Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství

Vliv předchozího zmražení kadáverů na následnou kolonizaci mouchami čeledi Calliphoridae

Bakalářská práce

Autor práce: Monika Černá

Vedoucí práce: prof. RNDr. Miroslav Barták, CSc.
Odborný konzultant: plk. Ing. Hana Šuláková, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv předchozího zmražení kadáverů na následnou kolonizaci mouchami čeledi Calliphoridae“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a odbozného konzultanta, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20. dubna 2017 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. RNDr. Miroslavu Bartákovi, CSc. a plk. Ing. Haně Šulákové, Ph. D. za jejich vynaložený čas na konzultace, jejich vstřícnost, trpělivost a pomoc při vedení mé bakalářské práce.

Vliv předchozího zmražení kadáverů na následnou kolonizaci mouchami čeledi Calliphoridae

Souhrn

Cílem práce bylo shromáždit dostupné informace a vypracovat literární přehled na téma, jak zamražení kadáveru nebo jeho uložení při nízkých teplotách ovlivňuje jeho následnou kolonizaci hmyzem při volné expozici.

Forenzní entomologie je jedním ze speciálních a stále se rozvíjejících oborů kriminalistiky. Využívá poznatků z oblasti biologie, ekologie a zejména o životních cyklech hmyzu, především dvoukřídlých a brouků, s cílem pomoci při vyšetřování násilných trestných činů při odhadu posmrtného intervalu (PMI) nebo při zjišťování příčiny smrti. Kolonizace volně exponované mrtvoly probíhá v 5 – 8 sukcesních vlnách v závislosti na okolním prostředí. Jedním z významných faktorů je teplota, která ovlivňuje rozkladné pochody, kdy při nižších teplotách jsou rozkladné pochody delší a naopak při vyšších teplotách se doba rozkladu zkracuje. Podobný vliv má teplota i na vývin hmyzu, který se vyvíjí pouze v rozmezí efektivních teplot, jejichž hodnoty se u jednotlivých druhů liší.

Součástí práce bylo provedení a vyhodnocení experimentu, který měl objasnit, zda je hmyz schopen klást vajíčka na zmražený kadáver a zda předchozí zmražení kadáverů zpomaluje následnou kolonizaci mouchami čeledi Calliphoridae. Při experimentech bylo použito celkem dvanáct kusů kura domácího (*Gallus gallus* f. *domestica* L.) o hmotnosti cca 1,5 kg, které byly usmrceny stejným způsobem, ale polovina byla před experimentem zmražena. Výsledky experimentu ukázaly, že procentuální zastoupení jednotlivých druhů se při obou variantách lišilo. Zmražený a čerstvý kadáver se lišily v celkovém počtu jedinců (larev), kteří se na mrtvých tělech vyvíjeli a ve způsobu, kterým se mrtvá těla rozkládala.

Klíčová slova: Forenzní entomologie, sukcese, vliv zmražení, Calliphoridae

The effect of previous freezing of cadaverson the following colonization by flies of the family Calliphoridae

Summary

The aim of the thesis was to rally available information and draw up a review of literature data on the topic of how freezing of a carcase or its storage at low temperatures affects its following colonization by insects while open exposition.

Forensic entomology is one of the special and ever-developing field of criminology. It uses a knowledge of the biology, ecology and especially the life cycles of insect, mainly flies and beetles, to assist in the investigation of violent crimes in estimating of post mortem interval (PMI) or determining the cause of death. Insect colonization openly exposed corpses go through 5 to 8 successional waves depending on the surrounding environment. One of the important factors is the temperature which affects the decomposition process, where decomposition processes are longer at lower temperatures and on the contrary at shorter at higher temperatures. Temperature has a similar effect on development of insect, which develops only within the effective temperatures, whose values vary by species.

The study performs an experiment which should verify whether insect is able to oviposit on the frozen carcasses and whether pre-frozen carcasses slow the subsequent colonization by flies of the family Calliphoridae. During the experiments, a total of twelve pieces of domestic fowl (*Gallus gallus* f. *domestica* L.), weighing about 1.5 kg, were sacrificed in the same way, and a half of them was frozen before the exposition. Experiment results showed that the percentage of each species in both variants differed. Frozen and fresh cadaveres differed in the total nu mber of individuals (larvae), which developed on them, and the way in which the dead bodies decayed.

Key words: Forensic entomology, succession, affect of freezing, Calliphoridae

1 Úvod ..... - 1 -

2 Cíl práce ..... - 1 -

3 Literární přehled ..... - 2 -

3.1 Forenzní entomologie ..... - 2 -

3.2 Sukcese ..... - 3 -

3.2.1 1. sukcesní vlna – fáze rozkladu: čerstvá mrtvola ..... - 3 -

3.2.2 2. sukcesní vlna – fáze rozkladu: nadmuté tělo ..... - 4 -

3.2.3 3. sukcesní vlna – fáze rozkladu: biochemicky aktivní/fermentace proteinů ..... - 5 -

3.2.4 4. sukcesní vlna – fáze rozkladu: biochemicky aktivní/rozklad proteinů - 6 -

3.2.5 5. sukcesní vlna – fáze rozkladu: tělo v pokročilém rozkladu/čpavková fermentace ..... - 7 -

3.2.6 6. sukcesní vlna – fáze rozkladu: vysychání zbytků měkkých tkání ..... - 7 -

3.2.7 7. sukcesní vlna – fáze rozkladu: vysušené zbytky ..... - 8 -

3.2.8 8. sukcesní vlna – fáze rozkladu: kosterní zbytky ..... - 8 -

3.3 Faktory ovlivňující rozklad mrtvoly ..... - 9 -

3.4 Vliv typu prostředí ..... - 9 -

3.4.1 Mrtvoly pohřbené nebo zahrabané ..... - 10 -

3.4.2 Mrtvoly nalezené ve vodě ..... - 10 -

3.4.3 Mrtvoly v uzavřených prostorách ..... - 10 -

3.4.4 Mrtvoly ve volné expozici ..... - 10 -

3.5 Vliv stavu mrtvého těla ..... - 11 -

3.6 Vliv teploty ..... - 11 -

3.7 Vliv chladu a nízkých teplot při vývinu hmyzu ..... - 12 -

3.8 Vliv zmražení na rozklad mrtvého těl ..... - 12 -

3.9 Čeleď Calliphoridae ..... - 13 -

4 Materiál a metody ..... - 14 -

4.1 Popis lokality ..... - 14 -

4.2 Přípravná fáze ..... - 14 -

4.2.1 Příprava zvířat před pokusem ..... - 14 -

4.2.2 Pomocné materiály ..... - 15 -

4.3 Realizace pokusu ..... - 15 -

4.3.1 Exponování ..... - 16 -

4.3.2 Vývin larev ..... - 16 -

4.3.3 Odběr vzorků imag ..... - 16 -

4.4 Způsoby hodnocení ..... - 17 -

4.4.1 Vizuální hodnocení ..... - 17 -

5 Výsledky ..... - 18 -

5.1 Vizuální hodnocení ..... - 18 -
5.1.1 První opakování ..... - 18 -
5.1.2 Druhé opakování ..... - 18 -
5.1.3 Třetí opakování ..... - 19 -
5.1.4 Čtvrté opakování ..... - 19 -
5.1.5 Páté opakování ..... - 20 -
5.1.6 Šesté opakování ..... - 20 -
5.2 Druhové složení ..... - 20 -
5.3 Zhodnocení terénních pokusů ..... - 21 -
6 Diskuze ..... - 23 -
7 Závěr ..... - 25 -
8 Použitá literatura ..... - 27 -
9 Seznam obrázků, tabulek a grafů ..... - 30 -
10 Samostatné přílohy ..... - 33 -

1 Úvod

Jedním z nejpřesnějších zůsobů jak stanovit dobu úmrtí je využití předvídatelnésledu hmyzu, který kolonizuje mrtvolu. Existuje ale mnoho rozdílných parametrů, které mohou mít vliv na časovou následnost a druhové složení fauny na mrtvém těle. Jedním z nejdůležitějších faktorů je teplota. Ta ovlivňuje nejen dobu rozkladu mrtvého těla, ale i vývin hmyzu a jeho druhové zastoupení na mrtvole (Byrd et Castner, 2010).

V kriminalistické praxi se lze setkat s případy, kdy je mrtvé tělo nebo jeho části před volnou expozicí zmraženo. Po rozmrznutí je takováto mrtvola kolonizována bezobratlými živočichy obdobně jako předtím nezmražená, ale aktivita bezobratlých bude na mrtvém těle kratší o dobu, kdy bylo mrtvé tělo uloženo v mrazicím boxu, tedy v podmínkách pro hmyz nepříznivých. Je zde otázka může-li forenzní entomolog poznat, že mrtvé tělo bylo před jeho nálezem zmrženo a tím stanovit přesný post morten interval.

Cílem práce bylo pomocí terénních pokusů zjistit, zda je hmyz, zejména dvoukřídlí, schopný klást vajíčka na mrtvá těla, které byly pozměněny mrazem, a zda předchozí zmražení kadáverů zpomaluje následnou kolonizaci mouchami čeledi Calliphoridae.

2 Cíl práce

Cílem této práce je shromáždit údaje o vlivu předchozího zmražení kadáveru na jeho následnou kolonizaci hmyzem při volné expozici. Nedílnou součástí práce bude experimentálně vyzkoušet, zda je hmyz, zejména dvoukřídlí, schopný klást vajíčka na substráty, které byly pozměněny mrazem.

Hypotéza: Předchozí zmražení kadáverů zpomaluje následnou kolonizaci mouchami čeledi Calliphoridae.

3 Literární přehled

3.1 Forenzní entomologie

V kriminalistické praxi je důležité co nejrychleji, v plném rozsahu a hlavně odborně zajistit i entomologické stopy, imága hmyzu a jeho vývojová stadia, která se nacházejí na mrtvém těle a v jeho nejbližším okolí a to i s podložím. Tento entomologický materiál často prozradí nejen různé časové údaje, ale i napoví mnohé o místě smrti či posmrtném přemístění těla (Daněk, 1990).

Již od 17. století je známá činnost hmyzu na mrtvých tělech, ale až v 19. století se součástí zpráv ze soudního lékařství staly i záznamy o výskytu hmyzu na mrtvolách (Daněk, 1990). V posledních letech se forenzní entomologie jako věda bouřlivě rozvíjí (Innes, 2010). Tento obor je propojení znalostí o bionomii a ekologii hmyzu a dalších členovců s právním řádem. V současnosti se entomologie využívá v trestním řízení a to i u vražd a dalších závažných trestných činech po celém světě (Catts and Goff, 1992; Benecke, 2001).

Forenzní entomologie je věda, která zkoumá jednotlivé řády hmyzu, se zaměřením na saprofágní organismy, především o nekrofágy (Eliášová a Šuláková, 2012) pro forenzní a právní účely. Jedním z hlavních úkolů této vědy je stanovit post morten interval (PMI) (Lecccese, 2004; Šuláková, 2014) dobu mezi úmrtím člověka a nálezem jeho mrtvoly (Šuláková, 2014).

Zařazením mrtvoly do potravního řetězce nekrosaprofágního hmyzu pomáhá entomologicky určit PMI. Hmyz mrtvolu aktivně vyhledává, protože lehce dostupné bílkoviny, které mrtvé tělo představuje, se stávají hlavní částí jídelníčku nekrosaprofágního hmyzu. Stupně rozkladu, či-li stáří mrtvoly, se liší druhovým složením hmyzu. Jsou ale druhy, které nacházíme po celou dobu dekompozice mrtvoly (Šuláková, 2006).

3.2 Sukcese

Sukcese označuje vývoj a změny ve složení společenstev v ekosystému a představy o něm.

Sukcese ve forenzní entomologii popisuje, v jakých zákonitých sledech kolonizuje hmyz a jiné organismy mrtvé tělo pro daný stupeň rozkladu. Dostatek teoretických podkladů a praxe lze využít k úsudku, kdy započal rozklad dané mrtvoly (Povolný, 1982).

Daněk (1990) uvádí, že ve střední Evropě a v jejích klimatických podmínkách lze rozlišit osm postupných vln, kdy je volně ležící mrtvola kolonizována nekrofágní faunou. Nelze je časově přesně rozdělit. Plynule přechází jedna v druhou: čerstvá mrtvola, počínající rozklad, zmýdelnění, sýrovatění, amoniakální ztekutění zbytků, úplné vyschnutí a trouchnivění. Dle Šulákové (2006) začíná sukcese v okamžiku, kdy hmyz mrtvolu objeví a probíhá v pěti až osmi vývojových vlnách.

3.2.1 1. sukcesní vlna – fáze rozkladu: čerstvá mrtvola

První sukcesní vlna začíná bezprostředně po smrti. K této vlně může dojít ještě i za života dané oběti, jestliže je bezmocná a krvácí. Naopak u intaktních mrtvol k ní vůbec nedojde. Mouchy vykladou vajíčka mnohem rychleji ve volném prostoru a tam, kde je jejich výskyt běžný, než v uzavřeném prostoru, kam musí složitě pronikat (Daněk, 1990; Šuláková, 2012).

Jedna ze skupin bezobratlých typických pro tuto vlnu je řád blanokřídlí (Hymenoptera) – vosy (obr. 8) a mravenci ti ihned po nasycení, kdy kusadly oddělili velké části rozrušené svaloviny, tělo opouštějí a opakovaně se vrací (Šuláková a kol., 2014). Tento řád je pro forenzní entomologii v podstatě bezvýznamný.

Druhou skupinou hmyzu, která kolonizuje mrtvé tělo v první fázi je řád dvoukřídlí (Diptera), zejména zástupci čeledi *bzučivkovití* (Calliphoridae). Z bzučivek na mrtvolu nalétávají zeleně kovově lesklé mouchy rodu *Lucilia* (Robineau-Desvoidy, 1830) a tmavě modré kovově lesklé mouchy rodu *Calliphora* (Robineau-Desvoidy, 1830). Pro tyto bzučivky je aroma krve velmi silným atraktantem. Mouchy svá vajíčka kladou především na přístupné sliznice tj. oči, nos, ústa a uši, urogenitálního traktu, konečník, do ran a lze je i nalézt v krví nasáklém oděvu (Šuláková, 2014).

Pro forenzní entomologii je důležité, že imága much jsou pouze nekrofilové, kteří se živí nektarem z květů, šťávou z přezrálého ovoce a medovicí mšic (Erzinclioglu, 1996; Šuláková a kol., 2014) a nikoli mrtvolou, ale tělo využívají promárně k nakladení vajíček a pouze příležitostně jako zdroj potravy, tj. sají a lízají z něj krev a další tekutiny (Erzinclioglu, 1996; Šuláková, 2014). Naopak larvy jsou nekrofágové, které se živí mrtvými částmi těla.

Z uvedeného důvodu je krátký časový interval mezi příletem much a nakladením vajíček minimální časový interval, což je významné pro přesnost při výpočtu doby kolonizace mrtvoly hmyzem (Šuláková, 2014).

3.2.2 2. sukcesní vlna – fáze rozkladu: nadmuté tělo

Druhá sukcesní vlna začíná tvorbou plynných látek, které vznikají činností bakterií v trávicím traktu mrtvoly, tělo se nadouvá a páchne. V letních měsících k této fázi dochází, při příznivých klimatických podmínkách, již během několika hodin (Šuláková, 2014) či druhý den po smrti (Daněk, 1990). Neustále pokračuje nálet much rodů *Lucilia* a *Calliphora* hlavně se plně rozvíjí destrukční činnost jejich larev. Rozkladný plyn uvolňovaný z těla je atraktantem pro další kolonizátory – mouchy čeledě masařkovití (Sarcophagidae) a to zejména *Sarcophaga carnaria* (Linnaeus, 1758); (Povolný, 1978; Daněk, 1990). Kriminalistická praxe a výzkum však ukazují, že uvedený druh nemá přímou vazbu na mrtvoly. Naproti tomu v na ší republice a v okolních státechse vyskytují na mrtvolách cca z 95 % larvy mouchy *Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830). Nově nalézáme druhy čeledě mouchovitých (Muscidae), z nichž v druhé vlně kolonizují mrtvé tělo zástupci rodu *Muscina* (Robineau-desvoidy, 1830); (Šulákova, 2014).

Uvolňovaný plyn bakteriálního rozkladu, který je atraktan této vlny láká i nekrofágy z řádu brouků (Coleoptera), ti ale nejsou úplně přesným indikátorem pro stanovení počátku kolonizace, protože na mrtvole setrvávají po nějakou dobu, než začnou klást (Šuláková, 2014). Jako první reagují brouci čeledi Silphidae. Do výpočtu doby kolonizace však lze zahrnout nejvýznamnějšího zástupce této čeledi *Necrodes littoralis* (Linnaeus, 1758), jelikož jeho larvy se vyskytují na mrtvolách pravidelně a v hojném počtu.

Shodným způsobem lze využít i larvy rodu *Thanatophilus* (Leach, 1815). Naopak larvy rodu *Nicrophorus* (Fabricius, 1775), který je často uváděn jako forenzně významný (Daněk, 1990), mají minimální praktický význam, jelikož se na lidských mrtvolách vyskytují pouze imága (Šuláková, 2014). Parazitoidní druhy řádu Hymenoptera jsou dalšími typickými představiteli druhé sukcesní vlny. Nejvýznamnější jsou samičky nadčeledi Chalcidoidea a Ichneumonoidea, které kladou vajíčka do larev a kukel již přítomných na mrtvém těle. Uvnitř těchto hostitelů se larvy vylíhnou a svým hostitelem se živí a následně se v něm i zakuklí. Pevná vazba tohoto vývojového cyklu na přítomnost hostitelských nekrosaprofágů na mrtvém těle může posloužit k výpočtu doby kolonizace (Šuláková, 2014).

3.2.3 3. sukcesní vlna – fáze rozkladu: biochemicky aktivní/fermentace proteinů

Třetí sukcesní vlna začíná zmýdelněním tuků, při kterém vznikají těkavé mastné kyseliny, z nichž kyselina mléčná má nejintenzivnější zápach (Daněk, 1990; Šuláková, 2014). Tento zápach je silným antraktantem pro další mouchy z čeledi mouchovitých zejména z rodu *Hydrotaea* (Robineau-Desvoidy, 1830), ze kterého se v České republice vyskytuje především *Hydrotaea ignava* (Haris, 1780). Samičky těchto much kladou vajíčka do lože mrtvého těla. Larvy prvního instaru se živí hnilobnou tekutinou prosakující do půdy a od druhého instaru začínají být dravé a již kolonizují mrtvé tělo. Mouchy čeledi Muscidae mrtvé tělo plně kolonizují až v okamžiku, kdy ji zástupci čeledi Calliphoridae z větší části opustili (Šuláková, 2014).

Z brouků se v této vlně nacházejí představitelé čeledi kožojedovití (Dermastidae) a to především druhy *Dermetes frischii* (Kugelann, 1792), *Dermestes murinus* (Linnaeus, 1758) a *Dermestes undulatus* (Brahm, 1790) a čeleď pestrokrovečníkovití (Cleridae) se zástupci rodu *Necrobia* (Olivier, 1795), a to *Necrobia violacea* (Linnaeus, 1758), *Necrobia rufipes* (De Gerr, 1775; Daněk 1990; Šuláková, 2014). Na mrtvém těle stále setrvávají i nekrofágní brouci druhé sukcesní vlny. Larvy výše uvedených much svojí činností dokáží za 2–3 týdny zkonzumovat větší část mrtvého těla, zvláště pokud je bez oblečení. V této vlně se vyskytují na mrtvole ve větším množství biofágové, predátoři nekrofágního hmyzu, kteří se živí larvami i dospělci (Daněk, 1990). Jedná se především o zástupce čeledi drabčíkovití (Staphylinidae), kdy při výpočtu doby kolonizace hraje důležitou roli druh *Creophilus maxillosus* (Linnaeus, 1758), který se na mrtvém těle pravidelně rozmnožuje (Šulákova, 2014).

Pod neoblečeným, ležícím tělem se vyvíjí přechodné společenství flory a fauny. Vzniklé změny lákají řadu saprofágních druhů z výše zmíněné čeledi Staphylinidae a některé druhy rodu hnojník *Aphodius* (Illiger, 1798) a rodu lejnožrout *Onthophagus* (Latreille, 1802) z čeledi vroubonovitých (Scarabaeidae). Druh chrobáka *Anoplotrupes stercorosus* (Scriba, 1791) na mrtvole nalezneme, jestliže již došlo perforaci (proděravění) dutiny břišní, žaludku a střev, kterého přilákal zápach uvolněných výkalů. Motýlka zavíječe tukomilného *Aglossa pinguinalis* (Linnaeus, 1758) může na mrtvé tělo přilákat zápach žluklého tuku (Daněk, 1990).

3.2.4 4. sukcesní vlna – fáze rozkladu: biochemicky aktivní/rozklad proteinů

Krátce po fermentaci tuků nastává fermentace proteinů. Látky, které se uvolňují, připomínají zápach sýrů. Zápach přezrálého sýru je atraktantem pro mušky čeledi sýrohlodkovití (Piophilidae), jejichž larvy se vyznačují tím, že smršťováním těla dokážou skákat (Daněk, 1990). V České republice je hlavním zástupcem druh *Stearibia nigriceps* (Meigen, 1826) a bývá i nejdominantnějším druhem v pokročilém rozkladu těla (Hrdinová a kol., 2013; Šuláková, 2014).

Při situaci, kdy je tělo delší dobu pod vodní hladinou až po několika měsících vyplave na hladinu a břeh, jsou sýrohlodky jeho výlučnými kolonizátory. Velké mouchy rodů *Lucilia*, *Calliphora* a *Sarcophaga*, neměly příležitost se k tělu dostat. Na tomto těle se již také nebudou vytvářet plynné látky, ale pouze látky typické pro fázi fermentaci proteinů (Daněk, 1990).

Při této sukcesní vlně nacházíme na mrtvolách také zástupce z čeledi octomilkovití (Drosophilidae) octomilku velkou *Drosophila funebris* (Fabricius, 1787), kmitalku *Sepsis fulgens* (Meigen, 1826), zavalitku *Madiza glabra* (Fallen, 1820) a pestřenku *Eristalis tenax* (Linnaeus, 1758). Z čeledi březnicovití (Ephydridae) druh *Teichomyza fusca* (Macquart, 1835) a z čeledi Fannidae druh *Fannia canicularis* (Linnaeus, 1761); (Daněk, 1990).

Daněk (1990) uvádí, že na sušších místech těla vrcholí výskyt dospělců brouků z čeledi Cleridae rodu paličník (Necrobia), kteří byli k tělu přilákáni ve třetí vlně zápachem fermentace tuků. Jsou to typičtí biofágové živící se larvami much a jiných drobných nekrofágů.

V této vlně dochází ke kvantitativnímu a kvalitnímu poklesu počtu typických nekrofágů z čeledi mrchožroutovití (Silphidae) úměrně s úbytkem svalové hmoty a měkkých tkání. Současně na mrtvém těle, v jeho loži a okolí dokončují biologické cykly larev čeledi Muscidae a brouků, kteří mají kratší vývojový cyklus (Daněk, 1990; Šuláková, 2006).

3.2.5 5. sukcesní vlna – fáze rozkladu: tělo v pokročilém rozkladu/čpavková fermentace

Atraktantem páté sukcesní vlny jsou pro bezobratlé amonné a kaseózní substance, a proto kolonizují mrtvé tělo až při dosažení čpavkové fermentace. Čeleď Muscidae je v České republice dominatně zastoupena druhem *Hydrotaea ignava* (Daněk, 1990; Šuláková, 2014).

Hnilobné a bílkovinové látky vyhledávají drobné mušky z čeledi hrbilkovití (Phoridae), převážně druhy *Phora aterrima* (Fabricius, 1794) a *Megaselia rufipes* (Meigen, 1804).

Zřetelně ubývá potravy pro typické nekrofágy a tím se zmenšuje i jejich počet a zákonitě ubývají biofágové, kterým rovněž mizí potrava (Šuláková, 2012). Roztoči (Acari) navyšují své zastoupení na mrtvém těle, kde se vyskytují již od počátku kolonizace hmyzem. Na mrtvolu se dostávají forezií tj. přichyceni na tělech hmyzu. Poté se na mrtvole rozmnoží a při líhnutí nových jedinců much a brouků se nechají přenášet na další mrtvé tělo (Šuláková, 2014). V podloží mrtvého těla se nachází kukly brouků, čerstvě vylíhlí i uhynulí jedinci (Daněk, 1990).

3.2.6 6. sukcesní vlna – fáze rozkladu: vysychání zbytků měkkých tkání

Při šesté sukcesní vlně jsou již měkké tkáně rozloženy a viditelné jsou jen kosti, chrupavky, vazivo, vlasy a ochlupení (Šuláková, 2006). Na kostech, kde jsou ještě zachovány zbytky tkání, jsou přítomny sírohlodky a hrbilky, které zde dokončují svůj vývoj. Začínají se objevovat brouci z čeledi hlodáčkovitých (Trogidae) rodu *Trox* (Fabricius, 1775). Především *Trox sabulosus* (Linnaeus, 1758), *Trox hispidus* (Pontoppidan, 1763) a *Trox scaber* (Linnaeus, 1767). Nalézt lze i brouky z čeledí Dermestidae a Glaresidae (Daněk, 1990; Eliášová a Šuláková, 2012).

Nově se v této vlně objevují vrtavci (Ptininae) z čeledi červotočovití (Anobiidae). Na kostech ležících na povrchu se objevují řasy (Algae), (Šuláková, 2006). Roztoči živící se proteiny živočišného původu narušují kosti a napadají kostní dřeň a v té době převládají na pozůstatcích mrtvoly (Eliášova a Šuláková, 2012). V šesté sukcesní vlně dochází k vyschnutí všech tekutin v doposud nerozložených zbytcích měkkých tkání a tím dochází k výrazné změně přechodného společenství rostlinných a živočišných druhů a podloží mrtvého těla se pozvolna vrací do své původní podoby. S těmito změnami postupně mizí i saprofágové z čeledi vodomilovití (Hydrophylidae), drabčíkovití (Staphylinidae), vrubounovití (Scarabaeidae) (Daněk, 1990).

3.2.7 7. sukcesní vlna – fáze rozkladu: vysušené zbytky

Při sedmé sukcesní vlně je mrtvé tělo již zcela vysušeno a jeví se zcela jako kostra. Na rozkladu se v této fázi podílí hmyz, který se živí sušeným hmyzem, rohovinou, kůžemi a peřím. Řadíme mezi ně brouky z čeledi vrtavcovitých (Ptinidae) a roztoče (Šulákova, 2012). Jedná se vesměs o druhy suchomilné a teplomilné a můžeme se s nimi setkat na mrtvolách nalezených v uzavřených prostorech. V přírodě se sedmá vlna většinou neobjevuje (Daněk, 1990).

3.2.8 8. sukcesní vlna – fáze rozkladu: kosterní zbytky

Osmá sukcesní vlna se podle Daňka (1990) objevuje u mrtvoly ležící ve volném terénu více jak tři roky. Skelet kolonizují především rozmanité druhy roztočů a z brouků čeleď Ptinidae (Daněk, 1990; Šuláková, 2014). Drabčíkovití (Staphyllinidae) pokud se na kostře objeví, pak se jedná zpravidla o vyhledání úkrytu před přílišným vlhkem, horkem nebo suchem nebo náhodné přezimování (Daněk, 1980).

3.3 Faktory ovlivňující rozklad mrtvoly

Souběžně s průběhem sukcese se výrazně projevuje i druhové spektrum, případně celá biocenóza v místě, kde se mrtvola nachází. Proto bez souvislostí a bez znalostí druhového složení daných druhů much na daném stanovišti nelze hovořit o charakteristických znacích sukcese.

Druhové složení závisí zoogeografické, stanovištní a geomorfologické povaze stanoviště. Fenologický aspekt, tj. roční období, ve kterém probíhá rozklad mrtvého těla je také důležitý činitel.

Při sukcesi se uplatňuje ekologická valence jednotlivých druhů a její jednotlivé složky – závislost a tolerance daného druhu k základním abiotickým faktorům, tj. délka dne, teplota, vlhkost stanoviště (Povolný, 1982).

Rozklad mrtvoly ovlivňují jak vnější, tak vnitřní faktory. Z vnějších faktorů je nejdůležitější teplota (teploty mezi 25 °C a 35 °C jsou pro rozvoj bakterii optimální) na druhém místě následuje síla větru a vlhkost vzduchu (Campobasso et al., 2001; Šuláková, 2006). Mumifikační procesy spouští suché a větrné prostředí, které dehydratuje mrtvolu a tím naruší bakteriální šíření. Naopak ve vlhkém prostředí dochází ke zpomalení degradace mrtvoly nasáknutím tkání (Campobasso et. al., 2001).

Někdy mají rozhodující roli při rozkladu mrtvého tělazvířecí predátoři a mrchožrouti (vlci, lišky, psi, kočky, krysy, ptáci) (Rodriguez, 1997; Šuláková, 2006).

3.4 Vliv typu prostředí

Pro forenzní entomologii je důležitá skutečnost, že různá stanoviště - holá území, pole louky, zahrady, lesy, města – mají zcela charakteristická spektra much, toto se projeví i ve specifickém složení vajíček, resp. druhů nalezených na mrtvém těle (Povolný, 1979). Dané prostředí má vliv zejména na přístupnost mrtvého těla pro hmyz a především na zastoupení jednotlivých druhů hmyzu, např. uzavřené prostory, otevřená krajina, lesní porost (Šuláková, 2006).

3.4.1 Mrtvoly pohřbené nebo zahrabané

Do této kategorie řadíme, jak těla v legálních hrobech, tak především těla ukrytá v ilegálních hrobech, ale i těla zakrytá a nebo ukrytá v různých obalech nejčastěji v plastových (Eliášová a Šuláková, 2012). Významným faktem je, že zakrytí těla půdou vyřadí Calliphoridae z kolonizace mrtvoly. Přesto se na rozkladu pod zemí podílí celá řada jiných druhů. Samičky rodu *Muscina* (Muscidae) kladou vajíčka na povrch půdy a larvy prolézají vrstvou půdy vysokou maximálně 30 – 50 cm k tělu. Samičky mušek čeledi hrbílkovití (Phoridae) jsou schopné proniknout vrstvou půdy do hloubky 15 – 20 cm a kladou vajíčka přímo na mrtvé tělo (Povolný, 1978; Eliášová a Šuláková, 2012). Zakrytí těla způsobí mnohonásobné prodloužení rozkladu těla působením hmyzu (Povolný 1978; Rodriguez et Bass, 1985; Smith, 1986; Daněk, 1990; Gunn, 2006)). Gunn (2006) uvádí, že u pohřbených mrtvol je rozklad až čtyřikrát delší než u volně exponovaných těl na povrchu.

3.4.2 Mrtvoly nalezené ve vodě

Na rozkladu mrtvého těla ve vodě se zejména podílejí korýši, ryby tedy netypické nekrofágní fauna, která není závislá na výskytu mrtvoly, ale pouze využívají dané situace. Pouze na částech mrtvého těla, která jsou nad vodní hladinou přístupná hmyzu se na rozkladu těla podílí hmyz typický pro volnou expozici mrtvoly. Podobná situace nastane i u těl, která jsou dodatečně vyplavena na břeh nebo se tělo zachytí ve vegetaci nad vodní hladinou (Eliášová a Šuláková, 2012).

3.4.3 Mrtvoly v uzavřených prostorách

Uzavřenými prostory rozumíme byty, půdy, sklepy, garáže, zahradní domky, jeskyně atd. Na mrtvých tělech nalezených v těchto prostorech se vyskytuje fauna, která je typická pro ten daný prostor. V bytech se jedná především o synantropní druhy, které v blízkosti člověka žijí celoročně nebo o druhy hemisynantropní, které v blízkosti člověka jen přezimují (Daněk, 1980; Eliášová a Šuláková, 2012).

3.4.4 Mrtvoly ve volné expozici

Výše popsané sukcesní vlny jsou modelovým příkladem kolonizace volně exponované mrtvoly hmyzem, který se vyskytuje v terénu přes vegetační období.

3.5 Vliv stavu mrtvého těla

Traumata na těle mrvoly, krvácení, perforace střev, dále množství podkožního tuku, hmotnost, pohlaví, věk, zdravotní stav, ale i stav oblečení to vše představuje pojem stav mrtvoly (Šuláková, 2006).

Pokud oběť má na těle zranění, krvácí a je bezmocný, může kolonizace začít ještě za jejího života nebo doba úmrtí a začátek kolonizace může nastat současně. Znečištění mrtvého těla nebo jeho okolí (zvratky, fekálie či jiné tělní tekutiny), dojde ke kolonizaci těla a kladení vajíček mouchami podstatně dříve (Šuláková, 2014). Obecně platí, že hmyz nejdříve kolonizuje u mrtvých těl odkryté části těla a až poté se dostává do zakrytých částí těla oděvem (Obenberger, 1953). Větší množství tekutin v tkáních, vodnatost obézních těl podporuje rozvoj a šíření bakterií a z toho důvodu se obézní mrtvoly rozkládají rychleji. Naopak u plodů a novorozenců, kteří jsou bakteriálně značně sterilní, je rozklad pomalejší. U zanedbaných osob, u osob s hnisavou infekcí je rozklad rychlý a brzký (Campobasso et al., 2001).

3.6 Vliv teploty

Převážná část Evropy se nachází v severním mírném pásmu. Střední Evropa je přechodná oblast, kde se teplé léto se srážkami střídá se zimou s trvalou sněhovou pokrývkou. Proto se teplota nejvíce uplatňuje při rozkladu mrtvého těla. V České republice spadá aktivita nekrofágů do období od konce dubna do konce října tj. období cca 6 měsíců. Daněk (1990) uvádí, že v letních měsících je rozklad mrtvol až o polovinu rychlejší než na jaře a na podzim.

Při průměrných teplotách kolem 15 °C doba rozkladu měkkých částí mrtvého těla je přibližně čtrnáct dnů, ale již při průměrných teplotách kolem 20 °C se měkké části rozloží během 5 – 7 dnů. Až na tři týdny se prodlouží rozklad při průměrných teplotách 13 °C.

Členovci jsou poikilotermní a tím okolní teploty řídí rychlost jejich vývinu: čím je vyšší teplota, tím je vývin rychlejší. Stanovit dobu nakladení vajíček lze, jestliže jsou známé okolní teploty a průběh vývinu dvoukřídlých. Post morten interval lze vypočítat dvěma metodami. První z nich porovnává vlikost a délku larev ve srovnání s teplotou. Tato metoda má ale mnoho omezení, omezuje se pouze na larvální stádia, problém s určením skutečné velikosti larev a omezené množství zveřejněných vývojových diagramů (isomegadiagramů). Při druhé metodě se měří akumulované teplotní dny nebo hodiny potřebné k dosažení určité fáze vývinu (Ames et Turner, 2003).

3.7 Vliv chladu a nízkých teplot při vývinu hmyzu

Efektivní teploty jsou teploty, při kterých určitá vývojová stadia (instary) jsou schopná prodělávat vývin. Dolní hranice efektivní teploty se pohybuje kolem 10 °C, horní hranice bývá tak vysoká, nemusí být prakticky brána v úvahu (Povolný, 1982). Vliv teploty na vývojové cykly bzučivek zpracovává řada studií, s cílem určit minimální, maximální a optimální tepltoty, které jednotlivé druhy potřebují ke svému vývinu (Anderson, 2000; Byrd et Alln, 2001; Clarkson at el., 2004; Davison, 1969; Marchenko, 2001). Do diapauzy upadají larvy vylíhnuté na podzim v souvislosti se snižujícími se teplotami a krátícím se dnem. Ve své činnosti jsou schopné pokračovat až na jaře následujícího roku při zvýšení teplot prostředí a prodlužujícího se dne (Povolný, 1982).

3.8 Vliv zmražení na rozklad mrtvého těl

Zmražené mrtvé tělo je podle Micozzi (1986) rychleji kolonizováno nekrofágním hmyzem, který urychluje rozklad současně s bakteriemi z vnějšího prostředí, ale cíleně nekrofágní faunu z čerstvého a zmraženého kadáveru neporovnával. Jeho zájem se ubíral především na rozkladný proces tkání a potvrdil hypotézu, že u čerstvě zabitého nebo uhynulého tvora je typický anaerobní rozklad, který začíná v trávicí soustavě činností bakterií. Mrtvé tělo se nafukuje vznikajícími plyny, které vytláčí bakterie do zbytku těla, kde následně degraduje krev a ostatní tkáně. Degradační proces směřuje z útrob těla směrem ven. Naopak zmražené mrtvé tělo při expozici rozmrzá od povrchu směrem dovnitř a naposled rozmrznou vnitřní orgány i s trávicí soustavou. Tímto dojde k vyřazení z degradačního procesu bakterie trávicího traktu. Zmražení způsobuje mechanické porušení kůže a ostatních tělních buněk zmrzlými krystalky tělních buněk. Z toho důvodu převládá u zmražených kadáverů aerobní rozklad těla vyvolaný bakteriemi z vnějšího prostředí a pokračuje směrem dovnitř těla. Existující rozdíl mezi nekrofágy, kteří kolonizují zmraženou a čerstvou mrtvolu pozorovali Mise et al. (2013).

3.9 Čeleď Calliphoridae

Taxonomické zařazení

Říše: živočichové – Animalia

Kmen: členovci – Arthropoda

Třída: hmyz – Insecta

Řád: dvoukřídlí – Diptera

Nadčeleď: Oestroidea

Čeleď: bzučivkovití – Calliphoridae

Čeleď Calliphoridae je malou kalyptrátní čeledí řádu Diptera se 115 evropskými druhy (Rognes, 2013). V České republice se vykytuje 61 druhů bzučivek, které se dělí do podčeledí Calliphorinae, Chrysomyinae, Helicoboscinae, Lucillinae, Melanomyinae, Polleniinaea, Rhiniinae, z toho 51 druhů bylo zjištěno v Čechách a 57 druhů na Moravě (Kubík et Országh, 2009; Pavel et al., 2008; Šuláková et al., 2013, 2014). V Červeném seznamu ohrožených druhů je uvedeno 8 druhů v kategorii zranitelný (Kubík a Povolný, 2008). Mají pouze jeden pár křídel, zadní pár se redukoval na malá kyjovitá kyvadélka (haltery) regulující rovnováhu. Při letu je klasickým projevem veliká manévrovací schopnost, která je způsobená smyslovými orgány u kyvadélek, pomocí nich mouchy vnímají vzdušné proudy. Typickým rysem při letu je hlasité bzučení. Dospělí jedinci jsou středně velké až robustní mouchy s délkou těla 4,0 - 16,0 mm s rozmanitou barvou těla. Druhy střední Evropy jsou většinou od černé přes kovově zelenou ke kovově modré. V ekosystému mají své důležité místo jako predátoři a urychlovači rozkladu různého biologického materiálu. Lze je nalézt na květech, čerstvém nebo vařeném mase, na rybách, na otevřených krvácejících ranách, fekáliích či mršinách. Toto vše je dělá i možnými přenašeči virů, bakterií, prvoků a helmintů. Některé druhy mají synantropní tendence, tedy obvykle žijí uprostřed měst, vesnic a dalších lidských sídel společně s člověkem (Burnie, 2002).

Mouchy čeledi Calliphoridae jsou typickými představiteli první sukcesní vlny rozkladu. Dospělé jedince přiláká zápach čerstvé krve, masa a tělních tekutin a okamžitě nalétají na mrtvé tělo (Daněk, 1990). V České republice patří mezi forenzně významné druhy čeledi Calliphoridae především: *Lucilia caesar, Lucilia sericata, Calliphora vicina,Phormia regina, Protophormia terraenovae, Caliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758), *Lucilia illustris, Lucilia ampullacea, Lucilia silvarum* (Meigen, 1826) a *Cynomya mortuorum* (Linnaeus, 1761); (Šuláková et. Barták, 2013).

4 Materiál a metody

Metodika práce byla rozdělena na rešeršní činnost a realizaci terénního pokusu zaměřeného na vliv zmražení kadáverů na jejich následnou kolonizaci mouchami čeledi Calliphoridae.

4.1 Popis lokality

Terénní pokusy byly provedeny v městysu Plaňany, ve Středočeském kraji České republiky, zeměpisné souřadnice 50.0486811 N, 15.0295253 E, nadmořská výška 219 m n. m. Místem volného exponování kadáverů byla střecha psince v zahradě u rodinného domu v centru městyse. Zahrada, ve které rostou ovocné stromy, sousedí s dalšími rozlehlými zahradami a potokem Blinkou.

Vývin larev, kuklení a líhnutí imág probíhal uvnitř neosvětlené půdy.

4.2 Přípravná fáze

4.2.1 Příprava zvířat před pokusem

Pokus proběhl ve třech opakováních, na která bylo použito celkem šest kadáverů kura domácího (Gallus gallus f. domestica Linné 1758), každý o hmotnosti cca 1,5 kg. Všech šest slepic bylo usmrceno stejným způsobem, a to useknutím hlavy, aby se minimalizovaly rozdíly

mezi všemi třemi variantami použitých sad kadáverů. Tři zvířata byla usmrcena 30. 3. 2015, již několik týdnů před zahájením prvního opakování experimentu. Tyto tři kadávery byly uloženy do propylenových pytlů a umístěny do mražícího boxu při teplotě -25 °C. Zbylá tři zvířata byla vždy usmrcena až před zahájením daného opakování.

4.2.2 Pomocné materiály

Během každého opakování byly použity dva plastové boxy o rozměrech 28 x 38 x 22 cm, vždy jeden na zmražený kadáver a jeden na čerstvě zabitý.

Na dno obou plastových nádob byl vsypán sterilizovaný písek ve vrstvě cca 10 cm, který napomáhal regulaci vlhkosti v nádobách a představoval vhodný substrát pro larvy při kuklení. Sterilizován byl v troubě pečením při teplotě 250 °C po dobu 30 min.

Po ukončení volné expozice, byly vždy oba boxy i s umístěnými kadávery přeneseny na kryté místo (půdu) a následně překryty sítí proti hmyzu (obr. 9). Síť bránila přístupu dalších nekrobiontních druhů hmyzu k experimentálním zvířatům a současně bránila úniku larev z boxů v jejich migrační fázi před kuklením. Před líhnutím imág byla krycí síť u obou plastových boxů předělána na odchytové zařízení. Síť byla na jedné straně vyzdvižena pomocí tyče, na které byla umístěna plastová odchytová láhev o objemu 1,5 l a v té byl vytvořen otvor. Pomocí plastové zkumavky, odříznuté na obou koncích, byl vyroben propojovací tunel mezi sítí a láhví.

Plastová láhev byla do poloviny naplněna smrtícím a konzervačním roztokem o složení 1,5 l vody, 2 ml 36-3 8% formaldehydu a 1 ml detergentu (Jar).

Na konci líhnutí byla imága z odchytových láhví přendána do 70% etanolu a uložena v plastových láhvích odpovídajícího objemu až do jejich determinace.

K záznamu teploty a vlhkosti prostředí během všech šesti opakováních byl použit datalogger VOLTCRAFT DL-140TH s intervalem záznamu každých 15 minut.

4.3 Realizace pokusu

Experimenty proběhly ve třech po sobě jdoucích opakováních v roce 2015 a ve třech po sobě jdoucích opakováních v roce 2016.

V roce 2015 byl pokus č. 1 byl zahájen 8. května 2015, pokus č. 2 18. června 2015 a pokus č. 3 23. července 2015. V roce 2016 byl pokus č. 1 zahájen 22. května 2016, pokus č. 2 4. července 2016 a pokus č. 3 14. srpna 2016.

4.3.1 Exponování

Během každého opakování byly použity vždy dva kadávery, jeden kadáver hned po usmrcení a druhý předem zmražený, umístěný v mrazicím boxu minimálně jeden měsíc před experimentem. Každý z kadáverů byl vložen do samostatného plastového boxu. Boxy byly během volné expozice umístěny ve výšce 3,5 m nad zemí (střecha psince) a od sebe byly vzdáleny 9 m na jižní straně střechy (obr. 1). Volná expozice byla pokaždé ukončena po dvanácti hodinách. Oba dva boxy byly vždy zakryty sítí bránící dalšímu náletu hmyzu a přeneseny do uzavřeného prostoru bez dalšího přístupu hmyzu, uzavřená tmavá půda domu.

4.3.2 Vývin larev

V uzavřeném prostředí (na půdě) byl sledován vývin larev na kadáverech a v případě potřeby byly přikrmovány mletým hovězím masem. Boxy byly kontrolovány pravidelně jednou denně a během kontrol byl vnitřní prostor boxů vlhčen vodou pomocí rozprašovače na rostliny. Po zakuklení všech larev byly zbytky kadáverů, příp. příkrmu z chovných boxů odstraněny a vnitřní prostor boxů byl nadále vlhčen vodou, aby se zabránilo vyschnutí a tím úhynu puparií.

4.3.3 Odběr vzorků imag

Při prvním opakování byly po zakuklení všech larev oba boxy opatřeny odběrovými pastmi, které automaticky odchytávaly nově vylíhnutá imága. Odchytové zařízení bylo vytvořeno vyvýšením jedné strany krycí sítě a jejím propojením s odběrovou nádobou, upravenou PET láhví, do které byl nalit smrtící a konzervační roztok ve složení 1,5 ml 36-38 % formaldehydu a 1 ml detergentu (mycí prostředek) ve 2 l vody. Ze sběrné nádoby byly vzorky imag odebrány najednou až po vylíhnutí a odchycení všech imag. Při odběru byl obsah přelit přes čajové sítko, aby došlo k oddělení hmyzu od smrtícího a fixačního roztoku.

Oddělený hmyz byl přeložen do plastových láhví se 70% etanolem, označeny číslem opakování a písmenem varianty – „C“ pro čerstvý kadáver a „Z“ pro předem zmražený kadáver – a takto uchovány až do determinace.

U druhého opakování nastalo líhnutí imag ještě před zřízením odchytového zařízení, z toho důvodu byla vylíhlá imaga ponechána v prostoru boxu až do jejich úhynu a následně převezena k determinaci v suchém stavu.

Při třetí sérii experimentů byly boxy opatřeny odběrovými láhvemi ihned po zakuklení larev, ale s ohledem na nízké teploty, které nastaly během tohoto opakování, k líhnutí imag vůbec nedošlo.

4.4 Způsoby hodnocení

4.4.1 Vizuální hodnocení

Při volném exponování kadáverů byl každou hodinu vizuálně hodnocen výskyt much, příp. dalšího hmyzu a vajíček na obou kadáverech. Během odchovu larev byl sledován jejich růst, migrace z kadáverů a následné kuklení.

Determinací imag odchovaných na kadáverech kura domácího se hodnotily rozdíly v druhovém složení mezi jednotlivými variantami a sériemi pokusů.

Determinaci odchovaných imag a určení pohlaví provedly Ing. Tereza Olekšáková a Ing. Vanda Klimešová, revizi určeného materiálu provedla pplk. Ing. Hana Šuláková, Ph.D. z Kriminalistického ústavu Praha.

5 Výsledky

5.1 Vizuální hodnocení

5.1.1 První opakování

Dne 8. května 2015 v 9.00 hod. byla exponována první dvojice kadáverů kura domácího. První aktivita much čeledi Calliphoridae byla zjištěna až v 10.10 hod. (obr. 2),, jako první na zmraženém kadáveru. O 30 minut později začala kolonizace i čerstvého kadáveru, přesto byla u tohoto kadáveru pozorována zjevně menší aktivita (zájem). V 11.20 hod. byla na zmrzlém kadáveru zjištěna první vajíčka (obr. 5), na čerstvý kadáver byla nakladena až v 3.20 hod. Největší zájem o kadávery začal být až kolem 14.00 hod. s tím, že zamražený byl neustále pro hmyz atraktivnější. Shodný zájem o oba kadávery nastal až kolem 16.20 hod. a trval až do 18.15hod. Ve 21.00 hod. byly oba dva boxy zakryty sítí proti hmyzu a přeneseny na půdu.

Při první sérii byly první larvy pozorovány 11. května 2015 na obou kadáverech (obr. 10). Dne 17. května 2015 ve 21.00 hod. bylo zjištěno, že larvy zkonzumovaly většinu měkkých tkání, proto je bylo nezbytné přikrmit mletým hovězím masem (obr. 16). V boxu s čerstvým kadáverem projevily larvy o maso pouze malý zájem. Naproti tomu příkrmové maso v boxu s původně zamraženým kadáverem bylo larvami zcela zkonzumováno; po zjištění, že 2/3 larev přešly do migrační fáze a začaly se kuklit, zatímco 1/3 larev je stále v krmné fázi, bylo do boxu s mraženou variantou přidáno ještě přibližně 50 g mletého hovězího masa (obr. 15).

Dne 20. května 2015 již byly u čerstvého kadáveru všechny larvy zakukleny, u zmrzlého byly larvy v migrační fázi a kuklily se až 21. května 2015. Líhnutí imag začalo 2. června 2015 a bylo ukončeno bylo 4. června 2015.

5.1.2 Druhé opakování

Dne 18. června 2015 v 10.00 hod. byla exponována druhá dvojice kadáverů. První aktivita much čeledi Calliphorodae byla zjištěna v 12.00 hod. (obr. 3), zmražený kadáver byl pro hmyz atraktivnější. V 14.00 hod. byla na obou kadáverech nalezena vajíčka (obr. 6). V 16.00 hod. projevovaly mouchy o oba kadávery shodný zájem, který trval až do 18.00 hod. Ve 22.00 hod. byly oba dva boxy zakryty sítí proti hmyzu a přeneseny na půdu.

Při druhé sérii byly první larvy pozorovány 21. června 2015 na obou kadáverech současně. Dne 25. června 2015 ve 21.00 hod. bylo zjištěno, že larvy zkonzumovaly většinu měkkých tkání, proto je bylo nezbytné přikrmit mletým hovězím masem. Dne 30. června 2015 v boxu s čerstvým kadáverem již larvy přešly do migrační fáze a začaly se kuklit. Naproti tomu v boxu s původně zmrzlým kadáverem bylo zjištěno, že přestože většina larev přešla do migrační fáze a začala se kuklit, stále cca 50 larev bylo v krmné fázi, a proto bylo do boxu s mraženou variantou přidáno dalších 5 g mletého hovězího masa. Dne 1. července 2015 byly všechny larvy zakukleny a veškeré zbytk masa odstraněny.

5.1.3 Třetí opakování

Dne 23. července 2015 v 9.00 hod. byla exponována třetí dvojice kadáverů. První aktivita much čeledi Calliphoridae byla zjištěna již po deseti minutách expozice a opět nejdříve na zmraženém kadáveru. O 30 minut později začala kolonizace čerstvého kadáveru, přesto byla u tohoto kadáveru pozorována zjevně menší aktivita. Největší zájem o kadávery začal být kolem 12.00 hod. s tím, že zmražený byl stále pro hmyz atraktivnější. V tuto hodinu byla na obou kadáverech nalezena vajíčka. Shodný zájem o oba kadávery nastal až kolem 15.00 hod. a trval až do 19.00 hod. Ve 21.00 hod. byly oba dva boxy zakryty sítí proti hmyzu a přeneseny na půdu. Při třetí sérii byly larvy pozorovány 26. července 2015 na obou dvou kadáverech. 30. července 2015 ve 21.00 hod. bylo zjištěno, že larvy zkonzumovaly většinu měkkých tkání, proto bylo nezbytné přikrmit mletým hovězím masem. Dne 4. srpna 2015 na obou dvou kadáverech všechny larvy přešly do migrační fáze a začaly se kuklit, veškeré zbytky masa byly z boxů odstraněny.

5.1.4 Čtvrté opakování

Dne 22. května 2016 v 9.00 hod. byla exponována první dvojice kadáverů v roce 2016. První aktivita much čeledi Calliphoridae byla zjištěna v 10.00 hod. Zmražený kadáver, byl pro mouchy atraktivnější. V 11.00 hod. začala i kolonizace čerstvého kadáveru. O hodinu později ve 12.00 hod byl o kadávery největší zájem. V tuto hodinu byly na zmrzlém kadáveru nalezena vajíčka. Vajíčka na obou kadáverech byly nalezeny v 14.00 hod. v oblasti krku. Shodný zájem o oba kadávery nastal kolem 15.00 hod. a trval až do 18.00 hod. Ve 21.00 hod. byly oba boxy zakryty sítí proti hmyzu a odneseny na půdu.

5.1.5 Páté opakování

Dne 4. července v 9.25 hod. byla exponována druhá dvojice roku 2016. První aktivita much čeledi Calliphoridae byla zjištěna v 10.25 hod. Pro mouchy byl atraktivnější zmražený kadáver. V 11.25 hod byla první vajíčka nalezena na zmraženém kadáveru. O hodinu později ve 12.25 hod. byly vajíčka nalezeny i na čerstvém kadáveru. Shodný zájem o oba kadávery nastal v 15.30 hod. Ve 22.00 hod. byly oba boxy zakryty sítí proti hmyzu a odneseny na půdu. Dne6. července 2016 byly pozorovány larvy na obou kadáverech. Dne 9. července 2016 ve 21.00 hod. bylo zjištěno, že larvy zkonzumovaly většinu měkkých tkání, proto bylo nezbytné přikrmit mletým hovězím masem. Dne 11. července 2016 bylo opět nezbytné larvy přikrmit mletým hovězím masem. Dne 13. července 2016 larvy na čerstvém kadáveru přešly do migrační fáze a začaly se kuklit, veškeré zbytky kadáveru a mletého masa byly z boxů odstraněny. Larvy na zmraženém kadáveru přešly do migrační fáze a začaly se kuklit dne 15. července 2016. Veškeré zbytky kadáveru a mletého masa byly z boxů odstraněny.

5.1.6 Šesté opakování

Dne 14. srpna 2016 v 10.10 hod byla exoponována třetí dvojice roku 2016. První aktivita much čeledi Calliphoridae byla zjištěna v 11. 10 hod. shodná na obou kadáverech. V 13.15 hod. byla na obou kadáverech zjištěna první vajíčka. V 15.15 hod. nastal největší zájem o oba kadávery. Zájem o kadávery ustal až v 18.30 hod. Ve 21.35 hod byly oba boxy zakryty sítí proti hmyzu a odneseny na půdu. Dne 16. srpna 2016 byly pozorovány larvy na obou kadáverech. Dne 20. srpna 2016 bylo nezbytné larvy přikrmit mletým hovězím masem. Larvy přešly na obou kadáverech do migrační fáze a začaly se kuklit dne 21. srpna 2016. Veškeré zbytky kadáveru a mletého masa byly z boxů odstraněny.

5.2 Druhové složení

Při obou opakování se na kadáverech vyvíjeli zástupci čeledi Calliphoridaea a Muscidae. A v jednom opakování, druhém, zástupci čeledi Sarcophagidae (tab. 8).. Při první sérii byly u čerstvého a zmraženého kadáveru zastoupeny druhy *Lucilia caesar* (Linnaeus, 1758), *Lucilia illustris* (Meigen, 1826), *Lucilia sericata* (Meigen, 1826), *Calliphora vicina* (Meigen, 1826), *Muscina stabulans* (Fallén, 1816). Při druhé sérii byly u čerstvého kadáveru zastoupeny druhy

Lucilia sericata, Calliphora vicina, Muscina stabulans, u zmraženého kadáveru byly zastoupeny druhy *Lucilia illustris, Lucilia sericata, Calliphora vicina, Muscina stabulans, Sarcophaga similis* (Meade, 1876).

Při třetím opakování se imaga nevylíhla.

V čtvrtém opakování, v roce 2016 prvním, se podařilo všem jedincům z odchytových pastí odletět.

Při pátém a šestém opakování, druhé a třetí roku 2016, se na kadáverech vyvíjeli zástupci čeledi Callphoridae. A v jednom opakování, čtvrtém, zástupci čeledi Muscidae, Sarcophagidae Při páté sérii byly u čerstvého a zmraženého kadáveru zastoupeny druhy *Lucilia illustris, Lucilia sericata, Calliphora vicina, Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy, 1830), u čerstvého kadáveru byly zastoupeny *Lucilia caesar, Phormia regina* (Meigen, 1826), *Hydrotea capensis* (Wiedemann,1818),*Sarcophagaargyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830). Při šestém opakování byli u čerstvého a zmraženého kadáveru zjišteni pouze zástupci druhu *Lucilia sericata* (tab. 8).

5.3 Zhodnocení terénních pokusů

Při prvním pokusu bylo odchyceno celkem 1678 ks much (graf 7), přičemž byl větší počet imag u čerstvého kadáveru oproti zmraženému, a to konkrétně 1049 ks much z čerstvého kadáveru a 629 ks much ze zmraženého kadáveru (graf 23). U čerstvého kadáveru byl dominantním druhem *Calliphora vicina* (45,7 %), dalšími zastoupenými druhy byla *Lucilia sericata* (41,4 %), *Lucilia illustris* (12,4 %), *Lucilia caesar* (0,5 %) (graf 8). Na zmraženém kadáveru byl dominantním druhem *Lucilia illustris* (56,7 %), dalšími zastoupenými druhy *Calliphora vicina* (32 %), *Lucilia sericata* (7,8 %), *Lucilia caesar* (3,5 %) (graf 9).

Determinace imag byla zaměřena i na určení pohlaví, kdy z celkového počtu 1678 ks much bylo samců 739 ks (44 %), a samic 939 ks (56 %) (graf 10).

Při druhém opakování bylo odebráno celkem 522 ks much (graf 11), tentokrát byl větší počet imag na zmraženém kadáveru. Ze zmraženého kadáveru bylo odchováno 308 ks much a z čerstvého 214 ks much (graf 24). Na čerstvém kadáveru byl dominantním druhem *Caliphora vicina* (78,5 %), dalšími zastoupenými druhy byly *Lucilia sericata* (20,1 %), Muscina stabulans (1,4 %) (graf 12). Na zmraženém kadáveru byl dominantním druhem

Calliphora vicina (80,5 %), dalšími zastoupenými druhy *Lucilia sericata* (17,6 %), *Lucilia illustris* (1,3 %), *Muscina stabulans* (0,3 %) a *Sarcophaga similis* (0,3 %) (graf 13). Determinace imag byla opět zaměřena i na určení pohlaví, kdy z celkového počtu 522 ks much bylo samců 244 ks (46,7 %) a samic 278 ks (53,3 %) (graf 14).

Při pátém opakování bylo odebráno celkem 3 302 ks much (graf 15), přičemž byl větší počet imag na čerstvém kadáveru. Z čerstvého kadáveru bylo odebráno 2 413 kusů a ze zmraženého 889 kusů (graf 25). Na čerstvém kadáveru dominoval druh *Protophormia terraenovae* (40,2 %), dále byly zastoupeny druhy *Lucilia sericata* (30,7 %), *Lucilia illustris* (22,6 %), *Lucilia caesar* (1,5 %), *Calliphora vicina* (0,5 %), *Phormia regina* (3,3 %), *Hydrotaea capensis* (0,8 %), *Sarcophaga argyrostoma* (0,4 %) (graf 16). Ze zmraženého kadáveru by lo odebráno celkem 889 ks much. Na tomo kadáveru dominoval druh *Lucilia sericata* (65,4 %), zastoupeny byly i druhy *Lucilia illustris* (33,7 %), *Calliphora vicina* (0,4 %), *Protophormia terraenovae* (3,5 %) (graf 17). Determinace imag byla opět zaměřena i na určení pohlaví, kdy z celkového počtu 3 302 ks much bylo samců 1 663 ks (50,4 %) a samic 1 639 ks (49,6 %) (graf 18).

Při šestém opakování bylo odebráno celkem 581 ks much (graf 19)a to pouze druhu *Lucilia sericata*. Na čerstvém kadáveru 433 ks a na zmraženém 148 ks much (graf 26). Determinace imag byla opět zaměřena i na určení pohlaví, kdy z celkového počtu 581 ks much bylo samců 259 ks (44,6 %) a samic 322 ks (55,4 %) (graf 22).

6 Diskuze

Na rozkladu obou kadáverů, čerstvého a zmraženého se podílely mouchy z čeledi Calliphoridae jmenovitě druhy *Lucilia caesar, Lucilia illustris, Lucilia sericata, Calliphora vicina, Phormia regina, Protophormia terraenovae,* z čeledi Muscidae druhy *Muscina stabulans, Hydrotea capensis* a z čeledi Sarcophagidae jmenovitě druhy *Sarcophaga similis, Sarcophaga argyrostoma.* Uvedené druhy jsou typické pro první, druhou, event. třetí sukcesní vlnu, jak jsou popisovány mnoha autory (např. Povolný, 1979; Daněk, 1990; Eliášová a Šuláková, 2012; Šuláková, 2014).

Při prvním opakování dominantní zastoupení *Calliphora vicina* na čerstvém kadáveru odpovídá klimatickým podmínkám, které panují na rozmezí přelomu jara a léta, a tím i teplotní toleranci uvedeného druhu (Hwang et Turner, 2005; Smith, 1986). Dominantní zastoupení teplomilného druhu *Lucilia sericata* (Povolný, 1979) na čerstvém kadáveru bylo druhé nejvyšší a představovalo celých 41,4 % všech odchovaných imag (graf 8). Nesouhlasíme však s tvrzením Povolného (1979) a Daňka (1990), že uvedený druh klade pouze na substráty o teplotě vyšší než 30 °C. *Lucilia sericata* kladl i na zmražený kadáver a úspěšně dokončil svůj vývojový cyklu. Naše výsledky ukazují, že tvořil 7,8 % všech odchovaných imag (graf 9) na zmraženém kadáveru. Na základě těchto výsledků se stotožňujeme s tvrzením Šulákové a kol. (2014b), že uvedený druh preferuje kadávery o vyšší teplotě, ale při kladení se nevyhýbá ani substrátům o teplotě mnohem nižší.

Při druhém opakování na čerstvém kadáveru i zmraženém kadáveru opět převládal druh *Calliphora vicina* a to 78,5 %, resp. 80,5 % odchovaných imag (graf 12, resp. graf 13). U druhu *Lucilia sericata* bylo odchováno na čerstvém kadáveru 20,1 % imag, na zmraženém kadáveru bylo 17,6 % odchovaných imag (graf 12, 13). Druhé opakování probíhalo za obdobných klimatických podmínek, resp. teplto, proto i získaná data jsou si vzájemné podobná. Z výsledků lze současně odvodit, že i nepatrné zvýšení teploty prostředí může potlačit prefernce druhu *Lucilia sericata* mezi čerstvým a zmraženým kadáverem.

Při pátém opakování dominoval na čerstvém kadáveru druh *Protophormia terraenovae,* který představoval 40,2 % všech odchovaných imag. Doprovodnými druhy byly *Lucilia sericata* a *Lucilia vicina,* a to s 30,7 %, resp. 22,6 % odchovaných imag (graf 16). Na zmraženém kadáveru bylo odchováno 65,4 % imag druhu *Lucilia sericata* a druhu *Lucilia illustris* bylo odchováno 33,7 % imag (graf 17). Dominantní postavení druhu *Lucilia sericata* na zmraženém kadáveru bylo neočekávané, je ovšem možné je zdůvodnit vyšší teplotou prostředí, která v průběhu pátého opakování překročila 30 °C na začátku kolonizace (v době

volné expozice). Vliv na druhové složení mohlo mít i částečné zastínění čerstvého kadáveru vzrostlými stromy (slunce prosvítalo mezi olistěním), zatímco zmražený kadáver byl na přímém slunci.

U šestého opakování se na obou kadáverech, tj na čerstvém i zmraženém byla odchována imaga pouze druhu *Lucilia sericata.* Přes stejnou druhovou skladbu byl mezi variantami zjištěn rozdíl v počtu jedinců; zatímco na čerstvé kadáveru bylo odchováno 433 ks (graf 20), na zmraženém pouze 148 ks (graf 21). Přítomnost pouze jednoho druhu na obou variantách mohlo způsobit několik faktorů. kromě vyšší teploty v průběhu opakování a případného vlivu částečného zastínění kadáverů vegetací, lze za hlavní faktor pokládat kratší dobu volné expozice na začátku experimentu. Důvodem zkrácení expozice byla prudká změna počasí a hrozba přívalových dešťů. Při kratší době expozice mohlo dojít k nakladení vajíček pouze prvního druhu, který oba kadávery kolonizoval, zatímco ostatní druhy nestačily naklást, nebo několik málo jedinců podlehlo mezidruhovému tlaku dominantního postavení *Lucilia sericata*.

Souhrnn naše výsledky potvrzují, že *Lucilia sericata* klade na substrát o nižší teplotě a nevyhýbá se zmraženému kadáveru, na kterém může být dokonce druhem dominantním nebo dokonce jediným. Nepotvrdilo se tvrzení Povolného (1979), že *Lucilia sericata* klade výhradně na substrát o teplotě alespoň 30 °C a více, kterou v podmínkách České republiky předpokládá pouze kladení na čerstvě zabitý, nebo uhynulý kadáver, event. po delším přímém slunění. Výsledky experimentů ukazují, že trvání na uvedeném tvrzení může u lidských mrtvol vést k chybné interpretaci.

Ve vztahu k počtu jedinců, kteří se vyvíjeli na čerstvém a zmraženém kadáveru, se lze jednoznačně ztotožnit s trvzením Šuláková et al. (2014 b), že množství odchovaných jedinců se mezi variantami významně liší. U dominantních druhů bylo v rámci jednotlivých opakování pozorováno více jedinců zpravidla u čerstvého kadáveru. Výjimkou bylo druhé opakování, ve kterém bylo odchováno více jedinců druhu *Calliphora vicina* na zmraženém kadáveru než na čerstvém (tab. 8, graf 7, 11, 15, 19, 23, 24, 25, 26). Zastoupení ostatních, minoritně zastoupených druhů, je v počtu odchycených kusů u obou variant (čerstvý vs. zmražený kadáver) vzájemně srovnatelný (graf 7, 11, 15, 19).

Nepotvrdili jsme závěry Miseho et al. (2013), že předchozí zmražení redukuje počet druhů na kadáveru. Při prvním opakování se na čerstvém i na zmraženém kadáveru odchovali imága druhů *Calliphora vicina, Lucilia sericata, Lucilia illustris, Lucilia caesar*. Při druhém opakování na čerstvém kadávery se odchovaly imága druhů *Caliphora vicina, Lucilia sericata* a *Muscina stabulans*. Na zmraženém kadáveru jsme navíc odchovali druhy *Lucilia illustris* a

Sarcophaga similis, které u čerstvého kadáveru nebyly v daném opakování vůbec zaznamenány. U pátého opakování byla na čerstvém kadáveru odchována imaga druhů *Protophormia terraenovae, Lucilia sericata, Lucilia illustris, Lucilia caesar, Calliphoria vicina, Phormia regina, Hydrotaea capensis* a *Sarcophaga argyrostoma*. U zmraženého kadáveru chyběly druhy *Lucilia caesar, Phormia regina* a *Hydrotaea capensis*. U šestého opakování se na čerstvém i zmraženém kadáveru odchovala pouze imága druhu *Lucilia sericata*. S ohledem na počet získaných imág (graf 7, 11, 15) nelze jednoznačně potvrdit, že zmražení kadáveru mělo vliv na zvýšení či snížení druhové pestrosti kolonizujících much.

Uvedenou skutečnost bude nutné ověřit dalšími experimenty.

Zjištěné výsledky poukazují na to, že „druhová skladba“ a „procentuální zastoupení“ časných kolonizátorů, resp. much čeledi Calliphoridae, jsou na čerstvém i zmraženém kadávaru v podstatě shodné, proto dle našeho názoru je důležité hodnotit pouze dominantní druhy, protože u minoritně zastoupených druhů se může jednat o nahodilý výskyt.

7 Závěr

Cílem práce bylo vypracovat rešerši zaměřenou na problematiku rozkladu kadáveru po předchozím zmražení a zda předchozí zmražení má vliv na následnou kolonizaci hmyzem, především mouchami čeledi Calliphoridae, při volné expozici.

Naše data ukázala, že rozdíl v druhovém složení much čeledi Calliphoridae je při kolonizaci je u čerstvého i předem mraženého kadáveru minimální. Nálet prvních samiček a jejich kladení se mezi čerstvým a zmraženým kadáverem významně nelišil. Naše opakování prokázaly, že zpoždění je v několika hodinách.

Významný rozdíl byl sledován v počtu odchovaných imág. Ve třech opakováních byl vyšší počet odchovaných imág na čerstvém kadáveru oproti kadáveru zmraženému. Porovnáváním podmínek u jednotlivých opakování je zřejmé, že počet jedinců, nebyl ovlivněn pouze variantou, čerstvý vs. zmražený kadáver, ale také další faktory, zejména klimatické podmínky, ale např. i zdravotní stav za života daného jedince. Důležitým faktorem pro druhovou rozmanitost kolonizujícího hmyzu je i doba volné expozice kadáveru.

Po vzájemném porovnávání a kombinací všech sledovaných faktorů je rozlišení mezi čerstvým a předem zmraženým kadáverem minimální. Nepotvrdila se hypotéza, že předchozí zmražení kadáveru zpomaluje kolonizaci mouchami čeledi Calliphoridae.

Pro definitivní potvrzení vlivu předchozího zmražení na následnou kolonizaci hmyzem a ustanovení závěrů použitelných v kriminalistické praxi bude nezbytné provést další série experimentů

7 Použitá literatura

Ames, C., Turner, B. 2003 Lowtemperature episodes in development of blowflies: implications for postmorten interval estimation. Medical and Veterinari Entomology. 17. 178-186.

Anderson, G.S. 2000. Minimum and Maximum Development Rates of Some Forensically Important Calliphoridae (Diptera). J. Forensic Sci. 45(4). 824-832.

Benecke, M. 2001. A brief history of forensic entomology. Forensic Science International 120. 2-14.

Burnie, D. 2002. Zvíře – Obrazová encyklopedie živočichů všech kontinentů. Knižní klub. 566.

Byrd, J.H., Allen, J. C. 2001. The development of the black blow fly, *Phormia regina* (Meigen). Forensic Sci Int. 120. 79-88.

Byrd, J. H., Castner, J. L. (eds) 2010. The Utility of Arthropods in Legal Investigations. Forensic Entomology. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton. 1-681.

Campobasso, C. P., Vella, G. D., Introna, F. 2001. Factors affecting decompostion and Diptera colonization. Forensic Science International. 120. 18-27.

Catts, E. P., Goff, M.L. 1992. Forensic Entomology in Criminal Investigations. Annual Review of Entomology 37. 253-272.

Clarkson, C. A., Hobischack, N. R., Anderson, G. S. 2004. A comparison of the development rate of *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy) raised under constant and fluctuating temperatures regimes. Can. Soc. Forensic Sci. J. 37(2). 95-101.

Cragg, J.B. 1956. The olfactory behaviour of Lucilia species (Diptera) under natural conditions. Ann. Appl. Biol. 44. 467–471.

Daněk, L. 1980. Možnosti využití entomologie v kriminalistice. Čs. Kriminalistika XIII. Č.1. 44-46.

Daněk, L. 1990. Možnosti využití entomologie v kriminalistice. Kriminalistický ústav VB. Praha. 11-15.

Davison, T. F. 1969. Chnages in temperature tolerance during the life cycle of *Calliphora erythrocephala*. J. Insect Physiol. 15. 977-988.

Eliášová, H., Šuláková, H. 2012. Forenzní biologie. In Štefan, J., Hladík, J. a kol. Soudní lékařství a jeho moderní trendy. Grada. Praha. s. 448. ISBN 978-80-247-3594-8

Erzinclioglu, Z. 1996. Blowflies. Naturalist Handbooks No. 23, Richmond Publishing. 71.

Gunn, A. 2006. Essential forensic biology. John Will a Sons Ltd. Chichester. 285. p. ISBN: 978-0470-01277-2

Hrdinová, M., Šuláková, H., Barták, M. 2013. Využití čeledi Piophilidae (Diptera) ve forenzní praxi. In: Lubík. Š., Barták, M. (eds): Sborník prací z mezinárodního workshopu „Workshop on biodiversity, Jevany". Česká zemědělská univerzita v Praze. 170-184.

Hwang, C., Turner, B.D. 2005. Spatial and temporal variability of necrophagous Diptera urban to rural areas. Med. Vet. Entomol. 19. 379–91

Innes, B. 2010. Vědci proti zločinu – svět moderní forenzní vědy. Naše vojsko, s.r.o. Praha. S. 11, 117-122.

Kubík, Š., Országh, I. 2009: Calliphoridae Brauer a Bergenstamm. 1989 In: Jedlička L., Kúdela M. & Stloukalová V. (eds): Cheklist of Diptera of the Czech Republic and Slovakia. Electronic vision 2. http://zoology.fns.uniba.sk/diptera2009 + CO-ROM. ISBN: 978-80-969629-4-5.

Kubík, Š., Povolný, D. 2005. Calliphoridae (BZUČIVKOVITÍ). In: Farkač. J., Král, D., a Škopík, M., (eds). Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. 363-364.

Leccese, A. 2004. Insect as forensic indicators: methodological aspects. Aggrawal´s Internet Journal of Forensic Medicine and Toxiciligy. 5(1). 26-32.

Marchenko, M. I. 2001. Medicolegal relevance of cadaver entomofauna for the determination of the time of death. Forensic Sci. Int. 120. 89-109.

Micozzi, M. S. 1986. Experimental Study of Postmortem Change Under Field Conditions: Effects of Freezing, Thawing and Mechanical Injury. J. Forensic Sci. 31(3). 953-961.

Mise, K. M., Corrêa, R. C., Almeida, L.M. 2013. Coleopterofauna found on fresh and frozen rabbit carcasses in Curitiba, Parána, Brazil. Braz J. Biol. 73(3). 543-548.

Pavel, V., Chutný, B., Petrusková, T., Petrusek, A. 2008. Blow fly *Trypocalliphora braueri* parasitism on Meadow Pipit and Bluethroat nestlings in Central Europe. J. Ornithol.149. 193-197.

Povolný, D. 1978. Hmyz v kriminologii. Vesmír. 57 č. 7. 205-208.

Povolný, D. 1979. Některá hlediska praktického využití hmyzu v kriminalistice. Kriminalistický sborník č. 10. 620-630.

Povolný, D. 1982. Několik úvah o osudech mrtvol obratlovců v přírodě. Živa. 1982 (1). 24-28.

Rodriguez, W. R. 1997. Decompositionof buried and submerged bodies. In:Haglund, M. A. Sorg.(Eds.).Forensic Taphonomy: The Postmorten Fate of Human Remains. CRC Press. Boston. P. 459-467.

Rodriguez, W. C., Bass, W. M. 1985. Decomposition of buried bodls and methods that may aid in thein location. J. Forensic Sci. 30. 836-852.

Rognes, K. 2013. Fauna Europaea: Calliphoridae In: Pape T. & Beuk P. (eds): Fauna Europaea: Diptera, Brachycera. Fauna Europaea version 2.6. většina údajů nezměněna od r. 2010. přístup: 15.01.2014.

Smith, K. G. V. 1986. A manual of forensic entomology. British Museum. Natural History. London. 11-35.

Šuláková, H. 2006. Speciální biologie: využití hmyzu při stanovení post morten intervalu. Kriminalistický sborník 3. 36-37.

Šuláková, H. 2012. Forenzní entomologie. In Štefan j., Hladík J a kol. Soudní lékařství a jeho moderní trndy. Grada Publishing. Praha. s. 315-325. ISBN: 978-80-247-3594-8.

Šuláková, H. 2014. Forenzní entomologie – když smrt je začátek. Živa. 5. 250-256.

Šuláková, H., Barták, M. 2013. Forensically important Calliphoridae (Diptera) associated with animal and human decomposition in the Czech Republic: úreliminary results. Časopis Slezského zemského muzea Opava. Roč. 62. Č. 1. s. 255-266.

Šuláková, H., Roznes, K., Barták, M., Kubík, Š. 2013. Calliphoridae (Diptera) of Vráž nr. Písek (Czech Republic). In: Kubík, Š., Barták, M. (eds): Sborník prací z mezinárodního workshopu „Workshop on biodiversity Jevany“, Česká zemědělská univerzita v Praze: 381-388.

Šuláková, H., Barták. M., Vaněk, J. 2014.Bzučivkovití (Diptera, Calliphoridae) české části Krkonoš. Opera Corcontica: in press.

Šuláková, H., Harakalová, L., Barták, M. 2014b. Effect of freezing on the initial colonization of the carcass with necrophagous organisms. Časopis Slezského zemského muzea Opava. roč. 63. s. 29–37: in press

8 Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázek č. 1 Odběrové pasti……..…..……33
Obrázek č.2 Kolonizace kadáveru mouchami čeledi Calliphoridae……...……..…...33
Obrázek č.3 Samice much rodu *Lucilia* (Calliphoridae) před kolonizací kadáveru ……...34
Obrázek č. 4 Kolonizace kadáveru mouchami rodu *Lucilia* (Calliphoridae)….....……....35
Obrázek č. 5 Nakladená vajíčka čeledi Calliphoridae ……..…..35
Obrázek č. 6 Nakladená vajíčka čeledi Calliphoridae …….……...…36
Obrázek č. 7 Nakladená vajíčka čeledi Calliphoridae…….....…….36
Obrázek č. 8 Krmící se vosa obecná *Vespula vulgaris* ……...…….37
Obrázek č. 9 Zakryté odchytové pasti po ukončení expozice……..……37
Obrázek č. 10 Larvy 1. instaru……...……...……38
Obrázek č. 11 Larvy 2. instaru……...……...…38
Obrazek č. 12 Larvy 3. instaru……...……...…39
Obrazek č. 13 Larvy 3. instaru……..…...40
Obrazek č. 14 Larvy 3. instaru……...……..…...…41
Obrázek č. 15 Larvy 3. instaru, část larev již v migrační fázi…….……..…41
Obrázek č. 16 Příkrm larev 3. instaru……..……42
Obrázek č. 17 Larvy v migrační fázy……...……43
Tabulka č.1 – Taxonomické členění čeledi Calliphoridae – 61 druhů, které byly zaznamenány v České republice (Kubík a Országh, 2009; Pavel et al., 2008; Šuláková et al., 2013 a 2014)…….……...44
Tabulka č.2 Naměřené teploty dne 8. 5. 2015…….……46
Tabulka č.3 Naměřené teploty dne 18. 6. 2015……...……47
Tabulka č.4 Naměřené teploty dne 22.7.2015…….48
Tabulka č.5 Naměřené teploty dne 22.5.2016…….49
Tabulka č.6 Naměřené teploty dne 4. 7. 2016…….50
Tabulka č.7 Naměřené teploty dne 14. 8. 2016……...51
Tabulka č. 8 Druhové složení…….……...…...52
Graf č.1 Naměřené teploty dne 8. 5. 2015……46
Graf č.2 Naměřené teploty dne 18. 6. 2015…… 47
Graf č.3 Naměřené teploty dne 22. 7. 2015……..48
Grafč.4 Naměřené teploty dne 22. 5. 2016……...49

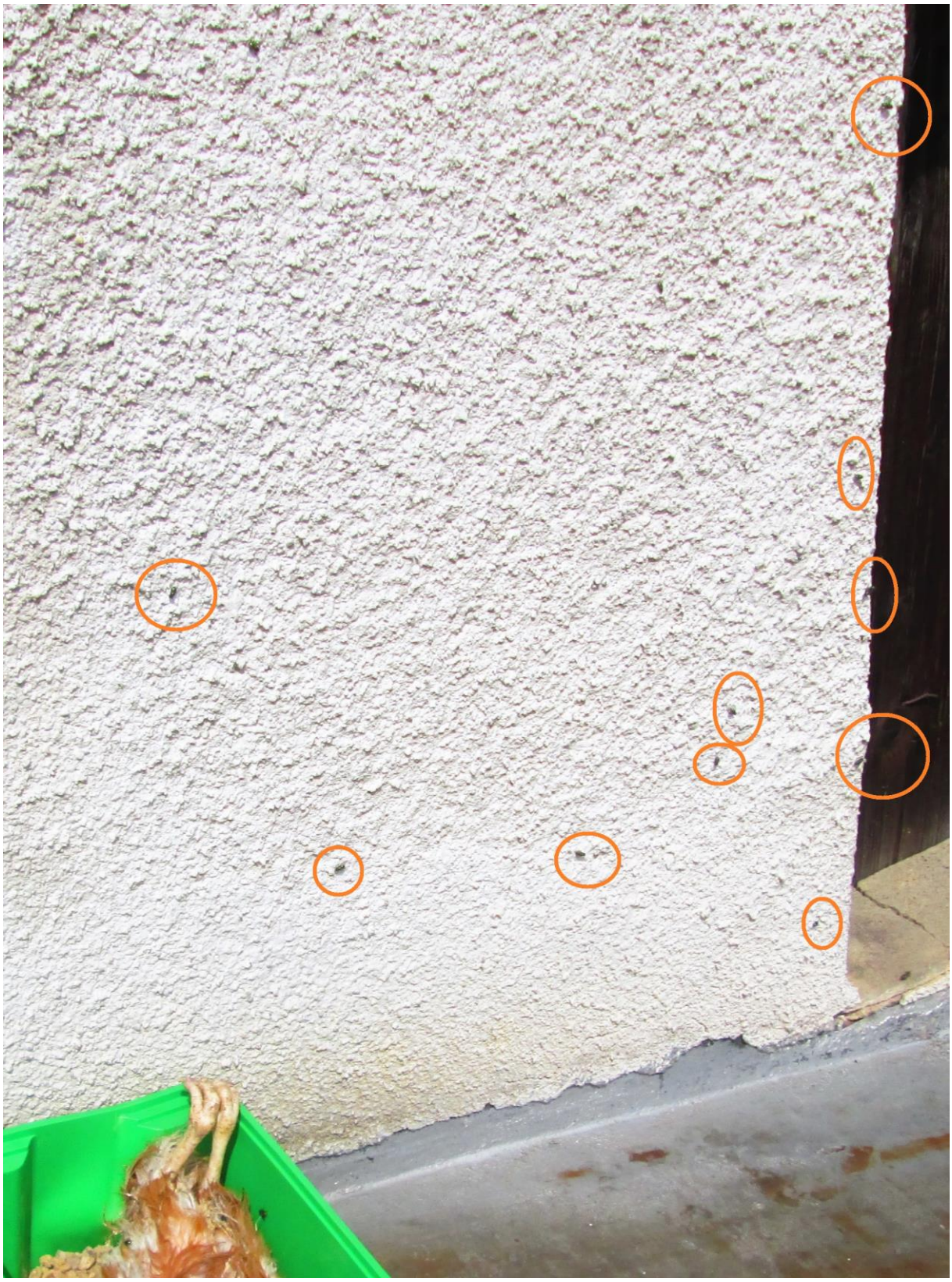
Graf č.5 Naměřené teploty dne 4. 7. 2016…….51
Graf č.6 Naměřené teploty dne 14. 8. 201 ……52
Graf č.7 Opakování č. 1: Zastoupené druhy a počty odchovaných imag [ks]……...53
Graf.8Opakování č.1: Zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]. Čerstvý kadáver početní zastoupení …….53
Graf č.9 Opakování č.1: Zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks] Zamražený kadáver početní zastoupení druhů……..……54
Graf č.10 Opakování č.1: Determinace imag podle pohlaví celkem [procento]……...…54
Graf č.11 Opakování č.2: Zastoupené druhy a počty odchovaných [ks]……..…….55
Graf č.12 Opakování č. 2: Zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks].Čerstvý kadáver početní zastoupen druh…….....55
Graf č.13 Opakování č. 2: zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks] Zamražený kadáver početní zastoupení druhů…….…….……56
Graf č.14 Opakování č. 2: Determinace imag podle pohlaví celkem [procento]……...56
Graf č.15 Opakování č. 3: zastoupené druhy a počty odchovaných imag [ks]……..57
Graf č.16 Opakování č. 3: zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]Čerstvý kadavér – početní zastoupení druhů……...57
Graf č.17 Opakování č. 3: zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]Zamražený kadáver početní zastoupení druhů zastoupení……..….58
Graf č.18 Opakování č. 3: Determinace imag podle pohlaví celkem [procento].…….....58
Graf č.19 Opakování č. 4: zastoupené druhy a počty odchovaných imag [ks]……..59
Graf č.20 Opakování č. 4 : zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]Čerstvý kadavér početní zastoupení druhů.. ……..59
Graf č.21 Opakování č. 4: zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]Zamražený kadáver početní zastoupení druhů……..……..….60
Graf č.22 Opakování č.4: Determinace imag podle pohlaví celkem [procento]……60
Graf č.23 Opakování č.1: porovnání počtu všech odchovaných imag u zamraženého a čerstvého kadáveru…….…….……...61
Graf č.24 Opakování č. 2: porovnání počtu všech odchovaných imag u zamraženého a čerstvého kadáveru…….…….……..61
Graf č.25 Opakování č. 3: porovnání počtu všech odchovaných imag u zamraženého a čerstvého kadáveru…….…….……..…….……...62

Graf č.26 Opakování č. 4: porovnání počtu všech odchovaných imag u zamraženého a čerstvého kadáveru……..…….…….63

9 Samostatné přílohy

Obrázek č.1 – Odběrové pasti

Obrázek č. 2 - Kolonizace kadáveru mouchami čeledi Calliphoridae



Obrázek č. 3 - Samice much rodu *Lucilia* (Calliphoridae) před kolonizací kadáveru

Obrázek č. 4 - Kolonizace kadáveru mouchami rodu *Lucilia* (Calliphoridae)

Obrázek č. 5 - Nakladená vajíčka čeledi Calliphoridae

Obrázek č. 6 - Nakladená vajíčka čeledi Calliphoridae

Obrázek č. 7 - Nakladená vajíčka čeledi Calliphoridae

Obrázek č. 8 - krmící se vosa obecná *Vespula vulgaris*

Obrázek č. 9 - Zakryté odchytové pasti po ukončení expozice

Obrázek č. 10 - Larvy 1. instaru

Obrázek č. 11 - Larvy 2. instaru

Obrázek č. 12 - Larvy 3. instaru

Obrazek č. 13 - Larvy 3. instaru

Obrazek č. 14 - Larvy 3. instaru

Obrázek č. 15 - Larvy 3. instaru, část larev již v migrační fázi

Obrázek č. 16 - Příkrm larev 3. instaru

Obrázek č. 17 - Larvy v migrační fáz

Tabulka č. 1 – Taxonomické členění čeledi Calliphoridae – 61 druhů, které byly zaznamenány v České republice (Kubík a Országh, 2009; Pavel et al., 2008; Šuláková et al., 2013 a 2014)

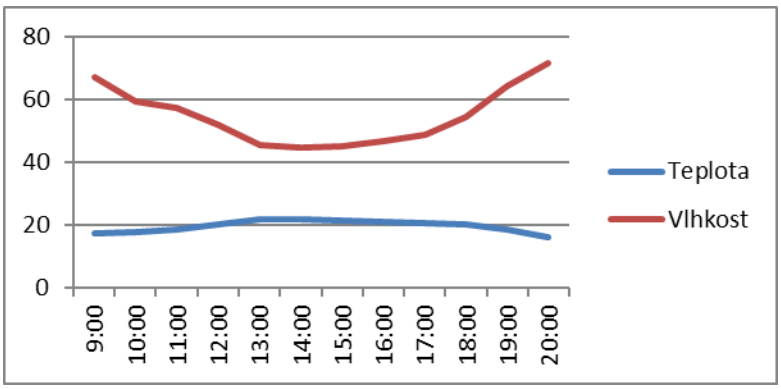
Podčeleď	Rod	Druh
Calliphorinae	*Bellardia* Robineau-Desvoidy, 1863	*Bellardia bayeri* (Jacentkovský,1937) *Bellardia obsoleta* (Meigen, 1830) *Bellardia pandia* (Walker, 1849) *Bellardia polita* (Mik, 1884) *Bellardia stricta* (Villeneuve, 1926) *Bellardia vespillo* (Fabricius, 1794) *Bellardia viarum* (Robineau-Desvoidy. 1830) *Bellardia vulgaris* (Robineau-Desvoidy. 1830)
	Calliphora (Robineau-Desvoidy. 1830)	*Calliphora loewi* (Enderlein,1903) *Calliphora stelvina* (Bauer& Bergentamm, 1891) *Calliphora subalpina* (Ringdahl, 1931) *Calliphora uralensis* (Villeneuve, 1922) *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758)
	Cynomya Robineau-Desvoidy. 1830	*Cynomya mortuorum* (Linnaeus, 1761)
	Onesia Robineau-Desvoidy. 1830	*Onesia ustriaca* (Villeneuve, 1920) *Onesia floralis* (Robineau-Desvoidy,1830) *Onesia kowarzi* (Villeneuve, 1920) *Onesia zumpti* Schumann, 1964
	Trypocalliphora Peus 1960	*Trypocalliphora braueri* (Hendel, 1901)
Chrysomyinae	*Chrysomya* Robineau-Desvoidy, 1830	*Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819)
	Phormia Robineau-Desvoidy, 1830	*Phormia regina* (Meigen, 1826)
	Protocalliphora Hough, 1899	*Protocalliphora azurea* (Fallen, 1817) *Protocalliphora falcozi* Seguy, 1928 *Protocalliphora peusi* Gregor & Povolný 1959
	Protophormia Townsend, 1908	*Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy, 1830)
Helicoboscinae	*Eurychaeta* Bauer& Bergentamm, 1891	*Eurychaeta palparis* (Robineau-Desvoidy, 1830)

Luciliinae	*Lucilia* Robineau- Desvoidy, 1830	*Lucilia ampullacea* Villeneuve, 1920 *Lucilia bufonivora* (Moniez,1876) *Lucilia caesar* (Linnaeus,1758) *Lucilia illustris* (Meigen, 1826) *Lucilia pilosiventris* (Kramer, 1910) *Lucilia regalis* (Meigen, 1826) *Lucilia richardis* Collin, 1926 *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) *Lucilia silvarum* (Meigen, 1826)
Melanomyinae	*Angioneura* Bauer& Bergentamm, 1891	*Angioneura acerba* (Meigen, 1838) *Angioneura cyrtoneurina* (Zetterstedt,1859) *Angioneura fimbriata* (Meigen, 1826)
	Eggisops Rondani, 1862	*Enggisops pecchiolii* (Rondani, 1862)
	Melanomya Rondani, 1856	*Melanomya nana* (Meigen, 1862)
	Melinda Robineau-Desvoidy, 1830	*Melinda gentilis* (Robineau- Desvoidy, 1830) *Melinda viridicyanea* (Robineau- Desvoidy, 1830)
Polleniinae	*Morinia* Robineau-Desvoidy, 1830	*Morinia doronici* (Scopoli, 1763)
	Pollenia Robineau-Desvoidy, 1830	*Pollenia amentaria* (Scopoli, 1763) *Pollenia angustigena* Wainwright, 1940 *Pollenia antramentaria* (Meigen, 1826) *Pollenia dasypoda* (Portschinsky, 1881) *Pollenia griseotometosa* Jacentkovský, 1944 *Pollenia hungarica* Rognes, 1987 *Pollenia labialis* (Robineau- Desvoidy, 1830) *Pollenia mayeri* Jacentkovský, 1941 *Pollenia moravica* Jacentkovský, 1941 *Pollenia pediculata* (Macquart, 1834) *Pollenia rudis* (Fabricius, 1794) *Pollenia similis* Jacentkovský, 1941 *Pollenia tenuiforceps* Seguy, 1928 *Pollenia vagabunda* (Meigen, 1826) *Pollenia vera* Jacentkovský, 1936 *Pollenia viatica* (Robineau- Desvoidy, 1830)
Rhiniinae	*Stomorhina* Rondani, 1861	*Stomorhina lunata* (Fabricius, 1805)

Tabulka č. 2

Naměřené hodnoty v průběhu dne 8. 5. 2015				
Doba		**Minimální**	**Průměrná**	**Maximální**
09.00 - 09.59	Teplota	15,2 °C	16,8 °C	17,6 °C
	Vlhkost	57,9 %	61,9 %	67,1 %
10.00 - 10.59	Teplota	17,5 °C	17,8 °C	18,0 °C
	Vlhkost	56,1 %	57,5 %	59,4 %
11.00 - 11.59	Teplota	17,4 °C	17,9 °C	18,8 °C
	Vlhkost	49,0 %	54,8 %	57,3 %
12.00 - 12.59	Teplota	18,7 °C	19,5 °C	20,2 °C
	Vlhkost	43,7 %	46,9 %	52,0 %
13.00 - 13.59	Teplota	20,0 °C	21,0 °C	21,7 °C
	Vlhkost	40,1 %	42,0 %	45,6 %
14.00 - 14.59	Teplota	21,0 °C	21,5 °C	22,1 °C
	Vlhkost	40,0 %	42,5 %	44,9 %
15.00 - 15.59	Teplota	21,0 °C	21,2 °C	21,4 °C
	Vlhkost	41,4 %	43,6 %	45,0 %
16.00 - 16.59	Teplota	20,3 °C	20,9 °C	21,2 °C
	Vlhkost	43,2 %	44,9 %	46,6 %
17.00 - 17.59	Teplota	20,2 °C	20,5 °C	20,8 °C
	Vlhkost	44,4 %	46,4 %	48,9 %
18.00 - 18.59	Teplota	18,7 °C	19,6 °C	20,3 °C
	Vlhkost	48,7 %	50,9 %	54,4 %
19.00 - 19.59	Teplota	16,2 °C	17,6 °C	18,7 °C
	Vlhkost	54,6 %	58,8 %	64,3 %
20.00 - 20.59	Teplota	14,1 °C	15,1 °C	16,2 °C
	Vlhkost	64,7 %	68,3 %	71,7 %

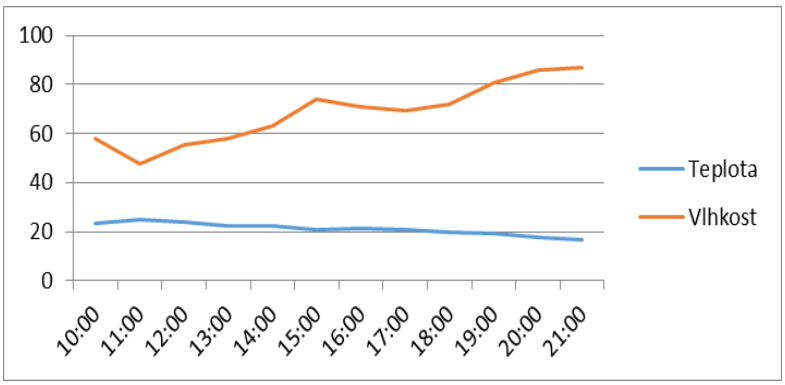
Graf č. 1



Tabulka č. 3

Naměřené hodnoty v průběhu dne 18. 6. 2015				
Doba		**Minimální**	**Průměrná**	**Maximální**
10.00 - 10.59	Teplota	19,4 °C	21,2 °C	23,3 °C
	Vlhkost	47,1 %	52,8 %	58,0 %
11.00 - 11.59	Teplota	23,0 °C	23,9 °C	24,7 °C
	Vlhkost	44,3 %	46,2 %	47,5 %
12.00 - 12.59	Teplota	20,9 °C	22,3 °C	24,0 °C
	Vlhkost	46,0 %	50,4 %	55,4 %
13.00 - 13.59	Teplota	20,1 °C	21,0 °C	22,1 °C
	Vlhkost	53,7 %	55,9 %	58,1 %
14.00 - 14.59	Teplota	20,3 °C	21,4 °C	22,2 °C
	Vlhkost	54,1 %	58,2 %	63,3 %
15.00 - 15.59	Teplota	18,9 °C	19,5 °C	20,9 °C
	Vlhkost	63,2 %	70,4 %	74,0 %
16.00 - 16.59	Teplota	19,7 °C	20,4 °C	21,5 °C
	Vlhkost	66,9 %	69,5 %	71,0 %
17.00 - 17.59	Teplota	19,8 °C	20,2 °C	20,9 °C
	Vlhkost	67,1 %	68,3 %	69,4 %
18.00 - 18.59	Teplota	19,1 °C	19,4 °C	20,0 °C
	Vlhkost	69,0 %	70,6 %	72,1 %
19.00 - 19.59	Teplota	17,9 °C	18,6 °C	19,3 °C
	Vlhkost	70,8 %	76,1 %	80,7 %
20.00 - 20.59	Teplota	16,1 °C	17,1 °C	17,9 °C
	Vlhkost	80,3 %	82,8 %	85,8 %
21.00 - 21.59	Teplota	15,8 °C	16,1 °C	16,4 °C
	Vlhkost	85,6 %	86,3 %	86,9 %

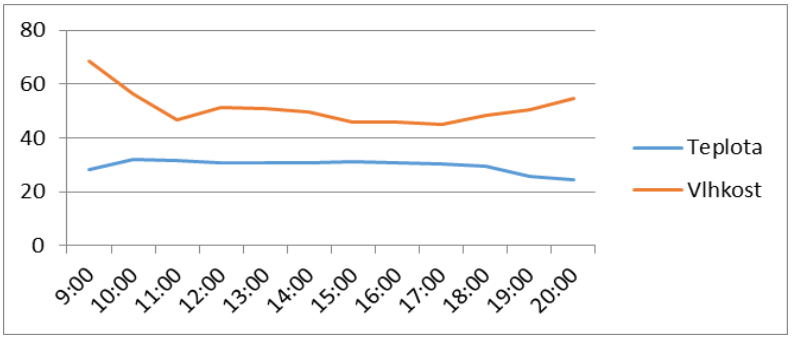
Graf č. 2



Tabulka č. 4

Naměřené hodnoty v průběhu dne 22. 5. 2016				
Doba		**Minimální**	**Průměrná**	**Maximální**
9.00 - 9.59	Teplota	24,5 °C	25,5 °C	28,3 °C
	Vlhkost	56,9 %	65,5 %	68,3 %
10.00 - 10.59	Teplota	28,4 °C	30,4 °C	31,9 °C
	Vlhkost	44,6 %	49,3 %	56,4 %
11.00 - 11.59	Teplota	30,8 °C	31,1 °C	31,5 °C
	Vlhkost	43,5 %	45,2 %	46,8 %
12.00 - 12.59	Teplota	28,7 °C	29,8 °C	30,9 °C
	Vlhkost	42,6 %	46,2 %	51,3 %
13.00 - 13.59	Teplota	29,4 °C	30,1 °C	30,8 °C
	Vlhkost	42,6 %	47,7 %	50,9 %
14.00 - 14.59	Teplota	29,3 °C	29,9 °C	30,6 °C
	Vlhkost	43,5 %	46,2 %	49,6 %
15.00 - 15.59	Teplota	29,1 °C	30,2 °C	31,1 °C
	Vlhkost	42,5 %	44,4 %	45,7 %
16.00 - 16.59	Teplota	28,7 °C	29,7 °C	30,8 °C
	Vlhkost	42,1 %	43,8 %	45,8 %
17.00 - 17.59	Teplota	28,7 °C	29,4 °C	30,2 °C
	Vlhkost	42,2 %	43,5 %	44,9 %
18.00 - 18.59	Teplota	25,6 °C	27,3 °C	29,3 °C
	Vlhkost	42,9 %	45,7 %	48,3 %
19.00 - 19.59	Teplota	24,5 °C	25,2 °C	25,7 °C
	Vlhkost	47,7 %	48,7 %	50,4 %
20.00 - 20.59	Teplota	23,2 °C	24,0 °C	24,6 °C
	Vlhkost	50,2 %	51,9 %	54,5 %

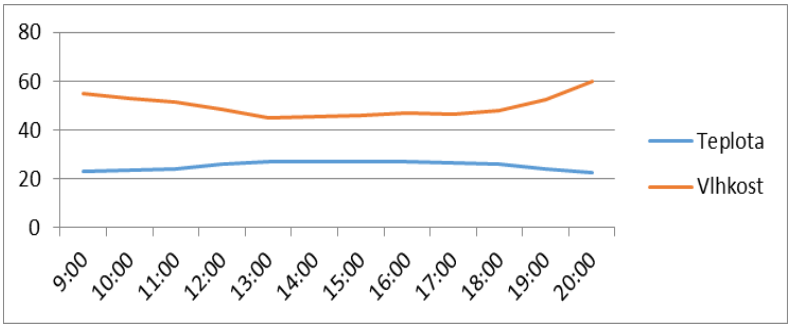
Graf č. 3



Tabulka č. 5

Naměřené hodnoty v průběhu dne 22. 5. 2016				
Doba		**Minimální**	**Průměrná**	**Maximální**
9.00 - 9.59	Teplota	21,8 °C	22,5 °C	23,1 °C
	Vlhkost	52,4 %	53,4 %	55,1 %
10.00 - 10.59	Teplota	22,8 °C	23,3 °C	23,6 °C
	Vlhkost	49,7 %	51,6 %	53,2 %
11.00 - 11.59	Teplota	23,1 °C	23,6 °C	24,2 °C
	Vlhkost	46,6 %	49,9 %	51, 7%
12.00 - 12.59	Teplota	24,3 °C	25,2 °C	26,1 °C
	Vlhkost	43,6 %	45,8 %	48,4 %
13.00 - 13.59	Teplota	26,1 °C	26,6 °C	27,1 C
	Vlhkost	41,3 %	42,9 %	45,1 %
14.00 - 14.59	Teplota	26,5 °C	26,7 °C	26,9 °C
	Vlhkost	41,5 %	43,8 %	45,4 %
15.00 - 15.59	Teplota	26,5 °C	26,9 °C	27,2 °C
	Vlhkost	40,7 %	43,5 %	46,1 %
16.00 - 16.59	Teplota	26,6 °C	26,9 °C	27,1 °C
	Vlhkost	40,4 %	43,5 %	46,9 %
17.00 - 17.59	Teplota	26,2 °C	26,4 °C	26,6 °C
	Vlhkost	43,1 %	44,8 %	46,3 %
18.00 - 18.59	Teplota	24,3 °C	25,3 °C	26,2 °C
	Vlhkost	44,5 %	46,0 %	47,9 %
19.00 - 19.59	Teplota	22,8 °C	23,6 °C	24,3 °C
	Vlhkost	47,3 %	49,4 %	52,5 %
20.00 - 20.59	Teplota	20,1 °C	21,3 °C	22,7 °C
	Vlhkost	53,0 %	57,0 %	59,9 %

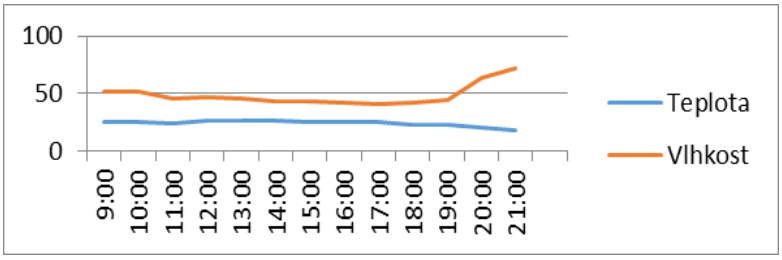
Graf č. 4



Tabulka č. 6

Naměřené hodnoty v průběhu dne 4. 7. 2016				
Doba		**Minimální**	**Průměrná**	**Maximální**
9.00 - 9.59	Teplota	23,7 °C	24,4 °C	25,1 °C
	Vlhkost	45,3 %	47,2 %	52,2 %
10.00 - 10.59	Teplota	23,3 °C	24,8 °C	25,5 °C
	Vlhkost	40,6 %	46,2 %	51,4 %
11.00 - 11.59	Teplota	23,2 °C	23,8 °C	24,6 °C
	Vlhkost	41,4 %	43,8 %	46,1 %
12.00 - 12.59	Teplota	23,4 °C	24,5 °C	26,4 °C
	Vlhkost	39,9 %	42,8 %	47,2 %
13.00 - 13.59	Teplota	22,8 °C	24,9 °C	27,0 °C
	Vlhkost	36,7 %	41,8 %	45,2 %
14.00 - 14.59	Teplota	24,1 °C	24,9 °C	26,1 °C
	Vlhkost	38,0 %	40,6 %	42,8 %
15.00 - 15.59	Teplota	22,9 °C	24,4 °C	25,4 °C
	Vlhkost	38,3 %	40,5 %	43,5 %
16.00 - 16.59	Teplota	23,3 °C	24,4 °C	25,0 °C
	Vlhkost	37,7 %	39,5 %	41,6 %
17.00 - 17.59	Teplota	23,3 °C	24,0 °C	24,8 °C
	Vlhkost	37,1 %	38,5 %	40,6 %
18.00 - 18.59	Teplota	22,4 °C	22,9 °C	23,5 °C
	Vlhkost	37,4 %	39,7 %	42,4 %
19.00 - 19.59	Teplota	21,1 °C	21,8 °C	22,5 °C
	Vlhkost	39,7 %	41,7 %	44,3 %
20.00 - 20.59	Teplota	18,6 °C	20,1 °C	21,1 °C
	Vlhkost	44,3 %	51,3 %	63,8 %
21.00 - 21.59	Teplota	16,1 °C	17,1 °C	18,5 °C
	Vlhkost	63,8 %	68,2 %	72,6 %

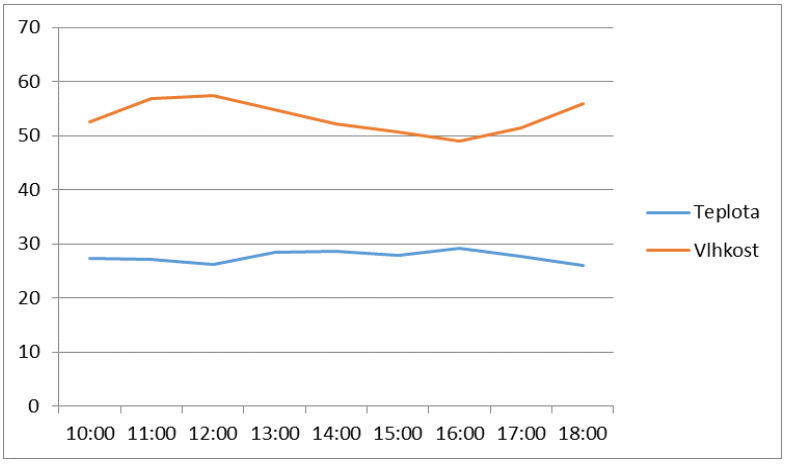
Graf č. 6



Tabulka č. 7

Naměřené hodnoty v průběhu dne 14. 8. 2016				
Doba		**Minimální**	**Průměrná**	**Maximální**
10.00 - 10.59	Teplota	26,3 °C	26,7 °C	27,3 °C
	Vlhkost	50,5 %	51,6 %	52,5 %
11.00 - 11.59	Teplota	25,1 °C	26,2 °C	27,1 °C
	Vlhkost	51,2 %	53,2 %	56,8 %
12.00 - 12.59	Teplota	24,9 °C	25,6 °C	26,3 °C
	Vlhkost	54,4 %	56,0 %	57,5 %
13.00 - 13.59	Teplota	26,4 °C	27,6 °C	28,5 °C
	Vlhkost	49,5 %	51,8 %	54,8 %
14.00 - 14.59	Teplota	26,9 °C	27,7 °C	28,7 °C
	Vlhkost	48,8 %	50,6 %	52,2 %
15.00 - 15.59	Teplota	27,2 °C	27,6 °C	27,9 °C
	Vlhkost	48,3 %	49,7 %	50,7 %
16.00 - 16.59	Teplota	27,6 °C	28,3 °C	29,2 °C
	Vlhkost	45,0 %	47,1 %	49,0 %
17.00 - 17.59	Teplota	26,1 °C	26,7 °C	27,8 °C
	Vlhkost	48,0 %	50,2 %	51,4 %
18.00 - 18.59	Teplota	23,8 °C	24,9 °C	26,1 °C
	Vlhkost	51,0 %	54,0 %	56,0 %

Graf č. 6



Tabulka č. 8 Druhové složení

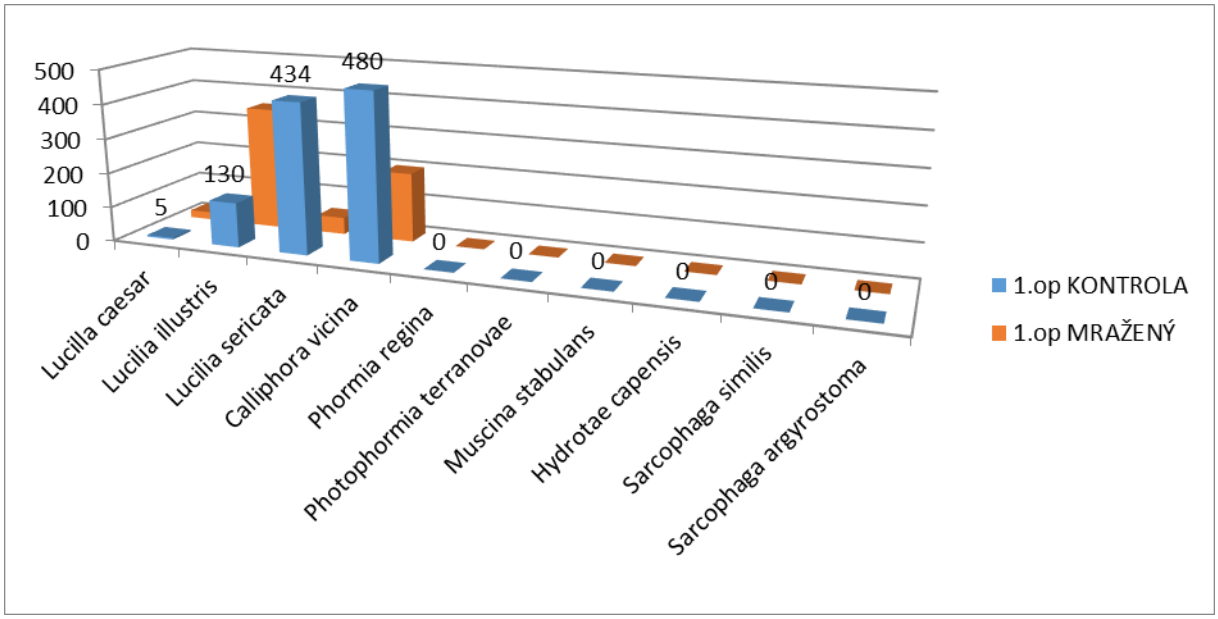
		Calliphoridae											
		Lucilia caesar			*Lucilia illustris*			*Lucilia sericata*			*Calliphora vicina*		
	varianta	samců	samic	∑	samců	samic	∑	samců	samic	∑	samců	samic	∑
2015	1. op. KONTROLA	3	2	**5**	65	65	**130**	128	306	**434**	251	229	**480**
2015	1. op. ZMRAŽENÝ	3	19	**22**	173	184	**357**	14	35	**49**	102	99	**201**
2015	2. op. KONTROLA			**0**			**0**	13	30	**43**	74	94	**168**
2015	2. op. ZMRAŽENÝ			**0**	1	3	**4**	18	36	**54**	134	114	**248**
2016	5. op. KONTROLA	14	22	**36**	261	285	**546**	417	323	**740**	7	4	**11**
2016	5. op. ZMRAŽENÝ			**0**	132	141	**273**	274	307	**581**	1	3	**4**
2016	6. op. KONTROLA			**0**			**0**	194	239	**433**			**0**
2016	6. op. ZMRAŽENÝ			**0**			**0**	65	83	**148**			**0**

		Calliphoridae					
		Phormia regina			*Protophormia terranovae*		
	varianta	samců	samic	∑	samců	samic	∑
2015	1. op. KONTROLA			**0**			**0**
2015	1. op. ZMRAŽENÝ			**0**			**0**
2015	2. op. KONTROLA			**0**			**0**
2015	2. op. ZMRAŽENÝ			**0**			**0**
2016	5. op. KONTROLA	53	27	**80**	468	503	**971**
2016	5. op. ZMRAŽENÝ			**0**	19	12	**31**
2016	6. op. KONTROLA			**0**			**0**
2016	6. op. ZMRAŽENÝ			**0**			**0**

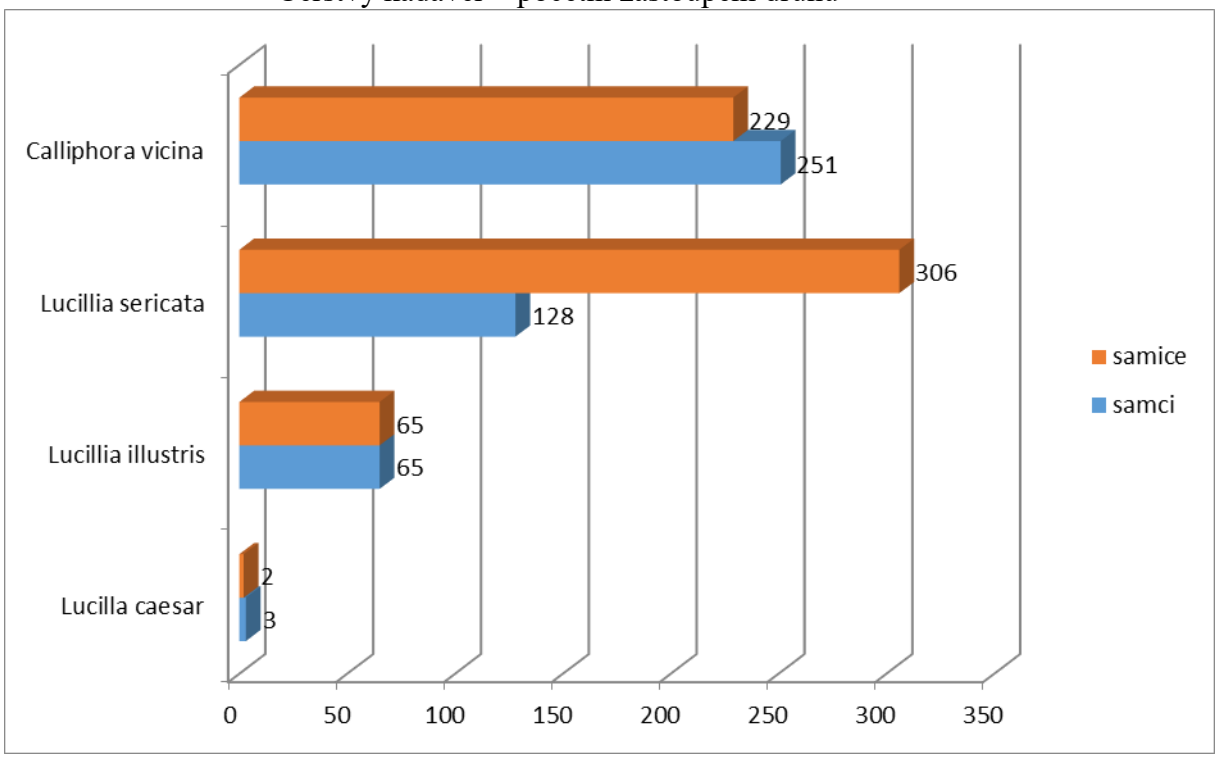
		Muscidae					
		Muscina stabulans			*Hydrotaea capensis*		
	varianta	samců	samic	∑	samců	samic	∑
2015	1. op. KONTROLA			**0**			**0**
2015	1. op. ZMRAŽENÝ			**0**			**0**
2015	2. op. KONTROLA	2	1	**3**			**0**
2015	2. op. ZMRAŽENÝ	1		**1**			**0**
2016	5. op. KONTROLA			**0**	11	9	**20**
2016	5. op. ZMRAŽENÝ			**0**			**0**
2016	6. op. KONTROLA			**0**			**0**
2016	6. op. ZMRAŽENÝ			**0**			**0**

		Sarcophagidae					
		Sarcophaga similis			*Sarcophaga argyrostoma*		
	varianta	samců	samic	∑	samců	samic	∑
2015	1. op. KONTROLA			**0**			**0**
2015	1. op. ZMRAŽENÝ			**0**			**0**
2015	2. op. KONTROLA			**0**			**0**
2015	2. op. ZMRAŽENÝ	1		**1**			**0**
2016	5. op. KONTROLA			**0**	6	3	**9**
2016	5. op. ZMRAŽENÝ			**0**			**0**
2016	6. op. KONTROLA			**0**			**0**
2016	6. op. ZMRAŽENÝ			**0**			**0**

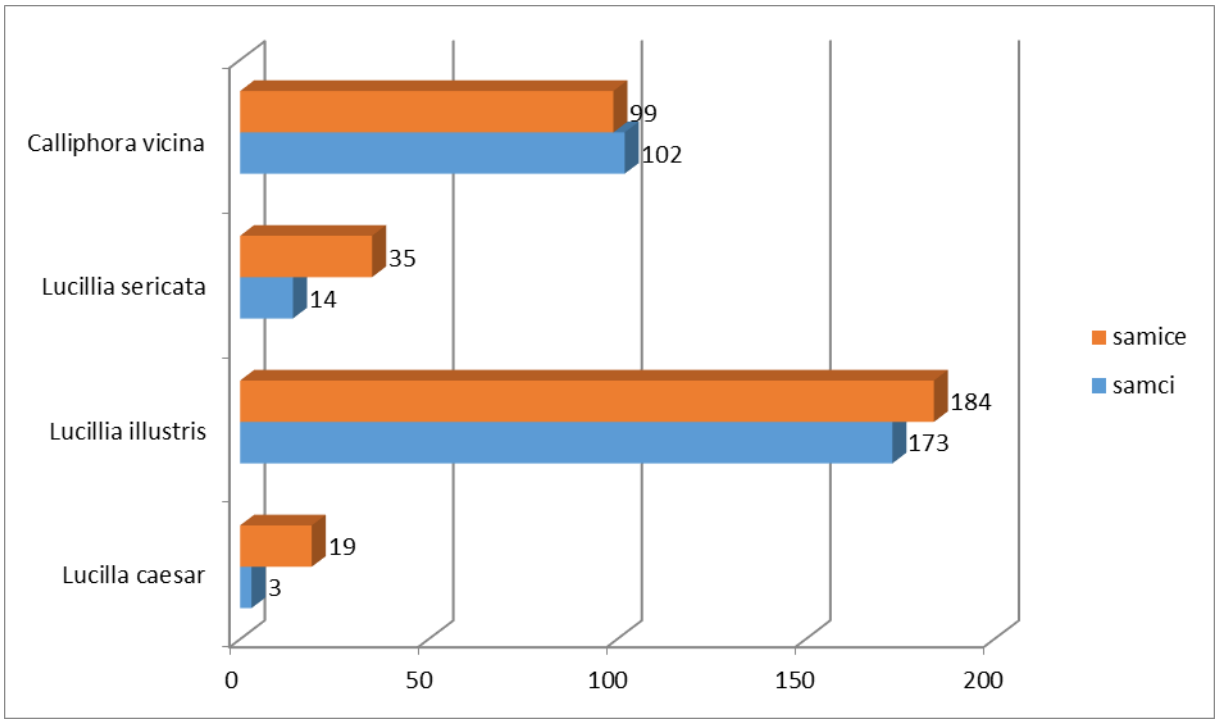
Graf č. 7 - Opakování č. 1: zastoupené druhy a počty odchovaných imag [ks]



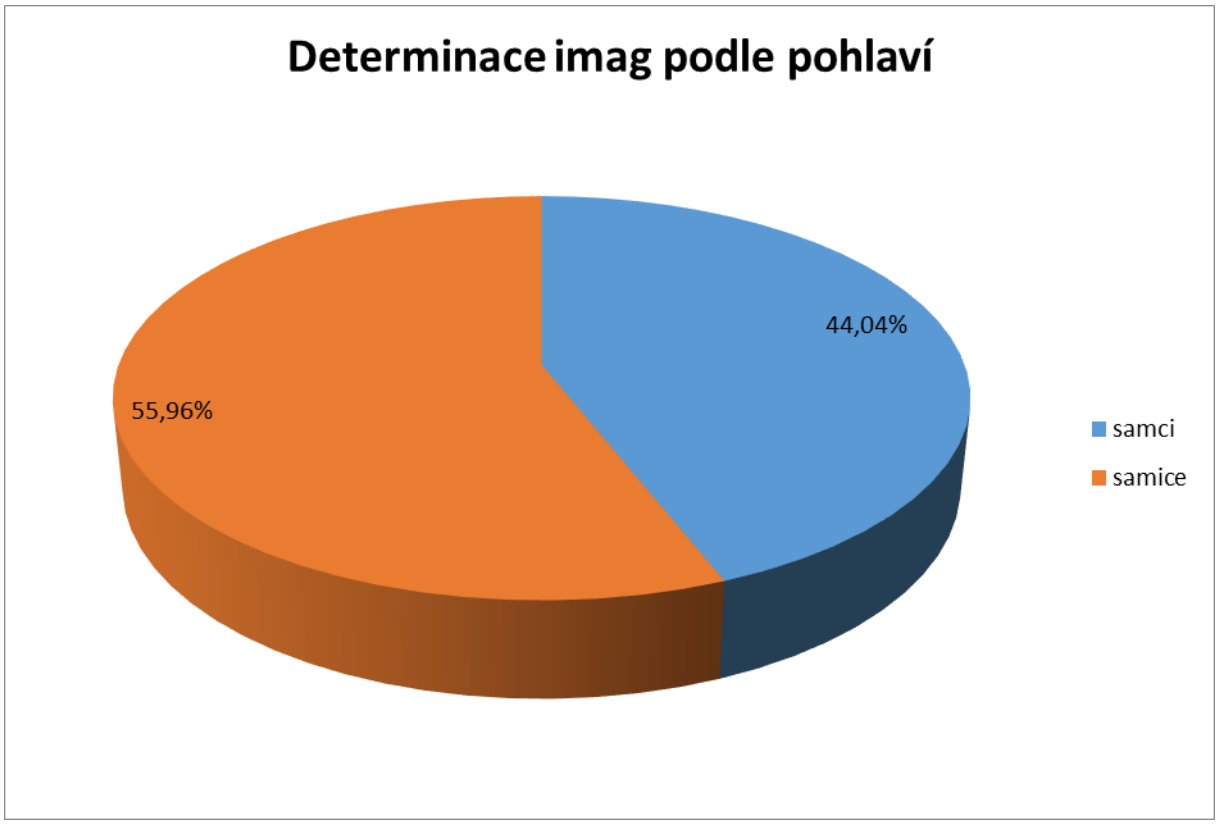
Graf č. 8 – Opakování č. 1: zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]
Čerstvý kadavér – početní zastoupení druhů



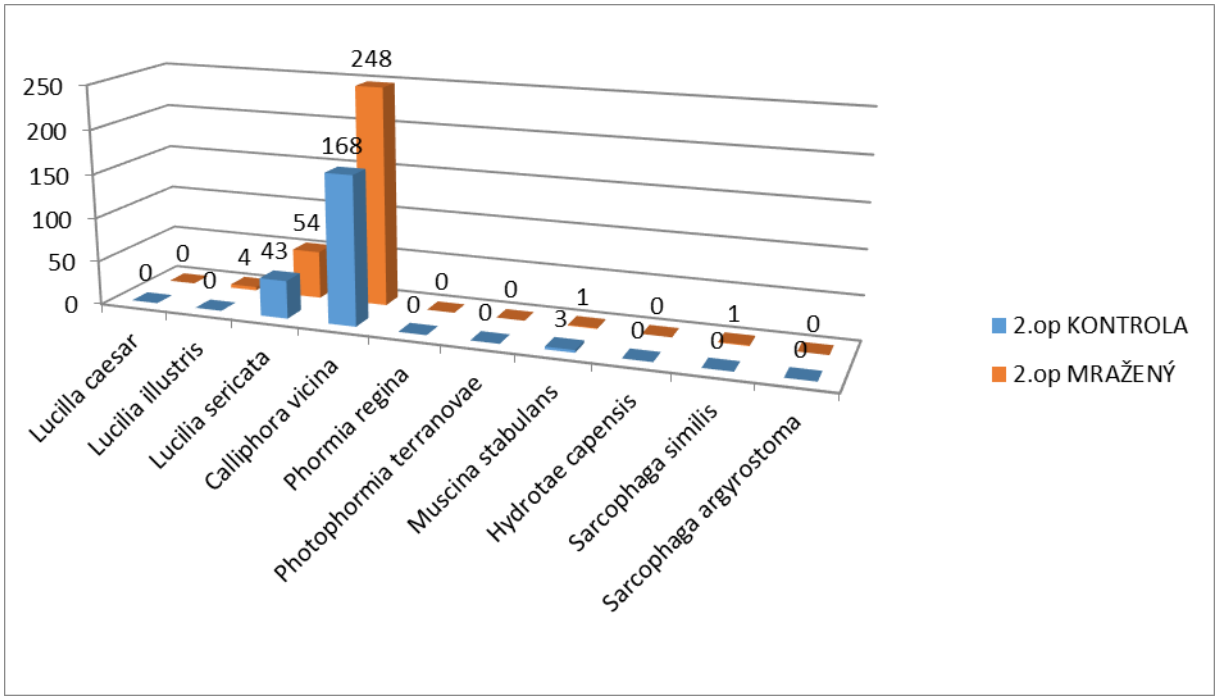
Graf č. 9 - Opakování č. 1: zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]
Zamražený kadavér – početní zastoupení druhů



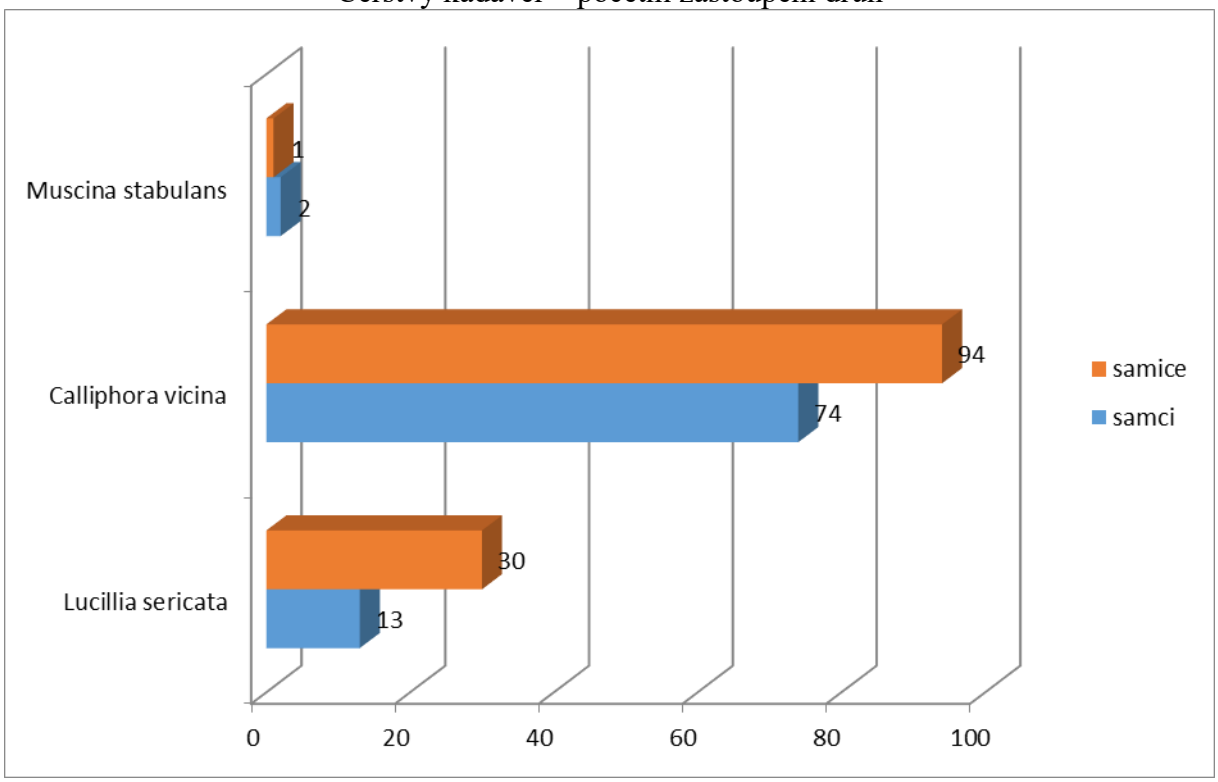
Graf č. 10 - Opakování č. 1: Determinace imag podle pohlaví celkem [procento]



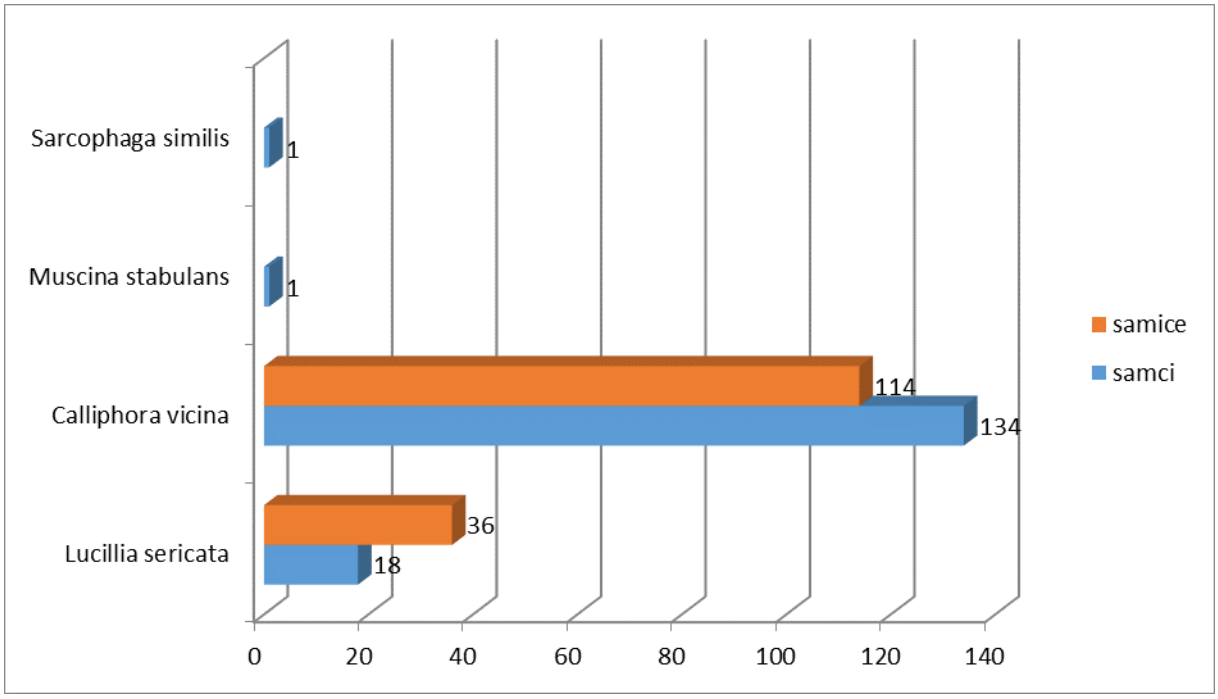
Graf č. 11. - Opakování č. 2: zastoupené druhy a počty odchovaných imag [ks]



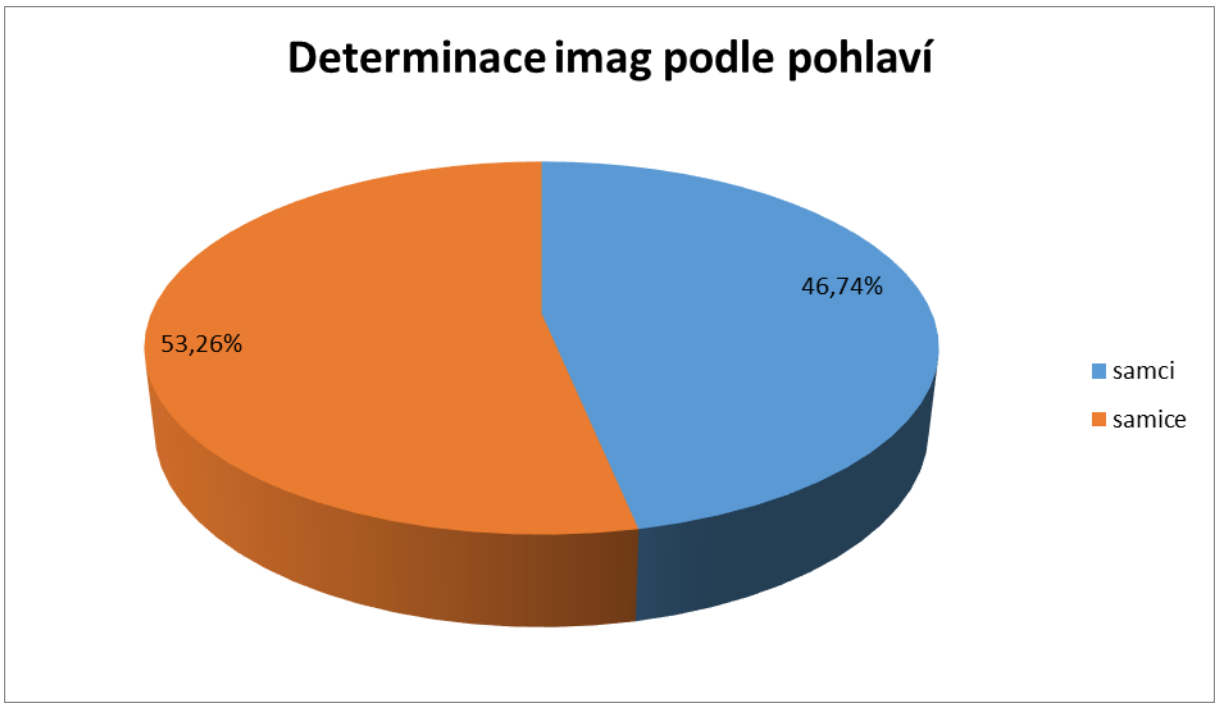
Graf č. 12 - Opakování č. 2: zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]
Čerstvý kadavér – početní zastoupení druh



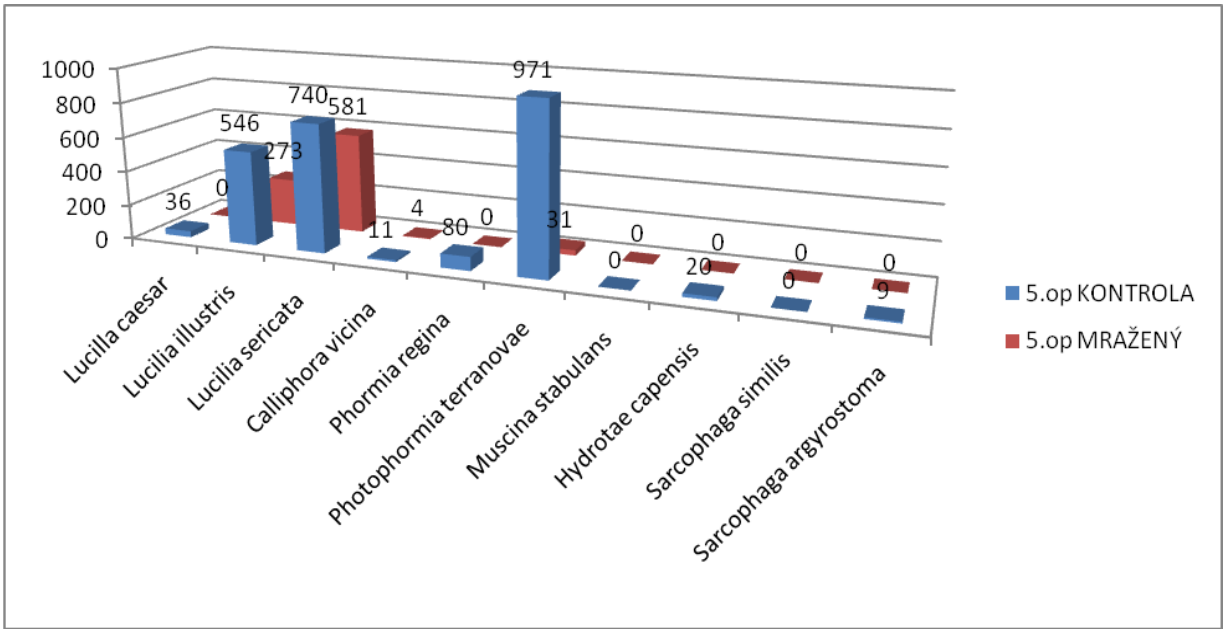
Graf č. 13 - Opakování č. 2: zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]
Zamražený kadavér – početní zastoupení druhů



Graf č. 14 - Opakování č. 2: Determinace imag podle pohlaví celkem [procento]

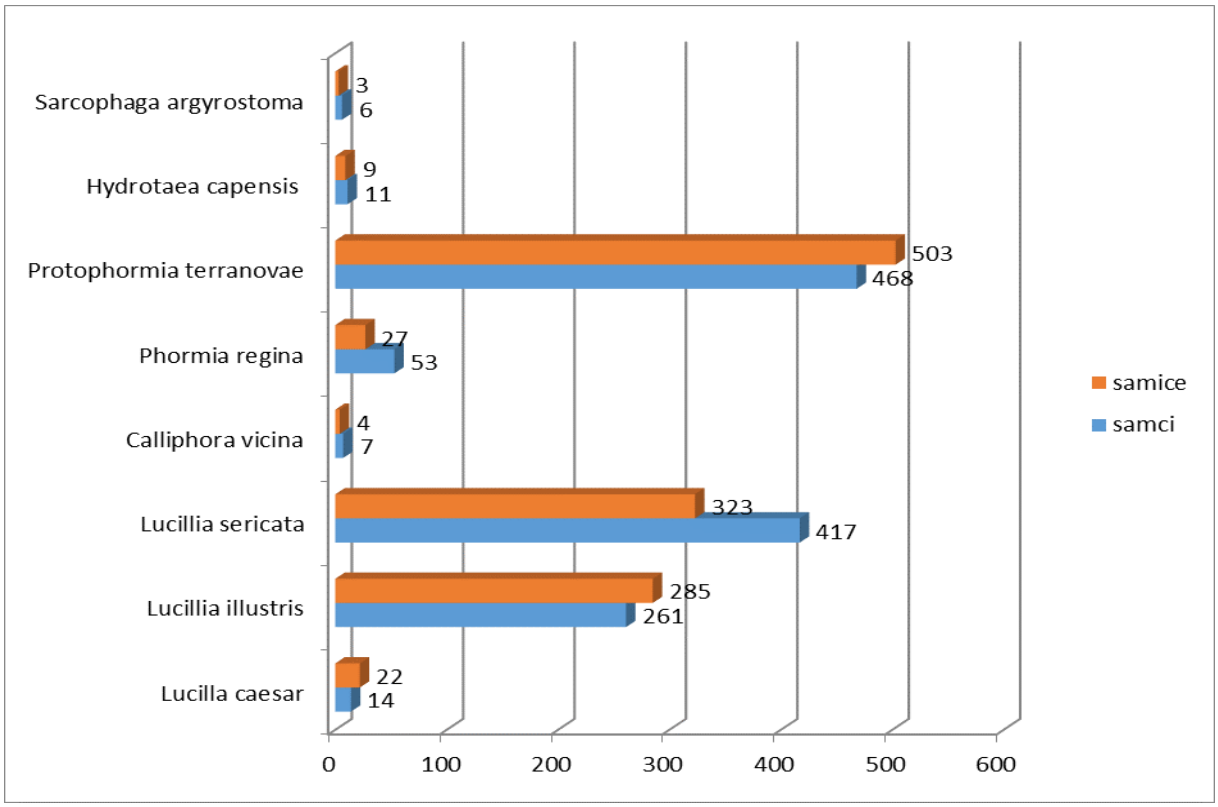


Graf č. 15 - Opakování č. 5: zastoupené druhy a počty odchovaných imag [ks]

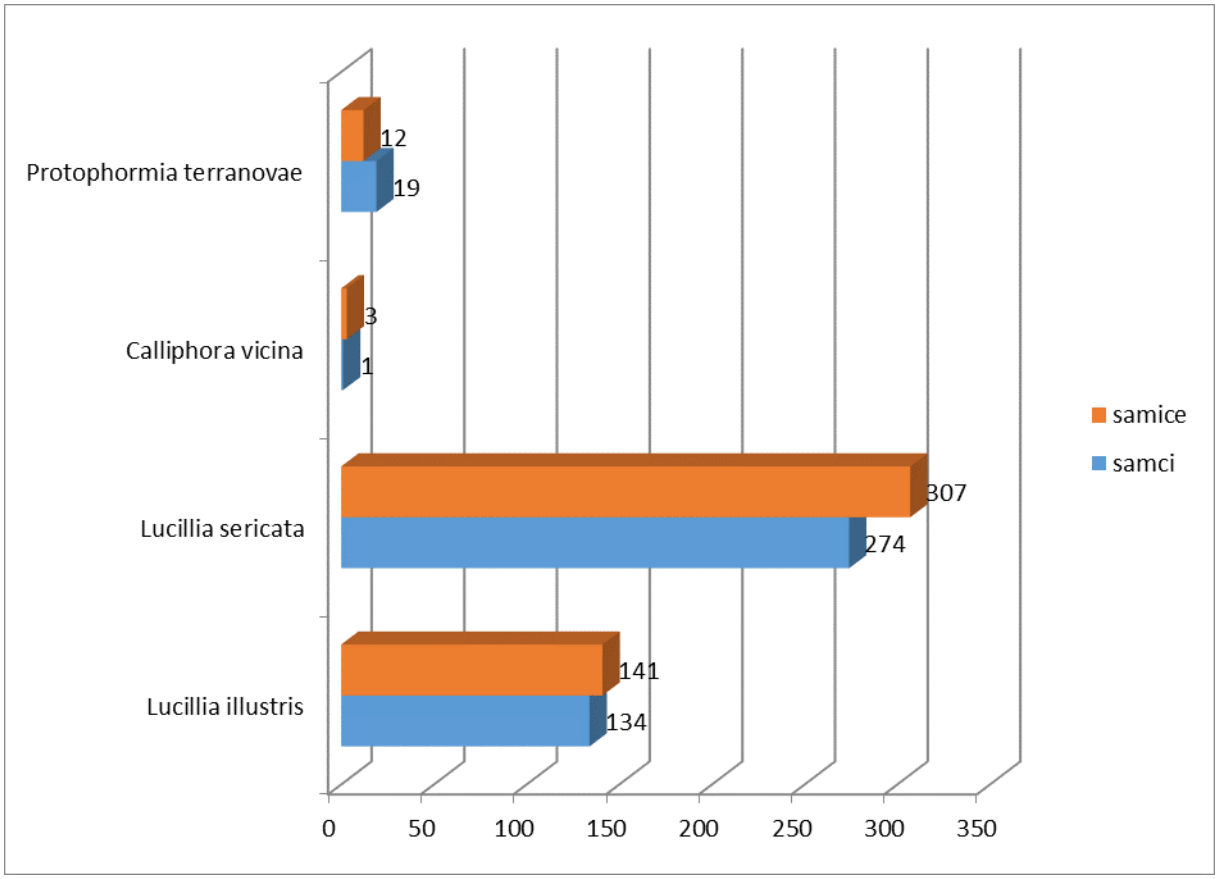


Graf č. 16 - Opakování č. 5: zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]

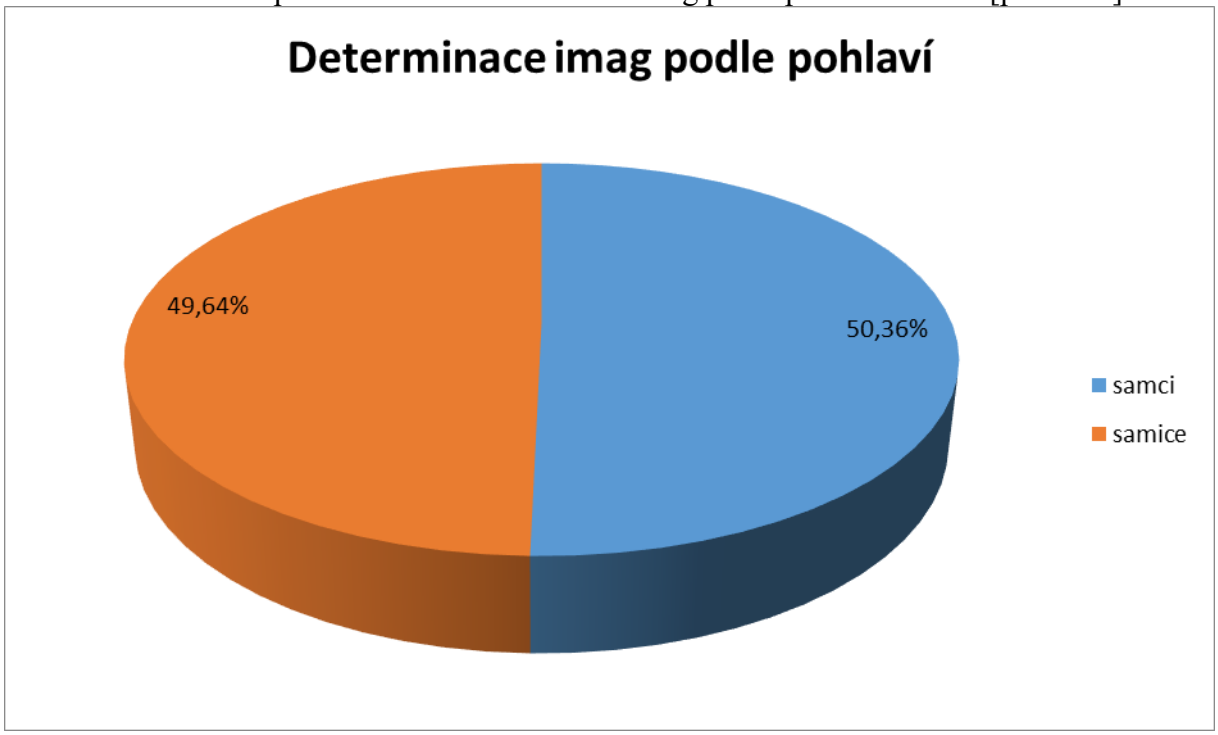
Čerstvý kadavér – početní zastoupení druhů



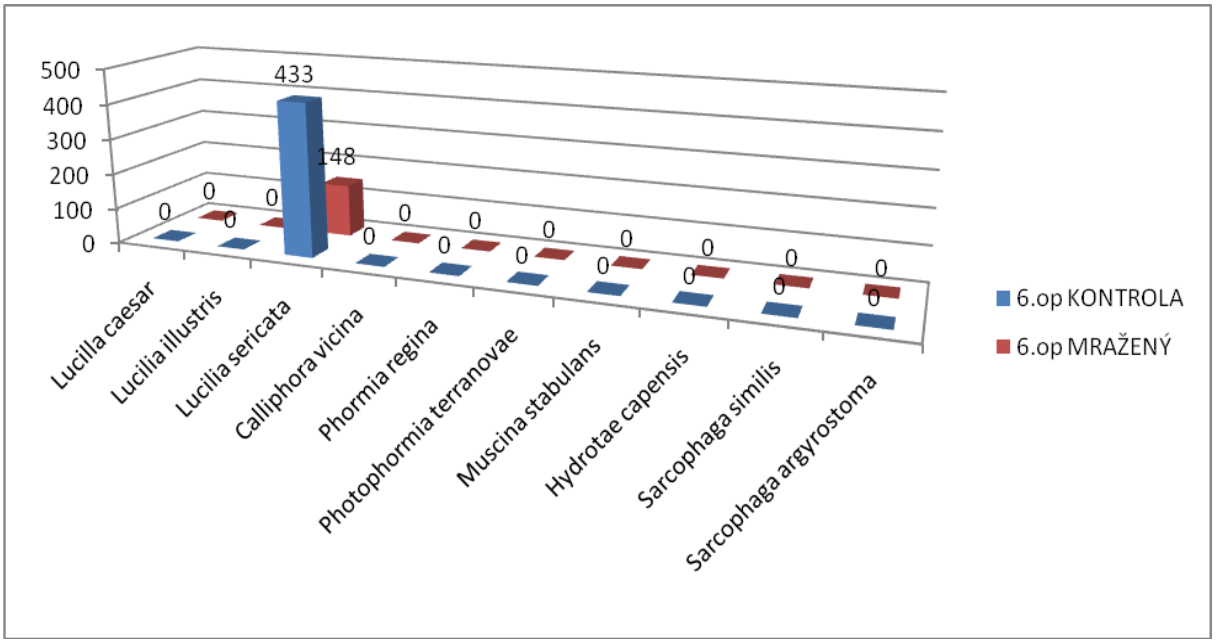
Graf č. 17 Opakování č. 5: zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]
Zamražený kadavér – početní zastoupení druhů



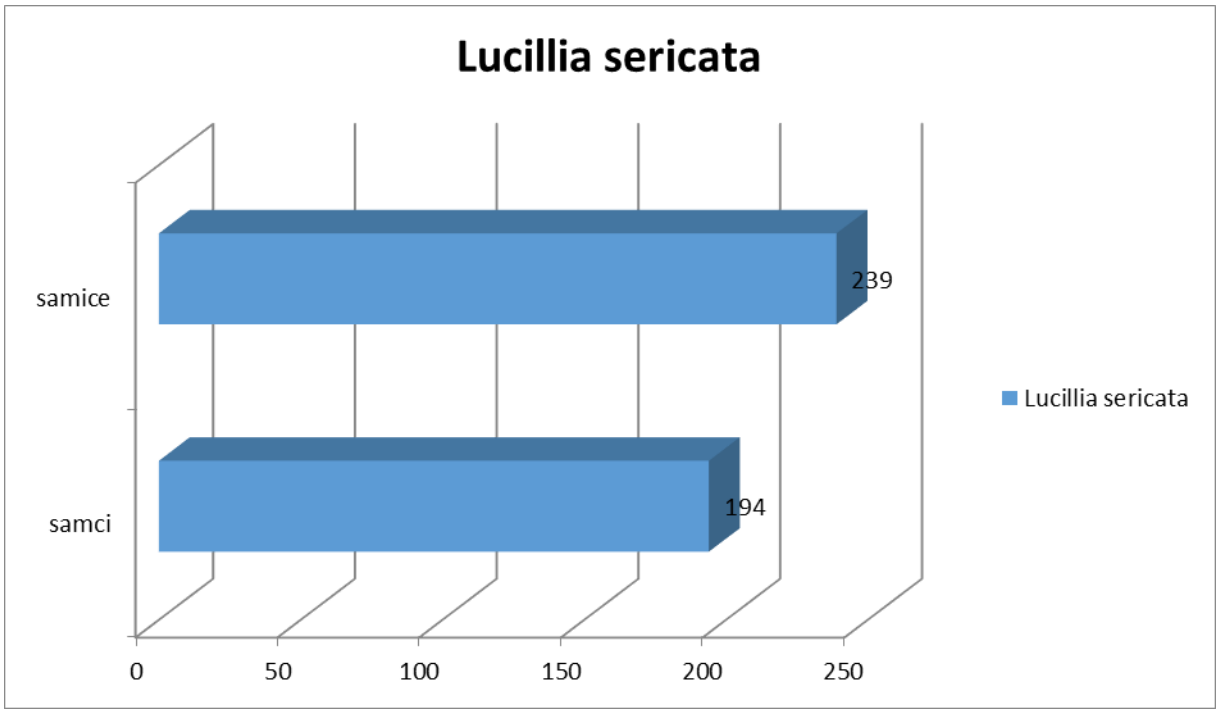
Graf č. 18 - Opakování č. 5: Determinace imag podle pohlaví celkem [procento]



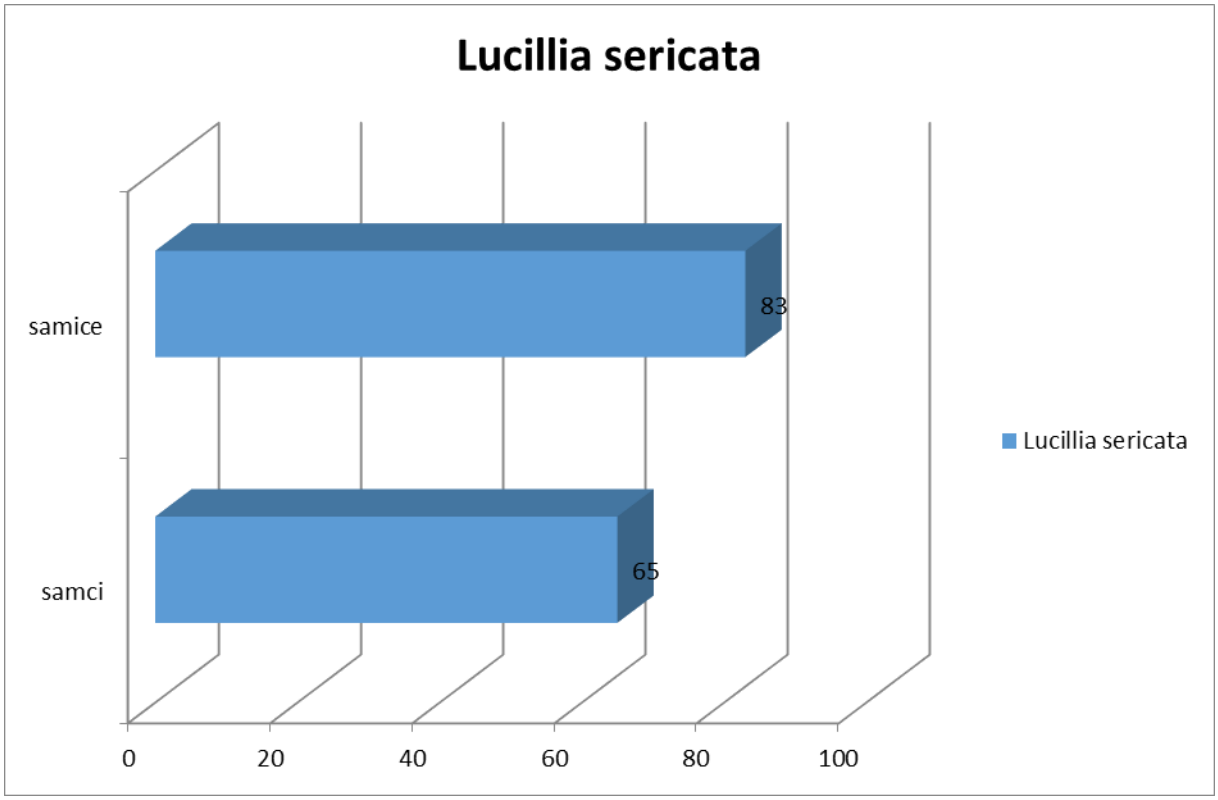
Graf č. 19 - Opakování č. 6: zastoupené druhy a počty odchovaných imag [ks]



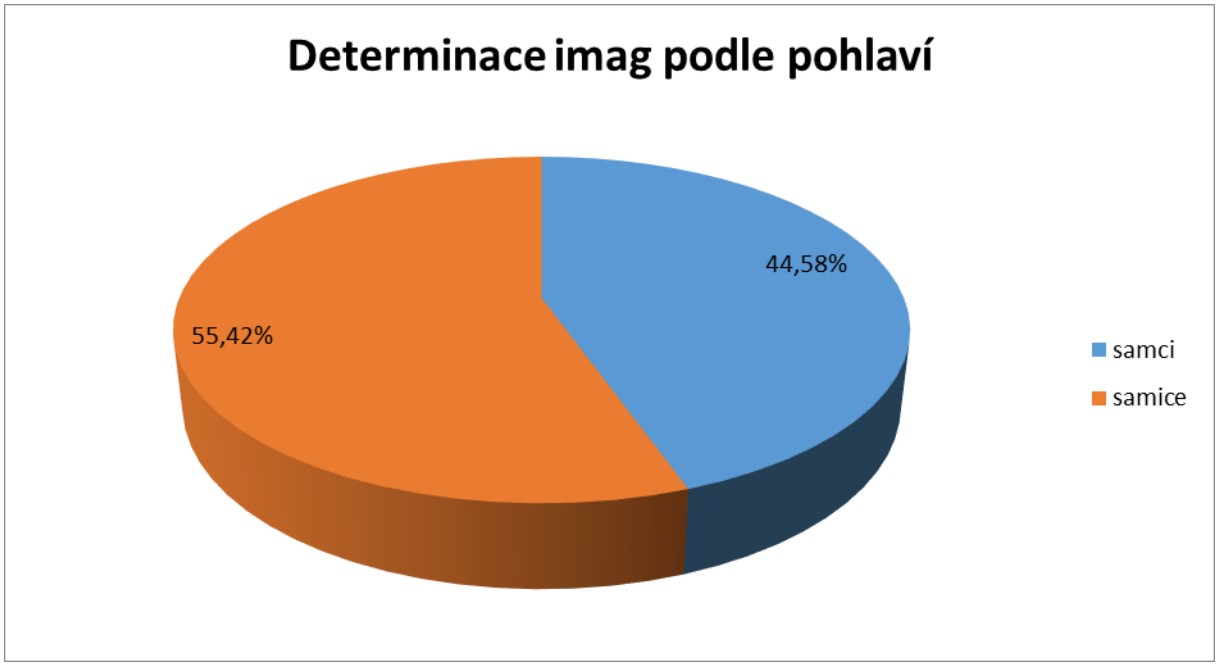
Graf č. 20 - Opakování č. 6 : zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]
Čerstvý kadavér – početní zastoupení druhů



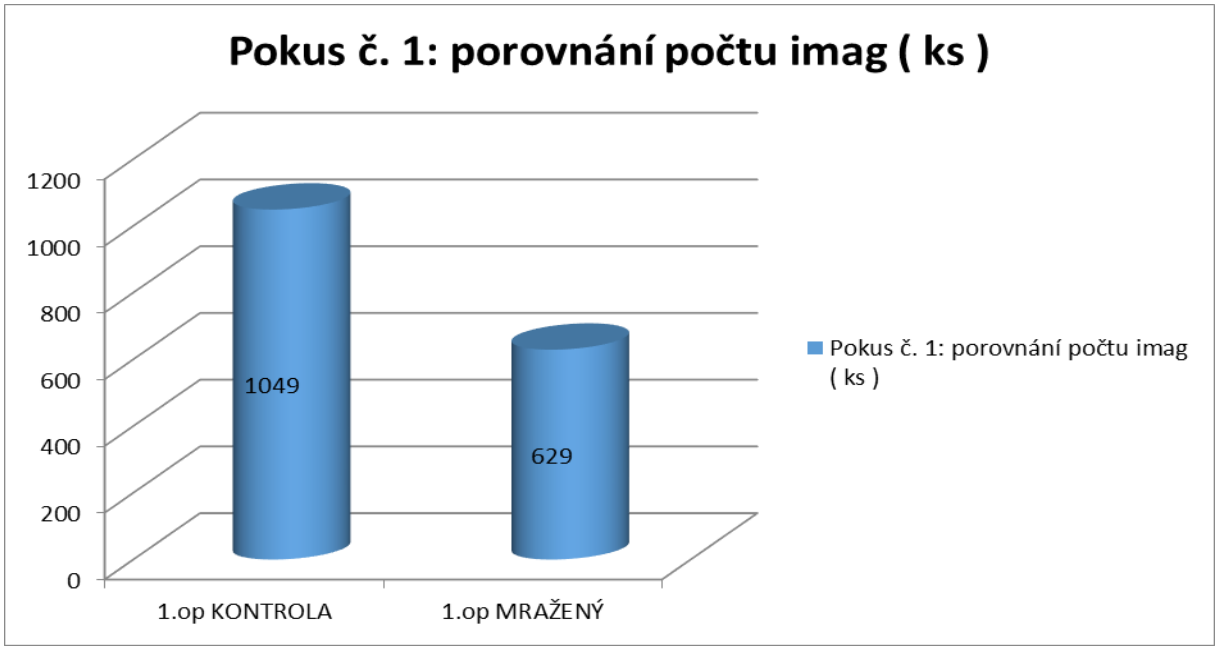
Graf č. 21 - Opakování č. 6: zastoupené druhy a počty imag podle pohlaví [ks]
Zamražený kadavér – početní zastoupení druhů



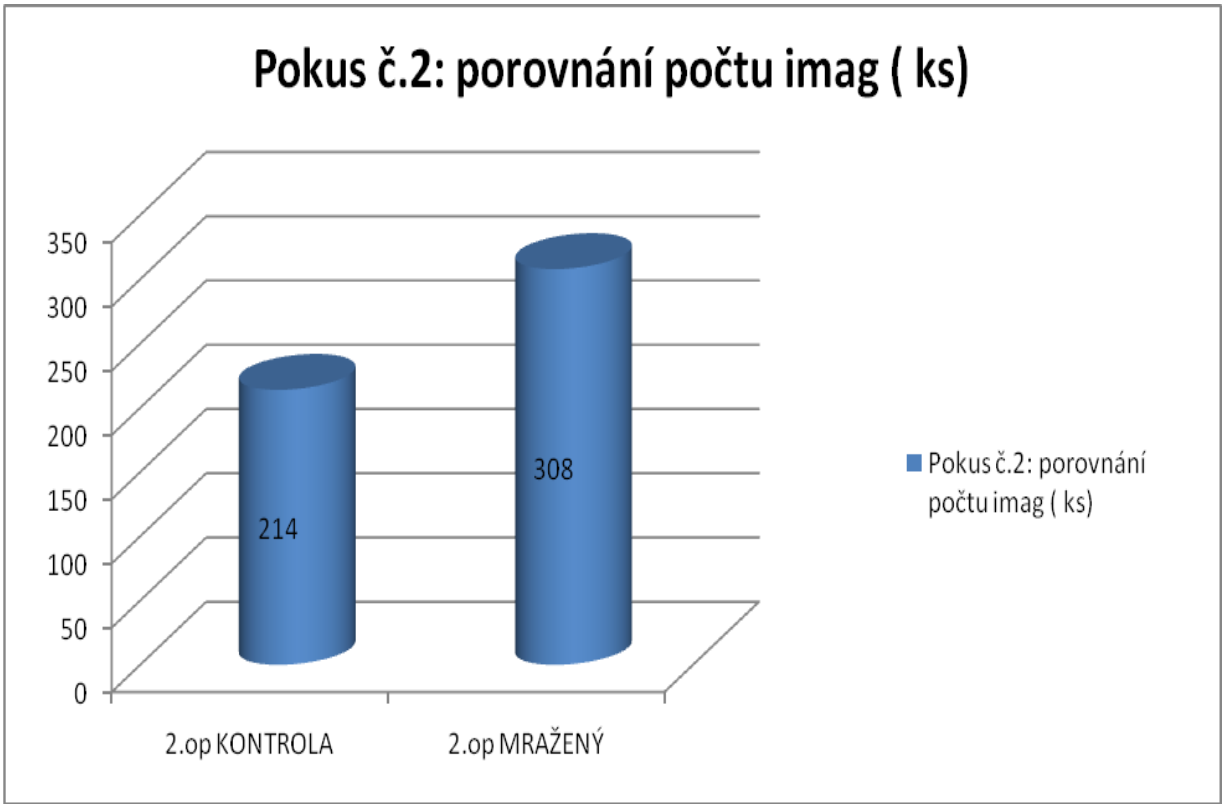
Graf č. 22 - Opakování č.6: Determinace imag podle pohlaví celkem [procento]



Graf č. 23 - Opakování č. 1: porovnání počtu všech odchovaných imag u zamraženého a čerstvého kadáveru

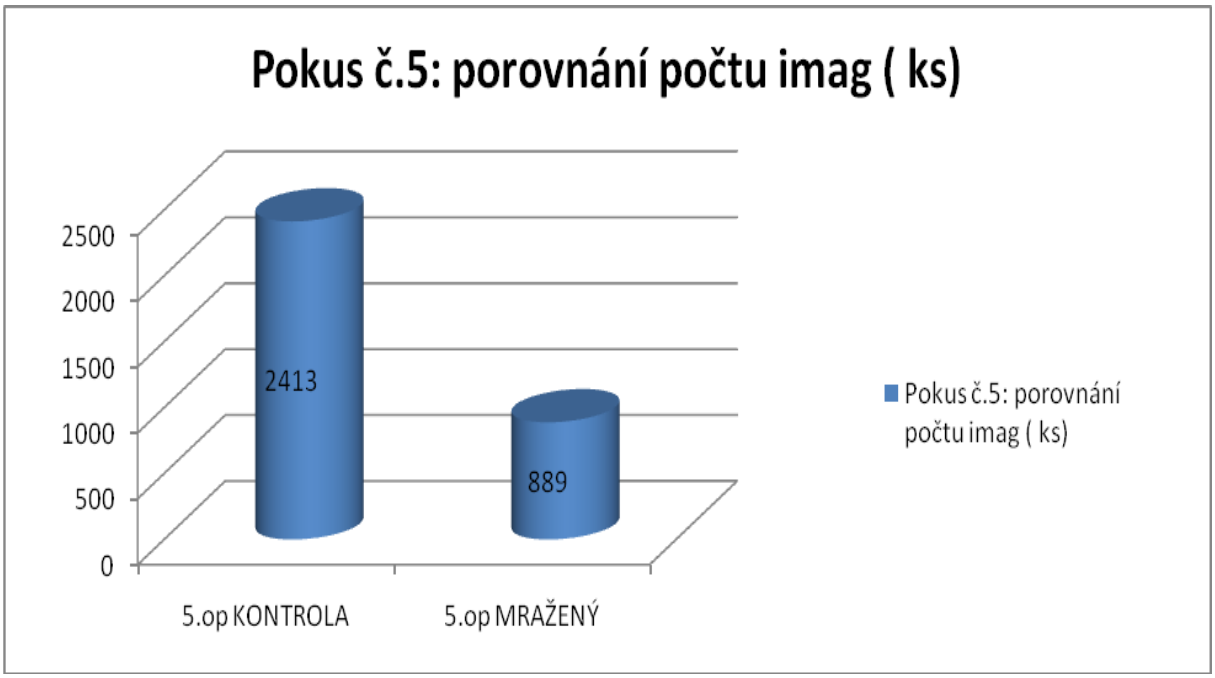
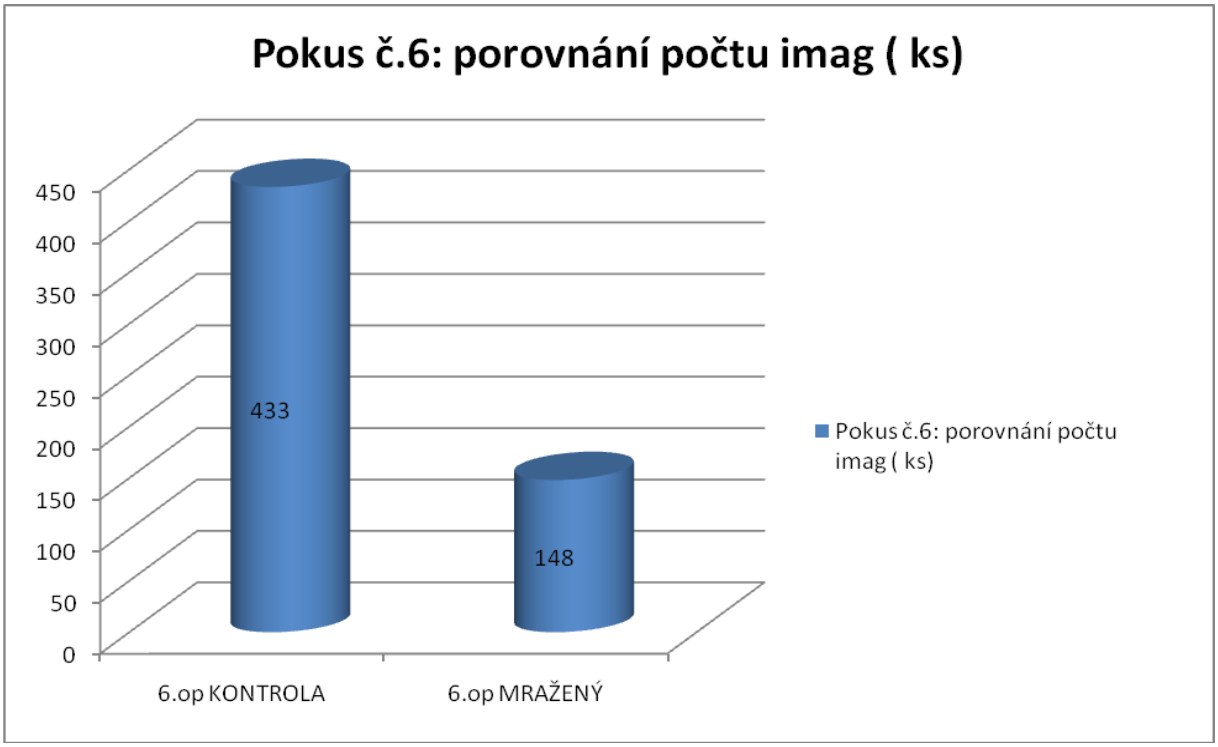


Graf č. 24 - Opakování č. 2: porovnání počtu všech odchovaných imag u zamraženého a čerstvého kadáveru



+

Graf č. 25 - Opakování č. 5: porovnání počtu všech odchovaných imag u zamraženého a čerstvého kadáveru



Graf č. 26 - Opakování č. 6: porovnání počtu všech odchovaných imag u zamraženého a čerstvého kadáveru