

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**  
**Katedra zoologie a rybářství**



**Využití dvoukřídlých ve forenzní praxi se zaměřením na  
čeled' Piophilidae (Diptera)**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Michal Soukup**

**Vedoucí práce: Prof.RNDr. Miroslav Barták, CSc.**

© 2013 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Využití dvoukřídlých ve forenzní praxi se zaměřením na čeleď Piophilidae (Diptera)" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu prof. RNDr. Miroslavu Bartákovi, CSc. a konzultantce mé bakalářské práce pplk. Ing. Haně Šulákové, Ph.D za jejich ochotu, cenné rady, připomínky, trpělivost a zejména za čas, který mi věnovali. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Anně Krupauerové za pomoc se statistickými metodami.

# Využití dvoukřídlých ve forenzní praxi se zaměřením na čeleď Piophilidae (Diptera)

---

## The use of Diptera in forensic practise with respect to the dipteran family Piophilidae

### **Souhrn**

Cílem práce bylo shromáždit dostupné informace o využití dvoukřídlého hmyzu ve forenzní entomologii a provést pokus, který měl potvrdit nebo vyvrátit vhodné využití čeledi Piophilidae ve forenzní entomologii.

Forenzní entomologie využívá dvoukřídlý hmyz k určování post mortem intervalu. Určení post mortem intervalu hmyzem je levnější a přesnější, než při užití jakéhokoliv jiného způsobu. Hmyz může napovědět, zda bylo s tělem manipulováno, nebo kde došlo k úmrtí. Další využití forenzní entomologie ve vyšetřování lze očekávat, neboť tato vědní disciplína není úplně probádána.

Odhalení přesnějšího využití čeledi Piophilidae pro forenzní entomologii by mohlo pomoci zpřesnit určování post mortem intervalu. To by mohlo pomoci vyšetřování k rychlejšímu dopadení pachatele. Pokus k této práci měl poukázat na výskyt dvoukřídlého hmyzu na mase v různém stádiu rozkladu.

### **Klíčová slova**

Diptera, Piophilidae, Forenzní entomologie

## **Summary**

The aim of this thesis is to summarize available information about the utilization of dipterous insects in forensic entomology and to conduct an experiment, which should confirm or reject the hypothesis about the suitability of the Piophilidae family for use in forensic entomology.

Forensic entomology uses dipterous insects for determining the post mortem interval. This approach is cheaper and more accurate than any other method. Insects can give us a hint about whether the body was moved or where the death occurred. We can expect further development of the use of forensic entomology during investigation as this discipline is not yet fully explored.

Revelation of more accurate utilization of Piophilidae family for forensic entomology could help make determining of post mortem interval more accurate. This could help the investigators to catch the culprit faster. The conducted experiment should have pointed out an occurrence of dipterous insects in flesh during various stages of decay.

## **Keywords:**

Diptera, Piophilidae, Forensic entomology

## Obsah

1	Úvod.....	7
2	Cíl práce.....	8
3	Literární rešerše.....	9
3.1	<b>Historický vývoj.....</b>	<b>9</b>
3.1.1	První kriminální případ forenzní entomologie.....	9
3.1.2	Mýtus o vzniku spontánní generace červů.....	9
3.1.3	Hromadné exhumace ve Francii a Německu.....	9
3.1.4	Použití hmyzu k určení posmrtného intervalu.....	10
3.1.5	Přelom století.....	11
3.1.6	Od 1. Světové války do současnosti.....	11
3.2	<b>Využívané čeledi dvoukřídlých v kriminalistice.....</b>	<b>12</b>
3.2.1	Calliphoridae.....	13
3.2.2	Sarcophagidae.....	14
3.2.3	Muscidae.....	14
3.2.4	Phoridae.....	14
3.2.5	Piophilidae.....	15
3.3	<b>Využití forenzní entomologie v kriminalistice.....</b>	<b>16</b>
3.3.1	Zajišťování entomologických stop.....	17
3.3.2	Vliv na kladení vajíček.....	23
4	<b>Materiál a metody.....</b>	<b>24</b>
4.1	<b>Příprava masa.....</b>	<b>24</b>
4.2	<b>Příprava pastí.....</b>	<b>25</b>
4.3	<b>Příprava pokusu.....</b>	<b>25</b>
4.4	<b>Průběh pokusu.....</b>	<b>26</b>
4.5	<b>Třídění.....</b>	<b>26</b>
4.6	<b>Preparace.....</b>	<b>26</b>
5	Výsledky.....	28
6	Diskuse.....	29
7	Závěr.....	31
8	Seznam literatury.....	32
9	Přílohy.....	36

# 1 Úvod

Forenzní entomologie je věda, která jde poslední dobou stále kupředu. Její přínos je velmi často neocenitelný a v některých případech vyšetřování nezbytný. Víme, že hmyz prodělává vývojovou přeměnu. U proměny dokonalé z vajíčka na larvu, následně se mění v kuklu a z té se líhne dospělý jedinec, a tento koloběh se opakuje. Trvání stádia vajíčka, larvy atd. je závislé na druhu hmyzu, ale též na teplotě, roční době a jiných činitelích. Dále je známo, že larvy některých druhů dvoukřídlého hmyzu jsou výlučnými konzumenty mršin. Jejich imaga (dospělí jedinci) se však na mrtvém těle objevují pouze dočasně po dobu kopulace a u samic po dobu kladení vajíček. Určité druhy hmyzu kladou vajíčka na mrtvá těla v určitém stádiu rozkladu (Daněk, 1990) a na toto téma jsem se pokusil vypracovat pokus. Ten měl za úkol zjistit, na jaké stádium rozkladu jsou určité druhy much přitahovány nejvíc. Na pokus bylo použito 5 jaterních vzorků o 4 opakování. Každý ze vzorků byl vystaven různě dlouhé době rozkladu a následně všechny ve stejný den rozloženy do latinského čtverce a aplikovány na pokus v okolí obce Dolní Radouň. Nachytané čeledě byly následně převezeny do Prahy a vypreparovány v laboratořích České zemědělské univerzity v Praze, kde byly také roztrženy.

## **2 Cíl práce**

Cílem práce je vytvořit literární přehled o využití dvoukřídlých zejména čeledi Piophilidae v kriminalistice a forenzní praxi. A pomocí vlastního experimentu prokázat vliv stupně degradace hnijícího masa na přitažlivost pro kladení různých čeledí dvoukřídlých.



## **3 Literární rešerše**

### **3.1 Historický vývoj**

V posledních desetiletích, se používání entomologie jako nástroje forenzních šetření stalo poměrně běžnou metodou. Forenzní entomologie svojí historií sahá mnohem dále, než si mnozí myslí, první případ využití forenzní entomologie je datován již ve 13. století (Benecke, 2001).

#### **3.1.1 První kriminální případ forenzní entomologie**

První známý případ prokázaného trestného činu řešen pomocí hmyzu pochází ze středověké Číny. V roce 1325, čínský právník Sung Ts'u, napsal učebnici o vyšetřování trestných činů s názvem *odplavení křivd*. Ve své knize Ts'u vypráví příběh o vraždě nedaleko rýžového pole. Oběť byla opakovaně seknuta, podle vyšetřovatelů byl vražednou zbraní srp, běžně používaný nástroj při sklizni rýže. Otázka byla jak identifikovat vraha, když tolik rolníků používá tento nástroj. Místní soudce shromáždil všechny rolníky dohromady a řekl jim, aby předložili své srpy. Ačkoli všechny nástroje vypadaly čisté, jeden rychle přilákal velké množství much. Mouchy cítily zbytky krve a tkáně pro lidské oko neviditelné. Po usvědčení „porotou much“ se vrah ke zločinu přiznal (Benecke, 2001).

#### **3.1.2 Mýtus o vzniku spontánní generace červů**

Stejně jako si lidé kdysi mysleli, že svět je plochý a Slunce se točí kolem Země, byli lidé zvyklí si myslet, že červi vznikají spontánně z rozkládajícího se masa. Italský lékař Francesco Redi ukázal spojení mezi mouchami a červy v roce 1668. Francesco Redi srovnával dvě skupiny mas: první skupina byla volně vystavena hmyzu, a druhá skupina byla zabalena do gázy, která tvořila bariéru. V nezabaleném mase se brzy začaly vyskytovat nakladená vajíčka, ze kterých se rychle vylíhli červi. Na masu pokrytém gázou se žádní červi neobjevili, ale Redi zpozoroval muší vajíčka na vnějším povrchu gázy (Hadley, 2006).

#### **3.1.3 Hromadné exhumace ve Francii a Německu**

Při hromadných exhumacích ve Francii a Německu v 18. a 19. století, lékařsko-právní lékaři poznamenali, že pohřbené orgány jsou obývány členovci mnoha druhů. V roce 1831,

slavný francouzský lékař M. Orfila pozoroval velký počet exhumací. Pochopil, že červi hrají důležitou roli v rozkladu mrtvol. Po tomto objevu francouzští lékaři M. Orfila a C. Lesueur zveřejnili dvě příručky o exhumacích, ve kterých konstatovali přítomnost hmyzu na exhumovaných tělech. Někteří z těchto členovců byli identifikováni ve vydání z roku 1831. Tato práce prokázala vztah mezi konkrétními druhy hmyzu a rozkládajícími se těly.

O padesát let později dne 6. dubna 1881, německý lékař Reinhard ohlásil první systematickou studii v soudní entomologii. Reinhard z exhumovaných objektů shromažďoval hmyz pro identifikaci. Sbíral především jedince čeledi Phoridae (Diptera), které mu pomohl taxonomicky identifikovat jeho kolega entomolog Brauer (Benecke, 2001).

Přibližně v téže době, začal doktor Jean Pierre Mégnin rozvíjet svou teorii o předvídatelnosti hmyzí kolonizace na mrtvolách. V roce 1894 Mégnin publikoval svou nejznámější knihu *La faune des Cadavres* (Život v hrobce). V té rozšířil svou bývalou teorii čtyř sukcesních vln hmyzu pro volně vystavená mrtvá těla do osmi sukcesních vln. Pro pohřbená těla vysledoval vlny dvě. Kniha se zabývala larválními stádii, dospělci a počty druhů. Jeho kresby se zaměřily na žilnatinu křídla, postraní průduchy a celkovou anatomii hmyzu pro přesnější identifikaci. Mégnin také popsal 19 případů, včetně jeho vlastních případů z let 1879 a 1888 (některé případy byly ve spolupráci s Brouardel). Navrhnul také forenzní entomologii jako vědu. Mégninova práce výrazně popularizovala tento předmět a jeho poznatky rozšířily znalosti o členovcích vyskytujících se v hrobech.

V roce 1895 kanadští výzkumníci Wyatt Johnston a Geoffrey Villeneuve zahájili řadu systematických studií s lidskými ostatky. Jejich studie se neshodovaly s tím, co tvrdil Mégnin. Došli k závěru, že tato teorie se nedá vztahovat globálně a je odlišná pro různé klimatické podmínky (Benecke, 2001).

#### **3.1.4 Použití hmyzu k určení posmrtného intervalu**

Od 18. století vědci věděli, že určitý hmyz se vyskytuje na rozkládajících se tělech. Dále se lékaři a právní vyšetřovatelé zaměřili na otázku nástupnictví. Začalo je zajímat, který hmyz se na mrtvém těle objevuje jako první, jaké jsou životní cykly rozkladačů a zda by to mohlo pomoci při odhalování zločinu.

První moderní forenzně entomologická zpráva o případu, která zahrnovala odhad posmrtného intervalu (PMI) byla vyhotovena francouzským lékařem Bergeretem v roce 1855. V tomto případě sehrály hlavní roli kukly a larvy na lidských ostatcích. Pár představoval svůj Pařížský dům a za krbovou římsou našli mumifikované pozůstatky. Podezření okamžitě padlo na pár, i když se do domu teprve nedávno přistěhoval. Bergeret, který pitval

oběť, si na mrtvém těle všiml hmyzích populací. Ve svém spisu Bergeret podává stručný přehled o životním cyklu hmyzu. Mylně však předpokládá, že proměna vyžaduje celý rok. Kromě toho předpokládá, že samičky kladou vajíčka v létě, a že larvy se kuklí následující jaro. Některé podrobnosti k tomuto případu: „zárodky“ larev se našly na mrtvole v březnu 1850, musely tu být uloženy v polovině roku 1849. Z toho vyplývá, že mrtvola zde byla uložena před tímto časovým intervalem. Vedle mnoha larev tam byly četně zastoupeny kukly, tyto kukly pocházely z vajec, které byly nakladeny dříve, tedy v roce 1848. Je možné, že mrtvola byla uložena ještě před rokem 1848. Bergeret předpokládal, že mouchy nakladly vajíčka v roce 1848. Použitím metody podobné těm, které používají forenzní entomologové dnes, došel k závěru, že tělo bylo umístěno za zdi dříve, v roce 1848. Bergeret dospěl k tomuto datu díky svým znalostem o životním cyklu hmyzu a následné kolonizaci. Jeho zpráva přesvědčila policii zadržet předchozí nájemce domu, kteří byli následně odsouzeni za vraždu (Benecke, 2001).

### 3.1.5 Přelom století

Začátkem dvacátého století v Německu a Francii narůstal zájem v zoologických studiích, včetně bezobratlých živočichů. Na to poukazuje úspěch dvou populárních knih té doby, *Thierleben* od Alfreda Brehma a *Souvenirs entomologiques* od Jeana Henriho Fabre. Značně se popularitě těšily také témata zabývající se brouky a mouchami na mršinách. Publikace na téma entomologie inspirovaly velký počet lidí ve střední Evropě, mezi něž patřil lékař Eduard Ritter von Niezabitoski z lékařsko-právní univerzity v Krakau. Jeho experimenty byly prováděny od května 1899 do září 1900, použil potracená embrya kočky, lišky, potkana a krtka, která umístil na parapetu ústavu a v nedaleké zeleninové zahradě. Jeho pozorování se zabývalo především mouchami Calliphoridae (*Lucilia caesar*, *Sarcophaga carnaria*) a brouky rodu: (*Silpha*, *Necrophorus*, *Dermestes*). Jeho experiment měl významný přínos, jelikož odhalil, že kolonizace lidských ostatků mají téměř stejnou posloupnost hmyzích populací jako kolonizace jiných odumřelých těl obratlovců a bezobratlých (Benecke, 2001).

### 3.1.6 Od 1. Světové války do současnosti

Hermann Merkel rozšířil poznatky, které prokázaly, že okolnosti smrti by mohly ovlivnit průběh hmyzí posloupnosti. Případu z léta 1919: syn zabil oba své rodiče a uložil těla vedle sebe po dobu 3 týdnů. Pitva odhalila, že těla jsou v různém stádiu rozkladu, obézní tělo

matky (zastřelena do srdce) bylo v plném nafouklém rozpadu, s oběma bulvami zničenými aktivitou larev a hojný počet larev se již nacházel uvnitř mozkové tkáně. Její vnitřní orgány byly téměř neporušeny a bez larev, ty byly přítomny v tukové tkáni. Naproti tomu otcovo štíhlé tělo už bylo napadeno mnoha larvami ve všech tělních dutinách, se všemi vnitřními orgány, a kukly se již vyvinuly. Důvodem zvýšeného výskytu larev v otcově těle byl fakt, že nebyl jen zastřelen, ale také opakovaně bodnut, což láká mouchy uložit vejce nejen v oblasti obličeje, ale i do ran.

K. Walcher z institutu pro soudní lékařství v Mnichově říká, že našel larvy vstupující do spongiózy dlouhých kostí k dosažení kostní dřeně, přičemž kostra byla neporušená. Walcher navrhl vysvětlení, že larvy se dostaly do kostí přes *foramina nutritia* (drobné mezery, které umožňují průchod cévám a nervům do kostí) (Benecke, 2001).

Od druhé světové války se jen hrstka vědců a odborníků zabývala forenzní entomologií. Všichni z nich měli těžký úkol přesvědčit místní úřady a další vědce o výhodách používání členovců při vyšetřování trestné činnosti. Soudci v mnoha zemích se nakonec rozhodli, že forenzní entomologie je vhodná pro použití v případech vražd. Nejvíce se rozvíjela v USA, Kanadě, Rusku, Francii a Japonsku. V posledních letech se užívání hmyzu pro kriminalistické případy stalo běžnou rutinou (Benecke, 2001).

### **3.2 Využívané čeledi dvoukřídlých v kriminalistice**

Mrtvé tělo láká mnoho hmyzích druhů z jednoduchého důvodu, a to koloběhu života. Přítomnost hmyzu je nezbytná pro recyklaci organické hmoty. Rozkládající se mrtvola představuje cenný, ale jen dočasný, zdroj potravy využívaný odlišnými trofickými skupinami živočichů. Vedle ekologického významu v rozkladu, poskytují členovci cenné informace pro soudní lékařství, jako je odhad posmrtného intervalu. Použití hmyzu a dalších členovců v kriminalistickém vyšetřování se nazývá forenzní entomologie, tato disciplína se zaměřuje hlavně na dvoukřídlý hmyz (Diptera) a brouky (Coleoptera) (Vega, 2011). Členovci, kteří se živí rozkládající se tkání, mají vysoce specializované smyslové orgány konkrétně stimulované na organické hnilobné plyny, které umožní rychlé vyhledání mrtvoly brzy po smrti. Tento hmyz je přitahován pachy a plyny uvolňujícími se při posmrtném rozkladu (Campobasso et al., 2001).

Diptera se vyznačují jediným párem blanitých křídel. Na hlavě jsou umístěny velké složené oči. Ústní ústrojí tvoří sosák uzpůsobený k bodání, sání, lízání. Kráčivé nohy jsou dobře vyvinuty, na konci mají drápky. Tělo je mytizované, tuhé, zadeček často měkký.

Zbarvení většinou šedé, hnědé až černé, řidčeji pestřejší, žluté, zelené, modré a někdy s kovovým leskem. Zadeček je složen nejvíce z deseti článků. U much jsou obvykle patrné jen čtyři články, ostatní jsou teleskopicky zataženy do zadečku a jsou součástí pářícího ústrojí. Dvoukřídlí prodělávají přeměnu dokonalou. Samička klade buď jednotlivě, nebo ve shlucích kulatá, oválná nebo vřetenovitá vajíčka. Některé druhy kladou různě vyspělé larvy. V průběhu vývoje se larvy dvakrát až desetkrát svlékají a poté se mění v kukly dvojího typu, a to buď mumiovitého typu nebo soudečkovitého. Kukly mumiovitého typu před líhnutím praskají rovnou hřbetní štěrbinou v podobě T, u soudečkovitého typu se přední část soudečku odtrhne jako víčko (Daněk, 1990).

Mezi nejčastěji používané čeledi dvoukřídлых pro forenzní účely patří Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae, Phoridae a Piophilidae.

### 3.2.1 Calliphoridae

Dospělí jedinci jsou středně velké až velké robustní mouchy s délkou těla cca od 4,0 do 16,0 mm. Barva těla je variabilní, ale většina středoevropských druhů má černé nebo kovově zelené až namodralé zbarvení. (Kubík a Országh 2009). Tělo je pokryto hojnými štětinkami (Daněk, 1990). Dospělí jedinci jsou důležití ukazatelé hygieny. Jejich zvyk hostovat na fekáliích, čerstvém nebo vařeném mase, rybách, mléčných výrobcích a krvácejících poraněních, dělá z mnoha druhů potenciální přenašeče bakterií, virů a prvoků. Larvy této čeledi jsou obvykle viděny na rozkládajících se tělech, živí se mršinami, zatímco dospělci se mohou živit mršinami nebo vegetací. Calliphoridae jsou zpravidla prvním hmyzem, který přijde do styku s mršinami, protože mají schopnost cítit mrtvé zvíře do vzdálenosti až 1,6 km (Greenberg, 2004). Tato čeleď je považována za cenný nástroj forenzní vědy. Významní zástupci pro forenzní entomologii jsou: *Calliphora vicina*, *Cynomya mortuorum*, *Calliphora vomitoria*, *Calliphora livida*, *Lucilia caesar*, *Lucilia sericata*, *Lucilia silvarum*, *Lucilia illustris*. Jeden mýtus říká, že druh z rodu *Lucilia* může vycítit smrt ještě předtím, než nastane (Brundage, 2008).

V Evropě se vyskytuje celkem 113 druhů čeledi Calliphoridae (Rognes, 2007), z nichž 58 druhů bylo zaznamenáno v České republice (47 v Čechách, 57 na Moravě) (Kubík a Országh, 2009).

### 3.2.2 Sarcophagidae

Dospělci jsou malé až velké mouchy od cca 2,0 do 25,0 mm, často světle šedé s třemi tmavými pruhy na hrudníku a šachovnicovým vzorem na břicho. Mezi další klíčové vlastnosti patří červené oči, které jsou hladké a velmi zřídka chlupaté. Jedinci čeledi Sarcophagidae se liší od většiny much v tom, že jsou ovoviviparní. Vylíhlé larvy kladou přímo na mršiny, hnůj, rozkládající se materiál, nebo otevřené rány savců. Některé larvy jsou vnitřními parazity jiného hmyzu. Většina druhů jsou mrchožrouti malých mršin např. mrtvol hmyzu, hlemýžďů, nebo menších obratlovců. Několik druhů se živí i těly větších obratlovců. Larvy jsou schopny občas pojídat jiné larvy, i když je to většinou proto, že ostatní larvy jsou menší a stojí v cestě. Mrchožravé mouchy se mohou také živit rozpadající se zelenou hmotou a výkaly, proto mohou být spatřeny kolem kompostu (Pape et al., 1998).

V Evropě se vyskytuje celkem 309 druhů Pape (2007), z nichž 128 druhů bylo zaznamenáno v České republice (91 v Čechách, 123 na Moravě) (Kejval a Pape, 2009).

### 3.2.3 Muscidae

Dospělci jsou malé až velké mouchy od cca 1,8 do 18,0 mm. Tělo má žluté až tmavě černé zbarvení, někdy s šedými, žlutými, nebo kovově modrozelenými odznaky. Larvy se vyvíjejí v různých druzích tlející organické hmoty, často ukazují fakultativní nebo dokonce obligátní masožravé chování, přinejmenším ve třetím larválním instaru. Larvy některých dalších druhů, včetně vodních forem, se zdají být dravé po celou dobu stadia. Počet larválních instarů může být snížen, objevují se larvy dimorfní (dva instary), nebo dokonce monomorfní (jeden instar). Imaga se živí nektarem nebo rostlinou mízou, někdy mohou být přitahovány k různým látkám, včetně cukru, potu, slz a krve, přičemž některé druhy jsou dravé nebo saprofágní. Některé druhy jsou synantropní, většina však není. Několik druhů může přenášet různé patogeny na zvířata nebo na člověka (Gregor et al., 2009).

V Evropě se vyskytuje celkem 562 druhů (572 s poddruhy) ve 44 rodech, z nichž 307 druhů bylo zaznamenáno v České republice (283 v Čechách, 260 na Moravě). Muscidae v České republice jsou jedny z nejlépe prozkoumaných v Evropě (Barták et al., in press).

### 3.2.4 Phoridae

Dospělci jsou malé a velmi malé mouchy cca od 0,4 do 5,5 mm. Tělo má žlutohnědé až černé barvy s charakteristicky zjednodušenou křídelní žilnatinou. Několik druhů se rozmnožuje v blízkosti lidských mrtvol a mohou žít v rakvích uložených v hrobu. Z tohoto

důvodu jsou důležití pro forenzní entomologii. Larvální preference potravy jsou velmi rozdílné. Ve vývojových stádiích jsou většinou saprofágové nebo parazité. Parazitní formy jsou často nalezené v hnízdech mravenců a termitů, u žížal, hlemýžďů a blanokřídlého hmyzu. Saprofágní druhy se vyskytují v blízkosti rozkládajících se organických látek např. hub či mrtvých těl. Samice snáší od jednoho do 100 malých vajíček najednou. Může naklást až 750 vajíček za život. Čas potřebný k vývoji od vajíčka po dospělé se liší, ale průměr je asi 25 dnů. Larvy vznikají v průběhu 24 hodin a krmí se po dobu 8 až 16 dnů, poté se přesunou z oblasti těla do oblasti vlasů, kde se kuklí. Životní cyklus může trvat od 14 až do 37 dnů. Pro většinu druhů není znám přirozený larvální vývoj (Disney, 1994).

V Evropě se vyskytuje celkem 604 druhů (Weber, 2007), z nichž 230 druhů bylo zaznamenáno v České republice (179 v Čechách, 200 na Moravě). Taxonomické zařazení pro některé druhy je jen orientační, jelikož neexistuje žádný klíč pro druhy žijící v České republice. Pro zařazení lze použít klíč od Disney (1998), který je určen evropským rodům (Mocek, 2009).

### 3.2.5 Piophilidae

Dospělci jsou malé až středně velké mouchy, s tělem o délkách 2,5 až 6,0 mm. Barva těla je velmi variabilní, od žluté až po černou, často leskle černé se žlutými znaky na hlavě a končetinách. Larva je asi 8 mm dlouhá a při vyrušení, může tato larva vyskočit do výšky až 15 cm (Mote, 1914). Larvy žijí v různém substrátu, nejraději se vyvíjejí v tělech pokročilého stádia rozkladu. Larva druhu *Neottiophilum praeustum* sají krev mláďat ptáků. Většina ostatních larev žije na zvířecích mršinách, hnilých houbách, nebo příležitostně i v zelené hmotě, ale také vykazují zvláštní přitažlivost pro bílkovinné produkty z potravinářského průmyslu, což z nich dělá ekonomicky významné škůdce (Zuska a Laštovka 1965). Piophilidae jsou relativně malá čeleď široce zastoupena po celém světě, ale více v chladnějších a mírných oblastech severní polokoule (McAlpine, 1977).

V Evropě se vyskytuje celkem 29 druhů Ozerov (2007), z nichž 17 druhů bylo zaznamenáno v České republice (16 v Čechách, 13 na Moravě) (Barták, 2009).

#### 3.2.5.1 Forenzní význam čeledi Piophilidae

Piophilidae je jedna z nejčastěji zastoupené čeledi do procesu rozkladu. Přítomnost zástupců této čeledi je obvykle spojena s pokročilým stadiem rozkladu a výskyt na lidských ostatcích byl brzy zdokumentován (Mégnin, 1894). Dospělci mohou být příležitostně spatřeni

již během prvních dnů rozkladu, což nemusí nutně znamenat, že dochází ke kladení vajíček na mrtvolu. Nicméně někdy může dojít k naklazení larev dříve, než se začne tělo vysoušet, velice záleží na oblasti, kde se mrtvola vyskytuje. V každém případě mouchy z čeledi Piophilidae přilítají k mrtvole později než většina ostatních dvoukřídlých a obvykle bývají v té době dominantní (Horenstein et al., 2010). Také může dojít k pozdějšímu odchodu třetího instaru larev z těla k zakuklení, než u ostatních dvoukřídlých. Díky tomuto jevu mohou být jedinci čeledi Piophilidae užiteční zejména ke stanovení hranice minimálního posmrtného intervalu. Larvy je při pitvě celkem snadné rozeznat, díky jejich možnosti skákat (Goff a Flynn, 1991). Výskyt Piophilidae v souvislosti s mrtvými těly je znám ve všech biogeografických oblastech, což z nich dělá potenciálně cenné forenzní nástroje. Nicméně, vhodné využití těchto nástrojů vyžaduje nejen dobrou znalost biologie a ekologie čeledi, ale také správnou identifikaci druhu. Nejčastěji používanou klasifikaci navrhl McAlpine (1977), která obsahuje navíc identifikační klíč světových druhů. Podle McAlpina se čeleď Piophilidae dělí na dvě podčeledi: Neottiophilinae a Piophilinae. Podčeleď Neottiophilinae je znám především druhem *Neottiophilum praeustum*, jehož larvy jsou ektoparazity holátek ptáků. Naopak, podčeleď Piophilinae se dělí na dva kmeny: Mycetaulini, který obsahuje některé druhy, které se vyvíjejí především na shnilých hubách, ačkoli mohou být nalezeny občas i na mrtvolách zvířat McAlpine (1977), a Piophilini, který se dále dělí na dva podkmeny: Piophilina a Thyreophorina. Hlavní část Piophilidae tvoří podčeleď Piophilini, a tam lze nalézt mrchožravé druhy, které jsou běžně nalézány na mrtvých tělech (Vega et al., 2011).

### 3.3 Využití forenzní entomologie v kriminalistice

Kriminalistická (forenzní) entomologie se zabývá zkoumáním jednotlivých řádů hmyzu. V kriminalistické entomologii se jedná především o saprofágní organismy a z nich zejména o mrchožrouty. Mnoho druhů dvoukřídlých, které vyhledávají mrtvá těla, má kosmopolitní rozšíření ve všech zoogeografických oblastech, což umožňuje jejich použití pro forenzní účely po celém světě. Identifikace vzorků v souvislosti s mrtvolami je nezbytným předpokladem jakéhokoli hodnocení nebo posuzování posmrtného intervalu. Každý, kdo používá entomologické metody, by měl být seznámen alespoň se specifickými druhy hmyzu v oblasti, kde pracuje (Campobasso et al., 2001).

Zkušeným kriminalistům je známo, že volně ležící mrtvé tělo člověka je vyhledáváno řadou různých druhů živočichů, zejména hmyzem. Tento hmyz se nevyskytuje na těle současně, ale napadá je v určitém sledu podle hnilobného stadia rozkladu (Daněk, 1990).



Díky těmto znalostem se entomologické stopy zajišťují na místě nálezů mrtvol, případně na původním místě uložení. Stopy jsou následně odeslány ke zkoumání do biologické laboratoře. V ústavech soudního lékařství jsou dodatečně zajištěny entomologické stopy z těla, z tělních dutin a z oděvu mrtvého (Šuláková, 2012).

Entomologické stopy ve většině případů představují živý materiál, který podléhá zvláštnímu zacházení. Stopy se předkládají ke znaleckému zkoumání v co nejkratší době, zpravidla do dvou dnů od zajištění. Mezi zajištěním a znaleckým zkoumáním musí být stopy uloženy v chladu při teplotě 2 – 6 °C (Šuláková, 2012). Při dodržení daných podmínek bude možno stanovit dobu smrti přesněji než na základě ztráty posmrtné ztuhlosti, fyzikálních, fermentativních nebo rozkladných pochodů (Daněk, 1990).

### **3.3.1 Zajišťování entomologických stop**

Zajištění entomologických stop jde rozdělit do čtyř základních skupin. Odebírají se vzorky z těla mrtvého, z lože mrtvého, z okolí mrtvol a v poslední řadě při pitvě. Každá skupina má své specifické znaky (Šuláková, 2012).

#### **Entomologické stopy z těla mrtvol**

Z těla mrtvol se zajišťují veškeré nalezené druhy a zjistitelná vývojová stadia, vajíčka, larvy, kukly (puparia) a imaga (dospělí jedinci). Nejběžnější chyba spojená se zajištěním hmyzu vychází ze starších údajů, kde se doporučovalo zajišťovat tzv. nejstarší vývojové stadium. Při druhové variabilitě hmyzu, se kterou se na mrtvých tělech setkáváme, rozdílné rychlosti vývoje jednotlivých druhů a specifické velikosti druhů (malé druhy hmyzu mají menší larvy než ty velké) nemusí největší (nejdelší) larvy představovat nejstarší entomologický materiál na těle. Současně platí, že na mrtvém těle se zpravidla vyvíjí hned několik druhů much z jedné čeledi (Šuláková, 2012).

#### **Entomologické stopy z lože mrtvol**

Důležitým poznatkem je, že pod rozkládajícím se tělem se dočasně mění charakteristické složení půdního edafonu. To může být důležitá indicie pro určení místa, na kterém leželo mrtvé tělo před odklizením (Povolný, 1978). Z místa pod mrtvým tělem se na třech až čtyřech místech odebere vzorek půdy i s případnou vegetací, hrabankou apod., každý o objemu asi 250 – 500 ml, tj. celkem 1 – 2 l. Vzorek z lože mrtvého se uloží do vhodné nádoby - plastové, skleněné nebo kovové, lze použít i sáček z pevného igelitu (Šuláková, 2012).

### **Entomologické stopy z širšího okolí mrtvoty**

Širší okolí mrtvoly zahrnuje okruh kolem mrtvého do vzdálenosti 2 – 10 m. Vzdálenost je závislá na podkladu, na kterém tělo leželo. Záměrem je vyhledat a zajistit případné migrující larvy a případně vyskytující se puparia (Šuláková, 2012).

### **Entomologické stopy zajištěné při pitvě mrtvoly**

Při pitvě se odebírá hmyz z těla, tělních dutin a oděvu mrtvého. Hmyz se zajišťuje obdobným způsobem jako z těla mrtvoly - živý a usmrcený vzorek (Šuláková, 2012).

### **Množství a způsob zajišťování entomologických stop**

K zajištění entomologických stop jsou ve většině případů použity 3 – 4 nádoby. Jako odběrové nádoby poslouží plastové či skleněné zkumavky a různé boxy. Pro tyto účely stačí nádoby s objemem do 100 ml. Podle Beneckeho (2004) by se měla sebrat lžice plná hmyzu ze tří odlišných stran těla a uložit do jednotlivě označených nádob. Zatím co Šuláková (2012) tvrdí, že se mají jednotlivé skupiny hmyzu a vývojová stadia zajišťovat různými způsoby.

**Vajíčka much** mají vzhled bílých až nažloutlých pilin. Odebírají se seškrábnutím pomocí (entomologické) pinzety, skalpelu, špachtle, plastové lžice či jiného vhodného nástroje z několika míst na těle a v minimálním množství 100 ks. Z tohoto množství se třetina až polovina usmrtí horkou vodou nebo min. 80% etanolem a následně uloží do 80% nebo koncentrovanějšího etanolu (Šuláková, 2012). Nejde použít isopropyl alkohol, to je alkohol na čištění, nebo formalin (Benecke, 2004). Zbylá vajíčka se ponechají živá a umístí se do jedné společné nádoby (Šuláková, 2012). Vajíčka nacházíme z pravidla na obnažených částech těla (Povolný, 1978).

**Larvy much** jsou apodní (beznohé), bílé až nažloutlé barvy. Zajišťují se pinzetou anebo plastovou lžicí minimálním množství 100 ks. Odebírají se z několika míst na těle a ve všech velikostech (malé i velké). Z tohoto množství se třetina až polovina usmrtí horkou vodou nebo min. 80% etanolem a následně uloží do 80% nebo koncentrovanějšího etanolu (Šuláková, 2012). Zbylé larvy se ponechají živé a umístí se odděleně bílé larvy od hnědých, je-li to možné (Benecke, 2004) a také apodní larvy s různými tělními výrůstky, které jsou na první pohled vzhledově odlišné od ostatních, umístíme do samostatné nádoby. Dále je třeba

opatřit nádoby štítkem, kde je místo, přesný čas a datum. Odlišné larvy jsou často dravé, což znamená, že se živí larvami ostatních druhů (Šuláková, 2012).

**Puparia much** jsou soudečkovité útvary světle hnědé až černé barvy. Puparium tvoří pokožka posledního larválního stupně s kuklou uvnitř. Pinzetou se odebírají puparia plná (obsahující vyvíjející se imago) i prázdná (tj. po vylíhnutí imaga). Zajišťují se malá i velká, světlá i tmavá, a to na těle, v oděvu i z okolí mrtvoly. Pokud je to možné, tak v minimálním počtu 50 ks. Všechna zajištěná pupava se nechají živá a uloží se do jedné nádoby (Šuláková, 2012).

**Imaga (dospělí jedinci)** much jsou nezaměnitelná s jinou skupinou hmyzu. Z pravidla výborně létají. K jejich zajištění se používá entomologická síť. Odchyt živých much není nezbytný, ale pouze doporučený. K usmrcení se používají výpary dietyléteru nebo octanu etylnatého (ester kyseliny octové), případně 70 – 80% etanol. Při nálezů mrtvých imag na mrtvole a v jejím okolí (uhynulé samičky po vykladení vajíček), popřípadě na okenních parapetech bytu (nově vylíhlé mouchy), se tyto jedinci odeberou pinzetou. Usmrcená nebo případně nalezená mrtvá imaga se skladují v 70 – 80% etanolu (Šuláková, 2012).

Usmrcený hmyz by měl být skladován v mrazáku s alkoholem nebo bez alkoholu. Polovina živého hmyzu by se měla uložit do lednice nikoliv do mrazáku, pokud je to možné. Na vršek položit látku tak, aby mohl hmyz dýchat (Benecke, 2004).

### **Rizika spojená se zajišťováním entomologických stop**

Každým pohybem s mrtvým tělem dochází k úbytku početního stavu nebo dokonce i k redukci hmyzích druhů. Hmyz se zajišťuje na místě nálezů mrtvoly souběžně s ohledáním mrtvého lékařem. Z uvedeného vyplývá, že zajištěním entomologických stop pouze při pitvě může v odebraných vzorcích chybět hmyz z lože mrtvoly a z jejího širšího okolí, tím pádem celé skupiny hmyzu. Při následném stanovení post mortem intervalu pak může dojít k jeho zkreslení, proto lze zajištění entomologických stop na místě nálezů mrtvého označit za nepostradatelný úkon.

V případech, kdy je rozhodnuto o entomologickém zkoumání teprve dodatečně, a proto je hmyz odebrán až v ústavu soudního lékařství, se doporučuje do ohledání místa nálezů mrtvého a dodatečné odebrání vzorků z lože a z širšího okolí mrtvoly. Tyto případy je vhodné předem konzultovat přímo se znalcem (Šuláková, 2012).

### **Doplňkové údaje z místa nálezu mrtvého**

Doplňkové údaje zahrnují informace o faktorech, které by mohly ovlivnit kolonizaci těla hmyzem. Jedná se soubor informací, které informují o uložení těla mrtvého, jeho oděvu, umístění mrtvoly na slunci nebo ve stínu, vegetaci na místě nálezu apod. Údaje jsou často zaznamenány v protokolu o ohledání místa činu nebo nálezu mrtvého těla. Protokol se předkládá ke znaleckému zkoumání.

Při užití anebo podezření na užití drog a léků u mrtvého před smrtí je nezbytné tuto informaci znalci sdělit. Drogy a léky mohou ovlivnit vývoj hmyzu (urychlit, nebo naopak prodloužit). Obdobně užití chemických látek (např. hydroxidů, kyselin a vápna) na tělo mrtvého při snaze znemožnit identifikaci mrtvého, urychlit rozklad těla apod. má často vliv na průběh kolonizace mrtvoly hmyzem. Proto je i při pouhém podezření na užití těchto látek nezbytné na tuto skutečnost znalce upozornit.

Při stanovení post mortem intervalu se využívají meteorologická data o průběhu teplot, množství srážek, vlhkosti a proudění vzduchu (větru) z místa nálezu pro dny, které předcházely nálezu mrtvoly. Za tímto účelem se ke znaleckému zkoumání předkládají i údaje z nejbližší stanice Českého hydrometeorologického ústavu (Šuláková, 2012).

### **Dokumentace**

Zdroj informací o rozmístění a četnosti hmyzu na těle mrtvého představují kvalitní fotografie (případně videozáznam) z místa nálezu mrtvoly a z pitvy. Je vhodné se pokusit pracovat bez blesku, jelikož larvy budou „blikat ven“, to znamená, že budou vypadat jako bílé „nic“, na snímcích z digitálního fotoaparátu. V každém jednotlivém obrázku je zapotřebí použít měřicí stupnici v palcích (Benecke, 2004). Někdy je možné z fotografií zjistit druhové složení hmyzu, resp. druhů, které se nepodařilo zajistit. Současně dávají znalci představu o biotopu (prostředí), ve kterém se mrtvola nacházela (Šuláková, 2012).

### **Depozice entomologických stop**

Entomologické stopy se předkládají ke znaleckému zkoumání v nejkratším možném čase, v ideálním případě do několika hodin od zajištění. Důvodem je přítomnost živého materiálu ve stopách, resp. vajíček, larev a kukel (puparií). Živé vzorky (vajíčka, larvy a zemina s hmyzem z lože mrtvoly) je možné uložit v chladném prostředí při 2 – 6 °C, nejdéle však čtyři dny. Skutečná délka skladování v chladicím zařízení a teplota se vypíše v žádosti (opatření, dožádání) o znalecké zkoumání. Při delším skladování hrozí riziko úhynu vajíček a larev, případně upadnutí do tzv. diapauzy (zpomalení životních pochodů organismu).

Usmrcené a zakonzervované vzorky hmyzu je možné skladovat po delší časový úsek bez ztráty vypovídací hodnoty (Šuláková, 2012).

### **Laboratorní zkoumání entomologických stop**

**Živý entomologický materiál** - Živý entomologický materiál představuje polovina až dvě třetiny vajíček a larev much, dále všechna puparia much a kukly brouků zajištěné na místě nálezu z těla mrtvého a širšího okolí mrtvoly. K živému vzorku se přidávají také nižší vývojová stadia vybraná v biologické laboratoři ze vzorku půdy z lože mrtvoly. V laboratoři se tato nižší vývojová stadia dochovávají do stadia imaga. Účelem je získání dospělého jedince, u kterého lze provést jednoznačnou determinaci do druhu.

Výhodou živých vzorků je přesná determinace, která umožní přesnější výpočet post mortem intervalu na základě délky vývoje konkrétního druhu.

Nevýhoda živých vzorků je dána jejich (téměř) neodkladným předáním ke znaleckému zkoumání, protože při dlouhodobějším skladování dochází k úhynu tohoto materiálu.

**Usmrcený entomologický materiál** - Usmrcený entomologický materiál zahrnuje třetinu až polovinu muších vajíček a larev, všechny larvy brouků, veškerá imaga much, brouků a ostatních bezobratlých, které byly zajištěny na místě nálezu z těla mrtvého a širšího okolí mrtvoly nebo odebrány v biologické laboratoři ze vzorku půdy z lože mrtvoly.

Výhoda usmrceného vzorku spočívá v možnosti dlouhodobého skladování bez ztráty vypovídající hodnoty.

Nevýhoda je dána skutečností, že u celé řady druhů jednoho rodu či čeledi si jsou vajíčka, resp. larvy natolik podobné, že jejich zařazení do druhu je často nemožné. Následné stanovení post mortem intervalu je zatíženo touto „chybou“, kdy je nezbytné započítat délky vývoje všech možných druhů (Šuláková, 2012).

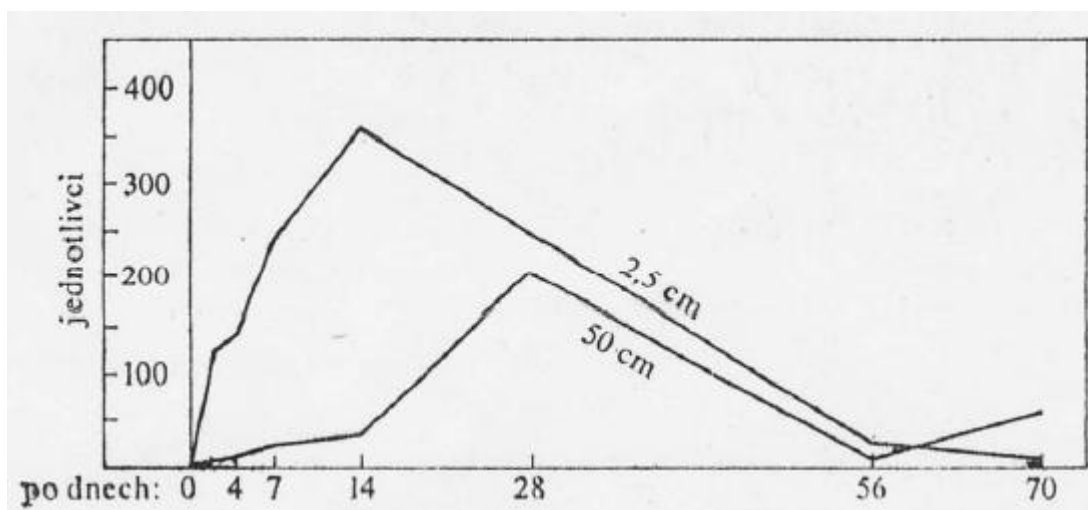
### **Výstupy entomologického zkoumání**

**Stanovení post mortem intervalu** – Stanovení post mortem intervalu (PMI) vychází ze dvou základních oblastí informací. První z nich představují známé délky vývoje konkrétních druhů; druhá zahrnuje údaje o druhovém složení (zastoupení druhů) společenstva bezobratlých na mrtvole. Které odpovídá konkrétní fázi rozkladu. Přesnost stanovení PMI se u krátkodobých post mortem intervalů, tj. do 3 – 5 týdnů, pohybuje v rozmezí 1 – 5 dnů. Výpočet se udává na určitý den 1 – 2 dny. U starších nálezů přesnost klesá na určitý týden, měsíc či čtvrtletí. U nálezů odpovídajících 1 – 2 letům je možné určit, zda se jedná mrtvého

z letošního nebo z loňského roku. U nálezů nad dva roky expozice často nelze přesnější počet uplynulých let stanovit.

**Prokázání či vyloučení manipulace s tělem** na základě výskytu druhů hmyzu typických pro volnou expozici u pohřbených těl je možné usuzovat na dodatečné pohřbení. Naproti tomu u těl dodatečně odkrytých (sesuvem půdy) anebo vyhrabaných zvířaty lze podle zastoupeného hmyzu určit, kdy k tomuto „odkrytí“ došlo, resp. jestli byl mrtvý na počátku zcela pohřben. Za určitých okolností je možné prokázat manipulaci s tělem na větší vzdálenosti, resp. mezi biotopy, a to na základě druhů zajištěných z mrtvol, které však nejsou zastoupeny (nejsou typické) pro místo nálezu mrtvého (Šuláková, 2012).

Vrstva půdy nad mrtvým tělem brání hmyzu kladení na tělo. Přesto lze na exhumovaných tělech shledat stopy hmyzí činnosti. Je tomu tak v případech kdy bylo tělo zakladeno dříve, než bylo pohřbeno, nebo jde o stopy brouků. Proto je důležitá mocnost půdní vrstvy. Do hloubky 30 – 50 cm pronikají imaga Phoridae rodů *Conicera*, *Metopina* a *Sphaerocerid*. Do hloubky 15 – 20 cm pronikají už i larvy poměrně velkých much *Muscina*. Na mrtvých tělech zakrytých tenkou vrstvou půdy najdeme při pokročilém rozkladu už velké množství druhů much, zejména živorodých neboť larvy proniknou zeminou už samy. Dalším poznatkem je, že při zakrytí mrtvého těla půdou se mnohonásobně prodlužuje rozklad těla činností hmyzu, jehož ontogeneze se silně zpomalí. Po šesti týdnech zredukují muší larvy pouze 20% váhy mrtvol, zatímco při volně exponovaných tělech se jedná až o 90% původní váhy (Povolný, 1978).



Obrázek 1: Vývoj hmyzí populace na mrtvém těle v hloubce 2,5 cm a 50cm (Povolný, 1978)

**Další výstupy** - Ve spolupráci s chemickým oddělením je možné z larev a z kukel (puparií) hmyzu prokázat přítomnost těžkých kovů, ale také jedů, drog a léků obsažených

v těle mrtvého v době smrti, a to v případech, kdy klasická toxikologie z tkání mrtvolky není vzhledem k vysokému stupni rozkladu již možná. Analýza vychází ze skutečnosti, že v těle hmyzu se uvedené látky váží na chitin, který je v přírodním prostředí relativně stálý, tj. odbourává se až za velmi dlouhou dobu, která může odpovídat měsícům až rokům.

Ve spolupráci s oddělením genetiky je možné se pokusit ze zajištěných larev a imag hmyzu stanovit profil DNA člověka, na kterém se vyvíjely a živily, a to v případech, kdy došlo k dodatečnému přesunu mrtvého těla a na původním místě uložení zůstaly pouze zbytky hmyzu. Úspěšnost analýzy je řádově 50 % (Šuláková, 2012).

### **3.3.2 Vliv na kladení vajíček**

Mrtvé tělo nebývá zakladeno ihned po úmrtí, ale může k tomu přispět několik faktorů: přítomnost zvratků, fekálií, výtoků, zakrváceného šatstva, otevřených ran apod. V takovémto případě jsou kladena vajíčka na tělo během několika minut. Jestliže oběť krvácí a je jinak bezmocná, tak mouchy kladou vajíčka ještě na živé tělo. Velký vliv na kladení má také prostředí, ve kterém je mrtvé tělo uloženo. K nakladení vajíček dojde mnohem rychleji v terénu, kde se mouchy běžně vyskytují, než kam musejí pronikat (uzavřený byt). Vajíčka jsou kladena přednostně na tělní otvory (nozdry, ústa, oči, konečník, tělní řasy a záhyby, vlasy a chlupy). Zástupci nejvýznamnějších čeledí (Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae) jsou většinou heliofilní a jsou aktivní pouze za dne, kdy jedině dochází ke kladení vajíček (Povolný, 1978).

## 4 Materiál a metody

### 4.1 Příprava masa

Na pokus bylo použito 10 kg hovězích jater, které byly naporcovány na 20 vzorků o menší hmotnosti 0,5 kg. Tyto vzorky byly následně zabaleny do propylenových pytlíků a uloženy do mrazáku, odkud byly odebírány po 4 kusech. První 4 vzorky byly odebrány a vystaveny rozkladu dne 6. 7. 2012, aby se k játrům neostali žádní živočichové, byla játra uložena do speciálně upravených nádob. Popis nádob pro uložení jater: uříznutá 1,5 l PET láhev ve výšce cca 2/3 láhve, přičemž byla použita spodní část, do této nádoby se uložil 1 vzorek o hmotnosti 0,5 kg. Přes tuto PET láhev byla navlečena silonka (Obr. 2.), přechod mezi láhví a silonkou byl oblepen lepicí páskou, aby se zabránilo pohybu či sklouznutí silonky z láhve. Na tento základ byla nasunuta další PET láhev o objemu 2 l, která byla uříznuta ve výšce cca 1/2 láhve, používal jsem jak horní tak spodní část láhve. Prostor, který vznikl mezi těmito nádobami, musel být zabezpečen, aby nedošlo k naklazení vajíček na silonku a jejich následné propadnutí na vzorek v láhvi. Problém byl řešen přilepením jedním koncem látky lepidlem na svrchní láhev a druhým koncem na spodní láhev, pro lepší zabezpečení na okraj látky byla nalepena i izolepa (Obr 3.). Na takto zabezpečený vzorek bylo napsáno datum vyhotovení a následně byl uložen do 200 l sudu s vyříznutým obdélníkovým otvorem z boku, který měl délku strany cca 30 až 35 cm a sloužil ke vkládání vzorků do sudu (Obr. 4.). Jako další zabezpečení, proti možnému naklazení vajíček na játra, byla do sudu nalita voda do výšky cca 5 cm. Otvor pro vkládání vzorků byl zakryt igelitovou fólií a látkou, které byly přilepeny izolepou. Celý sud byl kolem dokola zabalen do látky a nad i pod otvorem byla látka na sudu kolem dokola stáhnuta gumami (Obr. 5.), takto zabalený sud byl uložen v garáži, aby se minimalizovalo nebezpečí poškození vzorků vlivy slunečního záření či jiným podnebním faktorům, nebo před živočichy. V takto zabezpečených nádobách se ponechávala játra různě dlouhé degradaci. Vzorky označené číslovkou 1 byly vystaveny nejdelší dobu a ta činila 81 dní. Toto číslování bylo vzestupné, vzorky s číslem 5 byly čerstvě vyndaný z mrazáku až v den zahájení pokusu 26. 9. 2012. Další sady vzorků byly vyndány 2. 8. 2012 a ponechány degradaci 55 dní. Třetí sada vzorků byla vyhotovena 21. 8. 2012 a degradaci podléhala 35 dní. Vzorky s označením 4 byly vyjmuty 6. 9. 2012 a rozkladu podléhaly 20 dní.



## 4.2 Příprava pastí

Pasti se skládaly v podstatě ze dvou částí. První část tvořil kuželovitý návlek ušitý ze síťoviny, do něhož bylo vloženo hrdlo od 0,5 l PET láhve, které umožnilo přichycení návleku k druhé části pasti a také lepší průchodnost návlekiem v horní části a zachycení drátku, který umožňoval zpevnění tvaru, lepší průchodnost a vytvoření spodního otvoru o průměru cca 25 cm. Druhou část tvořila 1,5 l PET láhev, která měla ve výšce cca 7 cm malý otvor křížového tvaru, do něhož bylo prostrčeno hrdlo 0,5 l PET láhve s návlekem (Obr. 6.). Takto vyrobené pasti by měly fungovat na principu, že mouchy po naklazení vajíček na vzorek či po nakrmení se na vzorku vzlétnou vzhůru přímo do návleku (Obr. 7.), kterým pokračují až do 1,5 l PET láhve, ze které se nemohou dostat ven a utopí se zde v roztoku formaldehydu s vodou a mycím prostředkem JAR, který byl do láhve nalit až při aplikaci pastí nad vzorky a zahájení pokusu.

## 4.3 Příprava pokusu

Pokus byl umístěn na malé políčko pod budovou bývalého mlýna. Políčko lemovala z jižní strany silnice, ze západní strany sousedilo s budovou, ze severní a východní strany bylo lemováno drobným remízem a houštím, vedle kterého protékal malý potok. Na pokus bylo použito 20 vzorků v pěti různých stádiích rozkladu, každé stádium rozkladu mělo 4 vzorky se stejným datem vyrobení. K rovnoměrnému rozložení vzorků v pokusu byl využit latinský čtverec, ve kterém se neshodují dva stejné vzorky ve stejné řadě ani sloupci. K takto rozmístěným vzorkům bylo dodáno vedle označení doby rozkladu i přesná poloha vzorku ve čtverci.

1	3	5	2	4
3	1	2	4	5
2	4	3	5	1
4	5	1	2	3

Tabulka 1 - rozmístění vzorků

Vzorky byly položeny na zem v 1,5 l PET láhvích uříznutých ve 2/3 láhve. Vzdálenost mezi jednotlivými vzorky činila 1 m v řadě a 1,5 m ve sloupci (Obr. 8). Vedle každého vzorku byla zatlučena dřevěná tyč, na kterou byla přivázána past. Kuželovitý návlek pasti byl umístěn nad vzorek a do 1,5 l PET lahve byl nalit roztok formaldehydu (1 ml

formaldehydu na 1 l vody a kapka mycího prostředku JAR) po otvor, který vedl z kuželovitého návleku (Obr. 9. a 10.).

#### **4.4 Průběh pokusu**

Pokus byl zahájen 26. 9. 2012 a trval 14 dní do 10. 10. 2012. Denní teplota se během tohoto časového intervalu pohybovala mezi 13°C až 24°C z toho 4 dny přšelo a 1 den byl velmi silný vítr, který nad některými vzorky poničil kuželovitý návek, ten byl však hned po uklidnění větru opraven a pasti fungovaly dál. Vzorek 2 v 1. řadě a 4. sloupci byl převrhnut v noci z 6. 10. na 7. 10. 2012, ale nebyl nijak poničen a mohl fungovat dále. Po ukončení externího pokusu byly 1,5 l PET láhve odebrány z dřevěného kůlu a jejich obsah byl přeceděn do zkumavek napuštěných 80% lihem. Takto zpracovaný materiál byl převezen do laboratoře, kde z něj byly vytrženy potřebné čeledi k preparaci a dalšímu zkoumání.

#### **4.5 Třídění**

Třídění proběhlo v laboratoři ČZU. Prof. RNDr. Miroslav Barták, CSc. z nachytaného materiálu pod binomickou lupou vytrídil čeledi Piophilidae, Sepsidae, Fanniidae, Muscidae, Calliphoridae, Sarcophagidae k následovné preparaci, aby zařazení do druhů bylo přesnější, jelikož rozpoznání v lihu je velice obtížné a snadno lze přehlédnout klíčové rozeznávací znaky.

#### **4.6 Preparace**

K preparaci bylo potřeba: vzorky označené podle doby vystavení a místa uložení v pokusu, 3 roztoky pro zakonzervování, měkkou pinzetu, štítky trojúhelníkovitého tvaru, špendlíky, lepidlo, podložka a krabice pro uskladnění vypreparovaných much.

Průběh preparace: ze zkumavek byl vylit 80% lih, ve kterém byly mouchy uskladněny a do zkumavek byl nalit první roztok (96% lih + 40% formaldehyd v poměru 3:1) v tomto roztoku se mouchy ponechaly 24 hodin. Následně byl roztok ze zkumavek slit a aplikoval se do zkumavky další roztok (96% lih + octan ethylnatý v poměru 1:1), tento roztok se také nechal působit 24hodin. Poté byl roztok opět vylit ze zkumavky a byl nalit poslední roztok

(octan ethylnatý), ve kterém se nechaly mouchy uskladněny dalších 24 hodin popřípadě do té doby, než nastalo špendlení v laboratoři (Barták, 1997). Mouchy ze zkumavky byly vysypány na podložku a nechaly se oschnout. Ochlá moucha byla přilepena na špičku malého trojúhelníkového štítku, který měl trochu omočenou špičku v lepidle, tak aby hlava směřovala doleva a byla uchycena za pravý bok. Takto přilepený štítek k mouše byl těsně při spodním okraji propíchnut špendlíkem. Pod přilepenou mouchu byl následně ještě napíchnut další štítek, který nesl označení z jakého vzorku a místa uložení moucha pochází. Po všech těchto úpravách byla moucha zapíchnuta do krabice a uschována k dalšímu zkoumání.

## **4.7 Zpracování dat**

Pro statistické zpracování výskytu jednotlivých druhů/čeledí řádu Diptera na různě degradovaných vzorcích masa byla zvolena ordinační analýza programu Canoco for Windows 4.5. Byla provedena nepřímá lineární analýza PCA (analýza hlavních komponent), která odhaluje hlavní trendy v celkové variabilitě dat. Projekce vzorků do nových os je prováděna tak, že je maximalizována vysvětlená variabilita podél první osy. Metoda promítání je založena na vzájemných korelacích výskytu druhů jednotlivých vzorků. Data byla logaritmicky transformována (mají totiž poissonovo rozdělení – jedná se o počty jedinců) a byla použita standardizace přes druhy. Hlavním výstupem provedené analýzy je grafické vyjádření ordinační analýzy.

Data byla testována v statistickém programu R (R Development Core Team, 2006). Prvně byl testován vliv stáří masa na počet jedinců, poté vliv stáří masa na počet druhů. Oba testy byly provedeny pomocí analýzy variance se stářím masa jako nezávislou kategoriální proměnnou a počtem jedinců /druhů jako kontinuální závislou proměnnou.

## 5 Výsledky

Pokusem bylo nachytáno celkem 376 much. Z toho v prvním vozku bylo 53 (14 %), ve druhém 82 (22 %), ve třetím 38 (10 %), ve čtvrtém 83 (22 %) a v pátém 120 (32 %) (Obr. 12.). Podařilo se nachytat zastupce těchto čeledí: Anisopodidae 4 (1,1 %), Calliphoridae 200 (53,2 %) (*Lucilia caesar*, *Calliphora vicina*, *Lucilia illustris*, *Cynomya motruorum*, *Eudosyphora cyanicolor*, *Pollenia rudis*, *Calliphora subalpina*, *Melinda viridicyanea*, *calliphora loewi*), Fanniidae 50 (13,2 %), Heleomyzidae 8 (2,1 %), Muscidae 100 (26,6 %) (*Phaonia subventa*, *Phaonia tuguriorum*, *Muscina levida*, *Hydrotaea dentipes*, *Hydrotaea armipes*, *Hydrotaea ignava*, *Hydrotaea paleastrica*, *Hydrotaea cyrtoneurica*, *Azelia*, *Muscina prolapsa*, *Hebecnema nigra*, *Graphomya maculata*, *Phaonia subventa*, *Phaonia tuguriorum*, *Stomoxys calcitrans*, *Musca domestica*, *Muscina pascuorum*), Piophilidae 6 (1,6 %) (*Liophiophila varipes*, *Parapiophila vulgarit*), Sarcophagidae 3 (0,8 %) (*Sarcophaga*), Sepsidae 3 (0,8 %) (*Themira annulipes*, *Nemopoda nitidula*), Sphaeroceridae 2 (0,5 %) (*Sepsis fulgens*) (Tab. 2.). Mouchy čeledi Calliphoridae měly největší zastoupení v pátém vzorku a za ním následoval vzorek číslo dvě. Čeď Sarcophagidae nebyla skoro vůbec zastoupena. Z čeledi Muscidae bylo největší zastoupení ve vzorku číslo dvě a nejvíce tato čeď byla zastoupena druhem *Muscina levida*. Piophilidae nebyly také skoro vůbec zastoupeny.

Provedená ordinační analýza (PCA) dokázala podle první osy vysvětlit 21,2 % variability výskytu jednotlivých druhů/čeledí dvoukřídlých (Diptera). Použitý vzorek masa vysvětlil 18,4 % variability dat. V grafické projekci analýzy PCA (Obr. 13.) je znázorněn každý druh pomocí šipky, která je orientována ve směru nejstrmějšího nárůstu početnosti. Úhly mezi šipkami jednotlivých druhů pak ukazují korelace mezi druhy, tedy čím je úhel mezi druhy ostřejší, tím podobnější nároky tyto druhy v našem experimentu vykazaly (přitažlivost ke stejným vzorkům masa).

Vzdálenost mezi symboly znázorňujícími konkrétní variantu degradovaného masa se blíží průměrné odlišnosti druhových složení vzorků zachycených pastí. Jako vzájemně nejpodobnější si vyšla společenstva nachytaná na vzorku č. 1 (81 dnů degradace) a č. 4 (20 dnů degradace).

Nepodařil se zjistit prokazatelný vliv stadia rozkladu masa na počet druhů (F value 0,4415, p = 0,5148) ani na počet jedinců (F value 1.1984, p = 0,2881).

## 6 Diskuse

Již (Méglin, 1984) rozeznával celkem osm „vln“ (sukcesí) hmyzu podle stupně rozkladu mrtvého těla: na čerstvém těle, na počátku rozkladu, při nástupu mastných kyselin, sýrovatění, amoniakální fermentaci, při počátečním a konečném vysychání a posléze při trouchnivění. Podle Povolného (1978) vedly pozdější výzkumy k nutnému omezení počtu sukcesních vln, aby biocenologické synúzie (společenstva) koprofágů bylo možné přesněji charakterizovat a tak je využít v kriminalistice. Koprofágní hmyz sám osobě totiž není rozhodující pro posouzení stupně rozkladu mrtvol. Důležité je však to, že ve své sukcesi vytváří zřetelně čtyři návazná společenstva: nekrofágní (na čerstvém těle), saprofágní (na biochemicky aktivním těle), dermatofágní (na vysychajícím těle) a konečně keratofágní (na dehydrovaných zbytcích těla) (Obr. 11.). Šuláková (2012) uvádí, že neoptimálněji se jeví rozdělit dekompozici do sedmi vln. První sukcesní vlna (čerstvé tělo) označuje fázi těsně po smrti a jsou pro ni příznačné mouchy čeledi Calliphoridae. Druhá sukcesní vlna (tělo nadmuté) je charakterizována při tvorbě plyných látek a tělo se nadouvá. Při této fázi jsou přitahovány mouchy čeledi Calliphoridae a Sarcophagidae. Při třetí sukcesní vlně (tělo biochemicky aktivní/fermentace tuků) probíhá uvolňování těkavých mastných kyselin, které lákají mouchy z čeledi Muscidae. Čtvrtá sukcesní vlna (tělo biochemicky aktivní/fermentace proteinů) vzniká při uvolňování látek připomínající zápach sýru. Takovéto aroma je silným atraktantem pro drobné mušky Piophilidae a Drosophilidae. Pátá sukcesní vlna (tělo v pokročilém rozkladu/čpavková fermentace) se vyznačuje uvolňováním amoniakální páry, která přitahuje drobné mušky Phoridae. Šestá sukcesní vlna (vysychání zbytků měkkých tkání) je zahájena absorpcí tekutin a tkáně vysychají. Na takto rozloženém těle se mohou vyskytovat ještě mouchy čeledi Piophilidae a Phoridae. Sedmá sukcesní vlna (kosterní zbytky) je charakterizována kosterními zbytky, na kterých se stále mohou vyskytovat vysušené tkáně a zbytky vlasů a somatického ochlupení. V této fázi se vyskytují hlavně brouci a roztoči.

Výsledky pokusu se převážně shodují s Obr. 11 a tvrzením o sukcesních vlnách (Šuláková, 2012), ačkoliv nebyly úplně přesné. Zajímavý byl výskyt druhu *Lucilia caesar* a *Calliphora vicina*, který byl největší na vzorku 5 pak značně poklesl a výskyt se zase zvýšil na vzorku 2. Jedinci čeledi Muscidae se téměř až na výjimku *Muscina levida* na vzorcích o kratší době rozkladu nevyskytovali a začali se převážně vyskytovat až od vzorku 4. Na pokusu nebyla skoro vůbec přítomna čel' Sarcophagidae, ačkoliv

(Šuláková, 2012) tvrdí, že patří do druhé sukcesní vlny. Taktéž čeled' Piophilidae téměř nebyla zastoupena až na pár jedinců ve vzorku 4 a 5 tento jev byl zapříčiněn nedostatečnou dobou rozkladu. Pokus byl však ovlivněn mnoha chybami, ke kterým během jeho průběhu došlo a na které by se při opakování pokusu mělo dát pozor. Zásadním problémem bylo špatné zabezpečení vzorku proti naklazení vajíček. Pokus zprvu probíhal v pořádku a dle stanoveného harmonogramu, ale po té co se oteplilo, došlo k naklazení vajíček poblíž vzorku. Larvy se dostaly přes látku a sílonku až k tlejícímu masu a celý pokus byl znehodnocen. S takto poničenými vzorky nešlo nic dělat a pokus musel být zahájen znovu, takže nové vzorky byly vystavovány v kratších intervalech, aby se pokus stihl. Zkrácený interval rozkladu značně ovlivnil výsledky, jelikož se na vzorcích vyskytly především čeledi spojené s první až třetí sukcesní vlnou (Šuláková, 2012). Snaha dosáhnout co nejdelší doby rozkladu posunula zahájení pokusu až na konec září. V této době už bylo celkem chladno a mouchy se nevyskytovaly v dostatečném množství. Vystavení vzorků probíhalo déle, než bylo naplánováno, aby se dosáhlo aspoň minimálního množství jedinců k nějakému závěru. Další okolnost, která ovlivnila pokus, byla velká koncentrace vzorků u sebe, pro příště bych doporučil větší vzdálenosti mezi jednotlivými vzorky alespoň 10 m.

## 7 Závěr

Forenzní entomologie v poslední době zaznamenala obrovský vývoj kupředu. Čím jsou pokroky větší, tím se otevírá více nových možností a otázek týkající se forenzní entomologie. Nejčastěji tato věda pomáhá při určování post mortem intervalu. Hmyz kolonizující mrtvé tělo je ovlivněn mnoha faktory. Některé z nich jsou: roční období, podnebí, místo uložení těla, aktuální počasí, teplota a také fáze rozkladu, ve které se nachází mrtvé tělo.

Provedením pokusu se částečně potvrdilo, že určité čeledi přilétají v hojnějším počtu na určitá stadia rozkladu. Pro přesnější informace by chtělo pokus několikrát zopakovat minimálně ve všech měsících, kdy průměrná denní teplota neklesá pod 15°C.

Pro nedostatečné zastoupení čeledi Piophilidae v pokusu nelze hypotézu stanovenou na začátku práce potvrdit ani vyvrátit.

## 8 Seznam literatury

- Amendt J., Krettek R., Zehner R., 2004. Forensic entomology. *Naturwissenschaften*. p. 51–65.
- Barták M., Vaněk J., Krupauerová A., Hlava J., (in press). Muchovití (Diptera, Muscidae) Krkonoš.
- Barták M., 1997. The biomonitoring of Diptera by means of yellow pan water traps. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masarykianae Brunensis, Biologia*. 95. p. 9-16.
- Benecke M., 2001. A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International*, 120 (1-2): p. 2-14.
- Benecke M., 2001. Forensic Entomology: The Next Step. *Forensic Science International*, 120 (1-2): p. 1.
- Benecke M., 2004. Forensic entomology: Arthropods and corpses. *Forensic Pathology Reviews*, 2. p. 1–21.
- Brundage A., 2008. Calliphoridae. Texas A&M University. College Station. p. 13-15.
- Campobasso C. P. a Di Vella G., Introna F., 2001. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*, 120 (1-2): p. 18-27.
- Daněk L., 1990. Možnosti využití entomologie v kriminalistice. *Kriminalistický ústav Praha*. p. 9-39.
- Disney R.H.L., 1994. Scuttle flies: The Phoridae. Chapman & Hall. London. p. 467.
- Disney R.H.L., 1998. Family Phoridae. In Papp L. & Darvas B. (eds): *Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera*. Vol. 3. Higher Brachycera. Budapest. Science Herald. p. 51-79.
- Goff M. L. a Flynn M. M., 1991. Determination of postmortem interval by arthropod succession: a case study from the Hawaiian Islands. *J. Forensic Sci.*, 36. p. 607-614.
- Greenberg J., 2004. Many more than we know: insects. *A Natural History of the Chicago Region*. University of Chicago Press. p. 291-316.
- Gregor F., Rozkošný R., Barták M., a Vaňvara J. 2002: The *Muscidae* (Diptera) of Central Europe. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun., Biol.*, 107: p. 1 – 280.
- Horenstein M. B., Xavier Linhares X., Rosso de Ferradas B., García D., 2010. Decomposition and dipteran succession in pig carrion in central Argentina: ecological aspects and their importance in forensic science. *Med. Vet. Entomol.*, 24. p. 16-25.



McAlpine J. F., 1977. A revised classification of the Piophilidae, including 'Neottiophilidae' and 'Thyreophoridae' (Diptera: Schizophora). In: Vega D.M., 2011: Forensic importance of the family Piophilidae (Diptera). *Forensic Science International*. 212 (1-3): p. 1-5.

Mégnin P., 1894: La faune des cadavres. In: Vega D.M., 2011: Forensic importance of the family Piophilidae (Diptera). *Forensic Science International*. 212 (1-3): p. 1-5

Mote Don C., 1914. The cheese skipper (*Piophila casei* Linne). *The Ohio Naturalist* 14 (7): p. 309-315.

Ozerov A.L., 2007: Fauna Europaea: Piophilidae. In Pape T. (eds): Fauna Europaea: Diptera, Brachycera. Fauna Europaea version 1.3.

Pape T. 1998: Family Sarcophagidae. In Papp L. & Darvas B. (eds): Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera (with special reference to flies of economic importance). Science Herald, Budapest. p. 649-678.

Pape T., 2007: Diptera: Sarcophagidae. In Pape T. (eds): Fauna Europaea: Diptera, Brachycera. Fauna Europaea version 1.3.

Povolný D., 1978. Hmyz v kriminalogii. *Vesmír*. 57. č. 7. s. 205-208

R Development Core Team (2006). R: A language and environment for statistical computing. (software) R Foundation for Statistical Computing, Vienna (Austria). ISBN 3-900051-07-0

Rognes K., 2007. Fauna Europaea: Calliphoridae. In Pape T. (eds) : Fauna Europaea: Diptera, Brachycera . Fauna Europaea version 1.3.

Šuláková H., 2012. Forezní entomologie. In Štefan J., Hladík J. et al. (eds) *Soudní lékařství a jeho moderní trendy*. Grada Publishing. Praha. s. 315-325.

Vega D.M., 2011. Forensic importance of the family Piophilidae (Diptera). *Forensic Science International*. 212 (1-3): p. 1-5.

Weber G., 2007. Fauna Europaea: Phoridae. In Pape T. (ed.): Fauna Europaea: Diptera, Brachycera. Fauna Europaea version 1.3.

Zuska J. a Laštovka P., 1965. A review of the Czechoslovak species the family Piophilidae with special reference to their importance to food industry (Diptera, Acalyptrata) *Acta Entomol. Bohemoslov.*, p. 141-157.

Internetové zdroje:

Barták M., Piophilidae Macquart, 1835. únor 2009 [cit. 2012-12-10]. Dostupné z <http://zoology.fns.uniba.sk/diptera2009/families/piophilidae.htm>

Gregor F., Rozkošný R., Muscidae Latreille, 1802. únor 2009 [cit. 2012-12-10]. Dostupné z <http://zoology.fns.uniba.sk/diptera2009/families/muscidae.htm>

Kejval Z., Pape T., Sarcophagidae Macquart, 1834. únor 2009 [cit. 2012-12-10]. Dostupné z <http://zoology.fns.uniba.sk/diptera2009/families/sarcophagidae.htm>

Kubík Š., Országh I., Calliphoridae Brauer & Bergenstamm, 1889. únor 2009 [cit. 2012-12-10]. Dostupné z <http://zoology.fns.uniba.sk/diptera2009/families/calliphoridae.htm>

Mocek B., Phoridae Latreille, 1796. únor 2009 [cit. 2012-12-10]. Dostupné z <http://zoology.fns.uniba.sk/diptera2009/families/phoridae.htm>

Pape T., Biology of the Sarcophaginae. 25. listopad 2009 [cit. 2013-2-23]. Dostupné z [http://www.zmuc.dk/entoweb/sarcoweb/sarcweb/biology/Srcphgna/Bio\\_Sarc.htm](http://www.zmuc.dk/entoweb/sarcoweb/sarcweb/biology/Srcphgna/Bio_Sarc.htm)

Hadley D., An early history of forensic entomology, 1300-1900. [cit. 2012-12-6]. Dostupné z [http://insects.about.com/od/forensicentomology/p/early\\_forensic\\_ento\\_history.htm](http://insects.about.com/od/forensicentomology/p/early_forensic_ento_history.htm)

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - rozmístění vzorků .....	25
Tabulka 2: Zastoupení druhů ve vzorkách .....	42

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Vývoj hmyzí populace na mrtvém těle v hloubce 2,5 cm a 50cm (Povolný, 1978) .....	22
Obrázek 2: Punčochový návlek přes láhev .....	36
Obrázek 3: Past obalená látkou .....	36
Obrázek 4: Vzorky v sudu .....	37
Obrázek 5: Zabezpečení sudu .....	37
Obrázek 6: Past s návlekiem .....	38
Obrázek 7: Návlek přes vzorek .....	38
Obrázek 8: Vyměřování vzdáleností .....	39
Obrázek 9: Roztok v láhvích .....	39
Obrázek 10: Náhled na celý pokus .....	40
Obrázek 11: Sukcesní vývoj členovců na mrtvém těle (Povolný, 1978) .....	40
Obrázek 12: Počet much v jednotlivých vzorkách .....	41
Obrázek 13: Ordinační analýza PCA Canoco for Windows 4.5. Preference jednotlivých druhů/čeledí dvoukřídlých (Diptera) ke zkoumaným úrovním degradací masa ..	41

## 9 Přílohy



Obrázek 2: Punčochový návlek přes láhev



Obrázek 3: Past obalená látkou



**Obrázek 4: Vzorky v sudu**



**Obrázek 5: Zabezpečení sudu**



**Obrázek 6: Past s návlekm**



**Obrázek 7: Návlek přes vzorek**



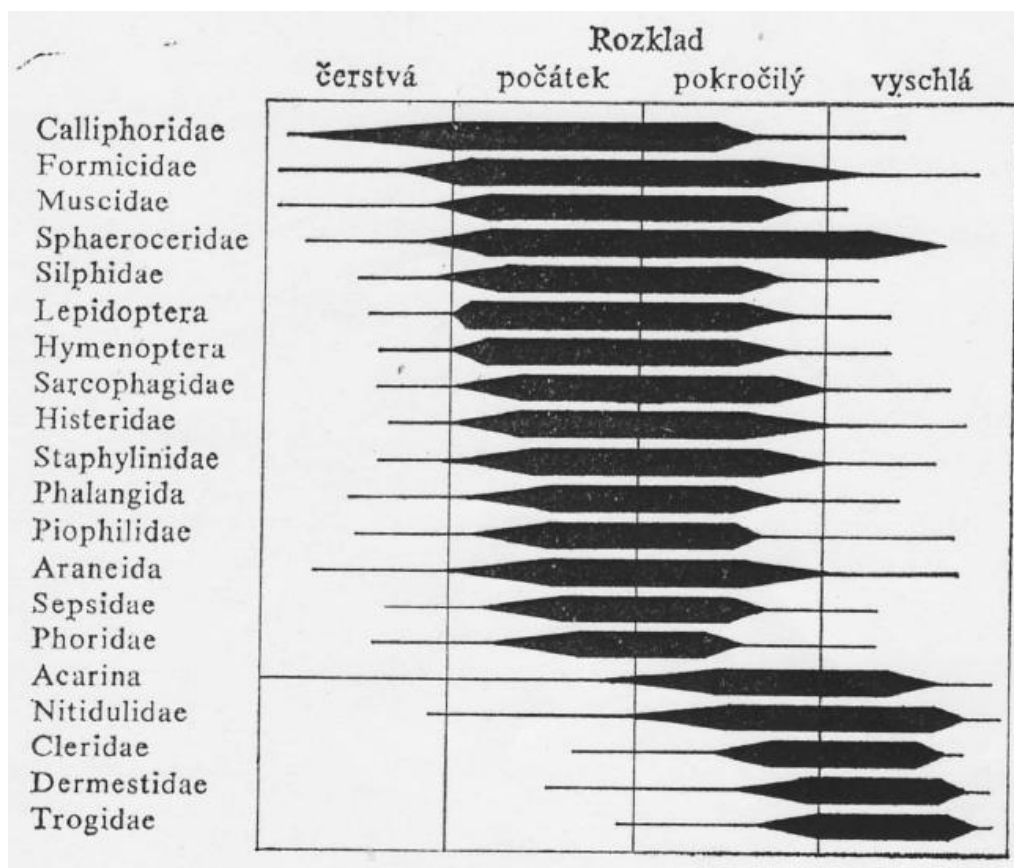
**Obrázek 8: Vyměřování vzdáleností**



**Obrázek 9: Roztok v láhvích**

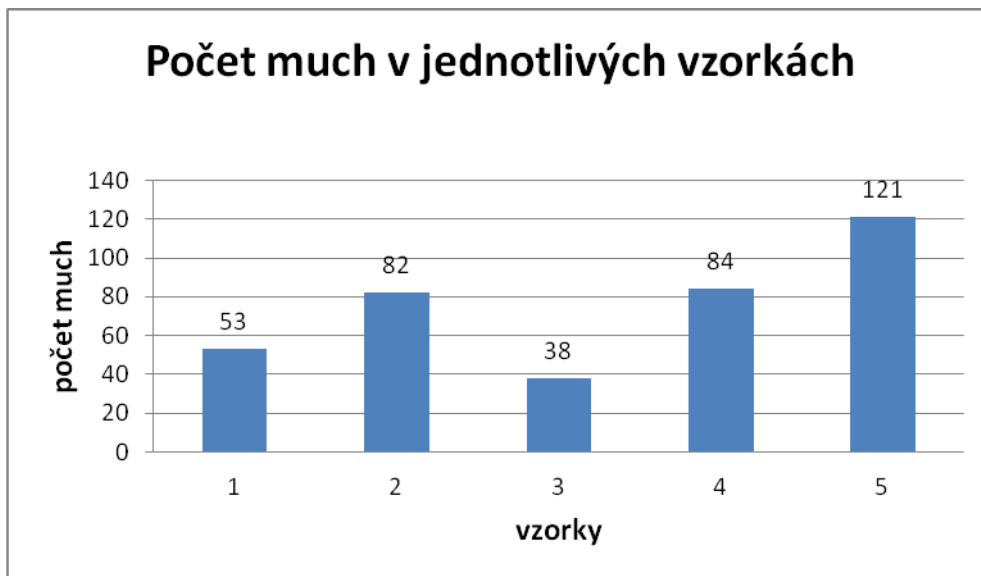


Obrázek 10: Náhled na celý pokus

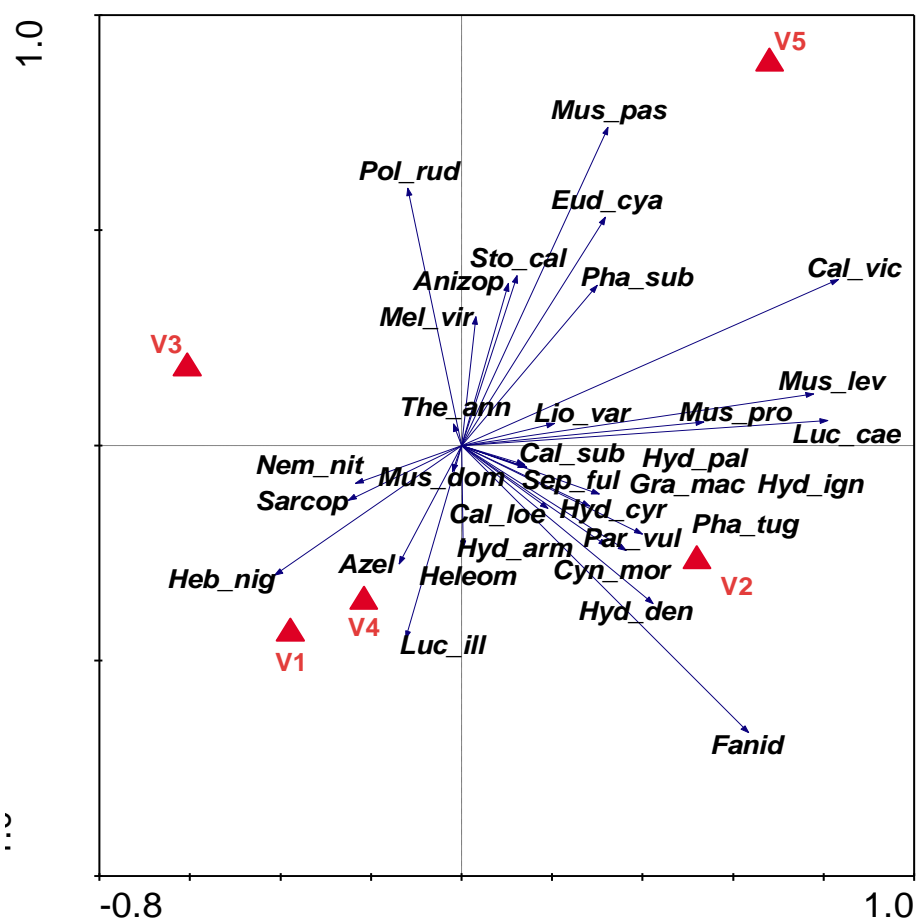


Obrázek 11: Sukcesní vývoj členovců na mrtvém těle (Povolný, 1978)





Obrázek 12: Počet much v jednotlivých vzorkách



Obrázek 13: Ordinační analýza PCA Canoco for Windows 4.5. Preference jednotlivých druhů/čeledí dvoukřídlých (Diptera) ke zkoumaným úrovním degradací masa.

		vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	vzorek 4	vzorek 5
Anisopodidae	Anizopodidae	0	0	0	2	2
Calliphoridae	Lucilia caesar	6	19	8	9	31
	Calliphora vicina	11	15	7	13	37
	Lucilia illustris	1	4	3	4	3
	Cynomya mortuorum	0	1	2	2	0
	Eudosyphora cyanicolor	0	0	1	0	2
	Pollenia rudis	0	2	2	3	6
	Calliphora subalpina	1	0	0	0	0
	Melinda viridicyanea	2	1	0	1	1
Calliphora loewi	0	1	0	0	1	
Fanniidae	Fanidae	5	8	1	30	6
Heleomyzidae	Heleomyzidae	2	1	0	3	2
Muscidae	Phaonia subventa	0	3	0	1	3
	Phaonia tuguriorum	0	0	0	0	1
	Muscina levida	6	13	7	11	16
	Hydrotaea dentipes	1	0	0	1	0
	Hydrotaea armipes	5	9	0	0	0
	Hydrotaea ignava	1	0	0	0	0
	Hydrotaea paleastrica	1	0	0	0	0
	Hydrotaea cyrtoneurina	0	1	0	0	0
	Azelia	2	0	0	0	0
	Muscina prolapsa	1	0	0	2	3
	Hebecnema nigra	1	0	1	0	0
	Graphomya maculata	2	0	0	0	0
	Stomoxys calcitrans	0	1	0	0	1
	Musca domestica	0	1	0	0	0
Muscina pascuorum	0	0	1	0	4	
Piophilidae	Liopiophila varipes	1	1	0	0	0
	Parapiophila vulgaris	2	1	0	1	0
Sarcophagidae	Sarcophaga	1	0	2	0	0
Sepsidae	Themira annulipes	1	0	1	0	0
	Nemopoda nitidula	0	0	1	0	0
Sphaeroceridae	Sepsis fulgens	0	0	1	0	1

**Tabulka 2: Zastoupení druhů ve vzorkách**