

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA BOTANIKY



**Fylogeneze a klasifikace podčeledi
Eudicronychinae (Coleoptera: Elateridae)**

Diplomová práce

Bc. Magdaléna Kubaczková

N1407 – Chemie

Učitelství chemie a biologie pro střední školy

PREZENČNÍ STUDIUM

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

OLOMOUC 2019

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně, pouze s použitím uvedené literatury a pod vedením mého školitele RNDr. Robina Kundryty, Ph.D.

V Olomouci dne: 29.7.2019

Podpis:



Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé diplomové práce RNDr. Robinu Kundratovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, za ochotu a poskytnutí studijní literatury. Camille Locatelli (RBINS) děkuji za poskytnuté fotografie zástupců Eudicronychinae. Rovněž bych chtěla poděkovat svému příteli M. Fitko za velkou podporu a rady během psaní této práce. Děkuji A. Kubaczkové za poskytnutí části fotografií v didaktické části a J. Fridrichovské za rady týkající se didaktické části. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat mé rodině za velkou podporu během celého mého studia.

Tato diplomová práce vznikla s podporou následujících grantů IGA PřF UPOL: IGA_PrF_2018_026 (hl. řešitel: dr. Kundrata) a IGA_PrF_2019_024 (hl. řešitel: dr. Veselý).

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Magdaléna Kubaczková

Název práce: Fylogeneze a klasifikace podčeledi Eudicronychinae (Coleoptera: Elateridae)

Typ práce: Diplomová práce

Pracoviště: Katedra zoologie PřF UP

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

Rok obhajoby práce: 2019

Abstrakt: Tato diplomová práce je zaměřena na fylogenezi a klasifikaci podčeledi Eudicronychinae. Stěžejním cílem této práce je zjištění fylogenetické pozice Eudicronychinae v rámci nadčeledi Elateroidea a Elateridae s použitím molekulárních markerů. Fylogeneze je založená na analýzách nově získaných sekvencí DNA u čtyř vybraných zástupců Eudicronychinae a sekvencí DNA volně dostupných z databáze GenBank. K vytvoření fylogenetických stromů bylo použito kritérium maximální pravděpodobnosti. xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxx. V obou analýzách vyšli Eudicronychinae monofyletičtí s bootstrapovou podporou nad 65 %. Klasifikace Eudicronychinae zatím není zcela ujasněná. Podčeleď zahrnuje xx druhů rozdělených do čtyř rodů: *Anisomerus* Schwarz, 1897 (xx druhů), *Coryssodactylus* Schwarz, 1897 (xx druhů), *Eudicronychus* Méquignon, 1931 (xx druhů) a *Tarsalgus* Candèze, 1881 (xx druhů). Součástí práce je i komentovaný katalog rodů a druhů podčeledi Eudicronychinae. Pro každý taxon uvádím veškerá synonyma, informace o typových druzích (u rodů), uložení názvového typového materiálu (u druhů), rozšíření a veškeré bibliografické údaje. Eudicronychinae jsou rozšíření především v Afrotropické oblasti, pouze několik málo druhů se vyskytuje v Orientální oblasti. Jeden druh je znám ze Sokotry, která někdy bývá řazena do Palearktické oblasti. Pro přehlednost jsou součástí této práce i mapy distribuce jednotlivých taxonů.

Klíčová slova: brouci, rozšíření, taxonomie, kritérium maximální pravděpodobnosti, molekulární markery, fylogenetické stromy

Počet stran: 74

Počet příloh: 67

Jazyk: český

Bibliographic identification**Author's first name and surname:** Bc. Magdaléna Kubaczková**Title of thesis:** Phylogeny and classification of the subfamily Eudicronychinae (Coleoptera: Elateridae)**Type of thesis:** Diploma thesis**Department:** Department of Zoology, Faculty of Science, Palacky University**Supervisor:** RNDr. Robin Kundrata, Ph.D.**The year of presentation:** 2019

Abstract: This diploma thesis is focused on the the phylogeny and classification of the subfamily Eudicronychinae. The main goal of this work is to examine the phylogenetic position of Eudicronychinae within Elateroidea and Elateridae using molecular markers. The phylogeny is based on analyses of newly generated molecular markers for four Eudicronychinae species and DNA sequences freely available from the GenBank database. To construct the phylogenetic trees, the maximum likelihood criterion was used. xxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxx, xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx. In both analyses Eudicronychinae were monophyletic with bootstrap support over 65 %. The classification of the subfamily is still unclear. Subfamily includes xx species divided in four genera: *Anisomerus* Schwarz, 1897 (xx species), *Coryssodactylus* Schwarz, 1897 (xx species), *Eudicronychus* Méquignon, 1931 (xx species) and *Tarsalgus* Candèze, 1881 (xx species). Part of this study is an annotated world catalog of all genera and species of the subfamily Eudicronychinae. For each taxon I provide all synonyms, information on types (for genera), type depositories (for species), distribution and all available bibliography. Most Eudicronychinae are distributed in the Afrotropical Region, only several species are additionally known from Oriental Region. One species is known from Socotra, which is sometimes part of Palaearctic Region. The distribution maps for each taxon are also given.

Keywords: beetles, distribution, taxonomy, maximum likelihood criterion, molecular markers, phylogenetic trees.**Number of pages:** 74**Number of appendices:** 67**Language:** Czech

Obsah

Úvod a cíle práce	7
1 Teoretická část.....	9
2 Materiál a metody	12
2.1 Morfologie, katalog, literatura.....	12
2.2 Datový soubor a fylogenetická analýza.....	13
3 Výsledky	15
3.1 Taxonomické zařazení skupiny	15
3.2 Chronologický přehled literatury týkající se klasifikace Eudicronychinae.....	15
3.3 Přehled jednotlivých rodů a druhů podčeledi Eudicronychinae.....	21
3.4 Morfologie.....	41
3.5 Distribuce Eudicronychinae	45
3.6 Fylogenetická analýza	48
3.6.1 Parametry datového souboru a alignmenty.....	48
3.6.2 Popis výsledných fylogenetických stromů	49
4 Didaktická analýza odborného tématu	53
5 Diskuze	55
6 Závěr.....	58
7 Použitá literatura	59
8 Přílohy	74

Úvod a cíle práce

Hmyz (Insecta) je nejdíverzifikovanější třídou organismů. Díky druhové rozmanitosti je tato velmi atraktivní a zajímavá skupina předmětem mnoha studií (Beutel et al. 2017). V současnosti je však více než 40 % hmyzu ohroženo vyhynutím. Nejvíce jsou ohroženy skupiny motýlů, blanokřídlých a brouků. Za hlavní příčiny poklesu hmyzu je považován úbytek přirozených biotopů z důvodu intenzivního zemědělství a stálé urbanizace. Ke snížení počtu druhů hmyzu přispívá i znečištění biotopů, zejména syntetickými pesticidy a hnojivy. Významným faktorem přispívajícím k úbytku hmyzu je i změna klimatu (Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019). Nejbohatší skupinou hmyzu jsou brouci (Coleoptera). Počet druhů brouků je odhadován na 350 000–400 000 (Beutel et al. 2017), avšak celkový počet druhů může být až 1,5 milionu (Stork et al. 2015). Ti se podílí 25 % na celkové diverzitě organismů a v rámci členovců je to přibližně 40 % jejich diverzity (Ślipiński et al. 2011, Bocák et al. 2014). Vztahy mezi jednotlivými skupinami jsou málo prostudované – spousta z nich je doposud nepopsaná a některé skupiny nejsou ani taxonomicky zpracované (Leschen et al. 2010, Bocák et al. 2014). V posledních letech je velký důraz kladen na studium genetické variability a evoluce v rámci určitých skupin organismů. Nedostatečná znalost diverzity, taxonomie a distribuce některých linií brouků znemožňuje toto studium. Výzkum v této oblasti se často zaměřuje na ekonomicky významné škůdce a ochrannářsky důležité druhy, přičemž jiné skupiny jsou často opomíjeny (Vernon & van Herk 2013, Traugott et al. 2015). Neexistují zatím žádné celosvětové seznamy ani moderní katalogy, které by pojaly všechny rody a druhy čeledi Elateridae. Existují pouze útržkovité informace, lokální seznamy a revize (Calder 1996, 1998; Johnson 2002; Cate 2007; Gülperçin & Tezcan 2010; Platia & Ghahari 2016; Tarnawski et al. 2018). Jednotlivé skupiny této čeledi je potřeba zkoumat z celosvětového hlediska a zahrnout do výzkumu linie ze všech biogeografických oblastí, jako je tomu např. u studií zabývajících se Tetralobinae (Kubacková & Kunderata 2017, Kunderata et al. 2018a), Pityobiinae a Parablacinae (Kunderata et al. 2016) nebo Cardiophorinae (Douglas 2011, 2017; Douglas et al. 2018). Jednou z velmi málo prostudovaných linií kovaříků je i skupina Eudicronychinae. Morfologicky se odlišují od většiny zástupců Elateridae natolik, že je někteří klasifikují dokonce jako samostatnou čeleď (Schwarz 1907; Girard 1986,

1991, 2017a). Jejich postavení v systému Elateridae tak není zcela jasné a naše znalosti o jejich diverzitě a rozšíření jsou nedostatečné. Proto jsem se ve své práci rozhodla detailněji zaměřit na tuto skupinu.

Hlavním cílem této diplomové práce je zjištění fylogenetické pozice Eudicronychinae v rámci Elateroidea a Elateridae s použitím molekulárních markerů. Dalším důležitým cílem je zpracování vývoje klasifikace skupiny se zaměřením na diverzitu a distribuci jednotlivých linií. Dílčím cílem je sestavit kompletní katalog všech doposud popsaných druhů Eudicronychinae. Nedílnou součástí diplomové práce je i didaktická část s pracovními listy. Pracovní list na téma hmyz pro žáky základní školy a pracovní list na téma brouci pro žáky gymnázia.

1 Teoretická část

Významnou skupinou v rámci broučičího podřádu Polyphaga je série Elateriformia, která v průběhu historie zahrnovala osm nadčeledí, a to Artematopoidea, Buprestoidea, Byrrhoidea, Cantharoidea, Dascilloidea, Dryopoidea, Elateroidea a Scirtoidea (Lawrence & Newton 1982, 1995). Nadčeď Scirtoidea byla převedena do série Scirtiformia (Lawrence et al. 2011, Bocák et al. 2014, Kunderata et al. 2014, McKenna et al. 2015). Bývalé skupiny s měkkým tělem Cantharoidea, skupiny se silně sklerotizovaným tělem a klikacím mechanismem Elateroidea a Artematopoidea spojil Lawrence (1988) do jediné nadčeledi Elateroidea. Klasifikace v rámci Elateriformia je velice nestabilní především kvůli nejednotnému názoru na vztahy mezi Buprestoidea, Byrrhoidea a Dryopoidea (Lawrence et al. 2011, Bocák et al. 2014, Kunderata et al. 2017). V současnosti se monofyletická skupina Elateriformia sestává z nadčeledí Dascilloidea, Buprestoidea, Elateroidea, Byrrhoidea a Rhinorhipoidea (Kunderata et al. 2014, 2017; McKenna et al. 2015; Kusý et al. 2018a). Postavení skupiny Byrrhoidea v rámci Elateriformia a vztahy mezi čeleděmi této skupiny jsou velmi komplikované a nedostatečně prostudované (Beutel & Leschen 2005, Bocák et al. 2014, Kunderata et al. 2017). Klasifikace se však díky molekulárním analýzám mění a vyvíjí dodnes (Kunderata et al. 2014, 2017; Bocák et al. 2016, 2018; Kusý et al. 2018a, 2018b).

Zajímavá skupina Elateroidea zahrnuje více než 24 tisíc doposud popsáných druhů. Řadí se zde linie, u kterých se vyvinuly speciální obranné strategie jako klikací mechanismus (př. Elateridae, Eucnemidae, Throscidae), aposematické zbarvení (př. Lycidae, Cantharidae) či bioluminiscence (př. Lampyridae) (Bocáková et al. 2007, Bocák & Yagi 2009, Kunderata & Bocák 2011, Amaral et al. 2014, Kunderata et al. 2014, Bocáková et al. 2015, McKenna et al. 2015, Motyka et al. 2018). Původně byly linie rozděleny do tří různých nadčeledí Artematopoidea, Elateroidea *sensu stricto* a Cantharoidea (Lawrence & Newton 1982, Kunderata et al. 2014). Kunderata & Bocák (2011) rozlišovali 11 čeledí patřících do Elateroidea. Tato klasifikace byla později pozměněna ve studii Kunderata et al. (2014). Bocák et al. (2018) se na základě stabilní pozice rodu *Plastocerus* Schaum, 1852 v Elateridae rozhodli Plastoceridae zařadit jako podčeď Plastocerinae v rámci Elateridae. Kusý et al. (2018a) převedli Rhinorhipidae do vlastní nadčeledi Rhinorhipoidea. Omalisidae byli převedeni na podčeď

Omalisinae v rámci Elateridae (Kusý et al. 2018b). V současnosti zahrnuje nadčeleď silně sklerotizované linie (Artematopodidae, Cerophytidae, Elateridae, Eucnemidae a Throscidae) a měkkotělé zástupce (Cantharidae, Lampyridae, Lycidae, Omethidae včetně Telegeusinae, Phengodidae, Rhagophthalmidae) (Bocák et al. 2018). S pomocí DNA analýz bylo zjištěno, že silně sklerotizované skupiny nejsou monofyletické, ale Throscidae, Cerophytidae a Eucnemidae jsou na bázi Elateroidea, zatímco linie Elateridae zahrnuje některé měkkotělé zástupce, a tudíž jsou terminální linií v rámci Elateroidea (Kundrata et al. 2014). Artematopodidae jsou malou skupinou brouků zahrnujících doposud tři podčeledi v osmi rodech s 67 popsány druhy (Hörschemeyer 1998, Kundrata et al. 2013, Arriaga-Varela & Escobar 2014, Gimmel & Bocáková 2015). Eucnemidae jsou kosmopolitně rozšířenou skupinou zahrnující okolo 1 900 druhů ve 200 rodech. Největší diverzita této skupiny je v tropické a subtropické oblasti, nevyskytují se na Antarktidě (Otto 2016, Young & Otto 2018). Throscidae zahrnují zástupce se silně sklerotizovanými těly, kteří jsou stejně jako Eucnemidae rozšířeni po celém světě, s výjimkou Nového Zélandu. Skupina zahrnuje přibližně 150 druhů rozdělených v pěti rodech (Muona et al. 2010). Cerophytidae v současnosti zahrnují okolo 20 druhů patřících do čtyř rodů, kteří se vyskytují především v Neotropické a Holoarktické oblasti a jen jeden druh je znám z Afrotropického regionu (Costa et al. 2003, Kirejtshuk & Azar 2008, Costa et al. 2014, Kundrata & Jäch 2017). Cantharidae jsou kosmopolitně rozšířenou skupinou brouků zahrnující přibližně 150 rodů. Nejrozšířenější jsou v tropických oblastech Asie a Jižní Ameriky (Ramsdale 2010b). Lampyridae, česky označované jako světlušky, jsou celosvětově rozšířenou skupinou brouků s největší diverzitou v Orientální a Neotropické oblasti. Skupinu tvoří sedm podčeledí, okolo 65 rodů a přibližně 2 000 druhů. Larvy všech dosud známých druhů Lampyridae světélkují (Branham 2010, Martin et al. 2017). Lycidae jsou celosvětově rozšířenou skupinou, nevyskytují se na Antarktidě a na Novém Zélandu. Je popsáno přibližně 4 600 druhů rozdělených do bezmála 160 rodů (Bocák & Bocáková 2010). Malá čeleď Omethidae obsahuje pouze okolo 30 druhů. Nejvíce jsou tyto druhy rozšířené ve východní Asii a v Severní Americe (Ramsdale 2010a). Phengodidae zahrnuje tři podčeledi, přibližně 35 rodů a okolo 260 druhů vyskytujících se v Nearktické a Neotropické zoogeografické oblasti, přesněji od jižní Kanady až po Chile (Costa & Zaragoza-Caballero 2010, Zaragoza-Caballero & Zurita-García 2015). Čeleď Rhagophthalmidae je rozšířená

především v Orientální oblasti. Samice zástupců čeledi Rhagophthalmidae jsou apterní a některé z nich i larviformní (Kawashima et al. 2010).

Elateridae jsou jednou z nejvýznamnějších a nejrozšířenějších linií zahrnující více než 10 000 druhů rozdělených do přibližně 400 rodů (Costa et al. 2010). Většina těchto zástupců využívá jako antipredační strategii klikací mechanismus. Mechanismus této strategie spočívá v tom, že pokud se tyto brouci ocitnou v nebezpečí, jsou schopni se za charakteristického zvuku vymrštit do vzduchu, převrátit se a dopadnout zpět na končetiny (Evans 1972, Muona 1995, Calder 1996, Costa et al. 2010). Klasifikace této skupiny brouků se neustále vyvíjí. Většina dosud publikovaných klasifikací vznikla pouze na základě morfologických znaků (př. Costa et al. 2010, Douglas 2011) na druhé straně se čím dál častěji objevují práce, které zkoumají tuto čeleď pomocí molekulárních analýz (Kundrata et al. 2014, 2018a; McKenna et al. 2015). Na základě morfologických znaků rozdělili Costa et al. (2010) skupinu Elateridae do 17 podčeledí. O rok později Kundrata & Bocák (2011) s pomocí molekulární analýzy upravili klasifikaci v této skupině. Podčeleď Oxynopterinae, Pityobiinae a Semiotinae nově umístili jako triby do podčeledi Denticollinae (=Dendrometrinae). Drilini umístili jako tribus do podčeledi Agrypninae. Původní Cebrioninae byli převedeni do tribu Cebrionini v rámci Elaterinae. Tribus Aplastini, který byl umístěn v podčeledi Cebrioninae, byl přesunut taktéž do Elaterinae. Kundrata et al. (2016) popsali novou podčeleď Parablacinae pro rody z Nového Zélandu a Austrálie, které byly převedeny z původních Pityobiinae. Kundrata et al. (2018a) se ve své publikaci na základě molekulární analýzy rozhodli překlasifikovat tribus Tetralobini (původně součástí podčeledi Agrypninae; Costa et al. 2010, Bouchard et al. 2011, Kundrata & Bocák 2011) na samostatnou podčeleď Tetralobinae. Bocák et al. (2018) překlasifikovali čeleď Plastoceridae, která je nově zařazená jako podčeleď Plastocerinae v Elateridae. Bi et al. (2019) popsali novou podčeleď Sinopyrophorinae z Číny. Velkým problémem při klasifikaci většiny skupin kovaříků je neznalost jejich skutečné diverzity a distribuce. Dnes však postupně vznikají nové katalogy, revize a povědomí o skupině se vylepšuje (Douglas 2017, Kubackova & Kundrata 2017, Kundrata & Bocák 2017, Kundrata et al. 2018b, Kundrata et al. 2019).

Eudicronychinae jsou zajímavou skupinou brouků, která je však velmi málo prostudovaná. Této skupině brouků se věnuje pouze několik málo entomologů, např.

Girard (1971, 1986, xxxx, xxxx) či Platia (2012). Většina druhů této linie se vyskytuje na africkém kontinentě. Mají rozeklané velké drápky a u samců jsou netypické pohlavní orgány. Do dnešních dnů není postavení skupiny zcela jasné. Doposud nepanuje shoda, jestli se jedná o podčeleď v rámci Elateridae nebo se jedná o samostatnou čeleď (Schwarz 1907; Schenkling 1927; Girard 1971, xxxx, xxxx; Platia 2012).

2 Materiál a metody

2.1 Morfologie, katalog, literatura

Tato studie obsahuje rovněž přehledný katalog všech doposud popsaných druhů podčeledi Eudironychinae. Pro lepší přehlednost jsou v oddíle 3.5 (Distribuce Eudicronychinae) přiloženy mapy celosvětového rozšíření podčeledi Eudicronychinae, a také mapy distribuce jednotlivých rodů. V příloze jsou pak obsaženy i mapy rozšíření jednotlivých druhů (8. Přílohy, Obr. 27–88). Studovaná literatura byla shromážděna školitelem a některé další práce byly buď volně dostupné na webových stránkách, např. Biodiversity Heritage Library (www.biodiversitylibrary.org), staženy přes Web of Science (www.webofknowledge.com) či ResearchGate (www.researchgate.net). Pro potvrzení výskytu typového materiálu v určitých institucích jsem zkoumala webové stránky a fotografie příslušných sbírek (viz Tab. 1). Pro každý taxon uvádím veškerá synonyma, informace o typových druzích (u rodů), uložení názvového typového materiálu (u druhů), rozšíření a veškeré bibliografické údaje. Další informace a původní zeměpisné názvy jsou uvedeny v hranatých závorkách. Terminologie diagnostických morfologických znaků je převzatá z publikací Costa et al. (2010) a Calder (1996); názvy vyšších taxonů jsou uvedeny dle Boucharda et al. (2011) a jsou aktualizované o novější publikace.

Obrázky 13–19 byly vytvořeny z fotografií, které byly pořízeny digitálním fotoaparátem Olympus Camedia 3000, který byl připojen k binokulární lupě. Výsledné fotografie byly upraveny v programu Adobe Photoshop CS6. Obrázky 1–12 poskytla s laskavým svolením Camille Locatelli (RBINS). Mapy byly vytvořeny v programu MyPaint a některé mapy byly vytištěny jako tzv. slepé mapy, překresleny na pauzovací papír, poté naskenovány a upraveny pomocí programu Adobe Photoshop

CS6. Fotografie v didaktické části poskytla s laskavým svolením Andrea Kubaczková. Obrázky brouků v pracovním listě byly zpracovány stejným způsobem jako mapy.

Tab. 1. Seznam veřejných institucí a soukromých sbírek, které obsahují typový materiál Eudicronychinae (včetně příslušných akronymů):

XXX
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX
XXX

2.2 Datový soubor a fylogenetická analýza

Diplomová práce je založena na analýzách nově získaných sekvencí DNA u čtyř vybraných zástupců podčeledi Eudicronychinae, které shromáždil školitel, a sekvencí DNA volně dostupných z databáze GenBank. Pro první analýzu, která byla zaměřena na fylogenezi kovaříkovitých brouků, bylo použito 157 taxonů, z nichž čtyři byly z podčeledi Eudicronychinae reprezentující tři nejpočetnější rody – dva jedinci rodu *Anisomerus* Schwarz, 1897, jeden rodu *Eudicronychus* Méquignon, 1931 a jeden z rodu *Tarsalgus* Candèze, 1881 (Tab. S2). Outgroup obsahovala celkem 19 taxonů, z toho 12 zástupců z čeledi Phengodidae a sedm zástupců z čeledi Rhagophthalmidae. Ingroup (Elateridae) obsahovala celkem 138 zástupců, z toho 40 taxonů z podčeledi Agrypninae, osm taxonů z podčeledi Cardiophorinae, 22 taxonů z podčeledi Dendrometrinae, 43 taxonů z podčeledi Elaterinae, čtyři taxony z podčeledi Eudicronychinae, jeden taxon z podčeledi Hemioptinae, osm taxonů z Lissominae,

Pokud je Iss zanedbatelně vyšší než Iss.c je využití dané sekvence velmi slabé pro fylogenezi.

3 Výsledky

3.1 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: Eudicronychinae Girard, 1971

3.2 Chronologický přehled literatury týkající se klasifikace Eudicronychinae

Tab. 2. Přehled rodů podčeledi Eudicronychinae.

Rod	Typový druh
<i>Anisomerus</i> Schwarz, 1897	xxxxxxxxxxx
<i>Coryssodactylus</i> Schwarz, 1897	xxxxxxxxxxx
<i>Eudicronychus</i> Méquignon, 1931	xxxxxxxxxxx
<i>Tarsalgus</i> Candèze, 1881	xxxxxxxxxxx

Chronologický přehled

xxxx

xxxx

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

3.3 Přehled jednotlivých rodů a druhů podčeledi Eudicronychinae

Podčeleď Eudicronychinae Girard, 1971

XXXXXX

Rod *Anisomerus* Schwarz, 1897

Anisomerus Schwarz, 1897: 13. Typový druh: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx.

Literatura: xxxxxxxxxxxx

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Anisomerus xxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

***Anisomerus* xxxxxxxxxxxxxxxx**

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Genus *Coryssodactylus* Schwarz, 1897

xxxxxxxxxxxxxxxxxx

Literatura: xxxxxxxxxxxx

***Coryssodactylus* xxxxxxxxxxxxxxxx**

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Genus *Eudicronychus* Méquignon, 1931

xxxxxx

xxxxx

xxxxx

xxxxx

Literatura: xxxxxx

xxxxx

XXXXX

XXXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Eudicronychus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Genus *Tarsalgus* Candèze, 1881

xxxxxxxxxxxxxx

Literatura: xxxx

xxxxx

xxxxx

xxxxx

xxxxx

XXXXX

XXXXX

Tarsalgus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Tarsalgus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Tarsalgus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Tarsalgus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

Rozšíření:

Literatura:

Tarsalgus xxxxxxxxxxxxxxxx

xxxxxxxxxxxxxx

Uložení typového materiálu:

Typová lokalita:

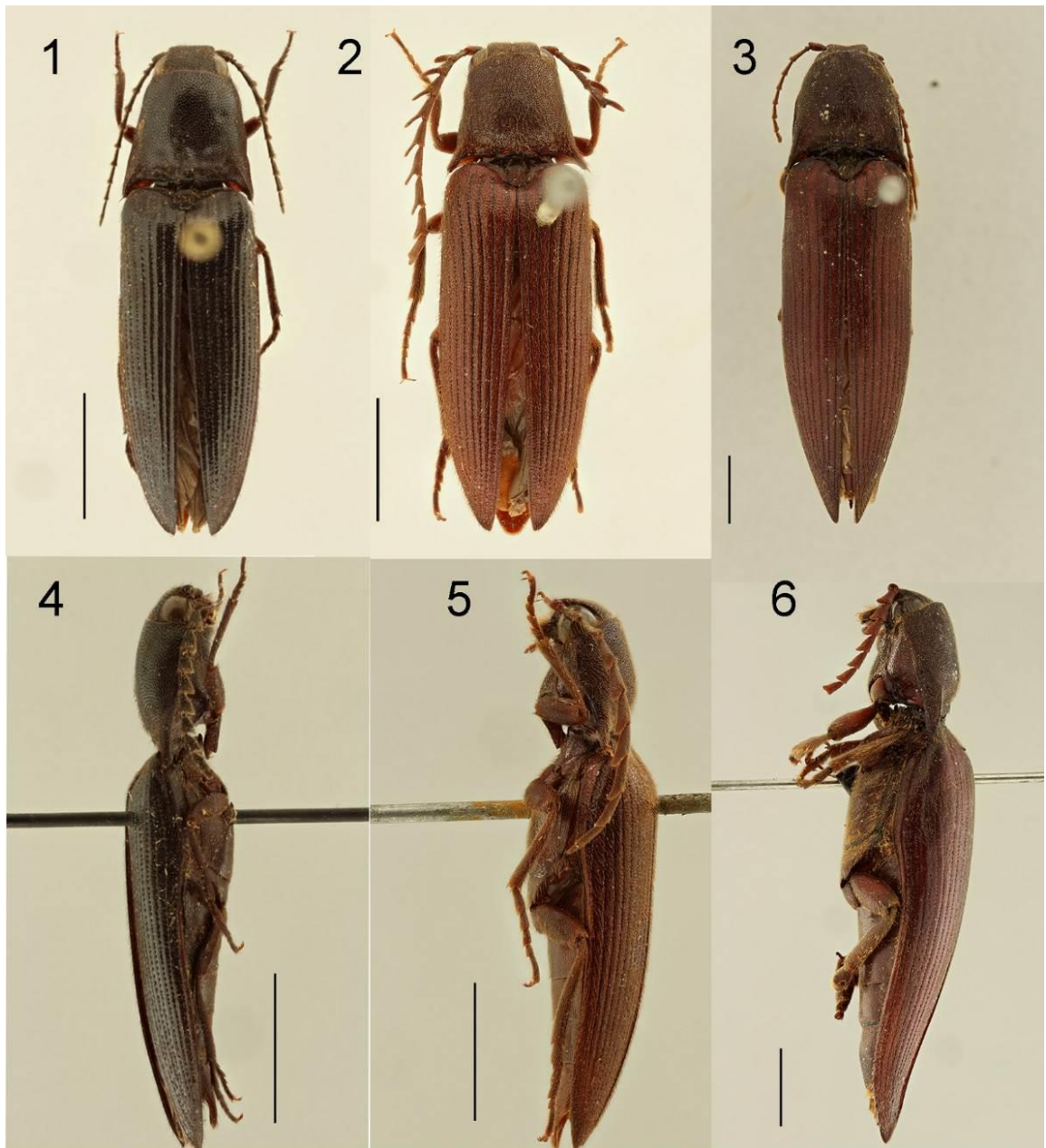
Rozšíření:

Literatura:

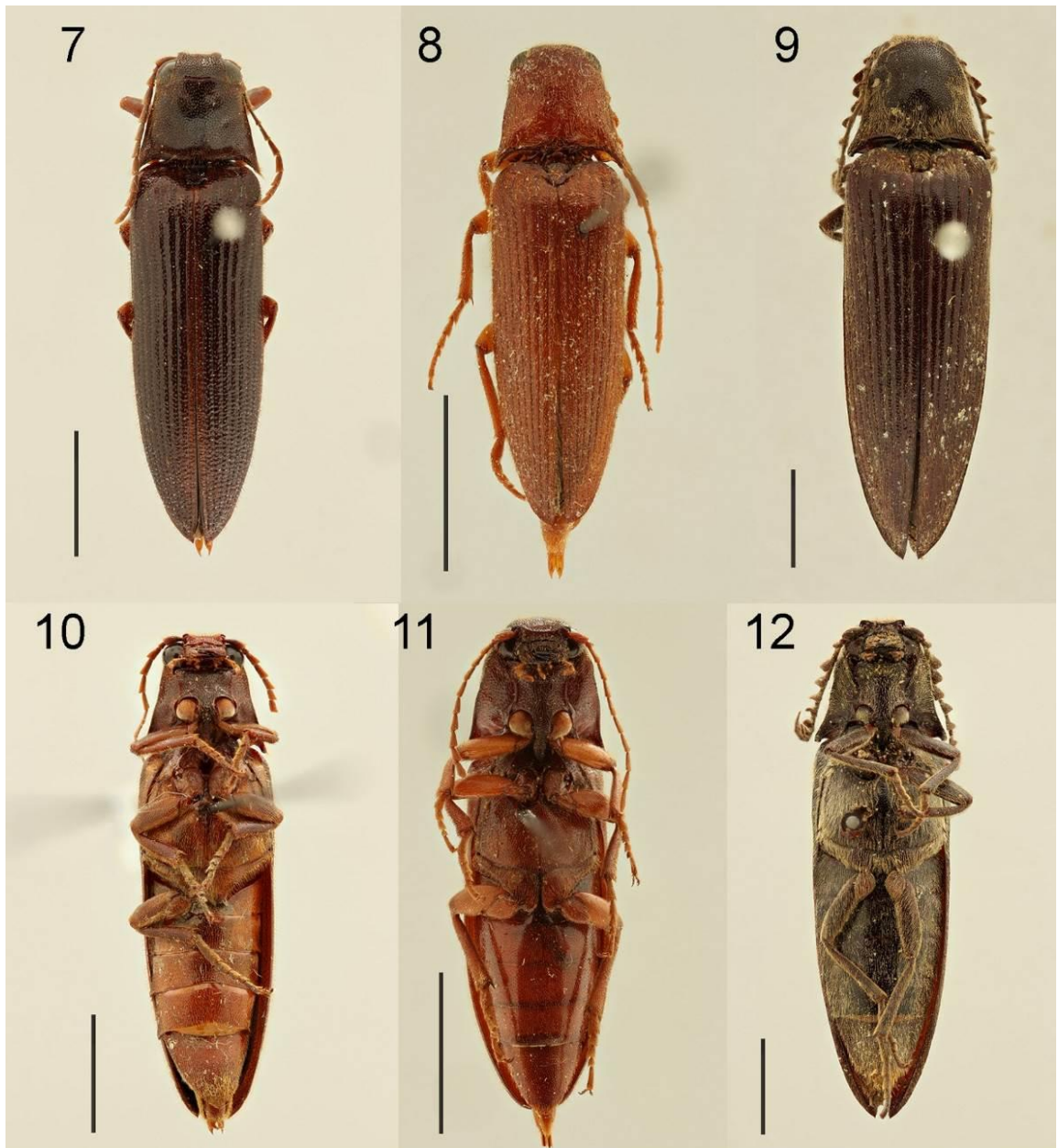
3.4 Morfologie

Eudicronychinae mají, stejně jako většina zástupců podčeledi Elateridae, funkční klikací mechanismus sestávajícího se z dlouhého prosternálního výběžku a mesoventrální jamky, silně sklerotizované tělo, viditelné labrum a pět viditelných segmentů abdomenu (ventritů) (Calder 1996, Costa et al. 2010).

Eudicronychinae se odlišují od jiných podčeledí hned v několika znacích. Mají
xx(Costa et al. 2010). U
většiny zástupců čeledi Elateridae jsou samčí genitálie typické tím, že
xx. U zástupců
Eudicronychinae je xxxxxxxx xxx
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx (xxxxxxxxxxxxxxxx). Jejich tykadla jsou jedenáctičlanková či
dvanáctičlanková (Costa et al. 2010). Zástupci rodů xxxxxxxxxxxxxxxx a xxxxxxxxxxxxxxxx se
od sebe liší xxxxxx, především xxxxxxxxxxxx (u xxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxx) (Obr. 16 a 18) a
hlavně xxx (Obr. 17 a 19). U zástupců rodu xxxxxxxxxxxxxxxx
jsou xxxxxxxxxxxxxxxx (xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx) (Obr. 17), zatímco u druhů rodu xxxxxxxxxxxxxxxx
jsou xxx (Obr. 19) (xxxxxxxxxxxxx).
Tykadla jsou převážně pilovitá (zejména xxxxxxxxxxxx) či hřebenitá (zejména
xxxxxxxxxxxxx), u xxx pak různocovitá. Hlava těchto
zástupců je hypognátní (ústní ústrojí směřuje dolů) s nápadnými srpovitými kusadly
(Schwarz 1897). Larva je neznámá (Costa et al. 2010).



Obr. 1–6: Vybraní zástupci podčeledi Eudicronychinae. 1 a 4) *Anisomerus* xxxxxx, Demokratická republika Kongo, pohlaví neznámé; 2 a 5) *Eudicronychus* xxxxxxxxxx, Mosambik, samec; 3 a 6) *Tarsalgus* xxxxxxxxxx, Demokratická republika Kongo, samice. Měřítko: 1 mm (1, 2, 4, 5), 5 mm (3, 6). Fotografie od Camille Locatelli (RBINS).



Obr. 7–12: Vybraní zástupci podčeledi Eudicronychinae. 7 a 10) *Eudicronychus* xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, Demokratická republika Kongo, pohlaví neznámé; 8 a 11) *Eudicronychus* xxxxxxxxxx, Demokratická republika Kongo, samec; 9 a 12) *Anisomerus* xxxxxxxxxxxx, Demokratická republika Kongo, samice. Měřítko: 5 mm (7, 8, 9, 10, 11, 12). Fotografie od Camille Locatelli (RBINS).

Obr. 13–19: Morfologické znaky Eudicronychinae. 13) *Coryssodactylus* xxxxxxxx, samec, habitus, dorzální pohled; 14) *Anisomerus* sp., hlava, frontální pohled; 15) Rozeklaný drápek, rod *Anisomerus*; 16) Pronotum, rod *Anisomerus*; 17) Aedeagus rodu *Anisomerus*, ventrální pohled; 18) Pohled na pronotum, rod *Eudicronychus*; 19) Aedeagus rodu *Eudicronychus*, ventrální pohled. Měřítka: 0,2 mm (15), 1 mm (14, 19), 2 mm (13, 16, 17, 18).

Obr. 20: Distribuce podčeledi Eudicronychinae.

Obr. 21 a 22: Distribuce jednotlivých rodů podčeledi Eudicronychinae. 21) *Anisomerus*; 22) *Coryssodactylus*.

Obr. 23 a 24: Distribuce jednotlivých rodů podčeledi Eudicronychinae. 23) *Eudicronychus*; 24) *Tarsalgus*.

3.6 Fylogenetická analýza

3.6.1 Parametry datového souboru a alignmenty

Pro první analýzu bylo použito 157 taxonů včetně čtyř zástupců z podčeledi Eudicronychinae reprezentující tři nejpočetnější rody (Tab. 2). Výsledný alignment obsahoval 3 999 homologických pozic, z čehož 1 932 bp bylo pro 18S, 776 bp pro 28S, 568 bp pro *rrnL* a 723 pro *coxI*. U zástupce podčeledi Pityobiinae – *Pityobius anguinus* LeConte, 1853 nebyla k dispozici sekvence genu 28S a u zástupce podčeledi Thylacosterninae – *Balgus* sp. nebyla k dispozici sekvence genu *coxI*. Z 3 999 homologických pozic bylo 2 632 konzervativních znaků, 1 309 znaků variabilních a 1 083 parsimonně informativních. Pro druhou analýzu bylo použito 53 taxonů, xxx. Výsledný alignment obsahoval 3 956 homologických pozic, z těchto pozic bylo 2 959 konzervativních znaků, 939 variabilních znaků a 707 parsimonně informativních znaků.

V programu DAMBE (Xia et al. 2003, Xia & Lemey 2009, Xia 2013) byl proveden nukleotidový saturační test pro datové soubory xxxxxxxxxxxx (157 taxonů) a xxxxxxxxxxxx (53 taxonů). Výsledkem pro oba datové soubory bylo, že u většiny testovaných genů a pozic nebyla významná míra saturace, nicméně u třetích pozic kodonu genu *coxI* k jisté míře saturace došlo. Zmíněná saturace je menší pro symetrický strom, který je pravděpodobnější, ale pro extrémně asymetrický strom je výraznější. Protože třetí pozice genu *coxI* vykazovaly jistou míru saturace, byly odstraněny z alignmentů a oba dva datové soubory byly znovu analyzovány. Výsledná topologie (= tvar stromů) zůstala stejná, a proto jsem se rozhodla dále pracovat s původními stromy, které vznikly z celkových dat.

Obr. 25: Fylogenetický strom pro 157 zástupců vytvořený pomocí metody RAxML (alignment pomocí Mafft), doplněný o hodnoty podpor větví (uvedeny jsou hodnoty nad 50 % bootstrap) a s vyznačením jednotlivých taxonů.

Obr. 26: Fylogenetický strom pro xxxxxxxxx vytvořený pomocí metody RAxML (alignment pomocí Mafft), doplněný o hodnoty podpor větví (uvedeny jsou hodnoty nad 50 % bootstrap) a s vyznačením jednotlivých taxonů.

4 Didaktická analýza odborného tématu

Hmyz je důležitou a nepostradatelnou skupinou organismů, která zahrnuje významné dekompozitory, opylovače, predátory a v neposlední řadě i parazity. V diplomové práci jsem se zaměřila na zpracování pracovního listu pro žáky základní školy na téma Hmyz. Hmyz se vyučuje na druhém stupni základní školy v 6. třídě jako součást tématu Členovci. Celkově spadá toto téma do biologie živočichů a do vzdělávací oblasti Člověk a příroda vyučovaného podle školního vzdělávacího programu (ŠVP) dané základní školy, který vychází z Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP). Časová dotace výuky přírodopisu na základní škole je celkem 2 hod./ týden. Kromě pracovního listu pro žáky základní školy na téma Hmyz jsem zpracovala i pracovní list pro žáky gymnázia. V tomto pracovním listu jsem se zaměřila na téma Brouci. Toto téma je vzdělávacím obsahem předmětu biologie a patří do biologie živočichů. V rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia je biologie zařazena ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Téma Brouci se ve čtyřletém studiu na gymnáziu obvykle vyučuje ve 2. ročníku, v šestiletém studiu je to v kvintě (1. ročník střední školy) a v osmiletém studiu je to v primě, a poté znovu v kvintě (6. třída, 1. ročník střední školy). Časová dotace výuky biologie na gymnáziu je nejčastěji 2+1 hod./týden. Oba pracovní listy obsahují řešení.

V praxi bych se na základní škole věnovala tématu Hmyz 8–9 vyučovacích hodin. V šesti vyučovacích hodinách bych navrhovala probrat teorii o hmyzu. Jednu vyučovací hodinu bych vyhradila pro pitvu, kde by žáci měli možnost vidět stavbu těla brouka a lépe by si tak vštěpili nově získané znalosti. Poslední dvě vyučovací hodiny bych věnovala opakování celého tématu Hmyz. Z organizačních forem výuky bych používala především hromadnou a skupinovou. Jako hlavní vyučovací metody bych volila metody slovní (monolog učitele, dialog učitel-žák), názorné (obrázky v Powerpointové prezentaci, obrázky v učebnici) a v neposlední řadě bych využila práci s pracovním listem, který jsem vytvořila.

Co se týká výuky tématu Brouci na gymnáziu, v praxi bych se věnovala této oblasti 4–5 vyučovacích hodin. V prvních dvou vyučovacích hodinách bych navrhovala probrat s žáky teoretické poznatky o broucích. Minimálně jednu hodinu bych věnovala praktické části, odchyt samotných brouků v přírodě a jejich následná pitva nebo tvorba sbírek. Poslední hodinu bych využila k zopakování teoretických

znalostí o broucích. Součástí opakování by byl pracovní list, který jsem pro žáky gymnaziálního vzdělávání v této diplomové práci vytvořila. Organizační formy výuky a vyučovací metody bych použila stejné jako v případě vzdělávání žáků na základní škole (viz výše).

Hlavní výukové cíle pro žáky základní školy:

- žák popíše základní stavbu těla hmyzu
- žák vysvětlí rozdíl mezi přeměnou dokonalou a nedokonalou
- žák vysvětlí význam hmyzu ve společenstvech
- žák vysvětlí rozdíl mezi sarančaty a kobylkami
- žák vyjmenuje a pozná nejvýznamnější zástupce řádu brouci

Hlavní výukové cíle pro žáky gymnázia:

- žák definuje pojem entomologie
- žák vysvětlí rozdíl mezi proměnou dokonalou a nedokonalou
- žák dokáže samostatně používat mikroskop
- žák pozná typické zástupce řádu brouci
- žák popíše anatomickou a morfologickou stavbu těla brouka

Při vyučování by si žáci (základní školy i gymnázia) měli osvojit tyto kompetence:

- **kompetence k učení:** žáci si dokáží osvojit a reprodukovat nové informace, dokáží si organizovat vlastní učení
- **kompetence k řešení problémů:** žáci zhodnotí své vlastní znalosti a případné nedostatky dokážou sami dostudovat
- **kompetence pracovní:** žáci dokáží soustředěně, samostatně a systematicky pracovat na zadaných úkolech
- **kompetence komunikativní:** žáci se umí srozumitelně a jasně vyjadřovat, prezentovat a vyjadřovat své názory a dokáží naslouchat a diskutovat s ostatními
- **kompetence sociální:** žáci dokáží spolupracovat ve skupinách

5 Diskuze

Eudicronychinae jsou velmi zajímavou skupinou brouků, přesto však jsou velice málo prostudováni. Jejich postavení dosud zůstávalo nevyřešené.

XX

6 Závěr

Ve své diplomové práci jsem provedla první fylogenetickou analýzu pro skupinu Eudicronychinae a ukázala tak velmi pravděpodobné zařazení této linie brouků. Shrnula jsem veškerou dostupnou literaturu, ve které se autoři jakkoli zmínili o rodech a druzích této skupiny. Vypracovala jsem aktualizovaný a komentovaný katalog, který by v budoucnu mohl posloužit pro taxonomickou revizi skupiny. Vzhledem k rozšíření druhů rodu *Eudicronychus* by bylo zajímavé prostudovat historii jejich šíření. Je také potřeba najít larvy a důkladně prostudovat jejich morfologii. Dále by bylo potřeba posbírat více exemplářů této skupiny a provést DNA analýzu, díky které by se postavení této skupiny brouků ještě lépe vyjasnilo.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

7 Použitá literatura

Amaral, D. T., Arnoldi, F. G. C., Rosa, S. P. & Viviani, V. R. (2014) Molecular phylogeny of Neotropical bioluminescent beetles (Coleoptera: Elateroidea) in southern and central Brazil. *Luminescence: The Journal of Biological and Chemical Luminescence*, 29: 412–422.

Arriaga-Varela, E. & Escobar, F. (2014) *Electribius relictus*, a new extant species of Armatopodidae (Coleoptera: Elateroidea) from Veracruz, Mexico. *Zootaxa*, 3895: 292–296.

Beutel, R. G. & Leschen, R. A. B. (2005) Elateriformia Crowson, 1960. Introduction, Phylogeny (Table 1). In: R. G. Beutel & R. A. B. Leschen (Volume Eds.) *Coleoptera, Beetles; Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim)*. In N. P. Kristensen & R. G. Beutel (Eds.) *Handbook of Zoology, Arthropoda: Insecta*. Berlin/ New York: Walter de Gruyter, 427–429.

Beutel, R. G., Yavorskaya, M. I., Mashimo, Y., Fukui, M., Meusemann, K. (2017) The phylogeny of Hexapoda (Arthropoda) and the evolution of megadiversity. *Proceedings of the Arthropodan Embryological Society of Japan*, 51: 1–15.

Bi, W.-X., He, J.-W., Chen, C.-C., Kundrata, R. & Li, X.-Y. (2019) Sinopyrophorinae, a new subfamily of Elateridae (Coleoptera, Elateroidea) with the first record of a luminous click beetle in Asia and evidence for multiple origins of bioluminescence in Elateridae. *ZooKeys*, 864: 79–97.

Bocák, 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.

Bocák, L. & Bocáková, M. (2010) Lycidae Laporte, 1836, In: Leschen, R.A.B., Beutel, R.G. & Lawrence, J.F. (Volume Eds.), *Coleoptera, Beetles; Volume 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim)*.

In: Kristensen, N.P. & Beutel, R.G. (Eds.), *Handbook of Zoology, Arthropoda: Insecta*. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York: 114–123.

Bocák, L., Kunderata, R. Fernández, C. A., Vogler, A. P. (2016) The discovery of Iberobaeniidae (Coleoptera: Elateroidea): a new family of beetles from Spain, with immatures detected by environmental DNA sequencing. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283: 1–7.

Bocák, L., Motyka, M., Boček, M. & Bocáková, M. (2018) Incomplete sclerotization and phylogeny: The phylogenetic classification of *Plastocerus* (Coleoptera, Elateroidea). *PLoS ONE*, 13: e0194026.

Bocák, L. & Yagi, T. (2009) Evolution of mimicry patterns in *Metriorrhynchus* (Coleoptera: Lycidae): the history of dispersal and speciation in South East Asia. *Evolution*, 64: 39–52.

Bocáková, M., Bocák, L., Gimmel, M. L., Motyka, M. & Vogler, A. P. (2015) Aposematism and mimicry in soft-bodied beetles of the superfamily Cleroidea (Insecta). *Zoologica Scripta*, 45: 9–21.

Bocáková, M., Bocák, L., Hunt, T. & Vogler, A. P. (2007) Molecular phylogenetics of Elateriformia (Coleoptera): evolution of bioluminescence and neoteny. *Cladistics*, 23: 477–496.

Bouchard, P., Bousquet, Y., Davies, A. E., Alonso-Zarazaga, M. A., Lawrence, J. F., Lyal, C. H. C., Newton, A. F., Reid, C. A. M., Schmitt, M., Ślipiński, S. A. & Smith, A. B. T. (2011) Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*, 88: 1–972.

Branham, M. A. (2010) Lampyridae Latreille, 1817, In: Leschen, R.A.B., Beutel, R.G. & Lawrence, J.F. (Volume Eds.), *Coleoptera, Beetles; Volume 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim)*. In: Kristensen, N.P. & Beutel, R.G. (Eds.), *Handbook of Zoology, Arthropoda: Insecta*. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York: 141–149.

Brullé, A. (1832) IVe classe. Insectes. Livr. 3–4. In: Bory de Saint-Vincent JB (Ed.) Expédition scientifique de Morée. Section des sciences physiques, vol. III, 1ere partie. Zoologie. Deuxième section. Des animaux articulés. FG Levrault, Paris, Strasbourg, 97–192.

Calder, A. A. (1996) *Click Beetles: Genera of the Australian Elateridae (Coleoptera)*. *Monographs on invertebrate taxonomy, Vol. 2*. CSIRO Publishing, Victoria, Australia, 401 s.

Calder, A. A (1998) Coleoptera: Elateroidea. In: Wells, A. (Ed.) *Zoological Catalogue of Australia. Volume 29.6*. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia, 248 s.

Candèze, E. C. A (1863) Monographie des Élatéridés. Tome quatrième. *Mémoires de la Société royale des sciences de Liège*, 17: 1–534.

Candèze, E. C. A. (1865) Élatérides nouveaux. *Mémoires de l'Académie de Belgique*, 17: 1–63.

Candèze, E. C. A (1881) Élatérides nouveaux. Vol. III. *Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liège*, 2: 1–117.

Candèze, E. C. A. (1889) Élatérides nouveaux. Vol. IV. *Annales de la Société Entomologique de Belgique*, 33: 67–123.

Candèze, E. C. A. (1891) *Catalogue méthodique des Élatérides connus en 1890*. H. Vaillant-Carmanne, Liège, 246 str.

Candèze, E. C. A. (1893) Élatérides nouveaux. Vol. V. *Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liège*, 18: 1–76.

Cate, P. (2007) Elateridae. In: Löbl, I. & Smetana, A. (Eds.), *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 4*. Apollo Books, Stenstrup, Denmark: 89–209.

Costa, C., Lawrence, J. F. & Rosa, S. P. (2010) Elateridae Leach, 1815. *In*: Leschen, R.A.B., Beutel, R.G. & Lawrence, J.F. (Volume Eds.), *Coleoptera, Beetles; Volume 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim)*. *In*: Kristensen, N.P. & Beutel, R.G. (Eds.), *Handbook of Zoology, Arthropoda: Insecta*. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York: 75–103.

Costa, C., Vanin, S. A., Lawrence, J. F., Ide, S. (2003) Systematics and cladistic analysis of Cerophytidae (Elateroidea: Coleoptera). *Systematic entomology*, 28: 375–407.

Costa, C., Vanin, S. A., Rosa, S. P. (2014) Description of a new genus and species of Cerophytidae (Coleoptera: Elateroidea) from Africa with a cladistic analysis of the family. *Zootaxa*, 3878: 248–260.

Costa, C. & Zaragoza-Caballero, S. (2010) Phengodidae LeConte, 1861, *In*: Leschen, R.A.B., Beutel, R.G. & Lawrence, J.F. (Volume Eds.), *Coleoptera, Beetles; Volume 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim)*. *In*: Kristensen, N.P. & Beutel, R.G. (Eds.), *Handbook of Zoology, Arthropoda: Insecta*. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York: 126–135.

Crowson, R. A. (1960) On some new characters of classificatory importance in adults of Elateridae (Coleoptera). *The Entomologist's monthly magazine*, 96: 158–161.

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

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

Douglas, H. (2017) World reclassification of the Cardiophorinae (Coleoptera, Elateridae), based on phylogenetic analyses of morphological characters. *ZooKeys*, 655: 1–130.

Douglas, H., Kundrata, R., Janošíková, D. & Bocák, L. (2018) Molecular and morphological evidence for new genera in the click-beetle subfamily Cardiophorinae (Coleoptera: Elateridae). *Entomological Science*, 21: 292–305.

Dumont, G. (1890) Description d'une nouvelle espèce d'Élatéride du genre *Dicronychus* (Eschscholtz). *Annales de la Société Entomologique de Belgique*, 34: cxli–cxlii.

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

Fairmaire, L. (1887) Coléoptères des Voyages de M. G. Revoil chez les Somâlis et dans l'intérieur du Zanguebar. *Annales de la Société Entomologique de France*, 6: 69–186.

Fairmaire, L. (1888) Coléoptères nouveaux de l'Afrique du Musée de Leyde. *Notes from the Leyden Museum*, 10: 255–271.

Fairmaire, L. (1891) Coléoptères de l'Afrique Orientale. *Annales de la Société Entomologique de Belgique*, 35: CCLXXIX–CCCVII.

Fleutiaux, E. (1914) Elateridae des Iles Philippines. *Philippine Journal of Science*, 9: 441–449.

Fleutiaux, E. (1919) *Elateridae, Trixagidae et Melasidae. Voyage de Ch. Alluaud et R. Jeannel en Afrique Orientale (1911–1912) résultats scientifiques. Coleoptera, Vol. XIII.* Lhomme, Paris, 119 s.

Fleutiaux, E. (1921) Insectes Coléoptères, Elateridae. In: Babault, G. (Ed.), *Voyage de M. Guy Babault dans l'Afrique Orientale Anglaise 1912–1915, résultats scientifiques.* Lahure, Paris: 1–19.

Fleutiaux, E. (1932) Contributions à l'étude de la faune du Mosambik. Voyage de M. P. Lesne (1928-1929). 6. Note. Coléoptères, Elateridae. *Memórias e Estudos do Museu Zoológico da Universidade de Coimbra*, 55: 5–27.

Fleutiaux, E. (1935) Description d'Eucnemididae et Elateridae nouveaux provenant du Corydon Memorial Museum de Nairobi, Kenya Colony. *Journal of the East Africa and Uganda Natural History*, 12: 90–117.

Gimmel, M. L. & Bocáková, M. (2015) A new extant species of *Electribius* Crowson from Honduras (Coleoptera: Elateroidea: Artematopodidae). *Zootaxa*, 3926: 296–300.

Girard, C. (1971) Les Coléoptères Elateridae de Lamto (Côte d'Ivoire). *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire*, 33: 549–650.

Girard, C. (1986) Les espèces du groupe *Anisomerus prosternalis* Schwarz (Coleoptera Dicronychidae). *Revue de Zoologie africaine*, 99: 313–320.

Girard, C. (1991) Sept nouvelles espèces afrotropicales de Dicronychidae du genre *Eudicronychus* Méquignon. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 96: 145–154.

Girard, C. (2010) Trois nouvelles espèces du genre *Eudicronychus* Méquignon, 1931, d'Afrique intertropicale (Coleoptera, Elateridae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 115: 451–454.

Girard, C. (2011) Sept nouvelles espèces afrotropicales du genre *Eudicronychus* Méquignon, 1931 (Coleoptera, Eudicronychidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 116: 135–146.

XXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

Gülperçin, N. & Tezcan, S. (2010) *Türkie Elateridae (Insecta: Coleoptera) faunasinin dağılım kataloğu. Distributional catalogue of Turkish Elateridae (Insecta: Coleoptera) fauna*. Izmir, 63 s.

Harold, E. (1878) Diagnosen neuer Coleopteren aus dem innern Afrika. Mittheilungen des Münchener Entomologischen Vereins, 2: 99–111.

Hörnschemeyer, T. (1998) New species of *Electribius* Crowson 1973 (Coleoptera: Armatopodidae) from Baltic amber. Paläontologische Zeitschrift, 72: 299–306.

Hyslop, J. A. (1921) Genotypes of the Elaterid beetles of the world. *Proceedings of the United States National Museum*, 58: 621–673.

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): 160–173.

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.

Kawashima, I., Lawrence, J. F. & Branham, M. A. (2010) Rhagophthalmidae Olivier, 1907, In: Leschen, R.A.B., Beutel, R.G. & Lawrence, J.F. (Volume Eds.), *Coleoptera, Beetles; Volume 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim)*. In: Kristensen, N.P. & Beutel, R.G. (Eds.),

Handbook of Zoology, Arthropoda: Insecta. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York: 135–140.

Kirejtshuk, A.G. & Azar, D. (2008) New taxa of beetles (Insecta, Coleoptera) from Lebanese amber with evolutionary and systematic comments. *Alavesia*, 2: 15-46.

Kubaczková, M. & Kunderata, R. (2017) Annotated catalogue of the click-beetle subfamily Tetralobinae (Coleoptera: Elateridae). *Zootaxa*, 4323: 151–184.

Kunderata, R. & Bocák, 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.

Kunderata, R. & Bocák, L. (2017) Taxonomic review of Drilini (Elateridae: Agrypninae) in Cameroon reveals high morphological diversity, including the discovery of five new genera. *Insect Systematics & Evolution*, 48: 441–492.

Kunderata, R., Bocáková, M. & Bocák, L. (2013) The phylogenetic position of Armatopodidae (Coleoptera: Elateroidea), with description of the first two Eurypogon species from China. *Contributions to Zoology*, 82: 199–208.

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

Kunderata, R., Gunter, N. L., Douglas, H. & Bocák, L. (2016) Next step toward a molecular phylogeny of click-beetles (Coleoptera: Elateridae): redefinition of Pityobiinae, with a description of a new subfamily, Parablacinae, from the Australasian Region. *Austral Entomology*, 55: 291–302.

Kunderata, R., Gunter, N. L., Janošíková, D. & Bocák, L. (2018a) Molecular evidence for the subfamilial status of Tetralobinae (Coleoptera: Elateridae), with comments on parallel evolution of some phenotypic characters. *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 76: 137–145.

Kundrata, R. & Jäch, M. A. (2017) *Ptilodactyla crenatostrata* Redtenbacher, 1868 (Coleoptera: Ptilodactylidae) transferred to *Phytoceram* Costa, Vanin, Lawrence & Ide, 2003 (Coleoptera: Cerophytidae). *Zootaxa*, 4324: 371–377.

Kundrata, R., Jäch, M. A. & Bocák, L. (2017). Molecular phylogeny of the Byrrhoidea–Buprestoidea complex (Coleoptera, Elateriformia). *Zoologica Scripta*, 46, 150–164.

Kundrata, R., Kubacková, M., Prosvirov, A. S., Douglas, H. B., Fojtíková, A., Costa, C., Bosquet, Y., Alonso-Zarazaga, M. A. & Bouchard, P. (2019) World catalogue of the genus-group names in Elateridae (Insecta, Coleoptera). Part I: Agrypninae, Campyloxeninae, Hemipinae, Lissominae, Oestodinae, Parablacinae, Physodactylinae, Pityobiinae, Subprotelaterinae, Tetralobinae. *Zookeys*, 839: 83–154.

Kundrata, R., Mušálková, M., Kubacková, M. (2018b) Annotated catalogue of the click-beetle tribe Dimini (Coleoptera: Elateridae: Dendrometrinae). *Zootaxa*, 4412: 1–75.

Kusý, D., Motyka, M., Andújar, C., Boček, M., Mášek, M., Sklenářová, K., Kokáš, F., Bocáková, M., Vogler, A. P. & Bocák, L. (2018a) Genome sequencing of *Rhinorhipus* Lawrence exposes an early branch of the Coleoptera. *Frontiers in Zoology*, 15: 1–14.

Kusý, D., Motyka, M., Boček, M., Vogler, A. P. & Bocák, L. (2018b) Genome sequences identify three families of Coleoptera as morphologically derived click beetles (Elateridae). *Scientific Reports*, 8: 1–9.

Lacordaire, J. T. (1857) *Histoire naturelle des Insectes. Genera des Coléoptères ou exposé méthodique et critique de tous les genres proposés jusqu'ici dans cet ordre d'insectes. Tome quatrième contenant les familles des Buprestides, Throscides, Eucnémides, Élatérides, Cébrionides, Cérophytides, Rhipicérides, Dascyllides, Malacodermes, Clérides, Lyméxylones, Cupésides, Ptiniores, Bostrichides et cissides.* Librairie Encyclopédique de Roret, Paris, 579 s.

Laporte, F. L. N. C. (1840) *Histoire naturelle des insectes Coléoptères. Avec une introduction renfermant l'anatomie et la physiologie des animaux articulés, par M. Brullé. Tome premier. Histoire naturelle des animaux articulés, annelides, crustacés, arachnides, myriapodes et insectes.* P. Duménil, Paris, 324 s.

Latreille, P. A. (1829) *Le règne animal distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée. Par M. le Baron Cuvier. Avec figures dessinées d'après nature. Nouvelle édition, revue et augmentée. Tome IV. Crustacés, arachnides et partie des insectes.* Déterville, Paris, 584 s.

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

Lawrence, J. F., Newton Jr., A. F. (1982) Evolution and classification of beetles. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13: 261–290.

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, A. (Eds.), *Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera. Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson. Volumes 1–2.* Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa: 779–1083.

Lawrence, J. F., Ślipiński, S. A., Seago, A. E., Thayer, M. K., Newton, A. F., Marvaldi, A. E. (2011) Phylogeny of the Coleoptera based on morphological characters of adults and larvae. *Annals of Zoology*, 61: 1–217.

Leach, W. E. (1815) Entomology. *In*: Brewster D (Ed.) *Edinburgh Encyclopaedia*, Volume IX [part I]. W. Blackwood, J. Waugh, etc., Edinburgh, 57–172.

LeConte, J. L. (1853) Revision of the Elateridae of the United States. *Transactions of the American Philosophical Society. New Series*, 10: 405–508.

Lepeletier, A. L. M. & Audinet-Serville, J. G. (1828) *Encyclopédie méthodique, ou par ordre de matières; par une société de gens de lettres, de savans et d'artistes; précédée d'un vocabulaire universel, servant de table pour tout l'ouvrage, ornée des portraits de Mm. Diderot & d'Alembert, premiers éditeurs de l'Encyclopédie. Histoire naturelle. Entomologie, ou histoire naturelle des crustacés, des arachnides et des insectes. Tome dixième.* Mme Veuve Agasse, Paris, 832 s.

Leschen, R. A. B., Beutel, R. G. & Lawrence, J. F. (Eds.) (2010) *Coleoptera, Beetles; Volume 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim).* In: Kristensen, N.P. & Beutel, R.G. (Eds.), *Handbook of Zoology, Arthropoda: Insecta.* Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York, 786 s.

Linnaeus, C. (1758) *Systema Naturae per Regna Tria Naturae, secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis. Tomus I.* Editio Decima, Reformata. Holmiae, 823 pp.

Linnaeus, C. (1767) *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio duodecima, reformata. Tomus I. Pars II.* Laurentii Salvii, Holmiae: 533–1327.

Martin, G. J., Branham, M. A., Whiting, M. F. & Bybee, S. M. (2017) Total evidence phylogeny and the evolution of adult bioluminescence in fireflies (Coleoptera: Lampyridae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 107: 564–575.

McKenna, D. D., Wild, A. L., Kanda, K., Bellamy, C. L., Beutel, R. G., Caterino, M. S., Farnum, C. W., Hawks, D. C., Ivie, M. A., Jameson, M. L., Leschen, R. A. B., Marvaldi, A. E., McHugh, J. V., Newton, A. F., Robertson, J. A., Thayer, M. K., Whiting, M. F., Lawrence, J. F., Ślipiński, A., Maddison, D.R. & Farrell, B. D. (2015) The beetle tree of life reveals that Coleoptera survived end-Permian mass extinction to diversify during the Cretaceous terrestrial revolution. *Systematic Entomology*, 40: 835–880.

Méquignon, A. (1931) Notes synonymiques sur quelques Elatérides (Col.), 5^{ème} note. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 1931: 207–208.

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)*, 1–8.

Motyka, M., Kampová, L. & Bocák, L. (2018). Phylogeny and evolution of Müllerian mimicry in aposematic Dilophotes: Evidence for advergence and size-constraints in evolution of mimetic sexual dimorphism. *Scientific Reports*, 8: 1–10.

Muona, J. (1995) The phylogeny of Elateroidea (Coleoptera), or which tree is the best today? *Cladistics*, 11: 317–341.

Muona, J., Lawrence, J. F. & Ślipiński, S. A. (2010) Throscidae Laporte, 1840, *In*: Leschen, R.A.B., R.G. Beutel, & J.F. Lawrence (Volume Eds.), *Coleoptera, Beetles; Volume 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim)*. *In*: Kristensen, N.P. & R.G. Beutel (Eds.), *Handbook of Zoology, Arthropoda: Insecta*. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York: 69–74.

Otto, R. L. (2016) The False Click Beetles (Coleoptera: Eucnemidae) of Laos. *Entomologica Basiliensia et Collectionis Frey*, 35: 181–427.

Platia, G. (2012) Contribution to the knowledge of the click-beetles from the Socotra Island (Yemen) (Coleoptera Elateridae). *Arquivos Entomológicos*, 7: 129–153.

Platia, G. & Ghahari, H. (2016) An annotated checklist of click-beetles (Coleoptera, Elateridae) from Iran. *Zootaxa*, 4137: 239–275.

Rambaut, A. (2009) FigTree version 1.3.1 [computer program]
<http://tree.bio.ed.ac.uk>.

Ramsdale, A. S. (2010a) Omethidae LeConte, 1861, *In*: Leschen, R. A. B., Beutel, R. G., & Lawrence, J. F. (Volume Eds.), *Coleoptera, Beetles, Volume 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim)*. *In*: Kristensen, N.P. & R.G. Beutel (Eds.), *Handbook of Zoology, Arthropoda: Insecta*. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York: 149–153.

Ramsdale, A. S. (2010b) Cantharidae Imhoff, 1856, *In*: Leschen, R. A. B., Beutel, R. G., & Lawrence, J. F. (Volume Eds.), *Coleoptera, Beetles, Volume 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim)*. *In*: Kristensen, N.P. & R.G. Beutel (Eds.), *Handbook of Zoology, Arthropoda: Insecta*. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/New York: 153–162.

Randall, J. W. (1838) Descriptions of new species of Coleopterous insects, inhabiting the State of Maine. *Boston Journal of Natural History*, 2: 1–33.

Sánchez-Bayo, F. & Wyckhuys, K. A. G. (2019) Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232: 8–27.

Schenkling, S. (1927) Plastoceridae, Dicronychidae. *Coleopterorum Catalogus. Pars 93*. W. Junk. Berlin, 11 s.

Schwarz, O. (1896a) Elateriden aus Ost-Afrika, gesammelt von R. v. Bennigsen. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 1896: 89–93.

Schwarz, O. (1896b) Neue Elateriden aus Afrika. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 1896: 93–96.

Schwarz, O. (1897) Ueber die systematische Stellung der Elateriden-Gattungen *Dicronychus* Cast. und *Tarsalgus* Cand. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 1897: 9–16.

Schwarz, O. (1903) Neue Elateriden aus Afrika und Madagaskar. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 1903: 357–376.

Schwarz, O. (1906) Vier neue Dicronychidae. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 1906: 369–370.

Schwarz, O. (1907) Coleoptera. Fam. Dicronychidae. In: Wytsman, P. (Ed.), *Genera Insectorum. Fascicule 51*. P. Wytsman, Bruxelles, 5 s., 1. pl.

Ślipiński, S. A., Leschen, R. A. B. & Lawrence, J. F. (2011) Order Coleoptera Linnaeus, 1758. Animal Biodiversity: An Outline of Higher-Level Classification and Survey of Taxonomic Richness (ed. by Z. - Q. Zhang). *Zootaxa*, 3148: 203–208.

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.

Stork, N., McBroom, J., Gely, C., & Hamilton, A. (2015) New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112: 7519–7523.

Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A. & Kumar, S. (2013) MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0.25. *Molecular Biology and Evolution*, 30: 2725–2729.

Tarnawski, D., Platia, G. & Mertlik, J. (2018) Catalogue of the family Elateridae (Coleoptera) from Turkey. *Polish Entomological Monographs*, 17: 1–287.

Traugott, M., Benefer, C. M., Blackshaw, R. P., van Herk, W. G. & Vernon, R. S. (2015) Biology, Ecology, and Control of Elaterid Beetles in Agricultural Land. *Annual Review of Entomology*, 60: 313–334.

Vernon, R. S. & van Herk, W. G. (2013) Wireworms as pests of potato. Pp. 103–164. In P. Giordanengo, C. Vincent, A. Alyokhin (eds.), *Insect pests of potato: global perspectives on biology and management*. Academic, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

Xia, X. (2013) DAMBE 5: A comprehensive software package for data analysis in molecular biology and evolution. *Molecular Biology and Evolution*, 30: 1720–1728.

Xia, X. & Lemey, P. (2009) Assessing substitution saturation with DAMBE. Pp. 615–630. In Philippe Lemey, Marco Salemi and Anne-Mieke Vandamme (eds.), *The Phylogenetic Handbook: A Practical Approach to DNA and Protein Phylogeny*. 2nd edition. Cambridge University Press.

Xia, X., Xie, Z., Salemi, M., Chen, L. & Wang Y. (2003) An index of substitution saturation and its application. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 26:1–7.

Young, D. K. & Otto, R. L. (2018) New Species Records for Wisconsin False Click Beetles (Coleoptera: Eucnemidae) with a Checklist of the Wisconsin Eucnemid Fauna. *The Great Lakes Entomologist*, 50: 47–51.

Zaragoza-Caballero, S. & Zurita-García, M. L. (2015) A preliminary study on the phylogeny of the family Phengodidae (Insecta: Coleoptera). *Zootaxa*, 3947: 527–542.

8 Přílohy

Seznam příloh

Pracovní list pro žáky základní školy – HMYZ

Pracovní list pro žáky základní školy – HMYZ – ŘEŠENÍ

Pracovní list pro žáky gymnázia – BROUCI

Pracovní list pro žáky gymnázia – BROUCI – ŘEŠENÍ

Obr. 27–32: Distribuce jednotlivých druhů rodu *Anisomerus* Schwarz, 1897.

Obr. 33–38: Distribuce jednotlivých druhů rodu *Anisomerus* Schwarz, 1897.

Obr. 39–44: Distribuce jednotlivých druhů rodu *Anisomerus* Schwarz, 1897,

Coryssodactylus Schwarz, 1897 a *Eudicronychus* Méquignon, 1931.

Obr. 45–50: Distribuce jednotlivých druhů rodu *Eudicronychus* Méquignon, 1931.

Obr. 51–56: Distribuce jednotlivých druhů rodu *Eudicronychus* Méquignon, 1931.

Obr. 57–62: Distribuce jednotlivých druhů rodu *Eudicronychus* Méquignon, 1931.

Obr. 63–68: Distribuce jednotlivých druhů rodu *Eudicronychus* Méquignon, 1931.

Obr. 69–74: Distribuce jednotlivých druhů rodu *Eudicronychus* Méquignon, 1931.

Obr. 75–80: Distribuce jednotlivých druhů rodu *Eudicronychus* Méquignon, 1931.

Obr. 81–86: Distribuce jednotlivých druhů rodu *Eudicronychus* Méquignon, 1931 a

Tarsalgus Candèze, 1881.

Obr. 87–88: Distribuce jednotlivých druhů rodu *Tarsalgus* Candèze, 1881.

Tab. S1: Výsledky nukleotidových saturačních testů.

Tab. S2: Přehled studovaného materiálu použitého pro tvorbu datového souboru.

1. Pracovní list pro žáky 6. třídy základní školy – HMYZ

1. Spoj správně rodové jméno vybraného zástupce s druhovým:

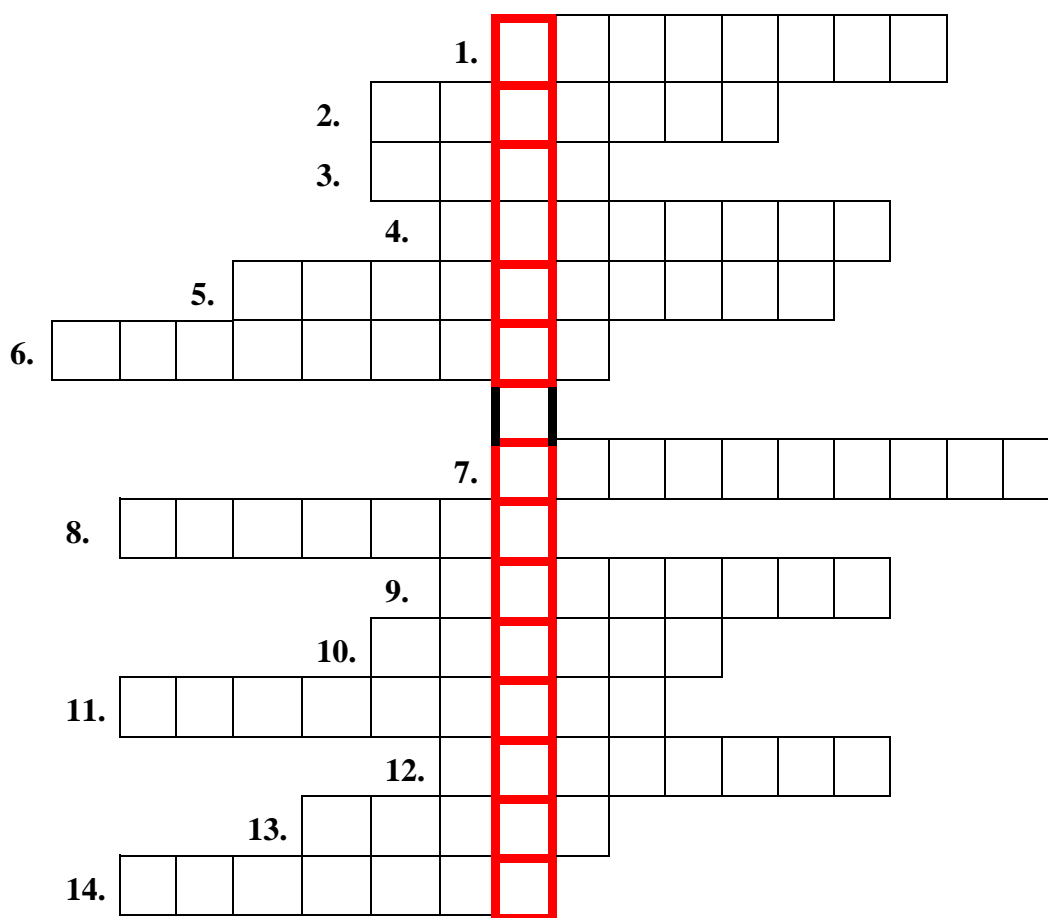
Zástupci hmyzu s proměnou dokonalou

nosorožík	menší
sršeň	obecný
slunéčko	zemní
čmelák	kapucínek
mandelinka	smrkový
roháč	lesní
mravenec	sedmitečné
tesářík	bramborová
světluška	obecný
lýkožrout	obecná

Zástupci hmyzu s proměnou nedokonalou

štěnice	indická
kobylka	obecný
pakobylka	domácí
veš	chlupatá
šídlo	zelená
rybenka	rybízová
kněžice	domácí
mšice	ploská
škvor	velké
vážka	dětská

2. Vylušti křížovku:



Tajenka: _____

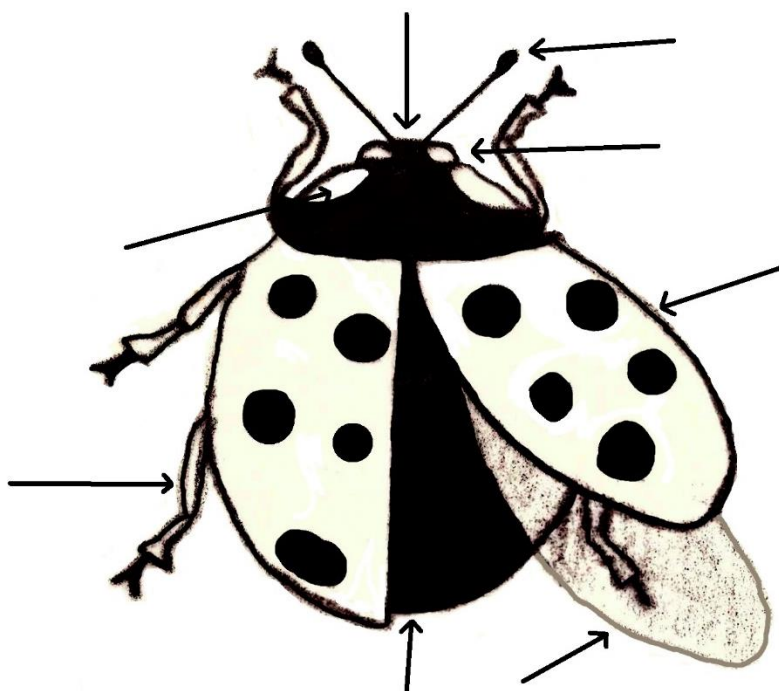
1. Krev včel je _____.
2. Oko hmyzu se skládá z většího počtu malých oček, označujeme ho jako oko _____.
3. Mezi základní části těla hmyzu patří: hlava, _____ a zadeček.
4. Nejčastějším drobným hmyzem, který si staví své obydlí v lese (část nad a část pod zemí) a často se objevuje i v lidských obydlích je _____.
5. Bramborové porosty často napadá _____ bramborová.
6. Dýchací soustavu hmyzu tvoří _____.
7. Vylučovací soustavu hmyzu tvoří nitkovité neboli _____ trubice.
8. V posledním článku zadečku mají včely _____, které používají na jako obranu.
9. Mezi včelí produkty patří: vosk, med, včelí jed, mateří kašička a _____.
10. Samec včely se nazývá _____.
11. Brouk, který díky svítící plošce na spodní straně zadečku dokáže světélkovat se nazývá _____ menší.
12. Motýl, jehož samička má barvu hnědou a samec modrou, se nazývá _____ jetelový.
13. Při přeměně dokonalé prochází hmyz těmito stádii vývoje: vajíčko, _____, kukla, dospělý jedinec.
14. Brouk, který napadá smrkové lesy a vykusuje lýko ze stromů se nazývá lýkožrout _____.

3. Najdi a vyškrtni v osmisměrci následující slova. Ze zbylých písmen vyluští tajenku.

kobylka	saranče	tesařík	chroust	můra
včela	cvrček	roháč	světluška	slunéčko
moucha	veš	červotoč	mravenec	mol
vážka	mšice	mandelinka	vosa	

V	O	K	Č	É	N	U	L	S	V	Z
K	O	B	Y	L	K	A	K	Č	D	M
A	K	Ž	Á	V	U	V	E	Š	A	A
M	O	U	CH	A	Š	L	Č	N	K	N
I	A	S	O	V	A	C	R	R	Š	D
O	T	S	U	O	R	CH	V	O	U	E
M	R	A	V	E	N	E	C	H	L	L
Ů	K	Í	Ř	A	S	E	T	Á	T	I
R	Č	E	R	V	O	T	O	Č	Ě	N
A	V	M	Š	I	C	E	C	I	V	K
M	O	L	E	Č	N	A	R	A	S	A

4. Popiš tělo brouka:



Přiřaď:

hlava, zadeček, blanité křídlo, krovky, končetina, štítek, tykadla, složené oko

5. Správně zařad' příslušné zástupce na obrázku



Kmen:
Podkmen:
Třída:
Řád:
Čeleď:



Kmen:
Podkmen:
Třída:
Řád:
Podřád:



Kmen:
Podkmen:
Třída:
Řád:
Čeleď:



Kmen:
Podkmen:
Třída:
Řád:
Čeleď:



Kmen:
Podkmen:
Třída:
Řád:
Čeleď:



Kmen:
Podkmen:
Třída:
Řád:
Čeleď:

Pracovní list pro žáky základní školy – HMYZ

ŘEŠENÍ

1. Spoj správně rodové jméno vybraného zástupce s druhovým:

Zástupci hmyzu s proměnou dokonalou

nosorožik kapucínek
sršeň obecná
slunéčko sedmitečné
čmelák zemní
mandelinka bramborová
roháč obecný
mravenec lesní
tesařík obecný
světluška menší
lýkožrout smrkový

Zástupci hmyzu s proměnou nedokonalou

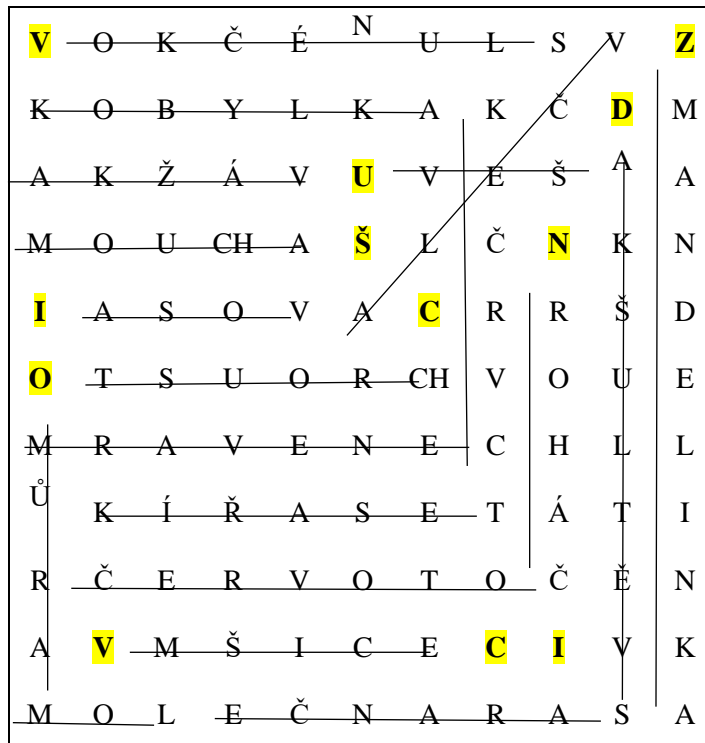
štěnice domácí
kobylka zelená
pakobylka indická
veš dětská
šídlo velké
rybenka domácí
kněžice chlupatá
mšice rybízová
škvor obecný
vážka ploská

2. Vylušti křížovku:

						1.	B	E	Z	B	A	R	V	Á		
						2.	S	L	O	Ž	E	N	É			
						3.	H	R	U	Ď						
						4.	M	R	A	V	E	N	E	C		
			5.	M	A	N	D	E	L	I	N	K	A			
6.	V	Z	D	U	Š	N	I	C	E							
						7.	M	A	L	P	I	G	H	I	H	O
8.	Ž	I	H	A	D	L	O									
						9.	P	R	O	P	O	L	I	S		
						10.	T	R	U	B	E	C				
11.	S	V	Ě	T	L	U	Š	K	A							
						12.	M	O	D	R	Á	S	E	K		
						13.	L	A	R	V	A					
14.	S	M	R	K	O	V	Ý									

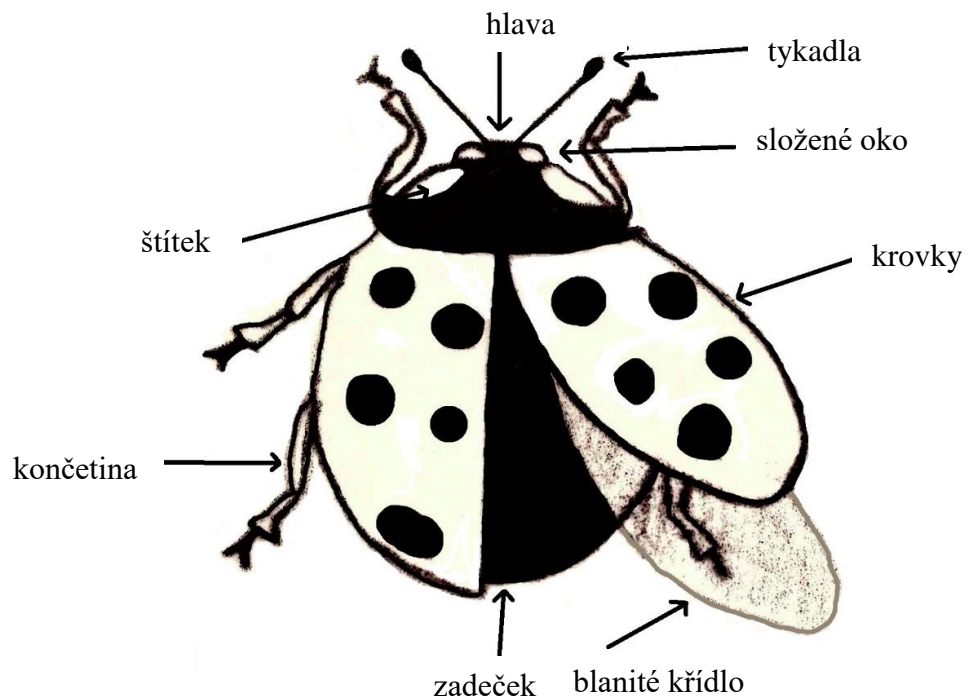
Tajenka: **BOUREC MORUŠOVÝ**

3. Najdi a vyškrtni v osmisměrce následující slova. Ze zbylých písmen vylušti tajenku.



Tajenka: VZDUŠNICOVCI

4. Popiš tělo brouka:



Přiřad':

hlava, zadeček, blanité křídlo, krovky, končetina, štítek, tykadla, složené oko

4. Správně zařaď příslušné zástupce na obrázku



Kmen: živočichové
Podkmen: členovci
Třída: hmyz
Řád: brouci
Čeď: roháčovití



Kmen: živočichové
Podkmen: členovci
Třída: hmyz
Řád: rovnokřídlí
Podřád: sarančata



Kmen: živočichové
Podkmen: členovci
Třída: hmyz
Řád: blanokřídlí
Čeď: sršňovití



Kmen: živočichové
Podkmen: členovci
Třída: hmyz
Řád: brouci
Čeď: chrobákovití



Kmen: živočichové
Podkmen: členovci
Třída: hmyz
Řád: blanokřídlí
Čeď: včelovití



Kmen: živočichové
Podkmen: členovci
Třída: hmyz
Řád: brouci
Čeď: sluněčkovití

Pracovní list pro žáky gymnázia – BROUCI

1. V následujících větách vyhledej názvy brouků:

1. Když je večer už šero, háčkuje Olina při rozsvícené starožitné lampě.

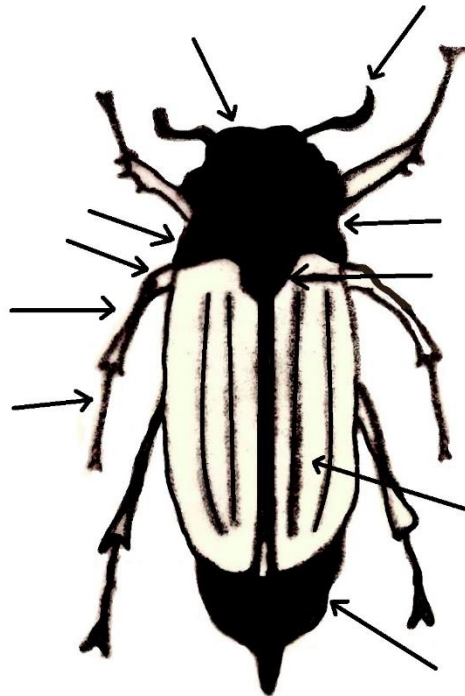
2. Když došel až k pouličnímu světlu, škaredě se na něj podívala paní za oknem.

3. Byl to machr, o ustanovení v občanském zákoně ale nevěděl.

4. Naložené maso připravíme večer v otočném grilu.

5. Nad vchodovými dveřmi každého domu by měla viset podkova, říkávala moje babička. _____

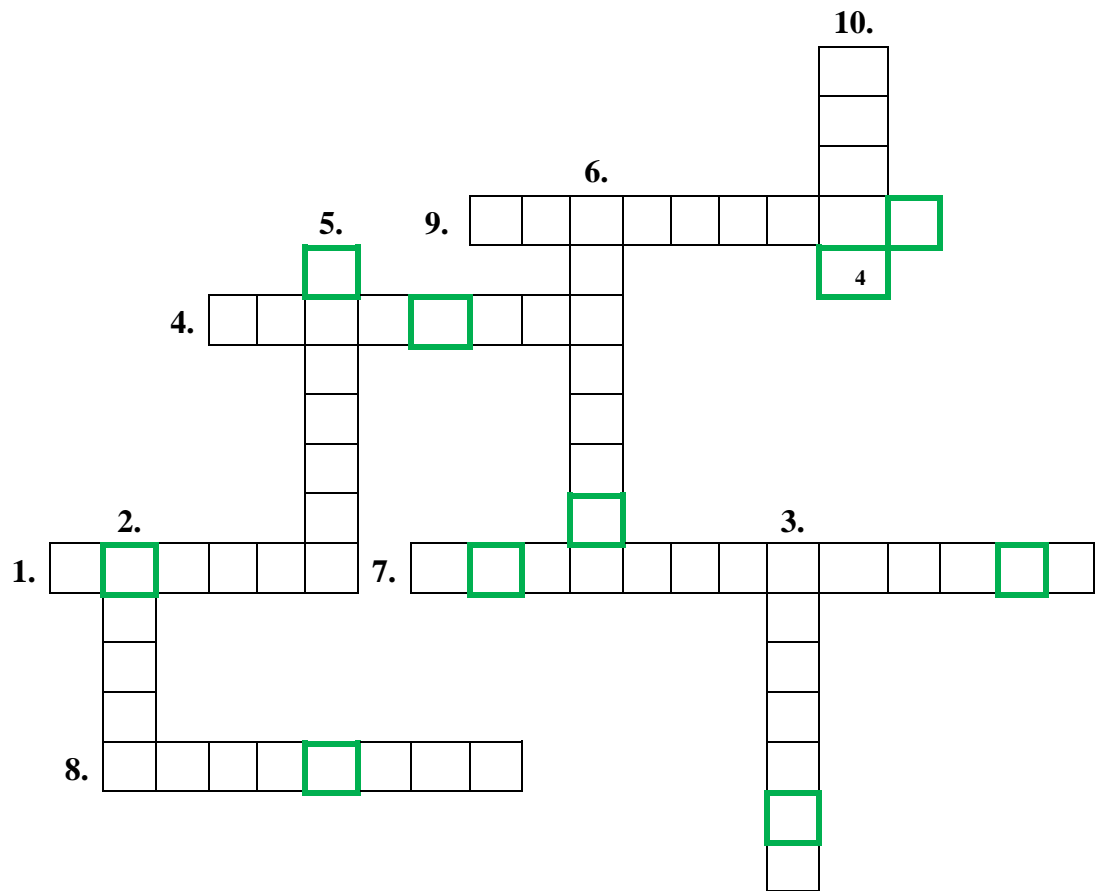
2. Popiš tělo brouka:



Přirad:

štítek, hlava, hrud', tarsus, kyčel, zadeček, tykadla, štít, krovky, stehno

3. Vylušti křížovku:



Tajenka: _____

1. První pár křídel vyztužený chitinem.
2. Naším největším a zároveň chráněným broukem je _____ obecný.
3. Skupina brouků, jejíž zástupci a larvy vykusují lýko v dutinách stromů.
4. Brouk, jehož larvy se živí mrtvými živočichy se nazývá _____ obecný.
5. Larvy chrousta obecného.
6. Proměna brouků.
7. Čeleď, jejíž zástupci mají poslední pár nohou veslovací.
8. Brouk, jehož larvy se vyvíjejí v suchém dřevě (nábytek apod.) se nazývá _____ umrlčí.
9. Dýchací orgán brouků.
10. Nejčastější potrava slunéčka sedmitečného.

4. Odpověz správně na následující otázky k obrázkům:



- 1) Urči, kolik z následujících obrázků patří do řádu brouků a uveď u všech rodové jméno.
- 2) Z těchto zástupců brouků vyber alespoň jeden a zařad' do vědecké klasifikace, jak je uvedeno níže:

Kmen:

Podkmen:

Třída:

Řád:

Čeleď:

Rod:

- 3) Napiš rodový název brouka, který je lidmi považován za nositele štěstí, když jim přistane na těle a považuje se také za užitečný hmyz. Čím je konkrétně užitečný?

- 4) Dva zástupci na obrázcích se řadí mezi opylovače, kteří to jsou a do jakého řádu patří? (uved' rodové jméno).

- 5) Včely, vosy, sršně i čmeláci mají žihadlo, které z nich po bodnutí uhyne?

- 6) Kobylky a cvrčci jsou si podobní tělesnou stavbou s ještě další skupinou, která je zastoupena na jednom z obrázků. Urči, o jakou skupinu jde?

5. Najdi tyto slova v osmisměrce a vylušti tajenku:

ČERVOTOČ
CHROBÁK
CHROUST
KRASEC

LESÁK
MAJKA
MANDELINKA
PILOUS

ROHÁČ
SLUNÉČKO
STŘEVLÍK
SVĚTLUŠKA

SVIŽNÍK
VODOMIL
VRBAŘ

Č	O	T	O	V	R	E	Č	A	A	O
K	S	L	C	E	S	A	R	K	S	K
Í	V	E	L	O	P	Č	N	J	V	Č
L	I	S	I	N	Á	I	S	A	Ě	É
V	Ž	Á	M	H	L	T	L	M	T	N
E	N	K	O	E	S	R	O	O	L	U
Ř	Í	R	D	U	O	K	Í	K	U	L
T	K	N	O	Ž	P	A	U	C	Š	S
S	A	R	V	CH	R	O	B	Á	K	N
M	CH	V	R	B	A	Ř	Í	K	A	E

Tajenka:

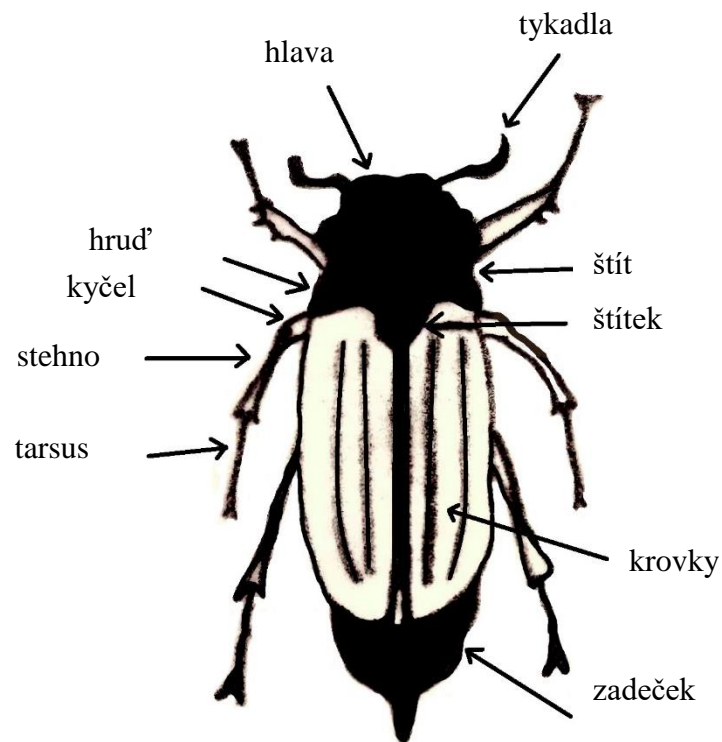
Pracovní list pro žáky gymnázia – BROUCI

ŘEŠENÍ

1. V následujících větách vyhledej názvy brouků:

1. Když je večer už šero, **háč**kuje Olina při rozsvícené starožitné lampě. **ROHÁČ**
2. Když došel až k pouličnímu **světl**u, **škaredě** se na něj podívala paní za oknem.
SVĚTLUŠKA
3. Byl to **machr**, **o ustanovení** v občanském zákoně ale nevěděl. **CHROUST**
4. Naložené maso připravíme **večer v otočném** grilu. **ČERVOTOČ**
5. Nad vchodovými dveřmi každého domu by měla viset pod**kova**, **řík**ávala moje babička. **KOVAŘÍK**

2. Popiš tělo brouka:



Přiřad':

štítek, hlava, hrud', tarsus, kyčel, zadeček, tykadla, štít, krovky, stehno

3. Vylušti křížovku:

										10.													
										M													
										Š													
										I													
										6.													
										V	Z	D	U	Š	N	I	C	E ₈					
										5.													
										P ₆													
										9.													
										H	R	O	B	A ₁₀	Ř	Í	K	E ₄					
										4.													
										N													
										O													
										R													
										N													
										A													
										A													
										V													
										3.													
										L ₃													
										2.													
										K	R ₉	O	V	K	Y								
										1.						7.							
										P	O ₂	T	Á	P	N	I	K	O	V	I	T ₇	Í	
																						O	
																						H	
																						Á	
										8.													
										Č	E	R	V	O ₅	T	O	Č						
																						V	
																						C ₁	
																						I	

TAJENKA: C O L E O P T E R A = BROUCI

4. Odpověz správně na následující otázky k obrázkům:



- 1) Urči, kolik z následujících obrázků patří do řádu brouků a uveď u všech rodové jméno**
3, roháč, chrobák, slunéčko.
- 2) Z těchto zástupců brouků vyber alespoň jeden a zařad' do vědecké klasifikace, jak je uvedeno níže:**

Říše: živočichové
Kmen: členovci
Třída: hmyz
Řád: brouci
Čeleď: roháčovití
Rod: roháč

Říše: živočichové
Kmen: členovci
Třída: hmyz
Řád: brouci
Čeleď: chrobákovití
Rod: chrobák

Říše: živočichové
Kmen: členovci
Třída: hmyz
Řád: brouci
Čeleď: slunéčkovití
Rod: slunéčko

3) **Napiš rodový název brouka, který je lidmi považován za nositele štěstí, když jim přistane na těle a považuje se také za užitečný hmyz. Čím je konkrétně užitečný?**

Slunéčko, živí se mšicemi.

4) **Dva zástupci na obrázcích se řadí mezi opylovače, kteří to jsou a do jakého řádu patří? (uved' rodové jméno)**

Vosa, čmelák, patří do řádu blanokřídlých.

5) **Včely, vosy, sršně i čmeláci mají žihadlo, které z nich po bodnutí uhyne?**

Včely.

6) **Kobylky a cvrčci jsou si podobní tělesnou stavbou s ještě další skupinou, která je zastoupena na jednom z obrázků. Urči, o jakou skupinu jde?**

Sarančata.

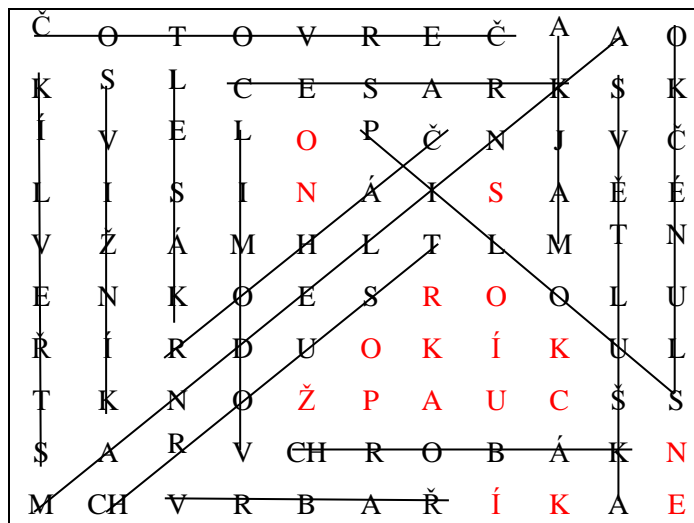
5. **Najdi tyto slova v osmisměrce a vylušti tajenku:**

ČERVOTOČ
CHROBÁK
CHROUST
KRASEC

LESÁK
MAJKA
MANDELINKA
PILOUS

ROHÁČ
SLUNÉČKO
STŘEVLÍK
SVĚTLUŠKA

SVIŽNÍK
VODOMIL
VRBAŘ



Tajenka: NOSOROŽÍK KAPUCÍNEK

Tab. S1: Výsledky nukleotidových saturačních testů v programu DAMBE pro datový soubor xxxxxxxxxx (157 taxonů) a xxxxxxxxxxxxxx (53 taxonů) (Xia & Lemey 2009, Xia 2013). Iss – index substituční saturace; Iss.c^S – kritická hodnota pro symetrickou topologii stromu; Iss.c^A – kritická hodnota pro extrémně asymetrickou topologii stromu; T – hodnota T; DF – stupně volnosti; P^S, P^A – pravděpodobnost, že Iss je signifikantně odlišná od kritické hodnoty (Iss.c^S nebo Iss.c^A v uvedeném pořadí); Pinv – podíl nevariabilních pozic.

Tab. S2: Přehled studovaného materiálu použitého pro tvorbu datového souboru z databáze GenBank, xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx. * -
druhy, které xxx.

