

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie a ornitologické laboratorium



**Nekrofágne skupiny hmyzu
(Coleoptera: Silphidae;
Diptera: Sarcophagidae a Calliphoridae)
na území České republiky a Slovenska**

Bakalárska práca

Simona Barčíková

Študijný program: Biológia

Študijný odbor: Biológia a ekológia

Forma štúdia: prezenčná

Vedúci práce: RNDr. Alois Čelechovský, Ph.D.

Olomouc 2018

Prehlásenie

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracovala samostatne pod vedením RNDr. Aloisa Čelechovského, Ph.D. a iba s použitím uvedenej literatúry a informačných zdrojov.

V Olomouci, dňa 22. 4. 2018

.....

Pod'akovanie

Na tomto mieste by som chcela poďakovať všetkým, ktorí mi akýmkoľvek spôsobom pomáhali pri tvorbe tejto práce. Predovšetkým môjmu vedúcemu bakalárskej práce RNDr. Aloisovi Čelechovskému, Ph.D. a Ing. Hane Šulákovej, Ph.D. za významné konzultácie a rady, ako aj za poskytnutie študijnej literatúry.

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKÁCIA

Meno a priezvisko autora: Simona Barčíková

Názov práce: Nekrofágne skupiny hmyzu (Coleoptera: Silphidae; Diptera: Sarcophagidae a Calliphoridae) na území Českej republiky a Slovenska

Typ práce: Bakalárska práca

Pracovisko: Katedra zoológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

Vedúci práce: RNDr. Alois Čelechovský, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2018

ABSTRAKT

Telo počas rozkladu prechádza rôznymi biologickými a chemickými zmenami, čo ovplyvňuje faunu a flóru, ktorá ho začína osídľovať. Fauna telo osídľuje postupne v tzv. sukcesných vlnách, pričom sa prítomnosť druhov v rámci jednotlivých vln mení. Na čerstvej mŕtvoľe je väčší počet individuí ako vo fáze kostry, zároveň sa s pokročilejším štádiom rozkladu zvyšuje diverzita. Druhové zloženie sa líši aj v závislosti od ekologických a geografických nárokov hmyzu. Medzi najdôležitejší faktor, ktorý vplyva na kolonizáciu mŕtvoly sa považuje teplota. V teplejších mesiacoch je na tele viac jedincov a väčšie rozpätie druhov ako v chladnejších mesiacoch. Fakt, že článkonožce dokážu rýchlo lokalizovať dočasné zdroje potravy, ako mŕtvolu zvierat'a či človeka sa využíva aj v kriminalistických vedách, prevažne vo forenznej entomológii, kde napomáha pri určení post-mortem intervalu (PMI). Táto bakalárska práca je zameraná na charakterizovanie nekrofágnych skupín hmyzu, ktoré sa podieľajú na dekompozícii mŕtveho tela, prevažne v počiatkových štádiách rozkladu. Patria medzi ne čeľaď Calliphoridae, Sarcophagidae z rádu Diptera a Silphidae z rádu Coleoptera.

Kľúčové slová: nekrofágna fauna, mŕtvoľa, dekompozícia, forenzna entomológia, sezónne zmeny, Calliphoridae, Sarcophagidae, Silphidae

Počet strán: 36

Počet príloh: 10

Jazyk: slovenský

BIBLIOGRAPHIC IDENTIFICATION

First name and surname of the author: Simona Barčíková

Name of the thesis: Necrophagous groups of Insecta (Coleoptera: Silphidae; Diptera: Sarcophagidae and Calliphoridae) in the Czech Republic and Slovakia

Type of thesis: Bachelor thesis

Workplace: Department of Zoology, Faculty of Science, Palacký University Olomouc
Bachelor thesis supervisor: RNDr. Alois Čelechovský, Ph.D.

Year of defence: 2018

ABSTRACT

During the decay, the body undergoes various biological and chemical changes. These changes affect the fauna and flora that begins to colonize the body. Colonization of the body is gradual and it is called succession waves, while presence of species varies within individual waves. In the fresh corpse, there is a greater number of individuals than in the skeleton phase, however diversity is increasing with advanced stage of decomposition. Species composition also depends on their ecological and geographical claims. The most important factor that affects the colonization of the corpse is the temperature. There are more individuals and more species in warmer months than in cooler months. The fact that arthropods can quickly locate temporary resources such as carrion, including human, is also used in forensic sciences. Especially in forensic entomology, this helps in determining post-mortem intervals (PMI). This bachelor thesis focuses on the characterization of necrophagous groups of insects that are involved in the decomposition of the dead body, especially in the early stages of decomposition. The groups of Calliphoridae, Sarcophagidae from Diptera and Silphidae from the Coleoptera will be characterized closely.

Key words: necrophagous fauna, carcass, decomposition, forensic entomology, seasonal pattern, Calliphoridae, Sarcophagidae, Silphidae

Number of pages: 36

Number of supplements: 10

Language: Slovak

OBSAH

1. ÚVOD.....	1-2
2. Forezná entomológia	3-4
2.1 História foreznej entomológie.....	4-5
3. Dekompozícia mŕtveho tela nekrofágnyh hmyzom.....	5-6
3.1 Sukcesné vlny.....	7
3.1.1 1. Sukcesná vlna – čerstvé telo.....	7
3.1.2 2. Sukcesná vlna – nafúknuté telo.....	7-8
3.1.3 3. Sukcesná vlna – biochemicky aktívny rozklad.....	8
3.1.4 4. Sukcesná vlna – pokročilý rozklad.....	9
3.1.5 5. Sukcesná vlna - vysychanie zvyškov mäkkých tkanív.....	9
3.1.6 6. Sukcesná vlna – kostrové zvyšky.....	9
3.2 Faktory ovplyvňujúce sukcesiu hmyzu na mŕtvoľe.....	10
3.2.1 Geografické rozdiely v sukcesii.....	10-11
3.2.1.1 Synantropné druhy.....	11
3.2.2 Vplyv ročných období.....	12
3.3 Nekrofágna fauna	12-13
3.3.1 Diptera	13
3.3.1.1 Calliphoridae.....	13-16
3.3.1.2 Sarcophagidae.....	16
3.3.2 Coleoptera.....	16
3.3.2.1 Silphidae.....	17-18
3.4 Kľúč druhov z čeľadí Calliphoridae, Sarcophagidae a Silphidae v rámci ČR a SR.....	18-29
4. ZÁVER	30
5. ZOZNAM LITERATÚRY.....	31-36
ZOZNAM PRÍLOH	
PRÍLOHY	

1. ÚVOD

Hmyz je celosvetovo rozšírená skupina organizmov, ktorá sa adaptovala na rôzne enviromentálne a ekologické podmienky prostredia. Majú zastúpenie v takmer všetkých biotopoch, vo vode, na pevnine, či v zemi (Byrd & Castner 2010). Jeden z týchto biotopov predstavuje mŕtve telo. Jeho rozklad je prirodzeným vyvrcholením ekologických väzieb medzi primárnou produkciou, sekundárnymi konzumentmi a reducentmi, čo umožňuje udržanie rovnováhy v prírode (Povolný 1979). Mŕtve telo slúži niektorým skupinám ako potrava (Anderson & Cervenka 2002). Pre hmyz je to potrava bohatá na bielkoviny, ktorá je ľahko dostupná a stráviteľná (Daněk 1990). Mŕtvola je atraktantom hlavne pre nekrofágnu faunu, ktorých larvy aj dospelé jedince konzumujú tkanivá podliehajúce dekompozícii. Prevažne v počiatočných štádiách rozkladu výrazne participujú pri rozklade larvy múch (Povolný 1979). Na tele sa objavujú ale aj omnivorné druhy, ako mravce, tiež parazity a predátori nekrofágneho hmyzu (Gennard 2012). Zoskupenie týchto čiastkových dočasných spoločenstiev vytvára súbor nazývaný merocenóza (konnex) (Daněk 1990).

Hmyz je lákaný na telo postupne v závislosti od dekompozičných štádií (t.j. čerstvé telo, nafúknutie, vysychanie, kostrové zvyšky). Niektoré druhy sa na tele vyskytujú iba v obmedzenom čase. Takúto postupnú zmenu hmyzu za určitý čas nazývame sukcesia fauny (Benecke 2005). Pojem sukcesia ako prvý definoval v roku 1916 F.E. Clements a predstavuje kontinuálny proces zániku a kolonizácie populácií jednotlivých druhov na určitom mieste (Šuláková 2014).

Táto znalosť sukcesie je využívaná aj v kriminalistickej praxi. Preto majú nekrofágne druhy najväčší význam vo forezných vedách. Ich využitie nájdeme predovšetkým v oblasti foreznej entomológie (t.j. využitie hmyzu získaného z miest činu a mŕtvol na vyšetrenie kriminalistického kontextu) (Benecke 2005; Amendt et al. 2004). Zároveň sa v praxi využíva schopnosť hmyzu lokalizovať a kolonizovať telo na základe jeho zrakových a čuchových vnemov, pričom sa ekologické nároky medzi skupinami líšia (Byrd & Castner 2010).

Medzi najvýznamnejšie skupiny využívajúce sa vo foreznej entomológii patria zástupcovia z rádu dvojkrídlych (Diptera) a chrobákov (Coleoptera). Diptera, prevažne čeľaď Calliphoridae, Silphidae a Muscidae osídľujú telo už niekoľko hodín po smrti (Catts & Goff 1992; Benecke 2001). Napriek tomu, že počet štádií o ekológii a geografickom rozšírení nekrofágneho spoločenstva vzrastá, ešte stále sa nájdú oblasti,

kde nie je táto problematika dostatočne preskúmaná (Arnaldos et al. 2004). Celkovo sú však znalosti o rozšírení a biológii nekrofágnych taxónov neúplné a neucelené.

Cieľom bakalárskej práce je charakterizovať a zhodnotiť vybrané skupiny nekrofágneho hmyzu. Z rádu Diptera, Cyclorrapha, sa jedná o čeľade mäsiarkovité (Sarcophagidae) a bzučivkovité (Calliphoridae) a z rádu Coleoptera o čeľad' zdochlinárovité (Silphidae). Základom pre spracovanie sú údaje publikované a webové. Podaná bude základná morfológická a biologická charakteristika týchto skupín, podrobnejšie budú komentované druhy vyskytujúce sa na území Českej republiky a Slovenska. Spracovaná bude ich biológia a ekologické nároky, hodnotený bude ich význam k forenznej entomológii. Tiež bude vypracovaný prehľadný kľúč daných taxónov.

2. Forezná entomológia

Forezné vedy sú súborom postupov a vied, ktoré sa využívajú v kriminalistike pre identifikáciu a vyšetrovanie trestných činov. Entomológia je vedecká disciplína zaoberajúca sa štúdiom hmyzu. Forezná entomológia je teda aplikácia hmyzu a článkonožcov na súdne účely, hlavne v oblasti práva (Catts & Goff 1992, Amendt et al. 2004). Jej využitie nájdeme prevažne pri diagnostike vražd či úmrtí. Hlavným dôvodom prečo sa hmyz používa pri riešení trestných činov je fakt, že je prvý, ktorý nájde a deteguje mŕtvolu. Taktiež je prítomný vo všetkých fázach rozkladu. Niektoré druhy môžu byť špecifické pre konkrétne oblasti či obdobia (Carvalho et al. 2000).

Obecne sa forezná entomológia rozdeľuje do troch hlavných oblastí (Byrd & Castner 2010; Tereli et al. 2015). Prvá oblasť rieši problémy spojené s výskytom švábov, termitov a iného hmyzu, ktoré spôsobujú škody na ľudských obydliach (Byrd & Castner 2010). Druhá oblasť popisuje parazitizmus na rastlinách, alebo ľuďoch, medzi ktoré patrí napríklad výskyt lariiev v zelenine, či obilí. Treťou oblasťou je medikokriminálna entomológia, v ktorej sa používajú poznatky článkonožcov a hmyzu na riešenie trestných činov (Tereli et al. 2015). Takýto hmyz je dôležitý nielen preto, že mŕtvolu je jeho zdrojom obživy, ale aj preto, že sa tu rozmnožuje a následne dochádza k vývoju lariiev. Na tomto základe je medikokriminálna entomológia postavená (Carvalho et al. 2000).

Hlavnou náplňou je určenie času smrti, inak nazývaný aj post mortem interval (PMI – doba medzi úmrtím a nájdením tela) v čase, kedy sú už lekárske metódy, ako je meranie telesnej teploty, menej presné (Amendt et al. 2004). Odhadnúť presný čas smrti však nie je také jednoduché, pretože forezná entomológia pracuje iba s odobraným hmyzom, ktorý telo kolonizuje, a nie s konkrétnym telom. K problému dochádza, ak sa čas smrti nezhoduje s časom kolonizácie hmyzu, napríklad pri prirodzenej smrti, alebo otrave plynom, kedy hmyz nerozozná, že ide o potenciálnu potravu (Šuláková 2014). Na výpočet času vývoja lariiev a tým aj stanovenie PMI môžu vplývať aj faktory prostredia ako teplota alebo vlhkosť (Povolný 1979). Teplota prostredia do značnej miery ovplyvňuje priebeh enzymatických dejov, ktoré sú spojené s rozkladom mŕtvoly (Laupy 1994). V prípadoch, keď teplota klesne pod určitú minimálnu hodnotu, môže to zároveň spôsobiť spomalenie vývoja hmyzu. Dôsledkom toho je náročnejšie stanoviť čas smrti (Ames & Turner 2003).

Metódy využívajúce výpočty dĺžky jednotlivých hmyzích štádií sa dajú použiť niekoľko týždňov od smrti, zatiaľ čo lekárske metódy sú presné iba 72 hodín po smrti

(Amendt et al. 2004; Catts & Goff 1992). Analýzou prítomných druhov je možné dokázať dodatočnú manipuláciu s mŕtvym telom (Straus et al. 2017). Z hmyzu sa tiež dajú získať informácie o prítomnosti špecifických látok v tele mŕtvoly, ide predovšetkým o jedy, či omamné látky (Catts & Goff 1992; Straus et al. 2017).

2.1 História forenznej entomológie

Prvé zmienky o forenznej entomológii pochádzajú od čínskych právnikov a datujeme ich do 13. storočia (McKnight 1981; Gupta & Setia 2004). Okrem lekárov a právnikov sa o rozklad mŕtvych tiel zaujímal aj maliari, sochári, či básnici. Ich práce, dokumentujúce červy na mŕtvolách, datujeme prevažne do obdobia stredoveku (Benecke 2008). Metamorfózu hmyzu, čiže postupnú premenu hmyzu na dospelé jedince zahrňujúce rôzne fázy, sa podarilo v 17. storočí (Klotzbach et al. 2004).

V Európe sa prvé záznamy objavili okolo roku 1880 v správach súdnych lekárov. Tieto správy pochádzajú z krajín ako je Nemecko, či Francúzsko. O rýchlosti rozkladu hmyzom sa zmienil už Carl von Linné v roku 1767, kedy prehlásil, že „tri muchy dokážu skonzumovať telo koňa tak rýchlo ako lev“ (Daněk 1990). Významné osoby zaoberajúce sa otázkou exhumácie mŕtvoly v Nemecku sú von Hofmann, či Reinhard, ktorý uviedol prvú systematickú štúdiu v oblasti forenznej entomológie s ohľadom na rôzne stupne kolonizácie mŕtvoly. Vo Francúzsku sa preslávili hlavne Megnin, Bergeret, či Tardieu. Bergeret vo svojom prípade mŕtveho dieťaťa nájdeného v dome z roku 1855, uvádza prvé pokusy o odhad postmortálneho intervalu PMI. V prípade podáva popis životných cyklov hmyzu (Benecke 2008) a následné vyvodenie PMI a určenie ako dlho sa mŕtvola na danom mieste nachádzala (Gupta & Setia 2004). Jeho závery o dĺžke cyklu však neboli pravdivé a neskôr boli vyvrátené (Benecke 2001).

Prelomovou knihou vo forenznej entomológii je kniha *La fauna des cadaveres*, vydaná Jean-Pierre Mégninom roku 1894. V tomto diele popisuje prípady kolonizácie článkonožcov na mŕtvole, pričom sa zameriava na ich počty a postupný ekologický vývoj. Na tomto základe dokázal odvodiť čas smrti. Zároveň v knihe popisuje osem vln kolonizácie mŕtvoly hmyzom, ktoré boli rozšírením štyroch vln opísaných v Megninových skorších publikáciách (Benecke 2001; Šuláková 2014). Dielo zapríčinilo aj tvorbu prác, ktoré modifikovali jeho výsledky a zameriavali sa na faunu a flóru bežnú pre konkrétne regióny (Gupta & Setia 2004).

Na prelome 19. a 20. storočia sa Klingelhöffer a Maschka a forezný patológ S. Von Horoszkiewicz sústredili vo svojich prípadoch na iné druhy ako muchy, a to na

mrvavce a šváby. Hmyz sa tak stal zaujímavým objektom kvôli snahe zlepšiť hygienické podmienky (Klotzbach et al. 2004). Dôležitý objav v tomto období uskutočnil aj E. Ritter Von Niezabitowski, ktorý zistil, že fauna na ľudských mŕtvolách je totožná s animálnou faunou. Zoznamy forenzne dôležitých druhov, s ohľadom na ich ekológiu a metabolizmy boli zverejnené na začiatky dvadsiatych rokov 20. storočia. V tomto období vzrastá záujem aj o skúmanie vodných bezstavovcov (Benecke 2008).

O niekoľko desaťročí neskôr bolo prioritou zhotoviť databázy druhov, vyskytujúcich sa v konkrétnych geografických oblastiach s ohľadom na ekologické nároky. Preto bolo pre forezných entomológov dôležité vynájdenie DNA v roku 1953. DNA poskytlo možnosť novej identifikácie, ktorá bola pokročilejšia než morfológická. (Gupta & Setia 2004). Ako veda sa však forezná entomológia začala vnímať až ku koncu šesťdesiatych rokov v Spojených štátoch (Byrd & Castner 2010). V Európe sa medzi šesťdesiatymi a osemdesiatymi rokmi preslávili doktori M. Leclecq z Belgicka a profesor P. Nuorteva z Fínska (Benecke 2001).

V súčasnosti patrí forezná entomológia skôr medzi medikokriminálnu entomológiu, pretože sa využíva pri vyšetovaní trestných činov, prevažne vražd (Amendt et al. 2004), ale aj pri vyšetovaní zločinov na zvieratách (Šuláková 2014). Nie je však obmedzená iba na zistenie PMI, ako by sa predpokladalo. Vyšetrenie smrti zahŕňa prácu ako: zistiť geografickú lokalitu, užitie návykových látok, možnosť manipulácie s mŕtvolou, možnosť sexuálneho obťažovania a iné (Gupta & Setia 2004).

3. Dekompozícia mŕtveho tela nekrofágnym hmyzom

V terestriálnom prostredí sú popísané štyri štádia dekompozície mŕtveho tela: čerstvé, nafúknuté, obdobie hniloby a suché pozostatky (Gunn 2011; Byrd & Castner 2010; Benecke 2005). Toto rozdelenie však platí prevažne pre mŕtvoly vo voľnej prírode. Pokiaľ je telo zahrabané, alebo sa nachádza vo vode k dekompozícii dochádza rozdielne. Napríklad pri zahrabaných mŕtvolách Brietmeier (2005) rozdelil dekompozíciu na počiatočnú, strednú, pokročilú a skeletonizáciu (Gennard 2012).

Koncepcia druhov sa v rámci dekompozície mení (Tab.1) a je dokázané, že diverzita sa zvyšuje s pokročilejším štádiom rozkladu (Arnaldos et al. 2004). Zmena druhového zloženia je spôsobená tým, že počas rozkladu telo prekonáva biologické, fyzikálne a chemické zmeny (Coe & Curran 1980; Henssge et al. 1995), ktoré sa využívajú na určenie PMI (Gunn 2011).

Článkonožce, pre ktoré je atraktantom mŕtve telo K.G. Smith rozdelil do štyroch

kategórií na základe ich vzťahu k mŕtvoľe: nekrofágna fauna, ktorá sa množí a žije na mŕtvoľe (napríklad Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Silphidae, Dermestidae); predátori a paraziti nekrofágnej fauny (napríklad Syrphidae, Staphylinidae, Histeridae, Silphidae); omnivorné živočíchy, ktoré sa živia mŕtvolou aj jej kolonizátormi (napríklad Vespidae, Formicidae); a iné druhy využívajúce telo ako oportunistu (napríklad Nitidulidae) (Gennard 2012; Amendt et al. 2004). Arnaldos et al. 2004 však vo svojej práci rozdeľujú článkonožcov do piatich kategórií zahrňujúc náhodné druhy, ktorých prítomnosť na mŕtvoľe je spôsobená vplyvom náhody. Toto rozdelenie však nemusí byť presné, sukcesné vlny nie sú časovo ohraničené, preto sa na tele môžu vyskytovať zástupcovia niekoľkých fázii naraz (Šuláková 2014; Eliášová & Šuláková 2012). Napríklad *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) má larvy nekrofágne, žijúce sa mŕtvym telom. Druhé a tretie štádium vývoja tohto druhu je dravé a žije sa inými článkonožcami (Braack 1987; Šuláková 2014).

Bezstavovci sa nevyskytujú súčasne na mŕtvom tele, osídľujú ho postupne, v tzv. sukcesných vlnách (Šuláková 2014). Počet vln sa ohľadom na autora mení. Prvý, kto opísal tieto vlny bol Jean-Pierre Mégnin, ktorý rozdelil sukcesiu na 8 základných vln: čerstvé telo, počiatok rozkladu, zmydelnenie, sírovatenie, ztekuťovanie zvyškov, vysychanie zvyškov, vysušené zvyšky, práchnivenie (Daněk 1990). Časom sa počet sukcesných vln mení. Rodriguez & Bass (1983) popisujú 4 dekompozičné štádia, Fuller (1934) v svojom diele uvádza iba 3 štádia rozkladu a to čerstvé telo, hniloba a vysušené zvyšky.

Rozhodujúcim kritériom však je, v akej oblasti k dekompozícii dochádza. Napríklad v južnej Európe sa z dôvodu teplejšej klímy počíta s 5 sukcesnými štádiami (Daněk 1990). Znižovanie počtu sukcesných vln neznamena, že konkrétne vlny neprebiehajú, naopak ich priebeh je veľmi rýchly a jednotlivé kroky dekompozície plynú naraz (H. Šuláková, pers. comm.). Kategorizácia tiež závisí na dĺžke jednotlivých dekompozičných období a na type mŕtvoly (Kočárek 2003). V centrálnej Európe, čiže v miernom klimatickom podnebí počítame so 6 sukcesnými vlnami majúce základ v stupnici J.A.Peynea a D. A. Crossleyho z r. 1966. Stupeň rozkladu mŕtveho tela charakterizujú jednotlivé sukcesné fázy, na ktoré pritom reagujú konkrétne druhy. Nižšie je uvedená konkrétna charakteristika šiestich sukcesných štádií vyskytujúcich sa na tele vo voľnej prírode, podľa Peynea (Šuláková 2014).

3.1 Sukcesné vlny

3.1.1 1. Sukcesná vlna - čerstvé telo

Začína ihneď po smrti, zriedkavo aj počas života, kedy obeť výrazne krváca v dôsledku poranenia. Ihneď po smrti nemusia byť navonok viditeľné známky dekompozície, avšak baktérie vo vnútri tela začínajú produkovať zápach, ktorý je atraktantom pre hmyz (Byrd & Castner 2010). Hmyz je tiež lákaný na krv, na zápach z rán, alebo sperma. Skupinou, ktorá prevažuje v 1. sukcesnom štádiu sú muchy. Primárnym cieľom dospelých jedincov je klásť vajíčka, mŕtvola im slúži ako zdroj potravy iba výnimočne. Hlavným konzumentom sú nekrofágne larvy (Šuláková 2014).

Na tele sa najčastejšie vyskytujú zástupci čeľade Calliphoridae, prevažne bzučivky rodu *Calliphora* a *Lucilia* (Eliášová & Šuláková 2012). Staršie literatúry ako Povolný 1979, alebo Daněk 1990 uvádzajú, že druhou najvýznamnejšou čeľadou vyskytujúcou sa v tejto vlne je čeľaď Muscidae, kde je *Musca domestica* Linnaeus, 1758 najbežnejším zástupcom. *Musca domestica* je však typickým druhom, ktorý kladie vajíčka na trus. Môžeme ju objaviť v blízkosti chlievov, ľudských obydlí alebo stajní a jej zastúpenie na mŕtvoľe je minimálne a vzácné. Častejšie sa zástupci čeľade Muscidae objavujú v 2. sukcesnej vlne (Šuláková 2014). Dôvod, že bol tento druh najčastejšie uvádzaný v literatúre siahajú až k Megninovým prácam, ktorý popísal ľudské mŕtvoly nájdené v mestách a dedinách. Na konci 19. storočia boli vo Francúzsku horšie životné podmienky, preto bolo bežné, že *Musca domestica* bola v urbanizovaných oblastiach častá, preto bola aj často nájdená na mŕtvych telách (H. Šuláková, pers. comm.).

Zástupcovia z rádu Hymenoptera - Formicidae, Vespidae, či Dermaptera sa môžu tiež objaviť na tele. Hlavnou obživou týchto zástupcov je odumreté tkanivo. Pri ich styku s telom na ňom zanechávajú špecifické stopy pripomínajúce stopy kyseliny (Daněk 1990).

3.1.2 2. Sukcesná vlna - nafúknuté telo

Niekoľko hodín po smrti sa začnú uvoľňovať plynné látky z tráviaceho traktu. K uvoľňovaniu dochádza vplyvom tráviacich anaeróbných baktérií, pričom sa telo začína nafukovať a páchnuť. Tento proces je začiatkom hnilobného procesu (Byrd & Castner 2010). Muchy sú priťahované k mŕtvoľe prchavými zlúčeninami, ktoré sa začínajú uvoľňovať počas rozkladu (Ashworth & Wall 1994). Ide prevažne o druhy z čeľadi Calliphoridae a Muscidae, ktoré v tomto štádiu dosahujú vrchol svojej činnosti. Z múch

sa začínajú objavovať zástupcovia čeľade Sarcophagidae, ktoré vo voľnej prírode nájdeme iba zriedka, avšak sú častými zástupcami v uzavretých priestoroch (Šuláková 2014). Druh, ktorý je najčastejšie citovaný z tejto čeľade je druh *Sarcophaga carnaria* (Linnaeus, 1758) (Daněk 1990). Posledné poznatky však naznačujú, že *Sarcophaga carnaria* nie je výlučne zameraná na mŕtvolu a za najčastejšie sa na tele vyskytujúci druh sa považuje *Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830) (Šuláková 2014).

Na tele sa začínajú objavovať aj prví zástupcovia chrobákov, medzi ktoré patria druhy ako *Necrodes littoralis* (Linnaeus, 1758), *Thanatophilus* spp. či iní zástupcovia prevažne z čeľade Silphidae. Telo využívajú na konzumáciu tkanív, alebo lovenie iných druhov (Šuláková 2014; Eliášová & Šuláková 2012).

V tejto fáze sa pôda pod mŕtvolou stáva alkalickou, čo ovplyvňuje bežnú pôdnu faunu (Byrd & Castner 2010), tá sa buď stráca, alebo mení svoje zloženie. Tráva tiež nedostatkom chlorofylu stráca farbu a spomaľuje svoj rast (Daněk 1990).

3.1.3 3. Sukcesná vlna - biochemicky aktívny rozklad

Telo sa stáva tekutejším. Vlna zahŕňa dve fázy: zmydelnenie tukov a fermentáciu proteínov (Šuláková 2014). Daněk tieto fázy popisuje ako dve rôzne sukcesné vlny. Pri zmydelnení je hlavným atraktantom pre hmyz výrazne zapáchajúca kyselina maslová. Z chrobákov sa v tejto fáze začínajú vyskytovať druhy čeľadi Staphilinidae, Dermestidae, prevažne rod *Dermestes*, či zástupcovia čeľade Cleridae z rodu *Necrobia*. Na tele zostávajú aj niektorí zástupcovia chrobákov z 2. sukcesnej vlny. (Daněk 1990). Objavujú sa aj prví zástupcovia čeľade Histeridae (Šuláková 2014).

Fermentácia proteínov sa inak nazýva aj syrová fermentácia, pretože telo uvoľňuje látky pripomínajúce zápach syru (Daněk 1990). Tento pach priťahuje hlavne druhy ako *Stearibia nigriceps* (Meigen, 1826) z čeľade Piophilidae, *Fannia canicularis* (Linnaeus, 1761) z čeľade Fanniidae a *Sepsis fulgens* Meigen 1826 z čeľade Sepsidae. Pach láka aj mušky čeľade Drosophilidae (Eliášová & Šuláková 2012). Z čeľade Piophilidae sa v publikáciách ako Daněk 1990, alebo už v Megninovej práci *La fauna des cadaveres* (1894) prevažne uvádzala za bežný druh *Piophila casei* (Linnaeus, 1758). Tento druh však vo voľnej prírode Českej a Slovenskej republiky nenájdeme (Šuláková 2014). Vrchol výskytu v tejto dobe predstavujú najmä chrobáky z rodu *Necrobia* (Daněk 1990). Zmydelňovanie tukov a fermentácia proteínov môže prebiehať v rôznych častiach tela aj súčasne, preto sa druhy z jednotlivých fáz môžu vyskytovať v rovnakom období (Šuláková 2014).

3.1.4 4. Sukcesná vlna - pokročilý rozklad

Z tela sa uvoľňujú pary páchnuce po amoniaku a kazeózne látky nakyslého zápachu. Štádium čpavkovej fermentácie zvyškov mäkkých tkanív priťahuje najmä muchy čeľade Phoridae (Šuláková 2014), prevažne muchy *Phora aterrima* (Fabricius, 1794) a *Megaselia rufipes* (Meigen, 1804). Z chrobákov nájdeme druhy čeľadi, ktoré sa vyskytovali už v tretej sukcesnej vlne. Počet biofágov sa však znížil, pretože nastal úbytok ich potravy, čo predstavovali rôzne veľké larvy (Daněk 1990). Príležitostne sa počas tohto obdobia na mŕtvole rozmnožujú zástupcovia čeľadi Nitidulidae, či malé Staphylinidae (Šuláková 2014). V niektorých prípadoch, je možné zaznamenať prítomnosť druhej generácie hmyzu, ktorý bol prítomný v počiatočných štádiách (Arnaldos et al. 2004).

3.1.5 5. Sukcesná vlna - vysychanie zvyškov mäkkých tkanív

Telo stráca mäkké tkanivá, pričom z tela zostáva už iba koža, chrupavky a kosti. Mŕtvolu stále kolonizujú drabčáci a iné saprofágne druhy. Druhy čeľade Cleridae, či Phoridae sú tiež čiastočne zastúpené (Daněk 1990). Ako nové sa objavujú zástupcovia čeľade Trogidae, najmä rod *Trox* (Šuláková 2014).

Vysychanie tkanív spôsobuje zmenu prechodného živočíšneho a rastlinného spoločenstva (merocenóza). Dočasné spoločenstvo, ktoré sa vytvorilo pod mŕtvolou začína nadobúdať pôvodnú formu. Vyschnutá mŕtvola je tiež vhodným prostredím pre roztoče (Acari). Roztoče sa živia proteínmi a konzumujú kosti, spôsobujú ich rozpad (Daněk 1990). Acari sa však na tele môžu objavovať už pri prvej kolonizácii hmyzom. Na telo sa dostanú na základe toho, že sú prichytené na telo iného hmyzu (forézia) (Šuláková 2014).

3.1.6 6. Sukcesná vlna - kostrové zvyšky

Mäkké tkanivá sa postupne rozložili a z pôvodného tela zostávajú iba kosti, poprípade vlasy, telesné ochlpenie, chrupavky a väzivo (Šuláková 2014). Týmito zvyškami sa živia prevažne Acari, vzácne aj Dermestidae. Ak z tela zvyšia už iba kosti, na tele sa môžu objaviť zástupcovia čeľade Ptinidae, ktorí sa živia organickými zvyškami. Týchto zástupcov objavíme iba v prípade, ak bolo telo na suchom mieste. V prípade, že je telo na mieste pôsobenia prírodných živlov, túto faunu nájdeme minimálne (Daněk 1990).

3.2 Faktory ovplyvňujúce sukcesiu hmyzu na mŕtvoľe

Po smrti telo prechádza rôznymi biologickými a chemickými zmenami, preto priťahuje hmyz na základe ich rôznych preferencií. Tieto preferencie sa líšia hlavne medzi druhmi, ale zároveň aj medzi pohlaviami (Archer & Elgar 2003a). Väčšina druhov vyhľadáva mŕtvolu z dôvodu ovipozície, iné ju využívajú ako potravu (Byrd & Castner 2010). Sukcesia hmyzu na mŕtvoľe je časovo neobmedzená, môže prebiehať rýchlo, ale aj pomaly. (Šuláková 2014). Koncepcia druhov sa mení so vzrastajúcou dĺžkou smrti. V počiatočnom rozklade nájdeme viac jedincov, ako vo fáze kostry. Ich postupný výskyt v dekompozícii je závislý na rade faktorov (Gunn 2011), medzi ktoré patria biotické a abiotické podmienky prostredia, prevažne zrážky, teplota, vlhkosť alebo hmotnosť tela (Matuszewski et al. 2008). Napríklad zástupcovia Calliphoridae, ako *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830 alebo *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758) nekladú vajíčka ak je veľké množstvo zrážok (Sabanoğlu & Sert 2010).

Dôležitým faktorom pri osídľovaní hmyzu na mŕtvoľu je aj miesto nálezu. Niektoré druhy sú všadeprítomné, iné naopak nájdeme iba na obmedzených lokalitách (Byrd & Castner 2010). Napríklad koncepcia druhov vyskytujúc sa v uzavretom priestore je iná ako vo voľnej prírode. Je to spôsobené rozdielnou prítlačivosťou druhov na rôzne podmienky prostredia (Carvalho et al. 2000).

Tento sezónny hmyz môže na tele nechávať dôkazy svojej prítomnosti, ako sú schránky pupárií, alebo exoskeletonové zvyšky. Prítomnosť týchto zvyškov môže naznačovať, kedy došlo k úmrtiu (Archer & Elgar 2003b). Z tohto dôvodu je dôležité pre forénznych entomológov poznať možnú sezónnosť hmyzu.

3.2.1 Geografické rozdiely v sukcesii

Druhovú zloženie hmyzu na mŕtvoľe je ovplyvnené predovšetkým charakterom biocenózy. Preto sa bude zastúpenie druhov líšiť napríklad v nížinách a horách. V urbanizovaných mestských oblastiach sa taktiež vyskytujú iné druhy ako na vidieku. (Povolný 1979). Napríklad *Calliphra vicina* je viac zastúpená v prímestských a mestských oblastiach, čo nakoniec pôsobí aj na jej hygienický význam (Davies 1999). Druhy tiež môžu rozdielne reagovať na rôznych hostiteľov, čo zaznamenali Watson & Carlton (2003). Svojím pokusom zistili, že na aligátorovi sa nachádza odlišné množstvo hmyzu, ako napríklad na medveďovi, čo ovci. Niektoré druhy tiež vykazujú svoju neprítomnosť. Znamená to, že rozdiely v dostupnosti zdrojov živín priamo súvisia so štruktúrou článkonožcov a ich druhovou rozmanitosťou (Watson & Carlton 2003).

Abundancia hmyzu a detritická fauna na tele, ktorá sa líši v závislosti od regiónu ovplyvňuje aj rýchlosť akou je telo lokalizované, kolonizované aj rozložené. Tento proces je pomalší v chladnejších oblastiach, zatiaľ čo v oblasti teplejšej klímy sa telo rozloží rýchlejšie (Gunn 2011).

3.2.1.1 Synantropné druhy

Termínom synantropia označujeme spolužitie človeka a nedomestikovaných živočíchov. Do tohto pojmu je zároveň zahrnutý ekologický a zdravotnícky aspekt. Nakoľko prostredie mestských aglomerácií poskytuje potravu, vytvára vhodné podmienky pre hmyz, obzvlášť muchy. Dospelé jedince kladú larvy na substrát, ktorým sú: a) mŕtve telá živočíchov, b) exkrementy, c) odpadky a potraviny (Rosický & Daniel 1989). Podľa toho môžeme synantropné druhy rozdeliť na eusynantropné, alebo hemisynantropné. Eusynantropné druhy sa snažia nájsť vhodné podmienky pre tvorbu masovej populácie a sú priamo viazané na človeka. Takýmto druhom je napríklad *Musca domestica*. Hemisynantropné druhy žijú nezávisle v prírode a občas môžu preniknúť do blízkosti človeka, čiže sú fakultatívne. Získajú tak epidemiologický a hygienický význam (Buttiker et al. 1979; Povolný 1971). Ich prítomnosť je podmienená obzvlášť faktormi prostredia, sezónnosťou, alebo dennou aktivitou (Rosický & Daniel 1989).

Všeobecne sa medzi najčastejších zástupcov synantropných druhov považujú druhy čeľade Muscidae. Najčastejšie citovanou je *Musca domestica*, pri ktorej sa predpokladalo, že má dôležitý hygienický význam. Vo väčšine európskych krajín sa hygienická hrozba druhu *Musca domestica* redukovala a v súčasnosti väčšie nebezpečenstvo predstavujú zástupcovia Calliphoridae a Sarcophagidae (Buttiker et al. 1979). Z čeľade Calliphoridae, sú radené medzi synantropné druhy prevažne *Chrysomya albiceps*, *Calliphora vicina* alebo *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Carvalho et al. 2004). Druhy synantropných oblastí spôsobujú zároveň ochorenie nazývané myiázy. Je to ochorenie, pri ktorom sa v tele živých stavovcov, vrátane človeka, objavujú a parazitujú larvy dvojkřídeho hmyzu. Väčšinou sa jedná o zástupcov Diptera. Dospelé samičky kladú vajcia na otvorené rany, dokonca aj na malé škrabance, alebo uhryznutia od kliešťá (Stafford 2008). Oblasť ľudských parazitov a parazitov zvierat je úzko spätá s hygienou, môže ale spôsobovať veľké straty aj na hospodárskom dobytku (Šuláková 2014). Myiázny môžu byť podľa stupňa parazitizmu hostiteľa rozdelené na fakultatívne alebo obligátne, alebo náhodné (Rosický & Daniel 1989; Amendt et al. 2004).

3.2.2 Vplyv ročných období

Ročné obdobie, inak sezónnosť má výrazný vplyv na flóru a faunu daného regiónu, čo vplýva aj na zloženie fauny na mŕtvom tele. Viacerí zástupci Diptera a Coleoptera sú rôzne abundantní na ročné obdobia (Byrd & Castner 2010), teda je ich aktivita prispôbená ich teplotným nárokom (Archer & Elgar 2003b). Teplota je preto najdôležitejší faktor, ktorý vplýva na rýchlosť vývoja a rast hmyzu (Oliveira-Costa & de Mello-Patiu 2004).

Napríklad druhy vykazujú väčšiu aktivitu a vyšší počet individuí na jar, alebo v letných mesiacoch, zatiaľ čo v zimných mesiacoch počet individuí klesá (Arnaldos et al. 2004). Niektoré druhy sú ale aktívne počas celého roka, napríklad *Calliphora vicina* a *Calliphora vomitoria* majú vysokú toleranciu voči nízkym teplotám, preto ich na tele môžeme nájsť celoročne (Shroeder et al. 2003; Šuláková 2014). Niekedy je však aktivita hmyzu počas zimných mesiacov spôsobená teplou mikroklímou, ktorú poskytujú mestá a veľkomestá. Tento fakt spôsobuje, že niektoré druhy bežne aktívne počas letných mesiacov zostávajú aktívne aj v zime (Gunn 2011). Počas zimných mesiacov dochádza k rozloženiu tela tiež o niečo pomalšie ako v lete (Arnaldos et al. 2004) a iných ročných obdobiach, čo môže spôsobiť, že hmyz sa na mŕtvole v zime zdržiava o niečo dlhšie (Centeno et al. 2002). Pomalý rozklad tiež spôsobí, že prchavé látky sa po smrti uvoľňujú neskôr, čo spôsobí aj neskorší príchod hmyzu na telo (Gruner et al. 2007). Tento fakt však neznamená, že mráz redukuje množstvo hmyzu na mŕtvole. V počiatocnom rozklade je druhové zloženie a percentuálne množstvo hmyzu podobné (Šuláková et al. 2014c).

V porovnaní so zimnými mesiacmi v lete prevládajú druhy ako: *Chrysomya albiceps*, ktorá je lepšie prispôbená na teplejšiu klímu a suchšie podmienky (Martínez-Sánchez et al. 2000); *Lucilia sericata* obľubujúca slnko a vysoké teploty; alebo *Phormia regina* (Meigen, 1826) či *Sarcophaga* sp. (Shroeder et al. 2003). Druh *Lucilia sericata* ovplyvňuje aj mikroklíma daného stanoviska. V literatúre ako Povolný 1979 sa uvádza, že vajíčka kladie, až keď je teplota substrátu vyššia ako 30 °C. S týmto faktom nesúhlasia a vyvracajú ho Šuláková et al. (2014c) alebo Tereli et al. (2015), ktorí zistili, že vajíčka kladie aj pri nižších teplotách.

3.3 Nekrofágna fauna

Nekrofágna fauna patrí v prírode medzi dôležitých reducentov, ktorí sa živia mŕtvymi živočíchmi a tak urýchľujú ich hnilobné procesy. Je zastúpená veľkým množstvom rádov, čeladi a druhov. V Českej a Slovenskej republike je mŕtvolná fauna

veľmi rôznorodá (Daněk 1990). Zahrňuje predovšetkým skupiny živočíchov, ktoré boli už popísané v sukcesných vlnách. Na tele sa ale nemusia vyskytovať len nekrofágne druhy. Medzi typicky nekrofágneho zástupcu napríklad nepovažujeme rod *Pollenia*, pretože jeho larvy parazitujú na slimákoch alebo dážďovkách. Napriek tomu sa však na mŕtvom tele vyskytuje (Gennard 2012). Avšak pri vedeckých pokusoch sa používajú rôzne typy návnad, preto je možné, že *Pollenia* je len lákaná na tekutinu z návnady. Na druhej strane ale môže tak byť dôkazom sukcesie fauny na mŕtvoľe (Šuláková & Barták 2013). Nižšie sú bližšie charakterizované jedny z najvýznamnejších skupín článkonožcov, ktoré interagujú s mŕtvym telom, predovšetkým v prvých dňoch a týždňoch rozkladu.

3.3.1 Diptera

Charakterizuje ich je pár blanitých krídel, ktoré im slúžia na lietanie, druhý pár krídel je redukovaný. Na hlave dominujú veľké, zložené oči (Byrd & Castner 2010; Daněk 1990). Farebne aj tvarovo je to rád veľmi rozmanitý, ktorý žije v takmer všetkých biotopoch, dokonca aj vo vode. Diptera prechádzajú dokonalou premenou (metamorfózou), pričom niektorí zástupcovia, napr. z čeľade Sarcophagidae kladú larvy rôzne vyspelé (Daněk 1990). Dospelé jedince kladú vajíčka, ktoré sa pri vhodných teplotách začnú liahnuť do niekoľkých hodín po nakladení. Tak ako vajíčka, aj vývoj lariev je závislý od vplyvu abiotických faktorov prostredia (Povolný 1979).

Potravu Diptera tvoria prevažne produkty rozkladajúcich sa živých tkanív, ale aj tekutiny rastlinného pôvodu, ako je nektár. Veľké množstvo zástupcov patrí medzi prenášačov chorôb, čo spôsobujú škody v poľnohospodárstve (Buchar et al. 1995). Medzi najdôležitejšie čeľade z pohľadu forenznej entomológie, ktoré poskytujú presnú informáciu o perióde ich aktivity patria Calliphoridae, Sarcophagidae, či Muscidae (Byrd & Castner 2010).

3.3.1.1 Calliphoridae

Calliphoridae predstavujú druhy, ktoré sa objavujú v prvej sukcesnej vlne a sú prvé, ktoré telo osídľujú (Carvalho et al. 2004). Zahrňujú druhy, ktoré sú stredne veľké, najčastejšie sfarbené kovovo zelenou až modrou farbou. Pre dospelé jedince sú zdrojom potravy hnijúce telá, exkrementy, ale aj nektár z kvetov. Larvy sú biele, mäkké a vyvíjajú sa v rozkladajúcich sa látkach rastlinného a živočíšneho pôvodu, napríklad mršinách a výkaloch. Dospelé jedince aj kukly sú schopné prežiť chladné zimné mesiace a môžu sa

vyskytovať napríklad pod kôrou stromov (Buchar et al. 1995; Byrd & Castner 2010; Daněk 1990). Často sú zastúpené v urbanizovaných oblastiach, kde interagujú s odpadkami a výkalmi zvierat (Stafford 2008). Nižšie sú opísaní zástupcovia, ktorí sú forenzne najvýznamnejší.

Calliphora vicina Robineau-Desvoidy, 1830

Calliphora vicina je druh veľký 10 – 14 mm. Dospelé jedince sa vyskytujú na výkaloch, ale najmä na hniúcich podkladoch, ako je mäso či rastlinné zvyšky. Larvy sa vyvíjajú na mŕtvolách. *Calliphora vicina* je celosvetovo rozšírený druh, ktorý preferuje palearktické oblasti zahrňujúce nížiny až alpské oblasti. V oblasti Českej a Slovenskej republiky je považovaný za významný forenzny druh. Je taktiež druhom spôsobujúcim myiázy (Byrd & Castner 2010; Hall 1948; Šuláková et al. 2014a).

Calliphora vomitoria (Linnaeus, 1758)

Calliphora vomitoria je 7 -13 mm dlhá mucha so stredne zavalitým telom. Jej oči sú veľké, hnedočervené, hlava je oválna a široká. Hruď má jemné pozdĺžne pružky a je tmavomodro sfarbená. V prírode je hojne zastúpená a jej larvy sa vyvíjajú na mŕtvolách. Dospelé jedince sa občasne vyskytujú na hube *Phallus impudicus* Linnaeus, 1753. Často pôsobí aj ako synantropný druh v blízkosti ľudských obydlí. Ako synantrop nadobúda aj hygienicko-epidemiologický význam, podobne ako *Calliphora vicina*, v prírode je však menej bežná. (Byrd & Castner 2010; Hall 1948; Rietschel & Povolný 2011; Šuláková et al. 2014a).

Chrysomya albiceps (Wiedemann, 1819)

Larvy *Chrysomya albiceps* sú plne závislé na mäkkých tkanivách tela poskytujúcich potravu v prvom štádiu rozkladu. U druhého a tretieho larválneho štádia sa však vyvinulo oportunistické správanie (Braack 1987). Patrí medzi druhy preferujúce vyššie teploty a vlhkosť. Zároveň je synantropným druhom, ktorý môže byť zastúpený v blízkosti domov alebo obchodov s jedlom (Buttiker et al. 1979).

Lucilia caesar (Linnaeus, 1758)

Lucilia caesar je zavalitá mucha, ktorá dorastá do veľkosti 6 -11 mm. Jej sfarbenie je závislé na veku jedinca, môže byť kovovo zelené, modrozelené až fialové. Charakteristickým znakom sú oči, ktoré sú veľké, červené a na hlave sa takmer dotýkajú. Zadoček má pomerne krátky, široký a pokrytý štetinkami. Podobne ako larvy *Calliphora*

vicina a *Calliphora vomitoria* aj larvy druhu *Lucilia caesar* sú prítomné na mŕtvolách zvierat a človeka. Dospelé jedince potrebujú pre život najmä bielkoviny, preto sa vyživujú nektárom, plodnicami húb a pod. Je hojne zastúpená v lesoch, ale preniká aj do blízkosti ľudských obydľí. Larvy spôsobujú myiázy nielen u ľudí, ale aj u oviec, pri ktorých kladú vajíčka do srsti (Rietschel & Povolný 2002; Šuláková et al. 2014a).

Lucilia illustris (Meigen, 1826)

Dospelé jedince druhu *Lucilia illustris* dosahujú rozmerov 6 – 8 mm. Thorax a abdomen majú sfarbený na zelenožlto. Druh je hojný v letných mesiacoch a preferuje otvorené priestranstvá predovšetkým lesy. Larvy sa vyvíjajú prevažne na mŕtvoľe, ojedinele na fekáliách (Byrd & Castner 2010).

Lucilia sericata (Meigen, 1826)

Lucilia sericata je typickým nekrofágny zástupcom, ktorého lákajú otvorené rany, mršina a v menšom prípade aj stolica. Je to druh, ktorí obľubuje svetlo. Podobne ako iné Dipera, aj dospelé jedince *Lucilia sericata* sa môžu objaviť na kvitnúcich rastlinách. Samice však preferujú potravu bohatú na bielkoviny, aby mali vajíčka dostatok výživy. Podobne ako *Calliphora* alebo *Chrysomya* je synantropný druh spôsobujúci myiázy, prevažne na ovciach. Je zastúpená prevažne v jarných mesiacoch (Buttiker et al. 1979; Daněk 1990).

Phormia regina (Meigen, 1826)

Phormia regina má typické tmavozelené lesklé sfarbenie na hrudníku, ktoré sa môže meniť v závislosti od svetelných podmienok. V Českej a Slovenskej republike je hojne zastúpená prevažne v nížinách (Šuláková et al. 2014a). Larvy sú saprofágne a vyvíjajú sa na mŕtvolách zvierat, ktorými sa zároveň aj živia (Byrd & Castner 2010). Dospelé jedince sú aktívne celý rok, najviac v jarných a jesenných mesiacoch (Hall 1948). *Phormia regina* je tiež druhom spôsobujúcim myiázy. Ich pôsobenie bolo popísané na rade prípadov (Ali-Khan & Ali-Khan 1975). V minulosti sa druh používal v pooperačnej chirurgii na čistenie rán (Hall 1948; Byrd & Castner 2010).

Protophormia terraenovae (Robineau-Desvoidy, 1830)

Protophormia terraenovae má telo tmavomodré až čierne. Je hojný druh, ktorý preniká až do alpínskeho stupňa. To môže spôsobiť, že sa vyskytuje prevažne v chladnejších mesiacoch. Taktiež je považovaná za druh spôsobujúci myiázy, tak

u človeka, aj oviec (Byrd & Castner 2010; Šuláková et al. 2014a).

3.3.1.2 Sarcophagidae

Sarcophagidae sa časté druhy vyskytujúce sa v blízkosti ľudských obydli, alebo hospodárskych oblastí (Daněk 1990). Dorastajú do rôznych veľkostí, prevažne od 2-14 mm. Najčastejšie sú čierne sfarbené bez kovového lesku, s tmavými pruhmi na mesonotum, a šachovnicovým vzorom na abdomene (Byrd & Castner 2010). *Sarcophagidae* sú primárne kolonizátori mŕtveho tela, niekedy exkrementov, niektoré však spôsobujú myiázy (Stafford 2008). Na tele sú však menej časté ako *Calliphoridae* alebo *Muscidae* (Carvalho & Mello-Patiu 2008). Larvy sú nekrofágne aj saprofágne (Daněk 1990).

Sarcophaga argyrostoma (Robineau-Desvoidy, 1830)

Sarcophaga argyrostoma je bežným zástupcom, ktorého nájdeme na mŕtvych telách. Zároveň je považovaná za vysoko synantropný druh, ktorý spôsobuje miyázy u oviec aj človeka (Rietschel & Povolný 2002).

Sarcophaga carnaria (Linnaeus, 1758)

Sarcophaga carnaria je druh vyskytujúci sa prevažne v blízkosti vlhkých lesov, lúk, okrajov ciest, či parkov a záhrad. Dospelé jedince sa živia na kvetoch, ako aj organickým materiálom z mŕtvych tel živočíchov. Aktívne sú prevažne od apríla do októbra (Verves et al. 2017). Larvy sa vyvíjajú v dážďovkách a po dokončení svojho vývoja ich *Sarcophaga* zabíja (Buchar et al. 1995).

3.3.2 Coleoptera

Zástupcovia tohto rádu majú telo rozdelené na caput (hlavu), thorax (hrud') a abdomen (zadoček). Všetci najčastejší zástupcovia nekrofágov majú vyvinuté krídla, pričom je predný pár krídel premenený na elytru (krovky), ktoré kryjú druhý blanitý pár. Majú tiež hryzavé ústne ústroje. Premena je dokonalá, čo znamená, že z vajíčka sa vyvíja larva, ktorá sa v určitom štádiu zakuklí a vznikne dospelý jedinec. Larvy sa často živia inou potravou ako dospelé jedince (Buchar et al. 1995). *Coleoptera* môžeme nájsť na rastlinách, potravinách, môžu byť prírodnými dekompozítormi, niektoré dokonca opeľovače rastlín (Byrd & Castner 2010).

3.3.2.1 Silphidae

Druhy z čeľade Silphidae sú stredne veľké až veľké chrobáky, ktoré sú tvarom tela veľmi rôznorodé (Buchar et al. 1995), no majú aj zopár spoločných znakov. Štít je väčšinou plochý, chodidlo tvorí spravidla 5 článkov a telo je často čierne, zvýraznené oranžovými a žltými škvrnami. (Byrd & Castner 2010, Daněk 1990). Ich strava je rôznorodá, živia sa rastlinnou aj živočíšnou potravou, najčastejšie ich však nájdeme v asociácií s hniúcim živočíšnym podkladom. U nás nájdeme približne 30 druhov, ktoré sú prevažne saprofágne (Buchar et al. 1995).

Zaujímavé správanie majú zástupcovia rodu *Nicrophorus* sp., ktorí svoju potravu (väčšinou malú mŕtvolu) zahrabávajú do zeme a následne samička na ňu nakladie vajíčka (Byrd & Castner 2010).

Necrodes littoralis (Linnaeus, 1758)

Necrodes littoralis je jedným z najčastejších a najrozšírenejších druhov. Je to bežný druh vyskytujúci sa na mŕtvolách, ktoré zároveň tvoria hlavnú zložku jeho potravy. Samičky na mŕtvolu zároveň kladú vajíčka, ktoré tu uskutočňujú svoj vývoj. Dospelé jedince sú čierne so skrátenými krovkami. (Charabidze et al. 2016). Na telo ho, podobne ako iné druhy, lákajú prchavé zlúčeniny, ktoré sa počas rozkladného procesu uvoľňujú (Johansen et al. 2014). Preferencie *Necrodes littoralis* sú úzko späté aj s teplotou mŕtvoly, na čo poukázali Matuszewski et al. (2008), pričom preferujú pokročilejšie štádia rozkladu. *Necrodes littoralis* sa vyskytuje v blízkosti lesov, môže sa ale objaviť aj v blízkosti miest. Najviac aktívny je v období od mája do novembra (Charabidze et al. 2016).

Thanatophilus sinuatus (Fabricius, 1775)

Thanatophilus sinuatus dorastá do veľkosti 9-12 mm. Zároveň je typickým nekrofágny druhom, ktorý obľubuje otvorené priestranstvá, na ktorých je zastúpený vo väčších počtoch. Je aktívny od mája do augusta (Aleksandrowicz et al. 2005).

Thanatophilus rugosus (Linnaeus, 1758)

Thanatophilus rugosus je nekrofágny druhom dorastajúcim veľkosťou 8-12 mm. Je bežným prevažne na otvorených priestranstvách. Aktívny je prevažne počas teplých mesiacov od mája do augusta (Aleksandrowicz et al. 2005)

Oiceptoma thoracicum (Linnaeus, 1758)

Oiceptoma thoracicum je druh s plochým oválnym telom, ktoré je dlhé 11-16 mm. Hruď, hlava a konce tykadiel sú sfarbené na oranžovo, až hrdzavohnedo. *Oiceptoma* je vysoko rozšírený druh, ktorý nájdeme prevažne v lesoch. Môžeme ju nájsť aj v záhradách alebo na lúkach. Dospelé jedince sú lákané na zápach mŕtvol. Jedince sú k nej priťahované hlavne z dôvodu obživy. Larvy sa vyvíjajú prevažne na rozkladajúcich sa organických substrátoch. Imága a larvy môžu byť niekedy prítomné na hube *Phallus* sp. (Rietschel & Povolný 2011; Aleksandrowicz et al. 2005).

3.4 Kľúč určovania druhov čeľadí Calliphoridae, Sarcophagidae a Silphidae

Nekrofágna fauna Českej a Slovenskej republiky je veľmi rozsiahla. Zahrňuje množstvo druhov, ktorých určenie je pre laika problematické. Ich konkrétnym určením sa zaoberá rada odborníkov a druhy rozlišujú aj na základe molekulárnych dát. Preto sa v tomto kľúči snažím predstaviť najčastejšie druhy, ktoré majú dobre viditeľné znaky a sme schopní ich rozlíšiť viditeľným okom poprípade binokulárnou lupou. V kľúči nie sú zahrnutí všetci zástupcovia jednotlivých čeľadí, predstavujem iba zástupcov troch čeľadí, ktoré sa najčastejšie vyskytujú na čerstvej mŕtvole v počiatočných sukcesných vlnách a majú najväčší prínos v oblasti forenznej entomológie. Cieľom kľúča je poskytnúť informácie pre odlišenie jednotlivých čeľadí od seba, ako aj rozpoznanie dospelých jedincov konkrétnych druhov.

Na vytvorenie kľúča boli použité údaje z literatúry: Akbarzadeh et al. 2015, Arnett & Thomas 2000, Byrd & Castner 2010, Carvalho & Mello-Patiu 2008, Cumming 2000, Daněk 1990, Javorek 1947, Rognes 1991, Mulieri et al. 2010, Pape 1987, Povolný & Verves 1997.

KLÚČ ZÁSTUPCOV Z RÁDU DIPTERA

1. Malá prognátna hlava; palpy s 3-5 segmentmi; telo a nohy predĺžené; malé oči väčšinou po stranách hlavyNematocera
 - Veľká hypognátna hlava (Obr.4, Obr.5, Obr.7); palpy s 1-2 segmentmi (Obr.7); kratšie a silnejšie nohy; veľké oči.....Brachycera (2)
2. Prítomná ptiliálna štrbina nad palpami (ptilinal suture) (Obr.4).....(3)
 - Ptiliálna štrbina neprítomná
.....Syrphidae, Stratiomyidae, Phoridae, Dolichopodidae, Empididae
3. Antennálny pedikel s úplným dorzálnym švom (Obr.8); báza krídla s väčším, dobre vyvinutým calyptrom (Obr.1).....(4)
 - Antennálny pedikel bez dorzálneho švu (Obr.9); báza krídla s menším, prípadne nevyvinutým calyptrom.....(33)
4. Zvislá rada štetiniek na merone (Obr.1).....(5)
 - Meron bez rady štetín, zriedka s malým množstvom rozptýlených chlpkov..... (31)
5. Abdomen a thorax (Obr.2, Obr.3, Obr.6) často zelené alebo modré s kovovým leskom; anténa s tromi segmentmi; notopleuron (Obr.6) s dvomi štetinami.....
.....Calliphoridae (6)
 - Abdomen a thorax šedý až hnedý, bez lesku; notopleuron so štyrmi štetinami z toho sú dve krátke a dve dlhé Sarcophagidae (18)
6. Kmeňová žilka (stem vein) bez chlpcov (Obr.1).....9
 - Kmeňová žilka s chlpmi (Obr.10); arista (Obr.4) vždy na spodnej strane s chlpkami; palpy sfarbené na hnedo alebo žlto; abdomen jednofarebný, zelený alebo modrý s metalickým odleskom.....Chrysomiinae (7)
7. Dorzálna strana spodného calyptru s hustými chlpmi (Obr.11); väčšia ampulla (greater ampulla) s dlhými vzpriamenými chlpmi (Obr.11); dorzálna strana prvého a druhého abdominálneho tergitu čierna.....*Chrysomya* spp.

Chrysomya albiceps (Wiedemann, 1819) má tretí anténny segment

čiernohnedý (Obr.13); proepiteliálna seta neprítomná (Obr.12).

- Dorzálna strana spodného calyptru bez chĺpkov, alebo s malým množstvom svetlých chĺpkov; väčšia ampulla (greater ampulla) bez chĺpkov, alebo s malým množstvom krátkych chĺpkov..... (8)
- 8. Spodný aj vrchný calypter svetlobielý, až žltý (Obr.14); bledožltý anteriálny spiraculus (Obr.14); palpy žlté; antény hnedasté, veľkosť 6-10 mm
.....*Phormia regina* (Meigen, 1826)
- Spodný a vrchný calypter tmavohnedý, predovšetkým okraje calyptru (Obr.12); tmavohnedý anteriálny spiraculus (Obr.15).....
.....*Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy, 1830)
- 9. Dolný calypter s chĺpkami na dorzálnnej strane; tmavomodrý metalický abdomen a belavým microtomentom („poprach“).....*Calliphorinae* (10)
- Dolný calypter bez chĺpkov; svetlozelený, kovový abdomen a thorax, zriedka modro sfarbený.....*Luciliinae* (14)
- 10. Acrostichálnych setae tri páry na postsutuálnom povrchu thoraxu (Obr.16); abdomen svetlomodrý s bielym poprachom; dolný calypter tmavý alebo svetlý s chĺpkami.....*Calliphora* spp. (11)
- Abdomen jasnomodrý, svetlý, bez microtomenta („poprachu“); jeden pár acrostichálnych setae na postsutuálnom povrchu thoraxu (Obr.17).....
.....*Cynomya mortuorum* (Linnaeus, 1761)
- 11. Dolný a horný calypter biely, alebo takmer biely (Obr.1); basicosta (Obr.1) čierna; arista s dlhými chĺpkami; zvyčajne štyri páry marginálnych scutellárnych setae.....
.....*Calliphora subalpina* (Ringdahl, 1931)
- Oba calyptre tmavohnedé; spodný calypter s bielymi chĺpkami okolo bieleho okraja..
.....(12)
- 12. Basicosta žltá, žltohnedá až oranžová; anteriálny spiraculus žltý (Obr.18); hlava čierna; čierne chĺpky na postgene (Obr.18).....
.....*Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830

- Basicosta čierna; anteriálny spiraculus žltohnedo-čierny.....(13)
- 13. Na postgene chlípky (setae) oranžové; thorax tmavomodrý až čierny (Obr.19).....
.....*Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758)
- Postgena s čiernymi chlípkami; faciálna membrána čierna; niekedy prítomné iba tri marginálne scutellárne setae; cerky sa zdajú užšie pri posteriálnom pohľade (Obr.20).
.....*Calliphora loewi* (Enderlein, 1903)
- 14. Basicosta čierna alebo hnedá.....(15)
- Basicosta žltá; stredná tibia s jednou ad setou; 8-16 chlípok na povrchu notopleuronu medzi posledným notopleurálnym setom a okrajom notopleuronu (Obr.21); palpy hnedé alebo žlté; abdomen zvyčajne kovovozelený ojedinele medený; thorax s 6-8 humerálnymi setae.....*Lucilia sericata* (Meigen, 1826)
- 15. Tri páry acrostichálnych setae (Obr.16); palpy hnedé až čierne (Obr.22); na 3. tergite 1-2 páry silných okrajových setae.....*Lucilia silvarum* (Meigen, 1826)
- Dva páry acrostichálnych setae; palpy žltooranžové (Obr.23); 3. tergít bez silných okrajových setae.....(16)
- 16. Koxopleurálny pruh prítomný (Obr. 24); prvá flagelloméra približne 3x taká dlhá, ako široká.....(17)
- Koxopleurálny pruh neprítomný (Obr.25); telo prevažne zelené; calyptry biele až bledohnedé, pri najmenšom biely okraj (rim) horného calyptru (Obr.26); čierna tibia nohy; palpy žlté; veľkosť 5-11 mm.....*Lucilia ampullacea* Villeneuve, 1922
- 17. Palpy žlté; veľkosť 5,5-11,5 mm; samec: široké a veľké epandrium (Obr.27); samica: pri laterálnom pohľade konvexný IV tergít (Obr.28).....
.....*Lucilia caesar* (Linnaeus, 1758)
- Palpy oranžové; subcostálne sclerity na ventrálnej strane krídla s čiernymi chlpmi (Obr.31); basicosta tmavohnedá; veľkosť 5,5-11 mm; samec: epandrium normálne veľké, abdominálny poprašok takmer chýba (Obr.29); samica: pri laterálnom pohľade IV tergít rovný (Obr.30).....*Lucilia illustris* (Meigen, 1826)

18. Pri dorzálnom pohľade línia frontálnych štetín viac-menej rovná (Obr.32); telo šedé, postabdomen oranžový, alebo dočervena; prítomný epiphalus (Obr.34), ale krátky.....
.....*Ravinia spp.*
- Ravinia pernix* (Harris, 1780) je veľká 4-9,5 mm, má spodnú časť occiputu dlhú a ochlpenú do žltobiela. Antennae a palpus sú čierne. Preferujú lúky a suché substráty.
- Línia frontálnych štetín zaoblená (Obr.33); samec cerky rovné neohnuté.....
.....*Sarcophagini* (19)
19. Membránový proces (Obr.35) membránovitý s rozdielnymi hranicami, alebo nespáreným digitate.....(20)
- Membránový proces silne odstavajúci a zvyčajne dobre sklerotizovaný.....(23)
20. Dobre vyvinutý laterodorzálny process paraphalusu, membránový process krátky; apikálny plate bez laterálnych ramien (Obr.35).....*Helicophagella* (21)
- Apikálny plate membránovitý bez laterálnych ramien (Obr. 35), ak sú prítomné, tak sú krátke; neprítomná auricula.....*Heteronychia* (22)
21. Veľká 5-14 mm; abdominálny tergít VII a VIII stredne veľký; epandrium (Obr.34) quadratické; membránový process kompletne membránový.....
.....*Helicophagella melanura* (Meigen, 1826) (Obr. 36)
- Veľkosť 5-14 mm; pregonit veľmi krátky, takmer skoro redukovaný; auricula malá...
.....*Helicophagella noverca* (Rondani, 1860) (Obr.37)
22. Ventrálne ramená distriphallusu dlhé a tenké podobné štetinám; telo sfarbené do tmavošeda; basicosta žltá; epandrium oranžovočervené; veľkosť 9,5-14 mm.....
.....*Heteronychia schineri* (Bezzi, 1891) (Obr.38)
- Cerkálny profil krátky a široký; membránový profil dobre sklerotizovaný; veľkosť 5,5-13 mm; samec: hlava čierna, parafrontale (Obr.4) s poprachom do žltá alebo šeda, basicosta žltá, thorax a nohy čierne....*Heteronychia hirticus* (Pandellé, 1896) (Obr.39)

- Robustný membránový proces, odstavajúci a silne sklerotizovaný; ventrálne ramená distiphallusu krátke; epandrium do červena; veľkosť 5,5-12 mm; telo sfarbené do šeda, basicosta žltá.....*Heteronychia vagans* (Meigen, 1826) (Obr.40)
- 23. Apikálny plate membránovitý (Obr.35), bez laterálnych ramien; apex zvyčajne lievikovitého tvaru.....*Sarcophaga* sp.(24)
 - Apikálny plate viac či menej sklerotizovaný, ak je membránovitý, tak sú laterálne ramená predĺžené.....(25)
- 24. Paraphallus krátky; vnútro okraja membránového laloku takmer rovné; veľkosť 8-19 mm.....*Sarcophaga subvicina* Rohdendorf, 1937 (Obr.41)
 - Predĺžený paraphallus; vnútro okraja membránového laloku okrúhlo klenuté; veľkosť 8-19 mm.....*Sarcophaga carnaria* Linnaeus 1758 (Obr.42)
 - Membránový lalok široký; profil distiphallu s úzkym membránovým centrálnym „oknom“*Sarcophaga lehmanni* Müller, 1922 (Obr. 44)
 - Membránový lalok úzky, fazuľovitého tvaru; profil distiphallu so širokým membránovým centrálnym „oknom“; veľkosť 6-19 mm.....
.....*Sarcophaga variegata* (Scopoli, 1763) (Obr.43)
- 25. 3 až 4 páry postsutuálnych dorzocentrals (Obr.6), ktoré sú menšie.....(26)
 - 4-7 párov postsutuálnych dc, pričom je predchádzajúci pár kratší než nasledujúci.....(27)
- 26. Frontálny profil silne odstavajúci, parafaciálny veľmi široký; orálny marginálny profil neodstáva; apikálny plate predĺžený bez laterálnych ramien; genitálne segmenty zvyčajne červené.....*Pandelleana* sp.

Pandaleana protuberans (Pandellé 1896) je veľká 5-14 mm; samec: telo sfarbené do tmavošeda, antenae a palpus čierne, basicosta žltá, abdomen s tmavým kockovaným vzorom, epandrium červené, alebo do žltá (Obr.45)

 - Apikálny plate (Obr.35) s predĺženými ramenami pripomínajúce štetiny; dva páry membránovitých process; ventrálne procesy úzke a predĺžené.....*Thyrsocnema* sp.

Thyrsocnema incisilobata (Pandellé 1896) má palpus dlhý apikálne rozšírený; membránový process klartší ako laterálny lalok; apikálny plate dlhší než bazálny (Obr.46).

27. Laterálne ramená apikálneho plate dobre vyvinuté.....*Liopygia* sp.

Liopygia (Sarcophaga) argyrostoma (Robineau-Desvoidy, 1830) je veľká 7-13 mm (Obr.47); palpus sa apikálne rozširuje a je dlhý červený, distálne hnedý.

- Laterálne ramená apikálneho plate neprítomné, alebo slabo vyvinuté.....(28)

28. Dva páry membránových lalokov v tvare háku, apikálny plate dvojlaločný bez hákovitých laterálnych ramien..... *Robineauella* sp.

Robineauella caerulescens (Zetterstedt, 1838) má cercus bez dorzálneho chumáču chlupov; vrchol apikálnej plate je rovný; veľkosť 7-19 mm (Obr.48).

- Jeden pár membránových process.....(29)

29. Membránové laloky dobre sklerotizované hákovito zahnuté; neprítomné praescutellar ac; paraphalus rovno predĺžený, zaberá celá dorzálny povrch; apikálny plate ventrálne posunutý.....*Bercaea* sp.

Bercaea africa (Wiedemann, 1824) má phallus s malým basiphallus; distiphallus s nápadnou juxtou smerovanou dopredu (Obr.49).

- membránové laloky vyzerajú inak; praescular ac prítomné; paraphalus kratší.....(30)

30. Apikálny plate s viac alebo menej predĺženými laterálnymi ramenami.....

.....*Lisarcophaga* sp.

Lisarcophaga tibialis (Macquart, 1851) má apikálny plate kolmý na paraphallus so štetinami kolmými na laterálne ramená; membránový process široký hákovito zahnutý; epandrium je červené; veľkosť 8-17 mm; antennae a palpus čierne (Obr.50)

Pandeleisca similis (Meade 1876) apikálny plate široký membránovitý, jeho laterálne ramená sú úzke; palpus do hnedá, alebo čierny; veľkosť 7-15 mm (Obr.51)

- Apikálny plate bez laterálnych ramien.....*Parasarcophaga* sp.
Parasarcophaga albiceps (Meigen, 1826) má cercálny profil stredne široký, takmer rovný; veľkosť 8-17 mm (Obr.52).
- 31. Análna žila A1 na krídlach krátka a silná, žila A2 v tvare sigmoidnej krivky. Žily A1 a A2 sa pretínajú alebo takmer pretínajú. Sc rovná (Obr. 53).Fanniidae
Sú rozšírené po celom svete. Niektorí zástupcovia z tejto čeľade patria medzi synantropné druhy, zároveň majú význam v medicínskej, hygienickej či forenznej oblasti. Larvy sa živia organickými zvyškami. V súčasnosti je popísaných 71 druhov, ktoré sa vyskytujú v Českej republike a 53 na Slovensku (Barták et al. 2016).
- Análne žily A1 a A2 takmer rovnobežné, pričom A1 končí pred okrajom krídla; Sc výrazne zakrivené (Obr. 54).....Muscidae (32)
Zástupcovia sú viazaní na výkaly, synantropné druhy viazané na ľudské obydliá. Rozšírené sú po celom svete. Často majú hygienický a medicínsky význam. V Českej republike sa uvádza 306 druhov (Barták et al. 2013).
- 32. Samec: telo jasne čierne s kovovým leskom; časť zástupcov s výrazne ochlpenou zadnou tibiou, alebo zástupcovia ako *Hydrotaea ignava* (Harris, 1780) výrazne esovito zahnutá zadná tibia.....*Hydrotaea* spp.
- Anepimeron bez ochlpenia; scutellus sfarbený do červena; bunka C5 zužujúca sa smerom k okraju (Obr.54); coxy čierne*Muscina* spp.
- Anepimeron ochlpený; telo nie je metalicky zelené alebo modré, metepimeron nad zadnou coxou bez ochlpenia, humerálny callus s 2-3 setae.....*Musca domestica* (Linnaeus, 1758)
- 33. Vibrissa prítomné (Obr.4); na širokých krídlach dobre vyvinutý análny lalok; neúplná kostálna vena s jedným alebo dvomi zlomami; brucho nemá bazálne zúženie; nezaoblená hlava.....Piophilidae
- Iná kombinácia znakov.....Sphaeroceridae, Drosophilidae, Sepsidae, Otitidae

KLÚČ ZÁSTUPCOV Z RÁDU COLEOPTERA

1. Prítomný zreteľný notopleurálny šev na predohrudi (Obr.55); nepohyblivé zadné coxy; tykadlá nitkovité s 11 článkami; prvý abdominálny ventrit rozdelený na dve časti (Obr.56)Adephaga
- Pohyblivé zadné coxy; prvý abdominálny ventrit nerozdelený; notopleurálny šev neprítomný (Obr.57).....Polyphaga (2)
2. Prognátna hlava (hlava smeruje dopredu v ose tela, ústne ústroje nasmerované dopredu); krovky skrátene; 4-6 zadočkový článok voľný; telo pretiahnuté; abdomen pretiahnutý, často veľmi pohyblivý; chodidlá s dvomi drápmi, tykadlá 9-11 článkov.....Staphylinidae

Čeľaď bohatá na rody a druhy. Výskyt vo všetkých typoch biotopov, bežne v dreve alebo pod kôrou, široká ekologická valencia. Zástupcovia môžu žiť v mraveniskách, či ako parazit na iných druhoch hmyzu. Druhy ako *Aleochara* sa vyskytujú na mŕtvotách, ich potravu tvoria larvy a vajíčka nekrofágneho hmyzu (Buchar et al. 1995). Medzi iné významné rody nekrofágnej fauny patria: *Philonthus*, *Ontholestes*, alebo *Creophilus* (Daněk 1990).

- Iná kombinácia znakov.....(3)
3. Kombinácia znakov: kompaktný klub na tykadlách (anténach) (Obr.56); krovky skrátene.....(4)
- Iná kombinácia znakov.....(5)
4. Krovky nepokrývajú posledné dva zadočkové články; dĺžka 0,7-10 mm; tykadlá paličkovité; tibia (Obr.55) plochá; často so zubmi na vonkajšom okraji; telo silne chitinizovanéHisteridae

Zástupcovia najčastejšie čierni, sklerotizovaní, lesklí. Larvy sú dravé, lovia predovšetkým Diptera. Preto je ich častý výskyt na zdochlinách, hnijúcej zelenine či výkaloch. Patria medzi kozmopolitné druhy, tzn. že sú rozšírené po celom svete, vrátane ČR a SR (Buchar et al. 1995).

- Tykadlá zakončené paličkou z troch článkov; veľkosť 2-7 mm; telo ploché, matné; krovky skrátene; zadné coxy viac menej oddialené; spodok chodidla bez kožovitých lalôčkov.....Nitidulidae

Živia sa prioritne peľom, preto je ich výskyt predovšetkým na kvetoch. Druhy hojné, často ich vidieť aj na mŕtvolách a kostiach, prípadne pod kôrou, na stromoch. Niektoré druhy patria medzi škodcov v poľnohospodárskom priemysle na rastlinách (Buchar et al. 1995).

5. Hypognátna hlava (hlava smerujúca dole kolmo k osi tela).....(16)

- Hlava nie je hypognátna; vzorec tarzu 5-5-5; veľkosť 9-30 mm; antény delené na 11 segmentov (Obr.55); segmenty 9-11 zhrubnuté; zadné coxy kuželovito predĺžené.....Silphidae (6)

6. Elytra (krovky) čierna; thorax hnedooranžový; tykadlá menej zhrubnuté počet segmentov 9-11; telo sploštené.....Silphinae (7)

- Krovky (elytra) pestro sfarbené, alebo čierne, skrátene; tykadlá paličkovité; telo robustné.....Nicrophorinae (10)

7. Oči veľké; hlava za očami značne zúžená elytra na konci štítu u samca uťaté; koreň štítu zaokrúhlený.....*Necrodes* spp.

Necrodes littoralis (Linnaeus, 1758) (Obr.58) má sfarbenie čierne, telo lesklé; elytra je kratšia s tromi pozdĺžnymi ryhami, dozadu rozšírená, nepokrýva posledné tri zadočkové články; veľkosť 15-25 mm; posledné tri články tykadiel červenohnedé, oranžové.

- Iná kombinácia znakov.....(8)

8. Hlava zúžená za očami; elytry prekrývajú celý zadoček; vykrojený predný okraj štítu*Oiceptoma* spp.

Oiceptoma thoracicum (Linnaeus, 1758) (Obr.59) má telo matné, čierne, oválne; caput a pronotum oranžovo až červeno sfarbené; elytra čierna; veľkosť 11-16 mm.

- Hlava za očami zaškrtená; predný okraj štítu plocho oblúkovito vykrojený; pred koncom skráteneý epipleuron kroviek (Obr.55).....*Thanatophilus* spp. (9)
- 9. Sfarbenie čierne matné; veľkosť 7-12 mm; hlava a elytra pokryté výraznými žltými chlpmi.....*Thanatophilus dispar* (Herbst, 1793) (Obr.60)
- Hrubé vrásky a vyvýšeniny po celej elytre; zaoblený vonkajší okraj elytry; veľkosť 10-14 mm.....*Thanatophilus rugosus* (Linnaeus, 1758) (Obr.61)
- Elytra bez vrások a vyvýšení; vonkajší okraj kroviek špicatý; veľkosť 9-12 mm.....*Thanatophilus sinuatus* (Fabricius, 1775) (Obr.62)
- 10. Abdomen s piatimi (ojedinele šiestimi) viditeľnými zadočkovými článkami (sternitmi); tri bazálne tergity membránovité; 2. tykadlový článok značne skráteneý, preto sa tykadlá javia ako 10 článkové; krovky skráteneý.....*Nicrophorus* spp. (11)
- Iná kombinácia znakov.....*Eonecrophorus* sp., *Ptomascopus* sp. (zástupcovia týchto rodov sa však v Českej republike a na Slovensku nevyskytujú)
- 11. Telo čierne lesklé; 18-25 mm; tykadlová palička (antennálny club) červená.....
.....*Nicrophorus humator* (Gleditsch, 1767) (Obr.63)
- Caput a thorax čierne; na krovkách pestré sfarbenie.....(12)
- 12. Predný okraj štítu žltý brvitý; tykadlové paličky (posledné 3 články tykadiel) oranžovočervené; koniec kroviek čierno-vrúbkovaný; veľkosť 12-22mm.....
.....*Nicrophorus vespillo* (Linnaeus, 1758) (Obr.65)
- Predný okraj štítu hladký.....(13)
- 13. Čierna tykadlová palička; robustné nohy; veľkosť 12-18 mm.....
..... *Nicrophorus vespilloides* Herbst, 1784 (Obr.64)
- Tykadlová palička (antennálny club) oranžová.....(14)
- 14. Čierne ochlpenie abdominálnych tergitov; posledné 3 abdominálne články nie sú kryté elytrou, bez žltého ochlpenia.....
.....*Nicrophorus sepultor* (Charpentier 1825) (Obr.68)
- Ochlpenie abdominálnych tergitov žlté.....(15)

15. Viditeľné abdominálne tergity so žltým ochlpením; vonkajšia strana stehien jemne žltá čierna priečna; absencia chlpcov na thoraxe; veľkosť 14-18 mm.....
*Nicrophorus interruptus* Stephens, 1830 (Obr.66)
- Brušné a chrbtové články na vonkajšej strane čierno-brvité; okraj pronotum široký a výrazný; antennálny club červený alebo oranžový; iba terminálny abdominálny segment s žltým ochlpením veľkosť 12-22 mm.....
*Nicrophorus investigator* Zetterstedt, 1824 (Obr.67)
16. Telo oválne až slabo pretiahnuté pokryté hustými chlpmi; tykadlá krátke paličkovité na konci s clubom, zložené z 11 segmentov; zadná coxa so stehennými krytmi.....
Dermestidae
- Larvy aj dospelé jedince môžeme nájsť na mršinách, v ľudských obydlíach, na zhnitej zelenine a ovocí. Dospelé jedince aj larvy sa živia na mŕtvotách. Časť druhov sú škodci v domácnosti (Buchar et al. 1995).
- Telo predĺžené; krovky často pestro sfarbené ochlpené; oči veľké; kožovité prívesky na chodidlových článkoch; tykadlá s väčšími koncovými článkami, alebo s 3-člennou paličkou; larvy aj dospelé jedince predátori; skupina veľmi rôznorodá.....
Cleridae

4. ZÁVER

Kolonizácia mŕtveho tela je dôležitým aspektom pri jeho dekompozícii. Hmyz je významným reducentom tkanív a jeho prítomnosť na tele napomáha v praxi prevažne v obore forenznej entomológie. Z toho dôvodu je nutné skúmať jeho biologické a ekologické nároky. V práci som sa sústredila na charakteristiku čeladi, ktoré sú typicky nekrofágne a vyskytujú sa počas dekompozície mŕtveho tela, prevažne v štádiu počiatočného rozkladu, nakoľko toto štádium je forenzne významné z dôvodu určenia post-mortem intervalu (PMI).

V práci bola zároveň vysvetlená problematika rozdielnych geografických oblastí, ako aj sezónne nároky hmyzu. Ukazuje sa, že niektoré druhy ako *Musca domestica*, sú viazané na urbanizované oblasti a nie ako zaznamenávajú niektoré staršie literatúry (Daněk 1990), na mŕtve telo. Je preto potrebné venovať väčšiu pozornosť problematike antropogénnych oblastí a jej odlišenia od iných typov biotopov. Synantropné druhy zároveň predstavujú hrozbu nielen pre hospodárske zvieratá, ale aj pre človeka, nakoľko spôsobujú ochorenie nazývané myiázy. Myiázne druhy najčastejšie predstavujú zástupcovia Diptera čeladi Muscidae, Calliphoridae a Sarcophagidae. Posledné poznatky ukazujú, že na území Českej republiky a Slovenska myiázy spôsobujú zástupcovia aj iných čeladi. Napríklad *Clogmia albipunctata* (Williston, 1893) z čelade Psychodidae patrí medzi eusynantropný druh, nakoľko nie je schopná prežívať vo voľnej prírode. Jej biológiu je však potrebné naďalej sledovať (Šuláková et al. 2014b).

Hmyz majú taktiež odlišné teplotné nároky. Druhy ako napríklad *Lucilia sericata*, preferujú teplejšie mesiace (Schroeder et al. 2003), iné sa naopak vyskytujú počas celého roku. Takýto druh predstavuje *Calliphora vicina* (Schroeder et al. 2003). To, kedy sa konkrétne druhy vyskytujú je v praxi veľmi využívané. Na základe tejto informácie dokáže forezný entomológ určiť, či k smrti došlo napríklad v zime alebo v lete.

Cieľom mojej nadväzujúcej diplomovej práce bude porovnať zastúpenie druhov v rozdielnych typoch biotopov, ako aj sledovanie druhov v závislosti od ich sezónnosti. Hlavný dôraz sa bude klásť na biotopy mesta a vidieka a na čelade charakterizované v bakalárskej práci. Existuje však ešte veľa iných typov biotopov, ktoré by bolo vhodné preskúmať a porovnať.

5. ZOZNAM LITERATÚRY

- Akbarzadeh K., Wallman J. F., Šuláková H. & Szpila K. 2015. Species identification of Middle Eastern blowflies (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance. *Parasitology Research* **114**, 1463-1472.
- Aleksandrowicz O., Komosinski K., Sklodowski J., Huruk S., Bersevskis A. & Tarasiuk S. 2005. On the fauna of carrion beetles (Coleoptera, Silphidae) of Mazurian lakeland (north-eastern Poland). *Protection of coleoptera in the Baltic Sea region. Agricultural University Press, Warsaw*. 147-153.
- Ali-Khan F. E. A. & Ali-Khan Z. 1975. A case of traumatic dermal myiasis in Quebec caused by *Phormia regina* (Meigen)(Diptera: Calliphoridae). *Canadian journal of zoology*. **53**, 1472-1476.
- Ames C. & Turner B. 2003. Low temperature episodes in development of blowflies: implications for postmortem interval estimation. *Medical and Veterinary Entomology*. **17**, 178-186.
- Amendt J., Krettek R. & Zehner R. 2004. Forensic entomology. *Naturwissenschaften*. **91**, 51-65.
- Anderson G. S., Červenka V. J., Haglund W. D. & Sorg M. H. 2002. Insects associated with the body: their use and analyses. *Advances in forensic taphonomy: method, theory, and archaeological perspectives*. **173**, 200.
- Arnaldos M. I., Romera E., Presa J. J., Luna A. & Garcia M. D. 2004. Studies on seasonal arthropod succession on carrion in the southeastern Iberian Peninsula. *International Journal of Legal Medicine*. **118**, 197-205.
- Arnett R. H. Jr & Thomas M. C. 2000. *American Beetles, Volume I: Archostemata, Myxophaga, Adepaga, Polyphaga: Staphyliniformia*. Boca Raton: CRC Press.
- Archer M. S. & Elgar M. A. 2003a. Effects of decomposition on carcass attendance in a guild of carrion-breeding flies. *Medical and Veterinary Entomology* **17**, 263-271.
- Archer M. S. & Elgar M. A. 2003b. Yearly activity patterns in southern Victoria (Australia) of seasonally active carrion insects. *Forensic Science International*. **132**, 173-176.
- Ashworth J. R. & Wall R. 1994. Responses of the sheep blowflies *Lucilia sericata* and *Lcuprina* to odour and the development of semiochemical baits. *Medical and Veterinary Entomology*. **8**, 303-309.
- Barták M., Vaněk J., Hlavová A. & Hlava J. 2013. Mouchovití (Diptera, Muscidae) české části Krkonoš/Muscidae (Diptera) in the Czech part of the Krkonose Mts. *Opera Corcontica*. **50**, 151.

- Barták M., Preisler J., Kubík Š., Šuláková H. & Sloup V. 2016. Fanniidae (Diptera): new synonym, new records and an updated key to males of European species of *Fannia*. *ZooKeys*. **593**, 91.
- Benecke M. 2001. A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International* **120**, 2-14.
- Benecke M. 2005. Arthropods and corpses. In Tsokos M. (Ed.) *Forensic pathology reviews* (207-240). Humana Press.
- Benecke M. 2008. A brief survey of the history of forensic entomology. *Acta Biologica Benrodis* **14**, 15-38.
- Biolib. 1999. rod hrobařík *Nicrophorus Fabricius, 1775*. Získané 8. 4. 2018, z <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id5352/>
- Buchar J., Ducháč V., Hůrka K. & Lellák J. 1995. *Klíč k určování bezobratlých*. Praha: Scientia.
- Buttiker W., Attiah M. A. & Pont A. 1979. Synanthropic Flies. *Fauna Saudi Arabia*. **1**, 352-366.
- Braack L. E. O. 1987. Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical African woodland. *Oecologia*. **72**, 402-409.
- Byrd J. H. & Castner J. L. 2010. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations. Second edition*, Boca Raton: CRC Press.
- Carvalho L. M. L. D., Thyssen P. J., Linhares A. X. & Palhares F. A. B. 2000. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* **95**, 135-138.
- Carvalho L. M. L., Thyssen P. J., Goff M. L. & Linhares A. X. 2004. Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in an urban area of Southeastern Brazil. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. **5**, 33-39.
- Carvalho C. J. B. D. & Mello-Patiu C. A. D. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*. **52**, 390-406.
- Catts E. P. & Goff M. L. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. *Annual review of Entomology* **37**, 253-272.
- Centeno N., Maldonado M. & Oliva A. 2002. Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires Province (Argentina). *Forensic Science International*. **126**, 63-70.
- Coe J. I. & Curran W. J. 1980. Definition and time of death. In: Curran W. J., McGarry

- A. L. & Petty C. S. (Ed.). *Modern legal psychiatry and forensic science*. (141-169). Philadelphia: F.A. Davis Co.
- Cumming J. M. 2000. *Key to the Families of Diptera Associated with Cow Dung*. Získané 8. 4. 2018, z <http://www.nadsdiptera.org/FFP/dungfly/dungfly.htm>
- Daněk L. 1990. *Možnosti využití entomologie v kriminalistice*, Brno: Kriminalistický ústav VB.
- Davies L. 1999. Seasonal and spatial changes in blowfly production from small and large carcasses at Durham in lowland northeast England. *Medical and Veterinary Entomology*. **13**, 245-251.
- Eliášová H. & Šuláková H. 2012. Forezní biologie. In: Štefan J., Hladík J. et al.(Ed.). *Soudní lékařství a jeho moderní trendy*. (281-325). Praha: Grada publishing a.s.
- Fuller M. E. 1934. The insect inhabitants of carrion: a study of animal ecology, *Bulletin of the Council for Scientific and Industrial Research* **82**
- Gennard D. 2012. *Forensic entomology: an introduction*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Gruner S. V., Slone D. H. & Capinera J. L. 2007. Forensically important Calliphoridae (Diptera) associated with pig carrion in rural north-central Florida. *Journal of Medical Entomology*. **44**, 509-515.
- Gunn A. 2011. *Essential forensic biology*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Gupta A. & Setia P. 2004. Forensic entomology—past, present and future. *Forensic Entomology Special Issue Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. **50**.
- Hall D. G. 1948. *Blowflies of North America*. Thomas Say Foundation; London.
- Henssge C., Madea B., Knight B., Nokes L. & Krompecher T. 1995. *The estimation of time since death in the early postmortem interval*. London: Arnold.
- Charabidze D., Vincent B., Pasquerault T. & Hedouin V. 2016. The biology and ecology of *Necrodes littoralis*, a species of forensic interest in Europe. *International journal of legal medicine*, **130**, 273-280.
- Javorek V. 1947. *Klíč k určování brouků ČSR*. Olomouc: R. Promberger
- Johansen H., Solum M., Knudsen G. K., Hågvar E., Norli H. & Aak A. 2014. Blow fly responses to semiochemicals produced by decaying carcasses. *Med Vet Entomol* **28**, 26–34
- Klotzbach H., Krettek R., Bratzke H., Püschel K., Zehner R. & Amendt J. 2004. The history of forensic entomology in German-speaking countries. *Forensic science international*. **144**, 259-263.

- Kočárek P. 2003. Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. *European journal of soil biology*. **39**, 31-45.
- Laupy M. 1994. Post mortem interval a nekrofilni mouchy. *Kriminalistika*. **2**, 121-135.
- Martínez-Sánchez A., Rojo S. & Marcos-García M. A. 2000. Annual and spatial activity of dung flies and carrion in a Mediterranean holm-oak pasture ecosystem. *Medical and Veterinary Entomology*. **14**, 56-63.
- Matuszewski S., Bajerlein D., Konwerski S. & Szpila K. 2008. An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe. *Forensic Science International*. **180**, 61-69.
- McKnight B. E. 1981. *The washing away of wrongs: forensic medicine in thirteenth-century China*. University of Michigan: Ann Arbor
- Mégnin P. 1894. *La faune des cadavres: Application de l'entomologie a la médecine légale*. Paris: Masson & Gauthier-Villars.
- Mulieri P. R., Mariluis J. C. & Patitucci L. D. 2010. Review of the Sarcophaginae (Diptera: Sarcophagidae) of Buenos Aires Province (Argentina), with a key and description of a new species. *Zootaxa*. **2575**, 1-37.
- Nerc-Centre for Ecology & Hydrology. 2016. *Silphidae Recording Scheme*. Získané 8. 4. 2018, z <http://coleoptera.org.uk/silphidae/home>
- Oliveira-Costa J. & de Mello-Patiu C. A. 2004. Application of forensic entomology to estimate of the postmortem interval (PMI) in homicide investigations by the Rio de Janeiro Police Department in Brazil. *Emergence*. **234**, 165-75.
- Pape T. 1987. *The Sarcophagidae-Diptera-Of Fennoscandia and Denmark* (Vol. 19). Copenhagen: Brill.
- Pinterest. Získané 8. 4. 2018 z <https://sk.pinterest.com/pin/382102349620925975/>
- Povolný D. 1971. Synanthropy. *B Greenberg, Flies and Disease*. **2**, 17-54.
- Povolný D. 1979. Některá hlediska praktického využití hmyzu v kriminalistice. *Kriminalistický sborník*. **10**, 620-630.
- Povolný D. & Verves Y. 1997. *The Flesh-flies of Central Europe:(insecta, Diptera, Sarcophagidae)*. Mníchov: Friedrich Pfeil.
- Rietschel S. & Povolný D. 2011. *Hmyz: 3 znaky*. Čestlice: Rebo Productions CZ
- Rodriguez W. C. & Bass W. M. 1983. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in East Tennessee. *Journal of Forensic Science*. **28**, 423-432.
- Rognes K. 1991. *Blowflies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark* (Vol.

24). Leiden: Brill.

- Rosický B. & Daniel M. 1989. *Lékařská entomologie a životní prostředí*. Praha: Československá akademie věd.
- Sabanoğlu B. & Sert O. 2010. Determination of Calliphoridae (Diptera) fauna and seasonal distribution on carrion in Ankara Province. *Journal of forensic sciences*. **55**, 1003-1007.
- Schroeder H., Klotzbach H. & Püschel K. 2003. Insects' colonization of human corpses in warm and cold season. *Legal medicine*. **5**, S372-S374.
- Stafford K. C. 2008. *Fly management handbook: a guide to biology, dispersal, and management of the house fly and related flies for farmers, municipalities, and public health officials*. New Haven: Connecticut Agricultural Experiment Station.
- Straus J., Porada V. et al. 2017. *Teorie, metody a metodologie kriminalistiky*. Plzeň: Aleš Čeňek.
- Šuláková H. 2014. Forezní entomologie – když smrt je začátek. *Živa*. Academia, 250-256.
- Šuláková H. & Barták M. 2013. Forensically important Calliphoridae (Diptera) associated with animal and human decomposition in the Czech Republic: preliminary results. *Casopis slezského zemského muzea (A)*. **62**, 255-266.
- Šuláková H., Barták M. & Vaněk J. 2014a. Bzučivkovití (Diptera, Calliphoridae) české části Krkonoš/Calliphoridae (Diptera) in the Czech part of the Krkonoše Mts. *Opera Corcontica*. **51**, 145.
- Šuláková H., Gregor F., Ježek J. & Tkoč M. 2014b. Nová invaze do našich obcí a měst: koutule *Clogmia albipunctata* a problematika myiáz. *Živa*. **1**, 29-32.
- Šuláková H., Harakalová L. & Barták M. 2014c. Effect of freezing on the initial colonization of the carcass with necrophagous organisms. *Acta Musei Silesiae, Scientiae Naturales*. **63**, 29-37.
- Tereli M., Bayram A. & Tüzün A. 2015. Determination of Species of Diptera Feeding on Carcasses and their Evaluation in Forensic Entomology in Kırıkkale Province. *Journal of Applied Biological Sciences*, **9**.
- University of Maine. 2013. *Insects - 196-Beneficial Insect Series 2: Carabidae (Ground Beetles) on Maine Farms*. Získané 8. 4. 2018, z <https://extension.umaine.edu/blueberries/factsheets/insects/insects-196-beneficial-insect-series-2-carabidae-ground-beetles-on-maine-farms/>
- Verves Y., Šuláková H., Barták M. & Vonička P. 2017. Flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) of the Jizerské hory Mts, Frýdlant region and Liberec environs

(northern Bohemia, Czech Republic). *Sborník Severočeského Muzea, Přírodní Vědy*. **35**, 155–166

Watson E.J. & Carlton C.E. 2003. Spring succession of necrophilous insects on wildlife carcasses in Louisiana. *Journal of Medical Entomology*. **40**, 338-347.

ZOZNAM PRÍLOH

Tabuľky

Tabuľka 1. Sukcesia dospelých jedincov arthropoda na ľudskej mŕtvole zobrazujúca jednotlivé čeľade a ich zastúpenie v konkrétnych dekompozičných štádiách podľa Rodriguez & Bass

Ilustrácie

Obrázok 1-10. Základná morfológia diptera s vyznačením konkrétnych častí caput, thorax a abdomen so zameraním na špecifiká typické pre dané druhy

Obrázok 11-31. Znázornenie základných častí tela Calliphoridae, so zameraním na špecifiká typické pre konkrétne druhy

Obrázok 32-33. Rozdiel v znázornení frontálnych štetín u *Ravinia* spp a *Sarcophaga* spp.

Obrázok 34. Štrukturálne detaily phallusu Sarcophaginae

Obrázok 35-52. Phallus Sarcophagini

Obrázok 53-54. Rozdiel v krídle čeľade Faniidae a Muscidae

Obrázok 55-57. Základná morfológia Coleoptera so zameraním na rozdiely Adephaga a Polyphaga

Obrázok 58-62. Základní zástupcovia Silphinae

Obrázok 63-68. Základní zástupcovia Nicrophorinae

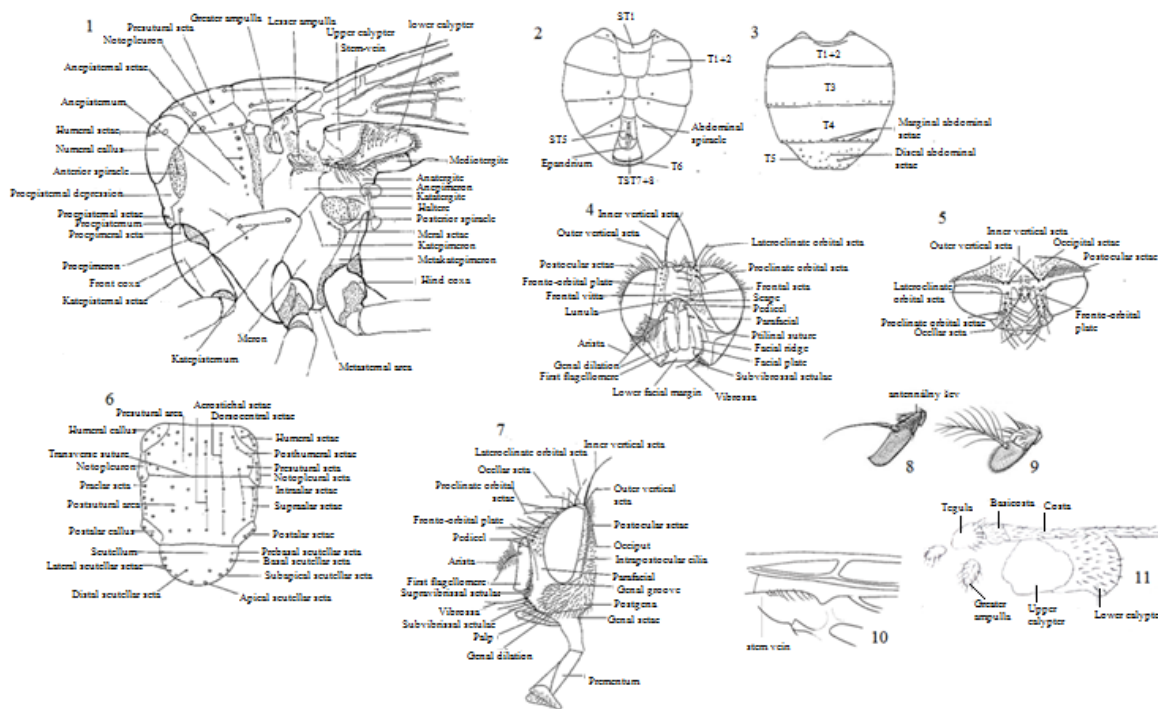
PRÍLOHY

INSECT FAMILY	STAGES OF DECOMPOSITION			
	FRESH	BLOATED	DECAY	DRY
CALLIPHORIDAE: (blow flies)	—————	—————	—————	—————
MUSCIDAE: (muscid flies)	—————	—————	—————	—————
SILPHIDAE: (carrion beetles)	—————	—————	—————	—————
SARCOPHAGIDAE: (flesh flies)	—————	—————	—————	—————
HISTERIDAE: (clown beetles)	—————	—————	—————	—————
STAPHYLINIDAE: (rove beetles)	—————	—————	—————	—————
NITIDULIDAE: (sap beetles)	—————	—————	—————	—————
CLERIDAE: (checkered beetles)	—————	—————	—————	—————
DERMESTIDAE: (dermestid beetles)	—————	—————	—————	—————
SCARABAEIDAE: (lamellicorn beetles)	—————	—————	—————	—————

*Each stage of decomposition is given the same amount of space in this table.

- Indicates a small number of individuals present.
- Indicates a moderate number of individuals present.
- Indicates a large number of individuals present.

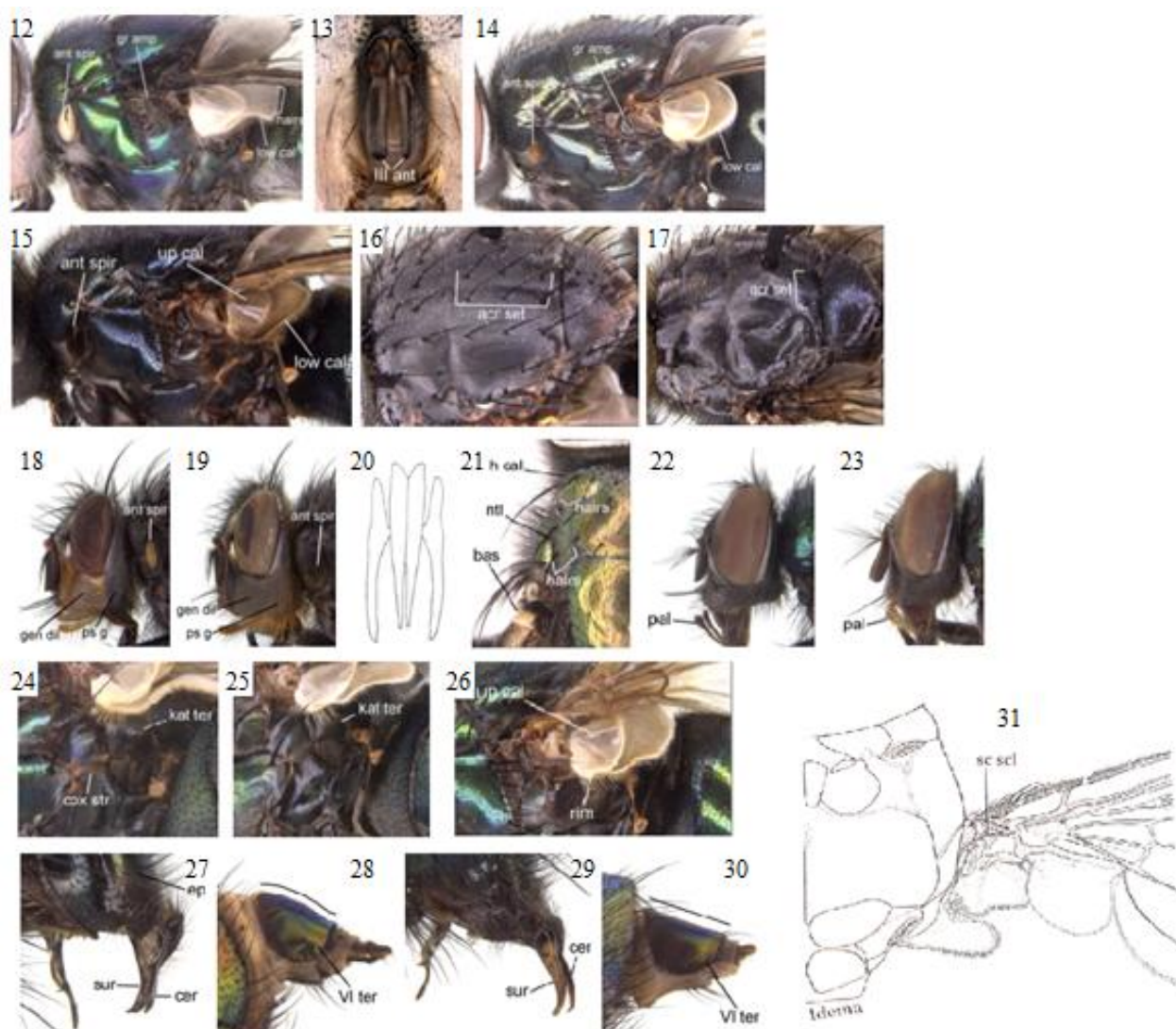
Tabuľka 1. Sukcesia arthropoda na ľudskej mŕtvoľe v závislosti od doby rozkladu. (Rodriguez W. C. & Bass W. M. 1983. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in East Tennessee. *Journal of Forensic Science*. **28**, 423-432.)



Obrázky 1-10: Základná morfológia Diptera **1.** Laterálny pohľad na thorax zľava **2.** Ventrálny pohľad na abdomen **3.** Dorzálny pohľad abdomenu **4.** Anteriálny pohľad na caput (hlavu) **5.** Dorzálny pohľad na hlavu **6.** Dorzálny pohľad thoraxu **7.** Laterálny pohľad na hlavu zľava **8.** Prítomnosť antennálneho švu **9.** Neprítomnosť antennálneho švu **10.** Kmeňová žilka (stern vein) s chĺpkami **11.** Laterálny pohľad bázy krídla zobrazujúcim greater ampulla

(Rognes K. 1991. *Blowflies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark* (Vol. 24). Leiden: Brill.), (Carvalho C. J. B. D. & Mello-Patiu C. A. D. 2008.

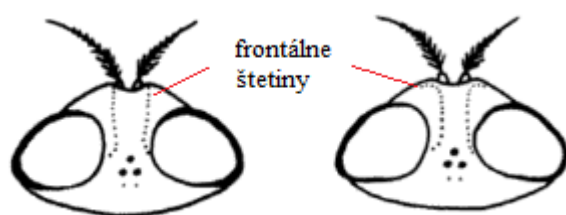
Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*. **52**, 390-406.), (Cumming J. M. 2000. *Key to the Families of Diptera Associated with Cow Dung*. Získané 8. 4. 2018, z <http://www.nadsdiptera.org/FFP/dungfly/dungfly.htm>), (Byrd J. H. & Castner J. L. 2010. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. Second edition, Boca Raton: CRC Press.)



Obrázky 12-31: 12. *Ch. albiceps* laterálny pohľad thoraxu 13. *Ch. albiceps* hlava s anténami 14. Thorax *L. caesar* s vyznačeným horným a dolným calyptrom (upper and lower) 15. Thorax *P. terraenovae* a jeho laterálny pohľad 16. *C. vicina* dorzálny pohľad thoraxu 17. *C. mortuorum* dorzálny pohľad thoraxu 18. *C. vicina* laterálny pohľad hlavy 19. *C. vomitoria* laterálny pohľad hlavy 20. Posterálny pohľad na cercy *C. loewi* 21. *L. sericata* drzálny pohľad thoraxu 22. *L. silvarum* laterálny pohľad hlavy 23. *L. ampullacea* laterálny pohľad hlavy 24. *L. illustris* laterálny pohľad posterálnej strany thoraxu 25. *L. ampullacea* laterálny pohľad posterálnej strany thoraxu 26. *L. ampullacea* laterálny

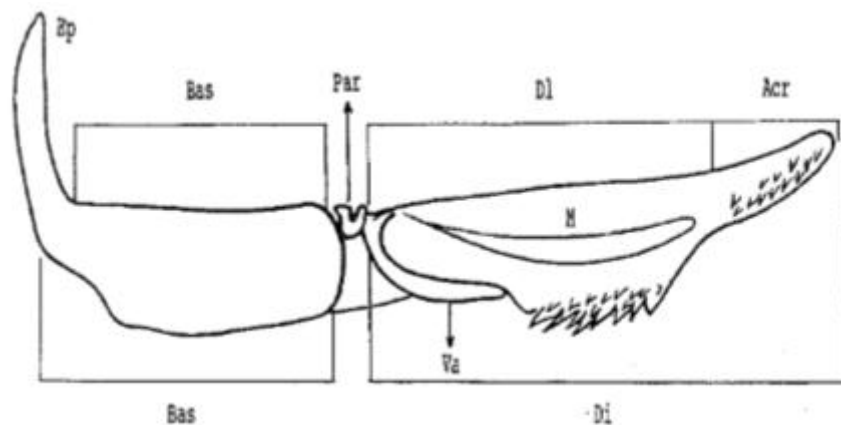
pohľad horného a dolného calyptru **27.** *L. caesar* posteriálna strana abdomenu, samčí pohlavný aparát **28.** *L. caesar* laterálny pohľad IV tergitu **29.** Samčí pohlavný aparát *L. illustris* posteriálny pohľad **30.** *L. illustris* IV tergít **31.** Čierne chlpy na subcostálnych scleritoch ventrálnej strany krídla *L. illustris*

(Akbarzadeh K., Wallman J. F., Šuláková H. & Szpila K. 2015. Species identification of Middle Eastern blowflies (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance. *Parasitology Research* **114**, 1463-1472.), (Byrd J. H. & Castner J. L. 2010. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations. Second edition*, Boca Raton: CRC Press.)



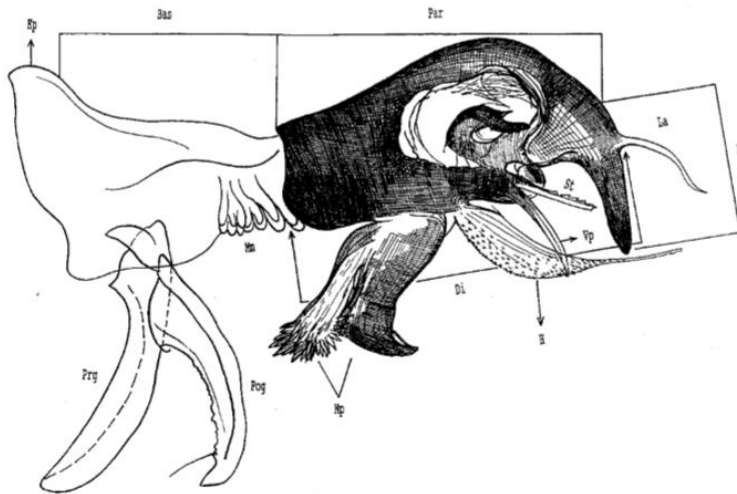
Obr.32-33: **32.** Frontálne štetiny u *Ravinia* spp. **33.** Frontálne štetiny u *Sarcophaga* spp.

(Pape T. 1987. *The Sarcophagidae-Diptera-Of Fennoscandia and Denmark* (Vol. 19). Copenhagen: Brill.)



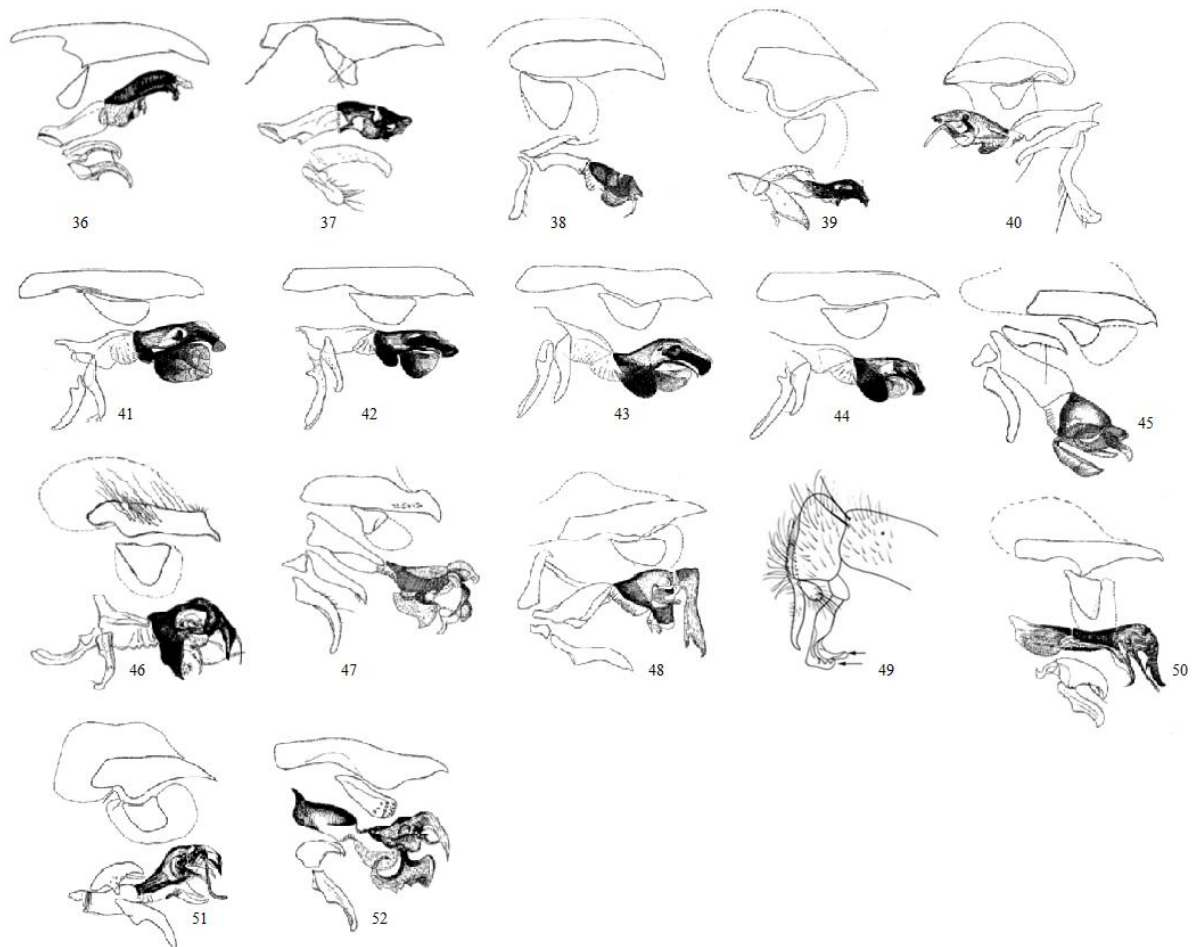
Obrázok 34. Štruktúrne detaily phallusu Sarcophaginae: Ep epiphallus, Bas basiphallus, Di distiphallus, Par paraphallus, Dl dorsolaterálny process distiphallusu, Acr acrophallus, M stredový appendix paraphallusu, Va ventrálny (brušný) appendix paraphallusu

(Povolný D. & Verves Y. 1997. *The Flesh-flies of Central Europe:(insecta, Diptera, Sarcophagidae)*. Mníchov: Friedrich Pfeil.)



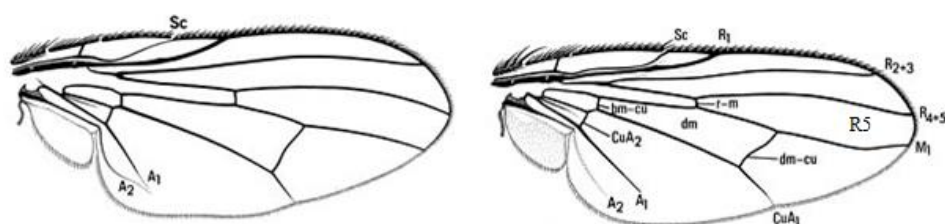
Obr. 35: Phallus Sarcophagini: Ap apikálny plate distiphallusu, Bas basiphallus, Di distiphallus, Ep epiphallus, H harpe, La apikálny plate s laterálnymi ramenami, Mm membrána, Mp membránový process, Par paraphallus, Pog postgonit, Prg pregonit, St stylus, Vp ventrálny process distiphallusu

(Povolný D. & Verves Y. 1997. *The Flesh-flies of Central Europe:(insecta, Diptera, Sarcophagidae)*. Mníchov: Friedrich Pfeil.



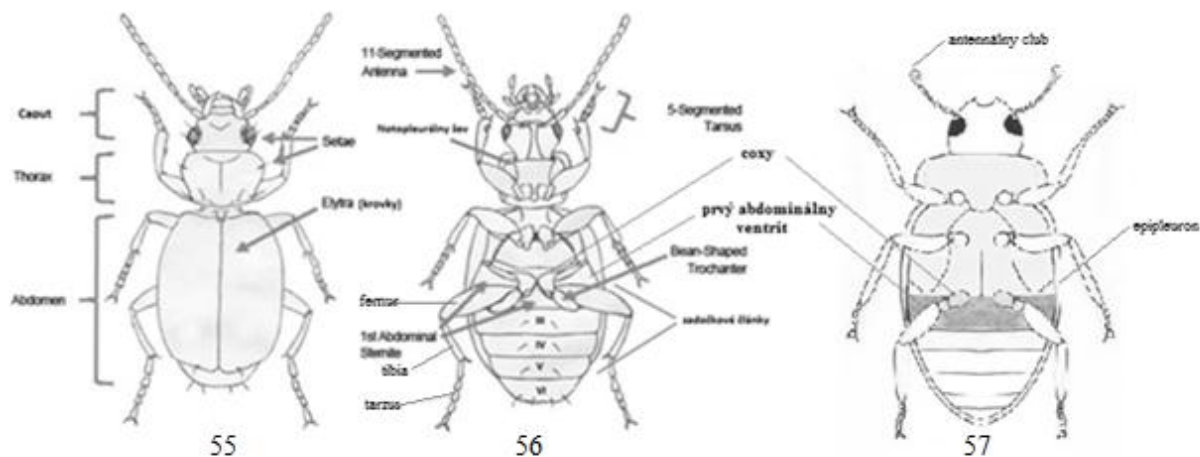
Obr. 36-52: Samčie pohlavné orgány 36. *Helicophagella melanura*, 37. *Helicophagella noverca*, 38. *Heteronychia schineri*, 39. *Heteronychia vagans*, 40. *Heteronychia hirticus*, 41. *Sarcophaga subvicina*, 42. *Sarcophaga carnaria*, 43. *Sarcophaga variegata*, 44. *Sarcophaga lehmanni*, 45. *Pandaleana protuberans*, 46. *Thyrsocnema incisilobata*, 47. *Liopygia argyrostoma*, 48. *Robineauella caerulescens*, 49. *Bercaea africa*, 50. *Liosarcophaga tibialis*, 51. *Pandeleisca similis*, 52. *Parasarcophaga albiceps*

(Povolný D. & Verves Y. 1997. *The Flesh-flies of Central Europe*: (insecta, Diptera, Sarcophagidae). Mnichov: Friedrich Pfeil.), (Carvalho C. J. B. D. & Mello-Patiu C. A. D. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*. 52, 390-406.)



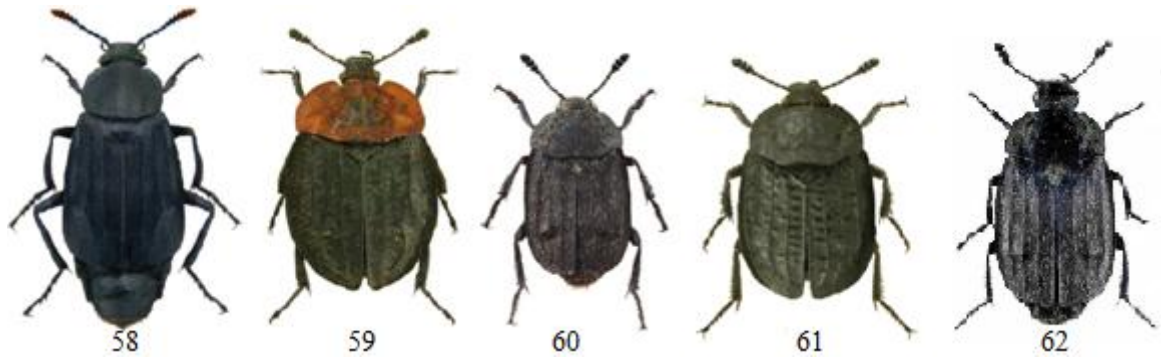
Obr.53-54: 53. Krídlo zástupcov z čeľade Fanniidae 54. Krídlo zástupcov z čeľade Muscidae rod *Muscina*

(Cumming J. M. 2000. *Key to the Families of Diptera Associated with Cow Dung*. Získané 8. 4. 2018, z <http://www.nadsdiptera.org/FFP/dungfly/dungfly.htm>)

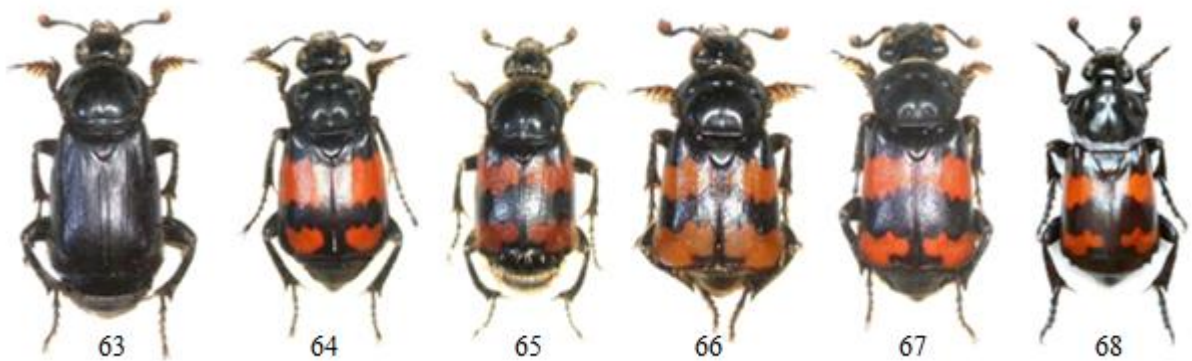


Obr. 55-57: Morflógia Coleoptera 55. Adephaga pohľad zvrchu 56. Adephaga pohľad zospodu 57. Polyphaga

(University of Maine. 2013. *Insects - 196-Beneficial Insect Series 2: Carabidae (Ground Beetles) on Maine Farms*. Získané 8. 4. 2018, z <https://extension.umaine.edu/blueberries/factsheets/insects/insects-196-beneficial-insect-series-2-carabidae-ground-beetles-on-maine-farms/>), (Pinterest. Získané 8. 4. 2018 z <https://sk.pinterest.com/pin/382102349620925975/>)



Obr. 58-62: Zástupcovia Silphinae **58.** *Necrodes littoralis* **59.** *Oiceoptoma thoracicum*
60. *Thanatophilus dispar* **61.** *T. rugosus* **62.** *T. sinuatus*
 (Nerc-Centre for Ecology & Hydrology. 2016. *Silphidae Recording Scheme*. Získané 8. 4. 2018, z <http://coleoptera.org.uk/silphidae/home>)



Obr.63-68: Zástupcovia Nicrophorinae **63.** *Nicrophorus humator* **64.** *N. vespilloides* **65.**
N. vespillo **66.** *N. interruptus* **67.** *N. investigator* **68.** *N. sepultor*
 (Biolib. 1999. *rod hrobařík Nicrophorus Fabricius, 1775*. Získané 8. 4. 2018, z <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id5352/>)