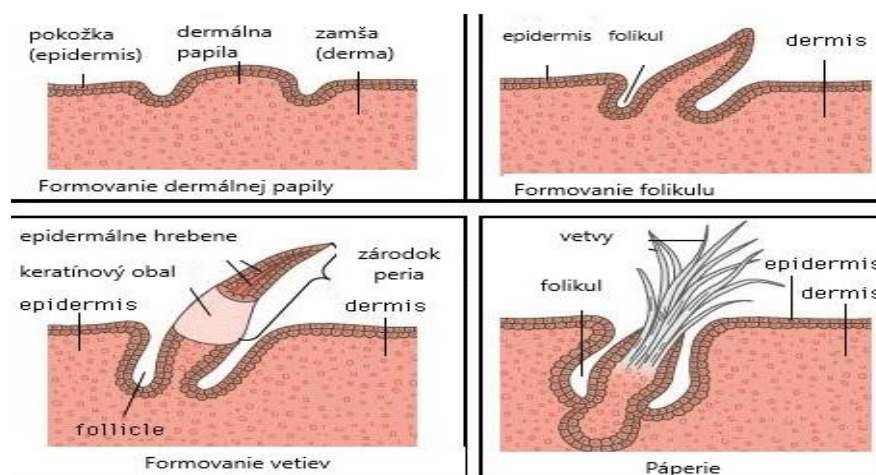
1.5.2 Ontogenéza peria

Prvotná pokožka embrya je tvorená jednou epidermálnou vrstvou prekrývajúcu dermálnu vrstvu. Kľúčové je založenie **pernic** (pterylae) čo sú oblasti, v rámci ktorých budú vyrastať perá. Miesta, z ktorých perie nevyrastá sa nazývajú holiny.

Interakciou týchto vrstiev pokožky dochádza ku kondenzovaniu dermálnych buniek a vytvoreniu epidermálnej **plakódy**. Pri postupnom dozrievaní pokožky sa začína formovať **púčik**. Proliferáciou buniek púčika nad povrch tela a zároveň invaginácia epidermy do mezenchýmu, ktorý pozostáva z dermálnej papily s dreňovými bunkami, sa vytvorí **folikul**, ktorý je základom pre tvorbu peria. Epiderma folikulu sa rozlíši na dve vrstvy - vonkajšia tvorí tenký ochranný obal, ktorý sa odlúpne, keď je pero sformované, vnútorná tvorí základ pre budúce vetvy a súčasti peria. Rast keratínových buniek v epiderme folikulu (folikulárnom prstenci) spôsobí posun starých buniek nahor a vytvára sa samotné pero.

Tento prstenec sa následne rozčlení na longitudálne hrebene, ktoré vytvárajú samostatné vetvičky (ramifikácia). V obrysovom type vetvičky rastú špirálovito okolo púčika a spoja sa na jednej strane, kde vytvoria **kostrnku**. V prachovom perí hrebene vetvičiek rastú rovno bez špirálovitého pohybu. V oboch prípadoch vznikajúce lúče z vetvičiek vyrastajú z jednej vrstvy buniek nachádzajúcej sa na periférnej strane hrebeňa vetvičiek (Obr. 4) (Brush a Prum 2003; Chen a kol. 2015).

Počas fázy, keď perie nerastie, sa folikul a dermálna papila stiahne, dreňové bunky odumierajú a postupujú k proximálnemu koncu pera, kmeňové bunky obklopujú dermálnu papilu. Vetvičky a lúče keratinizujú a zastaví sa aktivita hrebeňov. Pri prchnutí perie vypadne, opúšťa dermálnu papilu a jej ektodermu. Niektoré z kmeňových buniek začnú byť aktívne a iniciujú nový cyklus rastu (Chen a kol. 2015).

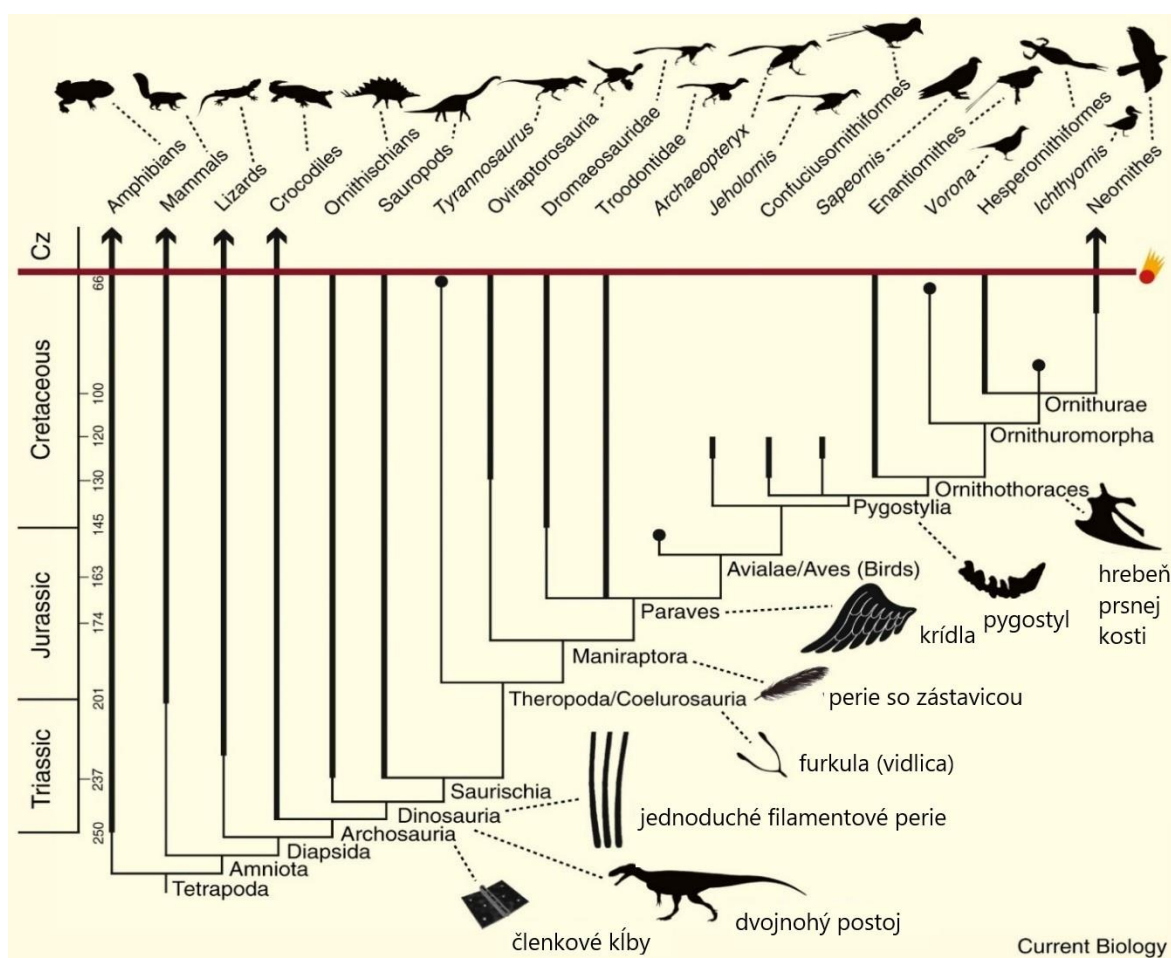


Obrázok 4 Vývoj peria

(Zdroj: podľa Encyclopedia Britannica, Inc 1998)

1.6 Vtáky

Dnešné žijúce vtáky disponujú viacerými štruktúrami, ktorými sa podobajú svojim dinosaurím predkom (Obr. 5). Vzpriameným dvojnóhým postojom, členkovými kĺbmi, dutými kosťami a esovito zahnutou krčnou chrbticou sa podobajú dávnejším dinosaurím predkom. Furkula (vidlica) a trojprstá horná končatina sa prvýkrát objavila u teropodov, dozadu smerujúca lonová kosť u maniraptorov a schopnosť zložiť predlaktie (ulnu a radius) oproti telu sa nachádzala u *Paraves*. Charakteristické znaky, ako je hrebeň prsnej kosti, slúžiaci na úpon svalov potrebných na lietanie a pygostyl, začali byť prítomné až po vzniku skupiny *Aves*, čo znamená, že primitívne vtáky vyzerali ako dinosaury bez posledných spomenutých štruktúr (Brusatte, O'Connor a Jarvis 2015).



Obrázok 5 Vývoj vtákov

(Zdroj: Brusatte, O'Connor a Jarvis 2015)

Najcharakteristickejšou črtou vtákov je perie. Je to špecializovaný kožný derivát slúžiaci na termoreguláciu, ochranu, zmyslové vnímanie alebo ako vizuálna komunikácia medzi jedincami. Rozlišujeme niekoľko typov peria. Medzi prachové perie patrí vlasové perie (*filoplumae*), štetinové (*vibrissae*), prachovité (*semplumae*) a páperie (*plumae*). Obrysové perie tvorí perie krycie (*pennae contourae*), kormidlové (*rectrices*), krídlové (*remiges*) a krovky (*tectrices*) (Obr. 6) (Kondo a kol. 2018).

Každé obrysové pero môžeme rozdeliť na **brko**, ktoré tvorí dutú časť kostrnky a je včlenené do folikulu a **osteň**, tvoriaci centrálnu, pevnú časť **kostrnky**. Na osteň sa pripája z oboch strán **zástavica**, ktorá je tvorená vetvičkami a lúčmi s háčikmi presne do seba zapadajúcimi a vytvárajú ucelenú štruktúru, ktorá dodáva tuhosť a silu peru (Van Zeeland a Schoemaker 2014).

Tvar peria je rozdielny v závislosti od miesta výskytu na tele. Krycie perie je radiálne symetrické, kostrnka je krátka alebo úplne chýba. Obrysové perie je bilaterálne symetrické. Perie, ktoré slúži na lietanie je asymetrické a disponuje kratším a menej ohybným okrajom, ktorý zabráňuje vytváraniu vzdušných vírov pri lete (Chuong a kol. 2000).



Obrázok 6 Typy peria
(Zdroj: Leach a Szuc 2014)

1.7 Rod *Estrilda*

Na svete sa vyskytuje skoro 11000 druhov vtákov radených do 40 radov. Jeden z týchto radov, *Passeriformes*, teda vrabcotvaré, obsahuje 60 % všetkých druhov a rozdeľuje sa na tri podrady. *Passeri* (oscines) s približne 45 % známych druhov sa nachádzajú na každom kontinente. Druhý podrad, *Tyrani* (suboscines) sa vyskytuje predovšetkým v Južnej Amerike a tvorí 15 % všetkých druhov. Posledný podrad *Acanthisitti* zahŕňa len dva nevymreté druhy, ktoré sú endemitmi Nového Zélandu (Tietze 2018).

Rod *Estrilda* sa radí do čeľade *Estrildidae*, ktorá predstavuje starú skupinu spevavcov vyskytujúcu sa predovšetkým v Afrike, Južnej Ázii, Austrálii a tiež na tropických ostrovoch Tichého oceána. Astrildy sú monofyletická skupina s možným počiatkom vývoja počas stredného Miocénu a v súčasnosti obsahuje 34 rodov so 141 druhmi, z ktorých je šesť ohrozených (Payne a Bonan 2019).

V rámci *Estrildidae* sa rozlišujú tri podčeľade : *Estrildinae* zahŕňa najmä africké druhy, v Austrálii sa vyskytujú *Poephilinae* a druhy poslednej podčeľade *Lonchurinae* obývajú predovšetkým Áziu, no niektoré druhy aj Afriku. V Afrike sa vyskytuje 71 z celkového počtu (Dickinson, 2003), no podľa niektorých názorov je to 76 druhov (Fry a Keith, 2004) a jeden druh obýva Madagaskar (Schidlo, Stiers a Rödder 2011).

V súčasnosti rod *Estrilda* reprezentuje 16 druhov, z ktorých sa 15 nachádza v Afrike a jeden *Estrilda rufibarba* (astrilda jemenská) obýva Arabský polostrov (Tabuľka 1). Astrildy sú malé, šesť až sedem gramové vtáky, niektoré presahujúce aj 24-30 gramov, s veľkosťou v priemere od siedmich do 17 centimetrov. Sú pre ne charakteristické krátke okrúhle krídla a krátky, ale silný zobák s dobre vyvinutými čeľustnými svalmi, ktorý je prispôbený pre typickú potravu astríld, čo sú semená tráv. Tie sú vysokým obsahom uhlíkovodíkov nielen významným zdrojom energie, ale v suchých oblastiach poskytujú aj potrebnú metabolickú vodu. V obľube však majú aj semená borovíc, slnečnice, bodliakov, pohánkovca či dokonca mravce (Payne a Bonan 2019).

Tabuľka 1 Zoznam druhov rodu *Estrilda*

<i>Estrilda coerulescens</i>	Astrilda levanduľová	
<i>Estrilda perreini</i>	Astrilda čiernochvostá	
<i>Estrilda thomensis</i>	Astrilda červenoboká	
<i>Estrilda poliopareia</i>	Astrilda bledooká	
<i>Estrilda paludicola</i>	Astrilda bahenná	
<i>Estrilda melpoda</i>	Astrilda oranžolíca	
<i>Estrilda rhodopyga</i>	Astrilda plavá	
<i>Estrilda rufibarba</i>	Astrilda jemenská	
<i>Estrilda troglodytes</i>	Astrilda sivá	
<i>Estrilda astrild</i>	Astrilda vlnkovaná	
<i>Estrilda nigriloris</i>	Astrilda žilkovaná	
<i>Estrilda nonnula</i>	Astrilda čiapočkatá	
<i>Estrilda atricapilla</i>	Astrilda čiernohlavá	
<i>Estrilda kandti</i>	Astrilda Kandtova	
<i>Estrilda charmosyna</i>	Astrilda čiernolíca	
<i>Estrilda erythronotos</i>	Astrilda červenobruchá	

(Zdroj: Payne a Bonan 2019)

Mnoho druhov astríld má vo svojom sfarbení červenú farbu. Karotenoidové pigmenty vytvárajúce túto červenú získavajú astrildy z potravy, no jeho intenzita závisí aj od energetického a nutričného stavu vtákov. Štúdie preukázali, že vtáky s červenším zobákom sú v lepšej kondícii, čím je červená farba indikátorom celkového zdravotného stavu jedinca (Cardoso a Reino 2018).

Niektoré druhy sú charakteristické prúžkovaným vzorom na perí (Obr. 10-11). Pravidelnosť týchto vzorov súvisí s telesnou kondíciou jedinca hlavne u samcov, čo poskytuje informácie o jeho kvalite podobne ako spomínaná červená farba. Dospelé jedince majú pravidelnejšie vzory ako juvenilny; pravidelnejším vzorom ako samice sa tiež vyznačujú dospelé samce, pričom v oboch prípadoch znak hrá čiastočnú úlohu ako sexuálny signál (Marques, Batalha a Cardoso 2016). Okrem pohlavných signálov môže toto sfarbenie poskytovať aj ochrannú funkciu v podobe maskovania, keďže je menej rozoznateľné a ťažšie sledovateľné než nevzorované operenie oproti premenlivému heterogénnemu pozadiu (Gluckman a Cardoso 2010).



Obrázok 7 *Estrilda nigriloris*
(Zdroj: Payne a Bonan 2019)



Obrázok 8 *Estrilda astrild*
(Zdroj: Payne a Bonan 2019)

Holiatka majú vyvinuté v ústnej dutine charakteristické znaky rôzneho tvaru a sfarbenia, pričom okraje úst sú opuchnuté a môžu vytvárať vankúšiky, papily, guľôčky, alebo reflexné perličky, ktoré sú výrazne sfarbené, perlové alebo opaleskujúce v kontraste s pokožkou mláďaťa. Tieto znaky slúžia ako signál pre rodičov, ktorými si potomkovia vyžadujú pozornosť. Podnebie mnohých astrildovitých sa vyznačuje čiernymi škvrnami. Mláďatá majú po vyliahnutí pokožku holú, na rozdiel od afrického rodu *Spermestes*, ktoré majú po vyliahnutí jemné páperie (Payne a Bonan 2019).

Astrildovité sú najmä vtáky trávnatých oblastí, ktoré sú často posiate kríkovitými alebo stromovými úsekmi. Skoro vždy sa vyskytujú blízko vody, pričom si v týchto oblastiach

hľadajú potravu a stavajú si hniezda. Mnoho druhov prijíma potravu priamo zo zeme, niektoré sú závislé na stromoch a kríkoch nachádzajúcich sa na otvorenej pastvine, ktorá môže byť sezónne zaplavená. Isté druhy sa bežne vyskytujú v okolí polí a pár druhov je považovaných za škodcov obilnín a ryže, tie ostatné preferujú semená tráv. Môžu obývať aj mokrade alebo sa vyskytujú v otvorených biotopoch afromontánneho pásma, ako v prípade druhu *Estrilda kandti* (astrilda Kandtova) (Payne a Bonan 2019).

V prípade *Estrilda astrild* (astrilda vlnkovaná) je prirodzeným prostredím subsaharská oblasť Afriky, no ľudmi bola zavlečená do viacerých oblastí sveta. V Európe sa táto invázia začala začiatkom 60tych rokov 20. storočia v oblasti portugalského pobrežia a v súčasnosti obýva skoro celé územie Portugalska s vhodnými podmienkami pre život (Batalha, Ramos a Cardoso 2013). Úspešná kolonizácia prebehla tiež v Južnej Amerike a na niektorých tropických ostrovoch, ako sú napríklad Havaj, Tahiti, Nová Kaledónia, Maurícius, Seychelly, Bermudy, či Kanárske ostrovy. Je považovaná za najúspešnejšieho „votrelca“ spomedzi astrildovitých a možno aj za najúspešnejší zo všetkých tropických druhov. Potrava je najdôležitejším faktorom ovplyvňujúcim šírenie týchto vtákov a keďže sa živia semenami, môžu značne ovplyvňovať miestny ekosystém (Stiels a kol. 2011).

Okrem potenciálnych poľnohospodárskych škodcov môže introdukované astrildovité vtáctvo predstavovať ekologických konkurentov pôvodných druhov a dokonca môžu zohrávať rolu v prenose chorôb a slúžiť ako vektor malárie vtákov (Payne a Bonan 2019). V Európe majú však invázne astrildy nižší výskyt hemosporidických parazitov, ako v natívnej Afrike (Cardoso a Reino 2018).

Astrildy patria medzi druhy, ktoré sú veľmi sociálne, pričom partneri trávajú skoro všetok čas spolu. Mnoho predstaviteľov skupiny sú kontaktné druhy. Páry a niekedy aj nespárované jedince sa spolu túlia v skupinách počas dňa aj noci, kedy sa dotýkajú telami, nezávisle od vonkajšej teploty prostredia. V oblúbe majú kúpanie sa vo vode, mlákach, či mestských fontánach, niektoré prachový kúpeľ počas preperovania. V rode *Estrilda* sa partneri často navzájom čistia (*allopreening*), taktiež rodičia preberajú perie svojim potomkom, ktoré im to na oplátku vracajú (Payne a Bonan 2019). Je teda rozumné predpokladať, že u vtákov, ktoré udržiavajú blízky telesný kontakt, bude vyššia prevalencia brkových roztočov.

Astrildy pri stavbe hniezd využívajú okrem bežného materiálu v podobe rôznych tráv aj trus mäsožravcov, často obsahujúci nestrávené chĺpy a kosti, ktoré kladú do okolia hniezd alebo priamo na ne. Tento materiál slúži na odstrašovanie potenciálnych predátorov

a výskumy naznačujú vyššiu úspešnosť vyľahnutých a prežitých jedincov práve v hniezdach s takýmito dodatkami (Schuetz 2004).

1.7.1 Ektoparazity u rodu *Estrilda*

U astrildy vlnkovanej bolo zatiaľ zistených (Hernandes a O'Connor 2017) osem druhov perových roztočov z piatich čeľadi, ktoré sa rozdeľujú podľa ich mikrohabitatu na tri morfologicko-ekologické skupiny. Prvá skupina obývala zástavice na dorzálnnej a ventrálnej časti veľkých letiek a pier chvosta - *Montesauria* a *Trouessartia*. Druhá skupina sa vyskytovala na krycom perí - *Onychalges* a posledná na koži - *Paddacoptes* a *Neocheyletiella*.

Okrem nich v čeľadi *Estrildidae* bolo nájdených 12 druhov všieniek (*Mallophaga*): šesť druhov rodu *Bruelia*, štyri z rodu *Myrsidea*, jedna z rodu *Machaerilaemus* a jedna *Menacanthus*. Konkrétne u rodu *Estrilda* bola dosiaľ potvrdená len nymfa rodu *Myrsidea* (Sychra a kol. 2010).

Brkové roztoče doposiaľ u rodu *Estrilda* neboli zistené. Boli však nájdené u viacerých príbuzných druhov čeľade *Estrildidae*, konkrétne sedem druhov podčeľade *Syringophilinae* Lavoipierre, 1953 a jeden druh z podčeľade *Picobiinae* Johnston and Kethley (Tabuľka 2) (Zmudzinski a Skoracki 2018).

Tabuľka 2 Brkové roztoče u *Estrildidae*

Rod roztoča	Druh roztoča	Druh hostiteľa	Krajina
<i>Fritschisyringophilus</i> Bochkov, Fain and Skoracki, 2004			
<i>Fritschisyringophilus</i>	<i>lonchurae</i> Bochkov, Fain and Skoracki, 2004 ^T	<i>Lonchura punctulata</i> ^T	India
<i>Krantziaulonastus</i> Skoracki, 2011			
<i>Krantziaulonastus</i>	<i>lonchurus</i> Skoracki, 2011	<i>Lonchura punctulata</i> ^T	Čína
<i>Krantziaulonastus</i>	<i>oryzivorus</i> Skoracki, 2011	<i>Lonchura oryzivora</i> ^T	Japonsko
<i>Neoaulonastus</i> Skoracki, 2004			
<i>Neoaulonastus</i>	<i>granatina</i> Skoracki, Hromada and Unsoeld, 2013	<i>Granatina ianthinogaster</i> ^T	Tanzánia
<i>Neosyringophilopsis</i> Skoracki and Sikora, 2005			
<i>Neosyringophilopsis</i>	<i>lonchurus</i> Skoracki, 2008	<i>Spermestes cucullata</i> ^T	neznáma
<i>Syringophiloidus</i> Kethley, 1970			
<i>Syringophiloidus</i>	<i>erythrurus</i> Skoracki, 2004	<i>Erythrura trichroa</i> ^T	Španielsko
<i>Syringophiloidus</i>	<i>erythrurus</i> Skoracki, 2004	<i>Lonchura</i> sp.	neznáma

(Zdroj: Zmudzinski a Skoracki 2018)

2 CIELE

Hlavnými cieľmi tejto bakalárskej práce sú:

- Opísať všeobecnú biológiu a ekológiu brkových roztočov
- Popísať brkové roztoče u hostiteľského rodu *Estrilda*

3 MATERIÁL A METÓDY

Materiál roztočov používaný pri tomto výskume bol získaný z kožkového materiálu vtákov z ornitologickej sekcie Národného múzea v Keni (NMK) podľa metodológie Skorackeho (2011). Výskum v Keni sa vykonal na základe povolenia od National Commission for Science Technology and Innovation in Kenya (NACOSTI/P/14/4653/660.) Roztoče boli vypreparované z pier a pred fixáciou boli zmäknuté a očistené v Nesbittovom roztoku pri 40°C po dobu cca 24 hodín. Identifikácia roztočov bola vykonaná za pomoci ZEISS Axioscope2™, svetelného mikroskopu s diferenciálnym interferenčným kontrastom. Kresby roztočov boli zhotovené za pomoci kamery lucida. V popisoch je chetotaxia idiosomy podľa Grandjeana (1939) prispôbena podľa Kethleyho (1990) pre skupinu *Prostigmata*. Nomenklatúra štetov končatín je podľa Grandjeana (1944). Morfologická terminológia je podľa Skorackeho (2011). Všetky merania sú v mikrometroch. Vedecké názvy vtákov pochádzajú zo zoznamu Clements a kol. (2018). Všetok pozbieraný materiál roztočov je uložený na Univerzite Adama Mickiewicza v Poznani, Katedre morfológie živočíchov, Poznaň, Poľsko (UAM).

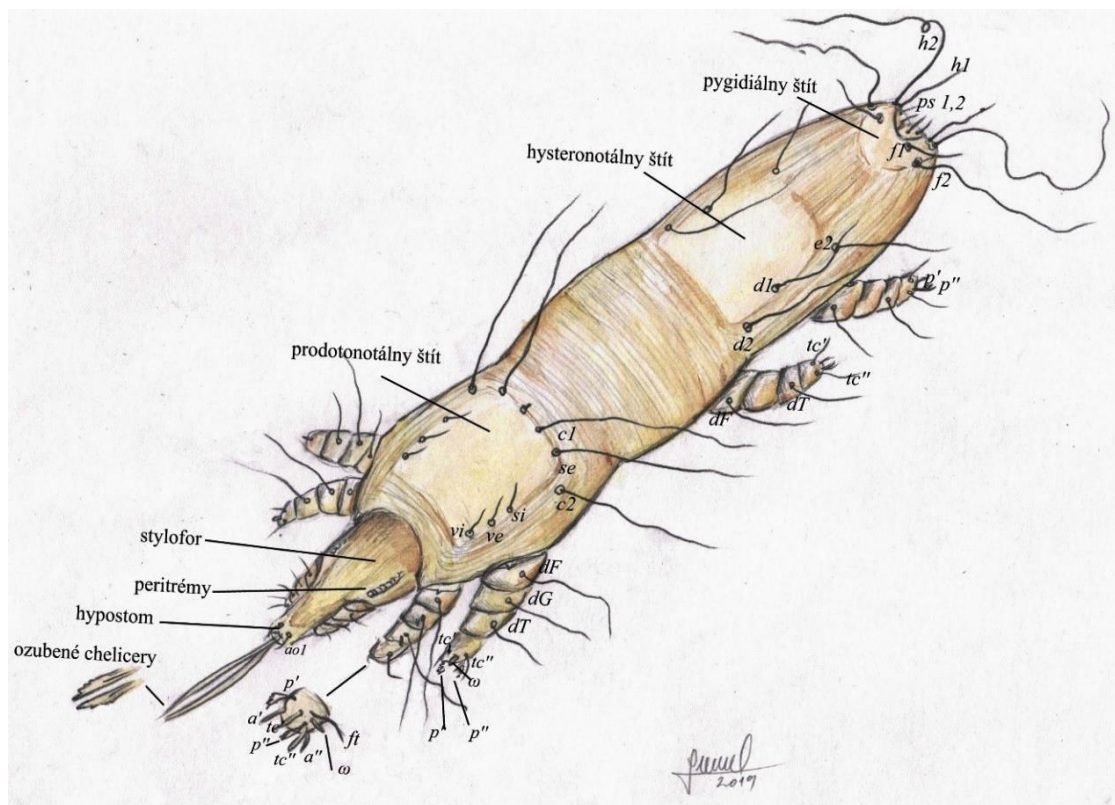
3.1 Základná anatómia roztočov

Pre správny opis a diagnostiku nielen roztočov je dôležité poznať základnú anatomickú stavbu skúmaného druhu organizmu. Typické telo vyšších článkonožcov je delené na tri časti – hlava, hrud' a bruško, ktoré sú najčastejšie pokryté kutikulou (Mandal 2017). Roztoče tvoria výnimku, pretože sú charakteristické tým, že nemajú hlavu, mandibulu, maxilu ani tykadlá. Telo majú zložené z dvoch hlavných častí; prvou je predná **prosoma (hlavohrud')**, v ktorej sa sústreďujú funkcie zmyslového vnímania, prijímania potravy a lokomócie. Gény, ktoré regulujú vytvorenie prvého páru tykadiel u hryzadlovcov, produkujú u roztočov pár často kliešťovitých **chelicér**. Druhý pár končatín, slúžiaci na zmyslové vnímanie alebo prijímanie potravy, sa nazývajú **pedipalpy**. Následné štyri páry končatín slúžia na pohyb. Prevažná časť trávenia, produkcia gamét a výmena plynov prebiehajú v zadnej časti tela bez končatín, zvanej **opistosoma (bruško)**. Pre roztoče je charakteristická vlastná **idiosoma**, do ktorej patrí časť tela nachádzajúca sa za pedipalpami. Špecializovaná ústna oblasť, ktorou prijímajú potravu sa nazýva **gnathosoma** alebo **capitulum** (Walter a Proctor 2013).

3.1.1 Špecifická anatómia brkových roztočov

Všetky brkové roztoče majú mliečno-bielu farbu a predĺžené telo. **Gnathostomu** vytvárajú zvyšky akronu, palpy a chelicery. Je predĺžená podobne ako ich telo v dôsledku limitovaného životného priestoru v preplnenom brku. Dvojsegmentové **chelicery** pozostávajú z proximálneho tela chelicer a distálneho pohyblivého článku. Predĺžené, zaťahovacie ohybné štruktúry formujú **bodec (stylet)**, ktorý môže byť rovný alebo hákovito zahnutý so zubkami. Ozubené chelicery však majú len samice. Ich dĺžka pri plnom natiahnutí môže byť dvakrát dlhšia ako samotná hrúbka steny brka. Bázy chelicer sú spojené a spolu s dorzálnou časťou gnathostomy, **infrakapitulom**, formujú kapsulu **styloforu**. Gnathostoma je pevne zrastená s idiosomou a zadnú stranu styloforu preto tvoria **apodémy**, na ktorú sa pripájajú svaly. Infrakapitulum obsahuje malý dekompresný otvor. Mediálno-ventrálnej časť infrakapitula – **hypostom**, je takmer kompletne spojený so styloforom. Ústa sú ohraničené dvoma párami hypostomálnych pier (Skoracki 2011).

Po bokoch gnathostomy sú článkované **palpy** zložené zo štyroch častí: *trochanter*, *femur*, *genu* a *tibiotarsus*. Zohrávajú dôležitú úlohu vo vyhľadávaní vhodného habitatu na tele vtáka, pretože obsahujú početné mechano- a chemosenzorické prídavky. Distálne konce pálp nemajú žiadne pazúriky (Filmonova a Mironov 2010).

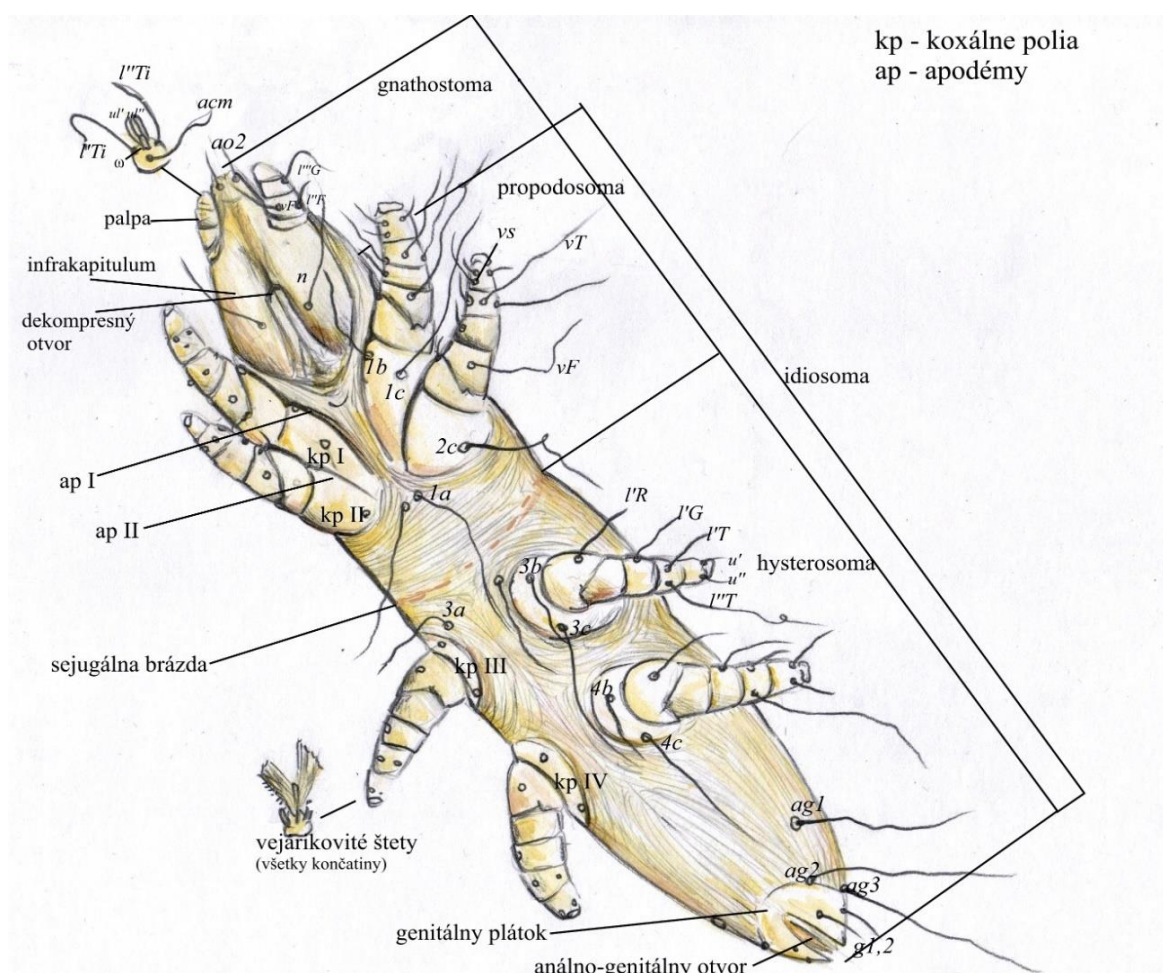


Obrázok 9 Dorzálna strana brkového roztoča

(Zdroj: podľa Skoracki 2011)

Dýchacie štruktúry zahŕňujú **stigmy** – dýchacie otvory a **peritrémy** – vnútorné žliabkovité systémy. Peritrémy sa delia na mediálne a laterálne vetvy častokrát ešte delené na komory. Otvory peritrém sa nachádzajú na laterálnych okrajoch styloforu v podobe rovných štrbín.

Idiosoma je delená na **propodosomu** a **hysterosomu** pozostatkami sejugálnej brázdy. Chrbtová časť idiosomy je sklerotizovaná vďaka idiosomálnym štítom, ktorých prítomnosť sa v rámci čeľade líši. Rozlišujeme tri základné typy štítov: **propodonotálny** štít, ktorý môže byť v celku alebo rozdelený na časti. **Hysteronotálny** štít môže byť samostatný alebo rozdelený na dve nezávislé časti a v niektorých rodoch je spojený s posledným, **pygidiálnym** štítom, ktorý je za iných okolností samostatným štítom na konci idiosomy. Tieto štíty u mnohých druhov lariev a protonýmfov chýbajú. Brušná časť idiosomy (až na rod *Picobia*) nedisponuje sklerotizovanými časťami (Skoracki 2011).



Obrázok 10 Ventrálna strana brkového roztoča

(Zdroj: podľa Skoracki 2011)

Genitálno-análne otvory sú spojené. Samice ich majú situované terminálne, prekryté zreteľnými chlopňami. Samce ich majú dorzálnjšie, prekryté oválnymi chlopňami. *Aedagus*, samčí reprodukčný orgán, má rozdvojený koniec a v normálnej polohe je zakrivený a dosahuje polovicu dĺžky tela.

Kráčavé končatiny pozostávajú z piatich častí: *koxa*, *trochanter*, *femur*, *genu*, *tibia* a *tarsus*. Prvé dva páry sú orientované dopredu, zvyšné dva dozadu. Koxy sú spojené s idiosomou v mieste zvanom koxálne pole a oddelené od povrchu idiosomy apodémami. Všetky štyri apodémy sú viditeľné len pri dospelých rodu *Picobiinae* (Skoracki 2011).

Dôležitú úlohu pri diferenciálnej diagnostike majú **štety** (*setae*), ktorých prítomnosť a dĺžka sú hlavnými determináčnymi charakteristikami medzi rodmi. Každé vývojové štádium je charakterizované inou setáciou.

Na infrakapitule sa nachádzajú štety *n*, ktoré chýbajú v larválnom štádiu. Palpy nesú suprakoxálne štety *elcp*. Okraje úst lemujú dva páry štetov - *ao1* a *ao2*. Idiosoma obsahuje štety, ktoré pomáhajú roztočovi (samici) prichytiť sa na hostiteľa. Dorzálna časť propodonota nesie šesť párov štetov: *vi* (môže chýbať), *ve*, *si*, *se*, *c1* a *c2*. Štety *d1*, *d2*, a *e2* sa nachádzajú na hysteronote a na koncovej časti tela sú situované štety *f1*, *f2*, *h1*, *h2*, pričom samce majú len *f2* a *h2*. Larvám a protonymfám chýbajú štety *h1*. Ventrálna časť idiosomy nesie dva páry interkoxálnych štetov *1a* a *3a*. Vo väčšine prípadov dospelých brkových roztočov sa pri terminálnom konci nachádzajú tri páry agenitálnych štetov (*ag1-3*). Larvy tieto štety nemajú, protonymfy majú len *ag1*, tritonymfy *ag1*, *ag2*.

Množstvo rodov má v análno-genitálnej oblasti dva páry pseudanálnych štetov *ps1* a *ps2* a dva páry genitálnych štetov *g1*, *g2*. Larvy a protonymfy majú po jednom páre (*ps1*, *g1*) tritonymfy majú už navyše *ps2*.

Chetotaxia končatín (Obr. 9,10) je pomerne rozsiahla, spomenieme štety koxálnych častí končatín. Larvy nesú štety *1b* len na prvom páre končatín. Protonymfy majú štety *1c*, *2c*, *3b* a *3c*, tritonymfy majú navyše *4b* a *4c* (Skoracki 2011).

3.2 Bipartite sieť a štatistika

Na vizualizáciu vzťahov v ekologickej sieti medzi parazitmi a hostiteľmi sme využili 'bipartite' balík v štatistickom programe 'R' (Dormann, Gruber a Fruend 2008). Prevalencia parazitov bola využitá ako kvantitatívny ukazovateľ sily vzťahu. Deskriptívna štatistika

parazitácie bola vypočítaná za použitia Quantitative Parasitology on the Web (Rozsa, Reiczigel a Majoros 2000; Reiczigel a kol. 2019).

3.3 Vizualizácia fylogeniez hostiteľa

Na vizualizáciu hostiteľskej fylogeniez rodu *Estrilda* bol skonštruovaný kladogram na základe konsenzuálneho stromu (Jetz a kol. 2012). Ako zdroj dát sme použili ‚Hackett All Species tree‘ s 1000 náhodne generovanými evolučnými stromami. Tento postup sa často využíva aj pri výskume evolučnej ekológie vtákov zahrňajúc výskumy hostiteľskej fylogeniez vtáčích parazitov (napr. Hromada a kol. 2016; Mikula a kol. 2016). Najrobustnejší strom bol vygenerovaný programom TreeAnnotator v1.8.2 v softvéri BEAST v1.8.2. Konsenzuálny strom bol následne graficky upravený v programe FigTree v1.4.2.

3.4 Taxonomická poznámka

V súčasných autoritatívnych zdrojoch je *Estrilda atricapilla* (Verreaux & Verreaux) (astrilda čiernohlavá) rozdelená na dva odlišné druhy; východný poddruh, žijúci vo východnej Afrike, je považovaný za zvláštny druh, *Estrilda Kandti* Reichenow (astrildu Kandtovu) (Clements a kol. 2018; Payne & Bonan 2019). Na druhej strane, v bežnej terénnej praxi je táto východoafrická forma astrildy čiernohlavej stále považovaná za *Estrilda atricapilla*. Tento druh je takto braný aj v množstve dôveryhodných atlasov vtákov (Zimmerman a kol. 2005; Stevenson a Fanshawe 2009).

V našom výskume všetky skúmané jedince pochádzali z Ugandy a Kene z rokov 1943–1964. V týchto krajinách sa však *E. atricapilla sensu stricto* podľa Clementsa a kol. (2018) a Payneho a Bonana (2019) nevyskytuje, len *Estrilda kandti*. Aj napriek týmto faktom, a najmä preto, že meno druhu *E. atricapilla* sa takto uvádza aj na štítkoch v Národnom Múzeu v Keni, sme sa meno *E. atricapilla* rozhodli ponechať aj v našom výskume.

4 VÝSLEDKY

Preskúmali sme 120 jedincov patriacich do siedmich druhov rodu *Estrilda*, pričom šesť druhov (86 %) bolo infikovaných brkovými roztočmi. Prevalencia sa pohybovala od 3,7 do 25 % (Tabuľka 3).

Opísali sme nový druh, *Syringophiloidus estrildus* **sp. nov.**, ktorý sa vyskytoval v brkách *Estrilda rhodopyga* Sundevall (astrilda plavá) z Ugandy. Presunuli sme *Krantziaulonastus oryzivorus* Skoracki, 2011 do rodu *Neoaulonastus* Skoracki 2011 a zaznamenali sme niekoľko nových hostiteľov pre druhy roztočov, ktoré boli opísané skôr.

Tabuľka 3 Brkové roztoče u astríld

Druh hostiteľa		Počet skúmaných	Počet infikovaných	Prevalencia (CL (Sterne))	Habitat	Druh roztoča
<i>Estrilda astrild</i>		23	3	13.0 (3.6-32.4)	Krovky krídel	<i>Neoaulonastus oryzivorus</i>
“			2	8.7 (1.6-27.8)	Sekundárne, terciárne letky	<i>Neosyringophilopsis lonchurus</i>
<i>Estrilda atricapilla</i>		8	2	25.0 (4.6-63.5)	Krovky krídel	<i>Neoaulonastus oryzivorus</i>
“			2	25.0 (4.6-63.5)	Sekundárne letky	<i>Neosyringophilopsis lonchurus</i>
“			2	25.0 (4.6-63.5)	Obrysové perie	<i>Picobia lonchurae</i>
<i>Estrilda nonnula</i>		22	2	9.1 (1.6-29.1)	Sekundárne letky	<i>Neosyringophilopsis lonchurus</i>
<i>Estrilda erythronotos</i>		20	1	5.0 (0.3-24.4)	Sekundárne letky	<i>Neosyringophilopsis lonchurus</i>
<i>Estrilda rhodopyga</i>		27	1	3.7 (0.2-18.1)	Sekundárne letky	<i>Neosyringophilopsis lonchurus</i>
“		27	1	3.7 (0.2-18.1)	Krovky krídel	<i>Syringophiloidus estrildus</i> sp. nov.
<i>Estrilda troglodytes</i>		4	1	25.0 (1.3-75.1)	Sekundárne, terciárne letky	<i>Neosyringophilopsis lonchurus</i>
<i>Estrilda perreini</i>		1	0	-	-	-

(Zdroj: autor)

Systematika

Čeľaď *Syringophilidae* Lavoipierre, 1953

Podčeľaď *Syringophilinae* Lavoipierre, 1953

Rod *Syringophiloidus* Kethley, 1970

Syringophiloidus estrildus sp. nov.

Opis

Samica, holotyp. *Gnathosoma*. Infrakapitulum apunktátne. Pohyblivé články chelicer 110 dlhé. Každá stredná vetva peritrémy s dvomi komorami, každá bočná vetva s ôsmimi až deviatimi komorami. Stylofor apunktátny, 140 dlhý. *Idiosoma*. Propodonotálny štít dobre sklerotizovaný, nesúci bázy štetov *vi*, *ve*, *si*, *se* a *c1*. Štety *vi*, *ve* a *si* hladké a subequálne. Hysteronotálne štety *d1*, *d2* a *e2* relatívne krátke, kratšie ako 100. Štety *h1* a *f1* dĺžkou takmer identické. Hysteronotálny štít slabo sklerotizovaný, predný okraj nad úrovňou štetu *d2*, zadný okraj nie je spojený s pygidiálnym štítom. Genitálny štít absentuje. Pomer dĺžky agenitálnych štetov *ag1:ag2:ag3* 1,3:1:1,6. Pseudanálny štet *ps2* je 1,4 krát dlhší ako *ps1*. Genitálne štety *g1* a *g2* takmer identické v dĺžke. Všetky koxálne polia apunktátne. Vejárovité štety *p'* a *p''* tretej a štvrtej končatiny so štyrmi hrotmi. Dĺžka štetov nasledovná: *vi* 20, *ve* 20, *si* 20, *se* 185, *c1* 210, *c2* 180, *d1* 90, *d2* 70, *e2* 80, *f1* 20, *f2* 195, *h1* 20, *h2* >260, *ag1* 105, *ag2* 80, *ag3* 125, *g1* a *g2* 15, *ps1* 11, *ps2* 15, *4b* 15, *4c* 60, *tc'III-IV* 35, *tc''III-IV* 50, *l'RIV* 20 (Obr. 11).

Samec. Nezistený.

Typ materiálu

Holotyp samice pochádza z brka kroviek *Estrilda rhodopyga* (Sundevall) (astrilda plavá) (host no. NMK 21334/1117), **UGANDA:** Masindi, 3. december 1958, coll. A. Brooks.

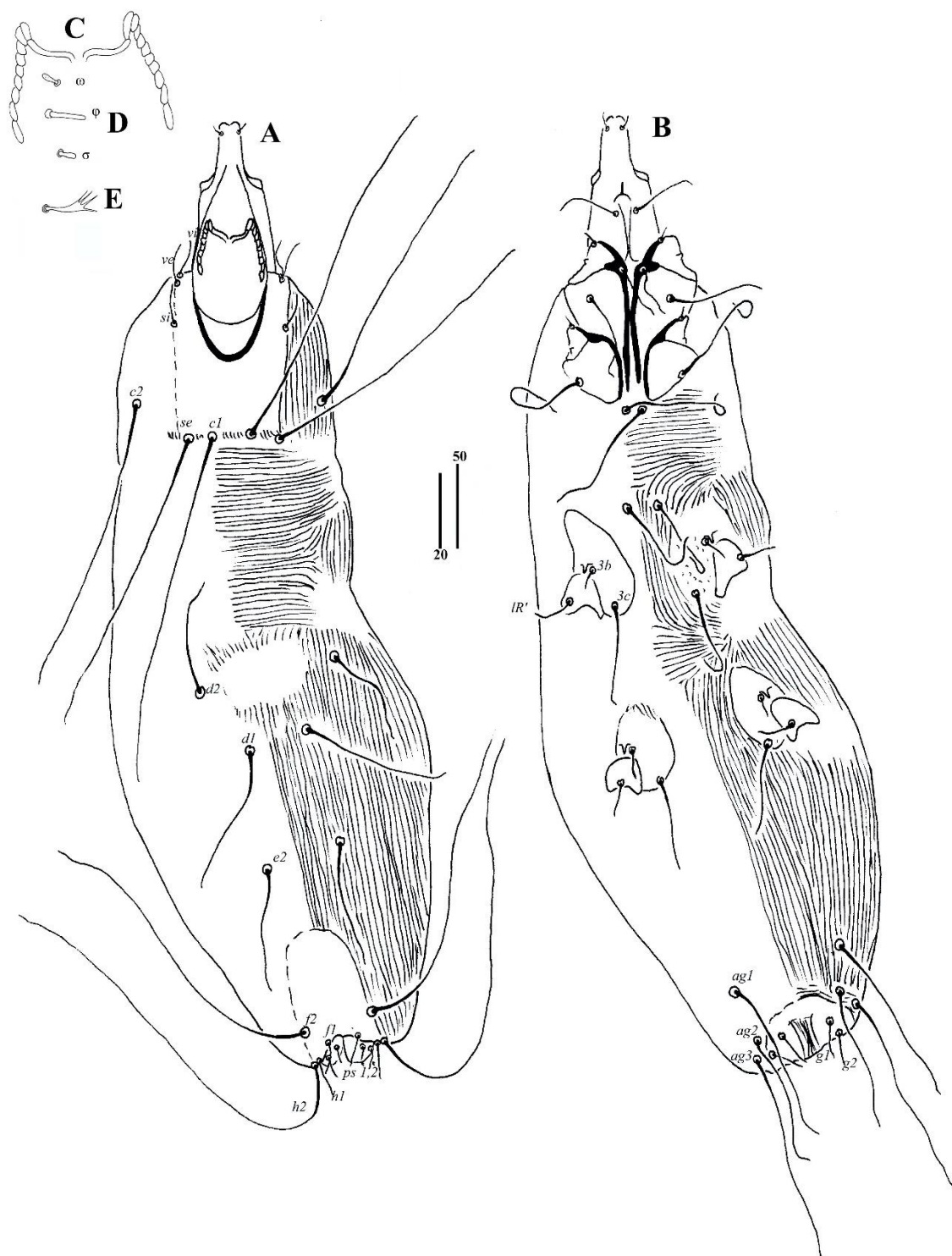
Uskladnenie materiálu

Holotyp deponovaný na UAM (Reg. no. AMU-SYR.574).

Diferenciálna diagnostika. *Syringophiloidus estrildus* **sp. nov.** patrí ku druhovej skupine *glandari*. Medzi druhmi v tejto skupine jedine *S. dendrocittae* Bochkov, Fain, Mironov, 2000 má štety *vi*, *ve* a *si* dĺžkou takmer zhodné, podobne ako vyššie opísaný *S. estrildus*. Nový druh sa líši od *S. dendrocittae* nasledujúcimi znakmi: u samíc *S. estrildus* sú štety *vi*, *ve* a *si* hladké a dĺžky štetov *d2*, *e2*, *ag2* sú 70, 80, 80 v uvedenom poradí. U samíc druhu *S. dendrocittae*, štety *vi*, *ve* a *si* sú jemne zúbkované a dĺžky štetov *d2*, *e2*, *ag2* sú 157, 130, 135 v danom poradí.

Etymológia

Meno *estrildus* pochádza od rodového mena hostiteľa.



Obrázok 11 *Syringophiloidus estrildus* **sp. nov.**

(Zdroj: autor)

A: dorzálna strana; B: ventrálna strana, C: peritrémy; D: chemosenzorické štruktúry prvej končatiny; E: vejárovitý štet p'III.

Rod *Neosyringophilopsis* Skoracki and Sikora, 2005

Neosyringophilopsis lonchurus Skoracki, 2008

Tento druh bol opísaný z hostiteľa *Lonchura cucullata* (Swainson) (mníška malá) (*Estrildidae*) z Afriky (Skoracki 2008, 2011), po tomto prvom popise ďalšie dáta chýbali. V tejto práci uvádzame šesť nových hostiteľských druhov pre tohto brkového roztoča: *Estrilda nonnula* (Hartlaub) (astrilda čiapočkatá) z Kene, *E. erythronotos* (Vieillot) (astrilda červenobruchá) z Kene, *E. rhodopyga* (Sundevall) (astrilda plavá) z Kene, *E. troglodytes* (Lichtenstein) (astrilda sivá) z Ugandy, *E. atricapilla* (Verreaux & Verreaux) (astrilda čiernohlavá) z Kene a Ugandy a *E. astrild* (Linnaeus) (astrilda vlnkovaná) z Kene.

Skúmaný materiál

11 samíc z *Estrilda nonnula* (astrilda čiapočkatá) (**nový hostiteľ**) (host no. NMK 21802/1115; habitat: sekundárne brko), **KEŇA**: North Nandi Forest, 27. november 1978, coll. neznámy. Sedem samíc z toho istého hostiteľa (host no. NMK 21489/1115; habitat: sekundárne brko), **KEŇA**: North Nandi Forest, 6. december 1978, coll. neznámy.

Sedem samíc z *Estrilda erythronotos* (astrilda červenobruchá) (**nový hostiteľ**) (host no. NMK 21618/1120; habitat: sekundárne brko), **KEŇA**: Rusinga Island, 20. marec 1935, coll. neznámy.

Štyri samice z *Estrilda rhodopyga* (astrilda plavá) (**nový hostiteľ**) (host no. NMK 21535/1117; habitat: sekundárne brko), **KEŇA**: Chululu Hills National Park, 12. jún 1938, coll. neznámy.

Deväť samíc z *Estrilda troglodytes* (astrilda sivá) (**nový hostiteľ**) (host no. NMK 21346/1118; habitat: sekundárne a terciárne brko), **UGANDA**: Karamoja región, 4. marec 1931, coll. neznámy.

Štyri samice z *Estrilda atricapilla* (astrilda čiernohlavá) (**nový hostiteľ**) (host no. NMK 21515/1116; habitat: sekundárne brko), **KEŇA**: Nairobi National Park, 26. máj 1943, coll. neznámy. Tri samice z tohto istého hostiteľa (host no. NMK 21513/1116; habitat: sekundárne brko), **UGANDA**: Mgahinga Gorilla National Park, 25. september 1946, coll. neznámy.

Desať samíc z *Estrilda astrild* (astrilda vlnkovaná) (**nový hostiteľ**) (host no. NMK 21560/1119; habitat: sekundárne brko), **KEŇA**: South Kinangop, 23. júl 1940, coll. neznámy. Sedem samíc a dvaja samci z tohto istého hostiteľa (host no. NMK 21558/1119; habitat: terciárne brko), **KEŇA**: Naivasha, 21. máj 1961, coll. neznámy.

Rod *Neoaulonastus* Skoracki, 2004

Neoaulonastus oryzivorus (Skoracki, 2011) comb. nov.

Tento druh bol pôvodne opísaný ako *Krantziaulonastus oryzivorus* Skoracki, 2001, obývajúci brká *Lonchura oryzivora* (ryžovník sivý) z Japonska (Skoracki 2011). Skúmanie nižšie uvedeného materiálu nám umožnilo presunúť tento druh do rodu *Neoaulonastus* Skoracki, 2000. Hlavným diskriminačným znakom je počet pseudanálnych štetov. Samice rodu *Neoaulonastus* majú dva pseudanálne šety (*ps1* a *ps2*), čím sa odlišuje od rodu *Krantziaulonastus*, disponujúcim iba jedným pseudanálnym šetom (*ps1*). Nižšie uvádzame dvoch nových hostiteľov tohto druhu brkového roztoča, *Estrilda atricapilla* (Verreaux & Verreaux) (astrilda čiernohlavá) z Kene a Ugandy a *E. astrild* (Linnaeus) (astrilda vlnkovaná) z Kene.

Skúmaný materiál

Desať samíc z *Estrilda atricapilla* (astrilda čiernohlavá) (**nový hostiteľ**) (host no. NMK 21514/1116; habitat: brko krídlových kroviek), **KEŇA**: Meru Forest, 22. december 1946, coll. neznámy. Tri samice z tohto hostiteľa (host no. NMK 21510/1116; habitat: brko krídlových kroviek), **UGANDA**: Bwindi Impenetrable National Park, 22. január 1946, coll. neznámy.

Dve samice z *Estrilda astrild* (astrilda vlnkovaná) (**nový hostiteľ**) (host no. NMK 21560/1119; habitat: brko krídlových kroviek), **KEŇA**: South Kinangop, 23. júl 1940, coll. neznámy. Jedna samica z tohto hostiteľa (host no. NMK 21564/1119; habitat: brko krídlových kroviek), **KEŇA**: Nairobi, 8. september 1961, coll. neznámy. Tri samice z tohto hostiteľa (host no. NMK 21555/1119; habitat: brko krídlových kroviek), **KEŇA**: Eburu, 25. november 1981, coll. neznámy.

Podčeľaď **Picobiinae** Johnston a Kethley, 1973

Picobia lonchurae Skoracki, Sikora and Spicer, 2016

Tento druh bol nedávno opísaný u hostiteľa *Lonchura leucogastra* (mníška bielobruchá) z Jávskeho súostrovia (Indonézia) (Skoracki a kol. 2016). V tejto štúdii sme ho zaznamenali u nového hostiteľského druhu, *Estrilda atricapilla* (Verreaux & Verreaux) (astrilda čiernohlavá) z Ugandy.

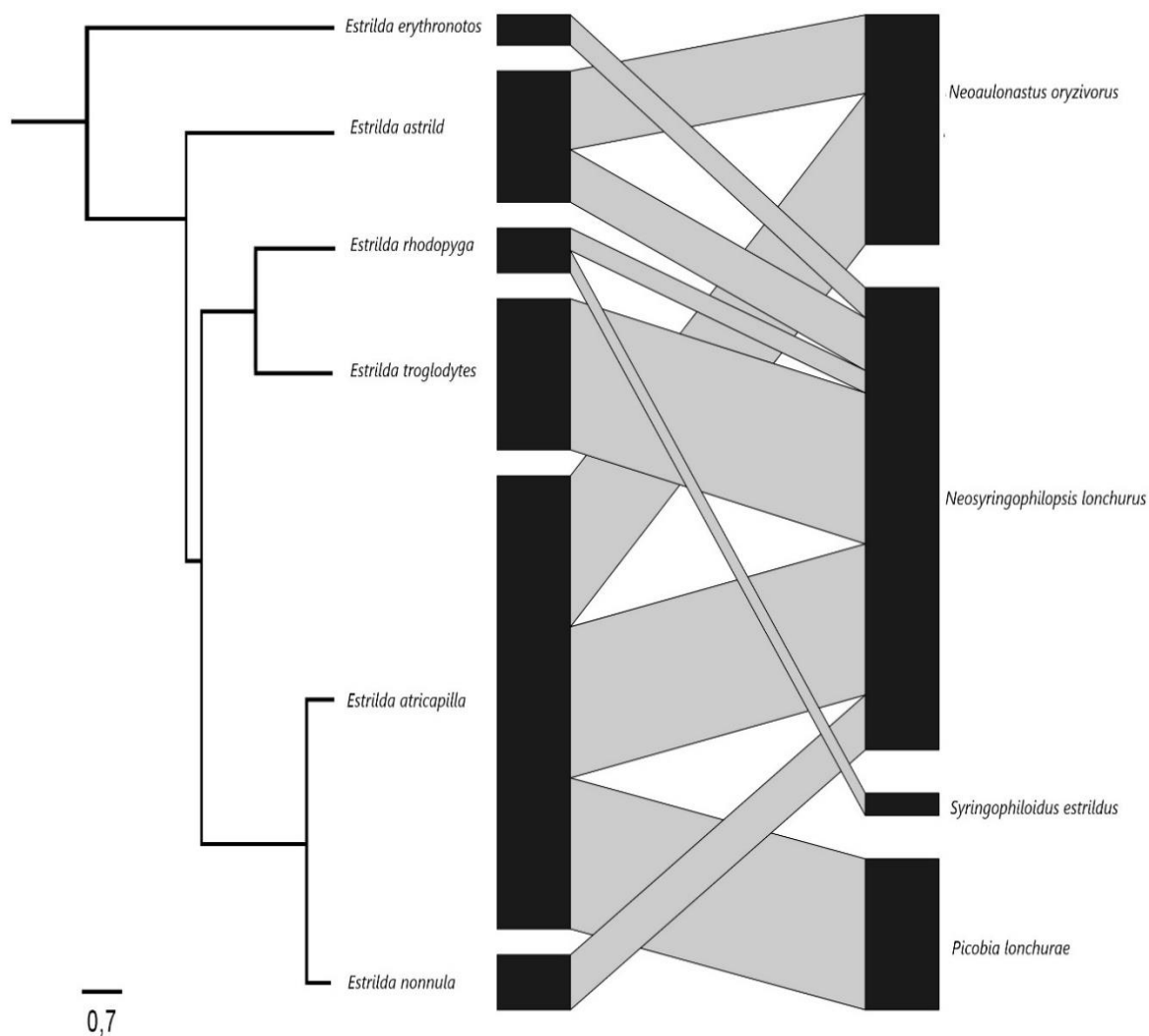
Skúmaný materiál. Dve samice (fyzogastrická forma) a jeden samec z *Estrilda atricapilla* (astrilda čiernohlavá) (**nový hostiteľ**) (host no. NMK 21510/1116; habitat: brko obrysového peria), **UGANDA:** Bwindi Impenetrable National Park, 22. január 1964, coll. neznámy. Tri samice (FF) z tohto istého hostiteľa (host no. NMK 21513/1116; habitat: brko obrysového peria), **UGANDA:** Mgahinga Gorilla National Park, 25. september 1946, coll. neznámy.

5 DISKUSIA

Astrildy rodu *Estrilda* sú vo svojom pôvodnom areáli, Afrike, mimoriadne rozšírené, početné a ekologicky dôležité. Majú však aj výrazne invázny charakter, v súčasnosti sú už rozšírené v rozsiahlych oblastiach Južnej Ameriky, na Havaji, v Európe, na ostrovoch v Indickom oceáne a Polynézii (Reino a Silva 1998; Oren a Smith 1981; Reino 2005; Reino, Moya-Larano a Claudio-Heitor 2009), kde v dôsledku svojej početnosti zásadne ovplyvňujú ekosystémy a miestne druhy (Silva, Reino a Borralho 2002) a môžu prenášať choroby (Payne a Bonan 2019). Využívajú sa však aj ako indikátorové druhy (Reino, Moya-Larano a Claudio-Heitor 2009), či ako laboratórne živočíchy (Payne a Bonan 2019), čo je však dôležité, sú obľúbené medzi chovateľmi. Napriek tomu neboli ich ektoparazity dostatočne skúmané, čo znamená veľkú pravdepodobnosť zistenia nových druhov.

Počas tohto výskumu sme vyšetrili 120 vtákov rodu *Estrilda* patriacich do siedmich afrických rodov z celkových 15 (46,67%). Identifikovali sme štyri druhy brkových roztočov parazitujúce šesť druhov astríld. Opísali sme jeden nový druh monoxénneho parazita, *Syringophiloidus estrildus* **sp. nov.**, ktorý žije v brkách kroviek druhu *Estrilda rhodopyga* (astrilda plavá).

Zistili sme, že druh *Estrilda atricapilla* (astrilda čiernohlavá) bol infikovaný tromi rôznymi rodmi brkových roztočov, pričom obývali tri rôzne habitaty v operení. *Neoaulonastus oryzivorus* sa vyskytoval v brkách kroviek; *Picobia lonchurae* osídľoval brká krycieho (obrysového) peria a napokon, druh *Neosyringophilopsis lonchurus* sa nachádzal v brkách sekundárnych letiek. Posledné dva druhy predstavujú mezostenoxénne parazity, pretože v predošlých výskumoch boli zistené aj u iných členov čeľade *Estrildidae*. *Neosyringophilopsis lonchurus* sa vyskytoval v brkách všetkých skúmaných druhov (Obr. 12). Tento druh roztoča bol zaznamenaný aj u *Spermestes cucullata* (mníška malá), čo znamená, že je to parazit s najširšou hostiteľskou špecificitou spomedzi skúmaných roztočov.



Obrázok 12 Sieť bipartite

(Zdroj: autor)

Bipartite sieť ukazuje vzťahy medzi hostiteľmi (vľavo) a brkovými roztočmi (vpravo). Sila (hrúbka línie medzi parazitmi a hostiteľmi) každého vzťahu predstavuje počet interakcií (prevalenciu) medzi danými druhmi.

Areál vtákov druhu *Estrilda atricapilla* (astrilda čiernohlavá) (viď taxonomickú poznámku v časti Materiál a metódy) žijúcich vo východnej Afrike je obmedzený na malé ostrovčeky v afromontáne (horské čistiny, okraje lesov, bambusové lesy či kamenité plochy), Albertínskom rifte (Konžská demokratická republika, Uganda, Rwanda a Burundi) a v Keni (Mt Elgon, Aberdare Mts a Mt Kenya) (Payne a Bonan 2019). Je preto zaujímavé, že napriek tomu je diverzita parazitov najvyššia spomedzi všetkých skúmaných práve u tohto druhu.

ZÁVER

Hlavnou úlohou tejto bakalárskej práce bolo predstaviť ekológiu brkových roztočov na základe hostiteľského druhu *Estrilda*. Aj napriek tomu, že nie sú ešte celkom prebádanou skupinou, môžu slúžiť ako vhodné modely pre rôzne typy štúdií (kofylogenéza, faktory podmieňujúce druhovú rozmanitosť atď). *Syringophilidae* patria medzi permanentné ektoparazity vtákov žijúce v uzavretom systéme, v dutine brka. Tento priestor opúšťajú iba počas disperzie, keď samice pomocou ozubených chelicer prerážajú stenu pera a vytvárajú si východové chodbičky. Samce ozubené chelicery nemajú a je možné predpokladať, že brko ani neopúšťajú. Tomu nasvedčuje aj ich nižší výskyt pri pozorovaniach, prípadne až neprítomnosť samcov pri niektorých druhov. Pre brkové roztoče je charakteristická haplodiplodia, keď sa z neoplodených vajíčok vyľahne samec. Túto feminizáciu pomeru pohlaví u syringofilidov môže do istej miery ovplyvňovať aj symbiotická baktéria, *Wolbachia*.

Je možné, že pôvod brkových roztočov siaha až do doby dinosaurov, keď sa mohli vyvinúť v ich hniezdach zo sesterskej skupiny *Cheyletidae*. Minimálne niektoré dinosaury v tejto dobe už disponovali perím, vrátane línií, ktoré neviedli ku súčasným moderným vtákom (*Sinosauropteryx*). Na vstup do novej niky však bolo potrebné, aby sa vo vznikajúcom pere vytvorila dutina, calamus, ktorá je prvýkrát potvrdená u coelosauridov, ako je *Ornithomimus*. Brko však nie je dostupné roztočom vždy, ale len počas jeho počiatkovej vývojovej fázy, keď je *umbilicus superior* ešte otvorený.

V praktickej časti našej práce sme sa zamerali na hostiteľov rodu *Estrilda*, malé africké spevavce. Astrildy sú spoločenské vtáky trávnatých plání až horských oblastí. Vysoká socialita, ktorá spočíva aj vo vzájomnom čistení či túlení sa, môže prispievať k prenosu brkových roztočov. Zistili sme, že druh roztoča *Neosyringophilopsis lonchurus* sa vyskytoval u všetkých skúmaných druhov astríld v brkách krídel a dokonca aj v rámci čeľade *Estrildidae*, čo poukazuje na jeho nízku špecifickosť. Ďalším významným zistením bol výskyt súčasne troch roztočov patriacich do troch rodov (*Neoaulonastus oryzivorus*, *Neosyringophilopsis lonchurus* a *Picobia lonchurae*) u hostiteľa *Estrilda astrild*, ale každý obýval iný typ habitatu. Najdôležitejším prínosom výskumu je popisovanie nového druhu roztoča, *Syringophiloidus estrildus* **sp. nov.**, u hostiteľa *Estrilda rhodopyga*, ktorý sa vyskytoval v krovkách krídel.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- BATALHA, H. R., RAMOS, J. A. and CARDOSO, G. C., 2013. A successful avian invasion occupies a marginal ecological niche. In: *Acta Oecologica*, (49): 92–98. ISSN: 1873-6238.
- BOCHKOV, A.V. 2009: A review of mites of the parvorder Eleutherengona (Acariformes: Prostigmata) – permanent parasites of mammals. In: *Acarina* (1): 1–149. ISSN: 2221-5115.
- BOCHKOV, A.V., 2008: New observations on phylogeny of cheyletoid mites (Acari: Prostigmata: Cheyletoidea). In: *Proceedings of the Zoological Institute (St. Petersburg)*, 312: 54–73. ISSN: 0206-0477.
- BOCHKOV, A. V. and OTTO, J. C., 2019. Five new species of cheyletid mites (Acari: Prostigmata: Cheyletidae). In: *Zootaxa*, 2727(1): 1. ISSN: 1175-5326.
- BOCHKOV, A.V., 2004. Mites of the family Cheyletidae (Acari: Prostigmata): phylogeny, distribution, evolution and analysis of parasite-host relationship. In: *Parazitologiya*, 38(2): 122–138. ISSN: 0031-1847.
- BRUSATTE, S. L., O’CONNOR, J. K. and JARVIS, E. D. 2015. The Origin and Diversification of Birds. In: *Current Biology*, 25(19): R888–R898. ISSN: 0960-9822.
- BRUSH, A.H and PRUM, R.O., 2003. Which came first, the feather or the bird ?. In: *Scientific American*, 288(3). ISSN 0036-8733.
- CARDOSO, G. C. and REINO, L., 2018. Ecologically Benign Invasions: The Invasion and Adaptation of Common Waxbills (*Estrilda astrild*) in Iberia. In: QUEIROZ and POOLEY ed. *Histories of Bioinvasions in the Mediterranean*, Springer International Publishing, 149–169. ISBN: 978-3-319-74985-3.
- CASTO, S. D., 1974. Entry and Exit of Syringophilid Mites (Acarina: Syringophilidae) from the Lumen of the Quill. In: *The Wilson Bulletin*, 86(3): 272-278. ISSN: 1938-5447.
- CLEMENTS, J.F., SCHULENBERG, T. S., ILIFF, M. J, ROBERSON, D., FREDERICKS, T. A., SULLIVAN, B. L. and WOOD, C.L., 2018. *The eBird/Clements checklist of birds of the world: v2018*. [cit. 7. apríla 2019]. Dostupné z: <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>

- COLLOFF, M.J., 2009. *Dust Mites*. Collingwood: CSIRO Publishing and Springer. ISBN: 978-90-481-2223-3.
- DABERT, M., WITALINSKI, W., KAZMIERSKI, A., OLSZANOWSKI, Z. and DABERT J. 2010. Molecular phylogeny of acariform mites (Acari, Arachnida): strong conflict between phylogenetic signal and long-branch attraction artifacts. In: *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 56(1): 222–241. ISSN: 1095-9513.
- DÁTTILO, W. and RICO-GRAY, V., 2018. *Ecological Networks in the Tropics: An Integrative Overview of Species Interactions from Some of the Most Species-Rich Habitats on Earth*. Springer. ISBN: 978-3-319-68227-3.
- DE VIENNE, D. M., REFRÉGIER, G., LÓPEZ-VILLAVICENCIO, M., TELLIER, A., HOOD, M. E. and GIRAUD, T., 2013. Cospeciation vs host-shift speciation: methods for testing, evidence from natural associations and relation to coevolution. In: *New Phytologist*, 198(2): 347–385. ISSN: 0028-646X.
- DICKINSON, E. C., 2003. *The howard & moore complete checklist of the birds of the world*, 3rd edn. Princeton, NJ: Princeton University Press. ISBN 978-0-956-86112-2.
- DIMOND, C. C., CABIN, R. J., and BROOKS, J. S., 2011. Feathers, Dinosaurs, and Behavioral Cues: Defining the Visual Display Hypothesis for the Adaptive Function of Feathers in Non-Avian Theropods. In: *BIOS*, 82(3): 58–63. ISSN: 1943-6289.
- DIRZO, R. and E. MENDOZA, 2018. Biodiversity. In: FATH, B.D eds. *Encyclopedia of ecology*, 2nd ed. Elsevier, 368-377. ISBN: 978-0-444-63768-0.
- DORMANN, C.F., GRUBER, B. and FRUEND, J. 2008. Introducing the bipartite Package: Analysing Ecological Networks. In: *R News*, 8(2). ISSN: 1609-3631.
- ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, INC, 1998. Development of a typical down feather. The epidermal ridges give rise to the barbs of the feather [online]. [cit. 17. apríla 2019]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/plumule-feather/media/465130/2026>
- FEDUCCIA, A., 2002. Birds are Dinosaurs: Simple Answer to a Complex Problem. In: *The Auk: Ornithological Advances*, 119(4): 1187-1201. ISSN: 0004-8038.
- FILIMONOVA, S.A. and MIRONOV, S.V., 2010. Functional morphology of the gnathosoma in the quill mite *Syringophilopsis fringilla* Fritsch (Acari: Prostigmata: Syringophilidae). In: *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology*, 249(3-4): 165–180. ISSN: 0044-5231.

- FRY, C. H and KEITH, S. 2004. *The birds of Africa, volume VII: Sparrows to buntings*. London: Helm. ISBN: 978-0713665314.
- GLOWSKA, E., DRAGUN-DAMIAN, A., DABERT, M. and GERTH, M., 2015. New Wolbachia supergroups detected in quill mites (Acari: Syringophilidae). In: *Infection, Genetics and Evolution*, (30): 140–146. ISSN: 1567-1348.
- GLOWSKA, E., FILUTOWSKA, Z. K., DABERT, M. and GERTH, M., 2018. Microbial composition of enigmatic bird parasites: Wolbachia and Spiroplasma are the most important bacterial associates of quill mites (Acari: Syringophilidae) [online]. In: *Evolutionary Biology*, ISSN: 1420-9101. DOI: <https://doi.org/10.1101/377218> (in print). Dostupné z: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/377218v2>
- GLOWSKA, E., LANIECKA I., ROMANOWSKA, K and DABERT, M., 2018. A new quill mite *Torotroglia emberizae* sp. nov. (Acariformes: Syringophilidae) from the Chestnut-eared Bunting (Passeriformes: Emberizidae) in Japan (morphology and DNA barcode data). In: *Acta parasitologica*. 63(4): 791-794. ISSN 1230-2821.
- GLUCKMAN, T. -L. and CARDOSO, G. C., 2010. The dual function of barred plumage in birds: camouflage and communication. In: *Journal of Evolutionary Biology*, 23(11): 2501–2506. ISSN: 1010-061X.
- GRANDJEAN, F., 1939. Les segments postlarvaires de l'hysterosoma chez les oribates (Acariens). In: *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 64: 273-284. ISSN: 0037-962X.
- GRANDJEAN, F., 1944. Observations sur les acariens de la famille des Stigmaeidae. In: *Archives des Sciences Physiques et Naturelles*, 26: 103-131. ISSN: 0003-9705.
- HAN, G., CHIAPPE, L. M., JI, S.-A., HABIB, M., TURNER, A. H., CHINSAMY, A., LIU, X. and HAN, L., 2014. A new raptorial dinosaur with exceptionally long feathering provides insights into dromaeosaurid flight performance. In: *Nature Communications*, 5:4382. ISSN: 2041-1723.
- HARTVIGSEN, G. 2017. Biodiversity and Evolution. In: LEVIN ed. *Encyclopaedia of Biodiversity*, Elsevier, 411-417. ISBN: 978-0-12-384720-1
- HATCHER, M. J., DICK, J. T., and DUNN, A. M. 2012. Diverse effects of parasites in ecosystems: linking interdependent processes. In: *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(4): 186–194. ISSN: 1540-9295.

- HEEB, P., KÖLLIKER, M., and RICHNER, H. 2000. Bird–ectoparasite interactions, nest humidity, and ectoparasite community structure. In: *Ecology*, 81(4): 958–968. ISSN: 0012-9658.
- HERNANDES, F. A., and O’CONNOR, B. M., 2017. Out of Africa: the mite community (Arachnida: Acariformes) of the common waxbill, *Estrilda astrild* (Linnaeus, 1758) (Passeriformes: Estrildidae) in Brazil In: *Parasites & Vectors*, 10(1): 299. ISSN: 1756-3305.
- HROMADA, M., KLIMOVICOVA, M., UNSOELD, M. and SKORACKI, M., 2016. Host-parasite relationships in the system composed by cuckoos and quill mites. In: *Systematic and Applied Acarology*, 21(4): 528-536. ISSN: 1362-1971.
- CHEN, C.-F., FOLEY, J., TANG, P. C., LI, A., JIANG, T. X., WU, P., WIDELITZ, R. B. and CHUONG, C.M., 2015. Development, Regeneration, and Evolution of Feathers. In: *Annual Review of Animal Biosciences*, 3(1): 169–195. ISSN: 2165-8102.
- CHUONG, CH-M., CHODANKAR, R., WIDELITZ, R. B. and JIANG, T-X., 2000. Devo of feathers and scales: building complex epithelial appendages. In: *Current Opinion in Genetics & Development*, (4): 449-456. ISSN: 0959-437X, JETZ W., 2012. The global diversity of birds in space and time. In: *Nature*, 491: 444-448. ISSN: 0028-0836.
- JETZ, W., THOMAS, G. H., JOY, J. B., HARTMANN, K. and MOOERS, A. O., 2012. The global diversity of birds in space and time. In: *Nature*, 491(7424): 444–448. ISSN: 0028-0836.
- KAMIYA, T., O’DWYER, K., NAKAGAWA, S. and POULIN, R., 2013. What determines species richness of parasitic organisms? A meta-analysis across animal, plant and fungal hosts. In: *Biological Reviews*, 89(1): 123–134. ISSN: 1464-7931.
- KASZEWSKA, K., SKORACKI, M. and HROMADA, M., 2018. A review of the quill mites of the genus *Gunaboplicobia* Skoracki and Hromada (Acariformes: Prostigmata: Syringophilidae) associated with birds of the order Columbiformes. In: *International journal of acarology*, 44(7): 288–299. ISSN: 0168-8162.
- KETHLEY, J., 1971. Population regulation in quill mites (Acarina: Syringophilidae). In: *Ecology*, 52(6): 1113-1118. ISSN: 0012-9658.
- KETHLEY, J., 1990. Acarina: Prostigmata (Actinedida). In: DINDAL, D. L. ed. *Soil biology guide*, 667-754. New York: Wiley and Sons. ISBN: 978-0-471-04551-9.

- KLIMOVIČOVÁ, M., SKORACKI, M. and HROMADA, M. 2016. Two new species of quill mites (Acari: Syringophilidae) associated with the Chestnut-fronted Helmetshrike *Prionops scopifrons* (Peters) (Passeriformes: Vangidae) in Kenya. In: *Zootaxa*, 4137(4): 578–584. ISSN: 1175-5326.
- KONDO, M., SEKINE, T., MIYAKOSHI, T., KITAJIMA K., EGAWA, S., SEKI, R. and ABE, G., 2018. Flight feather development: its early specialization during embryogenesis [online]. In *Zoological Letters*, 4(2). [cit. 3. februára 2019]. ISSN: 2056-306X. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5771061/#!po=71.8750>
- LE PAGE, M., 2018. Pterosaurs had feathers to keep them warm. In: *New Scientist*, 240(3209-3210): 8. ISSN: 0262-4079.
- LEACH, A. and SZUC, J., 2014. Everything You Need To Know About Feathers [online]. [cit. 3. februára 2019. Dostupné z: <https://academy.allaboutbirds.org/feathers-article/2/>
- MANDAL, F.B., 2017. *Biology of non-chordates*. New Delhi: PHI Learning Pvt. Ltd: ISBN: 978-93-874-7201-3.
- MARQUES, C. I. J., BATALHA, H. R. and CARDOSO, G. C., 2016. Signalling with a cryptic trait: the regularity of barred plumage in common waxbills. In : *Royal Society Open Science*, 3(5): 160195. ISSN: 2054-5703.
- MAYR G., POHL, B. and PETERS, D.S. 2005: A well-preserved Archaeopteryx specimen with theropod features. In: *Science*, 310(5753): 1483–1486. ISSN: 0036-8075.
- MIKULA, P., MORELLI, F., LUČAN, R. K., JONES, D. N. and TRYJANOWSKI, P., 2016. Bats as prey of diurnal birds: a global perspective. In: *Mammal Review*, 46(3): 160-174. ISSN: 1365-2907.
- MIRONOV, S.V. and BOCHKOV, A.V., 2009. Modern conceptions concerning the macrophylogeny of acariform mites (Chelicerata, Acariformes). In: *Entomological Review*, 89(8): 975–992. ISSN: 0013-8738.
- OREN, D. and SMITH, N., 1981. Notes on the status of the Common African Waxbill in Amazonia. In: *Wilson Ornithological Society*, 93 (2): 281–282. ISSN: 1559-4491.
- PAYNE, R. and BONAN, A. (2019). Waxbills (Estrildidae) [online]. In: *Handbook of the Birds of the World Alive*. Barcelona: Lynx Edicions. [cit. 23. januára 2019]. ISBN: 978-84-965-5368-2. Dostupné z: <https://www.hbw.com/node/52373>

- PERSONS, W. S. and CURRIE, P. J., 2015. Bristles before down: A new perspective on the functional origin of feathers. In: *Evolution*, 69(4): 857–862. ISSN: 0014-3820.
- QUIÑONES, A. E and PEN. I., 2017. A unified model of Hymenopteran preadaptations that trigger the evolutionary transition to eusociality. In: *Nature Communications*, 8, 15920. ISSN: 2041-1723.
- REICZIGEL, J. MAROZZI M., FABIAN I. and ROZSA L., 2019. Biostatistics for Parasitologists - A Primer to Quantitative Parasitology. In: *Trends in parasitology*, 35(4): 277–281. ISSN: 1471-4922.
- REINO, L. and SILVA, T., 1998. The distribution and expansion of the common waxbill (*Estrilda astrild*) in the Iberian Peninsula. In: *Biological Conservation Fauna*, 102: 163–167. ISSN: 0006-3207.
- REINO, L., 2005. Variation partitioning for range expansion of an introduced species: the common waxbill *Estrilda astrild* in Portugal. In: *Journal of Ornithology*, 146: 377–382. ISSN: 2193-7192.
- REINO, L., MOYA-LARANO, J. and CLAUDIO-HEITOR, A., 2009. Using survival regression to study patterns of expansion of invasive species: will the common waxbill expand with global warming? In: *Ecography*, 32 (2): 237–246. ISSN: 0906-7590.
- ROZSA, L., REICZIGEL, J. and MAJOROS, G., 2000. Quantifying parasites in samples of host. In: *The Journal of Parasitology*, 86(2): 228–32. ISSN: 0022-3395.
- RUSSEL, R. C., OTRANTO, D. and WALL, R. L., 2013. *The Encyclopedia of Medical and Veterinary Entomology*. Wallingford: CABI. ISBN: 978-17-806-4037-2.
- SAITTA, E. T., GELERNTER, R. and VINTHER, J. 2017. Additional information on the primitive contour and wing feathering of paravian dinosaurs. In: *Palaeontology*, 61(2): 273–288. ISSN: 0031-0239.
- SCHIDELKO, K., STIELS, D. and RÖDDER, D., 2011. Historical stability of diversity patterns in African estrildid finches (Aves: Estrildidae). In: *Biological journal of the Linnean Society*, 102(2): 455–470. ISSN: 0024-4066.
- SCHUETZ, J. G., 2004. Common waxbills use carnivore scat to reduce the risk of nest predation. In: *Behavioral Ecology*, 16(1): 33–137. ISSN: 1045-2249.

- SILVA, T., REINO, L. and BORRALHO, R., 2002. A model for range expansion of an introduced species: the common waxbill *Estrilda astrild* in Portugal. In: *Diversity and Distributions*, 8 (6): 319–326. ISSN: 1366-9516.
- SKORACKI, M., 2011. Quill mites (Acari: Syringophilidae) of the Palaearctic region. In: *Zootaxa* 2840(1): 1-414. ISSN: 1175-5326.
- SKORACKI, M., GLOWSKA, E. and BOCHKOV, A. V. 2013. Phylogeny of quill mites of the family Syringophilidae (Acari: Prostigmata) based of their external morphology. In: *European Journal of Entomology*, 110(4): 663-675. ISSN: 1210-5759.
- SKORACKI, M., SIKORA, B. and SPICER, G.S., 2016. A review of the subfamily Picobiinae Johnston and Kethley, 1973 (Acariformes: Prostigmata: Syringophilidae). In: *Zootaxa*, 4113(1), 1–95. ISSN: 1175-5326.
- SKORACKI, M., SPICER, G.S. and O'CONNOR, B.M., 2016. A systematic review of the subfamily Syringophilinae (Acari: Syringophilidae) of the Nearctic region. Part 1: quill mites associated with passerines (Aves: Passeriformes). In: *Zootaxa*, 4084(4): 451–494. ISSN: 1175-5326.
- SKORACKI, M., ZABLUDOVSKAYA, S. A. and BOCHKOV, A. V., 2012. A review of prostigmata (Acariformes: Trombidiformes) permanently associated with birds. In: *Acarina*, 20 (2): 67-107. ISSN: 0132-8077.
- STEVENSON, T. and FANSHAW, J., 2009. *Birds of East Africa: Kenya, Tanzania, Uganda, Rwanda, Burundi (Helm Field Guides)*. London: Helm. ISBN: 978-0-713-67347-0.
- STIELS, D., SCHIDELKO, K., ENGLER, J.O., VAN DEN ELZEN, R. and RÖDDER, D., 2011. Predicting the potential distribution of the invasive Common Waxbill *Estrilda astrild* (Passeriformes: Estrildidae). In: *Journal of ornithology* 152(3): 769–780. ISSN: 2193-7192.
- SYCHRA, O., LITERÁK, I., NAJER, T., ČAPEK, M., KOUBEK P. and PROCHÁZKA P., 2010. Chewing lice (Insecta: Phthiraptera) from estrildid finches (Aves: Passeriformes: Estrildidae) and louse-flies (Insecta: Diptera: Hippoboscidae) from birds in Senegal, with descriptions of three new species of the genus *Brueelia*. In: *Zootaxa*, 2714(1): 59-68. ISSN: 1175-5326.

- TIETZE, D. T., 2018. Introduction: Studying Birds in Time and Space. In: *Bird Species, How They Arise, Modify and Vanish*. Cham: Springer Nature Switzerland AG. ISBN: 978-3-319-91689-7.
- VAN DAM, M.H., TRAUTWEIN, M., SPICER, G. S. and ESPOSITO, L., 2018. Advancing mite phylogenomics: Designing ultraconserved elements for Acari phylogeny. In: *Molecular ecology resources*, 19(2): 465–475. ISSN: 1755-098X.
- VAN ZEELAND, Y. R. A. and SCHOEMAKER, N. J., 2014. Plumage disorders in psittacine birds - part 1: feather abnormalities. In: *European Journal of Companion Animal Practice*, 24(1): 34-47. ISSN: 1018-2357.
- VARRICCHIO, D. J., MOORE, J. R., ERICKSON, G. M., NORELL, M. A., JACKSON, F. D. and BORKOWSKI, J. J., 2008. Avian Paternal Care Had Dinosaur Origin. In: *Science*, 322 (5909): 1826-1828. ISSN: 0036-8075.
- WALTER, D.E. and PROCTOR, H.C., 2013. *Mites: Ecology, Evolution & Behaviour* Berlin: Springer Science & Business Media. ISBN: 978-94-024-0233-9.
- WESOLOWSKI, T., 2004. The origin of parental care in birds: a reassessment. In: *Behavioral Ecology*, 15(3): 520-523. ISSN: 1045-2249.
- XU, X., ZHOU, Z. and WANG, X. 2010: Exceptional dinosaur fossils show ontogenetic development of early feathers. In: *Nature*, 464(7293): 1338–1341. ISSN: 0028-0836.
- ZHANG, F., KEARNS, S. L., ORR, P. J., BENTON, M. J., ZHONGHE, Z., JOHNSON, D., XU, X. AND WANG, X., 2010. Fossilized melanosomes and the colour of cretaceous dinosaurs and birds. In: *Nature*, 463(7284): 1075–1078. ISSN: 0028-0836.
- ZIMMERMAN, D., TURNER, D., PEARSON, D., WILLIS, I. and PRATT, D., 2004. *The Birds of Kenya and Northern Tanzania (Helm Field Guides)*. London: Helm. ISBN: 978-0-713-67550-4.
- ZMUDZINSKI, M. and SKORACKI M., 2018. An updated check-list of the family Syringophilidae (Acariformes: Prostigmata) [online]. [cit. 20. januára 2019]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/syringophilidae/>

Analytický list

Autor:	Petra Prevužňáková
Názov práce:	Biodiverzita a ekológia brkových roztočov parazitujúcich vtáky rodu <i>Estrilda</i>
Jazyk práce:	Slovenský
Typ práce:	Bakalárska práca
Nadobúdaný akademický titul:	Bakalár
Počet strán:	52
Univerzita:	Prešovská univerzita v Prešove
Fakulta:	Fakulta humanitných a prírodných vied
Katedra:	Katedra biológie
Študijný odbor:	4.2.1 Biológia
Študijný program:	Biológia
Mesto:	Prešov
Vedúci práce:	Doc. Mgr. Martin Hromada, PhD.
Konzultanti práce:	Dr. hab. Maciej Skoracki, PhD.
Dátum odovzdania:	7.5.2019
Dátum obhajoby:	31.5.2019
Kľúčové slová v SJ:	Afrika, astrildy, ektoparazity, <i>Syringophilidae</i>
Názov práce v AJ:	Biodiversity and ecology of the quill mites parasiting birds of the genus <i>Estrilda</i>
Kľúčové slová v AJ:	Africa, ectoparasites, <i>Syringophilidae</i> , waxbills