

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA ZOOLOGIE



**KLASIFIKACE PODČELEDI CARDIOPHORINAE
(COLEOPTERA: ELATEROIDEA: ELATERIDAE)**

Bakalářská práce

Vypracovala: Dominika Janošíková

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Chemie pro víceoborové studium – Biologie

Forma studia: Prezenční

Školitel: RNDr. Robin Kandrata, Ph.D.

Olomouc 2015

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně, pouze s použitím uvedené literatury a pod vedením školitele.

V Olomouci dne 14.4.2015

Dominika Janošíková

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce RNDr. Robinu Kundratovi, Ph.D. za poskytnutí studijní literatury, pomoc při práci v laboratoři, odborné konzultace a motivující vedení při tvorbě této práce. Děkuji také prof. L. Bocákovi (Katedra zoologie, PřF, UPOL) za přístup do jeho laboratoře včetně použití laboratorního vybavení a veškerých chemikálií, H. Douglasovi (Ottawa, Kanada) za cenné rady ohledně klasifikace Cardiophorinae a dostupné literatury, T. Némethovi (Budapešť, Maďarsko) a prof. L. Bocákovi za poskytnutí nasbíraného materiálu, který jsem použila ve výzkumné části práce, a také J. Mertlíkovi a V. Dušánkovi (www.elateridae.com) za poskytnutí fotografií českých zástupců podčeledi Cardiophorinae.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: Dominika Janošíková

Název práce: Klasifikace podčeledi Cardiophorinae (Coleoptera: Elateroidea: Elateridae)

Typ práce: bakalářská

Pracoviště: katedra zoologie

Vedoucí práce: RNDr. Robin Kunderata, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2015

Abstrakt: Bakalářská práce je zaměřena na fylogenezi a klasifikaci podčeledi Cardiophorinae. V rešeršní části jsou shrnuty veškeré poznatky o rozšíření, morfologii, biologii, fylogenezi a klasifikaci Cardiophorinae. Ve stěžejní kapitole je důraz kladen na měnící se pohled na postavení skupiny v systému, na základě kterých morfologických znaků byla klasifikace vytvářena v průběhu historie, a jak se později shodovala s hypotézami vytvořenými na základě molekulárních dat. Informace o rozšíření podčeledi jsem sjednotila z většího počtu dílčích regionálních prací. Klasifikace této podčeledi je dosud nejasná, a jelikož dosud nebyla zpracována molekulární fylogeneze skupiny, ve výzkumné části práce jsem se zaměřila na fylogenetickou analýzu skupiny založenou na fragmentu mitochondriálního genu cytochrom oxidázy I. Výsledky jsou pouze předběžné, ale přesto ukazují s velkou podporou monofylii xxxxxxxxx a většiny rodů vyjma rodu xxxxxxxxxxxxxx. Pro detailnější závěry bude třeba použít více markerů a sekvenovaných zástupců jednotlivých rodů této skupiny.

Klíčová slova: Cardiophorinae, Elateridae, Elateroidea, klasifikace, fylogeneze, COI, fylogenetická analýza, fylogenetický strom

Počet stran: 33

Počet příloh: 2

Jazyk: český

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Dominika Janošíková

Title: Classification of the subfamily Cardiophorinae (Coleoptera: Elateroidea: Elateridae)

Type of thesis: bachelor thesis

Department: Department of Zoology

Supervisor: RNDr. Robin Kunderata, Ph.D.

The year of presentation: 2015

Abstract: This study is focused on the phylogeny and classification of the subfamily Cardiophorinae. In the first part, I summarize all available knowledge about distribution, morphology, biology, phylogeny and classification of Cardiophorinae. In the main chapter I focused on the changing position of the lineage in the Elateridae classification, on which morphological characters were the classifications of various authors based on, and how those classifications agree with the modern phylogenetic hypotheses based on molecular data. Information on the cardiophorine distribution were summarized from the number of smaller regional studies. The classification of the subfamily is unclear and still no molecular phylogeny of the group have been made. Therefore, herein I provided the phylogenetic analysis of Cardiophorinae based on a fragment of the mitochondrial gene cytochrome oxidase I. The results are preliminary, but they showed the monophyly of robustly supported xxxxxxxxxxxx and most genera except xxxxxxxxxxxxxxxx. For more detailed hypothesis on the phylogeny of this group we need to add more representatives of the lineage and sequence more molecular markers.

Keywords: Cardiophorinae, Elateridae, Elateroidea, classification, phylogeny, COI, phylogenetic analysis, phylogenetic tree

Number of pages: 33

Number of appendices: 2

Language: Czech

Obsah

1. ÚVOD	7
2. MATERIÁL A METODY	10
2.1. Laboratorní metody	11
2.1.1. Izolace DNA ze svalových tkání	11
2.1.2. Měření koncentrace DNA na Nanodropu.....	12
2.1.3. PCR amplifikace DNA (COI)	12
2.1.4. Elektroforéza po PCR.....	12
2.1.5. Purifikace produktu PCR	12
2.1.6. Sekvenační reakce	13
2.1.7. Purifikace sekvenačního produktu	13
2.1.8. Sekvence DNA	13
2.2. Alignment a fylogenetická analýza	13
3. VÝSLEDKY FYLOGENETICKÉ ANALÝZY	15
3.1. Popis datového souboru	15
3.2. Popis výsledného fylogenetického stromu	16
4. PODČELEĎ CARDIOPHORINAE CANDÈZE, 1859.....	18
4.1. Taxonomické zařazení skupiny	18
4.2. Rozšíření.....	18
4.3. Morfologická charakteristika	19
4.4. Biologie	19
4.5. Klasifikace a fylogeneze	20
5. DISKUZE A ZÁVĚR.....	23
6. POUŽITÁ LITERATURA.....	25
7. PŘÍLOHY	33

1. ÚVOD

Cardiophorinae jsou středně velkou podčeledí významné čeledi Elateridae řádu Coleoptera (e.g., Stibick, 1979; Costa et al., 2010). Elateridae (kovaříkovití) patří spolu s čeleděmi Armatopodidae, Brachypsectridae, Cantharidae (páteříčkovití), Cerophytidae, Eucnemidae, Lampyridae (světluškovití), Lycidae, Omalidae, Omethidae, Phengodidae, Plastoceridae, Rhagophthalmidae, Rhinorhipidae a Throscidae do nadčeledi Elateroidea (Lawrence & Newton, 1995; Kunderata & Bocak, 2011; Kunderata et al., 2014).

Nadčeleď Elateroidea *sensu lato* obsahuje brouky z bývalých samostatných nadčeledí Elateroidea, Cantharoidea a Armatopoidea (Lawrence, 1988). Bývalé cantharoidní linie obsahují měkkotělé zástupce s častou přítomností neotenie, aposematického zbarvení či bioluminiscence (Bocakova et al., 2007; Kunderata & Bocak, 2011). Elateridae spolu s Eucnemidae, Throscidae a Cerophytidae tvořili původní nadčeleď Elateroidea (např. Crowson, 1955). Zástupci těchto linií sdílejí silně sklerotizované tělo a využívají unikátní klikací mechanismus jako antipredační únikovou strategii (Muona, 1995).

Klasifikace Elateroidea *sensu lato* se mnohokrát zásadně měnila a vyvíjí se dodnes (viz Kunderata et al., 2014). Velkou roli zde přitom hraje přítomnost morfologicky zcela odlišných forem (měkkotělé cantharoidní linie versus silně sklerotizované elateroidní linie). Díky jejich atypické morfologii získaly některé skupiny nepřiměřeně vysoká postavení v předchozích klasifikacích. Např. tribus Drilini, donedávna uznávaný jako samostatná čeleď a vyznačující se přítomností měkkotělých samců a neotenních samic, nyní tvoří terminální linii v jedné z podčeledí kovaříků – Agrypninae. Obdobně dříve uznávaná, morfologicky poněkud odlišná čeleď Telegeusidae, je dnes zahrnuta v čeledi Omethidae. Studie prokázaly, že měkkotělí samci, stejně jako ne zcela metamorfované samice, vznikli v evoluci mnohonásobně v nepříbuzných liniích (Kunderata & Bocak, 2011).

Elateridae jsou nejvýznamnější a nejpočetnější čeledí Elateroidea (Bocak et al., 2014). Počet dosud popsáných druhů této čeledi se odhaduje na více než 10 000 (Costa et al., 2010) a desítky nových druhů jsou každoročně popisovány a revidovány nejen z oblastí tropických, ale také např. z Palearktu (např. Akhter et al., 2014; Bahillo de la Puebla & López-Colón, 2012; Córdoba & Aranda, 2005; Kabalak et al., 2013; Németh & Platia, 2014; Patwardhan et al., 2008; Platia, 2004, 2011, 2012, 2013; Preiss & Platia, 2003; Schimmel & Tarnawski, 2008, 2011; Webster, 2012).

Elateridae využívají unikátní klikací mechanismus jako účinnou antipredační strategii, kvůli čemuž se v angličtině označují jako „click beetles“ nebo v češtině dříve jako „pružníci“.

Tento mechanismus se nachází ve spodní části hrudi a skládá se z prosternálního výběžku, který zapadá do mesoventrální jamky (Evans, 1972, 1973). Brouk se jeho prostřednictvím (bez pomoci končetin, a to i pokud je ventrální stranou nahoru) dokáže vymrštit do výšky a dopadnout zpět na končetiny (Ribak & Weihs, 2011). Mezi významné znaky čeledi dále patří ústní ústrojí s nápadným pohyblivým svrchním pyskem, čímž se liší od morfologicky podobné čeledi Eucnemidae, jejíž zástupci mají labrum skryté (např. Laibner, 2000). Larva většiny kovaříků, tzv. drátovec, je podlouhlá, úzká, válcovitá až zploštělá, s velikostním rozptylem 5–60 mm. Tmavý integument může být silně sklerotizovaný i mírně membranózní. Hlavu mají larvy tmavou, sklerotizovanou a prognátní (Johnson, 2002).

Část Elateridae zahrnuje ekonomicky významné druhy škůdců. Jedním z trvalých škůdců je *Melanotus communis* Gyllenhal, který parazituje na cukrové třtině a poškozuje její rostoucí části, nebo způsobuje její onemocnění (Larsen & Nuessly, 2009). V Evropě a Severní Americe napadají larvy kovaříků zemědělské plodiny a škodí na orné půdě. Tyto larvy je velmi obtížné určit podle klíče, v Severní Americe zůstává většina z nich nepopsána. V Kanadě, kde je nejméně 30 ekologicky významných druhů, se hlavním hospodářským škůdcem stal *Hypnoidus bicolor* Eschscholtz v důsledku stažení účinných organických insekticidů. Z dalších ekonomických škůdců se zástupci se řadí do rodů *Agriotes*, *Ctenicera*, *Melatonus*, *Limonius* a *Athous* (Benefer et al., 2012). Také v tropických oblastech se nacházejí významní škůdci v zemědělství jako např. *Tetralobus cavifrons* Fairmaire, škodící na arabských akáciích (důležité pro získávání arabské gummy) v západním Súdánu (Jamal, 1994). V našich podmínkách jsou dominantními škůdci larvy druhů *Agriotes brevis*, *A. sputator*, *A. obscurus* a *Melanotus brunripes*. Způsobují újmy v polích a oblastech, kde mají vhodné půdní a klimatické podmínky (Laibner, 2000).

Čeď Elateridae je rozšířena téměř po celém světě mimo polární pásma a velehorské oblasti. Klasifikace a fylogeneze čeledi je neujasněná a vyvíjí se po celou dobu studia této skupiny. Různé klasifikace vycházejí např. z fosilních nálezů, srovnávacího studia stavby křídel, morfologie hlavy a hrudi, larválních znaků či různých kombinací znaků dospělců i larev (např. Hyslop, 1917; Crowson, 1961; Gur'yeva, 1974; Dolin, 1975; Stibick, 1979). V dnešní době čeď Elateridae zahrnuje 13 podčeledí a přibližně 600 rodů, ve kterých je popsáno přes 10 000 druhů (Kundrata & Bocak, 2011). V Palearktické oblasti je čeď zastoupena přibližně 1200 druhy ve 160 rodech; fauna České a Slovenské republiky čítá dle Laibnera (Laibner, 2000) 56 rodů s 15 podrody a 169 druhů, z nichž šest je zde zastoupeno svými poddruhy. Aktualizovaný seznam dnes čítá 160 druhů (Mertlík, 2015).

Cílem této práce je v první řadě sumarizace veškerých dosavadních poznatků týkající se převážně fylogeneze a klasifikace podčeledi Cardiophorinae, které zatím nebyly shromážděny do jednotné práce všeobecného charakteru, a v druhé řadě, ve výzkumné části práce, vytvořit fylogenetickou analýzu nově sekvenovaného materiálu čeledi Cardiophorinae ve spojení s volně dostupnými daty z databáze GenBank.

2.1. Laboratorní metody

2.1.1. Izolace DNA ze svalových tkání

Izolaci DNA jsem provedla pomocí kitu PROMEGA ze svaloviny metathoraxu, případně končetin exempláře. Zbylé části vzorku byly uloženy do laboratorní sbírky a označeny tzv. voucher kódem. Tkáň jsem vypreparovala pod binokulární lupou pomocí sterilizovaných laboratorních pinzet. Tkáň jsem nejprve vysušila ve vakuovém koncentrátoru při pokojové teplotě, a poté jsem do každé mikrozkušavky přidala 270 μ l Master Mixu, který jsem připravila smícháním 200 μ l Nuclei Lysis Solution, 50 μ l 0,5 M EDTA (pH 8,0) Buffer a 20 μ l proteinázy K a tkáň jsem pomocí homogenizačních tyčinek rozdrtila. Přípravené vzorky byly dále inkubovány v termobloku při teplotě 55°C a 400 rpm po dobu cca 1 hodiny, až došlo k úplnému rozložení svaloviny. Po lyzaci byla provedena krátká centrifugace. Kapalínu jsem přepipetovala do nové sady mikrozkušavek a vzorky jsem opět umístila do termobloku na 1 minutu při 55°C a 400 rpm. Dále jsem do každé mikrozkušavky přidala 250 μ l SV Lysis Bufferu, promíchala a vše umístila do termobloku při 55°C. Poté jsem sestavila promývací aparát. Po 1 hodině jsem vzorky přenesla na Binding plate a promývací aparát jsem spustila na cca 1 minutu, než byly všechny jamky prázdné. Poté jsem do každé jamky přidala 1 ml Wash Solution a opět zapnula promývací aparát. Promytí bylo provedeno třikrát a vzorky vysušeny pomocí vakua. Dále jsem vzorky přemístila na 10 minut na termocykler a v mezičase jsem sestavila eluční aparát. Do Binding Plate jsem přidala N-F H₂O pro první eluci. Eluci jsem provedla třikrát. Destičky s první a třetí elucí jsem zatavila a umístila do mrazáku s teplotou -70°C, destičku s druhou elucí jsem přenesla do vakuového koncentrátoru na cca 1 hodinu. Poté jsem změřila koncentraci DNA pomocí spektrofotometru Nanodrop ND-1000. Vytvořila jsem pracovní destičku, do které jsem přepipetovala množství DNA dle rozpisu a dle potřeby jsem DNA koncentrovala nebo ředila vodou. S pracovní destičkou jsem dále pracovala a původní destička s druhou elucí jsem zatavila a nechala zamrazit při teplotě -70°C.

2.1.2. Měření koncentrace DNA na Nanodropu

Při měření koncentrace DNA jsem využívala přístroj Nanodrop ND-1000. Zařízení se skládá ze dvou ramen, přičemž horní rameno je sklopitelné ke spodnímu. Po inicializaci přístroje jsem začala s vlastním měřením koncentrace DNA, přičemž hodnoty jsem si zaznamenala.

2.1.3. PCR amplifikace DNA (COI)

Pro polymerázovou řetězovou reakci (PCR) jsem použila primery S-Pat (TCCATTGCACTAATCTGCCATATTA 5' > 3') a S-Jerry (CAACATTTATTTTGATTT TTTGG 5' > 3'). Reakční směs k amplifikaci DNA obsahovala 5 µl PCR pufru, 2 µl MgCl₂, 1,25 µl dNTPs, 1 µl primer S-Pat, 1 µl primer S-Jerry, 0,2 µl Taq polymerázy, 2 µl templátu a 37,55 µl destilované vody.

Teploty cyklů nastavených na termocykleru při amplifikaci DNA:

- 96°C po dobu 2 minut
- 96°C po dobu 30 sekund (40 cyklů)
- 41°C po dobu 30 sekund
- 72° po dobu 105 sekund
- 72° po dobu 10 minut

Nakonec byl produkt ochlazen na 4°C, zkontrolován pomocí elektroforézy a purifikován.

2.1.4. Elektroforéza po PCR

Metodou elektroforézy jsem detekovala přítomnost DNA v jednotlivých vzorcích. Pokus jsem prováděla v agarosovém gelu, do kterého jsem přidala GelRed jako marker fragmentů, čímž se výsledky daly zobrazit pod UV zářením.

2.1.5. Purifikace produktu PCR

Purifikaci PCR produktu jsem provedla doplněním objemu do 100 µl TE pufrům a důkladným propipetováním. Destičku jsem nechala filtrovat pod vakuem 7–15 min, až byla prázdná. Na přefiltrovanou destičku jsem nanasla 80 µl nuclease-free H₂O do každé jamky, důkladně propipetovala a nechala opět filtrovat přibližně stejnou dobu. Destičku jsem osušila a znovu napipetovala nuclease-free H₂O o objemu 20 µl. Destičku jsem překryla fólií a nechala protřepávat na třepačce 15 min při pokojové teplotě. Rozpuštěný PCR produkt jsem

odpipetovala do stříhací destičky ve stojánku a přelepila fólií. Dále jsem měřila množství PCR produktu na nanodropu, přičemž destička byla chlazená v chladicí destičce.

2.1.6. Sekvenační reakce

Roztok pro sekvenační reakci jsem připravila podle protokolu firmy ABI Applied Biosystems. Roztok obsahoval 2 μ l 1,6 μ mol primeru, 1–2 μ l Big Dye, 1 μ l sekvenačního pufru a 1–4 μ l PCR produktu. Do zkumavek jsem nejdříve napipetovala určité množství destilované vody, které záviselo na koncentraci PCR produktu. Poté byl přidán pufr, Big Dye, primer a nakonec PCR produkt.

2.1.7. Purifikace sekvenačního produktu

Purifikace sekvenčního produktu byla provedena přidáním připraveného mixu pro čištění. Na 10 μ l vzorku jsem použila 49,5 μ l UV ethanolu, 1 μ l 3M NaAc a doplnila nuclease-free H₂O do 60 μ l. Do každé jamky jsem napipetovala příslušné množství mixu a destičku jsem položila na led. Po 15 minutách jsem nechala produkt centrifugovat. Alkohol byl následně z destičky vyklepnut a zbytek alkoholu byl pomocí filtračního papíru a centrifugace odstraněn. Následně jsem přidala dalších 80 μ l 80% UV ethanolu a centrifugaci opakovala. Proces přidání alkoholu a centrifugace jsem provedla třikrát. Nakonec byl sekvenční produkt vysušen ve vakuovém koncentrátoru.

2.1.8. Sekvence DNA

Purifikovaný sekvenační produkt byl rozpuštěn ve formamidu a analyzován na čtyřkapilárovém sekvenátoru ABI 3130 (Applied Biosystems).

2.2. Alignment a fylogenetická analýza

Editace sekvencí proběhla v programu Sequencher 4.6 (Gene Code, Inc.) a data byla dále vyexportována jako textový soubor do formátu Fasta. K takto upraveným sekvencím byly přidány sekvence z databáze GenBank, které byly též uloženy ve formátu Fasta. Datový soubor byl alignován v programu Mafft (Katoh et al., 2002), výsledný alignment neobsahoval inserce, ani delece, a byl vyexportován ve formátu Nexus pro následnou fylogenetickou analýzu. Genetické vzdálenosti sekvencí včetně zastoupení bází jsem zjistila pomocí programu PAUP* 4.0.

Datová matice byla analyzována pomocí kritéria maximální pravděpodobnosti. Byl použit program RAxML (Stamatakis, 2006) prostřednictvím webového serveru CIPRES (www.phylo.org; Miller at al., 2010). Podpory větví byly vypočteny s použitím algoritmu Rapid Bootstrap (Stamatakis et al., 2008) s tisícinásobnou pseudoreplikací.

3. VÝSLEDKY FYLOGENETICKÉ ANALÝZY

3.1. Popis datového souboru

U 14 izolovaných jedinců se podařilo získat sekvence genu COI a u 11 jedinců byly homologické sekvence extrahovány z databáze GenBank. Všechny sekvence se podařilo získat v plné délce, tj. 723 bp. V datové matici bylo 416 znaků konstantních, 271 znaků parsimonně informativních a 36 znaků variabilních, parsimonně neinformativních. Největší genetické vzdálenosti v celé matici se nacházely mezi sekvencemi outgroup, tedy Negastrinae, a ingroup, tedy Cardiophorinae, s 23,9% odlišením. V ingroup se nejvíce lišil rod *Cardiophorus* od *Dichronychus* (21,6 %).

Podíly bází pro jednotlivé druhy jsou uvedeny v tab. 2. Průměrné relativní zastoupení bází v sekvencích bylo následující: A = 0,32463; C= 0,1834; G = 0,1482; T= 0,36057.

Tab. 2. Procentuální zastoupení jednotlivých bází v datové matici.

Taxon	A	C	G	T
RK0058	31,95	16,60	14,80	36,65
RK0865	33,06	18,12	14,39	34,44
RK0049	34,86	16,32	13,28	35,55
RK0050	32,50	15,35	14,39	37,76
RK0864	31,12	18,95	14,66	35,27
RK0043	33,06	15,08	13,83	38,04
RK0044	33,06	15,08	13,83	38,04
RK0031	29,56	19,91	17,80	32,73
RK0035	28,91	22,55	16,18	32,37
RK0037	33,47	18,53	14,25	33,75
RK0621	33,47	21,02	14,80	30,71
RK0588	31,81	19,64	15,49	33,06
RK0620	32,37	17,43	14,80	35,41
RK0597	33,75	18,53	14,52	33,20
RK0414	31,81	19,64	14,66	33,89
RK0070	32,92	16,87	14,66	35,55
RK0619	34,16	20,33	14,66	30,84
RK0290	31,40	20,19	15,35	33,06
RK0430	32,50	19,78	15,08	32,64
RK0908	31,81	18,67	15,21	34,30
RK0023	32,23	17,84	14,66	35,27
RK0265	34,72	16,60	13,97	34,72
RK0874	32,50	19,78	15,08	32,64
RK0011	34,16	17,43	13,97	34,44
RK0889	30,71	18,67	16,18	34,44

3.2. Popis výsledného fylogenetického stromu

XX
XX

Obr. 1. Fylogenetický strom vytvořený metodou maximální pravděpodobnosti, doplněný o hodnoty podpor větví (bootstrap) a s vyznačením jednotlivých taxonů.

4. PODČELEĎ CARDIOPHORINAE CANDÈZE, 1859

4.1. Taxonomické zařazení skupiny

KMEN: Arthropoda Latreille, 1829

TŘÍDA: Insecta Linnaeus, 1758

ŘÁD: Coleoptera Linnaeus, 1758

PODŘÁD: Polyphaga Emery, 1886

SÉRIE: Elateriformia Crowson, 1960

NADČELEĎ: Elateroidea Leach, 1815

ČELEĎ: Elateridae Leach, 1815

PODČELEĎ: Cardiophorinae Candèze, 1859

4.2. Rozšíření

Podčeleď *Cardiophorinae* je kosmopolitně rozšířená skupina, která má největší zastoupení v tropické Africe a nejméně je rozšířena v Austrálii (Calder, 1996). Celosvětový katalog s uvedením rozšíření jednotlivých rodů či druhů chybí, a proto jsme z velké části odkázáni na fragmentované informace z prací regionálního významu.

Faunu *Elateridae* Austrálie (včetně *Cardiophorinae*) podrobně prostudoval a sepsal Calder (1996). Arias-Bohart & Elgueta (2012) poskytují katalog *Elateridae* Chile. Fleutiaux (1947) provedl revizi rodů *Elateridae* ve Francouzské Indočíně. Faunu Pákistánu popisuje Akhter (2011). Seznam druhů čeledi *Elateridae* vyskytujících se v Lotyšsku sepsal Barsevskis (2005). Faunistikou této skupiny v Turecku se dlouhodobě zabývají Gülperçin & Tezcan (2009, 2010, 2012). Italskou faunu popsal Platia (1994). Oblast Kypru popisují Preiss & Platia (2003). Klasifikaci s klíčem evropských a mediterráních druhů zpracoval Dajoz (1963). Poznatky o *Elateridae* včetně *Cardiophorinae* z Kanady podávají Majka & Johnson (2008). Klasifikaci a klíč k nearktickým rodům sepsal Johnson (2002, 2009), čímž navázal na práci Wellse (Wells, 2000), který zpracoval klíč k identifikaci rodů ve Spojených státech a v Kanadě. Katalog rodů a druhů v palearktické oblasti poskytuje Cate (2007). Informace o kolumbijských rodech podává Aguirre-Tapiero (2009). Katalog kovaříků Pyrenejského poloostrova a Baleárských ostrovů zpracovali Zapata & Sánchez-Ruiz (2012, 2013, 2014). Fauna České republiky a Slovenska je podrobně zpracována Mertlíkem (Mertlík, 2011, 2015).

Ve střední Evropě je podčeleď Cardiophorinae zastoupena třemi rody: *Cardiophorus* Eschscholtz, 1829, *Dicronychus* Brullé, 1832 a *Paracardiophorus* Schwarz, 1895 s celkovým počtem 17 druhů. Na území České republiky byly zjištěny tři rody, které zahrnují 14 druhů: *Cardiophorus asellus* Erichson, *C. atramentarius* Erichson, *C. discicollis* Herbst, *C. ebeninus* Germar, *C. erichsoni* Buysson, *C. gramineus* Scopoli, *C. nigerrimus* Erichson, *C. ruficollis* Linnaeus, *C. vestigialis* Erichson, *Dicronychus cinereus* Herbst, *D. equiseti* Herbst, *D. equisetioides* Lohse, *D. rubripes* Germar a *Paracardiophorus musculus* Erichson (Obr. 1–14). Na území Slovenska byl mimo výše uvedených čtrnácti druhů zjištěn navíc druh *Cardiophorus anticus* Erichson (Mertlík, 2011).

Další studie zahrnující mimo jiné také informace o rozšíření jednotlivých rodů a druhů v různých oblastech světa jsou uvedeny v kapitole Klasifikace a fylogeneze.

4.3. Morfologická charakteristika

Dospělec. Hlava více či méně konvexní. Frontoclypeus vyvýšený nad rovinu labra a tvořící širokou příčnou oblast mezi vkloubeními tykadel. Čelní rýha mezi očima kompletní. Báze pronota se dvěma sublaterálními podélnými rýhami. Pronotum obvykle širší než delší, zřídka se šířka rovná délce. Prosternální výběžek zkrácený, stejné délky jako průměr kyčelní jamky. Štítek srdčitý s výrazně zašpičatělým apexem. Okraj mesocoxální jamky tvořen mesepisternem a mesepimeronem. Zadní křídlo s krátkou radiální buňkou; žilka MP₄ bez zjevné příčné žíly k CuA₂; apex křídel membranózní, zabírající alespoň jednu čtvrtinu délky křídla. Tarsomery (chodidlové články) obvykle jednoduché, avšak tarsomer 4 rozšířený a srdčitý u rodu *Cardiotarsus*. Tarsální dráčky bez bazálních set na vnější části (Calder, 1996).

Larva. Membranózní tělní integument, rozeklané přídavné anální loby, exodontní mandibuly se zuby (Hyslop, 1917).

4.4. Biologie

Cardiophorinae se vyskytují v oblastech mírného až tropického pásu. Většina larev je dravá a obývá půdu nebo tlející dřevo (Costa et al., 2010). Středoevropské druhy obývají dva typy biotopů, a sice narušené volné písčité, štěrkové a sprašové půdy a trouchnivějící dřevo. Výskyt jednotlivých druhů na zmíněných biotopech se liší. Z příhodných biotopů imaga zalétají na větve kvetoucích bříz, borovic, dubů, líp, hlohů nebo na traviny (Mertlík, 2011).

4.5. Klasifikace a fylogeneze

Cardiophorinae jsou jednou z nejpočetnějších podčeledí Elateridae a obsahují 29 recentních rodů, 4 vymřelé rody a přes 1100 popsáných druhů (Douglas, 2011). Různí autoři udávají lišící se počty rodů (např. Stibick (1979) udává 38 rodů), a také rozdílnou tribální klasifikaci - někteří triby nerozlišují, jiní tuto podčeď rozdělují do dvou tribů: Cardiophorini Candèze a Nyctorini Gur'yeva. Jedinečnými vlastnostmi Cardiophorinae, kterými se odlišují od ostatních skupin Elateridae, jsou zkrácený prosternální výběžek a srdčitý štítek (scutellum). Nejdůležitějším rodem je *Cardiophorus* Eschscholtz s téměř 500 druhy (Stibick, 1979).

Diverzita a klasifikace Cardiophorinae na světové úrovni není dosud plně prozkoumána (např. Stibick, 1979). V dnešní době jsou popisovány a revidovány nové rody a druhy nejen z tropů (Aguirre-Tapiero, 2009; Al Dhafer & Platia, 2013; Aranda, 2003, 2005; Patwardhan & Athalye, 2010), ale i z palearktické a nearktické oblasti (např. Dolin & Šauša, 1997; Douglas, 2005; Douglas, 2009; Németh & Platia, 2014; Platia, 2012; Platia & Gudenzi, 2004; Preiss & Platia, 2003; Rosa, 2011; Zapata et al., 2013). Informace o limitech podčeledi, rodovém a druhovém složení skupiny a hlavních diagnostických znacích pro jednotlivé rody na světové úrovni nejsou zpracovány, ale jsou roztržštěny do prací většinou regionálního významu. Např. v Austrálii je popsáno 57 druhů ve třech rodech (Calder, 1996). Jsou také zpracovány různé klíče např. k identifikaci kolumbijských (Aguirre-Tapiero, 2009) či nearktických rodů (Johnson, 2002, 2009), klíč druhů vyskytujících se ve Spojených státech a v Kanadě (Wells, 2000), klíč rodů Střední a Jižní Ameriky (Golbach, 1994), klíč italské fauny (Platia, 1994), či determinační klíč imag středoevropských druhů (Mertlík, 2011).

V průběhu historie procházela fylogeneze a klasifikace Cardiophorinae mnohými změnami jak v postavení mezi jednotlivými skupinami Elateridae (viz kapitola 1), tak i uvnitř podčeledi. Systematika byla zprvu založena pouze na sledování a porovnávání morfologických znaků, kdy autoři využívají rozdílné znaky pro fylogenetické hypotézy, které se mnohdy ve výsledku od sebe liší. Později se pro studium fylogeneze a evoluce skupiny začaly využívat molekulární markery, avšak dodnes není zpracována molekulární fylogeneze Cardiophorinae.

Hyslop (1917) zkoumal rozdíly vnějších znaků larválních stádií Elateridae, na jejichž základě vytvořil klasifikaci čeledi. Podčeď Cardiophorinae umístil ve fylogenetickém stromu jako sesterskou skupinu ke zbytku Elateridae a uvedl, že Cardiophorinae se oddělili

pravděpodobně ve svrchní křídě. Cardiophorinae připisoval jediný tribus Cardiophorini a jeden podtribus Cardiophorina.

Gur'yeva (1974) na základě studia hrudních struktur dospělců prozkoumala evoluční trendy uvnitř čeledi a po spojení těchto znaků s larválními znaky poskytla kritéria pro třídění rodů do tribů a podčeledí. Gur'yeva (1974) rozdělila podčeď Cardiophorinae do dvou tribů: Cardiophorini, který zahrnoval např. rody *Cardiophorus*, *Dicronychus*, *Paracardiophorus*, *Neocardiophorus*, *Coptostethus*, *Phorocardius*, *Cardiotarsus*, *Odontocarduus* a *Blaiseus*, a Nyctorini s jediným rodem *Nyctor*.

Dolin (1975) klasifikoval Elateridae na základě křídelní žilnatiny. Připisoval podčeď Cardiophorinae pouze jediný tribus Cardiophorini, který zahrnoval např. rody *Cardiophorus*, *Horistonotus*, *Paracardiophorus*, *Esthesopus*, *Nyctor*, *Aptopus* a *Cardiotarsus*. Oproti Gur'yevě uvedl, že *Nyctor* se řadí do stejného tribu s ostatními rody, protože pro samostatný tribus nebyly uvedeny průkazné, specifické znaky larválních forem. Připouští však, že pro některé rody (např. rod *Aptopus*) mohou být v budoucnu vytvořeny samostatné triby, ale to až po výzkumu morfologie jejich larev, které v té době prozkoumány nebyly (Dolin, 1975).

Stibick (1979) definoval čeledi a triby na základě porovnání znaků adultních a larválních forem a zabýval se vztahy uvnitř Elateridae. Bohužel larvální stádia většiny kovaříků v té době nebyla známa. Stibick (1979) ve svém fylogenetickém stromu uvedl čtyři základní větve Elateridae, přičemž nejstarší dělení vedlo k linii Negastrinae + Cardiophorinae. Fylogenetické spojení těchto dvou skupin zdůvodnil stejným uspořádáním skleritů seskupených kolem mesocoxální jamky s redukovaným mesepimeronem u dospělců a s redukovaným laterotergitem larev u obou skupin. Podčeď Cardiophorinae opět rozdělil do dvou tribů: Cardiophorini a Nyctorini. Tribus Nyctorini se podle původního popisu odlišuje od Cardiophorini třemi znaky: absencí prosternálního laloku, zvětšenými očima a výrazným pohlavním dimorfismem tykadel a prothoraxu (Stibick, 1979). Stibick triby odděluje pouze na základě absence prosternálního laloku, jelikož výrazné a méně nápadné oči se podle něj obecně mohou vyskytovat i v rámci jednoho rodu a sexuální dimorfismus je podobný u mnoha jiných druhů rozptýlených po celé čeledi, a tak tyto znaky považuje za neprůkazné.

Calder et al. (1993) ve své morfologické studii objevili sesterský vztah Cardiophorinae (reprezentováni rodem *Paracardiophorus*) a Elaterinae (*Ampedus*, *Melanotus*). Pro svou práci však použili málo materiálu z těchto skupin a část fylogenetického stromu se sesterským postavením Elaterinae a Cardiophorinae tedy více nediskutovali.

Sagegami-Oba et al. (2007) přezkoumali vztahy ve skupině Elateridae, které byly doposud vyvozovány pouze z morfologických znaků, na základě sekvencí 28S ribozomální

DNA. Cardiophorinae se ve fylogenetickém stromu vyskytli ve společném kládu s Negastrinae, a tak byla příbuznost těchto dvou skupin prokázána jak na základě morfologických, tak i genetických dat (Sagegami-Oba et al., 2007).

Kundrata & Bocak (2011) provedli fylogenetické analýzy Elateroidea, ze kterých vyplývá nestabilní pozice linie Cardiophorinae + Negastrinae. Monofylum, které navrhoval Sagegami-Oba et al. (2007), podporovaly jen některé analýzy. Dimini, řazení nyní do čeledi Denticollinae (Costa et al., 2010), byli nalezeni jako sesterská skupina ke Cardiophorinae.

Douglas (2011) se zaměřil na morfologické znaky dospělců a vyvodil z nich pozici Cardiophorinae. Nejbližší příbuzná podčeď ke Cardiophorinae, mimo rod *Exoelus* Braun, je podle něj pravděpodobně Negastrinae. Rod *Exoelus* byl Douglasem přeřazen do Hemipopinae. Cardiophorinae zahrnuje 29 recentních rodů, 4 vymřelé rody a před 1100 popsanych druhů (Douglas, 2011).

Cardiophorinae je v moderních klasifikacích považována za monofyletickou skupinu a podle dostupných zdrojů skupina tvoří přibližně 11 % diverzity Elateridae (Costa et al., 2010). Neexistuje však komplexní studie, která by se zabývala touto skupinou z celosvětového hlediska, proto reálná diverzita skupiny se souhrnnými informacemi o podčeledi zůstává dosud nedostatečně zpracována.

5. DISKUZE A ZÁVĚR

Poznatky o fylogenezi a klasifikaci podčeledi Cardiophorinae ukazují, že tato skupina je ve své historii až po současnost ve většině publikací uznávaná za samostatnou podčeleď Elateridae (Hyslop, 1917; Crowson, 1961; Stibick, 1979; Lawrence & Newton, 1995; Costa et al. 2010; Kunderata & Bocak, 2011). Důvodem samostatné pozice této linie je přítomnost zkráceného prosternálního výběžku a srdčitého štítku u dospělců (např. Stibick, 1979). Cardiophorinae zahrnují 33 rodů (29 recentních a 4 vymřelé) a přes 1100 popsáných druhů je jednou z největších podčeledí Elateridae. Je také jednou z mála podčeledí Elateridae, která je univerzálně uznávaná různými autory za období posledních 100 let (Douglas, 2011).

XX

6. POUŽITÁ LITERATURA

Aguirre-Tapiero, M. P. (2009) Clave de identificación de géneros conocidos y esperados de Elateridae Leach (Coleoptera: Elateridae) en Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 10: 25–35.

Akhter, M. A., Drumont, A., Rizvi, S. A. & Ahmed, Z. (2011) Notes on Species of Cardiophorinae (Candèze, 1860) From Pakistan with Description of a New Species (Coleoptera: Elateridae) and New Records. *Pakistan Journal of Zoology*, 43: 477–481.

Akhter, M. A., Kabalak, M., Rizvi, S., A. & Ahmed, Z. (2014) Contributions to Agrypninae (Coleoptera: Elateridae) fauna of Pakistan with four new species and three new records. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 38: 113–123.

Al Dhafer, H. M. & Platia, G. (2013) Contribution to the knowledge of the genus *Dicronychus* (Coleoptera: Elateridae) from the Kingdom of Saudi Arabia. *Zootaxa*, 3734: 15–22.

Aranda, S. G. (2003) *Aptopus lateralis* (Cardiophorinae, Elateridae, Coleoptera, Insecta). Redescrición y nuevas especies. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*, 89: 139–151.

Aranda, S. G. (2005) Dos especies nuevas del género *Aptopus* (Coleoptera: Elateridae) y clave para la determinación de las especies argentinas. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 64: 75–80.

Arias-Bohart, E. T. & Elgueta, M. (2012) Catalogue of Chilean Elateridae. *Annales Zoologici*, 62: 643–663.

Bahillo de la Puebla, P. & López-Colón, J. I. (2012) *Cebrio yolandae* nov. sp. del norte de España (Coleoptera: Elateridae: Elaterinae: Cebrionini). *Heteropterus Revista de Entomología*, 12: 201–208.

- Barsevskis, A. (2005) Catalogue of click - beetles (Coleoptera: Elateridae) of Latvia. *Proceedings on Taxonomy and Faunistics of Beetles (Coleoptera) dedicated to the 100th birthday of the Latvian entomologist Mihails Stiprais (1905–1990)*, pp. 7–28.
- Benefer, C. M., Herk, W. G., Ellis, J. S., Blackshaw, R. P., Vernon, R. S. & Knight M. E. (2012) The molecular identification and genetic diversity of economically important wireworm species (Coleoptera: Elateridae) in Canada. *Journal of Pest Science*, 86: 19–27.
- Bocak, L., Barton, C., Crampton-Platt, A., Chesters, D., Ahrens, D. & Vogler, A. P. (2014) Building the Coleoptera tree-of-life for >8000 species: composition of public DNA data and fit with Linnaean classification. *Systematic Entomology*, 39: 97–110.
- Bocakova, M., Bocak, L., Hunt, T. & Vogler, A. P., (2007) Molecular phylogenetics of Elateriformia (Coleoptera): evolution of bioluminescence and neoteny. *Cladistics*, 23: 477–496.
- Calder, A. A. (1993) *Austrelater*, gen. nov. (Coleoptera : Elateridae), with a Description of the Larva and Comments on Elaterid Relationships. *Invertebrate Taxonomy*, 7: 1349–1394.
- Calder, A. A. (1996) Click beetles: Genera of the Australian Elateridae (Coleoptera). Monographs on invertebrate taxonomy, vol. 2. CSIRO Publishing, Victoria, Australia, x + 401 pp.
- Cate, P. G. (2007) Family Elateridae. *Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Vol. 4. Elateroidea – Derodontoidea – Bostrichoidea – Lymexyloidea – Cleroidea – Cucujoidea* (ed. by I. Löbl & A. Smetana), pp. 89–209.
- Córdoba, S. P. & Aranda, S. G. (2005) Contribución al conocimiento del género *Esthesopus* Eschscholtz, 1829 (Coleoptera, Elateridae). Redescrición de tres especies. Parte I. *Acta Zoológica Lilloana*, 49: 101–118.
- Costa, C., Lawrence, J. F. & Rosa, S. P. (2010) Elateridae Leach, 1815. *Handbook of Zoology, Volume IV* (ed. by N. P. Kristensen & R. G. Beutel), Part 38, Volume 2: Coleoptera, Polyphaga, part (ed by J. F. Lawrence & R. A. B. Leschen), pp. 75–103.

Crowson, R. A. (1955) The Natural Classification of the Families of Coleoptera. *Nathaniel Lloyd Co, Ltd.*, pp. 25–40.

Crowson, R. A. (1961) Considerations on the genera *Endecatomus* Mellié and *Euderia* Broun (Coleoptera: Bostrychidae), with description of their larvae. *Proceedings of the Royal Entomological Society of London (B)*, 30: 113–120.

Dajoz (1963) Note préliminaire sur la classification des Cardiophorinae d'Europe et de la région Méditerranéenne (Col. Elateridae). *Revue Française d'Entomologie*, 30: 164–173.

Dolin, V. G. (1975) Wing venation in click beetles and its significance for the taxonomy of the family. *Zoologicheskii Zhurnal*, 54: 1618–1633.

Dolin, V. G. & Šauša, O. (1997) Zwei neue Arten (Coleoptera: Elateridae) aus dem Fernen Osten Rußlands. *Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Entomologen*, 49: 41–44.

Douglas, H. (2005) Revision of the genus *Exoeolus* Broun (Coleoptera: Elateridae). *New Zealand Entomologist*, 28: 29–35.

Douglas, H. (2009) Revision of *Blaiseus* Fleutiaux, a genus now known from Asia, Africa and North America (Coleoptera, Elateridae, Cardiophorinae). *The Coleopterists Bulletin*, 63: 86–100.

Douglas, H. (2011) Phylogenetic relationships of Elateridae inferred from adult morphology, with special reference to the position of Cardiophorinae. *Zootaxa*, 2900: 1–45.

Evans, M. E. G. (1972) The jump of the click beetle (Coleoptera, Elateridae) – a preliminary study. *Journal of Zoology*, 167: 319–336.

Evans, M. E. G. (1973) The jump of the click beetle (Coleoptera, Elateridae) – energetics and mechanics. *Journal of Zoology*, 169: 181–194.

Fleutiaux, E. (1947) Révision des Élatérides (Coleoptères) de L'Indo-chine Française. *Notes d'Entomologie Chinoise*, 11: 233–420.

Golbach, R. (1994) Elateridae (Col.) de la Argentina. Historia, Catálogo actualizado hasta 1991 inclusive y Clave de subfamilias y de géneros de Centro y Sudamérica. *Opera lilloana*, 41: 1–48.

Gülperçin, N. & Tezcan, S. (2009) Faunistic notes on the species of Elateridae (Coleoptera) in İzmir province of Turkey. *Munis Entomology & Zoology Vol 4*, 2: 519–526.

Gülperçin, N. & Tezcan, S. (2010) Türkiye Elateridae (Insecta: Coleoptera) Faunasinin Dağılım kataloğu. Distributional catalogue of Turkish Elateridae (Insecta: Coleoptera) fauna. *University of Ege, Bornova, Izmir, Turkey*, pp. 1–63.

Gülperçin, N. & Tezcan, S. (2012) Contribution to the knowledge of the *Cardiophorus* Eschscholtz 1829 (Coleoptera, Elateridae, Cardiophorinae) fauna of Turkey. *Linzer biologische Beiträge*, 44: 449–464.

Gur'yeva, Y. L. (1974) Thoracic structure of click beetles (Coleoptera, Elateridae) and the significance of the structural characters for the system of the family. *Entomologicheskoye Obozreniye*, 53: 96–113.

Hallan, J. (2010) Synopsis of the described Coleoptera of the world. Elateridae. Biology Catalog. Dostupné na webových stránkách: <http://insects.tamu.edu/research/collection/hallan/test/Arthropoda/Insects/Coleoptera/Family/Elateridae.txt>.

Hyslop, J. A. (1917) The phylogeny of the Elateridae based on larval characters. *Annals of the Entomological Society of America*, 10: 241–263.

Jamal, A. (1994) Major insect pests of gum arabic trees *Acacia senegal* Willd. and *Acacia seyal* L. in Western Sudan. *Journal of applied entomology*, 117: 10–20.

Johnson, P. J. (2002) Elateridae Leach 1815. *American Beetles, Vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea* (ed. by R. H. Arnett Jr, M. C. Thomas, P. E. Skelley & J. H. Frank), pp. 160–173.

Johnson, P. J. (2009) Classification of the nearctic genera of Elateridae. Dostupné na webových stránkách: <http://www.sdstate.edu/ps/Severin-McDaniel/project-elater/canada-continentatus/loader.cfm?csModule=security/getfile&PageID=688179>.

Kabalak, M., Platia, G. & Avci, M. (2013) A new species of *Elathous* Reitter (Coleoptera: Elateridae) from Turkey. *Zootaxa*, 3737: 85–91.

Katoh, K., Misawa, K., Kuma, K. & Miyata, T. (2002) MAFFT: a novel method for rapid multiple sequence alignment based on fast Fourier transform. *Nucleic Acids Research*, 30: 3059–3066.

Kishii, T. (1987) A taxonomic study of the Japanese Elateridae (Coleoptera), with the keys to the subfamilies, tribes and genera. *Kyoto*, 262 pp.

Kundrata, R. & Bocak, L. (2011) The phylogeny and limits of Elateridae (Insecta, Coleoptera): is there a common tendency of click beetles to soft-bodiedness and neoteny? *Zoologica Scripta*, 40: 364–378.

Kundrata, R., Bocakova, M. & Bocak, L. (2014) The comprehensive phylogeny of the superfamily Elateroidea (Coleoptera: Elateriformia). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 76: 162–171.

Laibner, S. (2000) Elateridae of the Czech and Slovak Republics. *Kabourek, Zlín*, 292 pp.

Larsen, N. A. & Nuessly, G. S. (2009) Effectiveness of Reduced Rates of Insecticides for the Control of *Melanotus communis* (Coleoptera: Elateridae) in Sugarcane. *Florida Entomologist*, 92: 629–634.

Lawrence, J. F. (1988) Rhinorhipidae, a new beetle family from Australia, with comment on the phylogeny of the Elateriformia. *Invertebrate Taxonomy*, 2: 1–53.

- Lawrence, J. F. & Newton, A. F. (1995) Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). In: Pakaluk, J., Ślipiński, S. A. (Eds.), *Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera. Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson. Muzeum i Instytut Zoologii PAN*, pp. 779–1083.
- Majka, G. & Johnson, P. J. (2008) The Elateridae (Coleoptera) of the Maritime Provinces of Canada: faunal composition, new records, and taxonomic changes. *Zootaxa*, 1811: 1–33.
- Mertlík, J. (2011) The species of the subfamily Cardiophorinae (Coleoptera: Elateridae) of the Czech Republic and Slovakia. *Elateridarium*, 5: 59–204. Dostupné na webových stránkách: <http://www.elateridae.com/elateridarium>.
- Mertlík, J. (2015) Faunistické mapování druhů čeledí Cerophytidae, Elateridae, Eucnemidae, Lissomidae a Throscidae (Coleoptera: Elateroidea) České republiky a Slovenska. Dostupné na webových stránkách: http://www.elateridae.com/pag_uni.php?idp=46.
- Miller, M. A., Pfeiffer, W. & Schwartz, T. (2010) Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. *Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE)*, pp. 1–8.
- Muona, J. (1995) The phylogeny of Elateroidea (Coleoptera), or which tree is best today? *Cladistics*, 11: 317–341.
- Németh, T. & Platia, G. (2014) On some Palaearctic click beetles deposited in the Hungarian Natural History Museum, 2 (Coleoptera: Elateridae). *Zootaxa*, 3841: 451–490.
- Patwardhan, A., Schimmel, R. & Athalye, R. P. (2008) A new species of *Xanthopenthes* Fleutiaux 1928 from Maharashtra, India (Coleoptera: Elateridae). *Genus*, 19: 675–678.
- Patwardhan, A. & Athalye, R. P. (2010) New records and two new species of Cardiophorine Elateridae from Maharashtra, India (Insecta: Coleoptera). *Genus*, 21: 505–511.
- Platia, G. (1994) Fauna d'Italia, Coleoptera: Elateridae. *Edizioni Calderini Bologna*, 1–429.

- Platia, G. & Gudenzi, I. (2004) Contributo alla conoscenza dei *Dicronychus* Brullé, 1832 della Turchia con descrizione di nuove specie e chiave di determinazione per le specie (Coleoptera: Elateridae: Cardiophorini). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 34: 9–22.
- Platia, G. (2011) New species and new records of click beetles from the Palearctic region (Coleoptera, Elateridae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 48: 47–60.
- Platia, G. (2012) Two new click-beetles from Northern Italy and the Iberian Peninsula (Coleoptera Elateridae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 51: 133–135.
- Platia, G. (2012): Description of ten new species of click beetles from the Palearctic Region with new distributional records (Coleoptera, Elateridae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 50: 199–207.
- Platia, G. (2013) New species, new records and notes on click-beetles from Greece (Coleoptera: Elateridae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 52: 97–104.
- Preiss, R. & Platia, G. (2003): The Click Beetles of Cyprus with descriptions of two new species and notes on species of the genus *Haterumelater* Ôhira, 1968 (Coleoptera: Elateridae). *Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Entomologen*, 55: 97–123.
- Ribak G. & Weihs D. (2011) Jumping without Using Legs: The Jump of the Click-Beetles (Elateridae) Is Morphologically Constrained. *Plos ONE*, 6: 1–7.
- Rosa, S. P. (2011) New species of *Triplonychus* Candèze and *Globothorax* Fleutiaux from Brazil (Coleoptera, Elateridae, Cardiophorinae). *Zootaxa*, 2831: 1–22.
- Sagegami-Oba, R. & Oba, R. & Ôhira, H. (2007) Phylogenetic relationships of click beetles (Coleoptera: Elateridae) inferred from 28S ribosomal DNA: Insights into the evolution of bioluminescence in Elateridae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 42: 410–421.
- Schimmel, R. & Tarnawski, D. (2008) The species of the genus *Tropihypnus* Reitter, 1905 (Insecta: Coleoptera: Elateridae). *Genus*, 19: 639–667.

Schimmel, R. & Tarnawski, D. (2011) A new species of the genus *Tropihypnus* Reitter, 1905 from Laos (Coleoptera: Elateridae). *Genus*, 22: 255–259.

Stamatakis, A. (2006) RAxML-VI-HPC: maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models. *Bioinformatics*, 22: 2688–2690.

Stamatakis, A., Hoover, P. & Rougemont, J. (2008) A rapid bootstrap algorithm for the RAxML web servers. *Systematic Biology*, 57: 758–771.

Stibick, J. N. L. (1979) Clasificación de the Elateridae (Coleoptera), Relationships and classification of the subfamilies and tribes. *Pacific Insects*, 20: 145–186.

Webster, R. P. & Sweeney, J. D. & DeMerchant, I. (2012) New Coleoptera records from New Brunswick, Canada: Elateridae. *ZooKeys*, 179: 93–113.

Wells, S. A. (2000) Two new species of *Horistonotus* Candeze (Coleoptera: Elateridae), new synonymies, and a key to the species of the United States and Canada. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 102: 412–420.

Zapata de la Vega, J. L. & Sánchez-Ruiz, A. (2012) Catálogo actualizado de los Elatéridos de la Península Ibérica e Islas Baleares (Coleoptera: Elateridae). *Archivos Entomológicos*, 6: 115–271.

Zapata de la Vega, J. L. & Sánchez-Ruiz, A. (2013) Nuevas aportaciones al catálogo de la familia Elateridae (Coleoptera) en la Península Ibérica e Islas Baleares, I. *Archivos Entomológicos*, 8: 159–190.

Zapata de la Vega, J. L., Sánchez-Ruiz, A. & Balaño, J. S. (2013) Descripción de nuevas especies de *Cardiophorus* Eschscholtz, 1829 de la Península Ibérica (Coleoptera: Elateridae, Cardiophorinae). *Archivos Entomológicos*, 9: 77–86.

Zapata de la Vega, J. L. & Sánchez-Ruiz, A. (2014) Nuevas aportaciones al catálogo de la familia Elateridae (Coleoptera) en la Península Ibérica e Islas Baleares, II. *Archivos Entomológicos*, 10: 129–166.

7. PŘÍLOHY

Seznam příloh

Tab. S1: Seznam rodů podčeledi Cardiophorinae.

Obr. S1–S14: Druhy podčeledi Cardiophorinae vyskytující se v České republice.

Tab. S1: Seznam rodů podčeledi Cardiophorinae (xxxxxxxxxxxxx)

Podčeleď Cardiophorinae Candèze, 1859

Rody .xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx



Obr. S1: *Cardiophorus asellus* Erichson
(www.elateridae.com)



Obr. S2: *Cardiophorus atramentarius* Erichson
(www.elateridae.com)



Obr. S3: *Cardiophorus discicollis* Herbst
(www.elateridae.com)



Obr. S4: *Cardiophorus ebeninus* Germar
(www.elateridae.com)



Obr. S5: *Cardiophorus erichsoni* Buysson
(www.elateridae.com)



Obr. S6: *Cardiophorus gramineus* Scopoli
(www.elateridae.com)



Obr. S7: *Cardiophorus nigerrimus* Erichson
(www.elateridae.com)



Obr. S8: *Cardiophorus ruficollis* Linnaeus
(www.elateridae.com)



Obr. S9: *Cardiophorus vestigialis* Erichson
(www.elateridae.com)



Obr. S10: *Dicronychus cinereus* Herbst
(www.elateridae.com)



Obr. S11: *Dicronychus equiseti* Herbst
(www.elateridae.com)



Obr. S12: *Dicronychus equisetioides* Lohse
(www.elateridae.com)



Obr. S13: *Dicronychus rubripes* Germar
(www.elateridae.com)



Obr. S14: *Paracardiophorus musculus* Erichson
(www.elateridae.com)