

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



Preference různých typů návnady
nekrofágními brouky (Coleoptera)

Diplomová práce

Diplomant: Bc. Vojtěch Brož

Vedoucí práce: doc. Mgr. Jan Růžička, Ph.D.

Praha 2020

Konzultant práce: Ing. Pavel Jakubec, Ph.D.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Vojtěch Brož

Inženýrská ekologie

Ochrana přírody

Název práce

Preference různých typů návnady nekrofágními brouky (Coleoptera)

Název anglicky

Preference of different bait types for necrophagous beetles (Coleoptera)

Cíle práce

Nekrofágní brouci jsou významnou složkou ekosystémů otevřené krajiny. Předložená práce by měla ověřit preferenci jednotlivých vybraných typů návnady (různé typy masa) pro různé skupiny epigeických nekrofágních brouků (zejména čeledí Carabidae, Dermestidae, Histeridae, Nitidulidae, Leiodidae, Monotomidae, Scarabaeidae a Silphidae) v polních ekosystémech v okolí Mšena (mezi Mělníkem a Mladou Boleslaví). Rešeršní část práce srovná ekologické nároky a druhovou diverzitu skupin nekrobiontních druhů brouků ve střední Evropě. Praktická část se soustředí na provedení a vyhodnocení jednoduchého terénního experimentu.

Metodika

Brouci budou sbíráni v přibližně týdenním intervalu pomocí zemních pastí s návnadou a etylenglykolem jako fixační kapalinou, v červnovém aspektu. Jako návnada bude alternativně použito rozkládající se vepřové, kuřecí a rybí maso. Čtveřice pastí (s různými typy návnady a kontrola bez návnady) bude umístěna do čverce o hraně 2 metry uvnitř polních biotopů; na 14 lokalit v otevřené krajině, vzdálených od sebe min. 1 km. Hodnocena bude případná preference jednoho z typů návnady pro dominantní druhy brouků, a celkové složení nekrobiontní složky coleopterocenózy.

Doporučený rozsah práce

cca 50 stran

Klíčová slova

Coleoptera, nekrofágové, zemní pasti, preference typu návnady

Doporučené zdroje informací

- HÁVA J. 2011: Brouci čeledi kožojedovití (Dermestidae) České a Slovenské republiky. Beetles of the family Dermestidae of the Czech and Slovak Republics. Entomologické klíče. Academia, Praha, 102 pp. + 24 plates.
- HŮRKA K. 1996: Carabidae České a Slovenské republiky, Kabourek, Zlín, 565 pp.
- HŮRKA K. 2005: Brouci České a Slovenské republiky. Beetles of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín, 390 pp.
- JAKUBEC P. & RŮŽIČKA J. 2012: Rozšíření mrchožroutovitých brouků (Coleoptera: Silphidae) otevřené krajiny ve vybraných nížinných oblastech České republiky. (Distribution of open landscape carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) in selected lowlands of the Czech Republic. Klapalekiana 48: 169-189.
- JELÍNEK J. 2014: Icones Insectorum Europae Centralis. Coleoptera: Sphindidae, Kateretidae, Nitidulidae. Folia Heyrovskyana, Series B, 21: 1-29.
- LÖBL I. & LÖBL D. 2015 (eds): Catalogue of Palaearctic Coleoptera Volume 2/1. Hydrophiloidea – Staphylinoidea, Revised and Updated Edition. Brill, Leiden & Boston, xxvi + 900 pp.
- RŮŽIČKA J. & JAKUBEC P. 2016: Icones Insectorum Europae Centralis. Coleoptera: Agrytidae, Silphidae. Folia Heyrovskiana, Series B, 26: 1-17.
- SIKES D.S. 2005: Silphidae Latreille, 1807, pp. 288-296. In: BEUTEL R.G. & LESCHEN R.A.B. (eds): Handbook of Zoology, Volume IV: Arthropoda: Insecta, Part 38: Coleoptera, Beetles. Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adepaga, Myxophaga, Polyphaga partim). Walter de Gruyter, Berlin & New York, 632 pp.
- SIKES D.S. 2008: Carrion beetles (Coleoptera: Silphidae), pp. 749-758. In: CAPINERA J.L. (ed.): Encyclopedia of Entomology. Springer, Berlin, 4346 pp.
- ŠUSTEK Z. 1981: Mrchožroutovití brouci Československa (Coleoptera: Silphidae). Klíče k určování hmyzu. Zprávy Československé Společnosti Entomologické při ČSAV 2: 1-46.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Jan Růžička, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

ing. Pavel Jakubec, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 16. 3. 2020

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 16. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 06. 2020

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Preference různých typů návnady nekrofágními brouky (Coleoptera) vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 30. 6. 2020

Podpis autora

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval především doc. Mgr. Janu Růžičkovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, za zajímavé informace, cenné rady a za jeho ohromnou ochotu při konzultacích. Obrovské díky patří mé drahé přítelkyni Bc. Tereze Dudkové, která mi byla psychickou podporou při tvorbě práce a která se aktivně podílela na zhotovení a pokládce zemních pastí. Za pomoc při determinování epigeických brouků bych chtěl poděkovat Ing. Miroslavu Seidlovi (za pomoc při determinaci čeledi Carabidae), Pavlu Moravcovi (za pomoc při determinaci čeledi Carabidae), RNDr. Davidu Královi (za pomoc při determinaci rodu *Ontophagus*) a Ing. Jiřímu Vávrovi (za pomoc při determinaci čeledi Histeridae, rodu *Carpophilus* a rodu *Rhizophagus*). Dále děkuji Ing. Pavlovi Jakubcovi, Ph.D. za odbornou pomoc při zpracování dat pro diplomové práci. Za pomoc při tvorbě mapy stanovišť děkuji Bc. Jiřímu Ouřadovi. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat celé své rodině a svým přátelům za trpělivost a podporu.

Abstrakt

Preference různých typů návnady nekrofágními brouky (Coleoptera)

Nekrofágní brouci jsou ve střední Evropě důležitou složkou ekosystémů otevřené i lesní krajiny. Nekrofágní brouci, a především brouci čeledi Silphidae, mají zároveň i velký význam pro forenzní vědy. Z těchto důvodů je důležité detailní prostudování jejich ekologie a potravních preferencí. Tato práce se pomocí odchyty do zemních pastí navnaděných různými typy rozkládajícího se masa (kuřecí, rybí a vepřové) a pastí bez návnady (jako kontrola) pokouší nalézt potravní preference u nekrofágních brouků v polních biotopech. Terénní experiment byl realizován v okolí města Mšena. V rešeršní části práce je představena morfologie, bionomie a ekologie čeledí, které byly zachyceny do zemních pastí. Z celkového vzorku 2349 jedinců ze 40 druhů a z 9 čeledí chycených brouků se u drtivé většiny nepovedlo prokázat statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými druhy návnad s rozkládajícím se masem ve vztahu k počtu chycených druhů a jedinců. Pro druh *Glischrochilus quadrisignatus* (Nitidulidae) se prokázal statisticky významný rozdíl mezi abundancí jedinců v pastech s návnadami s vepřovým masem a kuřecí masem a dále mezi návnadami s rybím masem a kuřecí masem.

Klíčová slova: Coleoptera, nekrofágní brouci, polní biotopy, ekologie, preference návnad

Abstract

Preference of different bait types for necrophagous beetles (Coleoptera)

Necrophagous beetles are an important part of both open and forest ecosystems in central Europe. Necrophagous beetles, especially beetles of the family Silphidae, are also of great importance for forensic sciences. For these reasons, it is important to study their ecology and food preferences in detail. This work attempts to find food preferences of necrophagous beetles in field habitats around the town Mšeno by trapping them by pitfall traps baited with different types of rotting meat (chicken, fish and pork) compared to unbaited traps (blank). The review part of the thesis describes the morphology, bionomy and ecology of families that have been caught in pitfall traps. Out of a total sample of 2349 individuals from 40 species and 9 families of captured beetles, the vast majority failed to demonstrate a statistically significant differences between individual types of rotting meat baits in relation to the number of captured species and individuals. For the species *Glischrochilus quadrisignatus* (Nitidulidae), a statistically significant difference has been proven between baits with pork and chicken meat versus baits with fish and chicken meat in terms of their effect on the number of caught individuals of this species.

Key words: Coleoptera, necrophagous beetles, open habitat, ecology, bait preferences

Obsah

| | |
|---|----|
| 1. Úvod..... | 1 |
| 2. Cíle práce | 1 |
| 3. Metodika | 1 |
| 3.1 Metodika sběru | 1 |
| 3.2 Metodika determinace | 4 |
| 3.3 Metodika statistických výpočtů..... | 4 |
| 3.4 Metodika ordinační analýzy | 7 |
| 4. Charakteristika území..... | 7 |
| 5. Zkoumané čeledi Coleoptera..... | 8 |
| 5.1 Střevlíkovití (Carabidae) | 8 |
| 5.1.1 Morfologie střevlíkovitých (Carabidae) | 8 |
| 5.1.2 Bionomie a ekologie střevlíkovitých (Carabidae) | 12 |
| 5.1.3 Význam střevlíkovitých (Carabidae)..... | 13 |
| 5.2 Lesknáčkovití (Nitidulidae)..... | 14 |
| 5.2.1 Morfologie lesknáčkovitých (Nitidulidae)..... | 14 |
| 5.2.2 Bionomie a ekologie lesknáčkovitých (Nitidulidae) | 15 |
| 5.2.3 Význam lesknáčkovitých (Nitidulidae) | 17 |
| 5.3 Mršníkovití (Histeridae) | 18 |
| 5.3.1 Morfologie mršníkovitých (Histeridae)..... | 18 |
| 5.3.2 Bionomie a ekologie mršníkovitých (Histeridae)..... | 20 |
| 5.4 Kožojedovití (Dermestidae) | 22 |
| 5.4.1 Morfologie kožojedovitých (Dermestidae)..... | 23 |
| 5.4.1 Bionomie a ekologie kožojedovitých (Dermestidae)..... | 24 |
| 5.5 Mrchožroutovití (Silphidae) | 24 |
| 5.5.1 Morfologie mrchožroutovitých (Silphidae)..... | 25 |
| 5.5.2 Bionomie a ekologie mrchožroutovitých (Silphidae)..... | 29 |
| 5.6 Lesklecovití (Monotomidae) | 35 |
| 5.6.1 Morfologie lesklecovitých (Monotomidae)..... | 35 |
| 5.6.2 Bionomie a ekologie lesklecovitých (Monotomidae)..... | 37 |
| 5.7 Lanýžovníkovití (Leiodidae)..... | 38 |
| 5.7.1 Morfologie lanýžovníkovitých (Leiodidae)..... | 38 |
| 5.7.2 Bionomie a ekologie lanýžovníkovitých (Leiodidae)..... | 40 |

| | |
|--|----|
| 5.8 Vrubounovití (Scarabaeidae)..... | 42 |
| 5.8.1 Morfologie vrubounovitých (Scarabaeidae) | 42 |
| 5.8.2 Bionomie, ekologie a morfologie vrubounovitých (Scarabaeidae) | 43 |
| 5.9 Popis ekologie a rozšíření nejpočetněji zastoupených brouků chycených do zemních pastí | 45 |
| 6. Výsledky | 46 |
| 6.1 Počty jedinců a druhů | 46 |
| 6.2 Výpočet Brillouinova indexu diverzity a jeho závislosti na typu návnady v zemních pastích | 47 |
| 6.3 Výpočet počtu druhů v závislosti na typu návnady v zemních pastích..... | 48 |
| 6.4 Výpočet abundace chycených brouků v závislosti na typu návnady v zemních pastích..... | 55 |
| 6.5 Ordinační analýza | 62 |
| 7. Diskuse..... | 64 |
| 8. Závěr | 67 |
| 9. Přehled literatury a použitých zdrojů | 68 |
| 10. Přílohy | 84 |

1. Úvod

Nekrofágní brouci jsou ve střední Evropě významná složka ekosystémů otevřené i lesní krajiny. Díky své potravní vazbě na rozkládající se těla mrtvých živočichů se podílejí na rozkladu neživé organické hmoty v ekosystémech (Kočárek & Roháčová 2001). Zároveň likvidací mrtvých živočichů snižují riziko přenosu choroboplodných zárodků v okolí (Šípková & Růžička 2009).

V minulosti již byly studovány například preference různě staré mršiny u nekrofágních brouků čeledi Silphidae (Šípková & Růžička 2009) či preference typu půdy brouků čeledi Silphidae (Jakubec & Růžička 2015). Tato diplomová práce se zabývá zkoumáním potravních preferencí nekrofágních druhů brouků v polních biotopech. Ke sběru byly v práci použity zemní pasti s různými typy návnad. Zároveň je v práci představena morfologie, bionomie a ekologie čeledí, které byly zachyceny do zemních pastí.

2. Cíle práce

Cílem diplomové práce je stanovení potravních preferencí u nekrofágních druhů brouků v polních biotopech. Práce se zabývá všemi nekrobiotními čeleděmi brouků (Coleoptera) a soustředí se zvláště na vzácné druhy hrobaříků čeledi Silphidae. Hlavním cílem je vypočítat index diverzity, porovnat abundanci a druhové zastoupení u brouků chycených do pastí s různými typy návnad. Dílčím cílem práce je porovnat abundance nejhojněji zastoupených druhů brouků a zpracovat popis morfologie, bionomie a ekologie chycených čeledí brouků v zemních pastech.

3. Metodika

3.1 Metodika sběru

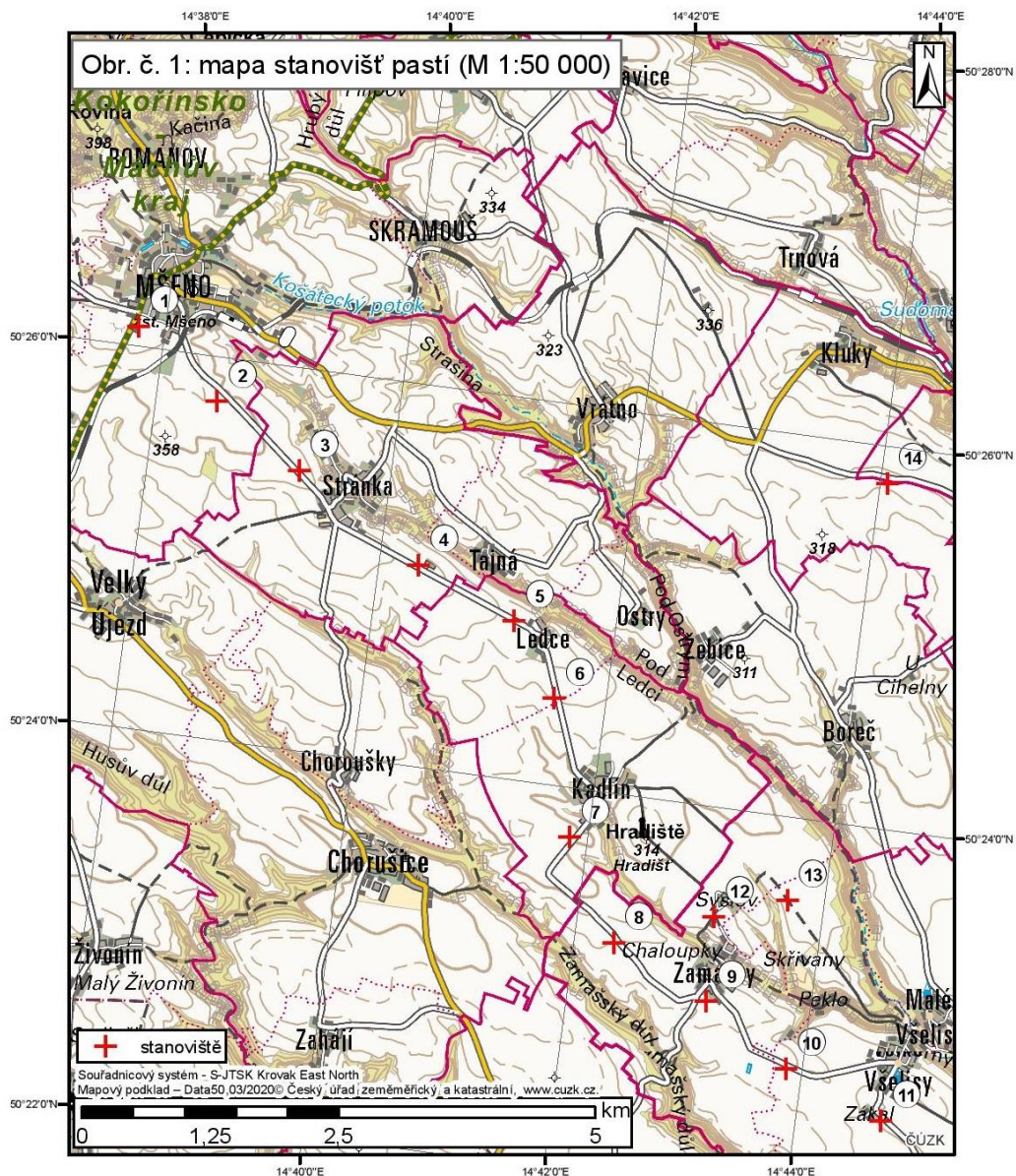
Pro sběr brouků byla zvolena metoda odchytu do zemních pastí s návnadou. Jedná se o obvyklou metodu sběru epigeických brouků (Kotze et al. 2011).

Zemní past se skládala z plastové nádoby o objemu 500 ml. Pro každou past bylo vykopána díra, tak aby bylo hrdlo nádoby v úrovni s terénem. Do těchto nádob bylo nalito cca 100 ml roztoku etylenglykolu a destilované vody (v poměru 1:1). Součástí pasti byla také menší plastová nádoba (o objemu 30 ml), do které byla umístěna návnada ve formě tlejícího masa. Menší nádoba byla uvázána provázkem

tak, aby visela ve středu větší nádoby. Obsahem menší zavěšené plastové nádoby bylo tlející maso, které přitahovalo zápachem mrchožravý hmyz. Hmyz měl při snaze dostat se k masu spadnout do roztoku nemrznoucí směsi a destilované vody a být něm usmrcen a uchován po dobu expozice.

Každá past byla opatřena plechovou stříškou s rozměry cca 15 × 15 cm, ve které byly umístěny 3 hřebíky o délce 20 cm, které sloužily jako nosníky stříšky. Stříšky byly zhotoveny z většího kusu plechu za pomoci nůžek na plech a vrtačkou byly do jednotlivých kusů vyvrtány 3 díry pro opěrné hřebíky.

Dne 15. 6. 2019 bylo v okolí města Mšena (katastrální území Stránka, Kadlín, Velké Všelisy) rozmístěno na 14 stanovišť (**obr. 1**) 56 výše zmíněných zemních pastí. Byla cíleně vybrána stanoviště velmi podobného charakteru. Jednalo se vždy o polní pozemky s hospodářským využitím. Nejčastěji pěstovanými plodinami na zvolených polích/stanovištích byl lilek brambor (*Solanum tuberosum* (Linnaeus, 1753)), řepa červená (*Beta vulgaris* Linnaeus, 1753) a pšenice (rod *Triticum* Linnaeus, 1753). Na každém stanovišti bylo náhodně rozmístěno do 4 pastí (jako návnada) tlející vepřové, rybí a kuřecí maso a jedna z pastí byla vždy ponechána bez návnady (blank). Pro zpětné dohledání pastí byly pořízeny fotografie okolí a souřadnice pro každé stanoviště byly uloženy do GPS aplikace. Pastí byly rozmístěny na každém stanovišti do čtvercového útvaru o délce strany 2 metry, kde na každém vrcholu tohoto čtverce byla umístěna jedna z pastí. Jednotlivá stanoviště od sebe byla vzdálena cca 1 km. Tam, kde terén neumožňoval tuto vzdálenost dodržet, byla vzdálenost prodloužena. Pastí byly exponovány po dobu jednoho týdne do 22. 6. 2019. Po dobu expozice se denní teploty pohybovaly okolo 26 – 30 °C a noční teploty 15 – 18 °C. Přetrvávalo jasno a bezvětrí pouze s minimálními přeháňkami.



Sběr pastí probíhal 22. 6. 2019 v dopoledních hodinách. Jednotlivá stanoviště byla vyhledána pomocí GPS souřadnic. Dohledání samotných pastí ztěžovala vzrostlá vegetace, ale všechny pasti se podařilo najít. Na 2. stanovišti byly zničeny pasti obsahující jako návnadu rybí a kuřecí maso. Na 3. stanovišti byly zničeny pasti obsahující jako návnadu rybí a vepřové maso. Na 9. stanovišti byla zničena past obsahující jako vepřové maso. Na 13. stanovišti byly zničeny všechny pasti. Škodu na pastích způsobila zřejmě zvířata či zemědělské stroje. 10 stanovišť zůstalo zcela neporušených a ty byly použity v dalším vyhodnocení. Obsah pastí byl přeceděn přes plastový cedníček a následně uložen do plastových krabiček o objemu cca 200 ml a

zalit zhruba 50 ml denaturovaného ethanolu (70%). Konstrukce pastí byly ze stanovišť sklizeny a díry po nich zarovnány s terénem, pokud to podmínky umožňovaly. Fotografie z terénních prací jsou součástí příloh.

3.2 Metodika determinace

V laboratorním prostředí byly obsahy pastí přetříděny. Z plastových nádob byly do menších zkumavek různých objemů přemístěni pouze zástupci řádu brouci (Coleoptera). Následně byly nasbírané druhy brouků určovány pomocí binokulární lupy. Některé nápadné druhy bylo možné determinovat pouhým okem. K determinaci čeledě střevlíkovití (Carabidae) byla využita publikace Hůrky (1996), ze které je použita i nomenklatura této čeledi. Při determinaci s čeledí Carabidae pomáhali odbornými znalostmi Ing. Miroslav Seidl (ČZU v Praze) a Pavel Moravec (Litoměřice). Čeledi Leiodidae, Silphidae a Dermestidae pomohl determinovat doc. Mgr. Jan Růžička, Ph.D. Čeď Scarabidae pomohl determinovat RNDr. David Král, Ph.D. (PřF UK, Praha). Čeledi Histeridae, Nitidulidae (rod *Carpophilus* Stephens, 1830) a Monotomidae (rod *Rhizophagus* (Herbst, 1793)) determinoval Ing. Jiří Vávra (Ostravské muzeum, Ostrava). Čeď Staphylinidae nebyla určována, protože nebyl k dispozici vhodný determinátor.

3.3 Metodika statistických výpočtů

Pro veškeré statistické výpočty byla použit program **R**. Pro analýzu dat získaných pomocí zemních pastí byl použit Brillouinův index. Konkrétně byl vypočten tento index pro každý typ návnady v pastech. Brillouinův index se vypočítá pomocí:

$$H_B = \frac{\ln N! - \sum_{i=1}^S \ln n_i}{N}$$

kde S je počet taxonů, n_i počet jedinců i-tého taxonu a N celkový počet jedinců.

Brillouinův index měří rozmanitost sběru, na rozdíl od Shannonova indexu ale není požadavek na statisticky striktně náhodné zachycení jednotlivých druhů a není nutné znát úplné složení komunity (Krebs 1999). Hodnota získaná zřídka přesahuje 4,5 a Brillouinovy i Shannonovy indexy mají tendenci poskytovat podobné výsledky srovnávacího měření (Pielou 1975, Krebs 1999).

Byly stanoveny následující hypotézy (**Tabulka 1**).

| Tabulka 1: Stanovené hypotézy pro odchyt do zemních pastí | |
|--|--|
| 1. | H0a: Výše Brillouinova indexu se u jednotlivých typů návnady neliší. |
| 2. | H0b: Počet druhů brouků chycených do zemních se v závislosti na návnadě neliší. |
| 3. | H0c: Počet druhů nekrogáfních brouků chycených do zemních se v závislosti na návnadě neliší. |
| 4. | H0d: Počet druhů ostatních brouků chycených do zemních se v závislosti na návnadě neliší. |
| 5. | H0e: Počet druhů brouků čeledi Silphidae chycených do zemních se v závislosti na návnadě neliší. |
| 6. | H0f: Počet brouků čeledi Silphidae chycených do zemních se v závislosti na návnadě neliší. |
| 7. | H0g: Počet brouků druhu <i>Poecilus cupreus</i> chycených do zemních se v závislosti na návnadě neliší. |
| 8. | H0h: Počet brouků druhu <i>Glischrochilus quadrisignatus</i> chycených do zemních se v závislosti na návnadě neliší. |
| 9. | H0i: Počet brouků druhu <i>Pterostichus melanarius</i> chycených do zemních se v závislosti na návnadě neliší. |
| 10. | H0j: Počet brouků druhu <i>Saprinus semistriatus</i> chycených do zemních se v závislosti na návnadě neliší. |

První hypotéza byla otestována pomocí lineárního modelu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, kde závislou proměnnou byl Brillouinův index a nezávislou proměnnou byl druh návnady. Jako typ rozdělení pravděpodobnosti bylo použito Gaussovo rozdělení.

Obdobným způsobem byly stanoveny další tři hypotézy; a to pro počet chycených brouků, druhovou diverzitu nekrofágních druhů chycených brouků a druhovou diverzitu ostatních druhů chycených brouků v závislosti na typu návnady. Všechny tři hypotézy byly otestovány zobecněným lineárním modelem na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Jako typ rozdělení pravděpodobnosti (v programu R se jedná o parametr family) bylo použito Poissonovo rozdělení (Poisson distribution), které popisuje počet výskytů sledovaného znaku nebo události na danou jednotku času, plochy, případně objemu s tím, že se tyto události vyskytují vzájemně nezávisle a s konstantní intenzitou (<https://portal.matematickabiologie.cz/>). Závislá proměnná byl pro tyto modely počet jedinců, respektive počet druhů chycených brouků. Za nekrofágní brouky byly pro účely diplomové práce označeny všechny druhy brouků, které jsou svou existencí úzce spojeny s mršinami.

Prostřednictvím lineární regrese byly na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ otestovány hypotézy zkoumající druhovou diverzitu a počet druhů čeledi Silphidae v návaznosti na typ návnady v pastích. Jako typ rozdělení pravděpodobnosti bylo použito Gaussovo rozdělení. Závislost abundance a druhové diverzity této čeledi na typu návnady byla zvláště testována, jelikož se jednalo o cílovou čeleď při odchytu do zemních pastí.

Následně byly použity Post Hoc (follow-up, následné) testy, tzv. multiple comparisons pro všechny výše zmíněné hypotézy. Post Hoc test slouží k tomu, aby se dokázal potvrdit či vyvrátit statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými proměnnými. Testují se vždy dvojice proměnných, v tomto případě typy návnad. Jedná se v podstatě o obdobu t-testů, ale na rozdíl od t-testů nepočítají tyto metody vždy jen konkrétní dvojici, ale berou v potaz celá data. V tomto případě se, pomocí testování hypotéz na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, zjišťovaly rozdíly mezi počtem chycených brouků či druhů brouků u jednotlivých typů návnad. (<https://fu.ff.cuni.cz/>).

V poslední řadě byly vybrány 4 nejpočetněji zastoupené druhy nalezené v zemních pastích a pomocí Post Hoc testů u nich byly testovány na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ hypotézy jejich možné preference různých typů návnad. Jednalo se o druhy *Glischrochilus quadrisignatus* (Say, 1835), *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758), *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798), a *Saprinus semistriatus* (Scriba, 1790).

V příloze 23 je přiložen skript z programu R. V přílohách 9 – 20 jsou přiloženy tabulky shrnující jednotlivé modely a post hoc analýzy využitě k testování hypotéz. Všechny hypotézy byly testovány na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. V uvedených souhrnech jsou uvedeny i pomocné symboly značící velikost p-hodnoty. Formálně lze p-hodnotu definovat jako nejmenší hladinu významnosti testu, při níž na daných datech ještě zamítneme nulovou hypotézu (Krebs 1999).

P-hodnota mezi 0 a 0,001 (včetně) je označena "****"

P-hodnota mezi 0,001 a 0,01 (včetně) je označena "***"

P-hodnota mezi 0,01 a 0,05 (včetně) je označena "**"

P-hodnota mezi 0,05 a 0,1 (včetně) a je označena "."

P-hodnota mezi 0.1 a 1 (včetně) a je označena " "

3.4 Metodika ordinační analýzy

Celkový pattern korelace jednotlivých druhů mezi sebou a jejich korelace s typem návnady byl studován pomocí přímé ordinační analýzy metodou CCA (kanonické korespondenční analýzy), do které byly zařazeny jednotlivé zjištěné druhy jako druhová data a čtyři typy návnady (blank, kuřecí maso, vepřové maso a rybí maso) jako kategoriální stavy jediné environmentální proměnné. Analýza byla provedena v programu Canoco 5 (Windows release, ver. 5.12) (Ter Braack & Šmilauer 2012, Šmilauer & Lepš 2014).

4. Charakteristika území

Město Mšeno se nachází ve Středočeském kraji, v okrese Mělník. Mšeno leží na východním okraji CHKO Kokořínsko, na rozhraní okresů Mělník, Mladá Boleslav a Česká Lípa. Nadmořská výška se pohybuje mezi 240 – 400 m nad mořem (<http://www.mestomseno.cz>). Území města se rozkládá na pomezí dvou geomorfologických celků – jihovýchodní polovina (Skramouš a vlastní Mšeno až k Romanovu) se počítá k Jizerské tabuli, zatímco ostatní přidružené části k Ralské pahorkatině (<http://www.geologicke-mapy.cz>). Krajina v okolí města, kde byly zemní pasti rozmístěny, se charakterizuje vysokou zemědělskou činností. Jedná se většinou o pole s různými druhy obilovin, hořčicí, bramborami, či řepou. Blízko přítomné CHKO Kokořínsko se vyznačuje specifickou geomorfologií, podmíněnou převahou kyselých kvádrových pískovců, vytvářejících síť plošin a údolí, na jejichž hranách se vytvořila skalní města, pokličky, skalní brány či okna a další útvary (<http://www.cittadella.cz>). Z klimatického hlediska se Mšeno nachází v oblasti mírně teplé a vlhké. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje okolo 600 mm, průměrná roční teplota dosahuje zhruba 8° C (<http://www.mestomseno.cz>, <http://kokorinsko.ochranaprirody.cz>). Půdy v okolí Mšena jsou většinou půdy pokryvných kvartérních útvarů, jež se vyvinuly na spraších a sprašových hlínách, na svahových hlínách a dále aluviální půdy většinou středně těžké (místy těžké), humózní, minerálně bohaté, tmavošedé barvy. Z půdních typů jsou zastoupeny

hnědozemě, místy luvizemě na spraších a sprašových hlínách na náhorních plošinách a mírných svazích (<http://kokorinsko.ochranaprirody.cz>).

5. Zkoumané čeledi Coleoptera

5.1 Střevlíkovití (Carabidae)

Střevlíkovití (Carabidae) jsou jednou z nejpočetnějších čeledí brouků (celosvětově přibližně 32 tisíc druhů). V České republice je v této čeledi zastoupeno více než 600 druhů v 9 podčeledích (Hůrka 2005). Počtem druhů je čtvrtou nejbohatší čeledí hmyzu v ČR, a to po lumkovitých (Ichneumonidae), drabčíkovitých (Staphylinidae) a nosatcovitých (Curculionidae) (Hůrka 2005).

5.1.1 Morfologie střevlíkovitých (Carabidae)

Morfologie imaga

Povrch těla je u většiny střevlíkovitých silně sklerotizován, jen výjimečně jsou především krovky tenké a měkké. Zbarvení je většinou černé nebo tmavě hnědé, poměrně častý bývá mosazný měděný, zelený nebo i modrý kovový lesk (častý u druhů s denní aktivitou), a to buď většiny povrchu těla, nebo jeho částí, tedy nohou, ústního ústrojí, tykadel, spodní strany těla aj. Lesklost nebo matnost povrchu těla je do velké míry závislá na jeho hladkosti nebo přítomnosti povrchové mikroskulptury. Na povrchu těla Carabidae jsou vždy přítomné jemnější či silnější sěty, smyslové orgány hmatu, zakotvené v jamkách. Sěty jsou zásadě dvojího typu: (1) sěty s jamkou bez dvůrku pokrývající různé části těla v různé pokryvnosti, (2) silnější sěty umístěné v hlubších jamkách s dvůrkem a membránou, daleko méně početné a rozmístěné v druhově nebo rodově stabilním plánu a souhrnně nazývané porojamky; poměr světlosti sěty a průměru jamky bývá u různých typů porojamek různý (Hůrka 1996).

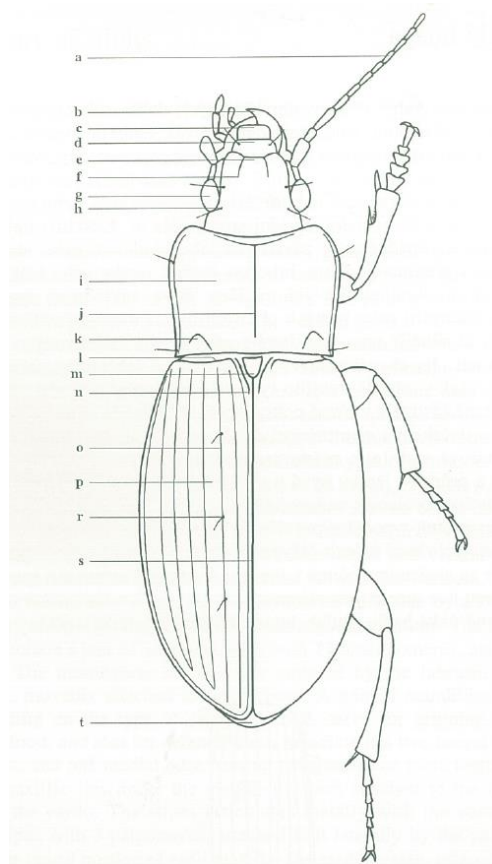
Hlava je prognátní, v klidu uložena v podélné ose těla. Na hlavě je povětšinou patrný šev oddělující nejvíce vpředu položený sklerit (klypeus) od čela (frons), které přechází bez zřetelné hranice za složenými očima v temeno (vertex). Na spodní straně hlavy je švy oddělené úzké hrdlo (gula), které přechází dopředu v příčný podbradek

(submentum). Hlavové přívěsky tvoří pár jedenáctičlankových tykadel a ústní ústrojí kousacího typu. Pár nečlankovaných kusadel (mandibuly), tvarově různých v závislosti na typu potravy, slouží k chycení a hrubému zpracování kořisti (potravy), a zároveň k obraně. Jedná se o protáhlý trojhranný útvar s vnější horní a dolní hranou a s vnitřní hranou opatřenou zpravidla jedním nebo více zuby. Pod kusadly leží pár článkovitých čelistí (maxily), připojených základním článkem (cardo) po stranách ústního otvoru. Na cardo navazující stipes nese na vnější straně tříčlankové čelistní makadlo (palpus maxillaris) připojené krátkým nosičem makadla (palpifer); k apikální a vnitřní straně jsou připojeny galea, nejčastěji dvoučlanková, a vnitřní protáhlá, dovnitř zobákovitě zahnutá lacinia nesoucí na vnitřním okraji husté pole smyslových sít. Zesponu je kryta ústní dutina spodním pyskem (labium), sestávajícím z příčné brady (mentum), na kterou vpředu shora uprostřed nasedá nepárový jazýček (ligula, glossa). Bazální část brady je často pohyblivě spojena švem s podbradkem (submentum) (Hůrka 1996).

Horní tergální část předohrudí (pronotum) tvoří velký, často srdčitý štít. Spodní strana předohrudí (prosternum) vybíhá mezi předními kyčlemi ve výběžek, jehož tvar, vroubení či rozložení smyslových sít (chetotaxe) jsou taxonomicky využívány. Středo- a zadohrudí jsou shora kryty krovkami. Ze středohrudí vyrůstají krovky a z její horní části je patrný jen, štítek (scutellum) na bázi krovek, který má nejčastěji trojúhelníkový tvar; ze zadohrudí vyrůstá druhý blanitý pár křídel (**obr. 2**). Na spodní straně jsou taxonomicky využívány oba sklerity pleurální části, a to především zadohrudí, zvláště metepisterna, které bývají delší než široká u druhů plně okřídlených, kdežto druhy neokřídlené mají často episterna kratší. Krovky se stýkají při švu a odtud směrem k vnějšímu okraji jsou počítány rýhy a prostory mezi rýhami, tzv. mezirýží. Rýh bývá nejčastěji 8, mezirýží 9. Krovky jsou připojeny ke středohrudí dvěma hrbolky na spodní straně vnitřního horního okraje. Část přiléhající ke středohrudí je báze krovek a je nejčastěji vroubená. Křídla střevlíkovitých patří k adephagoidnímu typu křídelní žilnatiny brouků. Plně vyvinutá křídla bývají pravidelně v apikální části přehnutá, aby je bylo možno složit pod krovky. U mnoha druhů jsou křídla částečně (brachypterie) či úplně (apterie) redukována. U některých druhů se setkáváme s křídelním polymorfismem, tedy různou délkou křídel, zpravidla u různých populací. Nohy jsou u většiny druhů běhavé, méně často kráčivé nebo (alespoň přední pár) hrabavé. Holeně jsou utvořené různě v souvislosti se způsobem života. Chodidla

předního páru končetin bývají u samců rozšířená. Rozšířené články nesou na spodní straně různě hustě uspořádané sěty či brvy s přísavnou funkcí (Hůrka 1996).

Samčí pohlavní orgán (aedeagus) je v klidu uložen v koncové části zadečku a je pohyblivě spojen s prstencovitým skleritem. Skládá ze střední části – vlastního penisu – a párových paramer. Penis má uvnitř často druhově různě utvářený vnitřní vak, který je při kopulaci vychlípen. Vnitřní vak je vybaven nejrůzněji utvářenými sklerotizovanými útvary vnitřního vaku jako zuby, trny, destičkami, ale i skupinami šupinek, mikrotrichií aj., opět často druhově specifického tvaru. Samičí vnější pohlavní orgány (kladélko) tvoří pár stylů (gonapophys), často dvoučlánkových, nejčastěji na konci zaostřených, s charakteristickou chetotaxí, připojených k mohutnějším, rodově nebo i tribově typicky utvářeným gonobázím (valvifer) (Hůrka 1996).



Obr. 2: Tělo samce čeledi Carabidae (pohled shora) podle Hůrky (1996).

a – tykadlo; b – kusadlo; c – horní pysk; d – klypeus; e – čelo; f – čelní brázda; g – oko, h – porojamka vnitřního okraje oka; i – štít; j – střední linie štítu; k – bazální vtlak štítu; l – bazální vroubení krovek; m – štítek, n – štítek, n – skutelární rýžka, o – 3. krovková rýha, p – 3. mezirýží krovek, r – dorzální porojamka, s – šev krovek, t – pygidium

Velikost vajíček závisí především na jejich počtu, který se vyvíjí v ovariolách. Tvar vajíčka závisí na taxonomické skupině. Bývá dlouze cylindrický (např. Carabini, Pterostichini, Platynini) nebo široce či úžeji oválný (Harpalini, Zabrinini). Největší vajíčka z našich zástupců mají druhy rodu *Carabus* Linnaeus, 1758, ale relativně velká vajíčka kladou i příslušníci tribů Harpalini či Zabrinini. Naopak velmi malá vajíčka jsou kladena druhy rodu *Cymindis* Latreille, 1806 a především ektoparazitoidně se vyvíjejícími druhy rodu *Lebia* Latreille, 1802 a *Brachinus* Weber, 1801 (Hůrka 1996).

Larvy volně žijících střevlíkovitých jsou oligopodní, nejčastěji kampodeoidního typu, s prognátní hlavou a různě utvářenými přívěsky, urogomfami, na 9. zadečkovém článku. Tvar hlavy je čtvercový nebo obdélníkový, zřídka s výrazným zaškrcením za spánky. Na hlavě se nachází zřetelné švy, vytvářející s předním okrajem hlavy trojúhelníkový sklerit frontale. Po stranách hlavy jsou připojena čtyřčlanková tykadla; 3. článek nese na vnější straně zpravidla hrbolkovitý přívěsek se smyslovými funkcemi. Za tykadly je umístěno 0 – 6 larválních oček, stemmat. Kusadla jsou štíhlá a dlouhá u predátorů, či robustní a kratší u fytofágů. Čelistní makadla jsou zpravidla tříčlanková. Na postranních skleritech hlavy (parietale) je u některých tribů patrná příčná cervikální rýha nebo kýl. Spodní stranu hlavové schránky rozděluje na dvě části podélný gulární šev. Hrudní články jsou obdobné, předohruď často největší. I nohy všech tří párů jsou podobné, složené z 6 článků. Zadeček je složen z 10 článků, 9. nese dorzálně pár pohyblivých nebo nepohyblivých, článkovaných nebo nečlánkovaných přívěsků (urogomfy). 10. článek (anální) je silně pozměněný, tubusovitý, někdy s vychlípitelnými skupinami háčků. Slouží larvě jako opora při pohybu. Pro taxonomii larev je důležité rozložení smyslových sít (chetotaxe) na všech částech jejich těla. Chetotaxe je druhově, rodově a často i u celé čeledi konstantní. První instar většiny druhů se liší od následujících instarů přítomností párových vaječných zubů, tvarově variabilních, umístěných nejčastěji apikálně na frontale. Rovněž šířky hlavové kapsule je možno použít pro rozlišení larválních instarů. Larvální instary jsou pravidelně 3, výjimečně 2, u ektoparazitoidů až 5 (Hůrka 1996). Kukla střevlíkovitých je nepigmentovaná a leží zpravidla v poloze na zádech v kukelní komůrce, kterou si před zakuklením vytvořila larva (Hůrka 1996).

5.1.2 Bionomie a ekologie střevlíkovitých (Carabidae)

Střevlíkovití obývají nejrůznější stanoviště od mokřých, bažinatých nebo pobřežních, až po suchá stepní a pouštní. Většina druhů žije na povrchu půdy pod kameny nebo v hrabance. Žijí též na bylinách, keřích a stromech, některé i pod kůrou a v hniјícím dřevě. Známe druhy vyžadující zastínění (lesní), ale i druhy heliofilní, pobíhající za dne a plného slunce na otevřených biotopech. Mikrokavernikolní druhy žijí v půdě, často pod hluboko zapadlými kameny. Známe i druhy jeskynní. Některé druhy žijí jen v nížinách, jiné jen v alпínském pásmu hor. Většina středoevropských druhů je však spíš vlhkomilných, s noční aktivitou (Hůrka 1996).

Nejdůležitějšími faktory ovlivňující výskyt střevlíkovitých jsou teplota, vlhkost, typ půdního povrchu, charakter vegetace a míra zastínění povrchu. Pro mnohé druhy je významná i půdní reakce a charakter geologického podkladu. Pro řadu druhů čeledi je charakteristická výrazná vazba na půdní povrch; jsou tak dobrými indikátory stavu půdy. Vztahy střevlíkovitých k jejich prostředí a schopnost migrace je významně ovlivněna jejich schopností či neschopností létat. Řada druhů, zvláště rodu *Carabus*, je druhotně bezkřídla nebo má křídla redukovaná, tudíž je neschopná letu. Naproti tomu některé dobře létající druhy migrují i na značné vzdálenosti a mnohdy jsou nalézány i mimo souvislý areál výskytu (Stanovský & Pulpán 2006). Evropsí střevlíci jsou převážně noční (Thiele & Weber 1968).

Potravně jsou naši zástupci nespécializovaní masožravci lovící aktivně kořist nebo vyhledávající uhynulé bezobratlé i obratlovce, některé skupiny rodu *Amara* Bonelli, 1810 a rody *Ophonus* Dejean, 1821, *Zabrus* Clairville, 1806 a *Bradycellus* Erichson, 1837 jsou částečně nebo zcela fytofágní a živí se semeny rostlin (Stanovský & Pulpán 2006). Jako všežravci s různým poměrem býložravosti či masožravosti uvádí Hůrka (1996) také rod *Harpalus* Latreille, 1802. V rámci několika rodů se vyvinula potravní specializace: predace chvostoskoků (střevlíci rodů *Leistus* Frölich, 1799 a *Notiophilus* Duméril, 1806), plicnatých plžů (*Cychnus* Fabricius, 1794) nebo žízal (některé druhy rodu *Carabus*) (Hůrka 1996).

Velká většina zástupců čeledi se vyznačuje jednoletým, monovoltinním vývojovým cyklem. Rozlišujeme dva základní typy vývoje, kdy začátek rozmnožování je synchronizován buď diapauzou v larválním stádiu, nebo diapauzou pohlavních

orgánů imag. U střeoevropských druhů převažuje typ vývoje bez larvální diapauzy, při kterém k rozmnožování a vývoji larev dochází na jaře a v časném létě a imaga nové generace se líhnou v létě a na podzim téhož roku. U druhého základního typu s larvální diapauzou přezimují larvy i imaga a nová generace se líhne na jaře nebo začátkem léta následujícího roku. Možná je i modifikace obou základních typů, lišící se zvláště časovým obdobím rozmnožování a délkou především larválního vývoje. Variantou typu s larvální diapauzou je v našich podmínkách mírného pásma i dvouletý vývoj některých druhů horských lesů (*Carabus linnei* Panzer, 1810, *Pterostichus burmeisteri* Heer, 1838) nebo alpského pásma hor s imaginární diapauzou, rozmnožujících se až po přezimování imag nové generace. Zcela výjimečně byl u střevlíkovitých mírného pásma zjištěn vývojový typ bez obligatorní diapauzy, a tedy bez stabilní doby rozmnožování, a to u *Abax parallelepipedus* Piller & Mitterpacher, 1783 (Hůrka 1996).

U několika tribů byla zjištěna péče o potomstvo. Z našich zástupců je vyvinuta u samic obou druhů rodu *Molops* Bonelli, 1810, u *Abax parallelus* (Duftschmid, 1812) a *Abax ovalis* (Duftschmid, 1812), i u některých druhů rodu *Pterostichus* Bonelli, 1810. Zde bylo pozorováno hlídání vaječné snůšky na dně jamky ukryté pod kamenem nebo dřevem a její ošetřování až do vylíhnutí larev, aniž by dospělí brouci přijímali potravu. Počet vajíček ve snůšce je relativně malý (Hůrka 1996).

5.1.3 Význam střevlíkovitých (Carabidae)

Carabidae jsou významnou a cennou složkou v přirozených i umělých suchozemských biocenózách. Jakožto predátoři ostatních bezobratlých, zejména členovců a měkkýšů, hrají především v antropocenozech roli významných entomofágů. Díky své diverzitě i abundanci se významně uplatňují při udržování rovnováhy i v koloběhu látek a energie. I z tohoto důvodu slouží již řadu let jako modelová skupina pro nejrůznější studie, především s ekologickým zaměřením (Hůrka 1996).

Carabidae jsou citliví na nejrůznější toxické látky (insekticidy, herbicidy) vnášené do biocenóz, stejně jako na nadměrné používání umělých hnojiv. Nejen díky této skutečnosti zmizel z obilných polí jediný závažněji škodlivý střevlík našich teplejších oblastí – hrbáč osenní, *Zabrus tenebrioides* (Goeze, 1777). Mnozí

střevlíkovití jsou citliví i na změnu pH a především vlhkosti, takže mohou být využiti i jako bioindikátory těchto změn prostředí (Hůrka 1996).

Souhrnně je tedy možné označit středoevropské zástupce čeledi Carabidae za významnou skupinu živočichů. Jsou užiteční, a to nejen jako predátoři různých škodlivých bezobratlých, ale dají se také využívat k bioindikačním účelům při zaznamenávání změn přírodního prostředí, a tím tedy i životního prostředí člověka (Hůrka 1996).

5.2 Lesknáčkovití (Nitidulidae)

Čeď lesknáčkovitých (Nitidulidae) zahrnuje celosvětově asi 350 rodů se zhruba 4500 druhy a je rozšířena po celém světě. Tradiční typologický systém čeledi, jak jej uvádějí např. Erichson (1843), Reitter (1911, 1919) nebo Grouvelle (1913), prodělal v nedávné době podstatné změny a v současné době je čeď rozdělena na 10 podčeledí, z nichž 5 je zastoupeno ve střední Evropě. Dosud ne zcela vyjasněný je status čeledi Cybocephalidae, která je někdy považována za samostatnou čeď (např. Endrödy-Younga 1967, 1968, Blumberg 1973, Kirejtshuk 1984, Audisio 1993, Yu & Tian 1995, Spornraft 2009), jindy za podčeď Nitidulidae (např. Crowson 1955, Jelínek & Audisio 2007, Kirejtshuk & Fallahzadeh 2008, Jelínek et al. 2010). Nové studie (Cline et. al 2014) nasvědčují, že Cybocephalidae představují samostatnou čeď nejasného postavení. Naproti tomu Kateretidae, dříve rovněž považování za podčeď Nitidulidae, jsou dnes jednoznačně považováni za samostatnou čeď (Jelínek 2014).

5.2.1 Morfologie lesknáčkovitých (Nitidulidae)

Tělo zástupců čeledi Nitidulidae je poměrně malé (délka 1,5 – 20 mm). Tvar těla je různý, polokulovitý až válcovitý, plochý až klenutý. Svrchní strana těla může být různě ochlupená či zcela lysá. Tykadla jsou jedenáctičlenná a obvykle zakončená tříčláňkovou oválnou paličkou. Maxila je opatřena pouze laciní. Prosternální výběžek přesahuje zadní okraj předních kyčlí a je na konci rozšířen. Přední kyčelní jámy mohou být vzadu otevřené (Amphicrossinae, Cryptarchinae) nebo uzavřené. Krovky jsou obvykle nepravidelně nebo řádkovaně tečkované, někdy i zkrácené (Carpophilinae, Cillaeinae). Paramery srůstají s falobází v útvar zvaný tegmen, který je buď vykrojený

(Eपुरaeinae, Carpophilinae, Meligethinae), nebo kompaktní. Aedeagus je souměrný, někdy jen slabě sklerotizovaný (*Epuraea*; *Carpophilus*), někdy silně zkrácený (*Carpophilus*). Pohlavní dimorfismus se může projevovat u samců viditelným 8. zadečkovým článkem (např. *Epuraea*), někdy převráceným a patrným na spodní straně ve výkroji hypopygie (Carpophilinae), případně různými vtisky hrbolky či lištami na zadohrudí či hypopygiu u samců některých Meligethinae. Holeně u samců některých rodů mohou být různým způsobem zakřivené nebo rozšířené (např. *Epuraea*). Tykadla samců *Pria dulcamarae* (Scopoli, 1763) jsou prodloužená, zakončená čtyřčlennou paličkou a obdobný sexuální dimorfismus se vyskytuje i u některých tropických zástupců podčeledí Epuraeinae (*Amystrops* Grouvelle, 1906), Meligethinae (např. *Palmopria* Endrödy-Younga, 1978, *Microporodes* Endrödy-Younga, 1978 a Nitidulinae (*Mystrops* Erichson, 1843) (Jelínek 2014).

Morfologie larev a kukel lesknáčků byla doposud poměrně málo studována, základní literaturu představují Böving & Craighhead (1931), Böving & Rozen (1962), Rozen (1963) a Hayashi (1978).

5.2.2 Bionomie a ekologie lesknáčkovitých (Nitidulidae)

Bionomie Nitidulidae odpovídá jejich systematické i morfologické rozmanitosti. Nitidulidae žijí nejčastěji a zřejmě i původně jako mykosaprofágové, vyvíjejí se tedy na různých rozkládajících se, kvasících či plesnivějících organických substrátech, jako je vytékající míza poraněných stromů nebo rozkládající se lýko (např. *Cryptarcha* Shuckard, 1839, *Soronia* Erichson, 1843, *Glischrochilus* Reitter, 1873, některé druhy rodu *Epuraea* Erichson, 1843), různé plody (*Epuraea*), rostlinné zbytky a vzácně i zdechliny (rody *Nitidula* Fabricius, 1775 a *Omosita* Erichson, 1843). Larvy druhů *Epuraea aestiva* Linnaeus, 1758 a *E. melina* Erichson, 1843 se vyvíjejí v hnízdech čmeláků, kde se zřejmě živí plesnivějícím detritem. Významnou složku potravy těchto saprofágních druhů představují kvasinky, plísně a jiné nižší houby. Některé z nich se přizpůsobily synantropnímu životu jako skladištní škůdci. Ti mohou být s různými potravinami opakovaně zavlékáni i do oblastí značně vzdálených od jejich původního areálu, ve volné přírodě. Druhy jako *Carpophilus hemipterus* Linnaeus, 1758 nebo *Epuraea (Haptoncus) luteola* Erichson, 1843 jsou dnes rozšířeny téměř po celém světě, takže je obtížné určit jejich zeměpisný původ (Jelínek 2014).

Mycetofágní druhy se vyvíjejí v plodnicích vyšších hub, jako jsou choroše (některé druhy rodu *Epuraea*), pýchavky (*Pocadius* Erichson, 1843, *Physoronia* (*Pocadiodes*) Reitter, 1884), václavky (*Cychramus* Kugelann, 1794), hlívy (*Cyllodes* Erichson, 1843) nebo kořenovec (*Thalycra* Erichson, 1843) (Jelínek 2014).

Fytofágní (býložravý) způsob života se zřejmě vyvinul paralelně v několika liniích (u nás Kateretidae, Nitidulinae, Meligethinae). Larvy a imaga téměř všech zástupců fytofágních lesknáčkovitých se vyvíjejí v květech krytosemenných rostlin, kde se živí pylem a měkkými orgány květů (Kirejtshuk 1997). Výjimku tvoří jen ve střední Evropě nezastoupené rody *Xenostrogylus* Wollaston, 1854, *Oxystrongylus* Reitter, 1911 a *Anister* Grouvelle, 1901 (Nitidulidae: Nitidulinae), jejich larvy minují v listech brukvovitých rostlin (Brassicaceae). U býložravých zástupců Nitidulidae mírného pásma s výrazně sezónním obdobím květu většiny rostlin je charakteristická monofagie či oligofagie larev, zatímco dospělí brouci se mimo období páření a kladení vajíček vyskytují v květech nejrůznějších právě kvetoucích rostlin. V květech rostlin se pravidelně vyskytují i imaga některých druhů, jejichž larvy jsou saprofágní (*Epuraea melanocephala* (Marsham, 1802), *E. pallescens* (Stephens, 1835), *E. aestiva* Linnaeus, 1758, *E. melina*) nebo mycetofágní (*Cychramus luteus* (Fabricius, 1787), *C. variegatus* (Herbst, 1792)) (Jelínek 2014).

Jako jediný dravý zástupce Nitidulidae byl zatím prokázán australský druh *Cychramptodes murrayi* Reitter, 1878, který je predátorem červců (Kirejtshuk & Lawrence 1992). Několik druhů lesknáčkovitých (*Glischrochilus* spp., *Epuraea* spp.) je uváděno jako predátoři kůrovců či jiného hmyzu, ale zdá se, že se jedná spíše o fakultativní predaci primárně mykosaprofágních druhů. Část charakteristicky protáhlých druhů rodu *Epuraea*, jako například *E. laeviscula* (Gyllenhal, 1827), se prokazatelně vyvíjí v chodbičkách tzv. ambrosiových kůrovců z rodu *Trypodendron* Stephens, 1830, dosud však nebylo prokázáno, zda se živí vývojovými stadii kůrovců, nebo spíše symbiotickými houbami, které slouží larvám kůrovců jako potrava (Jelínek 2014).

Některé tropické rody lesknáčkovitých jsou patrně myrmekofilní či termitofilní. V Evropě a Severní Americe jsou myrmekofilní druhy rodu *Amphotis* Erichson, 1843, zastoupené ve střední Evropě druhem *A. marginata* (Fabricius, 1781),

který žije v hnízdech mravenců rodu *Lasius* Fabricius, 1804. Ve včelích hnízdech žijí některé africké druhy rodu *Aethina* Erichson, 1843 (Jelínek 2014).

Charakteristickým habitatem většiny středoevropských druhů lesknáčkovitých je zóna evropských listnatých lesů. Středoevropské druhy Nitidulidae jsou rozšířeny ve větší části Evropy nebo palearktické oblasti. Se severským a horským jehličnatým lesem jsou spojovány zejména některé druhy rodu *Epuraea*, z nichž část má v Evropě charakteristické diskontinuitní boreomontánní rozšíření (např. *E. boreela* (Zetterstedt, 1828), *E. fussi* Reitter, 1875, *E. oblonga* (Herbst, 1793), *E. placida* Mäklin, 1853). Pro otevřené luční či stepní biotopy jsou typické především některé druhy podčeledi Meligethinae. Řada jihoevropských druhů dosahuje ve střední Evropě severní hranice svého rozšíření, např. *Carpophilus bipustulatus* (Heer, 1841), *C. quadrisignatus* Erichson, 1843, *Urophorus rubripennis* (Heer, 1841), *Boragogethes rosenhaueri* (Reitter, 1871), *Brassicogethes arankae* (Audisio & De Biase, 2005) nebo *Xerogethes kraatzi* (Reitter, 1871). Totéž platí, alespoň dočasně, i pro některé invazivní druhy, např. *Epurea luteola*, *E. ocellaris* Fairmaire, 1849 nebo *Stelidota geminata* Say, 1825 (Jelínek 2014).

5.2.3 Význam lesknáčkovitých (Nitidulidae)

Několik druhů lesknáčkovitých patří mezi skladištní škůdce, kteří napadají různé potraviny jako sušené plody, kakaové boby, obilniny, kopru apod. (Hinton 1945), jiné mohou být přenašeči houbových onemocnění rostlin (Audisio et al. 1990, Gibbs & French 1980, Juzwik & French 1983). Fytofágní druhy *Brassicogethes aeneus* (Fabricius, 1775) a *B. viridescens* (Fabricius, 1787) jsou vážnými škůdci řepky olejné. Africký druh *Aethina tumida* Murray, 1867 je zase vážným škůdcem včelstev v různých částech světa (Hood 2000).

Základní přehled o čeledi poskytují Audisio (1993), Kirejtshuk (2008) nebo Jelínek et al. (2010). Katalog palearktických druhů publikovali Jelínek & Audisio (2007). Moderní určovací klíče poskytuje Audisio (1993) nebo Spornraft (1967) s pozdějšími dodatky (Spornraft 1992, 2009).

5.3 Mršníkovití (Histeridae)

Mršníkovití jsou druhově středně početnou, celosvětově rozšířenou čeledí, která zahrnuje celosvětově přibližně 400 rodů s více než 4260 druhy (Mazur 2011, Tishechkin & Lackner 2012, Lackner 2013, Caterino & Tishechkin 2014, Lackner & Gomy 2014, Lackner & Ratto 2014). Dělí se na 11 podčeledí. Přestože je část rodů rozšířená výhradně v mírném pásmu (např. *Dendrophilus* Leach, 1817), největší druhovou diverzita mršníků zaznamenáváme v tropických oblastech. Monofylie čeledí Synteliidae a Histeridae byla potvrzena nejen morfologickými, ale i molekulárními znaky (Ôhara 1994, Caterino & Vogler 2002). Mezi nejvýznamnější synapomorfie imag patří: nezřetelný frontoklypeální šev, skryté přední trochantiny a zadní kyčle oddálené od postranních okrajů těla (Kovarík & Caterino 2005). Histeridae jsou rovněž bezpochyby monofyletickou skupinou, o čemž svědčí např. zámkový mechanismus fixace krovek, kdy jazýček na vrcholu krovek zapadá do drážky na šestém tergitu zadečku (Ślipiński & Mazur 1999) a přední kyčle, zcela oddělené zvýšeným kýlem předohrudí. Fylogenezi mršníkovitých poprvé zkoumal před 26 lety Ôhara (1994), v pozdější době se studiu této čeledi věnovali další autoři (Ślipiński & Mazur 1999, Caterino & Vogler 2002). Výsledky těchto prací poskytují ucelený obraz o vztazích mezi vyššími taxony v rámci čeledi, sporná však zůstává monofylie několika podčeledí a většiny tribů. Přestože několik podčeledí bylo potvrzeno jako jednoznačně monofyletických (např. Saprinae, viz Lackner 2014), fylogeneze této čeledi by měla být budoucnu detailněji prozkoumána. Studium čeledi v poslední době výrazně pomohlo sestavení prvních světových katalogů Histeridae (Mazur 1984, 1997, 2011).

5.3.1 Morfologie mršníkovitých (Histeridae)

Hlavními poznávacími znaky dospělců Histeridae jsou: (1) kompaktní, černé, klenuté tělo, které je obzvláště typické pro podčeledi Saprinae a Histerinae, a to i přesto, že někteří zástupci Saprinae mohou být kovově zelení nebo bronzoví a některé rody Histerinae (*Hololepta* Paykull, 1811 nebo *Platysoma* Leach, 1817 s. str.) jsou dorsoventrálně zploštělé; (2) hluboce vnořená a zatažitelná hlava, nezatažitelná je jen u rodu *Hololepta*; (3) ozubené přední holeně, s výjimkou rodů *Myrmetes* Marseul, 1862 a *Acritus* Leconte, 1853; (4) lomená tykadla, která jsou vždy zakončená nápadnou paličkou; a (5) utáaté krovky, které odkrývají poslední dva články zadečku

(propygidium a pygidium), vyjma rodu *Cyclobacanius* Müller, 1925, který má krovky zakulacené, spojené a pokrývají celý zadeček. Tělo je převážně široce oválné a vyklenuté, u některých taxonů (např. *Cylister* Cooman, 1941 nebo *Teretrius* Erichson, 1834) však může být zcela či téměř válcovité, u jiných (*Platysoma*, *Hololepta*) je tvar těla výrazně zploštělý až obdélníkovitý (Kovarík & Caterino 2000, Lackner 2015).

Velikost dospělce se pohybuje od 0,8 mm (*Acritus*, *Aeletes* Horn, 1873) až do více než 10 mm (*Hister* Linnaeus, 1758, *Macrolister* Lewis, 1904, *Pactolinus* Motschulsky, 1860). Na krovkách se nachází šest nebo méně rýh (u rodu *Onthophilus* Leach, 1817 jsou na krovkách výrazná žebra). Krovky bývají jednobarevné, u některých druhů s červenými skvrnami. Obvykle bývají lesklé, avšak rody *Dendrophilus*, *Myrmetes* a *Satrapes* Schmidt, 1885 mají krovky matné. Povrch je většinou lysý, rody *Chaetabraeus* Portevin, 1929, *Eubrachium* Wollaston, 1862 a *Haeterius* Erichson, 1834 mají tělo pokryté šupinkovitými brvami. Štít mívá jenom okrajovou rýhu, u některých rodů též rýhu boční (*Margarinotus* Marseul, 1853, *Hister*, *Atholus* Thomson, 1859, *Haeterius*, *Plegaderus* Erichson, 1834, *Eubrachium* Wollaston, 1862), u rodu *Onthophilus* je štít žebrovitý, nebo bývá s příčnou rýhou např. u rodu *Plegaderus*. Spodní strana štítu nebývá ochlupená, s výjimkou rodu *Macrolister*, několika druhů rodu *Saprinus* a rodu *Exaesiopus* Reichardt, 1926. U některých druhů je vyvinutý pohlavní dimorfismus, např. u *Pachylister inaequalis* Olivier, 1789, jehož samci mají, na rozdíl od samic, levé kusadlo zřetelně větší než pravé. Samci podčeledi Sapriniinae se od samic liší tím, že na spodní straně předních chodidel mají šupinkovité brvy a u několika druhů rodu *Saprinus* Erichson, 1834 mají samci na spodní straně zadohrudi hluboký podélný vtlač nebo dva hrbolky (Lackner 2015, Kovarík & Caterino 2005).

Larvy mršníků na první pohled připomínají larvy Hydrophilidae. Liší se od nich plným počtem funkčních průduchů (stigmat), dvoučlánkovými (někdy chybějícími) urogomfami, chybějící apikální dýchací komůrkou a štětinkou brv na bázi každé mandibuly (**obr. 3**). U Histeridae rozeznáváme pouze dva larvální instary, což je u brouků poměrně neobvyklé (Lackner 2015). Kovarík (1995) detailně popsal líhnutí larvy z vajíčka. Podle jeho pozorování přijímají všechny larvy mršníků tekutou potravu a jejich trávení je mimotělní (Kovarík 1995). I když je délka vývoje larev u jednotlivých druhů rozdílná, podle Kovaríka & Caterina (2005) mají nejkratší larvální vývoj druhy, jejichž vývoj probíhá v exkrementech nebo na mršinách, zatímco larvy

druhů žijících pod kůrou stromů se vyvíjejí delší dobu. Larvy mršníků jsou jen málo známé. Z podčeledi Haeteriinae existuje jediný, nedávno publikovaný popis larvy jihoamerického zástupce; v podčeledi Chlamydopsinae nebyly zatím larvy nalezeny vůbec (Caterino & Tischechkin 2006, Lackner 2015).



Obr. 3. Larva Histeridae, Autor: Jillian H. Cowles (2007)

Zdroj: <https://bugguide.net/node/view/162071/bgimage>

5.3.2 Bionomie a ekologie mršníkovitých (Histeridae)

Dospělci a larvy Histeridae jsou převážně predátoři. Živí se vajíčky, larvami a dospělci jiných malých bezobratlých, hlavně kruhošvých dvoukřídle (Diptera: Cyclorrhapha). Mršníci, podobně jako dvoukřídle, vyhledávají rozkládající se organické látky podle zápachu. Na exkrementech či mršinách se vyskytují zástupci rodu *Hister*, *Margarinotus*, *Pachylister* Lewis, 1904, *Pactolinus* Motschulsky, 1860, *Atholus*, *Saprinus*, *Chalcionellus* Reichardt, 1932, někdy i *Gnathoncus*, *Hypocaccus* du Val, 1858, *Euspilotusa* Lewis, 1907 a *Exaesiopus*. Několik druhů upřednostňuje již vyschlé exkrementy (*Chaetabraeus*, *Onthophilus*), jiné druhy jsou často nacházeny ve slepičích exkrementech (*Gnathoncus*, *Carcinops* Marseul, 1855). Nejmenší zástupci čeledi (*Acritus*, *Aeletes*, *Abraeus* Leach, 1817, *Plegaderus* a *Eubrachium*) se s největší pravděpodobností živí roztoči, některé podkorní nebo dřevní druhy (*Epiurus* Erichson, 1834, *Pseudepiurus* Casey, 1916 a *Cyclobacanius*) mají ústní orgány přizpůsobené ke konzumaci výtrusů hub, případně je požírají jako vedlejší potravu při aktivním lovu larev drobných bezobratlých (Kovarík & Caterino 2005). Několik střeoevropských zástupců Histeridae (např. *Carcinops* a *Gnathoncus*) se často vyskytuje ve skladech,

kde pravděpodobně loví larvy žijící v uskladněných potravinách (např. larvy Dermestidae nebo Laemophloeidae). Druh *Hister helluo* Truqui, 1852 požírá na olších larvy bázlivce olšového *Agelastica alni* Linnaeus, 1758, *Saprinus virescens* Paykull, 1798 byl pozorován při lovu a konzumaci larev mandelinky *Phaedon armoraciae* Linnaeus, 1758 na potočnici lékařské *Nasturtium officinale* Aiton (Brassicaceae). *Saprinus lautus* Erichson, 1839 bývá nejčastěji nalezen na hniјících houbách; *S. rugifer* Paykull, 1809 se vyskytuje ve větším množství v hnízdech břehule říční (*Riparia riparia* (Linnaeus, 1758)) a *Hister lugubris* Truqui, 1852 preferuje ke svému výskytu slaniska (Kryzhanovskij & Reichardt 1976, Lackner 2015). Druhy rodu *Exaesiopus* Thomson, 1867 a podrodu *Hypocaccus* Thomson, 1867 s. str. se nejčastěji vyskytují na písčítých březích potoků a řek i v písčítých dunách dále od vody. Nálezů některých střeoevropských druhů naznačují, že jsou buď náhodnými návštěvníky podzemních hnízď či nor drobných savců, nebo (u *Pholioxenus schatzmayri* Müller, 1910, *Margarinotus marginatus* Erichson, 1834 či *Gnathoncus disjunctus suturifer* Reitter, 1896) tento mikrohabitat dokonce vyhledávají. Předpokládá se, že jejich larvy se žíví larvami much (Diptera), případně blech (Siphonaptera) v hnízďech. Jiné druhy, především z rodu *Gnathoncus*, *Euspilotusa* Lewis, 1907, a dokonce i z rodu *Saprinus*, obývají ptačí hnízďa. *Margarinotus merdarius* Hoffmann, 1803 je nidikolní druh, žívící v dutinách stromů, zvláště dubů, někdy spolu s koloniemi mravence černolesklého *Lasius fuliginosus* (Latreille, 1798) nebo také v kurnících v slepičím trusu (Lackner 2015). Z morfologického, ale i ekologického hlediska jsou nejzajímavější druhy obývající mraveniště. Ve střední Evropě patří dva druhy (*Haeterius ferrugineus* Olivier, 1789 a *Satrapes sartorii* Redtenbacher, 1858) mezi zástupce výhradně myrmekofilní podčeledi Haeteriinae a za normálních okolností se nikdy nenacházejí mimo mraveniště. *Satrapes sartorii* se vyskytuje téměř výhradně v hnízďech mravenců rodu *Tetramorium* Mayr, 1855, zatímco *Haeterius ferrugineus* je známý z hnízď různých rodů mravenců (např. *Formica* Linnaeus, 1758 nebo *Lasius*). Myrmekofilní Histeridae se zřejmě žíví vajíčky a larvami mravenců, ale je zároveň pravděpodobné, že konzumují také potravní zbytky po mravencích. Přestože druhy *Dendrophilus pygmaeus* Linnaeus, 1758 a *Myrmetes paykulli* Kanaar, 1979 jsou takřka výhradně známé jen z nálezů v mraveništích (hlavně rodu *Formica*), mohou být výjimečně nalezeny i na těle mrtvé žáby (*Myrmetes paykulli*), respektive pod padlým kmenem stromu (*Dendrophilus pygmaeus*) (Kryzhanovskij & Reichardt 1976, Lackner 2015) Jiné druhy mršníků (*Abraeus parvulus* Aubé, 1842, *Margarinotus ruficornis* Grimm,

1852 aj.) mohou být nalezeny v mraveništích nebo v jejich blízkém okolí, ale zřejmě nepatří mezi pravé ani fakultativní myrmekofily. Xylofilní Histeridae můžeme podle tvaru těla rozdělit do dvou skupin: (1) válcovité, vyklenuté druhy (např. *Cylister* nebo *Teretrius* Erichson, 1834) a zploštělé druhy (*Hololepta*, *Platysoma*, *Eurosomides* Newton 2015, *Platylomalus* Cooman, 1948). Zploštělé druhy se živí podkorními larvami, které konzumují fermentující lýko v ranných stádiích rozkladu. Válcovité druhy jsou predátoři larev ostatních čeledí brouků, např. Bostrichidae a Ptinidae nebo kůrovců (*Cylister*) (Kovarík & Caterino 2005, Lackner 2015). Mršníci, kteří se vyskytují na exkrementech a mršinách, upřednostňují obvykle otevřené, teplé lokality, tudíž v lesních biotopech bývají nalézáni jen vzácně. Výjimkou je druh *Margarinotus striola succicola* Thomson, 1862, který je nejčastěji nalézán na mršinách hluboko v lese (Lackner 2015). Všechny druhy mršníkovitých bez rozdílu při jakémkoliv vyrušení i na několik minut zcela znehybní (tzv. tanatóza neboli akineze) (Lackner 2015).

5.4 Kožojedovití (Dermestidae)

Čeď Dermestidae (kožojedovití) je řazena podle nejnovějších pramenů spolu s čeledmi Nosodendridae (stromokazovití), Ptinidae (červotočovití) a Bostrichidae (skrytohlavcovití) do nadčeledi Bostrichoidea. Seznam druhů čeledi Dermestidae pro území České a Slovenské republiky publikovali Kalík (1993) a Háva (2001). Seznam druhů, s výpisem jednotlivých lokalit výskytu Dermestidae z Prahy a okolí publikoval Háva (2004). Posledním větším přehledem druhů i s jejich vyobrazením formou fotografií publikoval Hůrka (2005), jedná se však spíše o pouhý informativní přehled vybraných druhů, bez klíčů. Vzhledem k faktu, že se u většiny Dermestidae jedná vesměs o druhy škodící v domácnostech, ve skladištích nebo na muzejních sbírkách, je tato čeď stále ve středu pozornosti řady odborníků, a to nejen ve smyslu taxonomickém, ale zejména v rámci studií zabývajících se ochranou obsahu skladišť a muzejních sbírek před těmito škůdci. Byly rovněž prováděny pokusy vlivu například radiace nebo různých chemikálií na larvy i dospělé jedince, a to za účelem ochrany skladištních komodit (Háva 2011).

Čtyři druhy jsou zapsány do v Červené knize bezobratlých živočichů České republiky: *Attagenus pantherinus* (Ahrens, 1814), *Dermestes fuliginosus* Rossi, 1792, *Globicornis emarginata* (Gyllenhal, 1808) a *Phradonoma villosulum* (Duftschmidt, 1825) (Hejda et al. 2017). Do čeledi Dermestidae patří vesměs menší druhy brouků, výjimkou jsou některé druhy rodu *Dermestes* Linnaeus, 1758, dorůstající maximálně délky 1,5 cm. Čeleď je celosvětově rozšířena a zahrnuje celosvětově dosud 1400 popsaných druhů, na území České a Slovenské republiky bylo doposud zjištěno 57 druhů (Mroczkowski 1968, Háva 2003, 2010).

Vzhledem k velkému rozvoji importu různého zboží z celého světa je na zmiňovaných územích velmi pravděpodobný výskyt dalších druhů, zejména skladištních škůdců (Háva 2011).

5.4.1 Morfologie kožojedovitých (Dermestidae)

Druhy žijící na území České a Slovenské republiky jsou vesměs drobní, dorůstající minimální délky 1 cm, výjimkou jsou některé druhy rodu *Dermestes*, jejichž tělo může dosáhnout délky až 1,5 cm. Pohlavní dimorfismus u většiny druhů je často výrazně vyvinut, u samců jsou většinou mnohem výrazněji patrné druhové znaky, samice příbuzných druhů jsou velmi často obtížně rozlišitelné (např. rod *Trogoderma* Dejean, 1821 či *Anthrenus* Schaeffer, 1766) (Háva 2011).

Tělo je oválné nebo podlouhlé, většinou hustě chloupkované nebo pokryté šupinkami (rod *Anthrenus*). Hlava je sklopená dolů, uprostřed čela je jedno jednoduché očko (neplatí u rodu *Dermestes*). Oči jsou silné až středně vypouklé, kruhovitě, u některých druhů rodu *Anthrenus* jsou přední okraje očí vykrojené. Ústní ústrojí je kousací. Tykadla jsou pěti až jedenáctičlanková, poslední článek je většinou zvětšený. Štít má u jednotlivých druhů různý tvar, většinou je klenutý. Štítek je dobře vyvinutý a zřetelný. Nohy jsou normálního typu, kráčivé. Zadeček je tvořen na břišní straně pěti viditelnými chitinózními články – sternity. Krovky jsou normálního typu (vyjma rodu *Thylodrias* Motschulsky, 1839, u něhož jsou krovky zkrácené a u samic redukované), s chloupkovaním či šupinkami, u podčeledi Megatominae je kutikula krovek velmi často vícebarevná. Spodní křídla jsou dobře vyvinutá, vhodná k letu. Pohlavní dvojtvárnost (dimorfismus) je nápadná, samci mají ve většině případů výrazně větší

poslední (terminální) tykadlový článek. Vnější pohlavní ústrojí samců (aedeagus) je silně sklerotizované. U většiny druhů jsou na různých částech aedeagu rozhodující a zcela spolehlivé rozlišovací znaky i pro jinak vzájemně si velmi podobné druhy. Vnější pohlavní ústrojí samic není téměř sklerotizované a rozlišování druhů podle znaků samic není dosud dostatečně u všech druhů zpracované (Háva 2011).

5.4.1 Bionomie a ekologie kožojedovitých (Dermestidae)

Jak již bylo zmíněno, druhy patřící do čeledi Dermestidae jsou významnými škůdci skladištních a domácích komodit, ale i muzejních sbírek. Larvy se živí hlavně látkami živočišného původu (zdechliny, maso, kosti, kůže apod.), larvy některých rodů (*Reesa* Beal, 1967, *Trogoderma*) se však živí například semeny ve skladištích, specializované jsou larvy podčeledi Trinodinae, které najdeme vesměs v sítích různých druhů pavouků, kde se živí zbytky hmyzu, a také larvy některých druhů (rody *Dermestes* a *Attagenus* Latreille, 1802), vyvíjející se v hnízdech blanokřídlého hmyzu – u čmeláků a samotářských včel. Larvy některých rodů (*Megatoma* Herbst, 1792, *Globicornis* Latreille, 1829, *Ctesias* Stephens, 1830) lze najít pod kůrou hlavně listnatých stromů, zejména jedná-li se o stromy již odumřelé, kde se živí zbytky larev jiného hmyzu. Ve volné přírodě lze najít dospělé jedince na květenstvích zejména miříkovitých rostlin (podčeleď Megatominae, rody *Anthrenus*, *Attagenus*, *Globicornis* Latreille, 1829 aj.) a na živočišných zbytcích (např. rody *Attagenus*, *Dermestes*). Sledování vývoje u jednotlivých druhů čeledi Dermestidae je v posledních letech věnována poměrně velká pozornost, vzhledem k jejich velkému významu coby škůdců ve skladovém hospodářství, v domácnostech i muzeích (Háva 2011).

5.5 Mrchožroutoví (Silphidae)

Čeleď Silphidae je součástí nadčeledi Staphylinoidea a je dále rozdělena do dvou podčeledí, a to Silphinae a Nicrophorinae. V anglických odborných i laických textech se často setkáváme s výrazy „large carrion beetles”, „sexton beetles” či „burying beetles“, které všechny označují právě čeleď Silphidae (Ratcliffe 1996, Sikes 2005). Ve starší literatuře je také možné se setkat s odlišným členěním této čeledi, kdy kromě podčeledí Silphinae a Nicrophorinae občas autoři zařazují ještě třetí podčeleď

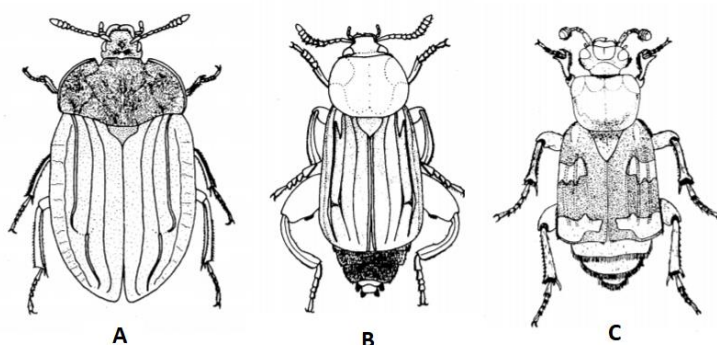
– Agyrtinae (Newton 1992). Podčeleď Silphinae je celosvětově více rozšířenou podčeleďí oproti Nicrophorinae (Ratcliffe 1996, Sikes 2005).

V neartické a neotropické oblasti je celkem 21 druhů rodu *Nicrophorus*, 25 druhů podčeleďi Silphinae a 46 druhů podčeleďi Nicrophorinae (Ratcliffe 1996, Sikes et al. 2002, Sikes 2005). Na území Evropy se vyskytuje zhruba 45 druhů brouků čeledi Silphidae, 28 druhů žije v severozápadní části Evropy (11 z podčeleďi Nicrophorinae a 17 z podčeleďi Silphinae) a 30 druhů ve střední Evropě (z toho 20 Silphinae a 10 Nicrophorinae). Na území České republiky se vyskytuje 23 druhů čeledi Silphidae (Dekeirsschieter et al. 2011, Růžička 2015).

5.5.1 Morfologie mrchožroutovitých (Silphidae)

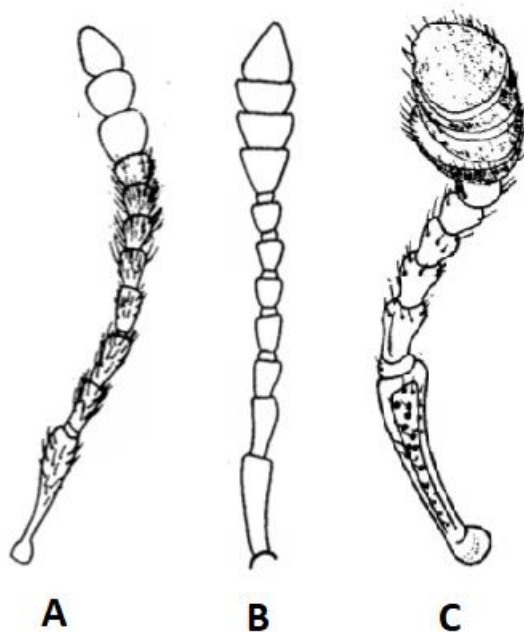
Dospělci

Zástupci čeledi Silphidae jsou 7–45 mm dlouzí brouci, ale převážná většina druhů je střední velikosti (10–25 mm) (Šustek 1981, Dekeirsschieter et al. 2011). Přestože se larvy a dospělci výrazně odlišují tvarem a ekologickými nároky, tělo je u většiny dospělců oválné, zploštělé nebo mírně vypouklé (**obr. 5**) a vyznačuje se do strany vyčnívajícím párem očí (Dekeirsschieter et al. 2011, Ratcliffe 1996). Zbarvení je obvykle tmavší, hnědé či černé, zřídka také kovové (Šustek 1981). Výjimkou je rod *Nicrophorus*, jehož někteří zástupci mají velmi nápadné oranžovo-červené skvrny nebo pásy na krovkách (Ratcliffe 1996). Na spodní straně těla bývají brouci z čeledi Silphidae hustě a dlouze ochlupení, naopak horní strana je zpravidla holá.



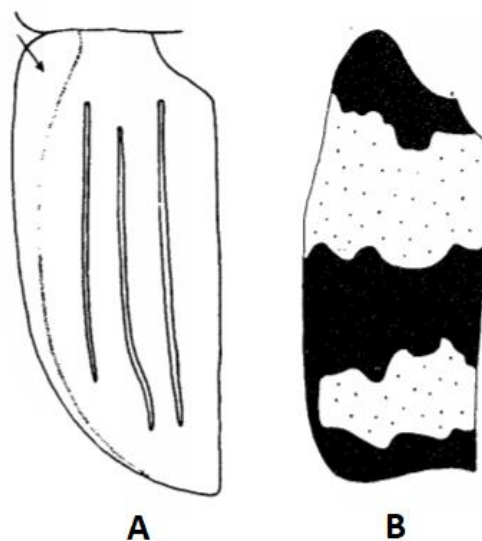
Obrázek 5. Tělní typy Silphinae (A), (B) a Nicrophorinae (C); A – *Oiceoptoma thoracicum* (Linnaeus, 1758), B – *Necrodes littoralis* (Linnaeus, 1758), C – *Nicrophorus interruptus* (Stephens, 1830) podle Šustka (1981).

Hlava bývá povětšinou lehce protáhlá, opatřená silnými, zahnutými kusadly, která mohou být zakončena dvěma zuby. Čelistní makadla se skládají ze čtyř článků (palpomer) a pysková makadla ze tří. Horní pysk je na předním okraji většinou porostlý hustou řádkou dlouhých, tuhých brv. Čelní štítek neboli klypeus bývá často od předního okraje čela oddělen příčným švem. Přední část čelního štítku bývá blanitá a světlejší barvy. Tykadla, která jsou od sebe poměrně vzdálená, jsou vložena na laterální straně hlavy. Tykadla tvoří jedenáct článků a bývají většinou kyjovitá nebo jsou zakončena oboustrannou kulovitou paličkou tvořenou čtyřmi apikálními články (**obr. 6**). Oči jsou složené, velké a většinou vyčnívají do stran (Šustek 1981, Dekeirsschieter et al. 2011).



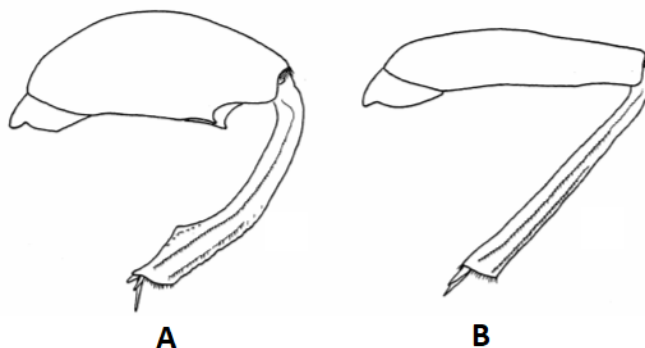
Obrázek 6. Typy tykadel podčeledi Silphinae (A), (B) a podčeledi Nicrophorinae (C); A – *Phosphuga atrata* (Linnaeus, 1758), B – *Silpha carinata* (Herbst, 1783) C – *Nicrophorus humator* (Gleditsch, 1767) podle Šustka (1981).

Tvar štítu je oválný, půlkruhovitý, čtvercový nebo srdčitý. Povrch štítu je povětšinou holý a velmi tvarově rozmanitý. Štítek je zaoblený a vždy viditelný při pohledu shora. Tvarem je trojúhelníkový nebo pětiúhelníkový (Šustek 1981). Krovky buď pokrývají celý zadeček nebo mohou být vzadu zkrácené a odkrývají tak několik zadečkových článků (**obr. 7B**) (Sikes 2005). Častou jsou na krovkách utvořena tři podélná žebra, méně časté bývají podélné řádky teček (**obr. 7A**). Žilnatina křídel je staphylinoidního typu (Šustek 1981).



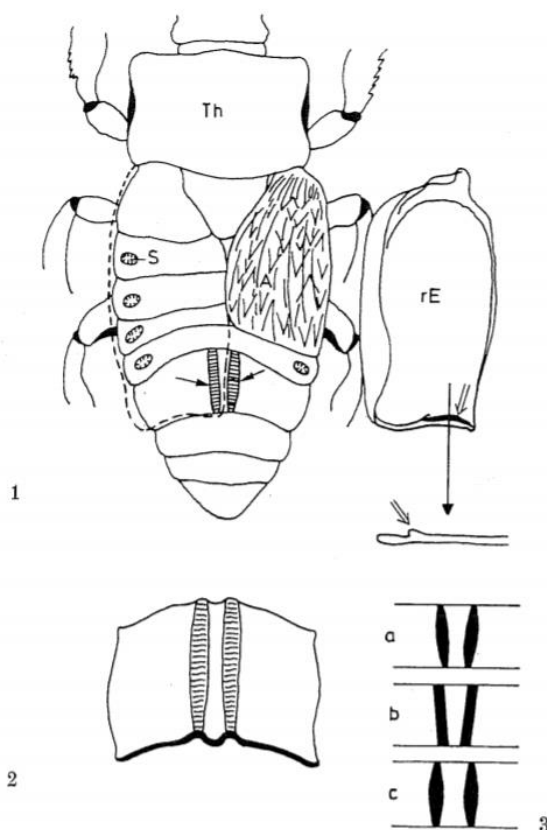
Obrázek 7A – levá krovka *Silpha obscura* (3 podélná žebra), B – levá krovka *Nicrophorus vespilloides* (Herbst, 1784) (ochranné oranžové zbarvení). Podle Šustka (1981).

Kyčle jsou velké, zpravidla kuželovité. Příkyčlí mohou být na vnější straně trnovitě prodloužená. Stehna dvou předních párů nohou jsou normální, ale třetí pár stehien na zadních končetinách může být u samců zesílen (obr. 7B). Holeně mohou být u několika druhů uzpůsobena k hrabání. Chodidla jsou pětičlenná a často bývají u samců na dvou předních párech končetin rozšířená. Chodidlové články bývají ze spodní straně hustě ochlupené (Šustek 1981).



Obrázek 7B. Ventrální pohled na levé zadní stehno a holeň u A – samečka, B – samičky *Necrodes surinamensis* (Fabricius, 1775) podle Ratcliffa (1996).

Zadeček (abdomen) je tvořen šesti, méně často pěti vzájemně velmi pohybu schopnými zadečkovými články. Ze zadních okrajů článků vyrůstají krátké štětinky. U rodu *Nicrophorus* se na pátém tergitu zadečku a zespodu na apexu krovek nachází stridulační orgán (**obr. 8**) (Schumacher 1973).

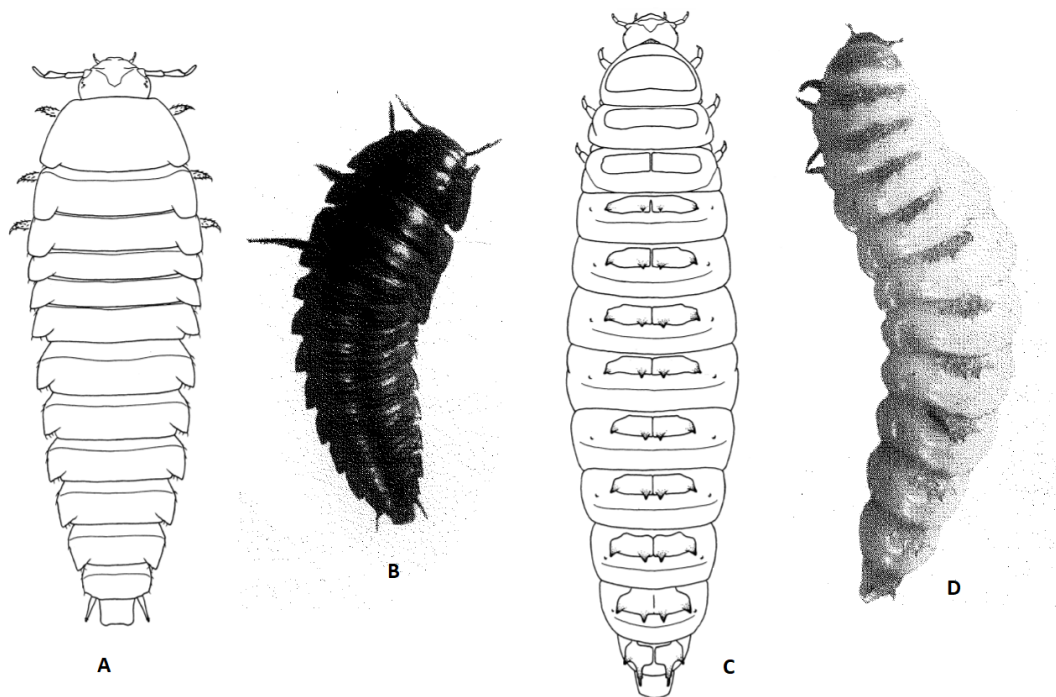


Obrázek 8. 1 – Dorzální pohled na dospělce rodu *Nicrophorus*. 2 – Stridulační orgán
3 – a *Nicrophorus humator*, b *Nicrophorus investigator* (Zetterstedt, 1824), c *Nicrophorus vespilloides*. Podle Schumachera (1973).

Larvální morfologie

Larvy mohou být kampodeoformní (podčeleď Silphinae) nebo eruciformní (podčeleď Nicrophorinae). Velikost těla larev se pohybuje mezi 4 a 12 mm (Sikes 2005). Tvar a barva larev čeledi Silphidae se liší u obou podčeledí. Larvy podčeledi Silphinae bývají silně pigmentované a sklerotizované, zatímco larvy podčeledi Nicrophorinae mají lehkou pigmentaci a jsou slaběji sklerotizované (obr. 8). Zároveň zástupci čeledi Nicrophorinae nemají zadečkové a hrudní segmenty překryté hřbetními sklerity (Ratcliffe 1996, Růžička 1992). Hlava je drobná a na jejích stranách se nachází jednoduchá očka – ommatidia. Jeden pár očí u larev Nicrophorinae a šest párů očí u

larev Silphinae. Ústní ústrojí může směřovat dopředu nebo dospodu. Čelistní makadla jsou tříčlenná, pysková makadla dvoučlenná. Tykadla jsou složena ze tří článků (antennomer). Poslední pár nohou bývá delší než první dva páry. Zadeček kampodeoformních larev má 10 zadečkových článků, přičemž na posledním článku se nacházejí jednočlenné či dvoučlenné urogomfy (Šustek 1981).



Obrázek 8. A, B – larvy podčeledi Silphinae, C, D – larvy podčeledi Nicrophorinae. Podle Ratcliffa (1996) a Sikese (2005).

5.5.2 Bionomie a ekologie mrchožroutovitých (Silphidae)

Podčeleď Silphinae

Ekologie zástupců podčeledi Silphinae je oproti ekologii podčeledi Nicrophorinae neprozkoumaným tématem (Ratcliffe 1996). Převážnou většinu mrchožroutů (Silphinae) tvoří nekrofágové, potravně vázaní na rozkládající se těla mrtvých živočichů (Kočárek & Roháčová 2001). Kromě samotné mršiny se Silphinae živí také dravě jinými živočichy obývajícími mršinu jako jsou dvoukřídli (konkrétně jejich vajíčka), nebo jinými nekrofágními brouky. Existují ale i druhy, které upřednostňují dravý způsob obstarávání potravy. Mrchožrout housenkář, *Dendroxena quadrimaculata* (Scopoli, 1772) je, jak název napovídá, predátorem housenek. Dalším zástupcem dravých Silphinae je například mrchožrout černý (*Phosphuga atrata*), který

aktivně loví šneky, slimáky, hmyz a žížaly. Tyto druhy jsou považovány za užitečné, jelikož jejich potravou jsou právě škůdci jako šneci, slimáci nebo housenky. Několik brouků se může příležitostně, přestože jsou nekrofágové, živit mykofágně. Například mrchožrout rudoprsý (*Oiceoptoma thoracicum*) se občas živí plodnicemi hadovky smrduté, *Phallus impudicus*. Převážně fytofágním druhem je poté mrchožrout zploštělý, *Aclypea opaca* (Linnaeus, 1758), jehož potravu tvoří listy řepy. Mnoho zástupců podčeledi Silphinae můžeme také najít na výkalech obratlovců, hnoji nebo tlejících rostlinách (Javorek 1964, Ratcliffe 1996, Scott 1998, Sikes 2005). Ty jsou citlivé na sirovodík a některé cyklické sloučeniny uhlíku, které se uvolňují z rozkládajících se těl (Ratcliffe 1996). Brouci lokalizují mršinu, výkaly, rozkládající se houby apod. svými obzvláště senzitivními chemoreceptory (Scott 1998). Jako již zmiňované chemoreceptory slouží specializované senzily umístěné na třech koncových tykadlových člancích (Ernst 1969, 1972). Vzdálenost, na kterou jsou mrchožroutoví brouci schopni najít zdroj zápachu se pohybuje od 500 m do 5 km, v závislosti na druhu a přírodních podmínkách (Petruška 1975).

Mrchožroutoví se potýkají s velkou konkurencí, jelikož mršiny jsou vždy jen nahodilým a dočasným zdrojem potravy. Konkurenci jim vytváří hlavně dvoukřídlí, a to jak dospělci, tak larvy, dále obratlovci živící se mršinami, jiní nekrofágní brouci, ale také ostatní druhy čeledi Silphidae. Aby přežili mezidruhové kompetici, odlišují se jednotlivé druhy ekologickými nároky k životu a rozmnožování, ale především časovou aktivitou v průběhu roku. Mezi druhy s jarní aktivitou v severní Americe patří například *Necrophila americana* (Linnaeus, 1758), *Oiceoptoma rugulosum* (Portevin, 1903) nebo *O. inaequale* (Fabricius, 1781), jejichž aktivita vrcholí již brzo na jaře. V létě a na začátku podzimu mají vysokou aktivitu například *Oiceoptoma noveboracense* (Forster, 1771), *Silpha tristis* (Illiger, 1798) nebo *Thanatophilus truncatus*. Aktivita většiny druhů končí nejpozději začátkem podzimu (Mullins et al. 2013). Co se týče biotopových preferencí, tak se druhově velmi odlišují. Některé druhy, např. *Oiceoptoma noveboracense* či *Dendroxena quadrimaculata*, preferují lesní biotopy, jiné, jako *Thanatophilus truncatus*, obývají naopak otevřenější biotopy (Šustek 1981, Růžička 1994, Mullins et al. 2013).

K rozmnožování a kladení vajíček si mrchožraví brouci podčeledi Silphinae vybírají především mršiny větších obratlovců s váhou nad 300 gramů. Větší váha mrtvolky znamená dostatek potravy pro vylíhnuté larvy. Menší mršiny využívají čistě

k potravě, nikoliv k množení, a konkurují na nich podčeledi Nicrophorinae. Brouci podčeledi Silphinae kolonizují mršiny v průběhu počáteční nebo střední fáze rozkladu. Konkurují si navzájem s dvoukřídly, které jim často slouží jako vedlejší zdroj potravy (Sikes 2005, Dekeirsschieter et al. 2011).

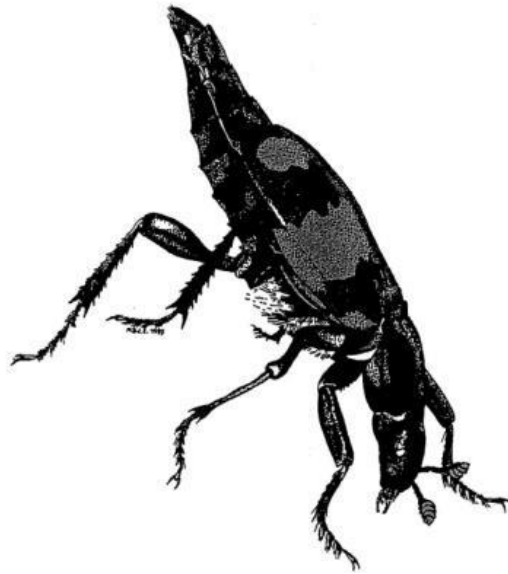
Když samička a sameček objeví dostatečně velkou mršinu, proběhne páření a samička naklade oplodněná vajíčka v blízkosti mršiny. Vajíčka klade do půdy nebo na její povrch (Dekeirsschieter et al. 2011).

Podčeleď Silphinae se vyznačuje delším životním cyklem než podčeleď Nicrophorinae. Jedním možným důvodem tomu může být absence péče dospělců Silphinae o jejich potomky. První larvální instary se z vajíček zhruba po 4–5 dnech. Larvy prochází na mršině třemi instary, během kterých se mrtvým tělem také živí. Po skončení třetího (posledního) larválního instaru opouští mrtvé tělo a přechází do stádia kuklení v zemi v jeho blízkosti. V průběhu kuklení prochází brouci velkými morfologickými změnami, při nichž se například plně vyvinou křídla a brouci dosahují pohlavní dospělosti (Dekeirsschieter et al. 2011).

Podčeled' Nicrophorinae

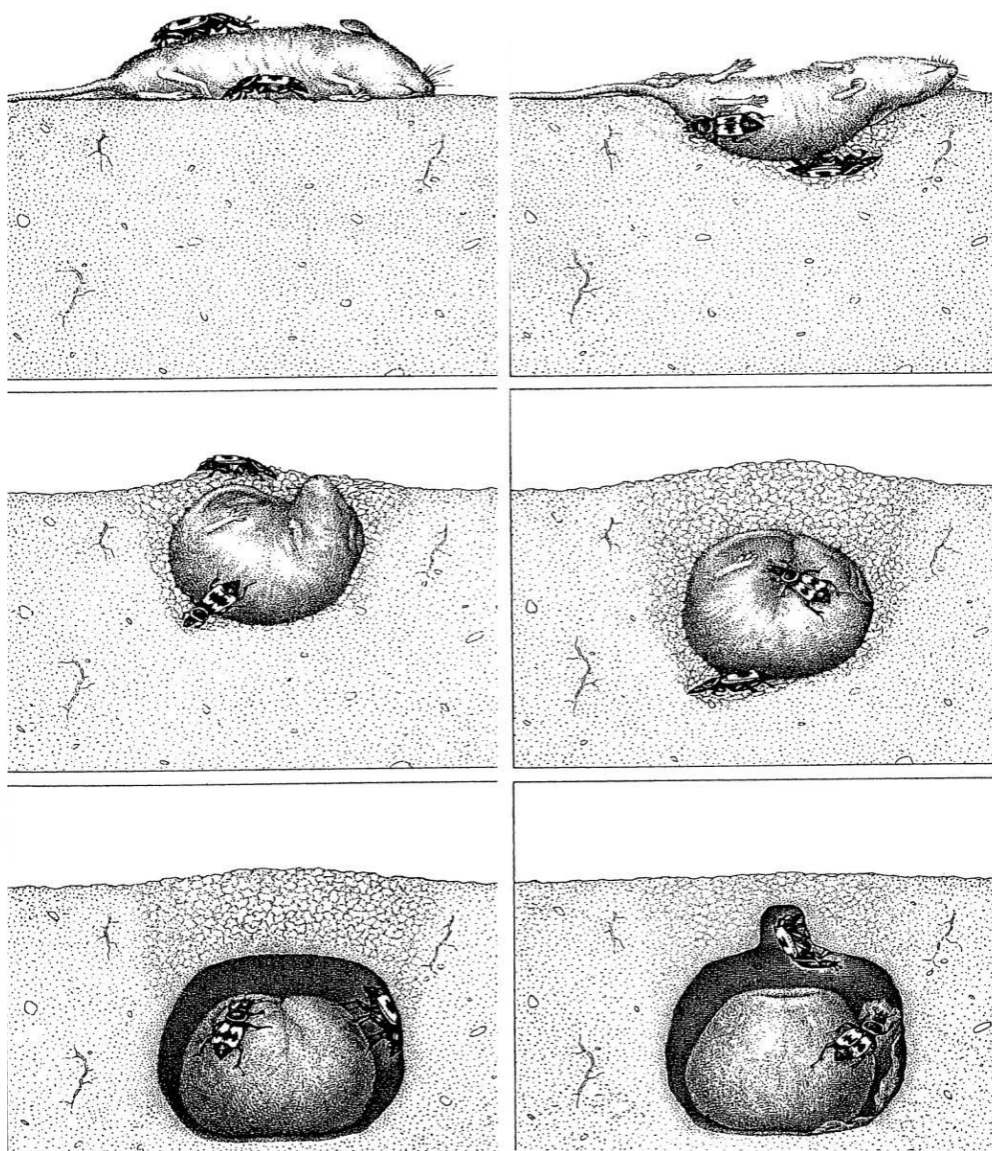
Podčeled' Nicrophorinae je oproti podčeledí Silphinae lépe prozkoumaná z hlediska ekologie, biologie i etologie. Mezi druhy je velká konkurence. Aby se vyhnuly této konkurenci, liší se mezi jednotlivými druhy sezonní aktivita. Zároveň se jednotlivé druhy adaptovaly na odlišné typy stanovišť. Listnaté lesy například preferuje *Nicrophorus humator*, zatímco v otevřených biotopech luk a polí najdeme druhy *Nicrophorus vespillo* a *Nicrophorus germanicus*. Co se týče sezonní aktivity, *Nicrophorus vespillo* je aktivní od dubna do října a jeho aktivita vrcholí během června. *Nicrophorus humator* také aktivuje v průběhu dubna, ale má dva měsíce vrcholové aktivity, květen a září. Naopak mezi druhy, které aktivují až v létě, patří *Nicrophorus interruptus*. Tento druh začíná svou aktivitu v červnu a vrcholy aktivity vykazuje v červenci a v srpnu (Šustek 1981, Růžička 1994).

Narozdíl od podčeledí Silphinae vyhledávají zástupci podčeledí Nicrophorinae, zejména rod *Nicrophorus*, mršiny drobných obratlovců (lehčí než 300 g) (Sikes 2008). Mršiny vyhledávají pomocí čichových senzil, které se nachází na konci jejich tykadel. Hrobařící umí pomocí senzil zachytit i jen hodinu staré mršiny drobných savců na vzdálenost až 3 km (Petruška 1975). Proces hledání mršiny však většinou trvá jeden až dva dny (Shubeck 1975). Objeví-li sameček mršinu, vhodnou k reprodukci, začne vypouštět ze svého těla feromony, kterými láká k mršině samičku (Pukowski 1933, Eggert and Müller 1989, Haberer et al. 2008, 2017). Sameček najde vhodné vyvýšené místo, kde zaujme specifickou polohu, při které hlavou směřuje k zemi, a naopak abdomen zcela napřímí směrem nahoru. V této pozici se mu odhalí poslední abdominální článek, ze kterého vypouští kmitavým pohybem tohoto posledního článku feromony (**obr. 9**) (Eggert a Müller 1989)



Obr. 9 Typický postoj samečka rodu *Nicrophorus* vypouštějícího feromony. Podle Ratcliffa (1996).

Po lokalizaci mršiny samcem i samičkou začne pár ohledávat, zda je okolí mršiny vhodné pro její zahrabání. Je-li půda v okolí nevhodná pro zahrabání mršiny, mohou jí brouci přemístit na vhodnější místo v kratší vzdálenosti od těla (Fetherston et al. 1990). Pár brouků začne pomocí hlavy, kterou odhrnuje půdu do stran, mršinu podhrabávat. Pakliže narazí na kořeny, odhrnují je stranou nebo je pečlivě rozkousají. Když se dostane mršina dostatečně hluboko pod úroveň země, brouci jí ještě zasypou půdou (**obr. 10**) (Milne & Milne 1976).



Obrázek 10. Zahrabání mršiny párem brouků rodu *Nicrophorus*. Podle Ratcliffa (1996).

Celý proces zahrabání mršiny trvá 5–8 hodin, přičemž může trvat i několik dnů, zdržují-li brouky četné překážky v půdě. Zahrabávání mršiny je pro podčeleď Nicrophorinae typické a důležité. Braní totiž konkurenci ze strany jiných mrchožravých brouků, ale hlavně dvoukřídlých, kteří kladou do mršin vajíčka a znemožňují tak rozmnožování podčeledi Nicrophorinae (Sikes 2008).

Po zahrabání mršiny použijí brouci svá kusadla, aby od těla oddělili kožešinu nebo peří a poté ze zbytku hmoty mršiny vytvoří kompaktní kouli, kterou potrou konzervačními sekrety. Sekrety brání vytvoření plísně a mění průběh rozkladu mršiny. Samička poté vytvoří nad potravou chodbičku, kde naklade 10–30 vajíček. Počty

nakladených vajíček přímo souvisí s hmotností mršiny a také velikostí samice (Scott 1989, Sikes 2008).

Když se vajíčka vylíhnou, zůstávají u nich prvních pár dnů oba rodiče, sameček poté opouští mršinu a samička pokračuje v péči o larvy po čas celého jejich vývoje, který může trvat až čtyři týdny. Tento druh rodičovské péče je u řádu Coleoptera nezvyklým jevem. Podobné rodičovské projevy sledujeme spíše u jiného hmyzu, např. včel nebo mravenců (Scott 1989). Prvních několik dnů po vylíhnutí krmí dospělci larvy potravou, kterou sami předtráví. Krmení může trvat celý larvální vývoj, ale povětšinou končí prvním instarem, kdy už jsou larvy schopné krmit se sami z přítomné mršiny. Samička larvy chrání před útokem predátorů, stará se o čištění mršiny a svými sekrety jí zbavuje patogenů. Zhruba po týdnu larvy zkonzumují celou mršinu s výjimkou kostí, samička se o ně přestává starat a odlétá. Larvy se poté zakuklí v půdě a o měsíc později vylézají jako dospělci (Scott 1998, Sikes 2005).

Velkou zajímavostí je mutualistický vztah dospělců rodu *Nicrophorus* a roztočů rodu *Poecilochirus* G. Canestrini & R. Canestrini, 1882. Téměř u každého hrobařika jsou k nalezení deuteronymfy těchto roztočů rodu *Poecilochirus*. Roztoči však nepůsobí na hrobařících jako parazité. Roztoči brouky využívají jako dopravní prostředek. Když brouk nalezne mršinu, deuteronymfy z něho slezou a živí se vajíčky a larvami dvoukřídlých, kteří jinak podčeledi Nicrophorinae konkurují. Tento zvláštní vztah je tedy oboustranně prospěšný (Springett 1968).

5.6 Lesklecovití (Monotomidae)

5.6.1 Morfologie lesklecovitých (Monotomidae)

Dospělci mají cylindrický až zploštělý a většinou protáhlý tvar. Jedinci této čeledi jsou 1,5 – 4 mm dlouzí. Povrch těla má nevýraznou barvu a je většinou posetý krátkými, řídkými chloupky nebo je zcela lysý. Hlava je prognátní a u mnoha rodů na zadní straně zúžená. Desetičláňková tykadla jsou na posledním nebo posledních dvou člácích nápadně rozšířené do kulovité paličky. Antenální vtisky se vyskytují pouze u několika rodů. Frontoclypální šev zcela chybí. Labrum je velmi krátké a nezřetelné. Mandibuly bývají krátké, zakřivené, povětšinou s jedním apikálním zubem. Maxila je opatřena podlouhlou a štíhlou galeou a lacinií, posetou drobnými chloupky podél

středních a apikálních okrajů. Maxilární palpi jsou čtyřčlánekové s krátkým prvním článkem. Labium s mentem bývá v mnoha rodů podlouhlé. Labiální palpi jsou tříčlánekové. Oči nacházející se na bočních stranách hlavy jsou malé a zaoblené (Sen Gupta 1988, Bousquet 2010).

Štít je většinou čtvercovitý až protáhlý, s hladkými nebo ozubenými postranními okraji. Prosternum nemá apikální prodloužení. Prokoxy jsou zaoblené se skrytými trochantery u většiny rodů a u rodu *Rhizophagus* Herbst, 1793 jsou trochantery částečně exponované. Mesokoxy jsou úzce až široce oddělené. Mezokoxální dutiny se otevírají laterálně. Holeně bývají mírně rozšířeny. Na vrcholech končetin se nachází výrazné apikálními ostruhy. Tarsomery nejsou laločnaté, drápky jsou jednoduché. Krovky jsou apikálně zkráceny, u samiček odhalují jeden a u samců dva tergity. Na abdomenu se nachází pět viditelných sternitů. První sternit je protáhlý, druhý až čtvrtý sternit krátký, a pátý opět protáhlý (Sen Gupta 1988, Bousquet 2010).

Aedeagus je krátký, široký a zploštělý, opatřen párem dlouhých bazálních vzpěr. Samičí genitálie mají malé paraprocty, malé chitinizované valvifery a dvoučlánekové koxity. Mandibuly jsou symetrické a u některých druhů opatřené vroubkovanými zářezy. Protheca je štíhlá a hyalinní, mola je hlízovitá nebo zašpičatělá. Maxila je opatřena tříčlánekovým palpem, mala je falciformní. Labiální palpy jsou široce oddělené, jedno až dvoučlánekové. Gula je výrazně příčná. Přítomné jsou ventrální epikraniální hřebeny. Na devátém tergitu vyrůstá pár urogomf, které jsou většinou větvené. Nohy jsou dobře vyvinuté, pětičlánekové (Bousquet 2001, 2010).

Larvy byly popsány u velmi málo druhů monotomidů. V současné době je 29 rodů v larválních stádiích zcela nepopsaných. Podle Lawrence (1991) pouze *Rhizophagus*, *Monotoma* Herbst, 1793, *Bactridium* LeConte, 1861, *Hesperobaenus* LeConte, 1861, *Shoguna* Lewis, 1889 a *Lenax* Sharp, 1877 zahrnují alespoň jeden druh, který byl popsán ve stadiu larvy. Známé larvy lze charakterizovat následujícími rysy (Sen Gupta 1988, Lawrence 1991, Bousquet 2001, 2010): tělo protáhlé a mírně zploštělé, obvykle s rozptýlenými, dlouhými, jednoduchými sětami; hlava užší než pronotum; epikraniální šev chybí, přední končetiny ve tvaru písmene U; přítomné ventrální epikraniální hřebeny; stemmata obvykle 1–4 na každé straně, občas chybí;

frontoklypeální šev chybí; tykadla tříčlanková, se senzoriem na druhém článku tykadla; mandibula symetrická; maxilární palpy tříčlankové; mala falciformní; labiální palpy jedno nebo dvoučlankové; pronotum mírně užší než mesothorax; hrudní končetiny pětičlankové; deváté tergum s párem fixních, obvykle komplexních urogomf; anální háčky chybí.

5.6.2 Bionomie a ekologie lesklecovitých (Monotomidae)

Monotomidae jsou druhově malou čeledí brouků, se zhruba 250 druhy rozšířenými po celém světě. Dospělci mnoha rodů této čeledi (*Rhizophagus*, *Lenax* Sharp, 1877, *Malinica* Sen Gupta, 1988, *Monotomopsis* Grouvelle, 1896, *Tarunius* Sen Gupta, 1977, *Renuka* Sen Gupta, 1988, *Leptipsius* Casey, 1916, *Europs* Wollaston, 1854, *Aneurops* Sharp, 1900, *Shoguna*) žijí pod kůrou stromů (Sen Gupta 1988).

Dospělce rodů *Rhizophagus*, *Mimemodes* Reitter, 1876 a *Shoguna* lze nalézt v chodbičkách vytvářených kůrovci (Kishi 1970, Sen Gupta 1988). Lawrence (1989) tvrdí, že se zástupci tribu Thionini vyskytují také v chodbičkách vytvářených kůrovci, a živí se různými druhy hub uvnitř těchto chodeb. Druhy rodu *Monotoma* se často vyskytují na rozkládající se rostlinné hmotě, včetně člověkem vytvořených antropogenních stanovišť, jako jsou kompostové hromady, kupky sena, a také skladované produkty. Některé druhy rodu *Monotoma* jsou v Severní Americe a Evropě nalezeny v mraveništích (Bousquet & Laplante 2000). *Monotoma hoffmanni* Hinton & Ancona, 1935 obývá odpadní hromádky mravenců rodu *Atta* Fabricius, 1805 (Hinton & Ancona 1935). Druh *Monotoma arida* Casey, 1916 byl nalezen ve zbytcích hnízda mravenců rodu *Neotoma* Say & Ord, 1825. Dále zástupci rodu *Mimemodes* byli nalezeni v kupkách sena a květech *Tephrosia candida* (DC.) v Indii (Sen Gupta 1988). *Phyconomus marinus* (LeConte, 1858) a *Monotoma producta* LeConte, 1855 se nacházejí pouze na přílivových zónách písčných pláží na tichomořském a atlantickém pobřeží Severní Ameriky (Doyen 1976, Chandler 1983, Bousquet 1990). Evropský *Rhizophagus parallelcollis* Gyllenhal, 1827 se často vyskytuje na hřbitovech a dospělci i larvy se nacházejí na pohřbených tělech v rakvích, kde se mohou živit larvami dvoukřídlého hmyzu spojenými s pohřbenými těly (Blair 1922, Bousquet 2010).

Stravovací návyky monotomidů nejsou dobře známy. *Bactridium*, *Monotoma* a *Hesperobaenus* jsou považovány za mykofágní tzn., že se živí se askomycety, jako je například *Hypoxylon* Bull. a *Daldinia* Ces. & De Not. (Lawrence 1977, Chandler 1983). Dospělci se obvykle vyskytují v plodnicích těchto hub nebo v oblastech, kde jsou takové houby hojné. Předpokládá se, že většina rodů obývajících kůru stromů je také mykofágní, ačkoli to nebylo potvrzeno u všech takovýchto rodů. O některých druzích rodu *Rhizophagus* a *Mimemodes* je známo, že jsou predátoři vajíček kůrovců. Druh *Rhizophagus grandis* Gyllenhal, 1827 byl například použit v programech biokontroly lýkohubů rodu *Dendroctonus* Erichson, 1836 v Evropě a Severní Americe (Gregoire et al. 1985). *Crowsonius similis* Pakaluk & Slipinski, 1993, *C. meliponae* Pakaluk & Slipinski, 1993 a *C. parensis* Pakaluk & Slipinski, 1995) jsou výskytem spojeny s hnízdy bezžahadlových včel rodu *Trigona* Cresson, 1887 ve střední a jižní Americe a zdá se, že se živí pyly a potravními zbytky v těchto hnízdech. Tento rod brouků může být v rámci čeledi Monotomidae jedinečný při využívání foréze jako způsobu šíření, což je chování, které se odráží různými anatomickými modifikacemi jejich těla (např. tvar mandibuly, extrémně nevyvinuté oči či bezkřídlost) (Pakaluk & Slipinski 1993).

5.7 Lanýžovníkovití (Leiodidae)

5.7.1 Morfologie lanýžovníkovitých (Leiodidae)

Morfologie dospělců

Těla dospělců jsou 1 – 8 mm dlouhá. Barva těla je velmi variabilní, světle žlutá až tmavě červenohnědá, nažloutlá nebo černá, zřídka jasně zbarvená nebo různobarevná. Tvar je často oválný, ale velmi variabilní, od velmi protáhlého po velmi široce oválný, vysoce konvexní až zploštělý (Newton 1998, 2011).

Hlava je prognátní až více či méně hypognátní, zčásti (zřídka zcela) zakrytá pronotem. Krovky obvykle zcela pokrývají abdomen a jsou nezkrácené, nebo jen mírně zkrácené, odhalující jeden abdominální tergit. Hlavová kapsle je příčná a protáhlá, bez krku nebo s krkem v podobě jednoduchého zúžení či jiné modifikace. Oči jsou velké, zaoblené, nerozdělené, vyčnívající laterálně, nebo zmenšené či zcela nepřítomné. Tykadla s proměnlivou délkou, mají jedenáct nebo zřídka deset článků, obvykle se slabým až nápadným rozšířením na posledních pěti člancích. Labrum je

často více či méně hustě pokryto sětami. Mandibuly jsou symetrické až výrazně asymetrické, každá obvykle s velkým apikálním zubem. Maxila obvykle sestávající z carda, dvoučlánekového stipes, lacinie, dvoučlánekové galey a čtyřčlánekových palpů; lacinie s jedním nebo několika zuby na vrcholu, nebo s ozubením ve tvaru struhadla, mezní hrana řídice až hustě pokryta sětami. Galea je obvykle pokryta sětami na vrcholu. Články maxilárních palp více či méně stejné na šířku, apikální článek je nejdelší a válcovitý, variabilně tvarovaný a zvětšený (Camiarini) nebo zmenšený. Pronotum má variabilní tvar, obvykle je mírně až silně příčné, lichoběžníkovité – nejširší v blízkosti abdomenu, nebo srdcovité – nejširší v apikální polovině (Newton 1998, 2011).

Prosternum je variabilně utvářené, krátké až dlouhé. Prokoxy jsou obvykle příčné nebo kulovité, subkontiguální, občas vyčnívající. Krovky jsou protáhlé až široké, rovnoměrně se zužující do špičky a jsou nezkrácené nebo jen mírně zkrácené, odhalující jeden tergít. Křídla plně vyvinutá až silně redukováná nebo nepřítomná; pokud jsou přítomná, jsou strukturou podobná křídům u čeledi Agyrtidae (Kukalová-Peck & Lawrence 1993). Složená křídla obvykle sahají až k počátku sedmého nebo šestého abdominálního tergítu. Nohy jsou dlouhé a štíhlé až krátké a silně ochlupené; trochantery krátké, ne širší než připojená stehna; stehna a holeně jsou u samců některých druhů modifikované. Ochlupení je vysoce variabilní, od rozptýlených štíhlých sít až po husté sěty na vnějším okraji. Všechny končetiny jsou pětičlánekové. Někdy je článkování chodidel pohlavně dimorfní (např. většina Agathidiini, mnoho Leptodirini), každý apikální tarsomér obvykle nese pár velkých, jednoduchých drápků. Abdomen je dorzálně obvykle zcela zakryt spojenými krovkami, ale osmý tergít u některých taxonů vyčnívá z pod mírně zkrácených krovek. Aedeagus je silně sklerotizovaný, obvykle symetrický, s párem dlouhých volných paramer. Samičí genitální segment (ovipositor) je obvykle generalizovaného tvaru (Newton 1998, 2011).

Morfologie larvy

Délka posledního instaru je asi 2 – 8 mm. Tělo je podlouhlé a rovnoběžné až široce vejčité, mírně až silně zploštělé, ploché až mírně vypuklé ventrálně nebo (u tribů Sogdini a Leiodini) i dorzálně. Povrchy těla velmi slabě až hodně pigmentované a sklerotizované, hladké, kromě někdy přítomné mikroskulptury; ochlupení je velmi

variabilní. Hlava je prognátní, protáhlá, bez diferencovaného krku. Epikraniální šev velmi krátký až středně dlouhý, zřídka chybí; přední ramena švu jsou ve tvaru písmene V nebo U. Tykadla troj- (u *Prionochoeta* Horn, 1880) nebo čtyřčláneková. Labrum volné. Ústní ústrojí obvykle běžného „mikrofágního“ typu, u rodu *Myrmicholeva* Lea, 1910 (tribus Neopelatopini) modifikované na bodavě sací ústrojí. Mandibuly symetrické až středně asymetrické, široké na bázi a úzké apikálně, trojúhelníkové nebo jehlicovitě protažené (*Myrmicholeva*). Mala je velká, pevná, často apikálně rozdělena na galeu a lacinii. Maxilární palpy jsou tříčlánekové. Labium sestávající z prementa, menta a submenta. Abdomen je desetičlánekový, jeho délka je dvojnásobná či delší než u hrudi. Devátý tergít je opatřen párem urogomfů, které mohou být dvoučlánekové, a to buď s velmi dlouhým apikálním segmentem, nebo zkrácené (Newton 1998, 2011).

5.7.2 Bionomie a ekologie lanýžovnickovitých (Leiodidae)

Čeď Leodidae je celosvětově rozšířená, středně velká a velmi různorodá. Obsahuje zhruba 4 135 druhů rozmístěných v 374 rodech organizovaných do šesti podčeledí, 18 tribů a několika subtribů. Dvě nejrozmanitější podčeledi, Leiodinae a Cholevinae, jsou téměř celosvětově rozšířeny a hojně zastoupeny jak v tropických, tak i v mírných klimatických pásech. Zbývající čtyři podčeledi jsou mnohem menší a mají také omezený areál rozšíření: jižní polokoule (Camiarinae), severní polokoule (Platypsyllinae), nebo se vyskytují v mírném klimatickém pásu obou hemisfér (Catopocerinae a Coloninae). Nejrozšířenější rody jsou *Colon* Herbst, 1797 (Coloninae) a *Zeadolopus* Broun, 1903 (Leiodini), které se vyskytují ve všech oblastech světa kromě Madagaskaru. Dalšími rody nalezenými v pěti nebo více oblastech na obou polokoulích jsou *Dietta* Sharp, 1876 (Estadiini), *Cyrtusa* Erichson, 1842 a *Leiodes* Latreille, 1797 (Leiodini), *Colenis* Erichson, 1842 (Pseudoliodini), *Agathidium* Panzer, 1797 a *Anisotoma* Panzer, 1797 (Agathidiini), *Catops* Paykull, 1798 (Cholevini), *Ptomaphagus* (Hellwig, 1795) (Ptomaphagini), zatímco *Colenisia* Fauvel, 1903 a *Dermatohomoeus* Hlisnikovský, 1963 (Pseudoliodini) jsou rozšířeny pouze v Evropě (Newton 1998). Biologii čeledi Leiodidae je obtížné stručně shrnout kvůli mimořádně vysoké rozmanitosti potravních preferencí a stanovišť využívaných touto čeledí (Newton 1998, Peck 1998). Obecně platí, že druhy obývají zalesněné oblasti a je známo nebo se předpokládá, že se živí saprofágně, a to různými druhy rozkládající se organické hmoty včetně rostlinného materiálu (např. rozkládající se

hrabanka nebo organická hmota v půdě) nebo živočišné hmoty (zejména mršiny nebo hnoje) nebo kvasinkami a bakteriemi asociovanými s takovými materiály. Mohou se také živit mykofágně, různými typy hub (Newton 1998).

Většina dospělců a larev má „mikrofágní“ ústní ústrojí, které je uzpůsobené pro příjem drobné až mikroskopické potravy (Betz et al. 2003). Několik zástupců čeledi Leiodidae (Platypsyllinae s výjimkou *Leptinus* Müller, 1817) jsou ektoparazity akvatických nebo semiakvatických savců, kde se živí odumírající kůží a možná i krví hostitele, zatímco jiní (např. *Leptinus* a několik rodů Cholevinae) mají volnější asociaci s obratlovci, jakožto komenzálové v jejich hnízdech. Další druhy zase obývají hnízda sociálního hmyzu, zejména mravenců (např. několik rodů z tribů Anemadini, Ptomaphagini a Cholevini), termitů (alespoň dva rody tribu Scotocryptini) nebo včel (nejméně čtyři rody tribu Scotocryptini) (Newton 1998). Zdá se však, že biotopy a potravinové preference velké většiny leiodidů můžeme shrnout do tří kategorií: a) saprofágové obývající povrch půdy, hrabanku, hlubší půdy nebo jeskyně (všichni Catopocerinae, všichni Leptodirini kromě *Platycholeus* Horn, 1880, mnoho dalších Cholevinae, někteří zástupci podčeledi Camiarinae (zejména Camiarini) a některé Leiodinae); b) saprofágní obyvatelé mršin, hnoje a podobných koncentrovaných rozpadajících se organických látek (většina neleptodirinů z podčeledi Cholevinae, někteří Agyrtoadini a Pseudoliodini); c) mykofágové specializující se na různé skupiny hub (většina Leiodinae, některé Camiarinae, několik Cholevinae a pravděpodobně Coloninae) (Betz et al. 2003).

Redukce nebo ztráta letových křídel je u Leiodidae zcela běžná a jistě také přispívá k často omezenému rozsahu rozšíření mnoha druhů a vyšších taxonů. Přibližně polovina druhů čeledi není schopna letu, včetně zástupců podčeledí Catopocerinae a Platypsyllinae. Druhy neschopné letu obvykle obývají lesní hrabanku, půdu nebo jeskyně. Naproti tomu neschopnost letu se zřídka objevuje ve skupinách, o nichž je známo nebo se o nich předpokládá, že se živí hypogeickými houbami (např. Coloninae, Sogdini, Estadiini, Leiodini). Dospělci mají oproti larvám relativně dlouhý život. V případě druhů specializujících se na dočasné potravinové zdroje, jako jsou plodnice myxomycet, je vývoj larev prostřednictvím tří instarů velmi rychlý a celkově může trvat pouze dva dny (Lawrence & Newton 1980; Newton 1984, 1991). Naproti tomu v jeskyních může být vývoj larev prodloužen na týdny nebo dokonce měsíce (Deleurance-Glaçon 1963). Většina leiodidů, stejně jako většina

jiných zástupců nadčeledi Staphylinoidea, má zjevně tři larvální instary (Wood 1965; Casale 1975, Wheeler 1990, Kilian 1998, Peck 1998). Ising (1969) zaznamenal pět instarů u *Leptinus* a Deleurance-Glaçon (1963) prokázala, že někteří Leptodirini obývající jeskyně mají pouze dva nebo dokonce jediný larvální instar.

5.8 Vrubounovití (Scarabaeidae)

5.8.1 Morfologie vrubounovitých (Scarabaeidae)

Morfologie dospělce

Morfologie této čeledi je stejně jako její ekologie vysoce variabilní. Tělo dospělce měří 2 – 180 mm. Tvar těla je velmi proměnlivý; oválný, štítovitý nebo válcovitý. Barva a povrch těla jsou také velmi proměnlivé. Krovky některých brouků mají kovový odlesk, jiné druhy mají naopak krovky porostlé hustou řadou sít. Tykadla bývají desetičlanková, zřídka devítičlanková. Klypeus může být opatřen rohem. Oči jsou složené. Labrum je obvykle zřetelné. Maxily se čtyřčlankovými palpami. Labium s tříčlankovými palpami. Pronotum je velmi variabilní, s rohy nebo bez nich. Krovky vypouklé nebo zploštělé, s čárkováním nebo bez. Pygidium je skryté krovkami (Aphodiinae, Scarabaeinae) nebo exponované (Scarabaeinae, Melolonthinae, Dynastinae, Rutelinae, Cetoniinae, Trichiinae, Valginae). Končetiny s příčnými nebo kuželovitými koxami, drápky variabilní, stejné nebo menší velikosti, jednoduché nebo ozubené. Abdomen se 6 volnými sternity, 7 funkčních abdomenálních spirálek je umístěných v pleurální membráně (Aphodiinae, Scarabaeinae) nebo v pleurální membráně, ve sternitech a v tergitu (Melolonthinae, Dynastinae, Rutelinae, Cetoniinae, Trichiinae, Valginae). Křídla jsou dobře vyvinutá. Samčí genitálie jsou variabilní, rozeklané apikálně nebo spojené (Cooper 1983, Scholtz 1990).

Morfologie larvy

Larvy mají tvar písmena C nebo jsou válcovité. Barva těla larev je krémově bílá až žlutá. Kranium je silně sklerotizované, hnědé až černé. Tykadla jsou čtyřčlanková a poslední segment nese jednu nebo více senzil. Oči jsou přítomné jen u některých podčeledí (Dynastinae, Cetoniinae, Trichiinae). Frontoklypeální šev je přítomen. Labrum je variabilní, zaoblené či lalokovité. Epipharynx zaoblený nebo

lalokovitý, asymetrický. Maxila s galeou a laciní zřetelně oddělená (Aphodiinae, Scarabaeinae), nebo spojená (Melolonthinae, Dynastinae, Rutelinae, Cetoniinae, Trichiinae, Valginae). Obvykle je přítomna maxilární stridulační oblast. Abdomen většinou devíti nebo desítlánkový (Ritcher 1966, Scholtz 1990).

Nohy dvoučlankové (Scarabaeinae) nebo čtyřčlankové (Aphodiinae, Melolonthinae, Dynastinae, Rutelinae, Cetoniinae, Trichiinae, Valginae), drápky na končetinách přítomné nebo nepřítomné, nahrazeny jednou až dvěma sětami (Ritcher 1966, Scholtz 1990).

5.8.2 Bionomie, ekologie a morfologie vrubounovitých (Scarabaeidae)

Čeď Scarabaeidae zahrnuje asi 27 800 druhů po celém světě. 6 850 druhů, čili zhruba 25% z tohoto množství, tvoří zástupci podčeledí Aphodiinae a Scarabaeinae. Zbýlých přibližně 20 950 druhů pak zahrnují podčeledi Orphninae, Melolonthinae, Dynastinae, Rutelinae, Cetoniinae, Trichiinae a Valginae. Na celém světě se vyskytuje zhruba 600 rodů čeledi Scarabaeidae (Ratcliffe 1991).

Jedná se velmi rozmanitou čeď, co se týče způsobu života. Dospělci této čeledi se mohou živit trusem, mršinami, houbami, vegetací, pylem, ovocem, kompostem nebo kořeny. Někteří Scarabaeidae žijí v mraveništích, v termitištích, nebo v hnízdech hlodavců nebo ptáků. Některé druhy podčeledi Scarabaeinae aktivně pečují o své larvy (např. druhy *Canthon* Hoffmannsegg, 1817 a *Copris* Geoffroy, 1762). Několik druhů čeledi Scarabaeidae mají jako dospělci denní aktivitu a mohou být pozorováni na květinách (např. *Euphoria* Burmeister, 1842, *Cotinis* Burmeister, 1842), zatímco ostatní druhy jsou aktivní v noci (např. *Dynastes* Kirby, 1825, *Chrysina* Kirby, 1828, *Polyphylla* Harris, 1841). Dospělci a larvy několika druhů Scarabaeidae jsou ekonomicky významní a to negativně, protože mohou způsobit značné poškození v důsledku defoliace nebo požírání kořenů (např. *Popillia japonica* Newman, 1841). Mnoho brouků této čeledi je ale prospěšných, protože opylují rostliny, plní roli dekompozitorů rostlinného materiálu a trusu (Ritcher 1958, Ratcliffe 1991).

Pro podčeledi Scarabaeinae a Aphodiinae se v anglické literatuře často používá název „dung beetle“ (dung = trus/hnůj), protože druhy v těchto počeledích mívají velmi specifické ekologické nároky. Například druh *Dialytes* Harold, 1869 a

Aphotaenius carolinus Harold 1869 jsou specializováni na trus vysoké zvěře. Někteří zástupci těchto podčeledí, například *Canthon pilularius* Linnaeus 1758, vytváří z kusu trusu kuličku, kterou odvalí od větší hromady, aby se vyhnuli konkurenci. Ačkoliv se většina brouků z této podčeledi živí trusem, existují i výjimky jako například *Onthophagus striatulus* Palisot de Beauvois, 1809, který se živí především houbami (Ritcher 1958, Woodruff 1973, Ratcliffe 1991).

Několik brouků z čeledi Scarabaeidae, jako je *Euparia castanea* LePeletier & Serville, 1828 a *Cremastocheilus* spp. obývají mraveniště. Druhy rodu *Valgus* Scriba, 1790 zase osidlují termitiště. Životní cyklus těchto brouků, jejich adaptace a tělesná forma jsou úzce propojeny s jejich hostiteli, tj. mravenci a termity, jejichž hnízda tyto brouci osidlují (Ritcher 1958, Woodruff 1973, Ratcliffe 1991).

Většina druhů v podčeledích Melolonthinae, Dynastinae, Rutelinae, Cetoniinae a Trichiinae se živí částmi rostlin. Larvy mnoha Dynastinae a Rutelinae se živí hnijícím dřevem. Larvy mnoha Melolonthinae, Rutelinae a Dynastinae se živí kořeny travin. Některé z těchto larev mohou být škůdci trávníku (např. *Popillia japonica*, *Cyclocephala borealis* Arrow, 1911, *Amphimallon majalis* Razoumowsky, 1789 a *Plectris aliena* Chapin, 1934). Dospělci většiny druhů v těchto podčeledích živí listy nebo plody rostlin. Je známo, že například dospělci *Phyllophaga falsa* LeConte, 1856 jsou defoliátoři borovic (Ritcher 1958, Woodruff 1973, Ratcliffe 1991).

Larvy většiny brouků čeledi Scarabaeidae se vyvíjejí podobně. Vajíčka jsou ukládána dospělou samicí do vhodné půdy, hnoje, kompostu nebo jiného organického materiálu. Po vylíhnutí se larvy krmí a rostou a dvakrát se svlékají. V oblastech s chladnějšími zimami larvy přezimují hlouběji v organickém materiálu, aby byly chráněny před mrazem. Jak teploty na jaře stoupají, larvy začínají aktivovat a krmí se až do zakuklení. K vývinu dospělého z kukly dochází často v reakci na podněty vnějšího prostředí, jako jsou srážky nebo teplota. Po vylíhnutí se dospělci páří a znovu začíná celý cyklus (Ritcher 1958, Woodruff 1973, Ratcliffe 1991).

5.9 Popis ekologie a rozšíření nejpočetněji zastoupených brouků chycených do zemních pastí

Poecilus cupreus (Carabidae) je druh západopalearktický, zasahující svým výskytem až do střední Sibíře a střední Asie (Kryzhanovskij et al. 1995, Hůrka 1996, Freude et al. 2004). Hůrka (1996) uvádí, že v České a Slovenské republice je *P. cupreus* eurytopický, velmi běžné k nalezení na nezastíněných stanovištích, jakými jsou pole, stepi, a břehy vodních toků. Je obecně považován za predátora, který někdy poškozují také naklíčená semena kukuřice, hrachu, řepy, ředkviček, jetele, javoru, habru, olše, mladé klíčky brambor, plody jahod, rajčata a padlé ovoce v zahradách (Petrusenko & Petrusenko 1973).

Glischrochilus quadrisignatus (Nitidulidae) je druh po druhé světové válce introdukovaný do Evropy ze severní Ameriky. V České republice známý od roku 1954. Dnes jde o nejhojnějšího zástupce rodu na našem území, který se vyskytuje především v bezlesí. Jeho larvy jsou predátory podkorního hmyzu (Jelínek 2014). Dospělci se objevují se na konci června a července a živí se zralým, poškozeným a rozkládajícím se rostlinným materiálem po zbytek sezóny. V anglofonních zemích se pro zástupce tohoto druhu vžil název „picnic beetle“, jelikož se často nalétávají jídlo lidí při piknicích (Luckmann 1963).

Pterostichus melanarius (Carabidae) je druh eurosibiřský, rozšířený ve většině Evropy, s výjimkou úplného severu a úplného jihu. Hranice jeho rozšíření sahají na východě až k řece Amur na Sibíři. *Pterostichus melanarius* byl rovněž introdukován do Severní Ameriky (Lindroth 1986, Kryzhanovskij et al. 1995, Hůrka 1996, Freude et al. 2004). Tvoří základní prvek entomofauny na polích (Hůrka 1996). Hůrka (1996) uvádí, že v České a Slovenské republice je *P. melanarius* eurytopický, velmi častým druhem polí, luk, zahrad i lesů a vyskytuje se v nížinách i horách. *P. melanarius* je prospěšný predátor mnoha škůdců v zemědělských systémech včetně členovců, slimáků a semen plevelů (Thiele 1977, Pollet & Desender 1985, South 1992, Goldschmidt & Toft 1997, Bohan et al. 2011).

Brouci druhu *Saprinus semistriatus* (Histeridae) jsou vcelku běžně se vyskytující predátoři, kteří se živí hlavně larvami dvoukřídlého hmyzu na mršinách či hnoji. Dospělci těchto brouků jsou pravidelně k nalezení na všech mršinách živočichů zejména v letních měsících (Szelecz et al. 2018). Jedná se o téměř kosmopolitní druh,

který se vyskytuje v Severní Africe, Evropě, Severní Americe, Asii a Mexiku (Wenzel 1939).

6. Výsledky

6.1 Počty jedinců a druhů

Ze zemních pastí bylo určeno celkem 2349 jedinců 40 druhů z 9 čeledí brouků (**Tabulka 3**). Nejzastoupenějším druhem byl *Poecilus cupreus* z čeledi Carabidae (760 jedinců) (**Tabulka 2**). Nejzastoupenější byla čeleď Carabidae – jak ve smyslu počtu jedinců, tak počtem druhů (**Tabulka 3**). V **Tabulce 4** je zobrazen počet chycených druhů a jedinců podle druhů návnady.

| Tabulka 2 – Přehled chycených a určených druhů brouků. | | | |
|---|--------------|----------------------|------------------------|
| Druh | Čeleď | Počet jedinců | Nekrofágní druh |
| <i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758) | Carabidae | 760 | |
| <i>Glischrochilus quadrisignatus</i> (Say, 1835) | Nitidulidae | 703 | ✓ |
| <i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798) | Carabidae | 221 | |
| <i>Saprinus semistriatus</i> (Scriba, 1790) | Histeridae | 131 | ✓ |
| <i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppidan, 1763) | Carabidae | 99 | |
| <i>Pseudoophonus rufipes</i> (De Geer, 1774) | Carabidae | 71 | |
| <i>Amara similata</i> (Gyllenhal, 1810) | Carabidae | 49 | |
| <i>Onthophagus ovatus</i> (Linnaeus, 1767) | Scarabaeidae | 43 | ✓ |
| <i>Thanatophilus rugosus</i> (Linnaeus, 1758) | Silphidae | 34 | ✓ |
| <i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781) | Carabidae | 33 | |
| <i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777) | Carabidae | 32 | |
| <i>Thanatophilus sinuatus</i> (Fabricius, 1775) | Silphidae | 29 | ✓ |
| <i>Nicrophorus vespillo</i> (Linnaeus, 1758) | Silphidae | 22 | ✓ |
| <i>Rhizophagus picipes</i> (Olivier, 1790) | Monotomidae | 21 | |
| <i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784) | Carabidae | 20 | |
| <i>Nicrophorus interruptus</i> Stephens, 1830 | Silphidae | 17 | ✓ |
| <i>Nicrophorus sepultor</i> Charpentier, 1825 | Silphidae | 14 | ✓ |
| <i>Amara ovata</i> (Fabricius, 1792) | Carabidae | 5 | |
| <i>Onthophagus coenobita</i> (Herbst, 1783) | Scarabaeidae | 5 | ✓ |
| <i>Margarinotus carbonarius</i> (Hoffmann, 1803) | Histeridae | 5 | ✓ |
| <i>Calathus ambiguus</i> (Paykull, 1790) | Carabidae | 4 | |
| <i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781) | Carabidae | 3 | |
| <i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774) | Carabidae | 3 | |
| <i>Saprinus planiusculus</i> Motschulsky, 1849 | Histeridae | 3 | ✓ |
| <i>Carabus ulrichii</i> Germar, 1824 | Carabidae | 2 | |
| <i>Carpophilus hemipterus</i> (Linnaeus, 1758) | Nitidulidae | 2 | ✓ |
| <i>Carpophilus marginellus</i> Motschulsky, 1858 | Nitidulidae | 2 | ✓ |

| | | | |
|---|-------------|---|---|
| <i>Dermestes undulatus</i> Brahm, 1790 | Dermestidae | 2 | ✓ |
| <i>Ptomaphagus sericatus sericatus</i> (Chaudoir, 1845) | Leiodidae | 2 | ✓ |
| <i>Sciodrepoides watsoni</i> (Spence, 1815) | Leiodidae | 2 | ✓ |
| <i>Nicrophorus investigator</i> (Zetterstedt, 1824) | Silphidae | 1 | ✓ |
| <i>Amara aulica</i> (Panzer, 1796) | Carabidae | 1 | |
| <i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal, 1810) | Carabidae | 1 | |
| <i>Bembidion quadrimaculatum</i> (Linnaeus, 1761) | Carabidae | 1 | |
| <i>Carabus coriaceus</i> Linnaeus, 1758 | Carabidae | 1 | |
| <i>Microlestes minutulus</i> Goeze, 1777 | Carabidae | 1 | |
| <i>Zabrus tenebrioides</i> (Goeze, 1777) | Carabidae | 1 | |
| <i>Amara ingenua</i> (Duftschmid, 1812) | Carabidae | 1 | |
| <i>Margarinotus brunneus</i> (Fabricius, 1775) | Histeridae | 1 | ✓ |
| <i>Saprinus aeneus</i> (Fabricius, 1775) | Histeridae | 1 | ✓ |

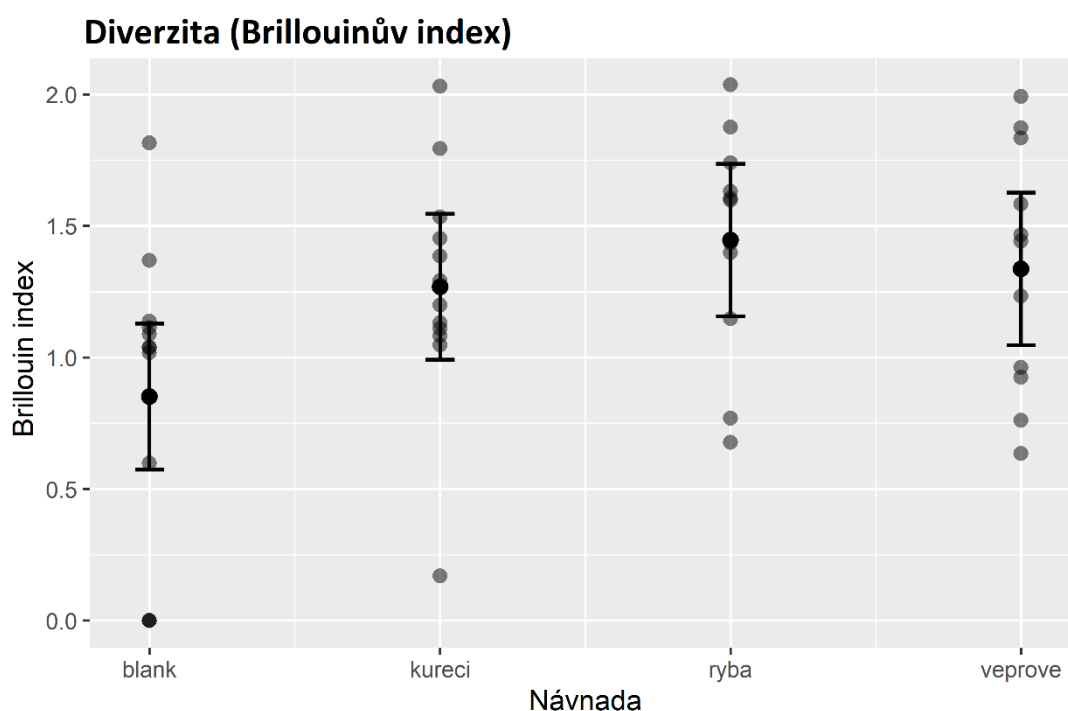
| Tabulka 3 – Přehled chycených počtu druhů a jedinců zařazených dle čeledi | | |
|--|--------------------|----------------------|
| Čeď | Počet druhů | Počet jedinců |
| Carabidae | 20 | 1309 |
| Nitidulidae | 3 | 707 |
| Histeridae | 5 | 141 |
| Scarabaeidae | 2 | 48 |
| Dermestidae | 1 | 2 |
| Silphidae | 6 | 117 |
| Monotomidae | 1 | 21 |
| Leiodidae | 2 | 4 |
| Celkem | 40 | 2349 |

| Tabulka 4 – Přehled chycených počtu druhů a jedinců do jednotlivých typů pastí (podle návnady) | | |
|---|--------------------|----------------------|
| Typ návnady | Počet druhů | Počet jedinců |
| Kuřecí | 28 | 735 |
| Vepřové | 25 | 553 |
| Ryba | 26 | 838 |
| Blank (bez návnady) | 15 | 223 |

6.2 Výpočet Brillouinova indexu diverzity a jeho závislosti na typu návnady v zemních pastích

Pro analýzu dat získaných pomocí zemních pastí byl použit Brillouinův index (viz kapitola 3.3. Metodika statistických výpočtů). Tento index byl vypočten pro každý typ návnady v pastech a pomocí zobecněného lineárního modelu (linární regrese) byla na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ otestována nulová hypotéza – H_0a : Výše Brillouinova

indexu se u jednotlivých typů návnady neliší. Hodnoty indexu u jednotlivých typů návnad byly srovnány mezi sebou. Statisticky významný rozdíl na intervalu spolehlivosti 95% pro Brillouinův index diverzity u jednotlivých typů návnad byl prokázán mezi blankem a ostatními typy návnad. Hypotéza H0a byla zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Výsledek se tedy kloní k alternativní hypotéze H1a: Výše Brillouinova indexu je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ signifikantně rozdílná mezi blankem a ostatními typy návnad. Největší průměrný Brillouinův index byl zaznamenán u pastí s návnadou ve formě rybího masa.



Graf 1 – Brillouinův index diverzity druhů chycených brouků v závislosti na typech návnady v zemních pastech

6.3 Výpočet počtu druhů v závislosti na typu návnady v zemních pastích

Pro výpočet druhů v závislosti na návnadě byla otestována nulová hypotéza – H0b: Počet druhů brouků chycených do zemních se v závislosti na návnadě neliší. Dále pak byla rozvedena hypotéza na další tři hypotézy týkající se tří podskupin, tj. brouků nekrofágních, ostatních brouků a brouků z čeledi Silphidae, kteří jsou zároveň součástí nekrofágních brouků a kteří byli při kladení pastí původně zamýšleni jako cílová skupina. H0c: Počet druhů nekrofágních brouků chycených do zemních se v závislosti

na návnadě neliší. H0d: Počet druhů ostatních brouků chycených do zemních se v závislosti na návnadě neliší. H0e: Počet druhů brouků čeledi Silphidae chycených do zemních se v závislosti na návnadě neliší. K otestování prvních tří hypotéz (H0b, H0c, H0d) byl použit zobecněný lineární model. Pro testování hypotézy čeledi Silphidae (H0e) byl použit lineární model. Všechny hypotézy byly testovány hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

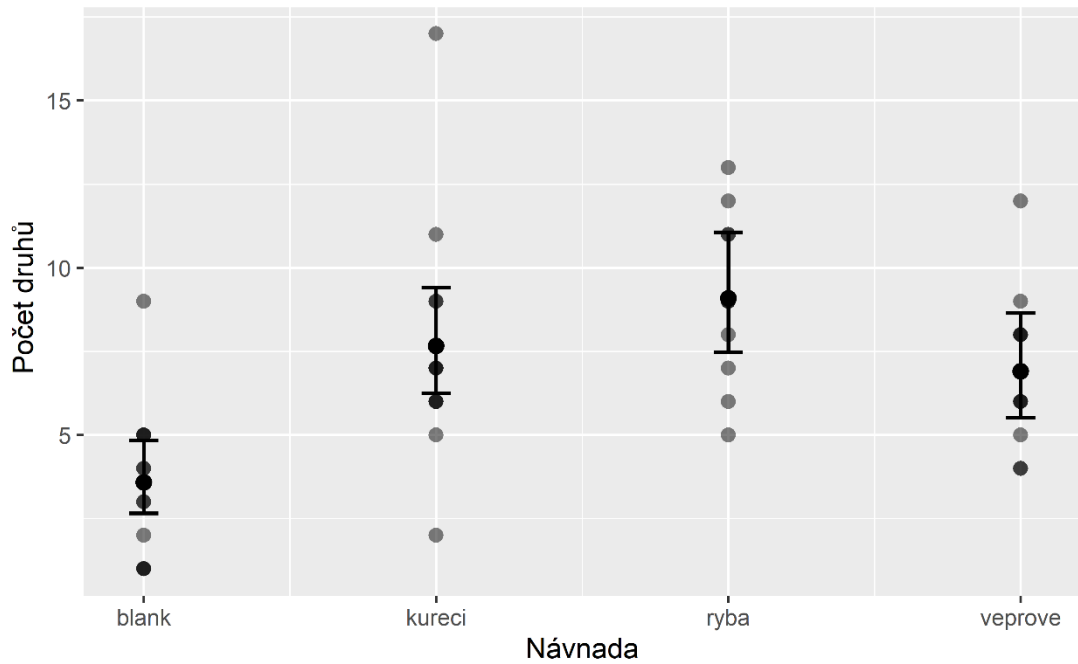
Průměrný počet druhů brouků u jednotlivých typů návnad je patrný z **grafu 2**: blank = 3,31, kuřecí = 7,67, ryba = 9,09, vepřové = 6,91. V průměru byla největší druhová diverzita chycených brouků u pastí s návnadou ve formě rybího masa. V **tabulce 4** je zase shrnut celkový počet chycených druhů pro jednotlivé typy masa. Největší celkový počet chycených druhů byl u pastí s návnadou ve formě kuřecího masa.

Nekrofágní druhy jsou označeny v **tabulce 2**. Průměrný počet druhů u jednotlivých typů návnad je patrný z **grafu 3**: blank = 1,15, kuřecí = 3,42, ryba = 4,64, vepřové = 3,67. V průměru byla největší druhová diverzita u pastí s návnadou ve formě rybího masa.

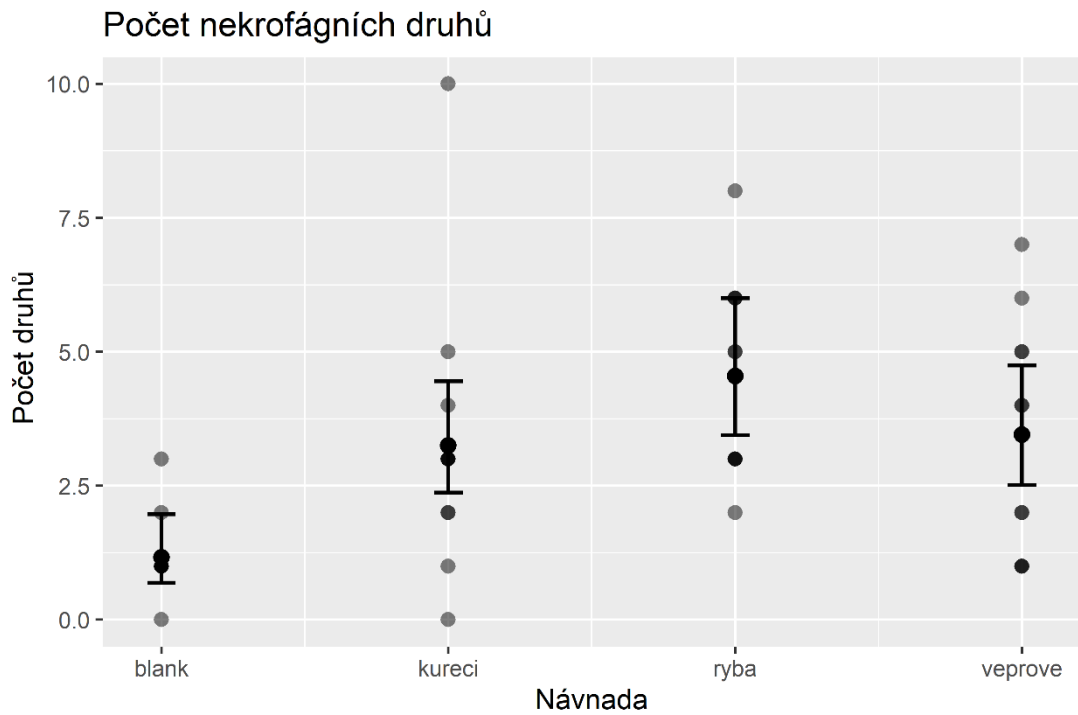
Ostatní druhy jsou druhy neoznačené v **tabulce 2** jako nekrofágní. Průměrný počet druhů u jednotlivých typů návnad je patrný z **grafu 4**: blank = 2,15, kuřecí = 4,25, ryba = 4,45, vepřové = 3,27. V průměru byla největší druhová diverzita u pastí s návnadou ve formě rybího masa.

Na **grafu 5** lze vidět, že u vlivu typu návnady na druhovou diverzitu čeledi Silphidae je statisticky významný rozdíl mezi následujícími typy návnad: kuřecí maso a blank (bez návnady), rybí maso a blank (bez návnady). Průměrný počet druhů u jednotlivých typů návnad je patrný z **grafu 5**: blank = 0, kuřecí = 1,25, ryba = 1,91, vepřové = 1,27. V průměru byla největší druhová diverzita u pastí s návnadou ve formě rybího masa.

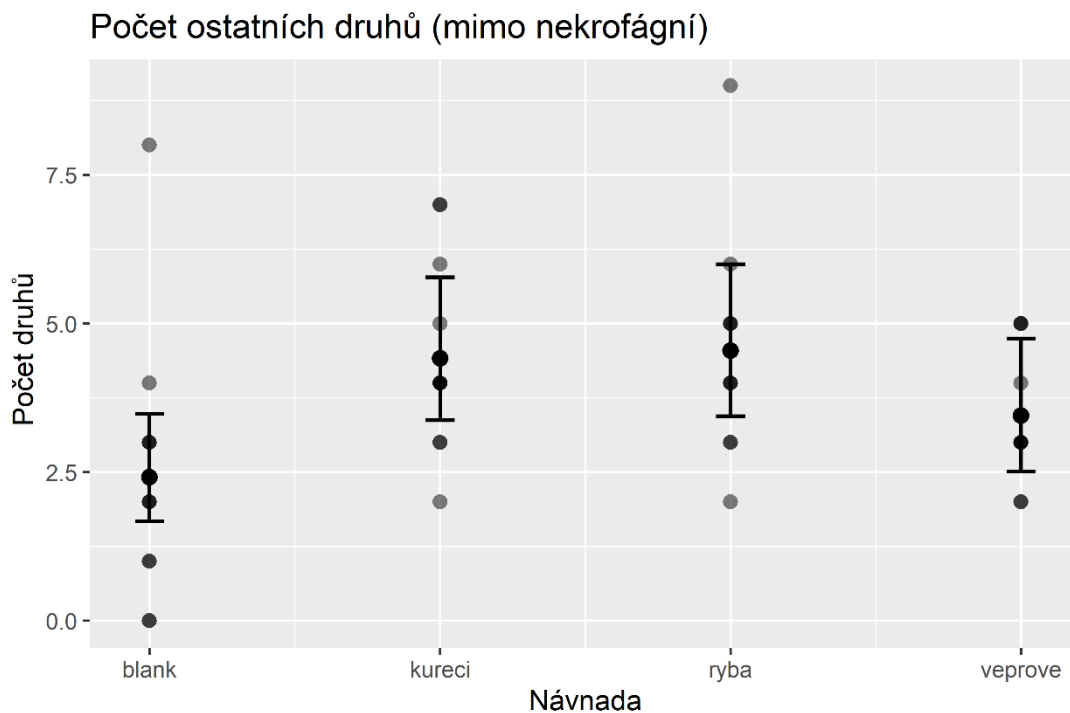
Diverzita druhů chycených brouků v závislosti na typu návnady



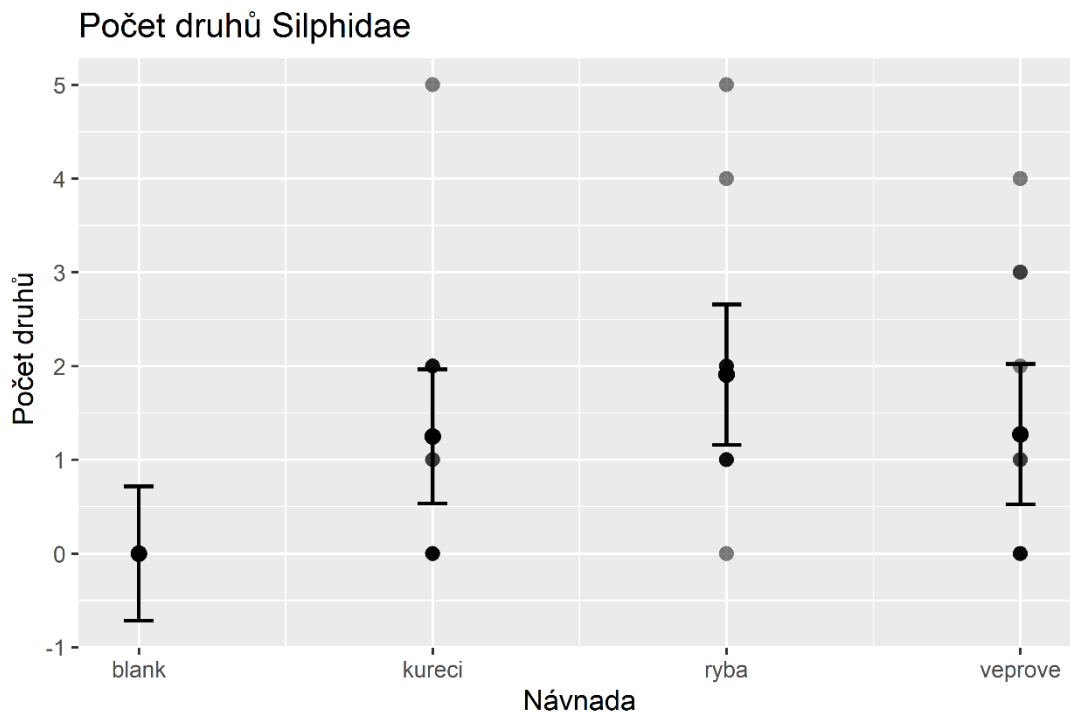
Graf 2 – Porovnání diverzity druhů chycených brouků v závislosti na typu návnady



Graf 3 – Porovnání diverzity nekrofágních druhů chycených brouků v závislosti na typu návnady



Graf 4 – Porovnání diverzity jiných než nekrofágních druhů chycených brouků v závislosti na typu návnady



Graf 5 – Počet druhů chycených brouků čeledi Silphidae v závislosti na typu návnady v zemních pastích

Post Hoc analýza (**grafy 6, 7**) potvrzuje, že u vlivu typu návnady na druhovou diverzitu chycených brouků (všech a nekrofágních) všechny typy pastí s návnadou poskytovaly statisticky signifikantně rozdílné výsledky oproti pastem bez návnady (blank) na intervalu spolehlivosti 95%.

U ostatních druhů chycených druhů brouků (graf 8) se prokázal statisticky významný rozdíl mezi následujícími typy návnad: kuřecí maso a blank (bez návnady), rybí maso a blank (bez návnady). Neprokázal se statisticky významný rozdíl mezi vepřovým masem a blankem (bez návnady). To vše na intervalu spolehlivosti 95%.

Post Hoc analýza (viz níže a **graf 9**) potvrzuje, že u vlivu typu návnady v zemních pastích na abundanci chycených brouků čeledi Silphidae je statisticky významný rozdíl mezi návnadou s rybím masem a blankem (bez návnady). Neprokázal se statisticky významný rozdíl (na intervalu spolehlivosti 95%) mezi vepřovým masem a blankem (bez návnady) a dále mezi kuřecím masem a blankem (bez návnady). Mezi jednotlivými druhy masa se statisticky významný rozdíl na intervalu spolehlivosti 95% neprokázal.

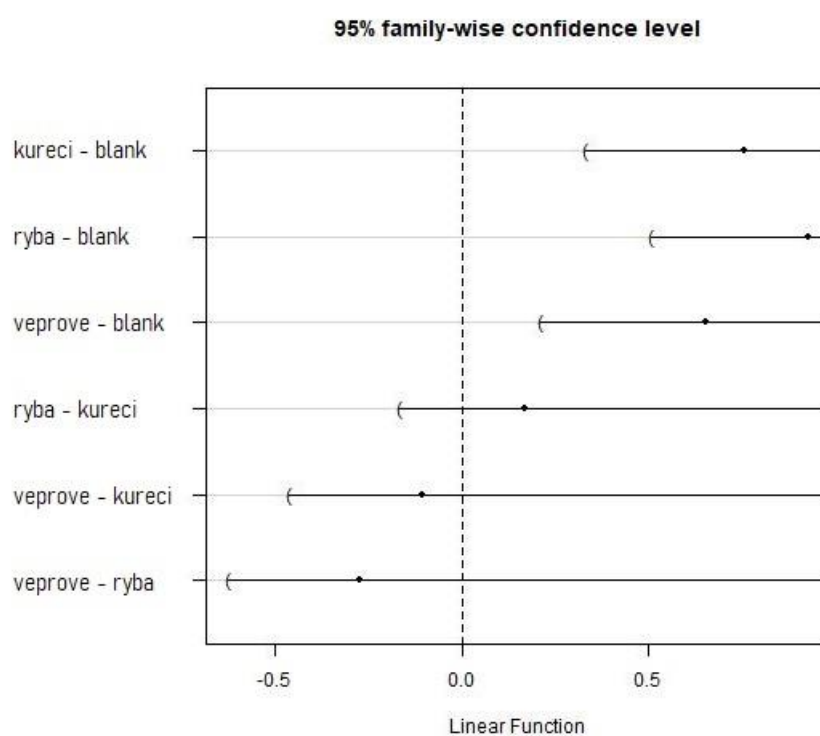
Hypotéza H0b byla zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Výsledek se tedy kloní k alternativní hypotéze H1b: Počet druhů brouků chycených do zemních v závislosti na návnadě je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ signifikantně rozdílný mezi blankem a ostatními typy návnad.

Hypotéza H0c byla zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Výsledek se tedy kloní k alternativní hypotéze H1c: Počet druhů nekrofágních brouků chycených do zemních v závislosti na návnadě je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ signifikantně rozdílný mezi blankem a ostatními typy návnad.

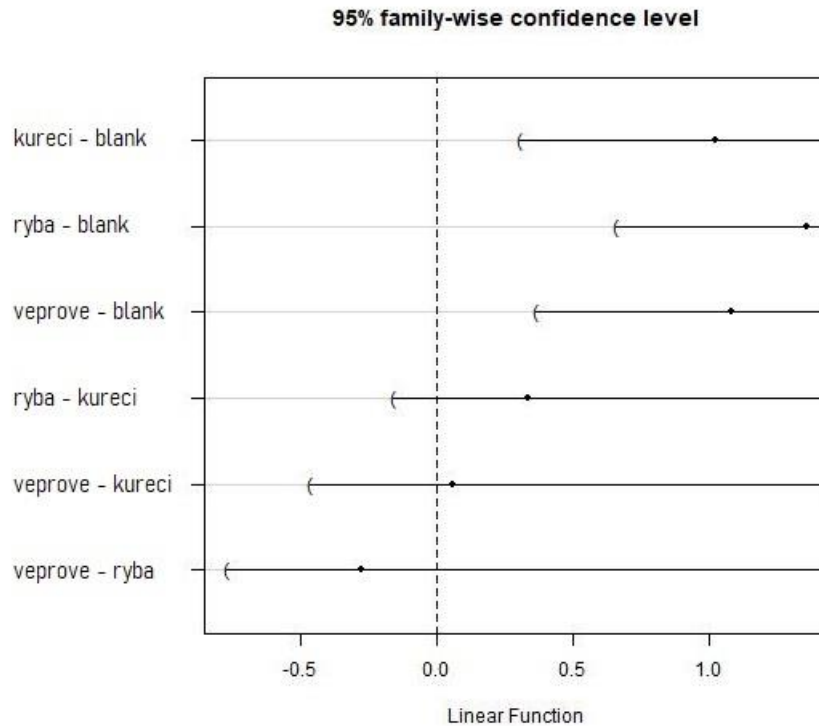
Hypotéza H0d byla zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Výsledek se tedy kloní k alternativní hypotéze H1d: Počet druhů nekrofágních brouků chycených do zemních v závislosti na návnadě je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ signifikantně rozdílný mezi blankem a kuřecí masem a dále mezi blankem a rybím masem.

Hypotéza H_0 byla zamítnuta na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Výsledek se tedy kloní k alternativní hypotéze H_1 : Počet druhů brouků čeledi Silphidae chycených do zemních v závislosti na návnadě je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ signifikantně rozdílný mezi blankem a rybím masem.

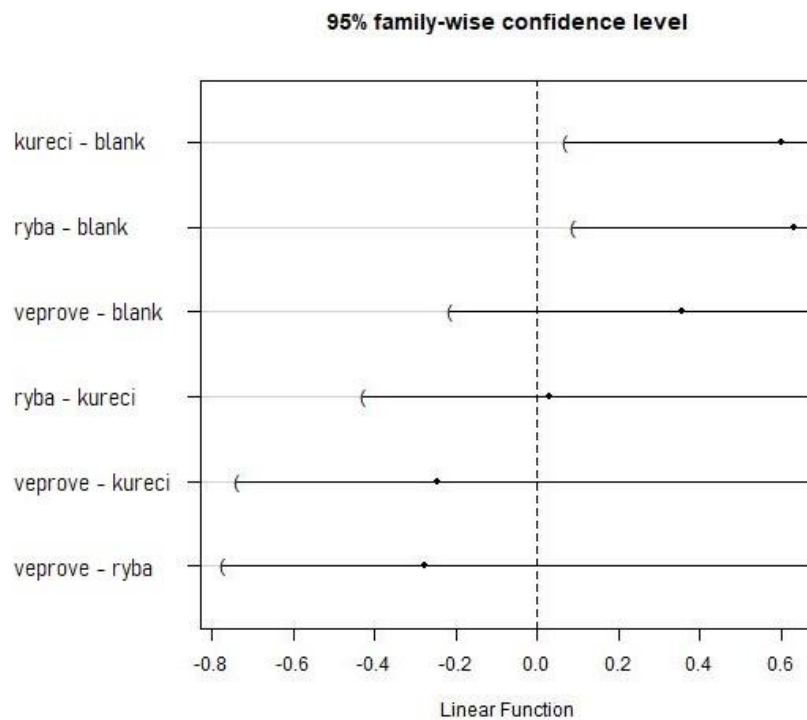
Všechny souhrny modelů sloužících k testování hypotéz jsou přítomny v přílohách diplomové práce.



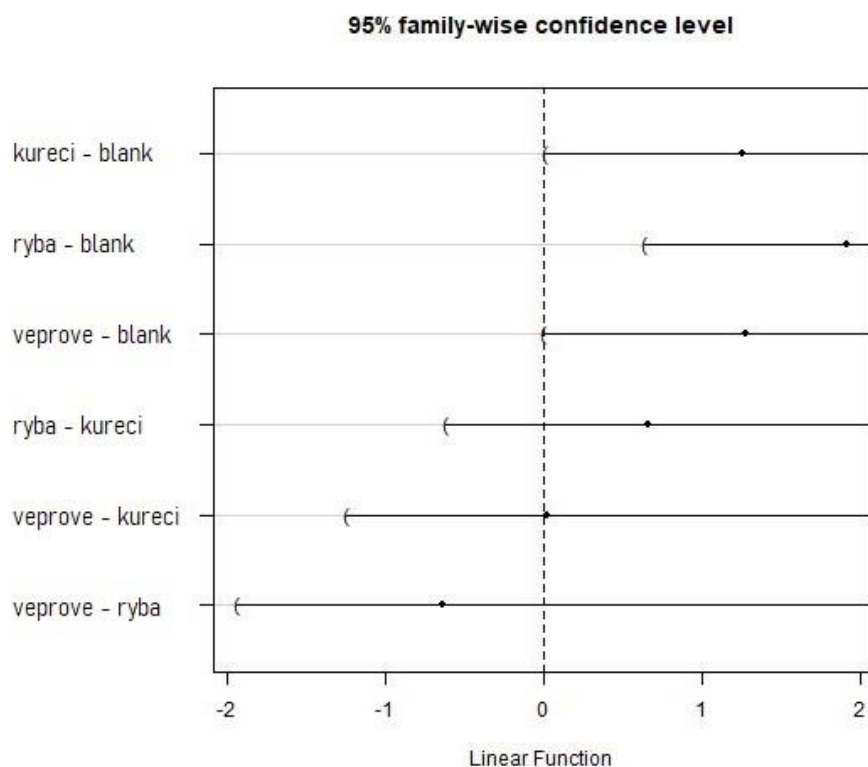
Graf 6 – Post Hoc analýza porovnání diverzity druhů chycených brouků v závislosti na typu návnady



Graf 7 – Post Hoc analýza porovnání diverzity nekrofágních druhů chycených brouků v závislosti na typu návnady



Graf 8 – Post Hoc analýza porovnání diverzity jiných než nekrofágních druhů chycených brouků v závislosti na typu návnady



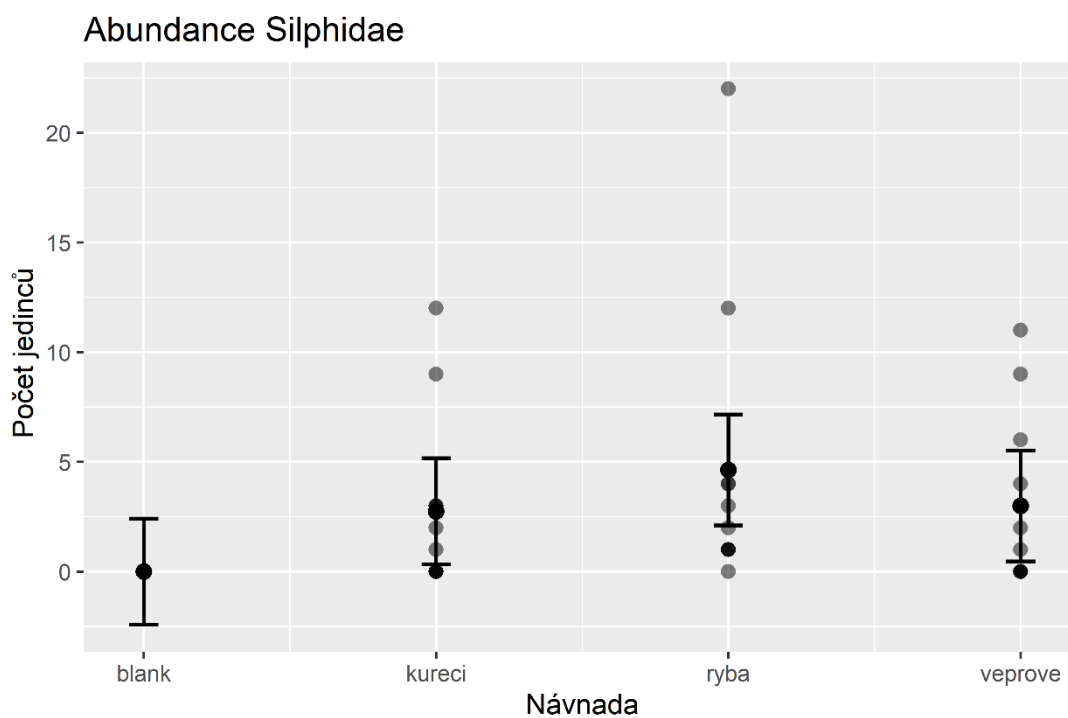
Graf 9 – Post Hoc analýza porovnání počtu druhů chycených brouků čeledi Silphidae v závislosti na typu návnady v zemních pastích

6.4 Výpočet abundance chycených brouků v závislosti na typu návnady v zemních pastích

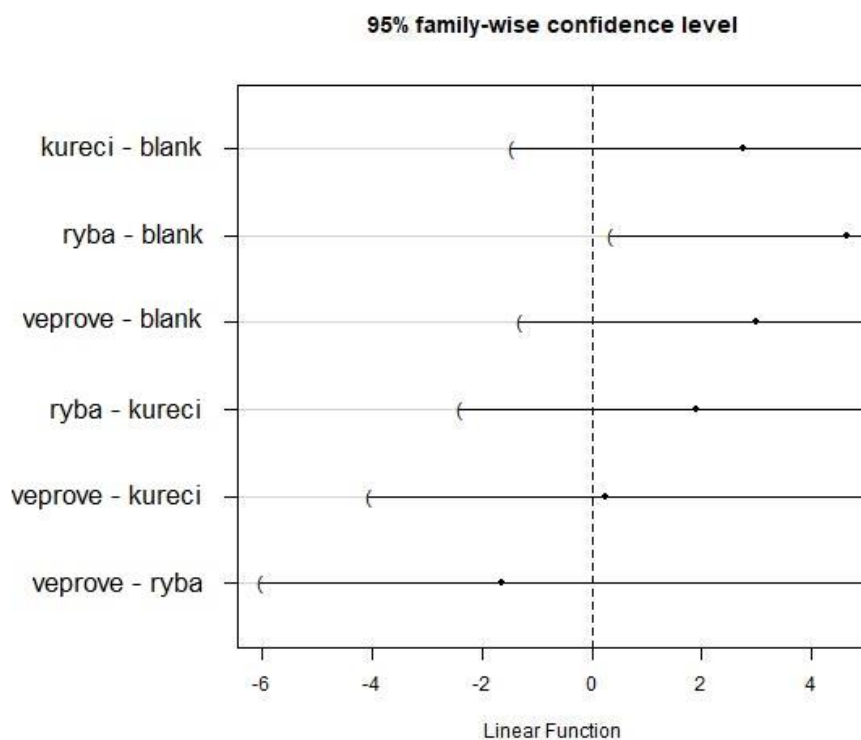
Byla provedena analýza abundance brouků čeledi Silphidae a čtyř významných druhů, kteří počtem chycených jedinců překročili 100 ex. Jednalo se o druhy *Glischrochilus quadrisignatus* (Say, 1835), *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758), *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) a *Saprinus semistriatus* (Scriba, 1790) (viz Tabulka 2 a Graf 12).

Byly stanoveny následující hypotézy. H0f: Počet brouků čeledi Silphidae chycených do zemních se v závislosti na návnadě liší. H0g: Počet brouků druhu *Poecilus cupreus* chycených do zemních se v závislosti na návnadě liší. H0h: Počet brouků druhu *Glischrochilus quadrisignatus* chycených do zemních se v závislosti na návnadě liší. H0i: Počet brouků druhu *Pterostichus melanarius* chycených do zemních se v závislosti na návnadě liší. H0j: Počet brouků druhu *Saprinus semistriatus* chycených do zemních se v závislosti na návnadě liší.

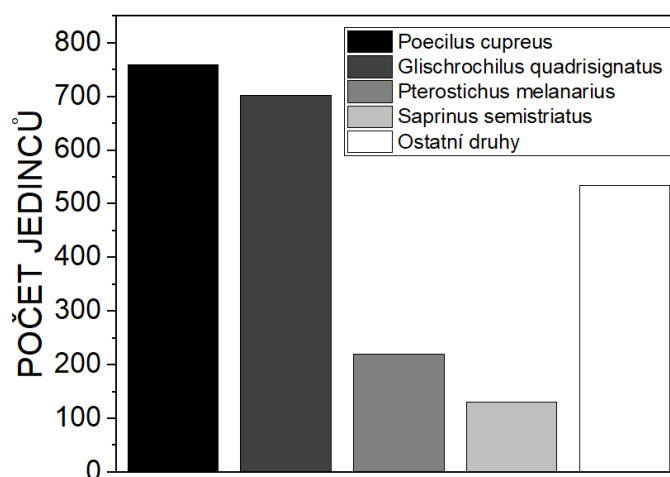
Hypotéza týkající se počtu jedinců čeledi Silphidae v závislosti na typu návnady v pozemních pastích byla testována lineárním modelem na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. K otestování hypotéz pro jednotlivé druhy byl použit zobecněný lineární model s hladinou významnosti $\alpha = 0,05$. Na grafu lineárního modelu (**graf 10**) a Post Hoc analýzy (**graf 11**) lze vidět, že u vlivu typu návnady na druhovou diverzitu čeledi Silphidae je (na intervalu spolehlivosti 95%) statisticky významný rozdíl mezi následujícími typy návnad: kuřecí maso a blank (bez návnady), rybí maso a blank (bez návnady). Neprokázal se (na intervalu spolehlivosti 95%) statisticky významný rozdíl mezi vepřovým masem a blankem (bez návnady). Mezi návnadami s jednotlivými druhy masa se (na intervalu spolehlivosti 95%) statisticky významný rozdíl mezi počty zachycených druhů také neprokázal. Hypotéza H_0f byla zamítnuta na hladině významnosti 0,05. Výsledek se tedy klání k alternativní hypotéze H_{1f} : Počet brouků čeledi Silphidae chycených do zemních v závislosti na návnadě je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ signifikantně rozdílný mezi blankem a rybím masem. Průměrný počet brouků u jednotlivých typů návnad je patrný z **grafu 10**: blank = 0, kuřecí = 2,75, ryba = 4,64, vepřové = 2,64. V průměru byl největší počet brouků u pastí s návnadou ve formě rybího masa.



Graf 10 – Abundance jedinců čeledi Silphidae v závislosti na typu návnady v zemních pastích



Graf 9 – Post Hoc analýza porovnání abundance chycených brouků čeledi Silphidae v závislosti na typu návnady



Graf 12 – Počet jedinců významně zastoupených druhů chycených brouků

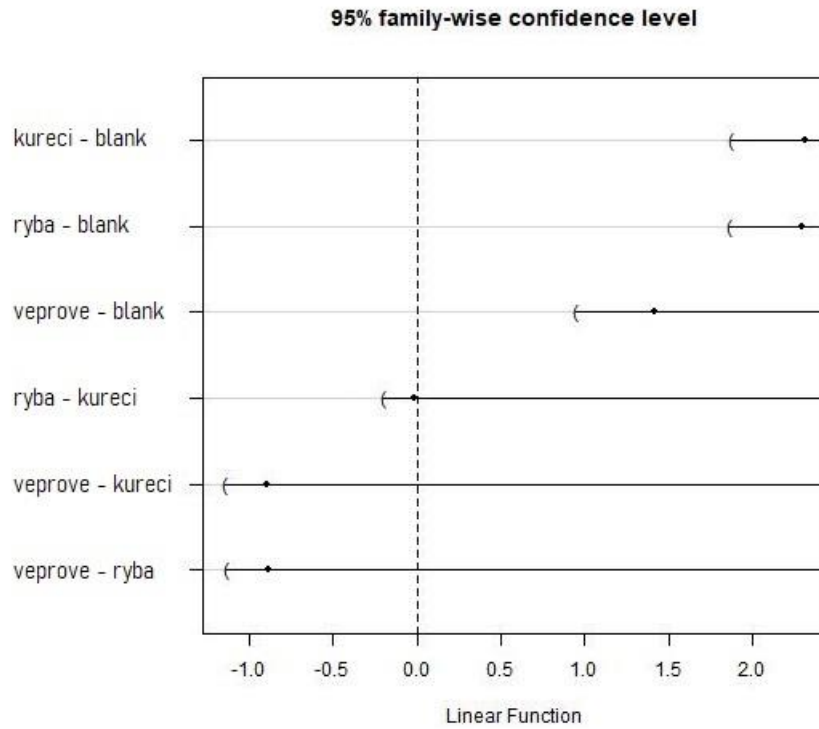
Hypotézy o rozdílu abundance jedinců druhu *Poecilus cupreus*, *Glischrochilus quadrisignatus*, *Pterostichus melanarius* a *Saprinus semistriatus* u jednotlivých typů návnady byly otestovány pomocí Post Hoc analýz na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Na **grafu 13** lze vidět, že u vlivu typu návnady na počet jedinců *Poecilus cupreus* je na intervalu spolehlivosti 95% statisticky významný rozdíl mezi následujícími typy návnad: kuřecí maso a blank (bez návnady), vepřové maso a blank (bez návnady), rybí maso a blank (bez návnady). Mezi jednotlivými druhy masa se statisticky významný rozdíl neprokázal. Hypotéza H0g byla zamítnuta na hladině významnosti 0,05. Výsledek se tedy kloní k alternativní hypotéze H1g: Počet brouků druhu *Poecilus cupreus* chycených do zemičích v závislosti na návnadě je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ signifikantně rozdílný mezi blankem a ostatními typy návnady. Průměrný brouků počet tohoto rodu u jednotlivých typů návnad: blank = 2,31, kuřecí = 25,5, ryba = 27,36, vepřové = 11,09. V průměru byl největší počet brouků u pastí s návnadou ve formě rybího masa.

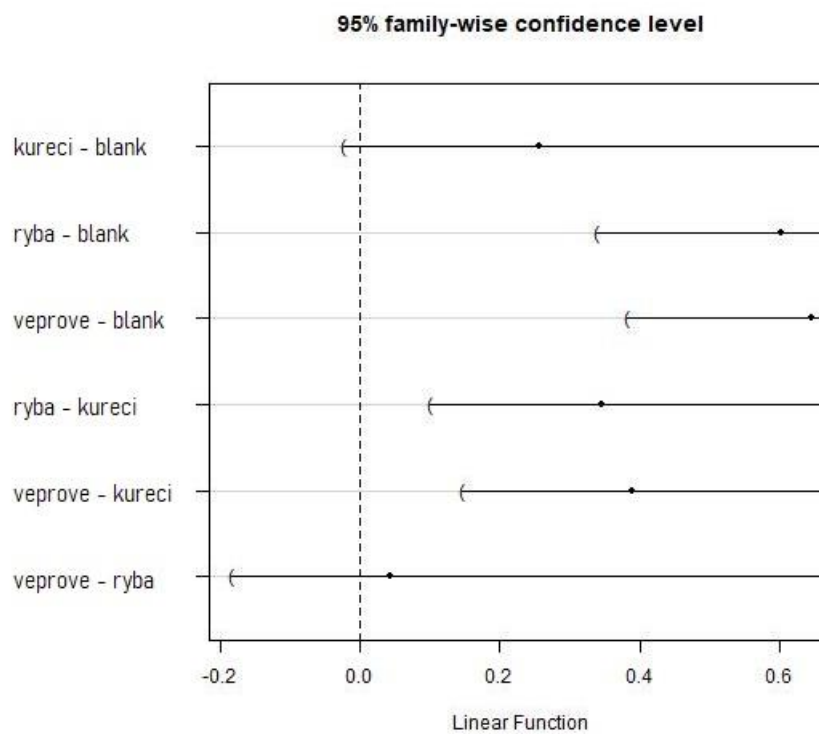
Na **grafu 14** lze vidět, že u vlivu typu návnady na počet jedinců *Glischrochilus quadrisignatus* je na intervalu spolehlivosti 95% statisticky významný rozdíl mezi následujícími typy návnad: vepřové maso a blank (bez návnady), rybí maso a blank (bez návnady), vepřové maso a kuřecí maso, rybí maso a kuřecí maso. Neprokázal se statisticky významný rozdíl mezi následujícími typy návnad: vepřové maso a rybí maso, kuřecí maso a blank (bez návnady). Hypotéza H0h byla zamítnuta na hladině významnosti 0,05. Výsledek se tedy kloní k alternativní hypotéze H1h: Počet brouků druhu *Glischrochilus quadrisignatus* chycených do zemičích v závislosti na návnadě je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ signifikantně rozdílný mezi blankem a rybím masem; blankem a vepřovým masem; rybím a kuřecím masem a dále mezi kuřecím a vepřovým masem. Průměrný brouků počet tohoto rodu u jednotlivých typů návnad: blank = 9,46, kuřecí = 13,25, ryba = 18,73, vepřové = 19,36. V průměru byl největší počet brouků u pastí s návnadou ve formě vepřového masa.

Na **grafu 15** lze vidět, že u vlivu typu návnady na počet jedinců *Pterostichus melanarius* je na intervalu spolehlivosti 95% statisticky významný rozdíl mezi následujícími typy návnad: kuřecí maso a blank (bez návnady), vepřové maso a blank (bez návnady), rybí maso a blank (bez návnady). Mezi jednotlivými druhy masa se na intervalu spolehlivosti 95% statisticky významný rozdíl neprokázal. Hypotéza H_{0i} byla zamítnuta na hladině významnosti 0,05. Výsledek se tedy kloní k alternativní hypotéze H_{1i} : Počet brouků druhu *Pterostichus melanarius* chycených do zemičích v závislosti na návnadě je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ signifikantně rozdílný mezi blankem a ostatními typy návnady. Průměrný brouků počet tohoto rodu u jednotlivých typů návnad: blank = 0,31, kuřecí = 6,17, ryba = 7,00, vepřové = 5,67. V průměru byl největší počet brouků u pastí s návnadou ve formě rybího masa.

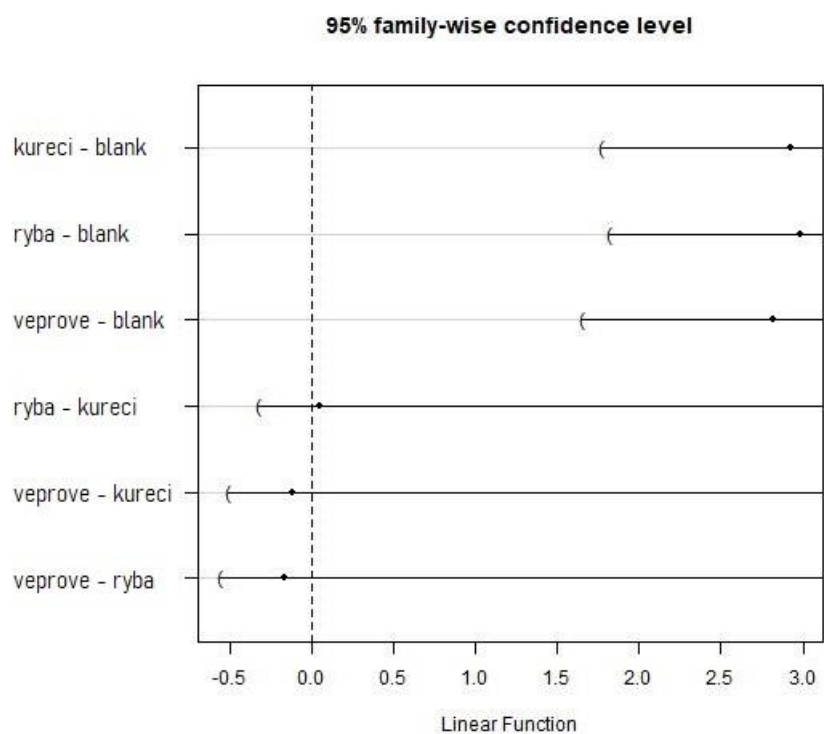
Na **grafu 16** lze vidět, že u vlivu typu návnady na počet jedinců *Saprinus semistriatus* je na intervalu spolehlivosti 95% statisticky významný rozdíl mezi následujícími typy návnad: kuřecí maso a blank (bez návnady), vepřové maso a blank (bez návnady), rybí maso a blank (bez návnady). Mezi jednotlivými druhy masa se na intervalu spolehlivosti 95% statisticky významný rozdíl neprokázal. Hypotéza H_{0j} byla zamítnuta na hladině významnosti 0,05. Výsledek se tedy kloní k alternativní hypotéze H_{1j} : Počet brouků druhu *Saprinus semistriatus* chycených do zemičích v závislosti na návnadě je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ signifikantně rozdílný mezi blankem a ostatními typy návnady. Průměrný brouků počet tohoto rodu u jednotlivých typů návnad: blank = 0,46, kuřecí = 4,25, ryba = 5,00, vepřové = 1,63. V průměru byl největší počet brouků u pastí s návnadou ve formě rybího masa.



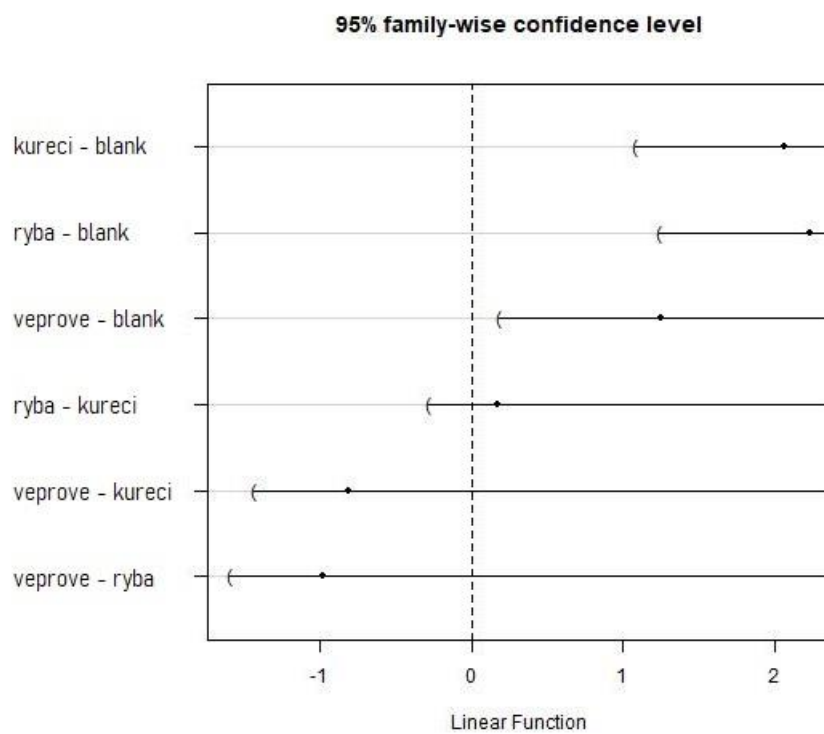
Graf 13 – Rozdíly abundance brouků druhu *Poecilus cupreus* mezi jednotlivými typy návnady v zemních pastích



Graf 14 – Rozdíly abundance brouků druhu *Glischrochilus quadrisignatus* mezi jednotlivými typy návnady v zemních pastích



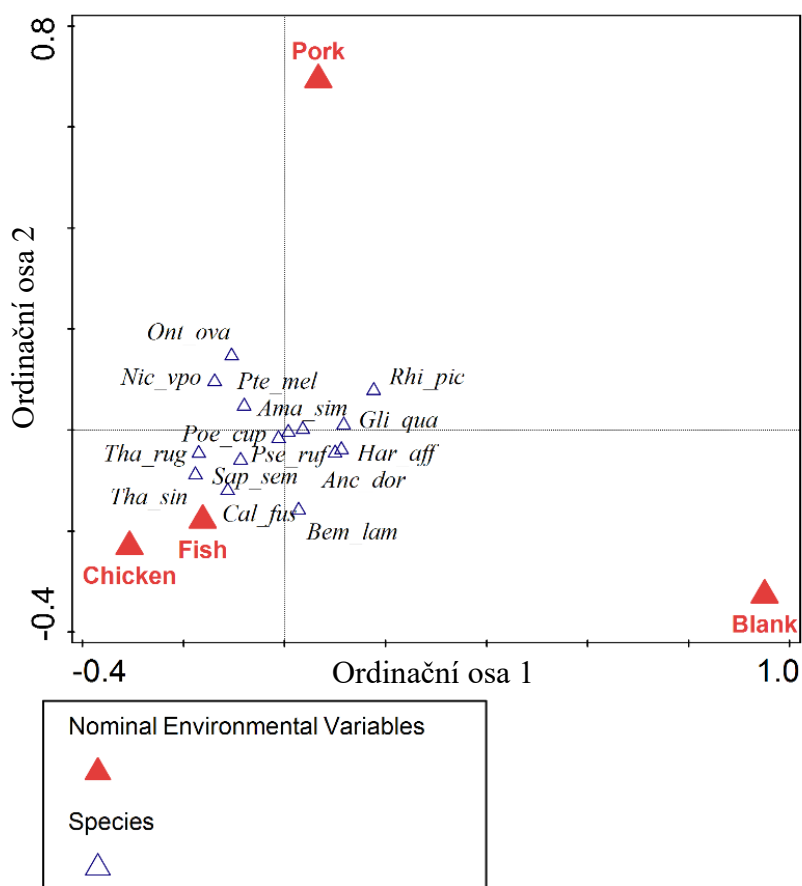
Graf 15 – Rozdíly abundance brouků druhu *Pterostichus melanarius* mezi jednotlivými typy návnady v zemních pastích



Graf 16 – Rozdíly abundance brouků druhu *Saprinus semistriatus* mezi jednotlivými typy návnady v zemních pastích

6.5 Ordinační analýza

Výsledky analýzy CCA nevyšly signifikantní, proto jsou uvedeny jen jako grafická vizualizace. Analýza CCA vysvětlila jen 4.70 % celkové variability dat. Do grafické vizualizace byly zařazeny jen centroidy 15 nejpočetněji sbíraných druhů, s celkovou abundancí větší nebo rovnou 20 ex. u každého druhu. Biplot druhů a environmentálních faktorů (**graf 17**) ukazuje větší podobnost pastí vnazených pomocí rybího a kuřecího masa (Fish, Chicken; v levém dolním rohu ordinačního prostoru vymezeného první a druhou ordinační osou), než pastí vnazených pomocí vepřového masa (Pork; v horní části ordinačního prostoru) a kontrolních pastí bez návnady (Blank; v pravé dolní části ordinačního prostoru).

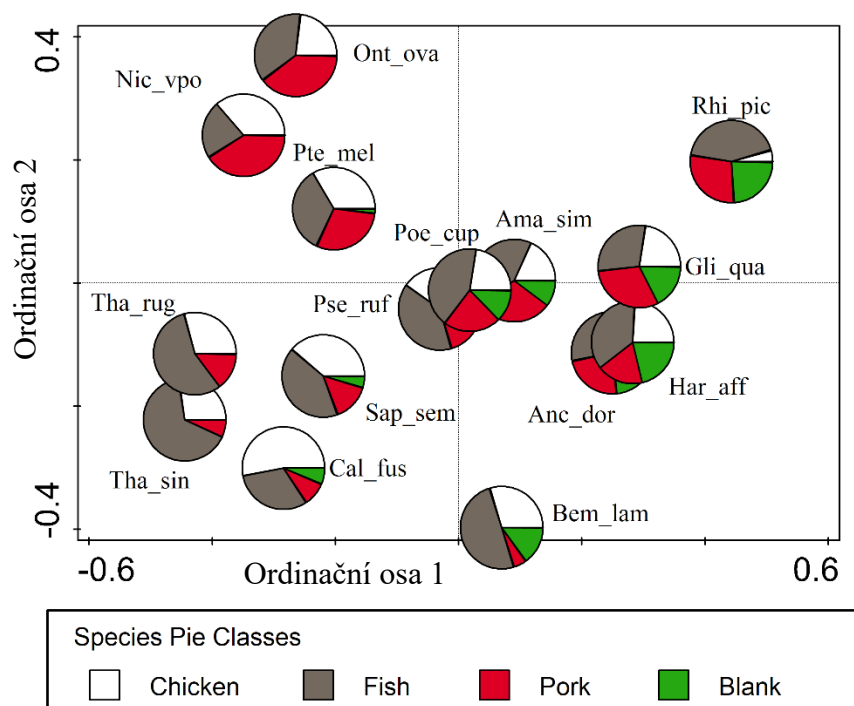


Graf 17 – Biplot druhů a environmentálních faktorů (Ama_sim – *Amara similata*, Anc_dor – *Anchomenus dorsalis*, Bem_lam – *Bembidion lampros*, Cal_fus – *Calathus fuscipes*, Gli_qua – *Glischrochilus quadrisignatus*, Har_aff – *Harpalus affinis*, Nic_vpo – *Nicrophorus vespillo*, Ont_ova – *Onthophagus ovatus*, Poe_cup – *Poecilus cupreus*, Pse_ruf – *Pseudoophonus rufipes*, Pte_mel – *Pterostichus melanarius*, Rhi_pic – *Rhizophagus picipes*, Sap_sem – *Saprinus semistriatus*, Tha_rug – *Thanatophilus rugosus*, Tha_sin – *Thanatophilus sinuatus*.)

Scatterplot (**graf 18**) ukazuje rozmístění centroidů 20 nejpočetnějších druhů ve stejném ordinačním prostoru, v průmětu do roviny dané první a druhou ordinační osou, kde zastoupení každého druhu je reprezentováno koláčovým grafem s procentuálním zastoupením ex. ve čtyřech typech pastí (Chicken – s návnadou kuřecího masa, Fish – s návnadou rybího masa, Pork – s návnadou vepřového masa a Blank – kontrolní pastí bez návnady).

V levé dolní části ordinačního diagramu jsou umístěny centroidy 4 druhů (*Thanatophilus rugosus*, *Th. sinuatus*, *Saprinus semistriatus* a *Calathus fuscipes*), u kterých největší počet ex. byl zachycen pomocí pastí vnazených kuřecím či rybím masem. Oba druhy mrchožroutů rodu *Thanatophilus* nebyly vůbec zachycené do pastí bez návnady. V levé horní části diagramu jsou centroidy tří druhů (*Nicrophorus vespillo*, *Ontophagus ovatus* a *Pterostichus melanarius*), které byly celkem rovnoměrně zachyceny do všech tří typů vnazených pastí, a téměř se nevyskytovaly v pastech bez návnady (Blank). V pravé části ordinačního diagramu jsou řazeny další druhy, u kterých jejich zastoupení v pastech bez návnady (Blank) postupně směrem doprava v průmětu ordinačního prostoru roste, nejvýraznější je u druhů *Harpalus affinis*, *Glischrochilus quadrisignatus* a *Rhizophagus picipes*, s centroidy v pravé části diagramu. Je možné, že tyto druhy do pastí více než pach rozkládajícího se masa vábila vůně etylenglykolu, užitého jako fixační kapalina. První druh (střevlík *H. affinis*), je predátor semen travin, další dva druhy (lesknáček *G. quadrisignatus* a lesklec *R. picipes*) jsou spíše saprofágní než nekrofágní druhy.

Výstupy cca analýzy jsou uvedeny v příloze 22.



Graf 18 – Scatterplot rozmístění centroidů 20 nejpočetnějších druhů ve stejném ordinačním prostoru (Ama_sim – *Amara similata*, Anc_dor – *Anchomenus dorsalis*, Bem_lam – *Bembidion lampros*, Cal_fus – *Calathus fuscipes*, Gli_qua – *Glischrochilus quadrisignatus*, Har_aff – *Harpalus affinis*, Nic_vpo – *Nicrophorus vespillo*, Ont_ova – *Onthophagus ovatus*, Poe_cup – *Poecilus cupreus*, Pse_ruf – *Pseudoophonus rufipes*, Pte_mel – *Pterostichus melanarius*, Rhi_pic – *Rhizophagus picipes*, Sap_sem – *Saprinus semistriatus*, Tha_rug – *Thanatophilus rugosus*, Tha_sin – *Thanatophilus sinuatus*.)

7. Diskuse

U čeledi Silphidae se nepodařilo prokázat rozdíl mezi pastmi s návnadou ve formě vepřového masa a pastmi bez návnady. Tento výsledek přisuzují nízkému počtu vstupních dat. Oproti jiným odborným pracím (Jakubec & Růžička 2015, Jakubec & Růžička 2012, Kočárek 2002), které využívaly obdobný způsob odchyty brouků, se do pastí chytil pouze malý podíl brouků čeledi Silphidae, která byla původním hlavním cílem práce. Příčinou malého zastoupení čeledi Silphidae mohlo být extrémní počasí a vysoké teploty, které na lokalitě odchyty v červnu roku 2019 panovaly. Během týdne (15. 6. 2019 – 22. 6. 2019), po který byly pasti exponovány, se střídaly horké dny s teplotou 30 – 35 °C a deštivé dny s bouřkami. Během horkého počasí zřejmě návnady v pastích vyschly, čímž se také snížila jejich schopnost atrahovat cílové brouky. I přes

tyto podmínky byly hojně zastoupeny jiné nekrobiontní čeledi brouků, zejména čeleď Carabidae z hlediska počtu druhů a čeleď Nitidulidae z hlediska počtu jedinců.

U většiny testovaných skupin se projevil trend preference rybího masa. Tento jev by mohl být dále zkoumán a případně být použit pro jiné entomologicko-ekologické práce a studie. Pokud je tento trend pravdivý, návnadou ve formě rybího masa by se docílilo největšího možného odchytového vzorku a tudíž i reprezentativnějších výsledků. Jediný testovaný druh, který tuto preferenci neprojevoval byl *Glischrochilus quadrisignatus*. U tohoto druhu se jako nejpreferovanější druh masa ukázalo vepřové. Nutno podotknout, že rozdíl mezi vepřovým a rybím masem ve smyslu počtu chycených jedinců na návnadu z obou těchto masa, prokázán nebyl. Jelikož se ale jednalo o druhý nejpočetněji zastoupený druh vůbec, je třeba tomuto výsledku přikládat váhu a v budoucích pracích by se měl tento výsledek opakovaným pokusem potvrdit. Tato preference se jeví zajímavá hlavně z důvodu, že dospělci *Glischrochilus quadrisignatus* se tradičně živí spíše rostlinným materiálem (Luckmann 1963) a předchozí studie při jejich odchytu používali jako nástroj odchytu ovoce (Luckmann 1963, Foott 1976).

Odborných prací zabývajících se potravními preferencemi brouků existuje mnoho (Sabu & Vinod 2009, Sarwar 2016), méně však těch, které se zaměřují se na nekrofágní druhy. Přínos a originalita diplomové práce spočívá v zacílení na nekrobiontní brouky polních biotopů. Důkladné pochopení ekologie nekrofágních brouků může najít své uplatnění například ve forezní entomologii. Většina forezních studií se soustředí na dvoukřídle (Diptera), zatímco brouci (Coleoptera) bývají opomíjeni (Midgley & Villet 2009, Midgley et al. 2010). Nejdůležitějším využitím hmyzu ve forezních vyšetřováních je odhadnutí minimální PMI, tj. minimální post mortem interval (tedy doba od smrti nalezeného těla) (Greenberg 1991, Amendt et al. 2004, 2007). Zkoumání časového intervalu osídlování mršiny nekrofágními druhy brouků by mohlo být předmětem navazujících prací. Jako substitut za lidské tělo se často používá vepřové maso (Connor et al. 2018). Případné navazující studie by se mohly zabývat jinými alternativní druhy masa, které by replikovaly lidské tělo při forezním výzkumu podobně jako se jimi zabývali Connor et al. (2018) a Dautartas et al. (2018).

Za silné stránky práce považuji kvalitní sběr dat: provedení pastí, jejich rozmístění i následní určení, popsání odchycených čeledí a druhů živočichů a statistické zpracování výsledků. Jelikož probíhalo zhotovení, pokládka i sběr zemních pastí pouze ve dvou lidech, byl značně limitován rozsah pokusu. V kombinaci s horšími podmínkami počasí se tento fakt projevil na nižších počtech chycených brouků.

Do případných navazujících prací by bylo vhodné provést delší expozici pastí, či pokus opakovat několikrát během období aktivace cílových čeledí brouků. Další alternativou či vylepšením pokusu by mohlo být zařazení jiných druhů návnady: zrající sýr, hovězí maso, mršiny drobných hlodavců apod. jako je tomu u jiných prací zabývajících se nekrofágními brouky (Kočárek 2002, Jakubec & Růžička 2012, Ueda 2015).

8. Závěr

Práce splnila všechny své cíle. Byl proveden výpočet indexu diverzity, byla porovnána abundance a druhové zastoupení u brouků chycených do pastí s různými typy návnad. Splněn byl i dílčí cíl práce, kterým bylo porovnat abundanci nejhojněji zastoupených druhů brouků a zpracovat popis morfologie, bionomie a ekologie chycených čeledí brouků v zemních pastech. Pro většinu nekrofágních zkoumaných brouků se neprokázal statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými druhy návnad s tlejícím masem ve vztahu k počtu chycených druhů a jedinců. Prokázal se pouze statisticky významný rozdíl mezi pastmi s návnadou a pastmi bez návnady a to u všech zkoumaných nekrofágních brouků vyjma čeledi Silphidae, kde nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi pastmi s návnadou ve formě vepřového masa a pastmi bez návnady ve vztahu k počtu chycených druhů i jedinců. Stejný výsledek jako u čeledi Silphidae se projevil i u čeledí brouků, které nejsou nekrofágní. U těchto ostatních druhů nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi pastmi s návnadou ve formě vepřového a pastmi bez návnady ve vztahu k chycených jedinců. Pro druh *Glischrochilus quadrisignatus* se prokázal i statisticky významný rozdíl mezi návnadami s vepřovým masem a kuřecí masem; a mezi návnadami s rybím masem a kuřecí masem ve smyslu jejich vlivu na počet chycených jedinců tohoto druhu. U pastí s návnadou ve formě kuřecího masa se u tohoto druhu nachytilo průměrně výrazně méně jedinců než u zbylých dvou druhů masových návnad, a to až do takové míry, že nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi pastmi s kuřecím masem a pastmi bez návnady. Práce má potenciál standardizace určitých typů návnad pro odchyt specifických druhů brouků. Případné navazující studie by se mohly zabývat jinými alternativními druhy masa, či jiných druhů návnad a rozšířit odchyt i mimo polní biotopy. Existuje i možnost přesahu navazujících prací do forenzní entomologie.

9. Přehled literatury a použitých zdrojů

Literární zdroje:

AMENDT J., CAMPOBASSO C.P., GAUDRY E., REITER C., LEBLANC H.N., HALL M.J. 2007: Best practice in forensic entomology. Standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine* 121: 90–104.

AMENDT J., KRETTEK R. & ZEHNER R. 2004: Forensic entomology. *Naturwissenschaften* 91: 51–65.

AUDISIO P. 1993: Coleoptera Nitidulidae – Kateretidae, *Fauna d'Italia* 32. Edizioni Calderini, Bologna, xvi + 971 s.

AUDISIO P., CAPOLUPO P., PARISELLA R. & SANTORELLI S. 1990: Associazione Nitidulidae (Coleoptera) - Rhizopus: probabile flagello dell'agricoltura degli anni '90. *L'Informatore Agrario* 21/90: 69–71.

BETZ O., THAYER M.K. & NEWTON A.F. Jr. 2003: Comparative morphology and evolutionary pathways of the mouthparts in spore-feeding Staphylinoidea (Coleoptera). *Acta Zoologica* 84 (3): 179–238.

BLAIR K.G. 1922: Notes on the life-history of *Rhizophagus parallellocollis* Gyll. *The Entomologist's Monthly Magazine* 58: 80–83.

BLUMBERG D. 1997: Survey and distribution of Cybocephalidae (Coleoptera) in Israel. *Entomophaga* 18: 125–131.

BOHAN D.A., BOURSAULT A., BROOKS D.R. & PETIT S. 2011: National-scale regulation of the weed seedbank by carabid predators. *Journal of Applied Ecology* 48: 888–898.

BOUSQUET Y. & LAPLANTE S. 2000: Taxonomic review of the Canadian species of the genus *Monotoma* Herbst (Coleoptera, Monotomidae). *Proceedings of the Entomological Society of Ontario* 130: 67–96.

BOUSQUET Y. 1990: A review of the North American species of *Rhizophagus* Herbst and a revision of the Nearctic members of the subgenus *Anomophagus* Reitter (Coleoptera: Rhizophagidae). *The Canadian Entomologist* 122: 131–171.

- BOUSQUET Y. 2001: 79. Monotomidae Laporte 1840. S. 319–321. In: ARNETT R.H., Jr., THOMAS M.C., SKELLEY P.E. & FRANK J.H. (eds): *American Beetles. Volume 2. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press, Boca Raton (Florida).
- BOUSQUET Y. 2010: 10.8. Monotomidae Laporte, 1840. S. 319–324. In: LESCHEN R.A.B. & BEUTEL R.G. (eds): *Handbook of Zoology – Coleoptera*, vol. II. De Gruyter, Berlin, New York.
- BÖVING A.G. & CRAIGHEAD F.C. 1931: An illustrated synopsis of the principal larval forms of Coleoptera. *Entomologica Americana (N.S.)* 11: 1–351, pls. 1–125.
- BÖVING A.G. & ROZEN J.G. 1962: Anatomical and systematic study of the mature larvae of the Nitidulidae. *Entomologiske Meddelelser* 31: 265–299.
- CASALE A. 1975: Ciclo biologico e morfologia preimmaginale di Coleoptera Staphylinoidea delle famiglie Leptinidae e Catopidae. *Redia* 56: 199–230.
- CATERINO M.S. & TISHECHKIN A.K. 2006: DNA identification and morphological description of the first confirmed larvae of Hetaeriinae (Coleoptera: Histeridae). *Systematic Entomology* 31: 405–418.
- CATERINO M.S. & TISHECHKIN A.K. 2014: New genera and species of Neotropical Exosternini (Coleoptera: Histeridae). *ZooKeys* 381: 11–78.
- CATERINO M.S. & VOGLER A.P. 2002: The phylogeny of the Histeroidea (Coleoptera: Staphyliniformia). *Cladistics* 18: 394–415.
- CLINE A.R., SMITH T., MOLLER K., MOULTON M., WHITING M.R. & AUDISIO P. 2014: Molecular phylogeny of Nitidulidae: assesment of subfamilial and tribal classification and formalization of the family Cybocephalidae (Coleoptera: Cucujoidea). *Systematic Entomology* 39: 1–15.
- CONNOR M., BAIGENT C. & HANSEN E.S. 2018: Testing the use of pigs as human proxies in decomposition studies. *Journal of Forensic Sciences* 63(5): 1350–1355.

- COOPER, J.B. 1983: A review of the Nearctic genera of the family Scarabaeidae (exclusive of the subfamilies Scarabaeinae and Geotrupinae) (Coleoptera), with an evaluation of computer generated keys. Doctoral Thesis, Department of Biology, Carleton University, Ottawa, Ontario, Canada. 1121 s.
- CROWSON R.A. 1955: The natural classification of the families of Coleoptera. Nathaniel Lloyd and Co., London, 187 s.
- DAUTARTAS A., KENYHERCZ M.W., VIDOLI G.M., MEADOWS JANTZ L., MUNDORFF A. & STEADMAN D.W. 2018: Differential decomposition among pig, rabbit, and human remains. *Journal of Forensic Sciences* 63(6): 1673–1683.
- DEKEIRSSCHIETER, J., VERHEGGEN F., LOGNAY G., HAUBRUGE E. 2011: Large carrion beetles (Coleoptera, Silphidae) in Western Europe: a review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 15: 435–447.
- DELEURANCE-GLAÇON S. 1963: Recherches sur les Coléoptères troglobies de la sous-famille des Bathysciinae. *Annales des Sciences Naturelles (Zoologie)* (12) 5: 1–172.
- DOYEN J.T. 1976: Marine beetles (Coleoptera excluding Staphylinidae). S. 497–519. In: CHENG L. (ed.): *Marine Insects*. North-Holland Publishing Co., Amsterdam.
- EGGERT A.K. & MÜLLER J.K. 1989: Mating success of pheromone-emitting *Necrophorus* males: do attracted females discriminate against resource owners? *Behaviour* 110: 248–257.
- ENDRÖDY-YOUNGA S. 1967: 51. Familie Cybocephalidae. S. 77–79. In: FREUDE H., HARDE K.H. & LOHSE G.A. (eds.): *Die Käfer Mitteleuropas*, Band 7. Goecke & Evers, Krefeld, 310 s.
- ENDRÖDY-YOUNGA S. 1968: Monographie der Paläarktischen Arten der Familie Cybocephalidae (Coleoptera: Clavicornia). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 14: 27–115.

- ERICHSON W.F. 1843: Versuch einer systematischen Eintheilung der Nitidularien. *Germarsche Zeitschrift für Entomologie* 4: 225–361.
- FETHERSTON I.A., SCOTT M.P. & TRANIELLO J.F.A. 1990: Parental care in burying beetles: the organization of male and female brood-care behavior. *Ethology* 85: 177–190.
- FOOTT, W.H. 1976: Capture of *Glischrochilus quadrisignatus* (Coleoptera: Nitidulidae) in bait traps, 1970–74 *Canadian Entomologist*. 111: 1337–1344.
- FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. & KLAUSNITZER, B. 2004: Die Käfer Mitteleuropas. Band 2. Adepaga. 1. Carabidae (Laufkäfer). Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 521 s.
- GIBBS J.N. & FRENCH D.W. 1980: The transmission of oak wilt. USDA Forest Service Research Paper NC-185, 15 s.
- GOLDSCHMIDT H. & TOFT S., 1997: Variable degrees of granivory and phytophagy in insectivorous carabid beetles. *Pedobiologia* 41: 521–525.
- GREENBERG B. 1991: Flies as forensic indicators. *Journal of Medical Entomology* 28: 565–577.
- GREGOIRE J.C., MERLIN J., PASTEELS J.M., JAFFUEL R., VOULAND G. & SCHVESTER D. 1985: Biocontrol of *Dendroctonus micans* by *Rhizophagus grandis* Gyll. (Col., Rhizophagidae) in the Massif Central (France): a first appraisal of the mass-rearing and release methods. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 99: 182–190.
- GROUVELLE A. 1913: Byturidae, Nitidulidae, *Coleopterum Catalogus*. Pars 56. W. Junk, Berlin, 223 s.
- HABERER W., SCHMITT T., PESCHKE K., SCHREIER P., & MUELLER J.K. 2008: Ethyl 4-methyl heptanoate: a male-produced pheromone of *Nicrophorus vespilloides*. *Journal of Chemical Ecology* 34: 94–98.
- HABERER W., SCHMITT T., SCHREIER P., EGGERT A.K. & MÜLLER J.K. 2017: Volatiles Emitted by Calling Males of Burying Beetles and *Ptomascopus*

morio (Coleoptera: Silphidae: Nicrophorinae) Are Biogenetically Related. *Journal of Chemical Ecology* 43: 971–977.

HÁVA J. 2001: Seznam československých brouků (Coleoptera: Dermestidae). (Check-list of Czech and Slovak Beetles (Coleoptera: Dermestidae)). *Studie a zprávy Okresního muzea Praha-východ* 14: 75–79.

HÁVA J. 2003: World Catalogue of the Dermestidae (Coleoptera). *Studie a zprávy Oblastního Muzea Praha-východ v Brandýse nad Labem a Staré Boleslavi, Supplementum* 1: 1–196.

HÁVA J. 2004: Katalog brouků Prahy, čeled' Dermestidae (Coleoptera). (Catalogue of the beetles from Prague, family Dermestidae (Coleoptera)). *Studie a zprávy Okresního muzea Praha-východ* 15: 1–5+ 2 pls.

HÁVA J. 2010: Catalogue of Dermestidae World (Coleoptera). Permanent World Wide Web electronic publication (open in 2004): <http://www.dermestidae.wz.cz>.

HÁVA J. 2011: Brouci čeledi kožojedovití (Dermestidae) České a Slovenské republiky. Beetles of the family Dermestidae of the Czech and Slovak Republics. *Entomologické klíče. Academia, Praha*, 104 s.

HAYASHI N. 1978: A contribution to the knowledge of the larvae of Nitidulidae occurring in Japan (Coleoptera, Cucujoidea), *Insecta Matsumurana* 14: 1–98.

HINTON H.E. & ANCONA L.H. 1935: Fauna de Coleopteros en nidos de hormigas (Atta), en Mexico y Centro-America II. *Anales del Instituto de Biologia de la Universidad Nacional de Mexico* 6: 307–316.

HINTON H.E. 1945: A monograph of the beetles associated with stored products. Volume 1. *British Museum (Natural History), London*, 443 s.

HOOD W.M. 2000: Overview of the small hive beetle, *Aethina tumida*, in North America. *Bee World* 81: 129–137.

HŮRKA K. 1996: Carabidae České a Slovenské republiky. *Kabourek, Zlín*, 565 s.

HŮRKA K. 2005: Brouci České a Slovenské republiky. Beetles of the Czech and Slovak republics. *Nakladatelství Kabourek, Zlín*, 390 s.

- CHANDLER D.S. 1983. Larvae of wrack Coleoptera in the families Corylophidae, Rhizophagidae, and Lathridiidae. *Psyche* 90: 287–296.
- ISING E. 1969: Zur Biologie des *Leptinus testaceus* Müller, 1817 (Insecta, Coleoptera). *Zoologische Beiträge* 15: 393–456.
- JAKUBEC P. & RŮŽIČKA J. 2015: Is the type of soil an important factor determining the local abundance of carrion beetles (Coleoptera: Silphidae)? *European Journal of Entomology* 112: 1–8.
- JAKUBEC P. & RŮŽIČKA J. 2012: Rozšíření mrchožroutovitých brouků (Coleoptera: Silphidae) otevřené krajiny ve vybraných nížinných oblastech České republiky. *Klapalekiana* 48: 169–189.
- JAVOREK V. 1964: Kapesní atlas brouků s určovacím klíčem vyobrazených druhů. SPN, Praha, 254 s.
- JELÍNEK J. & AUDISIO P. 2007: Nitidulidae. S. 459–491. In: LÖBL I. & SMETANA A. (eds): *Catalogue of Palearctic Coleoptera Vol. 4*. Apollo Books, Stenstrup, 935 s.
- JELÍNEK J. 2014: Icones insectorum Europae centralis. Coleoptera: Sphindidae, Kateretidae, Nitidulidae. *Folia Heyrovskyana, Series B* 21: 1–29.
- JELÍNEK J., CARLTON C., CLINE A.R. & LESCHEN R.A.B. 2010: 10.26. Nitidulidae Latreille, 1802. S. 390–407. In: LESCHEN R.A.B., BEUTEL R.G., LAWRENCE J.F. & ŚLIPÍŃSKI A. (eds): *Coleoptera, Beetles, Vol. 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim)*. De Gruyter, Berlin/New York, xiii+786 s.
- JUZWIK J. & FRENCH D.W. 1983: *Ceratocystis fagacearum* and *C. piceae* on the surface of free-flying and fungusmat-inhabiting Nitidulidae. *Phytopathology* 73: 1164–1168.
- KALÍK V. 1993: Dermestidae. S. 84–85. In: JELÍNEK J. (ed.): *Check-list of Czechoslovak insects 4 (Coleoptera)*. Seznam československých brouků. *Folia Heyrovskyana, Supplementum* 1: 3–172.

- KILIAN A. 1998: Morphology and phylogeny of the larval stages of the tribe Agathidiini (Coleoptera: Leiodidae: Leiodinae). *Annales Zoologici* 48: 125–220.
- KIREJTSHUK A.G. & FALLAHZADEH M. 2008: A new species of the genus *Cybocephalus* from Iran and a note on synonymy (Coleoptera: Nitidulidae). *Trudy Zoologicheskogo Instituta* 312 (1–2): 83–86.
- KIREJTSHUK A.G. & LAWRENCE J.F. 1992: Cychramptodini, a new tribe of Nitidulidae (Coleoptera) from Australia. *Journal of the Australian Entomological Society* 31: 29–46.
- KIREJTSHUK A.G. 1984: New species of beetles of the families Nitidulidae and Cybocephalidae (Coleoptera) in East Palearctic fauna. *Zoologicheskii Zhurnal* 63: 517–533.
- KIREJTSHUK A.G. 2008: A current generic classification of sap beetles (Coleoptera, Nitidulidae). *Zoosystematica Rossica* 17 (1): 100–122.
- KISHI Y. 1970: *Mimemodes japonicus* Reitter (Coleoptera: Rhizophagidae), an egg predator of the pine bark beetle, *Cryphalus fulvus* Niiijima (Coleoptera: Ipidae). *Kontyu* 38 (3): 195–197.
- KOČÁREK P. & ROHÁČOVÁ M. 2001: Mrchožroutovité brouci (Coleoptera: Silphidae) v ekosystému horského lesa (Moravskoslezské Beskydy, Česká republika). (Carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) in the mountain forest ecosystem (Moravskoslezské Beskydy Mts., Czech Republic)). *Práce a Studie Muzea Beskyd* 11: 67–74.
- KOČÁREK P. 2001: Diurnal activity rhythms and niche differentiation in a carrion beetle assemblage (Coleoptera: Silphidae) in Opava, the Czech Republic. *Biological Rhythm Research* 32: 431–438.
- KOTZE J.D., BRANDMAYR P., CASALE A., DAUFFY-RICHARD E., DECONINCK W., KOIVULA M.J., LÖVEI G.L., MOSSAKOWSKI D., NOORDIJK J., PAARMANN W., PIZZOLOTTO R., SASKA P., SCHWERK A., SERRANO J., SZYSZKO J., TABOADA A., TURIN H., VENN S., VERMEULEN R. & ZETTO T. 2011: Forty years of carabid beetle research in Europe – from

taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys* 100: 55–148.

KOVARIK P.W. & CATERINO M.S. 2000: Family 15. Histeridae Gyllenhal, 1808. S. 212–227. In: ARNETT R.H.Jr. & THOMAS M.C. (eds): *American Beetles. Volume 1. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia.* CRC Press, Boca Raton, London, New York and Washington, xvi + 443 s.

KOVARIK P.W. & CATERINO M.S. 2005: Histeridae Gyllenhal, 1808. S. 190–222. In: BEUTEL R.G. & LESCHEN R.A.B. (eds): *Coleoptera, Beetles. Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim).* Handbook of zoology. A natural history of the phyla of the animal kingdom. Volume IV. Arthropoda: Insecta. Part 38. Walter de Gruyter, Berlin – New York, xi + 567 s.

KOVARIK P.W. 1995: Development of *Epierus divisus* Marseul (Coleoptera: Histeridae). *The Coleopterists Bulletin* 49: 253–260.

KREBS C.J. 1999: *Ecological Methodology.* 2nd Edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 620 s.

KRYZHANOVSKIY O.L. & REICHARDT A.N. 1976: Fauna SSSR, Zhestkokrylye, Vol. 5, No. 4. Zhuki nadsemeystva Histeroidea (semeystva Sphaeritidae, Histeridae, Synteliidae). Nauka, Leningrad, 434 s. (in Russian).

KRYZHANOVSKIY O.L., BELOUSOV I.A., KABAK I.I., KATAEV B.M., MAKAROV K.V. & SHILENKOV V.G. 1995: A checklist of the ground-beetles of Russia and adjacent lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae). Pensoft Publishers, Sofia, 281 s.

KUKALOVÁ-PECK J. & LAWRENCE J.F. 1993: Evolution of the hind wing in Coleoptera, *The Canadian Entomologist*, Ottawa 125 (2), 181–258.

LACKNER T. & GOMY Y. 2014: *Sarandibrinus*, a new genus of Sapriniinae subfamily from Madagascar (Coleoptera: Histeridae) (Second contribution to the knowledge of the Histeridae of Madagascar). *ZooKeys* 427: 109–125.

- LACKNER T. & RATTO G. 2014: *Orateon praestans*, a remarkable new genus from Yemen, with taxonomic notes on allied taxa (Coleoptera: Histeridae: Sapriniinae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae* 54: 515–527.
- LACKNER T. 2013: *Afroprinus cavicola* gen. & spec. nov. from the Afrotropical Region with notes on cavedwelling Sapriniinae (Coleoptera: Histeridae). *ZooKeys* 294: 57–73.
- LACKNER T. 2014: Phylogeny of the Sapriniinae subfamily reveals interesting ecological shifts in the history of the subfamily (Coleoptera: Histeridae). *Zoological Journal of the Linnaean Society* 172: 521–555.
- LACKNER T. 2015: *Icones insectorum Europae centralis*, Coleoptera: Sphaeritidae, Histeridae. *Folia Heyrovskyana, Series B* 23: 1–33.
- LAWRENCE J.F. & NEWTON A.F.Jr. 1980: Coleoptera associated with the fruiting bodies of slime molds (Myxomycetes). *The Coleopterists Bulletin* 34: 129–143.
- LAWRENCE J.F. 1977: Coleoptera associated with an *Hypoxylon* species (Ascomycetes: Xylariaceae) on oak. *The Coleopterists Bulletin* 31: 309–312.
- LAWRENCE J.F. 1989: Mycophagy in the Coleoptera: feeding strategies and morphological adaptations. In: WILDING N., COLLINS N.M., HAMMOND P.M., WEBBER J.F. (eds): *Insect-fungus interactions*. Academic Press, London: 1 – 23.
- LAWRENCE J.F. 1991: Rhizophagidae (Cucujoidea) (including Monotomidae). S. 460–462. In: STEHR F.W. (ed.): *Immature Insects. Volume 2*. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.
- LINDROTH C.H. 1986: The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica* 15: 233–497.
- LUCKMANN W.H. 1963: Observations on the biology and control of *Glischrochilus quadrisignatus*. *Journal of Economic Entomology* 56: 681–686.
- MAZUR S. 1984: A world catalogue of Histeridae. *Polskie Pismo Entomologiczne* 54 (3–4): 1–376.

- MAZUR S. 1997: A world catalogue of the Histeridae (Coleoptera: Histeridae). *Genus, Supplementum* 7: 1–373.
- MAZUR S. 2011: A concise catalogue of the Histeridae (Coleoptera). Warsaw University of Life Sciences, SGGW Press, Warsaw, 332 s.
- MIDGLEY J.M. & VILLET M.H. 2009: Development of *Thanatophilus micans* (Fabricius 1794) (Coleoptera Silphidae) at constant temperatures. *International Journal of Legal Medicine* 123: 285–292. MIDGLEY J.M., RICHARDS C.S. & VILLET M.H. 2010: The utility of Coleoptera in forensic investigations. In: AMENDT J., GOFF M.L., CAMPOBASSO C.P. & GRASSBERGER M. (eds): *Current concepts in forensic entomology*. Dordrecht: Springer: 57–68.
- MILNE L.J. & MILNE M. 1976: The social behavior of burying beetles. *Scientific American* 235: 84–89.
- MROCKOWSKI M. 1968: Distribution of the Dermestidae (Coleoptera) of the world with a catalogue of all known species. *Annales Zoologici* 26: 15–191.
- MULLINS P.L., RILEY E.G. & OSWALD J.D. 2013: Identification, distribution, and adult phenology of the carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) of Texas. *Zootaxa* 3666: 221–251.
- NEWTON A.F.Jr. 1984: Mycophagy in Staphylinidae (Coleoptera). S. 302–353. In: WHEELER Q. & BLACKWELL M. (eds): *Fungus-Insect Relationships: Perspectives in Ecology and Evolution*. Columbia University Press, New York.
- NEWTON A.F.Jr. 1991: Leiodidae (Staphylinidae), Leptinidae (Staphylinidae). S. 327–330, 330–331. In: STEHR F. W. (eds): *An introduction to immature insects of North America*. Vol. 2. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque.
- NEWTON A.F.Jr. 1998: Phylogenetic problems, current classification and generic catalog of world Leiodidae (including Cholevidae). S. 41–178. In: GIACHINO P. M. & PECK S. B. (eds): *Phylogeny and evolution of subterranean and endogean Cholevidae (= Leiodidae Cholevinae)*. Proceedings of XX I.C.E., Firenze, 1996. *Atti Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino*.

NEWTON A.F.Jr. 2011: Leiodidae Fleming, 1821. In Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim). De Gruyter Mouton: 269–280.

NEWTON A.F.Jr. 1992: Current Classification and Family-Group Names in Staphyliniformia. *Fieldiana, Zoology (New Series)*, 67: 1–92.

ÔHARA M. 1994: A revision of the superfamily Histeroidea of Japan (Coleoptera). *Insecta Matsumurana (N.S.)* 51: 1–283.

PAKALUK J. & SLIPINSKI S.A. 1993: A new genus and two new species of Neotropical Rhizophagidae (Coleoptera) from *Trigona* (Hymenoptera: Apidae) nests, with a review of rhizophagid biology. *The Coleopterists Bulletin* 47: 349–358.

PECK S.B. 1998: Phylogeny and evolution of subterranean and endogean Cholevidae (=Leiodidae, Cholevinae): an introduction. S. 41–178. In: GIACHINO P. M. & PECK S.B. (eds): *Phylogeny and Evolution of Subterranean and Endogean Cholevidae (= Leiodidae Cholevinae)*. Proceedings of XX I.C.E., Firenze, 1996. *Atti Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino*.

PETRUSENKO A.A. & PETRUSENKO S.V. 1973: (Ground beetles – Carabidae). In: (Vasil'ev V. P., Ed. *Pests of crops and forest plantations. 1. Harmful nematodes, molluscs, arthropods.*). *Urozhaj, Kiev*, 362–387.

PETRUŠKA F. 1975: Vliv převládajících směrů větrů na nálet některých druhů brouků z čeledi Silphidae do zemních pastí. (The effect of predominating winds on the flight of some species of beetles from the group of Silphidae into pitfall traps (Col. Silphidae)). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium* 51: 155–175.

PIELOU E.C. 1975: *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, New York, viii + 165 p. *Limnology And Oceanography* 22(1): 174–174.

POLLET M. & DESENDER K. 1985: Adult and larval feeding ecology in *Pterostichus melanarius* III. (Coleoptera, Carabidae). *Mededelingen - Faculteit Landbouwwetenschappen* 50(2b): 581–594.

- PUKOWSKI E. 1933: Ökologische Untersuchungen an *Necrophorus* F. Zeitschrift für Ökologie und Morphologie der Tiere 27: 518–586.
- RATCLIFFE B.C. 1996: The carrion beetles (Coleoptera: Silphidae) of Nebraska. Bulletin of the University of Nebraska State Museum 13: 1–100.
- RATCLIFFE B.C. 1991: The Scarab Beetles of Nebraska. Bulletin of the University of Nebraska State Museum 12: 1–333.
- REITTER E. 1911: Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches, Nach der analytischen Methode bearbeitet von Edmund Reitter. Vol. 3. K. G. Lutz' Verlag, Stuttgart, 436 s. + pls. 86–128.
- REITTER E. 1919: Bestimmungs-Tabelle der Coleopterenfamilien: Nitidulidae und Byturidae aus Europa und den angrenzenden Ländern. Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn 56 (1918–1919): 1–104.
- RITCHER P.O. 1958: Biology of Scarabaeidae. Annual Review of Entomology 3: 311–334.
- RITCHER P.O. 1966: White Grubs and Their Allies. A Study of North American Scarabaeoid Larvae. Oregon State University Press, Corvallis. 219 s.
- ROZEN J.C. 1963: Preliminary systematic study of the pupae of the Nitidulidae (Coleoptera). American Museum Novitates 2124: 1–13.
- RŮŽIČKA J. 1992: The immature stages of central European species of *Nicrophorus* (Coleoptera, Silphidae). Acta Entomologica Bohemoslovaca 89: 113–135.
- RŮŽIČKA J. 1994: Seasonal activity and habitat associations of Silphidae and Leiodidae: Cholevinae (Coleoptera) in central Bohemia. Acta Societatis Zoologicae Bohemicae 58: 67–78.
- RŮŽIČKA J. 2015: Silphidae, s. 5, 291–304. In: Löbl I. & Löbl D. (eds): Catalogue of Palaearctic Coleoptera Volume 2. Hydrophiloidea – Staphylinoidea, Revised and Updated Edition. Leiden & Boston: Brill, xxvi + 1702 s.

- SABU T.K., VINOD K.V. 2009: Food preferences of the rubber plantation litter beetle, *Luprops tristis*, a nuisance pest in rubber tree plantations. *Journal of Insect Sciences* 9: 1–5.
- SARWAR M. 2016: Food habits or preferences and protecting or encouraging of native ladybugs (Coleoptera: Coccinellidae). *International Journal of Zoology Studies* 1(3): 13–18.
- SCOTT M.P. 1998: The ecology and behaviour of burying beetles. *Annual Review of Entomology* 43: 595–618.
- SEN GUPTA T. 1988: Review of the genera of the family Rhizophagidae (Clavicornia: Coleoptera) of the world. *Memoirs of the Zoological Survey of India* 17: 1–58 + 24 pl.
- SHUBECK P.P. 1975: Do carrion beetles use sight, as an aid to olfaction, in locating carrion? *The William L. Hutcheson Memorial Forest Bulletin* 3: 36–39.
- SCHOLTZ C.H. 1990: Phylogenetic trends in the Scarabaeoidea (Coleoptera). *Journal of Natural History* 24: 1027–1066.
- SCHUMACHER R. 1973: Beitrag zur Kenntnis der Stridulationsapparate einheimischer *Necrophorus*-Arten (*Necrophorus humator* Ol., *Necrophorus investigator* Zetterst., *Necrophorus vespilloides* Herbst) (Insecta, Coleoptera). *Zeitschrift für Morphologie der Tiere* 75: 65–75.
- SIKES D.S. 2005: Silphidae Latreille, 1807. S. 288–296. In: BEUTEL R.G. & LESCHEN R.A.B. (eds): *Handbook of Zoology, Volume IV: Arthropoda: Insecta, Part 38: Coleoptera, Beetles. Volume 1: Morphology and Systematics* (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim). Berlin & New York: Walter de Gruyter, 632 s.
- SIKES D.S. 2008: Carrion beetles (Coleoptera: Silphidae). S. 749–758. In: Capinera J. L. (eds): *Encyclopedia of Entomology*. Springer, Berlin. 4346 s.
- SIKES D.S., MADGE R.B. & NEWTON A.F. 2002: A catalog of the Nicrophorinae (Coleoptera: Silphidae). *Zootaxa* 65: 1–304.

- ŚLIPIŃSKI S.A. & MAZUR S. 1999: *Epuraeosoma*, a new genus of Histerinae and phylogeny of the family Histeridae (Coleoptera: Histeroidea). *Annales Zoologici* 49: 209–230.
- SOUTH A. 1992: *Terrestrial Slugs. Biology, Ecology and Control*. Chapman & Hall, London, UK. 428 s.
- SPORNRAFT K. 1967: 50. Familie: Nitidulidae. S. 20–76. In: FREUDE H., HARADE K.H. & LOHSE G.A. (eds): *Die Käfer Mitteleuropas 7*. Goecke & Evers, Krefeld, 310 s.
- SPORNRAFT K. 1992: 50. Familie: Nitidulidae. 50a. Familie: Kataretidae. S. 91–111. In: LOHSE G.A. & LUCHT W.H. (eds): *Die Käfer Mitteleuropas 2. Supplementband mit Katalogteil*. Goecke & Evers, Krefeld, 375 s.
- SPORNRAFT K. 2009: 50. Familie: Nitidulidae. 50a Familie: Kateridae. 51. Familie: Cybocephalidae. S. 240–243. In: LUCHT W. & KLAUSNITZER B. (eds): *Die Käfer Mitteleuropas, 4. Supplementband*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 398 s.
- SPRINGETT B.P. 1968: Aspects of the relationship between burying beetles, *Necrophorus* spp., and the mite, *Poecilochirus necrophori* Vitz. *Journal of Animal Ecology* 37: 417–424.
- STANOVSKÝ J. & PULPÁN J. 2006: *Střevlíkovití brouci Slezska (severovýchodní Moravy)*. Muzeum Beskyd, Frýdek-Místek, 159 s.
- SZELECZ I., FEDDERN N., SEPPEY C.V.W., AMENDT J. & MITCHELL E.A.D. 2018: The importance of *Saprinus semistriatus* (Coleoptera: Histeridae) for estimating the minimum post-mortem interval. *Legal Medicine (Tokyo)* 30: 21–27.
- ŠÍPKOVÁ H. & RŮŽIČKA J. 2009: Preference různě staré mršiny u nekrofágních mrchožroutovitých brouků (Coleoptera: Silphidae) ve střední Evropě. (Carrion succession stage preference among necrophagous beetles (Coleoptera: Silphidae) in central Europe). *Klapalekiana* 45: 213–219.
- ŠMILAUER P. & LEPŠ J. 2014: *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. 2nd Ed. Cambridge: Cambridge University Press.

ŠUSTEK Z. 1981: Mrchožroutovití Československa (Coleoptera, Silphidae). [Key to identification of insects: Carrion beetles of Czechoslovakia (Coleoptera, Silphidae)]. Zprávy Československé Společnosti Entomologické při ČSAV, Klíče k určování hmyzu 2: 1–47.

TER BRAAK C.J.F. & ŠMILAUER P. 2012: Canoco reference manual and user's guide: software for ordination (version 5). Ithaca, NY: Microcomputer Power.

THIELE H.U. & WEBER F. 1968: Tagesrhythmen der Aktivität bei Carabiden. Oecologia 1: 315–355.

THIELE, H.U. 1977: Carabid Beetles in Their Environments: A Study on Habitat Selection by Adaptation in Physiology and Behaviour. Translated from German by WIESNER J. (Zoophysiology and Ecology, Vol. 10). Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.

TISHECHKIN A.K. & LACKNER T. 2012: Revision of the genus *Eremosaprinus* Ross with elevation of *Erebidus* Reichardt to generic status and description of new species (Coleoptera: Histeridae: Sapriniinae). Folia Heyrovskyana 20 (1–2): 1–53.

UEDA A., DWIBADRA D., NOERDJITO W.A., SUGIARTO S., KON M., OCHI T., TAKAHASHI M. & FUKUYAMA K. 2015: Effect of habitat transformation from grassland to *Acacia mangium* plantation on dung beetle assemblage in East Kalimantan, Indonesia. Journal of Insect Conservation 19: 765–780.

WENZEL R.L. 1939: Short studies on the Histeridae (Coleop.) No. 2. Ohio Journal of Science 39: 10–14.

WHEELER Q.D. 1990: Morphology and ontogeny of postembryonic larval *Agathidium* and *Anisotoma* (Coleoptera: Leiodidae). American Museum Novitates 2986: 1–46.

WOOD D.M. 1965: Studies on the beetles *Leptinillus validus* (Horn) and *Platypsyllus castoris* Ritsema (Coleoptera: Leptinidae) from beaver. Proceedings of the Entomological Society of Ontario 95: 33–63.

WOODRUFF R.E. 1973: Arthropods of Florida and Neighboring Land Areas. Volume 8. The Scarab Beetles of Florida (Coleoptera: Scarabaeidae). Part 1. The

Laparosticti (Subfamilies: Scarabaeinae, Aphodiinae, Hybosorinae, Ochodaeinae, Geotrupinae, Acanthocerinae). Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Contribution No. 260 Bureau of Entomology, Gainesville, 220 s.

YU G. & TIAN M. 1995: Notes on the genus *Cybocephalus* Erichson from China (Coleoptera: Cybocephalidae). *Entomologia Sinica* 2: 35–38.

Internetové zdroje:

Poissonovo rozdělení [online]. [cit.2020-6-14] Dostupné z:

<https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinicky-ch-a-biologic-kych-dat--biostatistika-pro-matematickou-biologii--nahodna-velicina-rozdeleni-pravdepodobnosti-a-realna-data--dalsi-rozdeleni-pravdepodobnosti--poissonovo-rozdeleni>

ANOVA: testy středních hodnot více skupin [online]. [cit.2020-6-14] Dostupné z:

https://fu.ff.cuni.cz/STAT/17_testy_stredni_anova.html

Celkové úhrny srážek za měsíc a rok v milimetrech [online]. [cit.2020-6-14]

Dostupné z: <http://www.mestomseno.cz/index.php?cmd=page&id=1886&lang=cs>

Úvodní stránka město Mšeno [online]. [cit.2020-6-14] Dostupné z:

<http://www.mestomseno.cz/index.php?cmd=home>

Klimatické poměry [online]. [cit.2020-6-14] Dostupné z:

<http://kokorinsko.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/klimaticke-pomery/>

Geologie, radon a geologická mapa Mšeno [online]. [cit.2020-6-14] Dostupné z:

<http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/ku-700274/>

Chráněná krajinná oblast Kokořínsko [online]. [cit.2020-6-14] Dostupné z:

http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=CHKO_kokorinsko_cz

Pedologie [online]. [cit.2020-6-14] Dostupné z:

<http://kokorinsko.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/pedologie/>

10. Přílohy

Příloha 1 – Foto: Příprava zemních pastí I.



Příloha 2. – Foto: Příprava zemních pastí II.



Příloha 3 – Foto: Příprava zemních pastí III.



Příloha 4 – Foto: Pohled na zemní past shora



Příloha 5 – Foto: Detail zemní pasti s návnadou



Příloha 6 – Foto: Kompletní stanoviště



Příloha 7 – Foto: Detail na zemní past při sběru a brouka čeledi Silphidae. Okolí pasti bylo vlivem počasí poškozeno



Příloha 8 – Foto: Detail na brouka druhu *Poecilus cupreus* (pohled skrz binolupu)



Příloha 9 – Souhrn lineární regrese (závislost Brillouinova indexu diverzity na typu návnady v zemních pastích)

```
Call:
lm(formula = brillouin ~ navnada, data = data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.94957 -0.18671  0.02931  0.25375  0.88289

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.6787     0.1220   5.563 1.69e-06 ***
navnadakureci  0.4152     0.1725   2.406  0.02058 *
navnadaryba   0.5907     0.1764   3.348  0.00173 **
navnadaveprove 0.4706     0.1764   2.667  0.01081 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.4226 on 42 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2355, Adjusted R-squared:  0.1809
F-statistic: 4.313 on 3 and 42 DF, p-value: 0.009702
```

Příloha 10 – Souhrn zobecněného lineární modelu (závislost počtu druhů všech brouků na typu návnady v zemních pastích)

```
glm(formula = total.spec ~ navnada, family = poisson(), data = data)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.4410 -0.6987 -0.2444  0.5767  2.8998

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  1.2763     0.1525   8.369 < 2e-16 ***
navnadakureci  0.7606     0.1847   4.117 3.83e-05 ***
navnadaryba   0.9310     0.1824   5.105 3.31e-07 ***
navnadaveprove 0.6565     0.1908   3.441  0.00058 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

    Null deviance: 80.888  on 45  degrees of freedom
Residual deviance: 49.830  on 42  degrees of freedom
AIC: 224.47

Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

Příloha 11 – Souhrn Post Hoc analýzy (závislost počtu druhů všech brouků na typu návnady v zemních pastích)

```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: glm(formula = total.spec ~ navnada, family = poisson(), data =
data)

Linear Hypotheses:
              Estimate Std. Error z value Pr(>z)
kureci - blank <= 0    0.7606    0.1847   4.117 <0.001 ***
ryba - blank <= 0      0.9310    0.1824   5.105 <0.001 ***
veprove - blank <= 0   0.6565    0.1908   3.441 0.0016 **
ryba - kureci <= 0     0.1704    0.1445   1.179 0.4114
veprove - kureci <= 0  -0.1040   0.1550  -0.671 0.9989
veprove - ryba <= 0   -0.2744   0.1522  -1.803 1.0000
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

Příloha 12 – Souhrn zobecněného lineární modelu (závislost počtu druhů nekrofágních brouků na typu návnady v zemních pastích)

```

glm(formula = total.spec ~ navnada, family = poisson(), data = data_
necrophagous)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.5495  -0.7732  -0.1582   0.5878   2.9964

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    0.1542    0.2673   0.577 0.564089
navnadakureci  1.0245    0.3116   3.288 0.001008 **
navnadaryba    1.3600    0.3024   4.498 6.87e-06 ***
navnadaveprove 1.0855    0.3126   3.472 0.000516 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

    Null deviance: 72.992  on 45  degrees of freedom
Residual deviance: 46.985  on 42  degrees of freedom
AIC: 180.32

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```

Příloha 13 – Souhrn Post Hoc analýzy (závislost počtu druhů nekrofágních brouků na typu návnady v zemních pastích)

```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: glm(formula = total.spec ~ navnada, family = poisson(), data =
data_necrophagous)

Linear Hypotheses:
      Estimate Std. Error z value Pr(>z)
kureci - blank <= 0    1.02450    0.31156    3.288 0.00257 **
ryba - blank <= 0     1.35998    0.30237    4.498 < 0.001 ***
veprove - blank <= 0  1.08554    0.31264    3.472 0.00137 **
ryba - kureci <= 0    0.33547    0.21364    1.570 0.22796
veprove - kureci <= 0  0.06104    0.22794    0.268 0.86288
veprove - ryba <= 0  -0.27444    0.21521   -1.275 0.99999
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

Příloha 14 – Souhrn zobecněného lineární modelu (závislost počtu druhů ostatních brouků na typu návnady v zemních pastích)

```

glm(formula = total.spec ~ navnada, family = poisson(), data = data_
notnecrophagous)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.1985 -0.6061 -0.2259  0.3615  2.8260

Coefficients:
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    0.8824    0.1857    4.752 2.02e-06 ***
navnadakureci  0.6030    0.2310    2.611 0.00904 **
navnadaryba    0.6317    0.2334    2.706 0.00680 **
navnadaveprove 0.3573    0.2466    1.449 0.14732
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

    Null deviance: 47.948  on 45  degrees of freedom
Residual deviance: 38.123  on 42  degrees of freedom
AIC: 184.26

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```

Příloha 15 – Souhrn Post Hoc analýzy (závislost počtu druhů ostatních brouků na typu návnady v zemních pastích)

```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: glm(formula = total.spec ~ navnada, family = poisson(), data =
data_notnecrophagous)

Linear Hypotheses:
      Estimate Std. Error z value Pr(>z)
kureci - blank <= 0    0.60300    0.23098   2.611 0.0237 *
ryba - blank <= 0     0.63174    0.23342   2.706 0.0177 *
veprove - blank <= 0  0.35730    0.24657   1.449 0.2841
ryba - kureci <= 0    0.02874    0.19715   0.146 0.9107
veprove - kureci <= 0 -0.24569    0.21256  -1.156 1.0000
veprove - ryba <= 0  -0.27444    0.21521  -1.275 1.0000
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

Příloha 16 – Souhrn lineární regrese (závislost počtu druhů brouků čeledi Silphidae na typu návnady v zemních pastích)

```

lm(formula = total.spec ~ navnada, data = data_silp)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.9091 -0.9091  0.0000  0.0909  3.7500

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -5.238e-16  3.655e-01   0.000 1.000000
navnadakureci  1.250e+00  5.169e-01   2.418 0.020019 *
navnadaryba    1.909e+00  5.286e-01   3.612 0.000805 ***
navnadaveprove 1.273e+00  5.286e-01   2.408 0.020513 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.266 on 42 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2489, Adjusted R-squared:  0.1952
F-statistic: 4.638 on 3 and 42 DF, p-value: 0.006863

```


Příloha 17 – Souhrn lineární regrese (závislost počtu jedinců brouků čeledi Silphidae na typu návnady v zemních pastích)

```
lm(formula = abund ~ navnada, data = data_silp)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-4.6364 -2.7500 -0.3182  0.0000 17.3636

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3.405e-15  1.233e+00  0.000  1.0000
navnadakureci  2.750e+00  1.744e+00  1.576  0.1224
navnadaryba   4.636e+00  1.784e+00  2.599  0.0128 *
navnadaveprove 3.000e+00  1.784e+00  1.682  0.1000 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.273 on 42 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1436, Adjusted R-squared:  0.08247
F-statistic: 2.348 on 3 and 42 DF, p-value: 0.08624
```

Příloha 18 – Souhrn Post Hoc analýzy (závislost počtu druhů brouků čeledi Silphidae na typu návnady v zemních pastích)

```
Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: lm(formula = abund ~ navnada, data = data_silp)

Linear Hypotheses:
            Estimate Std. Error t value Pr(>t)
kureci - blank <= 0      2.750      1.744   1.576 0.2488
ryba - blank <= 0       4.636      1.784   2.599 0.0324 *
veprove - blank <= 0    3.000      1.784   1.682 0.2097
ryba - kureci <= 0      1.886      1.784   1.058 0.4978
veprove - kureci <= 0   0.250      1.784   0.140 0.9252
veprove - ryba <= 0    -1.636      1.822  -0.898 0.9999
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

Příloha 18 – Souhrn Post Hoc analýzy (závislost počtu jedinců brouků druhu *Poecilus cupreus* na typu návnady v zemních pastích)

```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: glm(formula = Poecilus.cupreus ~ navnada + lokalita, family = poisson(),
          data = data)

Linear Hypotheses:

```

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(>z) | |
|-----------------------|----------|------------|---------|--------|-----|
| kureci - blank <= 0 | 2.30869 | 0.19180 | 12.037 | <1e-04 | *** |
| ryba - blank <= 0 | 2.29519 | 0.19197 | 11.956 | <1e-04 | *** |
| veprove - blank <= 0 | 1.41401 | 0.20365 | 6.943 | <1e-04 | *** |
| ryba - kureci <= 0 | -0.01350 | 0.08123 | -0.166 | 0.958 | |
| veprove - kureci <= 0 | -0.89468 | 0.10768 | -8.309 | 1.000 | |
| veprove - ryba <= 0 | -0.88119 | 0.10789 | -8.168 | 1.000 | |

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

Příloha 19 – Souhrn Post Hoc analýzy (závislost počtu jedinců brouků druhu *Glischrochilus quadrisignatus* na typu návnady v zemních pastích)

```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: glm(formula = Glischrochilus.quadrisignatus ~ navnada, family = poisson(),
          data = data)

Linear Hypotheses:

```

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(>z) | |
|-----------------------|----------|------------|---------|---------|-----|
| kureci - blank <= 0 | 0.25672 | 0.12008 | 2.138 | 0.07787 | . |
| ryba - blank <= 0 | 0.60270 | 0.11395 | 5.289 | < 0.001 | *** |
| veprove - blank <= 0 | 0.64547 | 0.11305 | 5.709 | < 0.001 | *** |
| ryba - kureci <= 0 | 0.34598 | 0.10556 | 3.277 | 0.00296 | ** |
| veprove - kureci <= 0 | 0.38875 | 0.10460 | 3.717 | < 0.001 | *** |
| veprove - ryba <= 0 | 0.04276 | 0.09750 | 0.439 | 0.81371 | |

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

Příloha 20 – Souhrn Post Hoc analýzy (závislost počtu jedinců brouků druhu *Pterostichus melanarius* na typu návnady v zemních pastích)

```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: glm(formula = Pterostichus.melanarius ~ navnada + lokalita, family = poisson(),
          data = data)

Linear Hypotheses:

```

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(>z) | |
|-----------------------|----------|------------|---------|--------|-----|
| kureci - blank <= 0 | 2.92992 | 0.51478 | 5.692 | <1e-04 | *** |
| ryba - blank <= 0 | 2.98258 | 0.51443 | 5.798 | <1e-04 | *** |
| veprove - blank <= 0 | 2.81611 | 0.51509 | 5.467 | <1e-04 | *** |
| ryba - kureci <= 0 | 0.05265 | 0.16330 | 0.322 | 0.821 | |
| veprove - kureci <= 0 | -0.11381 | 0.17423 | -0.653 | 0.997 | |
| veprove - ryba <= 0 | -0.16646 | 0.17223 | -0.966 | 1.000 | |

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

Příloha 21 – Souhrn Post Hoc analýzy (závislost počtu jedinců brouků druhu *Saprinus semistriatus* na typu návnady v zemních pastích)

```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: glm(formula = Saprinus.semistriatus ~ navnada + lokalita, family = poisson(),
          data = data)

Linear Hypotheses:

```

| | Estimate | Std. Error | z value | Pr(>z) | |
|-----------------------|----------|------------|---------|--------|-----|
| kureci - blank <= 0 | 2.0637 | 0.4345 | 4.749 | <0.001 | *** |
| ryba - blank <= 0 | 2.2302 | 0.4351 | 5.125 | <0.001 | *** |
| veprove - blank <= 0 | 1.2513 | 0.4704 | 2.660 | 0.0181 | * |
| ryba - kureci <= 0 | 0.1665 | 0.1986 | 0.838 | 0.5612 | |
| veprove - kureci <= 0 | -0.8124 | 0.2773 | -2.930 | 1.0000 | |
| veprove - ryba <= 0 | -0.9789 | 0.2718 | -3.602 | 1.0000 | |

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

Příloha 22 - Výstup CCA analýzy

Method: CCA

Total variation is 3.22681, explanatory variables account for 6.31%

(adjusted explained variation is 0.00%)

Summary Table:

| Statistic | Axis 1 | Axis 2 | Axis 3 | Axis 4 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Eigenvalues | 0.0892 | 0.0624 | 0.0521 | 0.3359 |
| Explained variation (cumulative) | 2.77 | 4.70 | 6.31 | 16.73 |
| Pseudo-canonical correlation | 0.6769 | 0.6714 | 0.6298 | 0.0000 |
| Explained fitted variation (cumulative) | 43.80 | 74.41 | 100.00 | |