

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

KATEDRA BIOLOGIE

Bc. Tereza Friedlová

Učitelství přírodopisu a matematiky pro 2. st. ZŠ

Rodová revize světluškovitých brouků podčeledi Amydetinae (Coleoptera:
Lampyridae)

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Prof. Ing. Milada Bocáková, Ph.D.

OLMOUC 2015

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci napsala samostatně pod vedením Prof. Ing. Milady Bocákové, Ph.D. s využitím uvedené literatury.

V Olomouci dne 17. 6. 2015

.....

Bc. Tereza Friedlová

Děkuji vedoucí diplomové práce Prof. Ing. Miladě Bocákové, Ph.D za vedení diplomové práce, cenné rady a pomoc při získávání potřebných materiálů.

OBSAH

ÚVOD	5
1 BIOLUMINISCENCE	9
1.1 Bioluminiscence světlušek	10
1.1.1 Luminiscence larev	12
1.1.2 Luminiscence dospělých	13
1.2 Komunikační signály	14
1.3 Přehled názorů na evoluci bioluminiscence	16
2 HISTORIE ČELEDI LAMPYRIDAE SE ZAMĚŘENÍM NA PODČELEĎ AMYDETINAE	19
3 CÍL PRÁCE	22
4 METODIKA A MATERIÁL	23
5.1 Materiál	23
4.2 Metodika	23
5 PRAKTICKÁ ČÁST	24
5.1 Revize podčeledi Amydetinae	24
5.2 Klíč k určení rodů podčeledi Amydetinae	47
5.3 Ilustrace hlavních diagnostických znaků	48
6 DISKUZE	57
7 VYUŽITÍ SVĚTLUŠEK VE VÝUCE	60
7.1 Světlušky v učivu přírodopisu na 2. stupni ZŠ	60
7.2 Přehled vlastních návrhů	60
7.2.1 Pokus - výroba studeného světla	60
7.2.2 Pozorování larvy světlušky	62
7.2.3 Pracovní list	65
ZÁVĚR	73
LITERATURA	75

ÚVOD

Světluškovití (Lampyridae) jsou dobře známou čeledí brouků patřící do skupiny Elateroidea. Tato nadčeď vznikla sloučením dřívějších nadčeledí Elateroidea *sensu stricto*, Cantharoidea a Armatopoidea. Spojení provedl Lawrence (1988), ačkoliv to ve své práci naznačil již Crowson (1972) jako jeden z možných způsobů, který by odrážel skutečnost společného předka Elateroidea a Cantharoidea pocházejícího pravděpodobně z nadčeledi Armatopoidea. V cantharoidní linii jsou čeledi morfologicky odlišné od čeledí skupiny *Elateroidea sensu stricto*. Zatímco v poslední zmiňované skupině mají jedinci tělo silně sklerotizované, tzv. „cantharoidní čeledi“ jsou významně měkkým tělem, v některých případech mají schopnost bioluminiscence a často se v této skupině setkáváme i s tzv. neotenii, kdy dospělí jedinci vzhledově připomínají larvy, avšak mají plně vyvinuté pohlavní orgány. I přes morfologickou odlišnost jsou tyto skupiny blízce příbuzné, proto došlo ke spojení do jedné nadčeledi.

Světlušky (Lampyridae) patří k nejnámějším broukům, kteří mají schopnost světélkovat. Známé jsou především druhy s noční aktivitou, ovšem existují i druhy denní. Díky své schopnosti světélkovat byli pozorováni po staletí nejen entomology, ale i prostým lidem. Proto se s nimi můžeme setkat jak v básních, tak i v písních, legendách či pohádkách. Do povědomí českého národa se světlušky dostaly díky pohádce Jana Karafiáta, ve které jsou označovány jako „svatojánští broučci“. V některých zemích byli lidé těmito svítícími brouky fascinováni. Věřili, že jsou to tvorové s neobyčejnou schopností, přičemž mohou určitou vlastnost přenést na lidi. Např. indiáni věřili, že požitím lektvaru z rozmačkaných světlušek a očí divokých prasat získají schopnost vidět ve tmě (Lockwood, 2009). Na druhé straně v pověstech evropské lidové kultury znamenal výskyt světlušky v lidském obydlí blížící se smrt dítěte (Capinera, 2008), v lesích zase bludičky sváděly pocestné z cesty a lákali je do močálů, hodným lidem naopak ukazovaly správnou cestu z temného lesa.

Charakteristickým rysem světlušek je měkké, zploštělé tělo, díky kterému byly Olivierem (1907) řazeny společně s dalšími skupinami se slabě sklerotizovaným tělem do nadčeledi Malacodermata. Významné jsou také díky schopnosti světélkovat, která se vyskytuje u několika dospělých lampyrid. Světlušky vyzařují světlo ze speciálních světelných orgánů umístěných ve spodní části zadečku. Jsou uspořádány do rozmanitých tvarů, mohou zabírat celý zadečkový článek, můžeme se setkat také se světelnými orgány tvaru proužku nebo teček. Pokud je teček více, zpravidla tvoří pár (Branham, 2010). Typická jedenáctičlávková tykadla mohou nabývat různých struktur, ojedinele se můžeme setkat i s tykadly s více než 20 články, jak je to např. u rodu *Amydetes*. Štít překrývá částečně nebo úplně hlavu, díky tomu

nejsou světlušky při námluvách přímo oslňovány okolním světlem. Ovšem pro lepší vnímání okolního prostředí je štít v přední části v oblasti očí průsvitný (Branham & Wenzel, 2001). U některých druhů se můžeme setkat také se štítem, jenž je nad očima vykrojený nebo opatřen průsvitnými okénky. Oči jsou u světélkujících druhů obvykle výrazně velké, kulovité; ústní ústrojí tvoří labrum, maxilární a labiální palpy a pár půlkruhovitých mandibul, zpravidla srpkovitého tvaru se špičatým apexem. Tělo světlušek je nejčastěji hnědavě zbarvené, občas se žlutými částmi, některé druhy jsou i pestře zbarvené. Řada druhů světlušek se vyznačuje také pohlavní dvojtvárností, která se projevuje odlišnou morfologií světelných orgánů a přítomností či absencí křídel. Samci mají až na výjimky plně vyvinuté krovky i křídla, řadí se k pomalým letečům. Samice ovšem mohou nabývat různých podob. Mohou být okřídlené a svým vzhledem se podobat samcům (jak je to u podčeledí Photurinae, Luciolinae a některých Lampyrinae), v jiných případech jsou krovky zkrácené, přičemž samice nelétají nebo krovky zcela chybějí a samice jsou larviformní (některé rody Lampyrinae, Amydetinae, ojediněle Luciolinae) (McDermott, 1964). Typický pohlavní dimorfismus nalezneme u nám známé světlušky menší. Zatímco jsou samci okřídlení se světelnými orgány na 5. a 6. zadečkovém článku, o něco větší samičky jsou bezkřídlé, světelné orgány jsou umístěné na 6. a 7. zadečkovém článku a také po stranách dalších článků (Dmitrijev, 1987).

Dospělé světlušky jsou suchozemští živočichové s téměř celosvětovým rozšířením, přičemž preferují teplé a vlhké prostředí. Nejčastěji je můžeme spatřit na polích, loukách, v blízkosti močálů nebo v lesích. Larvy naproti tomu obývají takřka všechny biotopy, většina je pozemních, zpravidla se vyskytují ve vlhčí půdě, hrabance, pod kameny nebo ve shnilých kmenech stromů. Některé druhy žijí na březích vodních toků, přičemž ve vodě hledají potravu, v některých případech jsou larvy i zcela vodní. V dnešní době je popsáno přibližně 2200 druhů světlušek (Slipinski, 2011), rozšířených po celém světě vyjma Antarktidy, přičemž celkový počet se odhaduje až na 8000 druhů (Capinera, 2008). Nejbohatší rozmanitost bioluminiscenčních brouků, podobně jako u ostatních organismů, nalezneme v tropickém pásu. Téměř 500 popsaných druhů luminiscentních brouků se vyskytuje v Brazílii, převážně v Amazonském a Atlantickém deštném pralese, přičemž právě Jižní Amerika je místem, kde je ještě mnoho nepopsaných druhů světlušek (Amaral, 2014). V České republice jsou známy tři druhy patřící do čeledi Lampyrinae: hojně se vyskytující světluška menší (*Lamprohiza splendidula*), světluška větší (*Lampyrus nocticula*), a nejvzácnější světluška krátkokřídlá (*Phosphaenus hemipterus*) (Hůrka, 2005). S popisem nových druhů dochází v některých případech k rozporům mezi dřívějšími a novějšími teoriemi o původu bioluminiscence, příbuzenských vztazích mezi jednotlivými druhy v rámci

skupiny i mezi skupinami navzájem. Ačkoliv se touto problematikou zabývala řada analýz, dosavadní studie dostatečně nepokrývaly diverzitu světluškovitých a lze je považovat za fragmentární. Výsledky publikovaných analýz byly často kontroverzní ke stabilizaci systematiky světluškovitých a je potřeba dalších studií.

Přítomnost světlušek v přírodě ukazuje, jak se mění kvalita životního prostředí, jsou důležitými bioindikátory. V posledních letech vědci zjistili výrazný úbytek těchto brouků po celém světě. Neví se jistě, co je přesnou příčinou snížení početnosti. Většina vědců jako hlavní faktor označuje umělé noční osvětlení, jehož užívání v posledních dobách s urbanizací výrazně vzrostlo. To může narušit, nebo i zabránit párování světlušek. Navíc luminiscence, jež chrání larvy před predátory, není v osvětleném prostředí až tak účinná. Dalšími škodlivými faktory, podobně jako u jiných živočichů, je užívání pesticidů, herbicidů a ztráta stanovišť v důsledku hospodaření (Viviani, 2010). Až donedávna se spekovalo o tom, jaký je skutečný vliv těchto faktorů na úbytek světlušek. Nejnovější studie z jižní Brazílie přinesly důkazy, že právě umělé světlo má největší podíl na snížení početnosti (Hagen, 2015). Vzhledem k využití světlušek ve světě vědy je důležité udělat taková opatření, aby se zabránilo dalším ztrátám. Zejména v Jižní Americe se rozbíhají programy pro jejich záchranu. Univerzita v Clemsonu (Jižní Karolína) dokonce vytvořila mobilní aplikaci v rámci projektu „Vanishing firefly project“. Studenti dobrovolně mapují výskyt světlušek včetně prostředí, ve kterém je zahlédli. Součástí aplikace je i klíč k určení druhů běžně se vyskytujících v přírodě. Cílem je pomoci vědcům získat velké množství informací, které by jinak sami sbírali několik let. Tyto informace mají ukazovat výskyt jednotlivých druhů a případný úbytek světlušek.

Podčeď Amydetinae byla popsána na základě brazilského rodu *Amydetes*. Od ostatních rodů se odlišuje stavbou tykadel, která se skládala z více než 14 článků. Jelikož byla prvotní taxonomie vytvářena na základě morfologie tykadel a hlavy, Olivier (1907) vytvořil tuto novou podčeď s jediným rodem. V katalogu čeledi Lampyridae McDermott (1966) do podčeledi Amydetinae zařadil i další rody dělené do 3 podtribů: *Amydetina* (*Amydetes*, *Magnoculus*), *Vestina* (*Vesta*, *Cladodes*, *Ledocas*, *Dodacles*, *Dryptelytra*) a *Psilocladina* (*Psilocladus*, *Ethra*, *Pollaclasis*, *Photoctus*, *Scissicauda*). Z těchto rodů pro rod *Cyphonocerus* Crowson (1972) popsal novou podčeď Cyphonocerinae, *Cyphonocerus* byl přítom v dřívější době synonymizován s rodem *Psilocladus* (Nakane, 1947). Do nově vzniklé podčeledi Cyphonocerinae Crowson přeřadil i rod *Pollaclasis*, později zde byl zařazen i rod *Psilocladus*. Jeng (1998) předpokládal příbuznost rodů *Cyphonocerus* a *Psilocladus*, a dle ICZN synonymizoval podčeď Cyphonocerinae k dříve stanovené podčeledi Psilocladinae. V komplexní fylogenezi čeledi Lampyridae Jeng (zatím nepublikováno, 2008) tuto

synonymizaci nepotvrdil a považoval tyto čeledě za samostatné. V této práci Jeng (2008) také provedl výrazné taxonomické změny v podčeledi Amydetinae, kde vyjma rodu *Amydetes* z podčeledi vyřadil ostatní rody a podčeleď se stala monotypickou. Další autoři se taxonomickým složením podčeledi Amydetinae nezabývají a nadále přejímají Crowsonovo rozlišení podčeledi světluškovitých, v některých případech (např. Bouchard, 2011) přejímají McDermottovo členění Lampyridae. Koncept jednotlivých podčeledí, tj. zařazení jednotlivých rodů, se ovšem u různých autorů odlišuje. Zatímco *Amydetes*, *Vesta* a *Magnoculus* jsou téměř vždy (Sagegami-Oba, 2007, Bouchard, 2011, Viviani & Santos, 2012) řazeny do Amydetinae, rod *Cladodes* Viviani et al. (2012) považuje za příslušníka podčeledi Lampyrinae, tribu Lamprocerini. Podobně rod *Psilocladus* Branhamem & Wenzlem (2001, 2003) řazený do Amydetinae, Bouchard (2011) uvádí jako rod podčeledi Psilocladinae.

Podčeleď Amydetinae je rozmanitá skupina zahrnující rody malé až velké velikosti, s denní i noční aktivitou. Světelné orgány samců u většiny rodů zaujímají buď jeden nebo dva celé poslední abdominální sternity. Obě pohlaví mohou být okřídlené nebo jsou samice larviformní. Samice podobající se samcům, avšak s méně vyvinutými tykadly, jsou hlášeny u rodů *Psilocladus*, *Pollaclasis*, *Cyphonocerus* a asijských druhů rodu *Vesta* (McDermott, 1964, Jeng, 2007), larviformní samice byly popsány u amerického druhu *Vesta cincticollis*, *Cladodes ater* (McDermott, 1964), samice ostatních rodů nejsou dosud známy. Zástupci podčeledi se vyskytují převážně v Jižní a Střední Americe, v Asii, ojediněle i v USA či Mexiku.

Koncepce podčeledi, stejně tak i samotné postavení podčeledi Amydetinae v čeledi Lampyridae je nejasné. Jediný rod, který je v poslední době detailněji zkoumán entomology, je rod *Amydetes*, a to díky jeho enzymu. *Amydetes* má totiž specifickou luciferázu, jež emituje zelenomodré světlo, má nižší pH citlivost a vyšší afinitu k ATP. Proto je tento enzym hojně využíván v mnoha odvětvích průmyslu, medicíně apod. Jelikož jsou pro nás nejen užitečné, ale také nám zkrášlují přírodu, je důležité podniknout kroky k jejich záchraně.

1 BIOLUMINISCENCE

Se schopností produkovat světlo, bioluminiscencí, se můžeme setkat nejen u hmyzu, ale také u dalších organismů obývajících různá prostředí, přičemž největší zastoupení luminiscentních živočichů nalezneme převážně v mořích a oceánech (obrněnky, bakterie, ryby, medúzy, měkkýši, koryši, kroužkovci), v menší míře také na souši (houby, hmyz, stonožky). Zatím jediným známým bioluminiscentním živočichem sladkých vod je měkkýš *Latia neritoides*, známý jako bystřičník svítivý, vyskytující se na Novém Zélandu (Encyclopedia Britannica). V některých případech organismy vyzařují světlo z celého těla, jindy světélkuje jenom určitá část v závislosti na tom, k jakému účelu jsou svítící orgány užívány. Podle umístění těchto orgánů má vyzařované světlo různou funkci: k přilákání kořisti jako např. u d'asa mořského, který využívá speciální světélkující útvar na konci prvního paprsku hřbetní ploutve; k přilákání sexuálního partnera světlušky užívají světelné orgány umístěné na spodních částech zadečkových segmentů; některé medúzy či koryši zase při napadení prudce rozsvítí celé tělo, čímž překvapí a oslepi predátora a mohou získat čas k útěku. Dále je produkované světlo užíváno k orientaci a osvětlení cesty či ke vzájemné komunikaci. Nedávno objevený šváb, dnes již pravděpodobně vyhynulý, *Lucihormetica luckae*, využívá bioluminiscenci jako mimikru. Svým světélkováním napodobuje jedovaté kovaříky (*Pyrophorus*), s nimiž sdílí totožné postavení světelných orgánů, identickou strukturu bílkovin a identickou barvu emitovaného světla, a tím se chrání před predátory (Vršanský et al. 2012)).

Některé organismy využívají ke světélkování různé symbionty (houby, bakterie) žijící v jejich tkáních, většina luminiscentních organismů si však vytváří světlo sama pomocí luciferinu a katalyzujícího enzymu luciferázy, jejichž struktura a vlastnosti jsou pro jednotlivé skupiny organismů odlišné. Světlo je vytvářeno jako vedlejší produkt chemickou reakcí, při níž je luciferin oxidován na oxiluciferin luciferázou a kyslíkem. Při této reakci jsou nezbytné také určité ionty (hořečnaté) a energie, která je u světlušek uvolňována z molekuly adenosintrifosfátu (ATP), jež je přítomna v buňkách živých organismů. Koeficient účinnosti přeměněné energie na světlo je vysoký, udává se v rozmezích 92% – 98%, zbytek se přeměňuje na teplo. Proto je takové světlo označováno jako studené. Vzhledem k velkému množství luminiscentních organismů existují různé typy luciferázy a luciferinů. Zatímco luciferinů známe zatím jen pět typů, luciferáz je hned několik tisíc. Světlušky při bioluminiscenční reakci užívají identický luciferin (derivát benzothiazolu), navzájem se však odlišují chemicky různými luciferázami (Tichý, 2007). Tato rozdílná strukturální skladba se promítá do emitovaného světla nabývajících rozmanitých barev od fialové po červenou různých

vlnových délek. U světlušek se setkáváme se žlutým, zeleným nebo i růžovým světlem, přičemž vlnová délka nabývá hodnot v rozmezích 520 – 620 nm, ojediněle se můžeme setkat i se zelenomodrým světlem, jako v případě druhu *Amydetes fanestratus* (Viviani, 2011). Živočichové hlubokých vod vyzařují světlo spíše modré až modrozelené o vlnové délce 470 – 490 nm, které proniká v oceánech nejdále (Močubová, 2006).

Na souši nalezneme jen malé zastoupení z celkového množství luminiscentních organismů. Jedná se o různé půdní stonožky či chvostoskoky, suchozemské plže, jeskynní muchy řádu Diptera (Mycetophilidae a Keroplatidae) nebo světélkující šváby. Nejpočetnější zastoupení světelných živočichů je v řádu Coleoptera, kde se bioluminiscence vyskytuje u Staphylinidae (drabčíkovitých), Elateridae (kovaříkovitých), Lampyridae (světluškovitých) a Phengodidae. Čeleď Omalidae byla některými autory (Lloyd, 1978; Branham & Wenzel, 2001; Sagegami-Oba et al., 2007) řazena mezi luminiscentní brouky, ovšem nebyly pozorovány žádné luminiscentní larvy ani dospělí druhu *Omalisus*. Další luminiscentní čeledí je Rhagophthalmidae, některými autory řazena do Phengodidae; Sagegami-Oba et al. (2007) do bioluminiscentních čeledí zahrnuje také Throscidae (druhy rodu *Balgus*, např. *B.schnusei*, dnes součástí Elateridae). Lloyd (1983, 2009) uvádí mezi světélkujícími brouky i čeleď Telegeusidae, jejichž bioluminiscence ale nebyla potvrzena.

1.1 Bioluminiscence světlušek

Světlušky patří mezi holometabolní hmyz, jehož životní cyklus sestává z vajíčka, larvy, kukly a dospělého. Zatímco u některých lampyridů se můžeme setkat s bioluminiscencí pouze v určitých stádiích, existují i druhy světélkující po celý život. Vajíčka, kladena nejčastěji na povrch půdy, vyzařují kontinuální světlo buďto přímo ze svého vnitřku, nebo jsou během kladení potírány světelnou tekutinou svítící krátce, zpravidla do té doby, dokud se nevyvinou světelné orgány (Capinera, 2008). Zatím všechny doposud pozorované larvy světlušek jsou luminiscentní a předpokládá se, že budou luminiscentní i ostatní larvy. Larvální fotické orgány jsou většinou ponechávány i během zakuklení, ovšem ne vždy jsou uchovány do dospělosti. Např. u rodu *Lucidota atra* dospělí světélkují pouze omezenou dobu po vykuknutí (Harvey, 1956), u podčeledi Otoretinae dospělci zase svítí jen velmi slabě, nebo tuto schopnost ztratí úplně. Slabá záře vajíček i kukly pravděpodobně plní stejnou funkci jako u larev, tedy k odstrašování predátorů.

Světlušky jsou díky bioluminiscenci předmětem lidského zájmu. Chemické látky produkující světlo (luciferáza a luciferin) se využívají jak v experimentální medicíně, tak

i v potravinářském průmyslu. Systém luciferin – luciferáza, kde se zjišťuje množství ATP, jež je přímo úměrné intenzitě produkovaného světla, se využívá např. při monitorování hygieny v potravinářských závodech, při sledování kvality mléka a mléčných výrobků, při testování citlivosti na antibiotika, detekci iontů těžkých kovů v životním prostředí nebo jej NASA zvažuje využít ke zjištění živých organismů na jiných planetách (Divíšková, 2008, Capiner, 2008). Výsledky jsou namísto ostatních metod většinou do pár minut. S rostoucí využitelností v různých odvětvích probíhají další studie, jež by našly způsob, jak jej dále aplikovat. Gabriel & Viviani (2014) ve svých studiích ukázali, že lze použít luciferázu světlušek také jako indikátor intracelulárního pH u bakterií. Tento objev by mohl být užitečný zejména ve zdravotnictví, kde by se sledovaly změny pH v buňkách, jež nastávají např. při zánětech, buněčné smrti, tkáňové acidifikaci apod. Luciferáza je často získávána z rodů *Macrolampis*, *Cratomorphus distinctus* nebo *Amydetes fanestratus* (Gabriel & Viviani, 2014, Viviani et al., 2011). Zejména posledně jmenovaný rod je významný díky luciferáze, jež má nižší pH citlivost, vyšší afinitu k ATP a vysokou termostabilitu než luciferáza ostatních brouků (Viviani et al., 2011).

Světelné orgány světlušek jsou nejčastěji umístěny na spodní části zadečku. Jsou tvořeny fotocyty, specializovanými cylindrickými buňkami, jež jsou umístěny mezi pokožkou a vnitřní vrstvou buněk. Každý takový fotocyt obsahuje, kromě látek nezbytných pro tvorbu světla (luciferin a luciferázu), také mitochondrie, z nichž je získávána energie. Prostřední světlotvornou vrstvou navíc probíhají tracheje a nervy tvořící válec, kolem něhož jsou fotocyty růžicovitě uspořádány. Fotocyty jsou pak těmito válci ohraničeny z obou stran. Toto spojení je velice důležité, neboť činnost světelného orgánu je nervově řízena, přičemž přidání kyslíku do chemické reakce způsobí rozsvícení. Vnitřní vrstva světelných orgánů je tvořena velkými buňkami, jejichž plazma obsahuje drobné krystaly, tzv. urátové granule, jež odrážejí světlo. Proto se této vrstvě říká reflexní, neboli odrazová (Capinera, 2008). Světelné orgány jsou na povrchu kryté kutikulou, jež je v těchto místech průhledná a u světlušek přeměněna v čočku. Navíc vědci zjistili, že povrch zadečku (zkoumáno na rodu *Photuris*) je opatřen velice drobnými zářezy a vrypy, díky čemuž je index lomu světla oproti lomu vzduchu obzvláště malý a světlo je emitováno bez velkých ztrát (Pelant & Valenta, 2014). Tímto objevem se inspirovali také konstruktéři, kteří upravili povrch LEDek, jež se podobal povrchu světelných orgánů světlušek. Výsledkem bylo zvýšení jasu až o 55% (Bay et al., 2013).

1.1.1 Luminiscence larev

Larvy lampyrid obvykle svítí z jednoho páru světelných orgánů zpravidla umístěných na 8. zadečkovém článku (Branham & Wenzel, 2003), ovšem v závislosti na místní ekologii a životním cyklu druhů se mohou tyto orgány nacházet i na jiných částech těla.

Funkcí luminiscence u larev se zabývalo mnoho autorů. Jedna z možných a nejvíce pravděpodobných hypotéz je ta, že larvy využívají světelných signálů k aposematickému varování před predátory. V nedávných studiích bylo dokázáno, že někteří predátoři se svítícím larvám vyhýbají a to zejména poté, co již nějakou pozřeli. Při výzkumech na laboratorních myších se prokázalo, že si myši přiřazují k bioluminiscenčnímu světlu odpornou látku a naučí se dokonce vyhýbat i falešným kořistem, vyzařující stejné světlo jako světlušky (Underwood et al., 1997). Toto odmítání je způsobené přítomností lucibufaginu, látky, která se při pozření toxické larvy ukládá do krve predátorů, načež může způsobit nevolnost či dokonce zvracení. Larvy obvykle začínají světélkovat při narušení predátorem, ovšem v přírodě se setkáváme i s druhy larev, jež svítí za pohybu. U phengodidních larev rodu *Phrixothrix* můžeme pozorovat, kromě pro larvy typického žlutozeleného světla ve spodní části těla, také červené světlo vycházející z fotických orgánů umístěných na hlavě. Zřejmě slouží k osvětlení kořisti či při již zmiňovaném pohybu (Harvey, 1956). Tyto larvy jsou nazývané také jako railroad worm, protože díky světélkám po stranách těla a jedním v přední části připomínají osvětlený vlak v noci. Lloyd (1996) uvádí, že by mohly larvy některých druhů využívat světlo také k přilákání kořisti, nebo k signalizaci dalším larvám, jež se chtějí podílet na usmrcení kořisti. Potravou larev jsou především hlemýždi a slimáci, jež jsou obvykle mnohonásobně větší než larvy a k jejich usmrcení je potřeba většího množství jedu než z jedné larvy. Ovšem tyto hypotézy zatím nebyly podpořeny dalšími studiemi.

Mimo plžů se larvy živí žížalami, mrtvým hmyzem či larvami ostatního hmyzu, některé druhy pojídají i zralé bobule (Capinera, 2008). S ohledem na druh potravy se larvy odlišují v pozici a délce kusadel. Některé druhy mají speciální duté mandibuly, kterými do své kořisti vstříknou trávící enzym, načež zkapalněnou tkáň vysají. Výživa v larválním období je velice důležitá, neboť si larvy vytváří zásoby využívané v dospělosti. Většina dospělých totiž nepřijímá potravu a pro splnění hlavního cílu – rozmnožování – využívají právě dříve ukládané zásoby. Ty představují také důležitý zdroj energie potřebný pro vytváření světla, u samců jsou také důležité pro tvorbu spermatoforů, u samic k vývinu vajíček (Branham & Wenzel, 2003).

1.1.2 Luminiscence dospělých

U dospělých jedinců bylo prvotní myšlenkou užívání světla za účelem ochrany a varování před predátory, obdobně jako u larev. V dnešní době se však většina autorů přiklání k jinému názoru. Světlušky, podobně jako některé ostatní druhy hmyzu, užívají v období námluv zřetelné vizuální signály k přilákání opačného pohlaví. Ze svého těla vyzařují světlo, kterým se snaží zaujmout, přilákat a spářit se s opačným pohlavím.

Ne vždy slouží luminiscence samic pouze k přilákání partnera za účelem páření. Některé samičky rodu *Photuris* napodobují světelné kódy samic jiných druhů. Těmito signály přilákají samce (zejména rodu *Photinus* a *Pyraclomena*), kteří jsou následně samicí lapeni a pozřeni. Samička, pro tuto schopnost přezdívána „femmes fatales“, získává tímto způsobem z kořisti nejen živiny, ale i důležitou chemickou látku lucibufagin, kterou si sama nedokáže vytvořit (Eisner, 1997). Ta ji chrání před predátory, obzvláště po kopulaci. Napodobování signálů jiných druhů je označováno jako agresivní mimikry a můžeme se s nimi setkat i u jiných živočichů jako např. u australských kobylek druhu *Chlorobalius leucoviridis*, které napodobují specificky druhové akustické signály samic cikád a tím k sobě lákají jejich samce, kteří se vzápětí stávají jejich kořistí (Marshall and Hill, 2009).

V případě některých druhů světlušek např. rodu *Photinus* a *Luciola* dochází k výběru partnera nejen v závislosti na světelných signálech, ale pravděpodobně také na základě množství výživného materiálu, který od samců při námluvách nebo během páření dostávají (Cratsley et al., 2003). Jedná se o tzv. „svatební dary“, kdy samec předává samici spermatofory vyprodukované ve specializovaných přídavných žlázách. Spermatofory představují jakýsi „balíček“, který kromě spermií obsahuje také výživné látky. Proteiny ve spermatoforech následně slouží k výživě oocytů nebo k somatické údržbě samic. U světlušek by mohly spermatofory sloužit také k doplnění zásob, vytvořené samicí v larválním stádiu, které slouží k tvorbě žloutku (Van der Reijden et al., 1997, Rooneyho & Lewis, 1999). Schopnost tvorby spermatoforů je známá také u jiných druhů hmyzu např. Orthoptera, Diptera, Coleoptera, Zoraptera, Lepidoptera (Vahed, 1998), kde je svatebním darem kořist lapená samcem nebo i samotný samec nebo různé produkty samčích žláz. Mann (1984) uvádí, že spermatofory mohou u některých druhů tvořit 10 – 33 % samčí tělesné hmotnosti a jejich produkce a následné přenesení do samice může mít za následek velkou ztrátu váhy. Ne všichni samci mají schopnost produkovat spermatofory, a to právě kvůli náročnosti produkce jak je to např. u rodu *Photinus collustrans* (Van der Reijden et al., 1997). Rooney & Lewis

(2002) potvrdili, že samice, které za svůj život měly více partnerů a získaly větší množství výživných balíčků, byly více plodné, než samice s jedním samcem.

1.2 Komunikační signály

Dospělí jedinci mají poměrně krátkou životnost. Hlavní úlohou je najít si sexuálního partnera a rozmnožit se. Aby byli při námluvách co nejúspěšnější, vyvinuly se u nich propracované námluvné signály, které jsou pro různé druhy odlišné. Tyto signály mohou být chápány jako metody sexuální komunikace, obvykle označovány jako světelné komunikační systémy. Mnoho autorů se zabývá podstatou světelné komunikace a můžeme se setkat s existencí několika návrhů rozmnožovacích systémů. K přilákání partnera užívají světlušky různé metody v závislosti na morfologické stavbě převážně tykadel, světelných orgánů a prostředí, ve kterém žijí. Většina denních druhů využívá jen chemické látky (feromony), druhy s aktivitou za soumraku zase feromony v kombinaci se slabou září, noční druhy pak vyzařují buď nepřetržité světlo, dlouhé nebo krátké přerušované záblesky. Signální komunikace se může lišit nejen mezi druhy navzájem, ale i v rámci jednoho druhu mezi pohlavím. Nejznámější signální systémy navrhli americký James LLoyd (1971) a japonský Nobuyoshi Ohba (1983, 2004). Jejich signální systémy uvádím níže.

V podčeledi Amydetinae se setkáváme jak s denními, tak i nočními druhy. K druhům, kteří jsou aktivní přes den, patří např. *Amydetes apicalis*, *Cladodes stellatus* nebo *Pollaclasis bifaria*, k nočním druhům pak řadíme *Amydetes fastigiata* nebo druhy rodu *Magnoculus* (Silveira, 2014, Viviani, 2012). Vzhledem k širokému spektru denních a nočních druhů jsou v podčeledi Amydetinae užívány feromony nebo světelné signály. Jediným druhem, u kterého bylo v rámci zkoumané podčeledi zjištěno užívání současně chemických látek i světelné záře, je rod *Cyphonocerus*. Ohba (1983a, 2004) druh *Cyphonocerus ruficollis* použil jako model pro popis jednoho z navržených signálních systémů. Morfologie tykadel, velikost očí a přítomnost světelných orgánů ostatních rodů podčeledi Amydetinae, např. rodu *Amydetes* či *Magnoculus*, nevylučuje, že by mohly užívat také kombinaci světelných a chemických látek. Oba druhy vyzařují za letu zelené, kontinuální světlo (Jeng, 2008, Viviani, 2012), ovšem zatím nejsou žádné zmínky o užívání feromonů. K definitivnímu určení je potřeba detailnějšího a dlouhodobějšího zkoumání chování těchto druhů. Jelikož se zástupci studované podčeledi vyskytují jak v Americe, tak i Japonsku, je velice pravděpodobné, že druhy budou využívat některý z níže uvedených signálních systémů.

Lloyd (1971) navrhnul jednoduché základní signální systémy pro americké světlušky označované jako SSI a SSII na základě druhů, které světélkují:

- 1) „**Signal System I**“ – jedno pohlaví (obvykle sedavá či stojící samice) vysílá kontinuální záření, které zachytí druhé pohlaví (obvykle letící samec) a reaguje na něj. Tento styl lákání můžeme pozorovat např. u rodu *Lampyrus noctiluca* nebo *Phausis splendidula*.
- 2) „**Signal System II**“ – vysílačem je obvykle letící samec, který vyšle druhově specifický signál v podobě přerušovaných signálů. Podle odpovědi samec pozná, zda se jedná o samici stejného druhu a buď se k ní přiblíží, nebo odletí. Lze jej pozorovat např. u rodů *Photinus* nebo *Aspisma*.

Dle Lloyda (1978) je první signální systém evolučně starší. Kontinuální záření, které využívají druhy tohoto systému, má kratší vzdálenost doletu než záblesky, a to i při nižší frekvenci (Carlson, 1985). A zřejmě záblesky se vyvinuly později k rychlejšímu a úspěšnějšímu vyhledání partnera.

Ohba (1983, 2004) zformuloval 6 typů systémů pro japonské světlušky, založené na užívání světelných signálů a také chemických látek, které Lloyd při popisu (1971) signálních systémů opomenul. Typy systémů jsou popsány a pojmenovány podle zástupců taxonů: HP, LC, LL, PR, CR, LB.

1) **HP (*Hotaria parvula*)**

Odpovídá Lloydovu signálnímu systému SSII; samec i samička vysílají pulsující signály, které jsou typické pro určitý druh, jakož i pro pohlaví. Primárním signatérem je samec, na jehož signál odpoví samička s určitým zpožděním, přičemž interval mezi odpověďmi je konstantní. Tento typ komunikačního signálu používá např. *Luciola yaeyamana* nebo *L.kuroiwae* (Ohba, 1983).

2) **LL (*Luciola lateralis*)**

Letící samec vydává signály, samice jej pozná a odpoví zvláštním blikáním, samec v blízkosti samic přemění své signály na specifické záblesky. Tento signální systém můžeme pozorovat např. u druhu *Curtos costipennis* (Ohba, 1983).

3) LC (*Luciola cruciata*)

Zatímco samci vysílají krátké synchronní záblesky, samice nepravidelně probleskují. Samec v blízkosti samice poté mění vzory blikání. Mezi druhy využívající tento typ komunikačního signálu patří např. *Luciola owadai* (Ohba, 2004).

4) PR (*Pyrocoelia rufa*)

Odpovídá Lloydovu signálnímu systému SSI; letící samec je přitahován samičím (bezkřídlá) nepřetržitým svitem, na větší vzdálenosti mohou být využívány i feromony. Tento systém byl pozorován u druhů *P. atripennis* a *P. miyako* (Ohba, 1983).

5) RO (*Rhagophthalmus Ohbai*)

Pozměněný PR systém, popsán Wittmerem a Ohbou (1994) – letící samec je přitahován bezkřídlou samicí kontinuálním svitem, které je emitováno ze všech segmentů, luminiscenční orgány jsou v podobě 3 bodů na každém segmentu. Jedinečný pro tento druh.

6) CR (*Cyphonocerus ruficollis*)

Systém využívaný druhy s denní aktivitou, ovšem páření probíhá za soumraku; obě pohlaví vysílají slabé kontinuální světlo, na větší vzdálenosti se užívají feromony. Mezi druhy využívající tento signál patří: *Cyphonocerus* fireflies (Ohba, 1976), *Pleotomus pallens* (Lewis, 2008)

7) LB (*Lucidina biplagiata*)

Druhy s denní aktivitou, sedavé samice lákají samce výhradně pomocí chemických signálů (feromonů). Tento typ signálu využívají druhy jako *Stenocladus* a *Prystolycus* (Ohba, 1978).

1.3 Přehled názorů na evoluci bioluminiscence

Bioluminiscenci lze pozorovat pouze u určitých druhů žijících v podobném životním prostředí, obvykle s omezeným nebo žádným slunečním světlem. Schopnost produkovat záření může být do jisté míry chápáno jako přizpůsobení se okolí a zvýšení šance k přežití nebo k námluvám, přičemž se tato schopnost vyvíjela po mnoho milionů let. Pravděpodobně také světlušky zpočátku nesvítily, jejich aktivita byla převážně ve dne a bioluminiscence neměla zatím žádný důvod ke vzniku. Postupem času, kdy se světlušky stávaly nočními živočichy, docházelo k postupnému vzniku světelných orgánů. Nasvědčují tomu i výsledky

morfologické analýzy Branhama & Wenzela (2003), kdy v rámci cantharoidní linie jsou v bazální části umístěny převážně denní druhy využívající při námluvách feromony namísto světelného záření, jak je tomu u odvozených nočních druhů.

Mnoho autorů (McDermott, 1964, Branham & Wenzel 2001, 2003) se přiklání k názoru, že luminiscence se jako první objevila u larev, což dokládá fakt, že téměř všichni známí cantharoidní brouci světélkují v larválním stadiu, přičemž v dospělosti mohou tuto schopnost ztratit. Larvální luminiscence, která plní aposematickou funkci, je zřejmě postupně transformována na sexuální signály dospělých jedinců, pokud mají schopnost světélkovat. Stejná pozice světelných orgánů v oblasti zadečku u larev i dospělých tuto hypotézu podporuje (Branham & Wenzel, 2003). S přechováváním larválních znaků do dospělosti se můžeme setkat i u tzv. larviformních samic.

Názory na původ bioluminiscence se různí. V dřívějších dobách nebyl pochyb o tom, že vznikla pouze jedenkrát, zejména kvůli předpokládané příbuznosti světlušek s dalšími luminiscentními brouky (Phengodidae, Rhagophthalmidae). Dle Crowsona (1972) původ luminiscence z jednoho předka je pravděpodobný u čeledi Phengodidae a Lampyridae, které se zdají být blízce příbuzné. Pototskaja (1983) tyto čeledi oddělila do odlišných linií v rámci Cantharoidea a navrhla dva nezávislé původy bioluminiscence.

Branham & Wenzel (2001, 2003) potvrdili nepřibuzný vztah čeledí Phengodidae a Lampyridae, a až na výjimku některých rodů označily Lampyridae jako monofyletickou. V rámci cantharoidní skupiny navrhovali od třech původů bioluminiscence až po jeden původ a tři ztráty v závislosti na monofyletickém přístupu ke třem luminiscenčním čeledím, přičemž se nakonec přiklonili ke dvěma původům s jednou ztrátou.

V molekulární analýze Sageami-Oba et al. (2007) nepodpořili příbuznost čeledí Lampyridae (+ Rhagophthalmidae) a Phengodidae, *Rhagophthalmus ohbai* přeřadili ze světlušek k Phengodidae a luminiscentní cantharoidní podčeleď rozdělili do dvou větví. I přes nepřibuznost ovšem potvrdili Crowsonův (1972) návrh jednoho původu bioluminiscence a to na základě nesprávného tvrzení, že enzym luciferáza obou skupin se zdá být podobná.

Ve stejném roce publikovali výsledky práce také Bocáková et al. (2007) a Stanger-Hall et al. (2007). Zatímco první jmenovaná se zabývala fylogenetickými vztahy uvnitř série Elateriformia, evolucí bioluminiscence a neotenie, druhá svá studie zaměřila na vztahy a bioluminiscenci amerických světlušek. Obě práce podporují jeden vznik dospělých světelných signálů u lampyrid, Stanger-Hall et al. (2007) navíc navrhuje ještě čtyři nezávislé původy bioluminiscence se čtyřmi ztrátami a přeřazuje *Pterotus* a *Rhagophthalmus* zpět do

Lampyridae. V rámci nadčeledi Elateroidea se Bocáková et al. (2007) přiklání k hypotéze mnohonásobného vzniku u různých skupin a odmítá příbuznost světluškovitých s čeledí Rhagophthalmidae.

Amaral et al. (2014) provedl fylogenetickou analýzu neotropických brazilských světlušek na základě luciferázových sekvencí a ribozomální a mitochondriální DNA. Ta potvrzuje monofyletičnost bioluminiscenčních čeledí Lampyridae, Elateridae a Phengodidae, přičemž Elateridae je sesterskou skupinou Lampyridae + Phengodidae. Co se týče původu bioluminiscence, podporuje výsledky předchozích autorů (Bocáková et al., 2007, Oba et al., 2007).

2 HISTORIE ČELEDI LAMPYRIDAE SE ZAMĚŘENÍM NA PODČELEĎ AMYDETIINAE

Podčeleď Amydetinae je řazena do čeledi světluškovitých brouků (Lampyridae), nejznámějších suchozemských bioluminiscentních živočichů. Historie taxonomie této čeledi je poměrně složitá a zabývalo (a zabývá) se jí mnoho entomologů. Poprvé byla detailněji zkoumána a systematicky studována Latreillem (1817). O téměř sto let později Olivier (1907) publikoval první katalog světlušek a vytvořil základ klasifikace této čeledi obsahující 9 tribů. Od té doby byla taxonomie neustále přepracovávaná přidáním či odebráním taxonů v závislosti na dalších morfologických vlastnostech, a to jak v rámci čeledi Lampyridae, tak i podčeledi Amydetinae.

Zpočátku byla taxonomie založena výhradně na morfologii tykadel a hlavy, což převážně vedlo ke špatné interpretaci vztahů. Z hlediska počtu článků tykadel, které u některých brazilských druhů rodu *Lampyris* převyšoval obvyklých jedenáct článků, byl založen nový rod *Amydetes* (Cuvier, 1831), na kterém byl záhy vybudován tribus Amydetini s 9 druhy (Olivier, 1907). Ostatní rody, později řazené do podčeledi Amydetinae, patřily do dalších tribů Megalophthalmiini (*Megalophthalmus*) a Lamprocerini (*Vesta*, *Cladodes*, *Ledocas*, *Dodacles*, *Dryptelytra*, *Psilocladus*, *Ethra*). Olivier v dalším vydání svého katalogu (1910) povýšil triby na podčeledi.

Green (1948) v revizi neotropické fauny provedl několik taxonomických změn. Do podčeledi Amydetinae zařadil 3 druhy. V tomto případě se jednalo spíše o provizorní umístění, rody spolu nesdílely žádné společné znaky. V rámci čeledi Lampyridae zredukoval počet podčeledí sloučením Lamprocerinae, Lucidotinae a Photininae do 1 tribu řazené do Lampyrinae. Dále převedl Matheteinae do Lampyridae a povýšil ji na podčeleď. Mezi podčeledi patřily: Matheteinae, Amydetinae, Photurinae, Luciolinae, Lampyrinae.

V následujících katalozích (McDermott 1964, 1966) byly přidány do čeledi Lampyridae další podčeledě Rhagophthalmidae, Pterotinae a Otoretinae (Ototretinae byl ve druhém katalogu degradován na tribus v Luciolinae). V případě Amydetinae se dle autora nejednalo o podčeleď, zpočátku ji zařadil jako tribus Amydetini do podčeledi Lampyrinae. Tribus obsahoval celkem 13 popsáných rodů uspořádaných do tří subtribů: Amydetina, Vestina a Psilocladina. O dva roky později byl opět povýšen zpět na podčeleď, přičemž dělení do subtribů zůstalo (Tab. 1). McDermott také provedl změny v názvech některých rodů. Rod *Megalophthalmus* kvůli homonymii nahradil rodem *Magnoculus*, navrátil původní názvy

Pollaclasis Newman a *Ethra* Laporte namísto *Polyclasis* LeConte a *Aethra* Agassiz, jejichž emendace považoval za neodůvodněné.

Tab. 1: Taxonomické zařazení a klasifikace podčeledi Amydetinae (McDermott, 1966)

Řád: Coleoptera Linnaeus, 1758

Podřád: Polyphaga Emery, 1886

Infrařád: Elateriformia Crowson, 1960

Nadčeleď: Elateroidea Leach, 1815

Čeleď: LAMPYRIDAE Latreille, 1817: 236

Podčeleď: Amydetinae E. Olivier, 1907

Subtribus: Amydetina

Amydetes Hoffmannsegg in Illiger, 1807

Magnoculus McDermott (nom. nov. pro *Megalophthalmus* Gray)

Subtribus: Vestina

Vesta Laporte, 1833

Cladodes Solier, 1849

Subgenus: *Cladodes* s. str.

Subgenus : *Fenestrato cladodes* Pic

Ledocas E. Olivier, 1885

Dodacles E. Olivier, 1885

Dryptelytra Laporte, 1833

Subtribus: Psilocladina

Psilocladus Blanchard, 1846

Ethra Laporte, 1833

Pollaclasis Newman, 1838

Photoctus McDermott, 1961

Scissicauda McDermott (nom. nov. pro *Schistura* Olivier)

Crowson (1972) změnil koncepci čeledi Lampyridae, když transferoval Matheteinae a Rhagophthalminae do Omethidae a Phengodidae, přenesl zpět do čeledi podčeleď Ototretinae a nově popsal další dvě podčeledi: Cyphonocerinae, Ototretadrilinae. Do

podčeledi Cyphonocerinae zařadil Crowson (1972) mimo jiné i druh *Pollaclasis*, dříve řazený McDermottem (1966) do podčeledi Amydetinae.

Další autoři (Branham & Wenzel, 2001, 2003) ve svých analýzách vycházeli z klasifikace Crowsona (1972) a Lawrence & Newtona (1995). Navrhli vyčlenění některých rodů (*Harmatelia*, *Pterotus*, *Drilaster*, *Stenocladus*) z Lampyridae, ovšem s poznámkou, že je potřeba detailnějšího studia ke konečnému umístění. V podčeledi Amydetinae neprovedli žádné taxonomické změny.

V komplexní analýze čeledi Lampyridae Jeng (2008, zatím nepublikované) uvedl devíti-podčelední systém. K podčeledím Pterotinae, Luciolinae, Amydetinae, Cyphonocerinae a Photurinae nově zavedl podčeled' Psilocladinae, Cheguevarinae a parafyletický Ototretadrilinae-Ototretinae komplex. Ve své práci Jeng provedl mimo jiné i změny ve složení některých podčeledí. Z podčeledi Amydetinae vyřadil subtriby Psilocladina a Vestina, na základě jediného druhu *Psilocladus* vznikla nová podčeled' Psilocladinae s dvojité větvenými tykadly. Amydetinae se stala monotypickou podčeledí, když druh *Magnoculus* přemístil do Cheguevarinae. Ostatní amydetine rody přeřadil do největší podčeledi Lampyrinae.

Bouchard (2011) na základě nomenklatorické revize rozdělil lampyrids do 5 podčeledí, přejal McDermottovo dělení do tribů a subtribů, přičemž podčeled' Amydetinae sestávala z tribů Amydetini a Vestini. Podčeledi Ototretinae, Pterotinae a Ototretadrilinae přeřadil do čeledi Cantharidae. V Lampyridae *incertae sedis* zůstal monotypický trib Cheguevariini popsáný a zde umístěný Kazantsevem (2006).

Nejnovější studie provedené Janišovou & Bocákovou (2013) dělí čeled' Lampyridae do 7 podčeledí: Amydetinae, Cyphonocerinae, Lampyrinae, Luciolinae, Ototretinae, Photurinae a Pterotinae. Ototretadrilinae, kterou dříve považovali mnozí autoři za osmou podčeled' (Crowson, 1972, Sagegami-Oba at al., 2007), Bocáková & Janišová (2013) synonymizovaly k Ototretinae na základě taxonomické revize této podčeledi.

3 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je zpracování rodové revize dosud málo prozkoumané skupiny Amydetinae. S využitím dostupné literatury přehledně shrnout dosavadní poznatky i systematické zařazení rodů do této podčeledi. Na základě morfologických znaků dospělých jedinců vytvořit detailní redeskripci jednotlivých rodů a navzájem je porovnat. Dalšími dílčími cíly jsou zpracování diferenciálních diagnóz a ilustrace hlavních diagnostických znaků. Výsledná taxonomická revize podčeledi bude doplněna o určovací klíč zkoumaných rodů.

V poslední části diplomové práce přikládám několik návrhů, jak využít světlušky ve výuce. V pracovních listech si žáci zopakují zábavnou formou základní charakteristiku skupiny hmyzu (brouků), také se dozvědí informace o světluškách vyskytující se v České republice. Pomocí chemických látek ze svítilí tyčinky si žáci vytvoří studené světlo.

4 METODIKA A MATERIÁL

5.1 Materiál

Ke zpracování revize byl studovaný materiál vypůjčen z muzea v Paříži. V této morfologické analýze bylo zkoumáno 12 typových exemplářů typových druhů jednotlivých rodů řazené McDermottem do podčeledi Amydetinae, tedy i druhy, které jiní autoři z této podčeledi později vyjmuly. Exempláře rodů *Pollaclasis* a *Photoctus* bohužel nebyly k dispozici.

Použité zkratky: MNHN - Muséum d'Histoire naturelle, Paris

4.2 Metodika

Popisy rodů byly vytvářeny na základě morfologických znaků jednotlivých typových druhů. Z vnějších znaků byla studována morfologie hlavy - převážně ústního ústrojí a očí, dále tykadla, štít a krovky. Při studiu vnitřních znaků se zkoumal tvar kopulačních orgánů a poslední zadečkové články. Poslední zmiňovaná studie již vyžadovala předchozí preparaci. Na sucho preparovaný studovaný materiál byl nejprve vložen a chvíli ponechán v 50% etanolu, čímž jsme dosáhli rozměkčení brouka. Následně byl entomologickými špendlíky oddělen zadeček od těla a povařen v 10% hydroxidu draselném po dobu nejméně 1 minuty. Poté mohly být samčí kopulační orgány zkoumány v kapce glycerolu a vyfotografovány z pohledu laterálního, ventrálního a dorsálního.

K fotodokumentaci byly pořízeny fotografie habitu celého brouka, tykadla, štítu, samčích kopulačních orgánů včetně pláště kopulačního orgánu a pygidia (poslední viditelný tergít) v různých rovinách zaostření. Následně byly upraveny v programech Helicon Focus 3.20 Free, který umožňuje tyto fotografie sjednotit v jednu pro dosažení ostrého obrázku. Fotografie byly poté upravovány v programu Adobe Photoshop CS3, uspořádány do přehledné tabule a opatřeny měřítkem. Ke studiu byl používán stereomikroskop Olympus SZX 12 vybavený okulárovým měřítkem, díky kterému byly získány požadované rozměry brouka a kopulačních orgánů, fotografie byly pořízené fotoaparátem typu Olympus C 5060.

Plášť kopulačního orgánu se skládá z posledního zadečkového sternu a předposledního a posledního zadečkového terga. U r. *Cladodes* a *Fenestratoctodes* nebyly k dispozici typové exempláře, byly získány fotografie celého brouka a samčích kopulačních orgánů, ve fotodokumentaci tudíž chybí měřítko a detailní fotografie tykadel a štítu. Pygidia některým preparátů chyběla nebo byla během preparace poškozena, proto není tabulka kompletní.

5 PRAKTICKÁ ČÁST

5.1 Revize podčeledi Amydetinae

Podčeleď *Amydetinae* Olivier in Wytsman, 1907

Amydetini Olivier, 1907: 48; Amydetinae Olivier, 1910: 39

Amydetini McDermott, 1964:9

Amydetinae McDermott, 1966:77

Type genus: *Amydetes* Illiger, 1807

Diagnóza: Tělo malé až větší velikosti (6 - 18 mm) tvaru oválu, podlouhlého oválu až paralelní. Hlava téměř v horizontální poloze, celá shora kryta štítem. Tykadla flabellátní nebo pektinátní, jednoduše nebo dvojitě větvené, přesahují délku štítu, obvykle 11-článková, u některých druhů i více než 14-článková. Oči kulovité, nikdy se navzájem nedotýkají. Ústní ústrojí tvořené labrem, maxilárními a labiálními palpy a mandibuly. Mandibuly převážně dlouhé, navzájem se křížící, srpkovitého tvaru, se zašpičatělým apexem. Apikální článek maxilárních palp nejméně dvakrát větší než 3. článek. Štít polokruhového tvaru, u většiny rodů s protáhlou přední částí, přední úhly zaoblené, zadní úhly trojúhelníkové většinou šikmo dozadu vytažené. Štítek nejčastěji trojúhelníkový až jazýčkový. Krovky s viditelnými nejméně 3 žebry. Samčí kopulační orgány oválné, protáhlé, se symetrickou i asymetrickou phallobází, phallus menší, stejně dlouhý nebo i delší jak paramery. Tvar pygidia různý, od dvojlaločného po čtyřlaločný. Samci okřídlení, noční i denní typy. Samice okřídlené, podobající se samcům, nebo larviformní. U některých druhů neznámé.

Složení: Detailněji byly zkoumány rody *Amydetes* Hoffmannsegg, *Magnoculus* McDermott, *Vesta* Laporte, *Cladodes* Solier, *Fenestrato cladodes* Pic, *Ledocas* Olivier, *Dodacles* Olivier, *Dryptelytra* Laporte, *Psilocladius* Blanchard, *Ethra* Laporte, *Scissicauda* McDermott, *Cyphonocerus* Kiesenwetter, *Pollaclasis* Newman, *Photoctus* McDermott.

Rozšíření: Převážná část zástupců podčeledi Amydetinae je rozšířená v neotropické oblasti, přičemž největší diverzita je v Brazílii, Peru, Kolumbii, Chile, Venezuely, Ekvádoru, Argentině a dalších státech Jižní a Střední Ameriky, existují i zmínky o výskytu rodu *Pollaclasis* v USA a Kanadě nebo rodů *Magnoculus*, *Vesta* a *Amydetes* v Mexiku. Nejrozšířenějším zástupcem je rod *Vesta*, který se vyskytuje jak v Jižní a Střední Americe, tak i v indoaustralských oblastech Sumatry, Číny, Vietnamu, Indii, Borneu atd. Rod *Cyphonocerus* se pak nachází v palearktické oblasti Japonska.

Rod *Amydetes* Illigier, 1807

(Obr. 1, 13, 23, 33, 45-47, 78)

Amydetes Illiger, 1807:342.

Type species: *Amydetes fastigiatus* Illiger, 1807, by monotypy.

Diagnóza: Tělo podlouhlé, úzké. Tykadla s více než 20 články, lamely tykadel výrazně dlouhé a ploché, štít v oblasti očí mírně vykrojen, dlouhé ochlupení po celém těle, pygidium trojlaločné, asymetrická phallobáze, paramery i phallus robustní, phallus delší o 1/3 své délky než paramery.

Popis: Tělo střední velikosti, dlouhé, protáhlé, úzké, kryté delším, světlým ochlupením. Hlava malá, celá shora kryta štítem, oči kulovité, středně velké, vzdálenost mezi očima je 1,4x větší než průměr oka z bočního pohledu. Mandibuly dlouhé, zahnuté, navzájem se křížící, se špičatým apexem, maxilární palpy čtyřčlánekové, apikální článek 2,5x delší než předešlý článek, labiální palpy tříčlánekové, poslední článek delší než ostatní články.

Tykadla flabellátní, dlouhá, přesahují 1/2 délky krovek, více jak 20 článková, jednoduše hřebenitá, 1. článek třikrát větší než druhý, od 3. článku každý článek opatřen lamelou, lamely vystupují z apexu článku, délka lamel je mnohonásobně větší než délka článku, lamely jsou ploché a ochlupené.

Štít 1,6x širší jak delší, v přední části vytažený dopředu, přední a boční okraje ohnuté vzhůru, v oblasti očí je štít vykrojen, zadní okraj mírně konkávní, zadní rohy ostré, trojúhelníkovité, vytažené mírně šikmo dozadu. Štít je hustě nepravidelně tečkovaný, střední část výrazně vypouklá, se zřetelnou podélnou rýhou. Štítek jazýčkový, tak široký jak dlouhý.

Krovky více jak 3x delší než je šířka v humeru, téměř paralelní, prostřední část krovek se mírně zužuje, apex je zaokrouhlený. Povrch krovek nepravidelně hustě tečkovaný s 3 – 4 podélnými žebry viditelnými po celé délce krovek.

Abdomen se 7 viditelnými články, zploštělý, poslední zadečkové sternum oválné, plášť kopulačního orgánu asymetrický, předposlední a poslední tergum dosahují téměř 1/2 délky sternu; pygidium apikálně trojlaločné, prostřední lalok široký, 2x vyšší než boční laloky.

Světelné orgány viditelné, nacházející se na 6. a 7. abdominálním sternu, téměř stejně velké jako celé sternity. Samčí kopulační orgány slabě sklerotizované, phallobáze asymetrická ve

tvaru širokého U. Phallus i paramery robustní, rovnoměrně široké, navzájem paralelní, phallus přesahuje paramery o 1/3 své délky. Paramery i phallus se zaobleným apexem, postraní okraje oboustranně paralelní.

Samice neznámá.

Rozměry: délka těla 8,25 mm, šířka těla v ramenní části 2,25 mm, šířka krovek v nejužší části 2 mm.

Studovaný materiál: *Amydetes apicalis* Germar, samec, Brazílie, Coll. Chevrolat (MNHN).

Rozšíření: Brazílie, Paraguay, Uruguay, Peru

Poznámka: McDermott (1966) v katalogu uvádí jako typový druh *Homaligus apicalis* Germar, 1824 navržený Motschulskym (1853). V revizi rodu *Amydetes* Silveira et Mermude (2013) zjistili, že při popisu rodu *Amydetes* Illiger (1807) druh *Amydetes apicalis* (Germar, 1824) do r. *Amydetes* nezařadil, proto Motschulského designace typového druhu r. *Amydetes* byla neplatná. Naopak, Silveira et Mermudes (2013) zjistili, že rod *Amydetes* byl popsán jako monotypický, proto na základě monotypie je typovým druhem rodu *Amydetes fastigiatus* Illigier, 1807.

Rod *Magnoculus* McDermott, 1964

(Obr. 2, 14, 24, 34, 48-50, 79)

Magnoculus McDermott, 1964: 78 (nom. nov pro *Megalophthalmus* Gray, 1832: 371).

Type species: *Megalophthalmus beneti* Gray, 1961.

Diagnóza: Příbuzný rodu *Amydetes*, od kterého se odlišuje 11 článkovými tykadly, tělo paralelní až mírně eliptické, bazální část posledního zadečkového sternu výrazně zúžená, pygidium čtyřlaločné, paramery s apikálními výčnělky směřující k ose phallu, kopulační orgány protáhlé, úzké, se symetrickou phallobází, boční strany štítu vypouklé.

Popis: Tělo střední velikosti, protáhlé, dlouhé, mírně se dozadu rozšiřující, celé pokryto jemným, delším ochlupením. Hlava malá, celá shora kryta štítem, oči kulovité, malé, vzdálenost mezi očima je 1,4x větší než je průměr oka z bočního pohledu. Mandibule štíhlé, dlouhé, srpkovité, apikální článek palp je 2,8x větší než článek předchozí.

Tykadla flabellátní, směřující směrem dopředu, přesahují 1/2 krovek; 2. článek nenápadný, malý, více než 10x menší než velikost 1. článku. Tykadla 11článková, jednoduše hřebenitá, lamely na 3. – 10. článku výrazně dlouhé a ploché, články malé, lamely vystupují z prostřední části článku.

Štít příčný, půlkruhovitý, s hustě a hrubě tečkovaným povrchem, šířka je 1,4x větší než je jeho délka, boční strany vypouklé, zadní rohy drobné, tvaru trojúhelníku, vytažené šikmo do stran, zadní okraj vlnitý. Štítek trojúhelníkový až jazýčkový, robustní, o něco málo širší jak delší, apex mírně zúžený.

Krovky 3x delší, než je šířka v humeru, podlouhlé, laterální okraje obloukovité, směrem k apexu se krovky mírně rozšiřují, apex zaoblený, povrch hustě nepravidelně tečkovaný, s výraznými 3 podélnými žebry. Žebro 1 viditelné v bazální 1/3, ostatní dobře rozvinuté po celé délce krovek.

Pygidium čtyřlaločné, prostřední laloky 3x vyšší než krajní. Plášť kopulačního orgánu asymetrický, úzký, protáhlý. Apikální část samčího posledního sternu výrazně zúžená, předposlední a poslední terga nepřesahují 1/2 délky sternu.

Bez viditelných světelných orgánů, pokud jsou přítomny, pak zaujímají celé 2 poslední zadečkové články (Constantine, 2011). Samčí kopulační orgány úzké, protáhlé, bilaterálně symetrické, slabě sklerotizované, z laterálního pohledu mohutné. Phallobáze aedeagu tvaru

písmene U, phallus přesahuje paramery o 1/4 své délky, ve 2/3 zúžený, v apikální části rozšířený, paramery na konci zakončené výběžky směřující k ose phallu.

Samice neznámé, předpokládá se, že budou larviformní (Constantine, 2011).

Rozměry: délka těla 6,75 mm, šířka těla v ramenní části 1,70 mm.

Studovaný materiál: *Magnoculus decorus* Olivier, samec

Rozšíření: Brazílie, Kolumbie, Panama, Guatemala

Rod *Vesta* Laporte, 1833

(Obr. 3, 15, 25, 35, 51-53, 80)

Vesta Laporte, 1833:133.

Type species: *Vesta chevrolati* Laporte, 1833, by monotypy.

Diagnóza: Často zaměňován s rodem *Ethra* nebo se vzhledově podobným rodem *Ledocas*, odlišuje se však tykadly, jež jsou robustnější, se širšími větvemi, štít má výrazně protáhlou přední část, asymetrickou phallobázi tvaru písmene U, z apexu paramer u samců vybíhají dlouhé, štíhlé přívěsky.

Popis: Tělo poměrně velké velikosti, podlouhlé, oválné, pokryto velice krátkým a jemným ochlupením. Hlava malá, celá krytá štítem, štít obklopuje hlavu ze stran i ze spodu; oči kulovité, vzdálenost mezi očima je téměř 1,4x větší než průměr oka z laterálního pohledu. Mandibuly úzké, štíhlé, srpkovité, palpy 4 článkové, 3. článek 3x menší než apikální článek.

Tykadla pektinátní, poměrně dlouhá, zasahují do 1/2 krovek, 11 článková, jednoduše hřebenitá. První článek 3x větší než druhý. Větve krátké, robustní, od 3. článku tykadel vychází větve z apexu každého článku vyjma posledního 11. článku, velikost větví se směrem ke středu tykadel zvětšuje až na dvojnásobek velikosti článku.

Příčný štít ve tvaru půlkruhu s výrazně vytáhlou přední částí až pětiúhelníkový, zadní rohy tvaru trojúhelníku, mírně šikmo vytažené do stran, zadní okraj téměř rovný, přední a boční okraje směřují nahoru. Celý štít je hustě nepravidelně tečkovaný, střední část štítu mírně vypouklá, hladká a leská, se slabou podélnou rýhou, ochlupení jemné. Šířka štítu je 1,4x větší než délka. Štítek trojúhelníkovitý se zaobleným vrcholem, široký stejně jak dlouhý.

Krovky výrazně podlouhlé, téměř rovnoběžné, v zadní části mírně se rozšiřující, apex uťatý. Délka krovek je 3x větší než jejich šířka v humeru, nepravidelně tečkované se 3 dobře viditelnými podélnými žebry dobře rozvinutými po celé délce krovek.

Abdomen zploštělý. Pygidium apikálně dvojlaločné nebo trojlaločné, boční laloky robustní, se zakulaceným apexem. Plášť kopulačního orgánu úzký, protáhlý, bazální část zašpičatělá, apikální část zúžená.

Bez viditelných světelných orgánů. Samčí kopulační orgány podlouhlé, úzké. Phallobáze do písmene širokého U, v prostřední části mírně vykrojená, asymetrická. Phallus robustní, směrem k apexu se mírně zužuje, přesahuje paramery o 1/4 své délky. Paramery rovnoběžné

s phallusem, symetrické, ke konci se zužují, zašpičatělé, z konců paramer vychází úzké přívěsky.

Samice neotropického druhu *V. cincticollis* larviformní (McDermott, 1964), asijské druhy jsou okřídlené (Jeng, 2008).

Rozměry: délka těla je 18,3 mm, šířka v ramenní části těla 5 mm, šířka krovek v nejširší části 6,3 mm.

Studovaný materiál: *Vesta chevrolati* Laporte de Castelnau, samec, „Jáva“, Coll. Chevrolat (MNHN).

Rozšíření: Indo – australská oblast (Jáva, Sumatra, Vietnam, Indie, Borneo), neotropická oblast (Bolívie, Panama, Chile, Peru, Mexiko).

Rod *Cladodes* Solier, 1849

(Obr. 4, 5, 16, 36, 37, 54-57, 81)

Cladodes Solier in Gay, 1849: 444.

Type species: *Cladodes flabellatus* Solier, 1849, by monotypy.

Diagnóza: Druhy malé až velké velikosti, tělo robustní, úzce i široce oválné, štít shora zakrývá celou hlavu, oči malé až střední velikosti. Tykadla flabellátní, nepřesahují 1/2 délky krovek, jednoduše hřebenitá, krovky nejširší v 1/2 délky těla, se 3 – 5 žebry, rozvinuté po celé délce krovek, lamely ploché a dlouhé, vychází z apexu 3. – 10. článku. Kopulační orgány sklerotizované, phallobáze symetrická, tvaru širokého písmene U, phallus stejně dlouhý nebo kratší než paramery, paramery úzké, na koncích zaoblené nebo zakončené zahnutými rohy směřující k podélné ose pally, poslední zadečkové sternum oválné, předposlední a poslední tergum trojúhelníkového tvaru.

Distribuce: Chile, Brazílie, Bolívie, Kolumbie

Poznámka: U rodů *Cladodes* a *Fenestratocladodes* nebyly k dispozici exempláře, pouze fotky, které jsou součástí fotodokumentace. Popisy byly vytvořeny na základě dostupných fotografií a dle popisů v katalozích McDermotta (1964) a Oliviera (1907).

Podrod *Cladodes* s. str.

(Obr. 4, 36, 54, 55)

Cladodes flabellatus Solier, 1849

Diagnóza: Tělo široce oválné, s jemným ochlupením, phallus o 1/2 své délky kratší než paramery, prostřední část paramer vykrojená, paramery zakončené výběžky směřující k ose phallu, pygidium trojlaločné, boční laloky mírně převyšují prostřední lalok.

Popis: Tělo malé až střední velikosti, robustní, široce i úzce oválné, pokryté krátkými jemnými chloupky. Štít z vrchní části překrývá celou hlavu, hlava malá. Oči malé až střední velikosti.

Tykadla flabellátní, zasahují do 1/3 krovek, složená z 11 článků, jednoduše hřebenitá. První článek se směrem k apexu rozšiřuje, 2. článek velmi krátký. Lamely široké, dlouhé, ploché, vychází z apexu 3. – 10. článku.

Štít tvaru půl-oválu, prostřední část vypouklá, 1,5x širší než delší, zadní rohy tvaru trojúhelníku, vytažené směrem dolů.

Krovky oválné, poměrně široké, nejužší místo v oblasti humeru a apexu, nejširší v prostřední části, nepravidelně hustě tečkované, tečky vytvářejí 4-5 žebírek viditelných po celé délce krovek, krovky téměř 3x delší než je jejich šířka v humeru. V posteriorní 1/7 se suturální okraje rozcházejí.

Plášť kopulačního orgánu oválný, sternum v apikální části více zúžené až zaspicátělé, bazální část široká, předposlední a poslední tergum trojúhelníkového tvaru, zřetelně od sebe oddělené. Pygidium trojlaločné, střední lalok o něco málo kratší než boční laloky.

Kopulační orgány sklerotizované, bilaterálně symetrické. Phallobáze do písmene širokého U, phallus u báze široký, v prostřední části výrazně zúžený. Paramery přesahují phallus o 1/4 své délky. Paramery na úrovni apexu phallu vykrojené, zakončené dvěma špičatými výběžky směřujícími k ose phallu.

Samice *C. ater* popsána jako larviformní (McDermott, 1964).

Studovaný materiál: *Cladodes carinatus* Olivier, samec, „Brazílie“

Rozšíření: Chile, Brazílie, Bolívie, Kolumbie

Podrod *Fenestratocladodes* Pic, 1935

(Obr. 5, 16, 37, 56, 57, 81)

Fenestratocladodes Pic, 1935:7.

Type species: *Fenestratocladodes malleri* Pic, 1935, by monotypy.

Diagnóza: Podobný podrodu *Cladodes*, od kterého se liší následujícími znaky: štít půlkruhový, s vytaženou přední částí, opatřen dvěma průsvitnými skvrnami v oblasti očí, zadní rohy větší, více zaoblené, výrazně vytáhlé dozadu. Pygidium s prostředním lalokem 2x menším než postranní zašpičatělé laloky. Symetrická phallobáze, ve tvaru písmene U, phallus stejně tak dlouhý jak paramery, paramery navzájem rovnoběžné, po celé délce stejně široké.

Popis: Tělo oválné, pokryto krátkým a velice jemným chlupením. Hlava malá, celá kryta svrchu štítem. Oči středně velké, kulovité.

Tykadla flabellární, směřující dopředu, dosahují téměř do 1/2 krovek, 11článeková s výrazně dlouhými lamelami na 3. – 10. článku, jednoduše hřebenitá. Lamely široké, ploché, asi 4x větší než velikost článku, lamely vychází z apexu článků.

Štít půlkruhový, vytažený směrem dopředu, zadní rohy zaoblené, výrazně vytáhlé směrem dozadu, v přední části v oblasti očí opatřen dvěma průsvitnými skvrnami, povrch hustě tečkovaný. Štítek malý, robustní, trojúhelníkovitý, stejně široký jak dlouhý.

Krovky oválné, nejširší v polovině, na povrchu nepravidelně tečkované se 3 – 4 podélnými žebry viditelnými po celé délce krovek. Krovky jsou 3x delší než je šířka měřená v humeru.

Pygidium apikálně trojlaločné, prostřední lalok zaoblený, o polovinu menší než postranní laloky, jejichž apex je špičatý. Plášť kopulačního orgánu úzký, podlouhlý, asymetrický. Poslední sternum u báze široké. Předposlední a poslední tergum trojúhelníkového tvaru.

Samčí kopulační orgány silně sklerotizované, phallobáze do písemně širokého U, symetrická. Phallus a paramery stejně dlouhé, symetrické, rovnoběžné, na koncích zaoblené. Paramery jsou po celé délce rovnoměrně široké, phallus se ve 3/4 výrazně zúžuje.

Studovaný materiál: holotyp *Cladodes (Fenestrato cladodes) malleri* Pic, 1935, samec, „Brazílie“ (MNHN).

Rozšíření: Brazílie

Rod *Ledocas* Olivier, 1885

(Obr. 6, 17, 26, 38, 58, 59, 82)

Ledocas Olivier, 1885: 136.

Type species: *Ledocas parallelus* Olivier, 1885.

Diagnóza: Rod příbuzný rodu *Cladodes*, od kterého se odlišuje se užšími, paralelními krovkami, robustnějšími a kratšími samčími kopulačními orgány, symetrickou phallobází tvaru písmene U, paramery i phallus jsou stejně dlouhé. Druhy velké velikosti, štít půlkruhovitý, zadní rohy pravoúhlé, zaoblené, pygidium apikálně trojlaločné, boční laloky vyšší než prostřední lalok o 1/2 své délky.

Popis: Tělo poměrně velké velikosti, oválné, protáhlé; povrch s krátkým a jemným ochlupením. Hlava malá, svrchu celá krytá štítem, štít kryje částečně i bok hlavy. Oči středně velké, kulovité, umístěné na stranách hlavy, vzdálenost mezi očima je 1,25x větší než průměr oka z laterálního pohledu. Mandibuly robustnější, dlouhé, se špičatým apexem, palpy čtyřčlankové, apikální článek téměř 2,4x větší než předposlední.

Tykadla dosahují do bazální 1/3 krovek, flabellátní, jednoduše hřebenitá, složená z 11 článků, 2. článek výrazně menší než první, lamely 3. – 10. článku výrazně dlouhé, ploché, 9x delší než velikost článku, vychází z apexu článků.

Štít tvaru půlkruhu, zadní rohy téměř pravoúhlé, zaoblené, střední část štítu vypuklá, bez viditelné rýhy, povrch nepravidelně tečkovaný, s delším ochlupením, boční okraje oboustranně paralelní, šířka je 1,35x větší než je jeho délka, přední a boční okraje směřují mírně nahoru, zadní okraj jednoduše vlnitý. Štítek tvaru protáhlého trojúhelníku se zaoblenými vrcholy, stejně široký jak dlouhý.

Krovky podlouhlé, oválné, paralelní, šířka je 2,9x menší než délka krovek, hustě nepravidelně tečkované se 3 podélnými žebry. Žebro 1 viditelné v bazální polovině, žebro 2 viditelné po celé délce krovek, žebro 3 viditelné ve střední části krovek, na povrchu krovek krátké a husté ochlupení.

Pygidium trojlaločné, boční laloky o polovinu větší než prostřední lalok, prostřední lalok zaoblený, apex bočních laloků zašpičatělý. Plášť kopulačního orgánu výrazně úzký a podlouhlý, asymetrický, se zašpičatělou bází.

Bez viditelných světelných orgánů. Samčí kopulační orgány krátké, robustní. Phallobáze ve tvaru širokého U, symetrická. Paramery i phallus stejně dlouhé, navzájem rovnoběžné, ke koncům se zužují, konce zaoblené.

Samice larviformní (Cicero, 1988).

Rozměry: Délka těla je 12 mm, šířka v ramenní části těla 3,5 mm, v nejširším místě 4,5 mm.

Studovaný materiál: holotyp *Ledocas parallelus* Olivier, samec, „Brazílie“

Rozšíření: Brazílie, Venezuela, Paraguay

Rod *Dodacles* Olivier, 1885

(Obr. 7, 18, 27, 39, 60-62, 83)

Rod *Dodacles* Olivier, 1885: 141.

Type species: *Dodacles elegans* Olivier, 1885, designated by McDermott, 1966.

Diagnóza: Vzhledově podobný rodu *Cladodes*, od něhož se odlišuje následujícími znaky: krovky nejširší v bazální části, s téměř špičatým apexem, krovky mohou být i kratší než abdomen. Štít poměrně velký, půlkruhový, zadní trojúhelníkovité rohy vytažené směrem dolů, apikální část předposledního sternu výrazně zašpičatělá, tvaru pětiúhelníku, paramery úzké, přesahují délku phallu, kopulační orgány se symetrickou bazální částí.

Popis: Tělo velké velikosti, oválné, kryté velice krátkým ochlupením. Hlava malá, celá krytá shora i z boku výrazně velkým štítem, oči malé, kulovité., mandibuly robustnější, delší, srpkovitě zahnuté, zašpičatělé. Palpy 4článekové, 3. článek 3x kratší než apikální článek.

Tykadla 11článeková, poměrně krátká, dosahují do bazální 1/6 krovek, flabellátní; jednoduše hřebenitá, lamely ploché, vychází z apexu článku, mnohonásobně delší než je délka článku, 2. článek tykadel výrazně malý.

Štít poměrně velký, půlkruhový, zadní rohy trojúhelníkového tvaru, vytažené směrem dolů, přesahují zadní okraj štítu, boční části štítu ploché, boční okraje paralelní, zadní okraj jednoduše vlnitý, střední až přední část štítu mírně vypouklá, s nenápadnou podélnou rýhou. Šířka štítu je 1,5x větší než délka. Štítek tvaru širokého trojúhelníku až jazýčkový, tak široký jak dlouhý.

Krovky s velice drobným ochlupením, 2,3x delší než je jejich šířka, někdy jsou krovky kratší než abdomen, nejširší v humeru, v oblasti apexu jsou výrazně zúžené, apex téměř špičatý, povrch hustě tečkovaný, se třemi málo viditelnými žebry mírně rozvinutými v bazální polovině krovek.

Plášť kopulačního orgánu výrazně podlouhlý a úzký. Bazální část posledního sternu tvaru pětiúhelníku, předposlední a poslední tergum trojúhelníkového tvaru, bez zřetelného oddělení. Pygidium apikálně trojlaločné, boční laloky 2x vyšší než prostřední lalok, prostřední lalok s mírným vykrojením v prostřední části, boční laloky zašpičatělé.

Bez viditelných světelných orgánů. Samčí kopulační orgány sklerotizované, symetrické, úzké a protáhlé. Phallobáze tvaru širokého U, paramery úzké a dlouhé, v bazální části široké, na konci zakulacené. Phallus kratší než paramery o 1/3 své délky.

Samice neznámá.

Rozměry: Délka těla: 16,3 mm, šířka v humeru 5,5 mm.

Studovaný materiál: holotyp *Dodacles elegans* Olivier, samec, „Brazílie“ (MNHN).

Rozšíření: Brazílie, Argentina, Paraguay, Ekvádor

Poznámky: Nelze změřit průměr oka z bočního pohledu z důvodu krytí hlavy štítem i z boku.

Rod *Dryptelytra* Laporte, 1833

(Obr. 8, 19, 28, 40, 63-65)

Dryptelytra Laporte, 1833:128.

Type species: *Dryptelytra cayennensis* Laporte, 1833, by monotypy.

Diagnóza: Výrazně široký štít s předním okrajem vybíhajícím dopředu, krovky úzké, nejširší v humeru, suturální okraje se široce rozcházejí v bazální 1/4 krovek, phallus tvaru písmene U, s vykrojením v prostřední části, paramery štíhlé, dlouhé, apikálně zašpičatělé, konce směřují k ose pallu, předposlední a poslední tergum trojúhelníkového tvaru.

Popis: Tělo střední až velké velikosti, podlouhlé, úzké. Hlava kryta velkým štítem shora a částečně i z boku, oči středně velké, kulovité. Vzdálenost mezi očima téměř stejná jak průměr oka z bočního pohledu. Mandibuly srpkovité, spíše štíhlé, zašpičatělé, palpy 4člankové, apikální článek téměř 3x větší než 3. článek.

Štít výrazně široký, 2x širší než je jeho délka, boční okraje obloukovité, zahnuté nahoru, přední část vybíhá mírně dopředu, zadní okraj mírně dvojité vlnitý, zadní rohy mohutné, zaoblené, nevyčnívají ven. Povrch tečkovaný, střední část vypuklá, bez zřetelné rýhy. Štítek trojúhelníkovitý až jazýčkovitý, o něco málo delší než širší.

Tykadla 11članková, flabellátní, jednoduše hřebenitá, dosahují 1/3 krovek, lamely ploché, mnohonásobně delší než články, vybíhají z apexů článků. Krovky dlouhé, úzké, 2,4x delší než je šířka v humeru, nejširší v humeru, v bazální 1/4 se suturální okraje krovek široce rozcházejí. Povrch hustě tečkovaný s 2 – 3 žebry viditelnými v bazální 1/3 - 1/2 krovek.

Bez viditelných světelných orgánů. Plášť kopulačního orgánu úzký, bazální část sterny široký se zašpičatělým apexem. Předposlední a poslední tergum trojúhelníkového tvaru, dosahují do poloviny sterny, bez zřetelného oddělení. Samčí kopulační orgány sklerotizované, bilaterálně symetrické, phallobáze tvaru širokého U, uprostřed bazální části mírně vykrojený. Paramery štíhlé a dlouhé, na koncích zašpičatělé, konce zahnuté směrem k ose phallu. Phallus kratší než paramery o téměř 1/3 své délky.

Rozměry: Délka těla 11,2 mm, šířka v humeru 4 mm.

Studovaný materiál: holotyp *Dryptelytra cayennensis* Laporte, samec, „Cayenne“ (MNHN).

Rozšíření: Kolumbie, Brazílie, Venezuela, Panama

Rod *Psilocladus* Blanchard, 1846

(Obr. 9, 20, 29, 41, 66-68, 84)

Psilocladus Blanchard, 1846:122

Type species: *Psilocladus miltoderus* Blanchard, 1846, by monotypy.

Diagnóza: Štít půlkruhový, zadní trojúhelníkové okraje vytažené směrem dozadu, tykadla bipektinátní, ochlupená, se štíhlými delšími větvemi, paramery úzké, podlouhlé, phallus robustní, po stranách slabě zvlňený, phallobáze tvaru písmene U.

Popis: Tělo střední velikosti, oválné, robustní, pokryto krátkým ochlupením, hlava malá, celá svrchu krytá štítem; oči kulovité, poměrně velké, vzdálenost mezi očima je 1,3x větší než je průměr oka z bočního pohledu; mandibuly krátké, srpkovitého tvaru, palpy 4článekové, apikální článek 2,5x delší než 3. článek.

Tykadla pektinátní, dvojité hřebenitá, 11článeková, 1. článek velký, širší v horní části, 2. článek výrazně malý, větve na 3. – 10. článku úzké, chlupaté, 1,5 – 2x tak dlouhé jak články, vycházejí z bazální části článků.

Štít půlkruhový, zadní rohy tvaru trojúhelníku vytažené dozadu, zadní okraj dvojité zvlňený. Povrch štítu tečkovaný, s jemným ochlupením, přední a boční okraje směřují nahoru. Bez viditelné rýhy uprostřed štítu, prostřední část štítu vypouklá a lesklá. Štítek tvaru širokého trojúhelníku se zaobleným apexem až jazýčkový.

Krovky robustní, široké, směrem k apexu se rozšiřují; 2,4x delší než je šířka v humeru. Na povrchu husté tečky se 3 viditelnými žebry po celé délce krovek. Suturaální okraje se rozcházejí v zadní čtvrtině.

Plášť kopulačního orgánu široký, krátký, asymetrický. Bazální část sterny široká, se zúženým apexem. Předposlední a poslední tergum výrazně od sebe oddělené. Pygidium trojlaločné, s výrazně širokým prostředním lalokem, vyšší než boční laloky, které jsou malé.

Bez viditelných světelných orgánů. Samčí kopulační orgány úzké, protáhlé, silně sklerotizované, symetrické, phallobáze tvaru širokého U. Phallus výrazně robustní, směrem k apexu se mírně zužuje, po stranách je blíže k apexu slabě zvlňený. Paramery přesahují phallus, jsou dlouhé, konce zaoblené.

Samice vzhledově stejná jako samec, s rozdílem v tykadlech, jejichž větve u samic jsou kratší (Olivier, 1907, Jeng, 2008).

Rozměry: Délka těla 8 mm, šířka 2,75 mm v humeru, v nejširší části 3,75 mm.

Studovaný materiál: holotyp *Psilocladus miltoderus* Blanchard, „Guyane française, St-Laurent du Maroni“, Collection le Moul, Decembre (MNHN).

Rozšíření: Bolívie, Kolumbie, Peru, Brazílie, Japonsko

Rod *Ethra* Laporte, 1833

(Obr. 10, 21, 30, 42, 69-71, 85)

Ethra Laporte 1833: 133.

Type species: *Cladophorus marginatus* Gray, designated by Motschulsky 1853.

Diagnóza: Tělo oválně protáhlé, tykadla dlouhá, jednoduše hřebenitá, s delšími, plochými lamelami, phallobáze tvaru písmene V, symetrická, phallus dvakrát větší než paramery, pygidium apikálně trojlaločné, s výrazně širokým prostředním lalokem, apex phallu z laterálního pohledu zahnutý ventrálně.

Popis: Tělo větší velikosti, podlouhlé, hlava malá, celá kryta z horní části štítem. Oči středně velké, kulovité, vzdálenost mezi očima je 1,3x větší než průměr oka z bočního pohledu. Mandibuly dlouhé, srpkovité, špičaté. Maxilární palpy 4článekové.

Tykadla flabellátní, jednoduše hřebenitá, dlouhá, sahají do 1/2 krovek. Lamely 2,5x delší než délky jednotlivých článků, ploché, vychází z apexu 3. – 10. článku. 1. článek protáhlý, dlouhý, směrem k apexu mírně se rozšiřující, 2. článek malý, téměř 4x menší než velikost 1. článku.

Štít polokruhovitý, přední část mírně vytáhlá, postranní okraje paralelní, zadní okraj jemně dvojitě vlnitý, zadní rohy mírně vytažené dozadu, šířka štítu 1,4x větší než jeho délka, nepravidelně hustě tečkovaný, prostřední část vypouklá, bez viditelné rýhy. Štítek jazýčkový, tak dlouhý jak široký.

Krovky podlouhlé, přibližně rovnoběžné, délka je 3x větší než šířka krovek v humeru. Povrch silně hustě tečkovaný, tečky vytváří 3 žebra, žebra 2 a 3 dobře viditelná po celých krovkách, žebro 1 rozvinuté v bazální polovině krovek.

Poslední samčí sternum oválné, v prostřední části zúžené, apikální část trojúhelníkového tvaru, zaoblená. Předposlední a poslední tergum zřetelně od sebe oddělené. Pygidium trojlaločné, prostřední lalok výrazně široký, mírně převyšuje postraní laloky, které jsou nenápadné, malé.

Bez viditelných světelných orgánů. Samčí kopulační orgány sklerotizované, phallobáze tvaru širokého písmene V, asymetrická, paramery robustní, poměrně krátké, směrem k apexu se zužující, se zaoblenými konci. Phallus výrazně přesahuje paramery, jeho délka je dvojnásobná k délce paramer. Phallus robustní, směrem k apexu se zužuje, apex ventrálně zahnutý.

Samice neznámá.

Rozměry: Délka těla 10,3 mm, šířka v humeru 3,5 mm.

Studovaný materiál: *Ethra marginata* Gray, ex.Gorham, coll. Chevrolat, type Castelnau, „Brazílie“ (MNHN).

Rozšíření: Brazílie, Columbia, Laos, Bolívie

Rod *Scissicauda* McDermott, 1964

(Obr. 11, 22, 31, 43, 74, 86)

Scissicauda McDermott, 1964:39 (nom. nov. *Schistura* Olivier, 1911a:51).

Type species: *Lucidota disjuncta* Olivier, 1896, by monotypy.

Diagnóza: Tělo široké, oválné, tykadla jednoduše hřebenitá, pektinátní, pygidium dvojlaločné, laloky trojúhelníkového tvaru, půlkruhovitý štít s rovným zadním okrajem, phallobáze do písmene V, apex phallobáze přetočený.

Popis: Tělo široce oválné, středně velké, kryté krátkým ochlupením; hlava malá, shora celá kryta štítem. Oči středně velké, kulovité, vzdálenost mezi očima je 1,3 x menší než průměr oka z laterálního pohledu. Mandibuly krátké, zahnuté, zašpičatělé. Maxilární palpy 4článkové.

Tykadla jednoduše hřebenitá, pektinátní, dlouhá, zasahují do 2/3 krovek, 11článková, větve dlouhé, vycházejí z bazální části článku, 2x delší než délka článku.

Štít přímý, půlkruhovitý, 1,4x širší než dlouhý, zadní okraj téměř rovný, zadní rohy tvaru pravého úhlu, nevystupují ven, postranní okraje paralelní. Štítek tvaru trojúhelníku, zadní konec zaokrouhlený.

Krovky oválné, nejširší v prostřední části, téměř třikrát delší než je šířka v humeru, apex zaoblený. Krovky jemně ochlupené, nepravidelně tečkované, každá krovka opatřena 3 – 4 žilkami, viditelnými převážně v bazální 1/2 krovek.

Abdomen zploštělý, poslední samčí sternum protáhlé, oválné, distální část se zužuje, v apikální části mírně rozšířená, předposlední a poslední tergum dosahuje 1/2 sternu, pygidium apikálně dvojlaločné, laloky tvaru trojúhelníku, výrazně velké, dosahují 1/3 pygidia.

Bez viditelných světelných orgánů. Samčí kopulační orgány sklerotizované, phallobáze výrazně zúžená a protáhlá, asymetrická, do písmene V, apex phallobáze překroucený, z laterálního pohledu ventrálně zahnutý. Paramery štíhlé, nepatrně přesahují délku phallu.

Samice neznámá.

Rozměry: Délka těla 7,25 mm, šířka v humeru 2,5 mm, v nejširší části 3,55 mm.

Studovaný materiál: holotyp *Lucidota disjuncta* Olivier, samec, „Brazílie“ (MNHN).

Rozšíření: Brazílie

Rod *Cyphonocerus* Kiesenwetter, 1879

(Obr. 12, 23, 32, 44, 75-77)

Cyphonocerus Kiesenwetter, 1879:312.

Type species: *Cyphonocerus ruficollis* Kiesenwetter, 1879, by monotypy.

Diagnóza: Štít tvaru půloválu, tykadla dvojité hřebenitá, větve 3. -10. článku symetrické, phallobáze tvaru U s mírným vykrojením uprostřed, předposlední sternum opatřené otvorem, uzavřené, předposlední a poslední tergum zřetelně oddělené. Paramery zakončené výběžky směřující ven od osy pallu, phallus tenký a dlouhý.

Popis: Tělo podlouhlé, střední velikost. Hlava malá, zcela kryta štítem, oči malé, kulovité, vzdálenost mezi očima je 1,6x větší než průměr oka z laterálního pohledu. Mandibuly krátké, zahnuté, zašpičatělé, navzájem se kříží. Maxilární palpy 4člankové, 4. článek téměř 2,4x větší než předposlední.

Tykadla pektinátní, 11članková, zasahují do 1/2 krovek, dvojité hřebenitá, větve symetrické, vycházejí z báze 3. - 10. článku, delší než článek, 2. článek třikrát menší než 1. článek.

Štít půloválný, 1,2x širší než delší, hustě hluboce tečkovaný, přední a boční okraje směřují nahoru, zadní okraj dvojité vlnitý, uprostřed štítu viditelná rýha. Zadní rohy menší, zašpičatělé, vytažené šikmo dolů. Štítek trojúhelníkovitý se zaobleným apexem.

Krovky protáhlé, oválné, nejširší v prostřední části, laterální okraje mírně obloukovité, 2,6x delší než je šířka v humeru. Povrch hustě nepravidelně tečkovaný se 3 viditelnými podlouhlými žebry po celé délce krovek, s řídkým ochlupením.

Samčí kopulační orgány společně s pláštěm kopulačního orgánu bilaterálně symetrické. Poslední zadečkové sternum oválné, opatřené otvorem, apikální část uzavřená, poslední tergum oválné, poslední i předposlední tergum zřetelně od sebe oddělené, sahají do 1/2 sterna.

Bez viditelných světelných orgánů. Samčí kopulační orgány sklerotizované, oválné a podlouhlé, phallobáze do písmene U, ve střední části s mírným vykrojením. Phallus výrazně úzký, stejně dlouhý jak paramery. Paramery robustní, boky mírně vlnité, v apikální části se zužují, zakončené výběžky šikmo vytažené ven proti ose phallus.

Samice vzhledově podobná samcům, odlišuje se kratšími tykadly a zadečkem, který mají samice 7 článkový, samci mají zadečkových článků 8. Zatím nejsou známy samice všech druhů. (Jeng, 1998, 2006).

Rozměry: Délka těla 8 mm, šířka v humeru 2,5 mm, v nejširší části 3,25 mm.

Studovaný materiál: *Cyphonoceru triangulus* Jeng, Yang & Satô 2006, Yunnan 2200-2500 m, 24,57 N, 98,45 E 8-16/5, Gaoligong mts., 1995, Vít Kubáň leg. (MNHN).

Rozšíření: Čína

Rod *Photoctus* McDermott, 1961

Photoctus McDermott, 1964: 144

Type species: *Photoctus boliviae* McDermott, 1961.

Diagnóza: Tykadla jednoduše hřebenitá, větve dlouhé, zploštělé, s ochlupením. Mandibuly zašpičatělé, poměrně malé, pygidium apikálně trojlaločné, phallus i paramery stejně dlouhé.

Popis: Tělo malé velikosti, podlouhlé, paralelní. Hlava svrchu i z boku krytá štítem, oči velké, v blízkosti, průměr oka z bočního pohledu je 1,8x větší než vzdálenost mezi očima. Mandibuly malé a štíhlé, se špičatým apexem, maxilární palpy čtyřčlankové, o něco málo větší než ostatní tři, labiální palpy velmi malé.

Tykadla 11članková, jednoduše hřebenitá, větve 3. – 10. článku zploštělé, chlupaté, 3 – 5 krát větší než je délka článků.

Štít půlkruhovitěho tvaru, 1,8x širší jak delší, zadní úhly zašpičatělé, vytažené dozadu, přední okraj ohnutý směrem nahoru, zadní okraj zvlněný; povrch hustě tečkovaný, ochlupení krátké a řídké; střední část vypouklá, hladká a lesklá, se zřetelnou podélnou rýhou. Štítek se zaobleným apexem.

Krovky 4,7x delší než je šířka v humeru, protáhlé, téměř paralelní; povrch krovek hustě tečkovaný se třemi žebry, viditelnými po celé délce krovek, ochlupení krátké, husté.

Pygidium apikálně trojlaločné. Světelné orgány viditelné, nacházející se na 8. zadečkovém článku. Samčí kopulační orgány kuželovitěho tvaru, phallus i paramery stejně dlouhé, phallus zakřiven vzhůru. Samice neznámá

Rozměry: délka těla 5,8 mm, šířka 2,05 mm.

Rozšíření: Bolívie

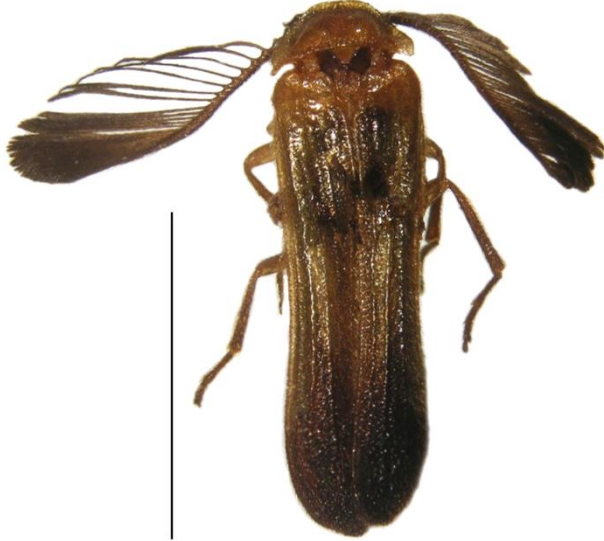
Poznámka: Ke studiu nebyl k dispozici typový exemplář typového druhu *Photoctus boliviae* pro vytvoření fotografií, popis byl vytvořen na základě McDermotta (1961). Studovaný materiálem byl holotyp, *Photoctus boliviae* McDermott, 1961, El Palmar, Chopare, Bolívie, Coll. Luis E. Peña, September 8., 1956.

5.2 Klíč k určení rodů podčeledi Amydetinae

1. Tykadla jednoduše hřebenitá 2
 - Tykadla dvojitě hřebenitá 11
2. Větve tykadel poměrně krátké, maximálně 2x tak dlouhé jak články..... 3
 - Větve tykadel výrazně dlouhé, ploché..... 4
3. Phallobáze tvaru písmene U, asymetrická, paramery kratší než phallus, s dvojicí přívěšků vycházející z apexu paramer..... *Vesta*
 - Phallobáze tvaru písmene V, apex phallobáze přetočený, paramery delší než phallus.....*Scissicauda*
4. Tělo oválného tvaru, krovky nejširší v 1/2 své délky, symetrická phallobáze 5
 - Tělo protáhlé, paralelní, nejširší v bazální nebo apikální části krovek 6
5. Paramery přesahují phallus, zakončené rohy směřující k ose phallu*Cladodes*
 - Phallus a paramery stejně dlouhé, štít se dvěma průsvitnými skvrnami v oblasti očí *Fenestratocladodes*
6. Tykadla přesahují 1/2 délky krovek, phallus kopulačního orgánu převyšuje paramery 7
 - Tykadla nedosahují do 1/2 délky krovek, phallus kopulačního orgánu menší nebo stejně velký jak paramery 9
7. Pygidium trojlaločné, předposlední a poslední tergum zřetelně oddělené, phallobáze kopulačního orgánu nesymetrická, apex paramer zaoblený 8
 - Pygidium čtyřlaločné, bez zřetelného oddělení předposledního a posledního terga, phallobáze symetrická, paramery zakončené rohy směřující k ose phallu *Magnoculus*
8. Tykadla více jak 20 článková, s delším ochlupením, phallus stejně tlustý po celé své délce.....*Amydetes*
 - Tykadla 11článková, kratší ochlupení, apex phallu zúžený *Ethra*
9. Phallus samčího kopulačního orgánu stejně velký jak paramery..... 10
 - Phallus krátký, phallobáze symetrická s mírným vykrojením v prostřední části..... 11
10. Phallus samčího kopulačního orgánu zakřivený vzhůru *Photoctus*
 - Phallus samčího kopulačního orgánu rovný *Ledocas*
11. Apex paramer zašpičatělý, suturální okraje krovek se široce rozchází *Dryptelytra*
 - Apex paramer zaoblený *Dodacles*
12. Větve tykadel štíhlé, delší než články, phallus robustní.....*Psilocladus*
 - Větve tykadel krátké a robustní, phallus tenký *Cyphonocerus*

5.3. Ilustrace hlavních diagnostických znaků

1.



2.



3.



4.



Obr. 1 – 4. Habitus brouka: 1. *Amydetes apicalis*; 2. *Magnoculus decorus*; 3. *Vesta chevrolati*; 4. *Cladodes carinatus*. Měřítko: 5 mm.

5.



6.



7.



8.



Obr. 5 – 8. Habitus brouka: 5. *Fenestratocladodes malleri*; 6. *Ledocas parallelus*. 7. *Dodacles elegans*; 8. *Dryptelytra cayennensis*. Měřítko: 5 mm.

9.



10.



11



12.



Obr. 9 – 12. Habitus brouka: 9. *Psilocladus miltoderus*; 10. *Ethra marginata*; 11. *Lucidota disjuncta*; 12. *Cyphonocerus triangulus*. Měřítko: 5 mm.

13.



14.



15.



16.



17.



18.



19.



20.



21.



22.



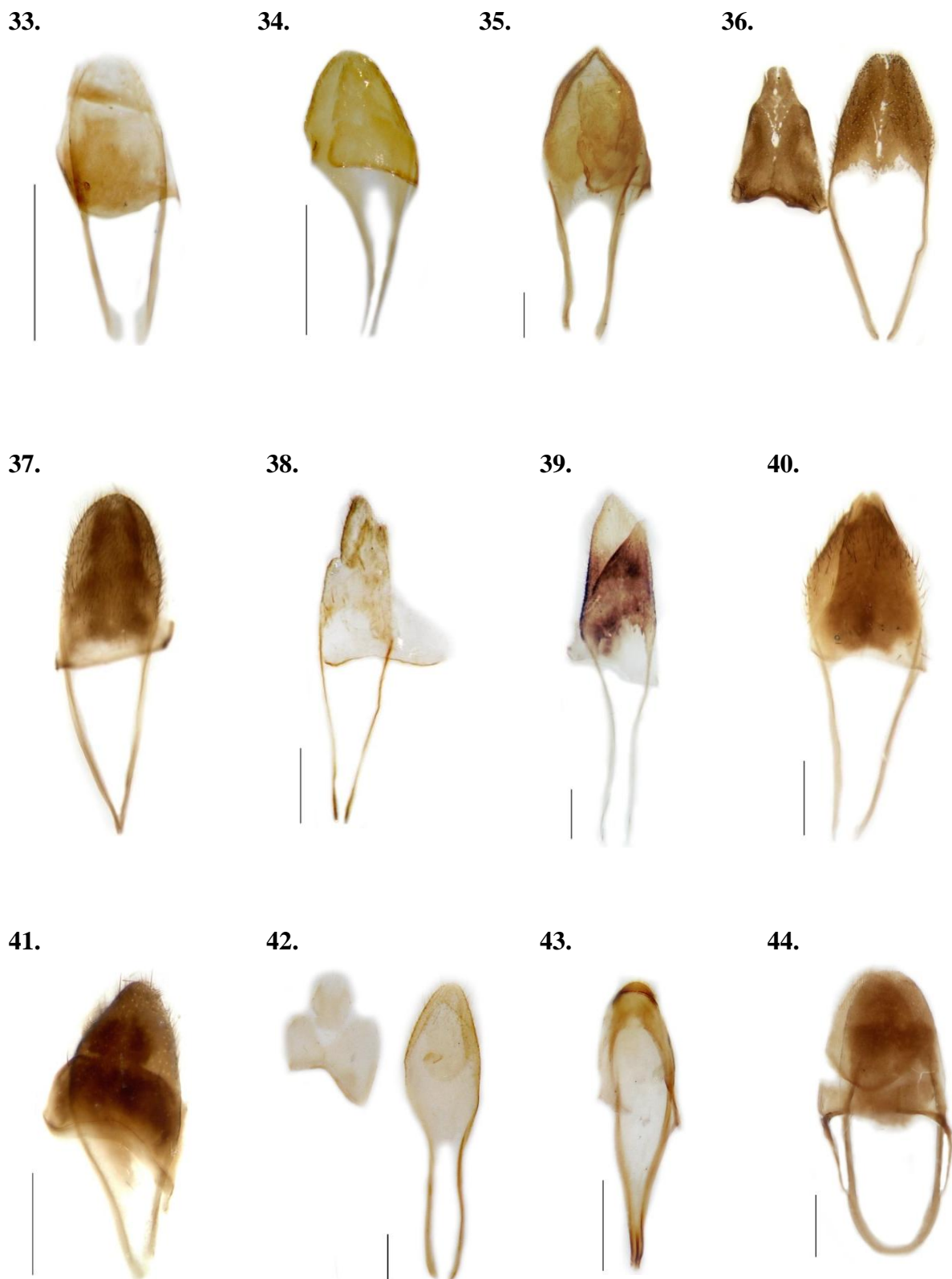
23.



Obr. 13 – 22. Štít: 13. *Amydetes apicalis*; 14. *Magnoculus decorus*; 15. *Vesta chevrolati*; 16. *Fenestratocladodes malleri*; 17. *Ledocas parallelus*; 18. *Dodacles elegans*; 19. *Dryptelytra cayennensis*; 20. *Psilocladus miltoderus*; 21. *Ethra marginata*; 22. *Lucidota disjuncta*; 23. *Cyphonocerus triangulus*. Měřítko: 5 mm.



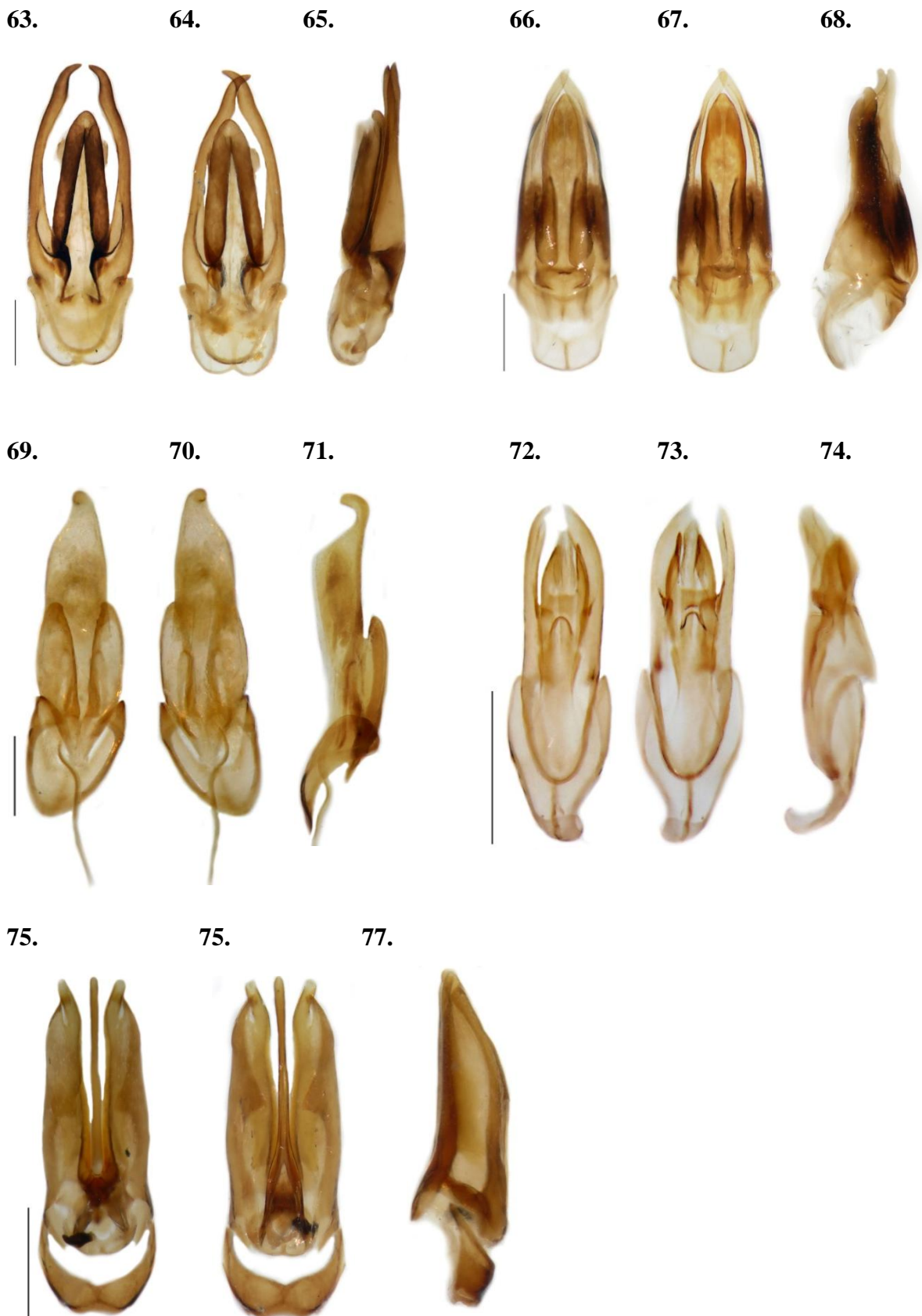
Obr. 23 – 32. Tykadlo: 23. *Amydetes apicalis*; 24. *Magnoculus decorus*; 25. *Vesta chevrolati*; 26. *Ledocas parallelus*; 27. *Dodacles elegans*; 28. *Dryptelytra cayennensis*; 29. *Psilocladus miltoderus*; 30. *Ethra marginata*; 31. *Lucidota disjuncta*; 32. *Cyphonocerus triangulus*. Měřítko: 1 mm.



**Obr. 33 – 44. Plášť samčího kopulačního orgánu: 33. *Amydetes apicalis*; 34. *Magnoculus decorus*; 35. *Vesta chevrolati*; 36. *Cladodes carinatus*; 37. *Fenestratocladodes malleri*; 38. *Ledocas parallelus*; 39. *Dodacles elegans*; 40. *Dryptelytra cayennensis*; 41. *Psilocladus miltoderus*; 42. *Ethra marginata*; 43. *Lucidota disjuncta*; 44. *Cyphonocerus triangulus*.
Měřítko: 0,5 mm.**

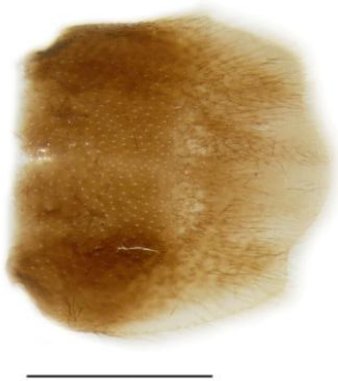


Obr. 45-77. Samčí kopulační orgány z pohledu dorzálního, ventrálního a laterálního. 45 - 47. *Amydetes apicalis*; 48-50. *Magnoculus decorus*; 51-53. *Vesta chevrolati*; 54,55. *Cladodes carinatus*; 56,57. *Fenestratocladodes malleri* 58,59. *Ledocas parallelus*; 60-62. *Dodacles elegant*. Měřítko: 0,5 mm.



Obr. 63-77. Samčí kopulační orgány z pohledu dorzálního, ventrálního a laterálního. 63-65. *Dryptelytra cayennensis*; 66-68. *Psilocladus miltoderus*; 69-71. *Ethra marginata*; 72-74. *Lucidota disjuncta*; 75-77. *Cyphonocerus triangulus*. Měřítko: 0,5 mm.

78.



79.



80.



81.



82.



83.



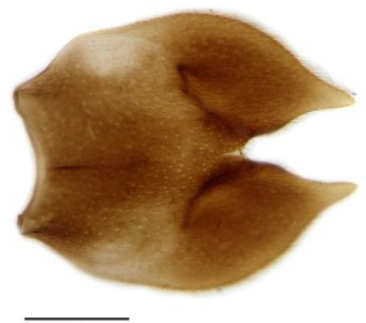
84.



85.



86.



Obr. 78-86. Pygidium. 78. *Amydetes apicalis*; 79. *Magnoculus decorus*; 80. *Vesta chevrolati*; 81. *Fenestratocladodes malleri*; 82. *Ledocas parallelus*; 83. *Dodacles elegant*; 84. *Psilocladus miltoderus*; 85. *Ethra marginata*; 86. *Lucidota disjuncta*. Měřítko: 0,5mm.

6 DISKUZE

Systematikou čeledi Lampyridae se zabývá řada publikací. Čeď byla dlouho řazena ke cantharoidním broukům (Crowson, 1972), ale později se ukázalo, že Cantharoidea nejsou monofyletickou skupinou. V poslední době byla publikována řada prací zaměřující se nejen na příbuzenské vztahy, ale také na evoluci neotenie, bioluminiscence u vantharoidních brouků. I přes množství publikovaných prací jsou vztahy uvnitř čeledi i k čeledi Lampyridae v rámci nadčeledi Elateroidea stále nevyřešené, ostatně není vyřešeno ani definitivní složení některých podčeledí uvnitř Lampyridae. S rostoucími možnostmi počítačového zpracování jsou kromě rozsáhlých analýz morfologických znaků dnes publikovány zejména analýzy molekulárních dat.

Podčeď Amydetinae byla od svého založení monotypickou až do doby, kdy McDermott (1964) publikoval monografii světluškovitých brouků. K rodu *Amydetes* přiřadil další rody a snížil status podčeledi na tribus Amydetini v rámci podčeledi Lampyrinae. O dva roky později McDermott (1966) zvýšil status Amydetinae zpět na úroveň podčeledi, což bylo podpořeno nedávnými výsledky, kde fylogenetická analýza založená na sekvencích genu luciferázy vyřadila rod *Amydetes* z podčeledi Lampyrinae a podpořila podčeď Amydetinae jako nezávislou větev (Viviani, 2011). Ke stejným výsledkům dospěl i Amaral (2014).

Moderní koncepci podčeledi Amydetinae stanovil Crowson (1972), jež ji charakterizoval jako skupinu mající tykadla s více než 14 články, jejich větvení je jednoduché, oči jsou od sebe široce oddělené, samčí kopulační orgány spíše krátké, s převážně symetrickou phallobází, světelné orgány zaujímají téměř vždy předposlední a poslední zadečkové sternum. Tato charakteristika odpovídá zejména rodu *Amydetes*, přičemž se ne všechny znaky vyskytují u všech rodů podčeledi. Crowson (1972) z podčeledi Amydetinae vyřadil rod *Cyphonocerus*, jehož tykadla se skládají z 11 článků (11článeková tykadla nalezneme také u ostatních rodů této podčeledi vyjma rodu *Amydetes*), ovšem tykadla rodu *Cyphonocerus* jsou dvojitě hřebenitá, kopulační orgány podlouhlé a paramery nejméně dvakrát tak dlouhé jak šířka phallobáze, která je symetrická. Na základě tohoto rodu byla popsána podčeď Cyphonocerinae, do které byly později transferovány další rody s dvojitě hřebenitými tykadly: *Psilocladus* a *Pollaclasis*. Postavení podčeledi Cyphonocerinae se v klasifikacích různých autorů obvykle lišilo. Někteří autoři považují Cyphonocerinae jako součást podčeledi Psilocladinae (Jeng et al., 1998, Bouchard, 2011), kdežto Jeng (2008) tyto skupiny považoval za samostatné podčeledi. *Cyphonocerus* i *Psilocladus* sdílí kromě dvojitě hřebenitých tykadel i symetrickou phallobázi kopulačních orgánů, rozdílné jsou ovšem paramery i tloušťka phallu,

pláště kopulačních orgánů i tvar štítu. Protože utváření tykadel vykazuje homoplasies napříč různými řády hmyzu, nelze pouze na základě tykadel předpokládat blízkou příbuznost těchto rodů, jak bylo původně interpretováno. Naopak, je pravděpodobné, že se jedná o dvě nezávislé linie, jak navrhol Jeng (2008). Zatímco Psilocladinae je tedy monotypickou podčeledí, do podčeledi Cyphonocerinae řadí i rod *Pollaclasis* (některými autory považovány za synonyma), který sdílí stejné znaky na kopulačních orgánech.

Ostatní rody v rámci podčeledi Amydetinae jako *Ethra*, *Scissicauda* a *Photoctus* byly řazené do tribu Psilocladina pravděpodobně na základě štíhlých tykadel. Větve tykadel výše zmíněných rodů jsou delší, ploché a ochlupené oproti tykadlům ostatních druhů v rámci diskutovaného tribu, odlišují se i asymetrickou phallobází tvaru písmene V, která je pro rody *Ethra* a *Scissicauda* ze všech zkoumaných rodů jedinečná. Phallobáze rodu *Photoctus* je zatím neznámá, v práci McDermotta (1961) nebyla nepopsána. Morfologie kopulačních orgánů vylučuje zařazení do Jengových (2008) podčeledi Cyphonocerinae nebo Psilocladinae. Ke stanovení pozice těchto rodů, jakož i umístění v podčeledi Amydetinae je potřeba dalších studií. Rody sdílí podobné znaky na tykadlech, mají téměř stejný tvar štítu, podobné jsou si i v plášti samčího kopulačního orgánu. Může se tedy jednat o rody blízké příbuzné.

Rody tribu Vestina mají tělo úzce až široce oválné, tykadla jednoduše hřebenitá, větve široké, ploché a vzhledem k velikosti článku tykadel i značně dlouhé (vyjma rodu *Vesta*). Rody *Cladodes*, *Fenestratoctodes*, *Dodacles*, *Ledocas* a *Dryptelytra* sdílejí jisté společné znaky také na samčích kopulačních orgánech (symetrická phallobáze, úzké, dlouhé paramery), mají téměř shodný tvar pygydia a mohou tak tvořit linii. *Vesta* se odlišuje asymetrickou phallobází, paramery s přídatnými přívěsky, tykadly s kratšími větvemi, proto je Jengovo (2008) oddělení rodu *Vesta* od linie *Cladodes-Ledocas-Dodacles-Fenestratoctodes* pochopitelné.

Vzhledově podobné rody *Amydetes* a *Magnoculus* vykazují odlišné znaky na samčích kopulačních orgánech. Dále jsou pro rod *Amydetes* typická tykadla s velkým množstvím článků (20 – 40 článků).

McDermott (1964) charakterizoval Amydetini (v té době měla status tribu) jako skupinu s hřebenitými tykadly, které se vyskytují u všech zkoumaných rodů, jež jsou v některých případech i dvojité hřebenitá. Samčí kopulační orgány mají většinou oválný tvar, jsou nejméně 2x tak delší než je šířka phallobáze, phallus může být úzký i široký, kratší i delší než paramery. Jeng (2008) ostatní rody přesunul do podčeledi Lampyrinae, čímž se podčeď Amydetinae stala monotypickou. Na základě zkoumaných morfologických znaků zatím v této práci neprovádím nomenklatorické změny. Jeng (2008) provedl komplexní fylogenetickou

analýzu, jež potvrdila, že podčeď Cyphonocerinae je nezávislou větví Lampyridae, koncepce podčeďi Amydetinae sensu McDermott (1966) ale nebyla potvrzena, naopak jeho analýzy ukázaly Psilocladinae a Amydetinae jako nezávislé větve v rámci Lampyridae.

Příbuzností jednotlivých rodů v rámci podčeďi Amydetinae se v poslední době zabývalo mnoho autorů. Výsledky analýzy morfologických znaků (Branham & Wenzel, 2001) ukázaly, že rod *Psilocladus* je jednou z nejbazálnějších větví světluškovitých, kdežto rody *Vesta* a *Cladodes* patřily k terminálním liniím. Constantine (2011) v revizi rod *Magnoculus* umístil do blízkosti rodu *Amydetes*. Co se týče vztahu Amydetinae k ostatním podčeďím v rámci Lampyridae, analýzy různých autorů mají odlišné výsledky v závislosti na rodech, jež byly do těchto analýz zařazeny. Výsledky morfologických analýz (Branham & Wenzel, 2001) podporovaly blízkou příbuznost Amydetinae (zde byly zařazeny rody *Cladodes*, *Vesta*) + Lampyrinae s Photurinae. Dle Bocákové et al. (2007) jsou Amydetinae (*Vesta*) sesterskou skupinou s Lampyrinae. Amaral (2014) zpracoval fylogenetickou analýzu světélkujících brouků využívající sekvence dvou genů, mitochondriálního NADH2 a jaderného genu 28S. Výsledky těchto analýz byly mírně odlišné. S využitím Bayensiánské analýzy, využití kritéria maximální parsimonie (MP) a metody neighbor-joining (NJ) potvrdili podčeď Amydetinae jako sesterskou skupinu Luciolinae, případně Photurinae. Výsledné příbuzenské vztahy ukázaly příbuznost větve Amydetinae + Lampyrinae + Photurinae s Luciolinae. V poslední publikované analýze elateroidních brouků (Amaral, 2014) nebyl zařazen rod *Vesta*, takže výsledky s analýzou Bocákové et al. (2007) lze obtížně porovnávat.

7 VYUŽITÍ SVĚTLUŠEK VE VÝUCE

7.1 Světlušky v učivu přírodopisu na 2. stupni ZŠ

Světlušky jsou v učebních osnovách zařazené do přírodopisu v 6. ročníku ZŠ jako součást velké skupiny hmyzu, podskupiny brouků. Dle obsahu studovaných učebnic přírodopisu nakladatelství Fraus (Čabradová a kol., 2003), SPN (Černík a kol., 2007) a příslušných časově tematických plánů je doporučená časová dotace na skupinu brouků 2 vyučovací hodiny. Samozřejmě se počet hodin může individuálně lišit, v závislosti na školním vzdělávacím programu. Obsahově učivo odpovídá očekávaným výstupům dle RVP ZV (2013), kdy mají žáci poznat vnější a vnitřní stavbu brouků (hmyzu) a porovnat je s jinými živočichy, vysvětlit funkci jednotlivých orgánů, určit a zařadit vybrané živočichy do hlavních taxonomických skupin, na základě pozorování odvodit základní projevy chování živočichů v přírodě, uvědomit si význam živočichů v přírodě i pro člověka.

Obecná charakteristika hmyzu, vnější i vnitřní stavba je demonstrována na žákům dobře známé včele (nebo roháči v učebnici od nakladatelství Fraus). Učivo o broucích je převážně zaměřeno na charakteristiku nejznámějších druhů české fauny. Kromě popisu těl se žáci seznámí i s prostředím, ve kterém se brouci vyskytují, čím se živí a jaký je jejich význam v přírodě. Informace o světluškách jsou uvedeny v novějším vydání učebnice přírodopisu pro 6. ročník SPN v postranní liště, která obecně slouží k doplnění informací o příslušném tématu, zatímco ve starším vydání jsou uváděny v hlavním textu, podobně jako v nové verzi učebnice Přírodopisu 6 od nakladatelství Fraus. Je možné, ať už z nedostatku času či umístěním právě mimo hlavní text, že žáci nebudou se světluškami seznámeni.

Ačkoliv informace o světluškách jsou v učebnicích pouze povrchní, jejich využití ve výuce je pestré. Formou pracovních listů si žáci mohou zopakovat základní poznatky o broucích, které získali během vyučovací hodiny, navíc se dozvědí důležité a zajímavé informace o světluškách. Při laboratorním pokusu zábavnou formou pochopí, jakým způsobem vzniká světlo uvnitř jejich těl.

7.2 Přehled vlastních návrhů

6.2.1 Pokus - výroba studeného světla

Postupů, jak lze pomocí reakce chemických látek vyrobit v laboratoři studené světlo je velké množství. Podrobný návod nám dává např. O. Šimůnek ve své práci Chemiluniscence

(2007). Jako základ využívá chemickou látku zvanou luminol, se kterou se žáci mohou setkat také v kriminálkách, neboť je to právě ta látka, díky které se určuje přítomnost krve na místech činu. Studené světlo vzniká smíchání dvou předem připravených roztoků. Velice efektivní je slévání roztoků do skleněné spirály. Výsledné světlo světla modré barvy lze přidáním určité látky obarvit, např. s fluoresceinem získáme světlo žluté, rhodamin nám obarví světlo na červenou až fialovou barvu, eosin zase na oranžou.

Požizovací cena luminolu je ovšem vysoká, 5 g luminolu se pohybuje kolem 1 200 Kč. Také se při experimentu manipuluje s chemickými látkami, které jsou zdraví škodlivé a dráždivé a řada učitelů přírodopisu by kvůli tomu experiment nechtěla provádět. Proto uvádím jiný postup tvorby studeného světla s využitím bezpečnějšího a dostupnějšího materiálu.

Velice jednoduše lze demonstrovat chemiluminiscenci s využitím svítících tyčinek. Jsou dostupné v rybářských potřebách, outdoorových obchodech, v obchodech se zábavnými předměty nebo i v drogerii. Žáci se s nimi mohou setkat také na poutích ve formě svítících náramků či brýlí. Každá taková tyčinka v sobě obsahuje dvě kapaliny a fluorescenční barvivo. Aby nedošlo k chemické reakci dříve, než bude potřeba, jsou tyto kapaliny od sebe navzájem oddělené. Vnější plastová tyčinka je vyplněna směsí peroxidu vodíku a organického rozpouštědla. Uvnitř pak nalezneme skleněnou ampuli, která obsahuje druhou látku – v běžně dostupné svítící tyčince se jedná o směs organického rozpouštědla, esteru kyseliny šťavelové a barviva. Rozbitím skleněné ampule dojde ke smíchání obou látek, které způsobí chemickou reakci s výsledným studeným světlem.

Výroba studeného světla

Teorie: Jednou z nejpozoruhodnějších vlastností světlušek je bezesporu bioluminiscence. Jde o speciální typ chemiluminiscence, kdy v živých buňkách a tkáních dochází k biochemické reakci v důsledku přítomnosti látek luciferinu a luciferázy. Látka luciferin, na kterou se váže enzym luciferáza, se za přítomnosti kyslíku oxiduje na oxiluciferin. V průběhu této reakce pak dochází k uvolňování světla. Pokud budeme mít možnost dotknout se svítící světlušky, zjistíme, že oproti žárovce nevydává téměř žádné teplo. Z tohoto důvodu nazýváme vyprodukované světlo studeným světlem. Schopnost vytvářet vlastní světlo ovšem nemají jen světlušky, ale také další organismy. Nejvíce svítících organismů můžeme spatřit v mořích, na

souši kromě hmyzu září např. i dřevokazná houba Václavka obecná napadající ztrouchnivělé dřevo, přičemž jej svými vlákny dokáže rozsvítit.

Úkol: Pomocí chemických látek uvnitř světelné tyčinky vytvoř studené světlo.

Pomůcky: Dostatečné množství svítících tyčinek, ochranné gumové rukavice, tři kádinky, ostrý nožik.

Postup: Před získáním chemických látek z tyčinek se doporučuje použít gumové rukavice k ochraně rukou před případnými střepy a nežádoucí reakcí. S pomocí nožíku rozřízneme plastovou tyčinku, z níž vyjmeme skleněnou ampulku. Do jedné kádinky vylijeme kapalinu z tyčinky, do druhé kádinky nalijeme druhou látku obsaženou ve skleněné ampuli. Obě kapaliny ve tmavé místnosti slijeme dohromady.

Závěr: Po smíchání obou tekutin můžeme pozorovat emitované světlo.

Poznámka: Během tohoto pokusu můžeme nechat rozsvícenou lampičku s klasickou žárovkou ve vedlejší místnosti (kabinetu) nebo jej nechat v učebně, kde provádíme pokus a překrýt tmavou látkou. Žáci na konci pokusu mohou vlastní rukou vyzkoušet, které světlo vyzařuje více tepla a které je naopak „studené“.

Bezpečnost: Kapaliny nejsou toxické ani hořlavé. Hrozí nebezpečí poranění při manipulaci se skleněnou ampulí. Tento pokus mohou žáci provádět i sami, záleží na jejich schopnostech a dovednostech.

6.2.2 Pozorování larvy světlušky

Podle učebních osnov a časově tematického plánu se vyučuje skupina brouků v dubnu. Protože se dospělé světlušky vyskytují v České republice pouze od června do srpna v období letních prázdnin, pozorování jejich chování, ať už v přírodě či v laboratořích, nelze realizovat. V této době lze na vlhkých stanovištích blízko vod, okolí polí nalézt larvy těchto brouků, které také vyzařují světlo ze svého těla. Jsou tak dobrým předmětem pozorování.

Teorie: Larvy oproti dospělcům žijí dlouho, některé až tři roky. Jsou dravé, živí se slimáky, žížaly či jinými drobnými živočichy. Během svého života se několikrát svlékne, podobně jako hadi či pavouci, aby mohly povyrůst. Stádium larvy končí zakuklením. Larva, podobně jako dospělé světlušky, také světélkuje. Velikost se pohybuje od 12 – 20 mm dle druhu světlušky.

Poznámka:

Chycené larvy světlušek můžeme využít také k dlouhodobějšímu pozorování. Larvy umístíme do dostatečně velkého akvária, které bude svrchu zakryté sítkou s vhodným substrátem a přírodním materiálem (kameny, starší dřevo,...). Spolu s larvami do akvária vložíme i další drobnéživočichy – slimáky, žížaly, červy, bobule, listy, rostlinky apod. Po dobu několika dnů můžeme pozorovat a zaznamenávat, co larva pozřela a vyvodit, čím se v přírodě živí, jestli preferuje vlhčí prostředí apod.

Pozorování larvy světlušky	
Úkol:	Pozoruj larvu světlušky
Pomůcky:	larva světlušky, lupa, bílý papír
Postup:	Opatrně polož larvu na papír. Po zatažení rolet sleduj, jak bude larva reagovat na změnu osvětlení. Co se stane, pokud se dotkneš larvy? Po rozsvícení světel opatrně otoč larvu a pokus se zakreslit umístění světelných orgánů. S pomocí lupy zkoumej místo, odkud larva vyzařuje světlo.
Nákres larvy světlušky:	
Závěr:	Zkoumali jsme _____. Světelné orgány jsou umístěné _____, jsou ve tvaru _____. Ve tmě larvy _____, pokud se jich dotkneme _____. Lze/ nelze pozorovat světelné orgány, i když larva nesvítí.

6.2.3 Pracovní list

Při předkládání pracovního listu se počítá s určitými znalostmi o hmyzu (broucích), které žáci získali v předchozích vyučovacích hodinách. Informace, které nejsou uvedené v žádné ze zkoumaných učebnic, jsou součástí pracovního listu.

Metodický list k pracovnímu listu č. 1

Předmět: Přírodopis

Téma: Brouci

Cíle:

- žák si zopakuje a upevní své znalosti o hmyzu
- žák popíše základní části těla brouka
- žák správně seřadí vývojový cyklus světlušky jako hmyzu s proměnou dokonalou
- vyjmenuje škodlivé, ohrožené či pro člověka prospěšné brouky

Časová dotace: 15 – 20 minut na vyplnění, 5 – 10 minut kontrola

Pomůcky: Pracovní list č. 1 dle počtu žáků, tužka

V prvním pracovním listu si žáci zábavnou formou zopakují učivo o hmyzu a broucích. Konstruován je na základě informací z učebnic, které jsou nejčastěji užívané na základních školách. Zvolené typy úloh jsou přiměřené věku žáků. Využití tohoto listu může být různé, lze jej použít v hodině při procvičování učiva nebo jako domácí úkol.

Klíč k pracovnímu listu č. 1:

1. Mezi hmyz s proměnou dokonalou řadíme: čmeláka zemního, mravence lesního, babočku admirál, roháře obecného, mouchu domácí
2. Vývin hmyzu: vajíčko, larva, kukla, dospělec
3. Popis - /
4. škůdci (mandelinka, lýkožrout), užiteční (hrobařící, střevlíci), chránění (roháč obecný, krajník hnědý)
5. křížovka: 1. šest, 2. krovky, 3. lupa, 4. svítí, 5. brouků (resp. brouci), 6. roj, 7. roháč, 8. chitin, 9. vosk, 10. kukla, 11. slunéčko. **Tajenka:** svatojánské (hojně se vyskytují na svátek svatého Jana – 24. června)

pranostiky: Když světluška rozsvítí svou lampu, vzduch je vždycky vlhký.

Světlušky létají, když je vlhko.

Když svatojánská muška pěkně se leskne a svítí, bude počasí pěkné a můžeme do přírody na tanec jít. Není-li ji však do svatého Jana vidět, budeme v chladnu a dešti doma sedět.

Metodický list k pracovnímu listu č. 2

Předmět: Přírodopis

Téma: Brouci

Cíle:

- žák popíše rozdíl mezi samicí a samcem světlušek v ČR
- žák chápe pojem pohlavní dimorfismus
- žák se blíže seznámí se světluškami vyskytující se u nás
- žák využije znalostí z českého jazyka a matematiky
- dle slovního popisu určí, o jaký typ světlušky se jedná

Časová dotace: 15 – 20 minut na vyplnění, 10 minut kontrola + diskuze

Pomůcky: Pracovní list č. 2 dle počtu žáků, pravítko

Mezipředmětové vztahy: matematika, český jazyk

Druhý pracovní list přináší nové informace o světluškách, které mohou žáci v přírodě pozorovat. Je konstruovaný tak, aby se propojily určité znalosti a dovednosti i z jiných předmětů a žáci se více zamysleli při řešení.

Klíč k pracovnímu listu č. 2:

1. Vlastnosti dospělých jedinců:

- a) samec - tělo svrchu kryté krovkami, 3 páry končetin, létají pomalu, hlava shora kryta chitínovým pláštěm
- b) samice- vzhledově připomíná larvu, 3 páry končetin, redukovaná křídla, hlava shora kryta chitínovým pláštěm

2. vajíčko (12 mm = 4 týdny), larva (96 mm = 32 týdnů -> 8 měsíců), kukla (9 mm = 3 týdny), dospělec (6 mm= 2 týdny => 14 dní)

3. světluška větší – samec obr. 4, samice obr. 1
světluška menší – samec obr. 5, samice obr. 2
světluška krátkokřídlá – samec obr. 3
4. V úryvku je popsáno, jak se dospělé světlušky chystají na zimu, ktrou celou prospí a probouzí se na jaře, ovšem dospělé světlušky většinou umírají na konci léta.
5. Osmisměrka: Tajenka **Karafiát** (autor knihy: Broučci pro malé a velké děti)

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

6. Otázka k zamyšlení – umělé osvětlení (zahrad, městské) „ruší“ světlušky při páření, způsob hospodaření (pesticidy,...), vysoušení mokrých stanovišť, nadměrné sekání, znehodnocení půd, ve kterých žijí živočichové, jimiž se larvy světlušek živí apod.

Zdroje obrázků a informací:

Obrázky v pracovním listu byly použité se souhlasem autorů:

samec a samička světlušky větší (obr. 2,5): „Stanislav Krejčík, www.meloidae.com“

samec a samička světlušky menší (obr. 1,4): „Lech Borowiec, www.colpolon.biol.uni.wroc.pl/index.htm“.

samec světlušky krátkokřídlé (obr. 3): „Gábor Keresztes, xespok.net/coleoptera/main.php“.

Autorka kreslené světlušky: Markéta Stejskalová, dle fotografií Alexe Wilda, www.alexanderwild.com. (fotografie upravená tak, aby bylo možné popsat všechny části těla světlušky)

Kreslený obrázek samce a samičky převzato z učebnice přírodopisu: *Přírodopis 6: zoologie a botanika pro základní školy* (Černík a kol., 2007).

Popis evropských světlušek dle Karla Húrky (2005): *Brouci České a Slovenské republiky*.

Pracovní list č. 1

1. Vyber a podtrhni správnou odpověď:

Světlušky řadíme mezi hmyz s proměnou dokonalou, kam řadíme také:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| a) čmelák zemní | e) babočka admirál |
| b) saranče čárkovaná | f) kněžice pospolitá |
| c) mravenec lesní | g) roháč obecný |
| d) ruměnice pospolná | h) moucha domácí |

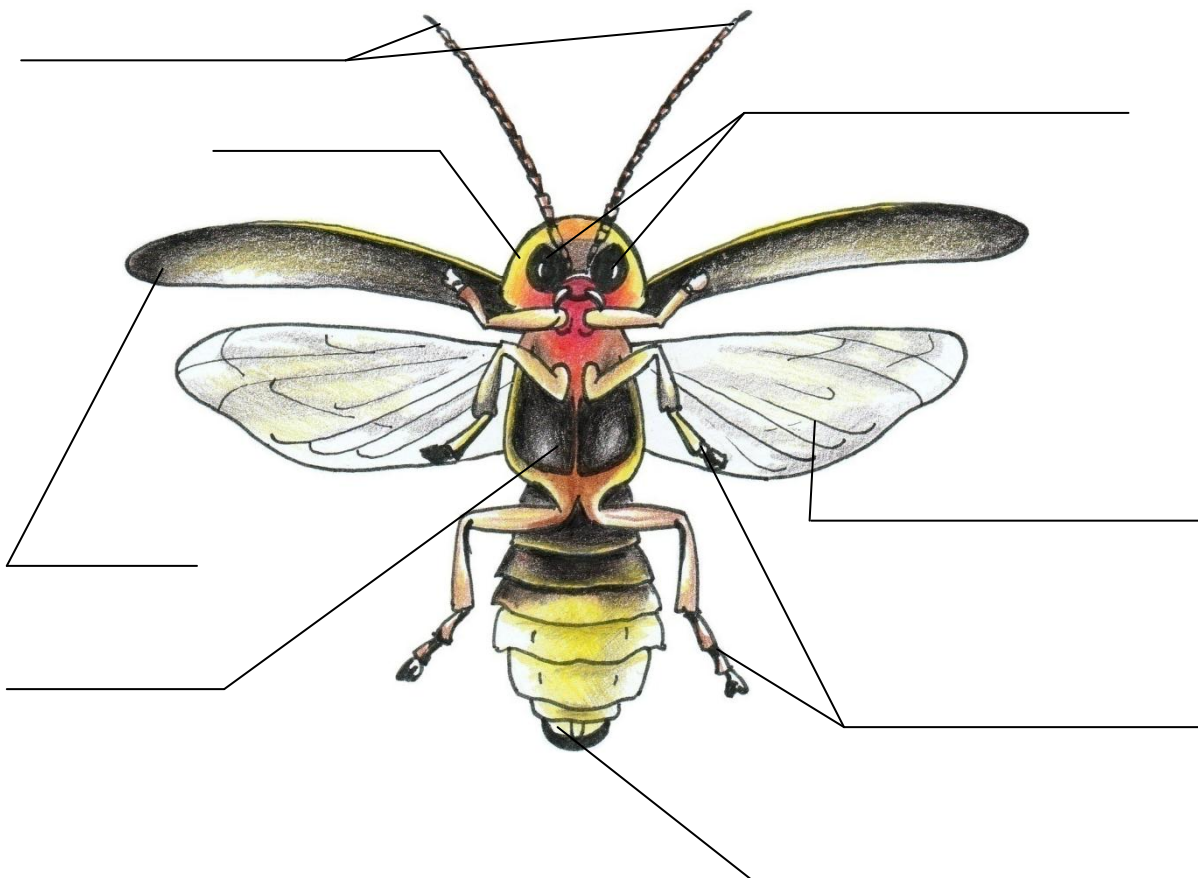
2. Seřad' vývin hmyzu s proměnou dokonalou vzestupně:

dospělec, vajíčko, kukla, larva

_____ , _____ , _____ , _____

3. Popiš jednotlivé části světlušky:

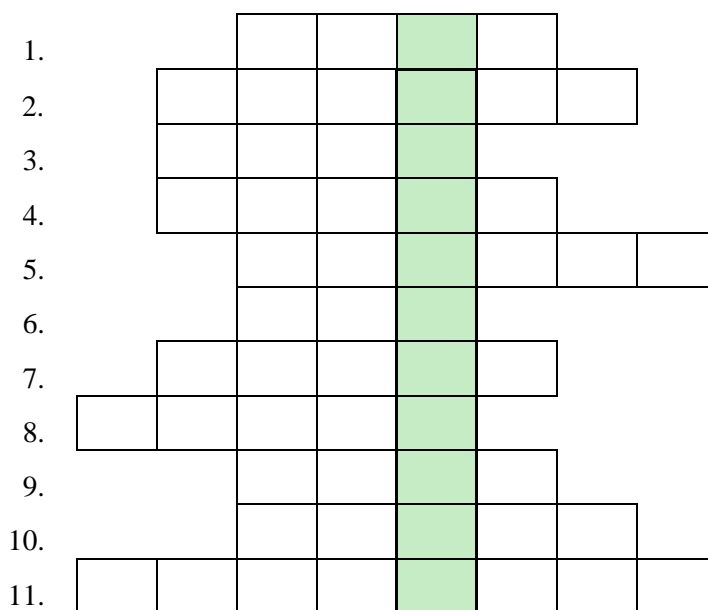
(blanitá křídla, článkované nohy, hrud', krovky, složené oči, hlava, tykadla, zadeček)



4. Napiš alespoň dva brouky, kteří jsou:

- a) škůdci _____, _____.
- b) užiteční _____, _____.
- c) chránění _____, _____.

5. Vylušti tajenku



- 1. počet nohou světlušek
- 2. první pár křídel je u brouků přeměn v
- 3. kulatý nástroj užívaný v laboratořích k pozorování malých objektů
- 4. světlušky jsou známé proto, že
- 5. světlušky patří do řádu (nápopěda: hmyz je třída)
- 6. seskupení hmyzu
- 7. náš největší brouk
- 8. organická látka hmyzu tvořící vnější kostru
- 9. produkt včel
- 10. stadium, které chybí u hmyzu s proměnou dokonalou
- 11. jméno brouka s typickými tečkami na krovkách

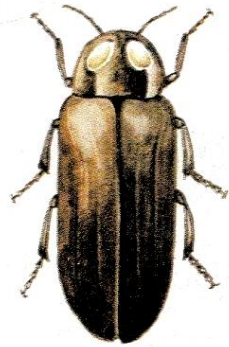
Světlušky zná česká populace také jako (tajenka) mušky/broučky. Toto pojmenování dostali podle osoby, která slaví svůj svátek v době největšího výskytu světlušek. Podle jaké osoby získali svoji přezdívku a který den máme na mysli? (můžeš použít kalendář či diář)

Poznámka: Za domácí úkol mohou žáci na internetu vyhledat pranostiku, která se váže k tomuto dni a světluškám.

Pracovní list č. 2

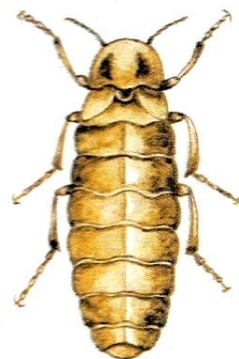
1. Pohlavní dimorfismus

Některé světlušky se vyznačují tzv. pohlavní dvojtvárností, kdy se dospělci, v rámci jednoho druhu, od sebe vzhledově odlišují (podobně jako např. kohout a slepice). Z pravého sloupečku vyber a dle obrázku přiřaď vlastnosti dospělého samce a samečky světlušky.



samec

- vzhledově připomíná larvu
- tělo svrchu kryté krovkami
- 3 páry končetin
- redukovaná křídla
- hlava shora kryta chitinovým pláštěm
- létají pomalu



samička

2. Životní cyklus světlušek

Na ose jsou zaznačená jednotlivá vývojová stádia světlušky (barevně od sebe odlišená). Pomocí pravítka zjisti, jak dlouho jednotlivá stádia trvají. Naměřené hodnoty doplň do textu (6 mm = 2 týdny).



Životní cyklus světlušek

Samička při kladení vajíček preferuje vlhká místa, většinou jsou ukládána na povrch země nebo do nízké vegetace poblíž vod. Po _____ týdnech se vylíhne larva, obvykle ke konci léta (srpen). Larvy jsou dravé, loví slimáky, červy nebo hmyz a vytváří si zásoby na zimu, kterou přečkávají v půdě. Larvální stádium je různě dlouhé, obvykle trvá _____ měsíců, ale může trvat až tři roky. Na konci května se larvy zakuklí. Většinou kuklí na povrchu země, kde si vytvoří komůrky z bahna, nebo se zavrtávají do země. V této fázi vydrží _____ týdnů. Dospělí jedinci žijí velice krátce. Můžeme je pozorovat v letním období od června do srpna, přičemž se dožívají pouze _____ dní. Na konci srpna/září

3. Poznej naše světlušky

Dle popisu poznej, o jaký druh světlušky se jedná.

	Světluška větší (<i>Lampyris noctiluca</i>)	Světluška menší (<i>Lamprohiza splendidula</i>)	Světluška krátkokřídlá (<i>Phosphaenus hemipterus</i>)
samec	<ul style="list-style-type: none"> okřídlený 10 – 12 mm velký tělo ploché většinou celý hnědě zbarvený světelné orgány na 7. zadečkovém článku 	<ul style="list-style-type: none"> okřídlený 8-10 mm velký velké oči štít se 2 prosvítajícími skvrnami nad očima světelné orgány na 5. - 6. zadečkové článku 	<ul style="list-style-type: none"> 6 - 8 mm velice zkrácené krovky a křídla malé a široce oddělené oči
samice	<ul style="list-style-type: none"> 15 -20 mm velká bez krovek a křídel více světelných orgánů jak samec 	<ul style="list-style-type: none"> 10 mm velká bez krovek a křídel variabilně umístěné světelné orgány 	<ul style="list-style-type: none"> detailní popis neznámý



4. Světlušky v pohádce

Jeden český spisovatel napsal pohádku pro děti s názvem Broučci: pro malé i velké děti roku 1876, která sloužila také jako předloha k večerníčku. Hlavními postavami jsou broučci, kteří každý večer létají svítit lidem. Uhádneš z úryvku, v čem se pohádka odlišuje od reálného života dospělých světlušek?

„A byl podzim. Světla ubývalo a zimy přibývalo, a tak tatínek, že už nikam nepoletí. Jenom že se u Janinky všichni sejdou. A sešli se, všech deset broučků i s tatínkem a s maminkou, a ti z roští také všichni. A seděli kolem kamen, jedli a pili...
...“Nu, broučci, kdypak vy poletíte?“ ptala se Janinka. – „Ó, už brzy, vidíte, tatínku!“ – I snad, dali Pán Bůh, po příštím svatém Janě.“...
...Ještě se pomodlili, a ti z roští spěchali po dub, ti zpod jalovce Janince na zimu všecko snášeli a rovnali, už to měli, dali pac a pusu. A už leželi a už spali a spali a spali. Dobře se jim to spalo...
...A bylo jaro. Všecko, všecko kvetlo, a ty včely tolik bzučely, a ta tráva byla taková veliká, a ta rosa jako granáty, a ti ptáčci tolik zpívali a ti cvrčci – ale ti se něco nacvrčeli! A broučci už neměli stání.“

Úryvek převzat z knížky: *Broučci pro malé a velké děti* (1989)

5. Osmisměrka

Čím se proslavil muž, jehož jméno zjistíš v tajence?

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

almara	jasan	rosa
broučci	kamna	sedm
čeládka	kmotříčka	skutek
dcera	kouř	světluška
chaloupka	med	Trnka
Janinka	noc	vřes
jaro	peří	žluna

6. Otázka k zamyšlení

V dřívějších dobách lidé za letních nocí pozorovali celé roje létajících světlušek. Svým zářením přitahovali k sobě opačné pohlaví, aby se mohli spářit a přivést na svět potomstvo. Proč v dnešní době vidáme světlušky v okolí velkých sídlišť nebo na velkých polích pouze výjimečně nebo je nevidíme vůbec?

ZÁVĚR

Světlušky patří k dobře známé skupině bioluminiscentních organismů. Díky celosvětovému výskytu v suchozemském prostředí a nápadnému světélkování ve večerních hodinách se dostali do povědomí nejen vědcům, ale i obyčejným lidem. Proto se světlušky staly námětem mnoha písní, básní a povídek. Brouci čeledi Lampyridae nejsou inspirací jen pro básníky či spisovatele. Díky bioluminiscenci, respektive látkám emitující světlo, se zvýšil zájem o tyto brouky i ze strany vědců. Čím dál častěji se bioluminiscence využívá v potravinářském průmyslu k indikaci bakterií, v biologických výzkumech k určení senzitivity na antibiotika, k detekci toxických látek a těžkých kovů apod. Inspirací pro vědce je i samotná stavba světelných orgánů a účinnost vyzařovaného světla, jež je extrémně vysoká. Se všestranným využitím jsou světlušky pro nás i životní prostředí důležité a není vyloučené, že nám toho mohou ještě hodně co nabídnout.

Podčeď Amydetinae je málo známá skupina světluškovitých brouků, vyskytující se v neotropické a palearktické oblasti. Byla založena jako monotypická a od té doby došlo k přidání rodů převážně na základě vnější morfologie. V nejnovější fylogenetické analýze Jeng (2008) přeřadil některé rody do největší podčeledi Lampyrinae, další rody tvořily samostatné podčeledě a Amydetinae se stala opět podčeledí s jediným rodem. Ovšem tato práce zatím nebyla publikována a nadále je přejímána McDermottova (1966) nebo Crowsonova (1972) koncepce podčeledi Amydetinae.

Rody podčeledi Amydetinae byly charakterizovány na základě hřebenitých tykadel, jež mohly být i dvojité hřebenité, přičemž rody s dvojitě hřebenitými tykadly byly z podčeledi vzápětí vyřazeny. Tělo brouků je většinou oválného až eliptického tvaru, malé až velké velikosti, štít shora zakrývá celou hlavu. Kopulační orgány jsou oválného tvaru, nejméně dvakrát tak velké jak šířka phallobáze, phallobáze je symetrická nebo asymetrická, phallus tenký i robustný, vzhledem k velikosti paramer krátký, stejně dlouhý nebo i delší. Světelné orgány se nachází zpravidla na 1 nebo 2 posledních zadečkových sternitech. V této podčeledi se vyskytují jak denní, tak i noční druhy, využívající světelné nebo chemické signály. Podle morfologie tykadel, světelných orgánů a velikosti očí je pravděpodobné, že některé rody využívají kombinací obou signálů. Ovšem o způsobu, jakým k sobě lákají své partnery, toho moc nevíme, ostatně je nám zatím neznámá i ekologie jednotlivých rodů podčeledi Amydetinae. S výrazným pohlavním dimorfismem samic se můžeme setkat u některých druhů jako např. *Magnoculus* nebo *Ledocas*, výrazně se nevyvinul u rodu *Psilocladus* a *Pollaclasis*

(McDermott, 1964), kde jsou samice vzhledově stejné jako samci, jejich tykadla jsou však méně vyvinutá. Detailnější popis samic, jakož i larev zatím chybí.

V této studii zkoumané rody sdílí určité společné znaky, může se však jednat o znaky vyskytující se také u jimi příbuzných rodů Lampyrinae a je potřeba dalších studií. Souhlasím s Crowsonovým (1972) vyřazením rodu *Cyphonocerus* z podčeledi Amydetinae. Toto vyřazení podporují i výsledky analýzy provedené Jengem (2008, zatím nepublikováno). Další taxonomické změny na základě morfologických dat ovšem nenavrhují.

Světlušky jsou známou skupinou brouků díky své schopnosti svítit. V běžně užívaných učebnicích na základních školách lze zjistit jen pár informací o těchto broucích. K diplomové práci, jako budoucí pedagožka, připojuji pár návrhů na zařazení tématu světlušky do výuky. Vedle pozorování svítících larev světlušek lze se žáky provést, pro ně atraktivní a zábavný, demonstrační pokus, ve kterém si vytvoří vlastní studené světlo a sami zjistí, proč je tak nazýváno. V pracovních listech si pak žáci ukotví znalosti o broucích a zjistí další informace o světluškách.

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* 29 (5):412-422.
- Bay, A., André, N., Sarrazin, M., Belarouci, A., Aimez, V., Francis, L. A. and Vigneron, J. P. (2013). *Optimal overlayer inspired by Photuris firefly improves light-extraction efficiency of existing light-emitting diodes*. *Optics Express*, 21 (S1): A179-A189.
- Branham, M.A. (2010). *Lampyridae Latreille, 1817*. In: Leschen, R.A.; Beutel, R.G. & Lawrence, J.F. (Orgs.). *Handbook of Zoology, Vol. 2 Coleoptera, Beetles: Morphology and Systematics*. De Gruyter, Berlin. p. 75-103.
- Branham, M.A., Wenzel, J.W. (2003). *The Origin of Photic Behavior and the Evolution of Sexual Communication in Fireflies (Coleoptera: Elateroidea)*. *Cladistics*, 19(1): 1-22.
- Branham, M.A., Wenzel, J.W. (2001). *The Evolution of Bioluminescence in Cantharoids (Coleoptera: Elateroidea)*. *Florida Entomologist*, 84(4): 565-586.
- Bocakova, M., Bocák, L., Hunt, T., Teraväinen, M., and Vogler, A.P. (2007). *Molecular phylogenetics of Elateriformia (Coleoptera): evolution of bioluminescence and neoteny*. *Cladistics* 23(5): 477–496.
- Bouchard, P., et al. (2011). *Family-Group Names In Coleoptera (Insecta)*. *ZooKeys* 88: 1-972. doi:10.3897/zookeys.88.807.
- Capinera, Edited by John L. (2008). *Encyclopedia of entomology* [online]. 2nd ed. New York: Springer. str. 4411. ISBN 978-1-4020-6359-6.
- Carlson, D. A., Copeland J. (1985). *Flash communication in fireflies*. *The Quarterly Review of Biology*, 60 (4): 415–436.
- Cratsley, C. K., J. Rooney, and S. M. Lewis. (2003). *Limits to nuptial gift production in Photinus fireflies*. *J. Insect Behav.* 16:361– 370
- Crowson, R.A. (1972). *A review of the classification of Cantharoidea (Coleoptera), with the definition of two new families, Cneoglossidae and Omethidae*. *Rev. Univ. Madrid* 21(82): 35-77.

Cuvier, G., Latreille, P. A. (1831). *The Animal Kingdom Arranged in Conformity with Its Organization*, Volume 3. Přeložil H. M'Murtrie, New York: G. & C. & H. Carvill, s.575.

Čabradová V., Hasch F., Sejpka J., Vaněčková I. (2003): *Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 120 s. ISBN 80-7238-211-x.

Černík, Vladimír et al. (2007). *Přírodopis 6: zoologie a botanika pro základní školy*. 1. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství. 119 s. ISBN 978-80-7235-374-3.

Divišková, E. (2008). *Vliv fyziologických podmínek na tvorbu ATP v bakterie Acidithiobacillus ferrooxidans*. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Martin Mandl. Dostupné z: <http://is.muni.cz/th/85076/prif_m/>.

Dmitrijev, J. D. (1987). *Hmyz: známý i neznámý, pronásledovaný, chráněný*. 1. vyd. Praha: Lidové nakladatelství, 189 s. Žijeme na jedné planetě, sv. 1.

Eisner, T., Goetz, M. A., Hill, D. E., Smedley, S. R., & Meinwald, J. (1997). *Firefly "femmes fatales" acquire defensive steroids (lucibufagins) from their firefly prey*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 94(18): 9723–9728.

Gabriel, G. V., Viviani, V. R. (2014). *Novel application of pH-sensitive firefly luciferases as dual reporter genes for simultaneous ratiometric analysis of intracellular pH and gene expression/location*. Photochem Photobiol Sci. 13(12):1661-70.

Green, J.W. (1948). *Two new species of Lampyridae from southern Florida, with a generic revision of the Nearctic fauna (Coleoptera)*. Transactions of the American Entomological Society 74: 61–73.

Harvey, E. N. (1956). *Evolution and Bioluminescence*. The Quarterly Review of Biology Vol. 31 (4): 270-287.

Hagen, O., Santos, R.M., Schindwein, M.N. and Viviani, V.R. (2015). *Artificial Night Lighting Reduces Firefly (Coleoptera: Lampyridae) Occurrence in Sorocaba, Brazil*. Advances in Entomology, 3, 24-32.

Hůrka, K. (2005). *Brouci České a Slovenské republiky*. Zlín: Nakladatelství Kabourek. 390 s. ISBN 80-864-4711-1.

- Janišová, K. & Bocáková, M. (2013). *Revision of the subfamily Ototretinae (Coleoptera: Lampyridae)*. Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology. 2013, vol. 252: 1-19.
- Jeng M.L., Yang P.S., Satô M.. (1998). *The genus Cyphonocerus (Coleoptera, Lampyridae) from Taiwan and Japan, with notes on the subfamily Cyphonocerinae*. Elytra Tokyo 26: 379-398.
- Jeng M.L., Yang P.S., Satô M.. (2006). *Synopsis of Cyphonocerus (Coleoptera:Lampyridae) with description of new species and key to the genus*. Zoological Studies 45(2): 157–167.
- Jeng, M.L., Yang, P.S. and Engel, M.S.. (2007). *The genus Vesta of Taiwan (Coleoptera: Lampyridae)*. Journal of the Kansas Entomological Society 80(4): 265–280.
- Jeng M.L. (2008) *Comprehensive phylogenetics, systematics, and evolution of neoteny of Lampyridae (Insecta: Coleoptera)*. PhD dissertation, University of Kansas, Lawrence, Kansas
- Karafiát, J. (1989). *Broučci: pro malé i velké děti*. 84. vyd. Ilustrace Jiří Trnka. Praha: Albatros, 91 s.
- Kazantsev, S.V. (2006). *New firefly taxa from Hispaniola and Puerto Rico (Coleoptera: Lampyridae), with notes on biogeography*. Russian Entomological Journal 15(4): 367–392.
- Latreille, P. A. (1817): *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 Cher. Cuvier. Avec figures, dessinées d'après nature. Tome III, contenant les crustacés, les arachnides et les insectes. - pp. j-xxix [= 1-29], 1-653. Paris. (Deterville).*
- Lawrence, J. F. (1988) *Rhinorhipidae, a new beetle family from Australia, with comments on the phylogeny of the Elateriformia*. Invertebrate Taxonomy, 2: 1–53.
- Lewis, S. M., C. K. Cratsley (2008). *Flash signal evolution, mate choice, and predation in fireflies*. Annu. Rev. Entomol. 53:293–321.
- Lockwood, J. A. (2009). *Six-legged soldiers: using insects as weapons of war*. New York: Oxford University Press, 2, 377. ISBN 0195333055.

- Lloyd, J. E. (1978). *Insect Bioluminescence*, pp. 241-272. In P. J. Herring (ed.), *Bioluminescence in Action*. Academic Press, New York.
- Lloyd, J. E. (1983). *Bioluminescence and communication in insects*. *Annu. Rev. Entomol.* 28, 131-160.
- Lloyd, J.E. (1996). *Fireflies at risk*. *Firefly Companion & Letter*, Vol. 1 (2): 13-32.
- Lloyd, J. E., Gentry, E. C. (2009). *Bioluminescence*. In: Editors, Vincent H. *Encyclopedia of insects*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier/Academic Press, 101-105. ISBN 9780123741448.
- Mann, T. (1984). *Spermatophores: development, structure, biochemical attributes and role in the transfer of spermatozoa*. Springer, Berlin. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. Vol 65(4): 1075-1075.
- Marshall D.C., Hill K.B.R. (2009) *Versatile Aggressive Mimicry of Cicadas by an Australian Predatory Katydid*. *PLoS ONE* 4 (1): e4185
- McDermott, F. A. (1964): *The taxonomy of the Lampyridae (Coleoptera)*. *Transactions of the American Entomological Society* 90: 1–72.
- McDermott, F. A. (1966): *Coleopterorum Catalogus Supplementaedita a W.O Steel*. Pars 9: Lampyridae, 125 pp., Gravenhage.
- Močubová, D. (2006). *Bioluminiscenční organizmy*. Brno. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Pavel Hyršl. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/106138/prif_m/
- Nakane T. (1947). *On the Japanese Psilocladus (Col. Lampyridae)*. *Trans. Kinki Coleopt. Soc.* 2: 4-7. (in Japanese).
- Ohba, N. (1976). Notes on the form and activity of the firefly *Cyphonocerus ruficollis*. *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.* 23:35–43.
- Ohba, N. (1978). *Morphology and behavior of the Lampyridae (Coleoptera, Insecta)*. *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.* 25:15–28.
- Ohba, N. (1983). *Studies on the communication system of Japanese fireflies*. *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.* 30:1–60.

- Ohba, N. (1985). *Flash communication in Hotaria tsushimana (Coleoptera: Lampyridae)*. Sci. Rept. Yokosuka City Mus. 33:13–17.
- Ohba N. (2004). *Flash communication systems of Japanese fireflies*. Integrative and Comparative Biology.44:225–233.
- Olivier E. (1907). *Coleoptera Fam. Lampyridae*. In: Wytsman P. (ed.): Genera Insectorum. Fasc. 53, Brüssel:74.
- Olivier, E. (1910). Pars 9. *Lampyridae*. In: S. Schenkling. [ed.] Coleopterorum Catalogus. W. Junk, Berlin. 68 pp.
- Pelant, I., Valenta, J. (2014). *Luminiscence doma, v přírodě a v laboratoři*. Vyd. 1. Praha: Academia, 158 s. Průhledy (Academia). ISBN 978-80-200-2394-0.
- Pototskaja V. A. (1983): *Phylogenetic links and composition of the Superfamily Cantharoidea (Coleoptera) based on the study of larval characters*. Entomol. Obozrenie 62: 549-554.
- Rooney, J.A. & Lewis, S.M. (1999). *Differential allocation of male-derived nutrients in two lampyrid beetles with contrasting life-history characteristics*. Behavioral Ecology, 10 (1): 97 – 104.
- Rooney, J.A. and S.M. Lewis. (2002). *Fitness advantage of nuptial gifts in female fireflies*. Ecological Entomology 27: 373-377.
- Sagegami-Oba, R., Takahashi, N. & Oba, Y. (2007) *The evolutionary process of bioluminescence and aposematism in cantharoid beetles (Coleoptera: Elateroidea) inferred by the analysis of 18S ribosomal DNA*. Gene, 400: 104–113.
- Silveira L. F., Mermudes J.R. (2014). *Systematic review of the firefly genus Amydetes Illiger, 1807 (Coleoptera: Lampyridae), with description of 13 new species*. Zootaxa; 3765 (3): 201-248.
- Slipinski, S.A., Leschen, R.A.B. & Lawrence, J.F. (2011). *Order Coleoptera Linnaeus, 1758*. in Z.-Q. Zhang (ed.), Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Zootaxa 3148 (23): 203-208
- Stanger–Hall, K.F., Lloyd, J.E., Hillis, D.M. (2007). *Phylogeny of North American fireflies (Coleoptera: Lampyridae): implications for the evolution of light signals*. Molecular

Phylogenetics and Evolution 45(1): 33–49.

Suzuki, H. (1997). *Molecular phylogenetic studies of Japanese fireflies and their mating systems (Coleoptera: Cantharoidea)*. Tokyo Metropolitan University Bulletin of Natural History 3(1): 1–53.

Underwood, T. J., D. W. Tallamy and J. D. Pesek. (1997). *Bioluminescence in firefly larvae: A test of the aposematic display hypothesis*. Coleoptera. Journal of Insect Behavior, vol. 10: 365-370.

Vahed K. (1998). *The function of nuptial feeding in insects: a review of empirical studies*. Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society, 73: 43-78.

Van der Reijden E., D. Monchamp J.D., Lewis S.M. (1997). *The formation, transfer, and fate of spermatophores in Photinus fireflies (Coleoptera: Lampyridae)*. Psyche 91: 153-160.

Viviani, V.R., M.Y. Rocha, and O. Hagen (2010). *Bioluminescent Beetles (Coleoptera: Elateroidea: Lampyridae, Phengodidae, Elateridae) in the Municipalities of Campinas, Sorocaba-Votorantim and Rio Claro-Limeira (SP, Brazil): Biodiversity and Influence of Urban Sprawl*. Biota Neotropica 10(2): 103–116.

Viviani, V.R., Amaral, D., Prado, R., Arnoldi, F.G.(2011). *A new blue-shifted luciferase from the Brazilian Amydetes fanestratus (Coleoptera: Lampyridae) firefly: molecular evolution and structural/functional properties*. Photochem Photobiol Sci. 10(12):1879-86.

Viviani, V. R., Santos, R. M. (2012) *Bioluminescent Coleoptera of Biological Station of Boracéia (Salesópolis, SP, Brazil): diversity, bioluminescence and habitat distribution*. Biota Neotropica, 12 (3): 21–34.

Vršanský, P., D. Chorvát, I. Fritzsche, M. Hain & R. Ševčík. (2012). *Light-mimicking cockroaches indicate Tertiary origin of recent terrestrial luminescence*. Naturwissenschaften.

Wittmer, W., and N. Ohba. 1994. *Neue Rhagophthalmidae (Coleoptera) aus China und nachbarten Landern*. Japan. J. Entomol, 62341-355.

Internetové zdroje:

Bioluminescence . In: Encyclopædia Britannica [online]. Last update 12.3.2014 [cit. 12.12.2014]. Dostupné: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/66087/bioluminescence>.

Vanishing firefly project. Clemesonská univerzita:

https://www.clemson.edu/public/rec/baruch/firefly_project/index.html

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. [online]. Praha: MŠMT, 2013. 142 s. [cit. 2015-05-02]. Dostupné z WWW: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/upraveny-ramcovy-vzdelavaci-program-pro-zakladni-vzdelavani>

Šimůnek, O. (2007). *Chemiluminiscence: II. rozšířená a upravená verze*. Praha. Dostupné z: http://chemiluminiscence.xf.cz/chemiluminiscence_II_final.pdf

ANOTACE/ANNOTATION

Jméno a příjmení:	Bc. Tereza Friedlová
Katedra:	biologie
Vedoucí práce:	Prof. Ing. Milada Bocáková, Ph.D.
Rok obhajoby:	2015

Název práce:	Rodová revize světluškovitých brouků podčeledi Amydetinae (Coleoptera: Lampyridae)
Název v angličtině:	Generic revision of fireflies of the subfamily Amydetinae (Coleoptera: Lampyridae)
Anotace práce:	Diplomová práce se zabývá revizí všech 13 dosud popsaných rodů podčeledi Amydetinae. Kromě historie a současné taxonomie této podčeledi obsahuje diplomová práce také morfologickou charakteristiku příslušných taxonů. Práce je doplněna dokumentačními fotografiemi hlavních diagnostických znaků. Součástí je i určovací klíč rodů podčeledi Amydetinae.
Klíčová slova:	bioluminiscence, světlušky, Amydetinae, taxonomie, morfologie
Anotace v angličtině:	This thesis deals with the revision of all previously described 13 genera of subfamily Amydetinae. Besides the history and current taxonomy of this subfamily also this thesis includes morphological characteristics of relevant species. The work is supplemented by photographs documenting major diagnostic characters. The work also includes an identification key genera of subfamily Amydetinae.
Klíčová slova v angličtině:	bioluminiscence, firefly, Amydetinae, taxonomy, morphology
Rozsah práce:	74 stran
Jazyk práce:	český