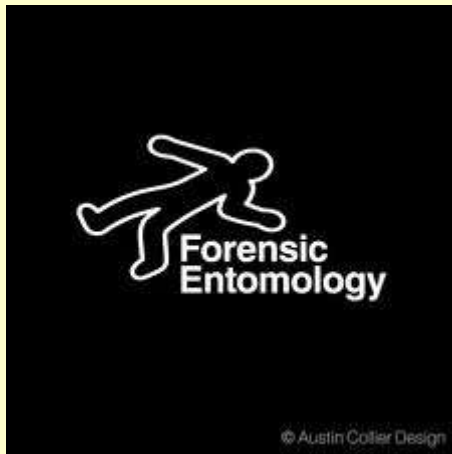


FORENZNÍ ENTOMOLOGIE

jako příklad praktického využití zoologie

9 VYUŽITÍ ŠKOLNÍHO AKVÁRIA VE VÝUCE



Prof. RNDr. Lubomír Hanel, CSc.



*Dr. Hodgins
(T.J. Thyne)*



FORENSIC ENTOMOLOGY

The Utility of Arthropods
in Legal Investigations



SECOND EDITION

Edited by
Jason H. Byrd & James L. Castner

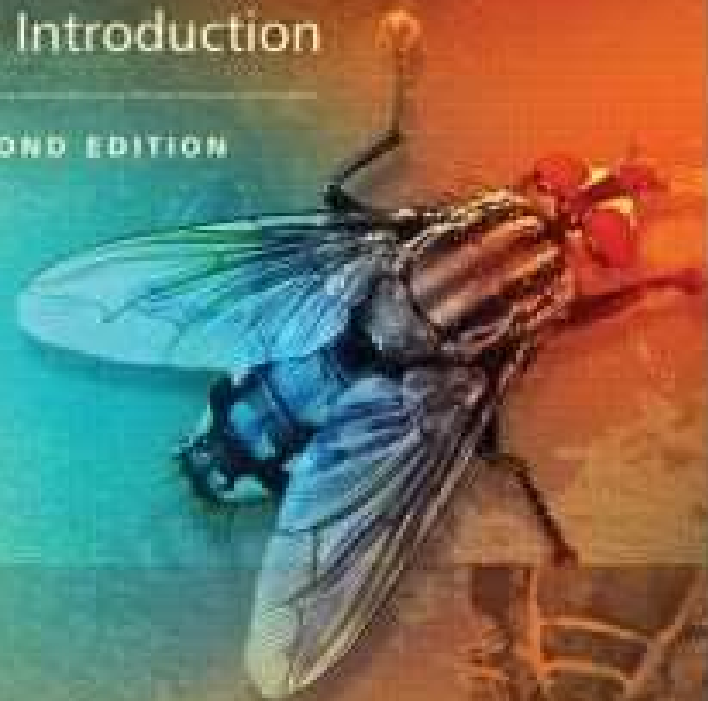
 CRC Press
Taylor & Francis Group

Dorothy Gennard

FORENSIC ENTOMOLOGY

An Introduction

SECOND EDITION



WILEY-BLACKWELL



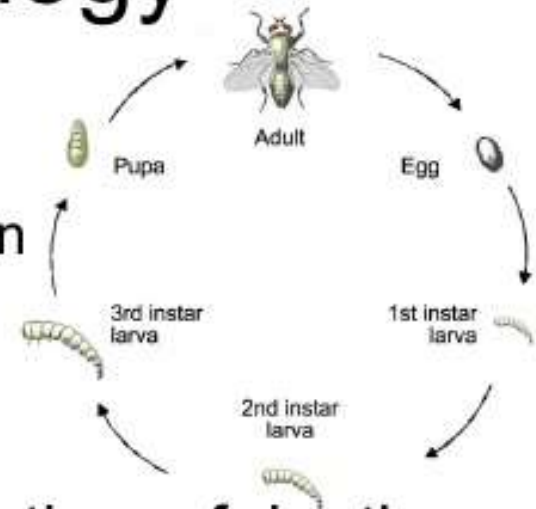
JOURNAL OF
**FORENSIC
SCIENCES**

1972
-2005 **Historical**
BACKFILE

ASTM
INTERNATIONAL
Standards Worldwide

Forensic Entomology

- Forensic Entomology
 - The study of insects and their relation to a criminal investigation
- Uses
 - Estimate time of death
- Forensic entomologists determine time of death by taking the life cycle of certain insects along with environmental characteristics into consideration
- Insects can arrive at a dead body in as little as 20 minutes from the time of death



Forenzní entomologie představuje oblast aplikované biologie, která propojuje přírodní vědy a právní systém. Tento obor lze rozdělit na tři hlavní oblasti:

- problematiku škůdců potravin a zemědělských produktů,
- oblast parazitů lidí a zvířat (zejména otázku myiáz)
- **stanovení doby smrti člověka, resp. post mortem intervalu (PMI).**

Jeho základem je *přirozený proces degradace mrtvých obratlovců* v přírodě, kdy během sukcese tělo postupně kolonizují mouchy, brouci a další bezobratlí. Znalost těchto procesů nám dává možnost určit dobu kolonizace, a tím i **PMI** s přesností na den i několik týdnů po smrti člověka.



*Mouchy způsobující myiázu často
první nalétávající na kadaver*



Význam slova **forenzní** pochází

- z latinského *forensis*, což znamená fórum. V antickém Římě byly případy obvinění z trestného činu prezentovány před skupinou lidí na veřejném fóru, ve kterém obviněný i žalobce přednesli své argumenty a na jejich základě pak bylo usneseno rozhodnutí.
- v americkém pojetí podle definice Halla Dillona slovo *forensis* znamená „vztahující se k právu“.
- v českém pojetí je pojem forenzní často nahrazován pojmem „soudní“ (např. soudní lékařství).

Forenzní entomologie je založena na

- *sledování sukcese společenstev nekrofágů na kadaverech*
- *identifikaci druhů a jejich vývojových stádií*
- *porovnání rychlosti vývinu nekrofágních druhů na kadaveru a v definovaných (laboratorních podmínkách)*

Producenti

Konsumenti

Reducenti

*Degradáční sukcese je
sukcesí společenstev na
mrtvé organické hmotě*

Formy sukcese

- **sukcese degradační** – na odumřelé organické hmotě, fekáliích, probíhá relativně krátce











Koprofágní druhy



Nekrofágní druhy

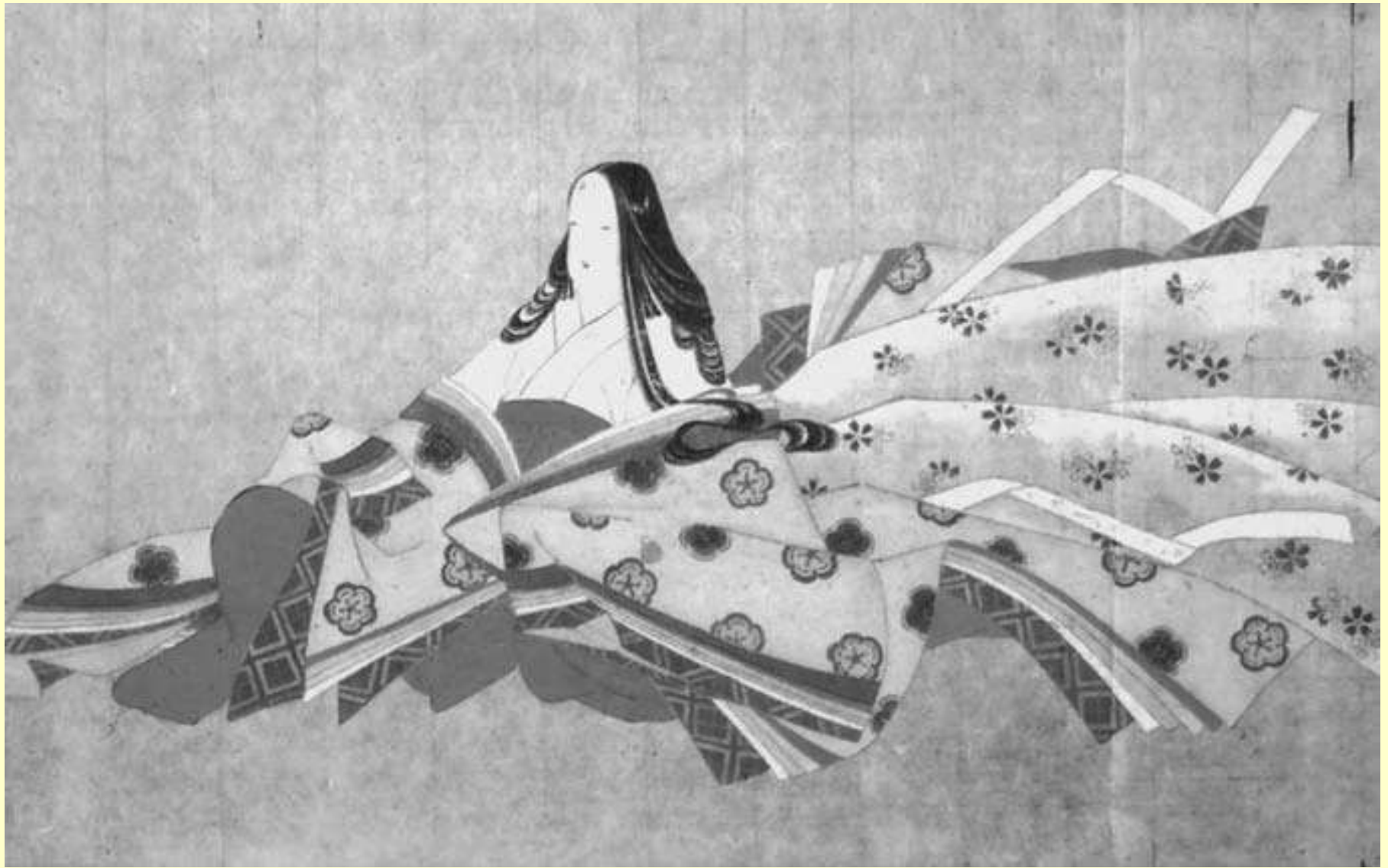


Historie

Song Tsi (Song Ci, Sung Tz'u) – 1188-1251, popis mrtvol před jejich pohřbením

Francesco Redi (1626-1697) – pokusy s líhnutím much z rozkládajícího se masa, vyvrátil naivní abiogenezi

Jako praktickou ukázkou využívání těchto postupů lze uvést případ rolníka, který byl nalezen zavražděný u cesty a na jeho těle bylo mnoho sečných ran. Místní pán nařídil všem obyvatelům, aby přinesli k prohlídce své srpy. Sung Tz' u poté píše: *„Bylo horko a kolem létaly mouchy, jež všechny sedaly na jeden srp.“* Rolníkovi, kterému srp patřil, pán řekl: *„Ostatních srpů si nevšímají. To tys jej zabil svým srpem, na který teď sedají mouchy.“* Sung Tsi dále popisuje, jak vrah sklonil svoji hlavu a přiznal se. Tento případ je tak určitým prapředkem logicko-vědeckého uvažování při vyšetřování zločinu



Morishige (1673-1670)

第一新元制

平生顏色病中來，芳幹如成對瓦礫。
思愛守朋留猶在，飛揚夕魄之何之。
觀花忽盡春三月，命葉易零秋一葉。
先少元來無定境，後亦難逃此異逢。



第二物狀

物狀新死名臣言 既經七日魚終存

紅顏暗變夫美貌 玄鬢先衰鍾子依

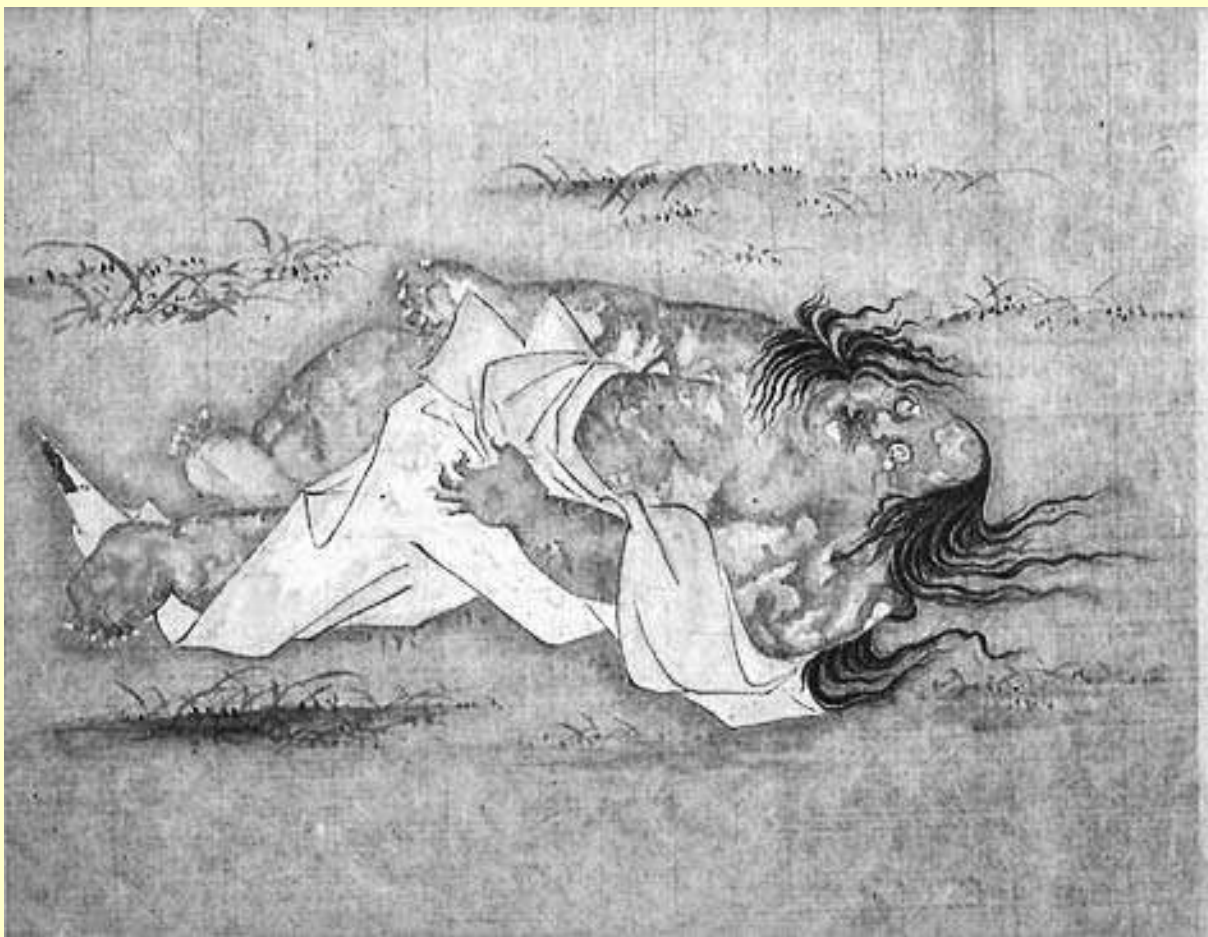
六腑爛壞餘棺槨 四肢浩直卧郊原

郊原寂寞無隨者 獨起真途中有魂



第三血塗相

骨碎筋壞在泥芒 色相變甚難思量
腐皮悉解青條血 膿血忽流爛瘡揚
世上無常追日現 身中不淨此收彰
自別親友於空台 蕭颯涼風似閉裳



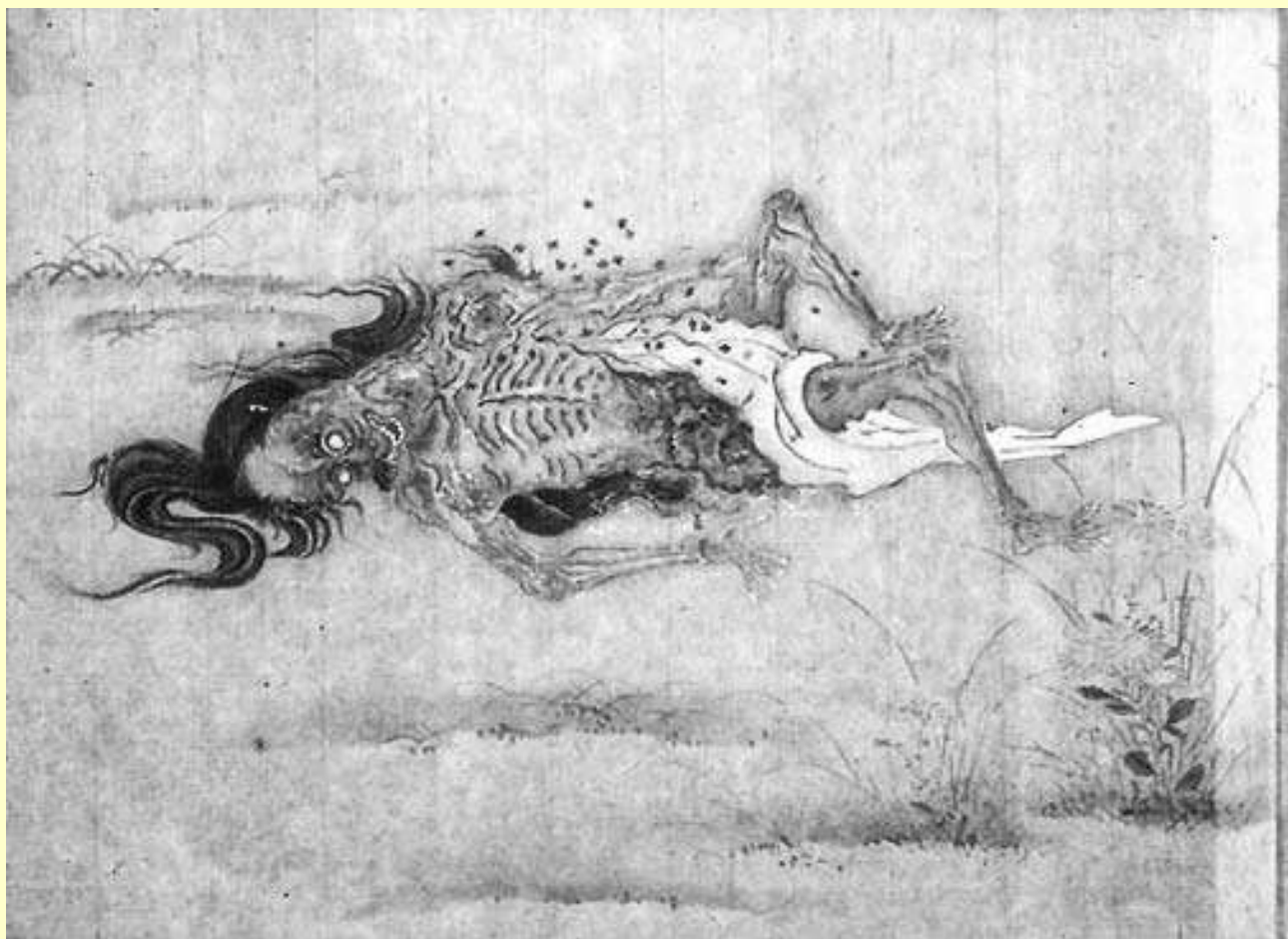
第 四 方 札 桐

縱 傾 海 水 雅 為 洗 方 札 桐 脫 空 符 清

白 蟻 身 中 青 雲 青 龍 肉 上 紫 紫

風 傳 是 氣 二 三 星 月 照 深 死 四 五 更

惡 哉 叢 蓬 新 四 骨 年 相 然 不 知 名



第五噉食相

野外人稀何物有 爭屍猛獸不能禁

朝見筋骸爛壞魚 夕聽虎狼噉食音

飢犬吠嗥喪斂地 貪鳥群集棄林林

今生忍苦望中變 對定豈無嗔愧心



第八骨散相

蕭疎蔓草連殘骨 散彼捨斯求難行
兀發分難盈野水 頭顱齧我在岩端
西凌雨夕年、朽 東望風時處、成
忍成龍門原上土 枯榮不識昔誰棺



Historie

Louis Etienne Bergeret d'Arbois (1814-1893) – stanovuje post-mortem interval pomocí hmyzu, studoval též hmyz na exhumovaných tělech

Jean Pierre Mégnin (1828-1905) – La Faune de Cadavres

Posmrtné změny na těle

Posmrtná bledost (pallor mortis)

Posmrtné vychladnutí (algor mortis), 1 °C za hodinu

Posmrtné skvrny (livores mortis), za 2-3 hodiny, plně po 6 hodinách

*Posmrtná ztuhlost (rigor mortis), vyvinuta po 6-8 hodinách,
po 2-3 dnech mizí*

Určení doby smrti lze určit nejprve podle chladnutí těla a pak posmrtné ztuhlosti, sesychání rohovky

Po 72 hodinách ale musí nastoupit forenzní entomolog (do 2 měsíců stáří mrtvoly lze určit dobu úmrtí s přesností na 1 den)

Rozklad těla (dekompozice)

Čerstvá mrtvola (fresh stage) – autolýza tkání enzymy, masařky a bzučivky kladou vajíčka do přirozených otvorů těla, či otevřených ran. Vnitřní teplota mrtvoly se snižuje



0-3 dny

Nadýmání (bloated stage) – bakteriální aktivita (anaerobní bakterie) v břišní dutině a pak i v celém těle, hnilobný zápach láká hrobaříky, sýrohločky, hrbilky. Mrtvola bledne, vnitřní teplota se zvyšuje, úbytek hmotnosti



4-10 dní

Hnití (decay stage) – tělo se přestane nadýmat, splaskne. Uvolňuje se amoniak, rozdíl mezi teplotou v těle a okolí je nejvyšší

aktivní hnití (active decay) – zřetelný hnilobný zápach, mumifikace slunečním zářením, vnitřní teplota dosahuje maxima, tělo ztrácí nejvíc hmotnosti

pokročilé hnití (advance decay) – dehydratace mrtvoly, kůže se začíná oddělovat od orgánů, pokles vnitřní teploty těla



10-50 dní

Vysychání (dry stage) – zůstávají kosti, chrupavka, kůže, kožojedovité



50-365 dní po úmrtí

$$Y = 1285 / X$$

Y – počet dní do mumifikace (skeletizace)

X – průměrná teplota místa před nalezením těla

Vass et al. 1982



1)

1) Čerstvá mrtvola, 2) nadýmání, 3) aktivní hnití, 4) pokročilé hnití, 5) vysychání

Saponifikace (zmýdelnatění) – není-li kůže poškozena a chybí-li přístup vzduchu, měkké části těla se mění v mrtvolný vosk (adipocire), nakonec zbude kostra potažená kůží

Dekompozice ve vodě – larvy pakomárů, vodní plži, plovoucí fáze – floating decay stage. Rychlost rozkladu ve vodě je (za stejné teploty) pomalejší než na souši



V našich podmínkách trvá celý proces cca 10 let (zbývají kosti a vlasy)

Počet druhů hmyzu významných ve forenzní entomologii

Celosvětově 200

V našich podmínkách 50-100





Často jako první nalétávají na mrtvolu **bzučivky** (Callifora) – během několika desítek minut

Kladou vajíčka **do očí, úst a tělních otvorů**. Přednostně také **do míst poranění** na kůži (nekladou na nepoškozenou kůži)

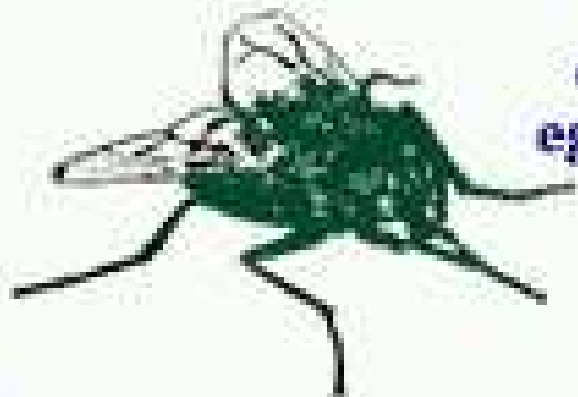
Aktivita much je největší v poledne

Z vajíček se líhnou larvy (doba líhnutí je dána teplotou), které se živí měkkými tkáněmi

Cca týden se živí, pak se **mimo mrtvolu zakuklí**.



adult fly lays
eggs on carrion



23 hours for eggs to hatch
to 1st instar maggot



27 hours from
1st to 2nd instar



22 hours from
2nd to 3rd instar



143 hours as
pupa before
emerging as fly



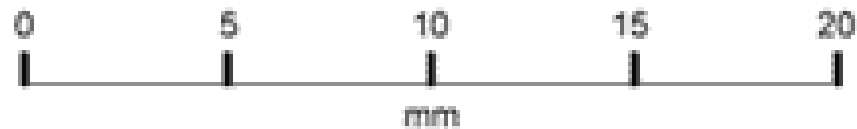
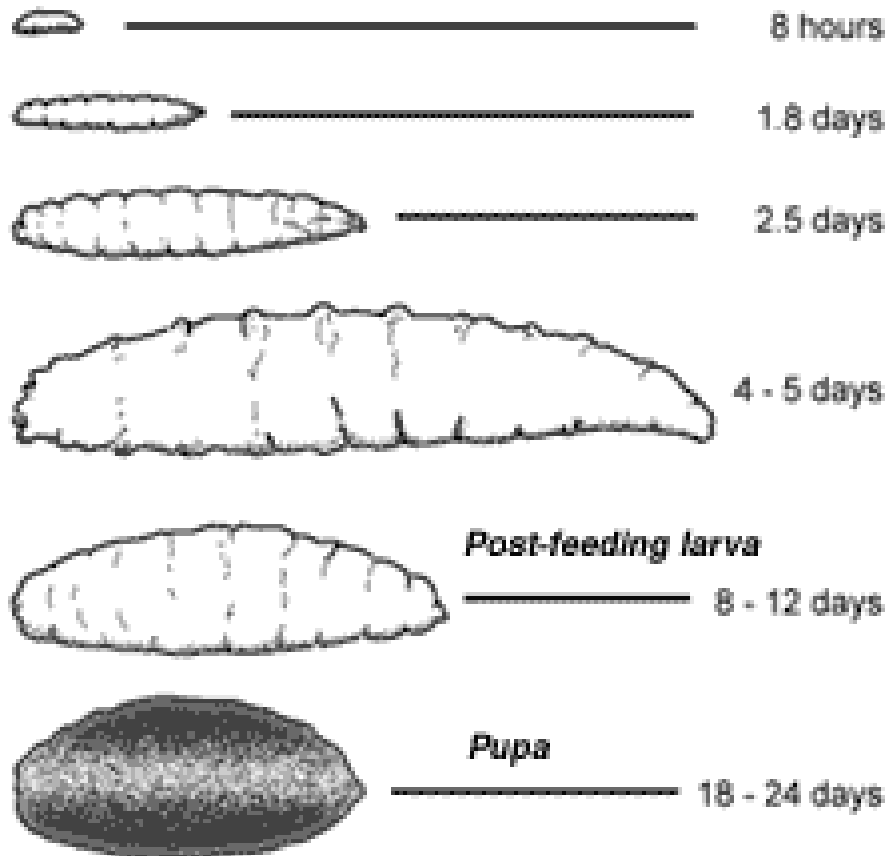
BLOWFLY LIFECYCLE

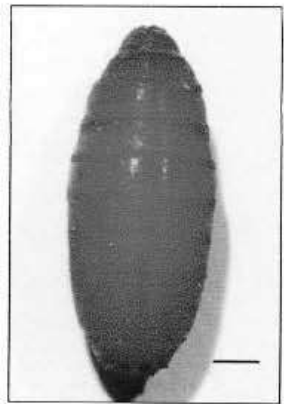
130 hours from
instar to pupa



Larval stages in blowfly life cycle

*Time after hatching
from egg*





Puparial colour changes of *Calliphora vomitoria* (L.) up to 25 hours after the onset of pupariation

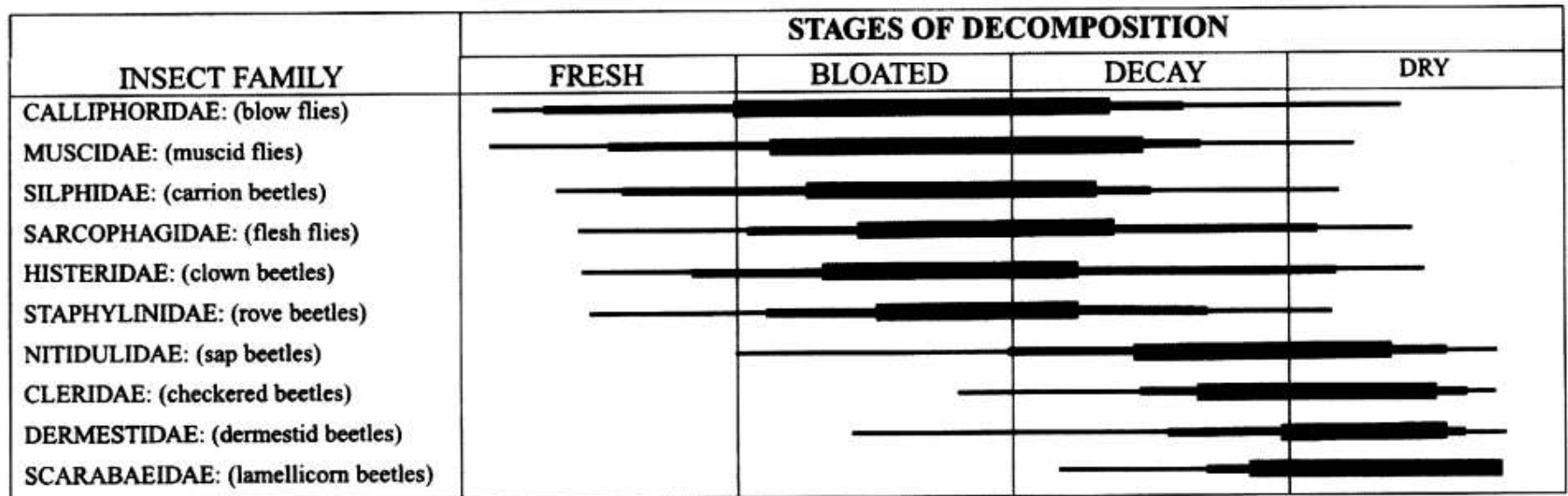
Vývin bzučivky podle různé teploty

Druh	Teplota (°C)	Vajíčka	L1	L2	L3	Kukla
<i>Calliphora vomitoria</i> (L.) Bzučivka rudohlavá	12,5	64,8	55,2	60,0	434,4	717,6
	26,7	26,0	24,0	48,2	420,0	348,0

Podle různých autorů, viz Gennard 2007

Nejnižší možná teplota vývinu

Druh	Teplota (°C)
<i>Calliphora vicina</i>	2,0
<i>Calliphora vomitoria</i>	3,0
<i>Lucilia sericata</i>	9,0
<i>Chrysomya albiceps</i>	10,2
<i>Phormia regina</i>	11,4
<i>Muscina stabulans</i>	7,2



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

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

Fig. 1 Succession of adult arthropods on human cadavers in east Tennessee (during spring and summer); adapted from Rodriguez and Bass (1983) and Hall (2001)



<https://www.youtube.com/watch?v=OQdKPeyzGkI>



Bzučivka obecná (*Calliphora vicina*)



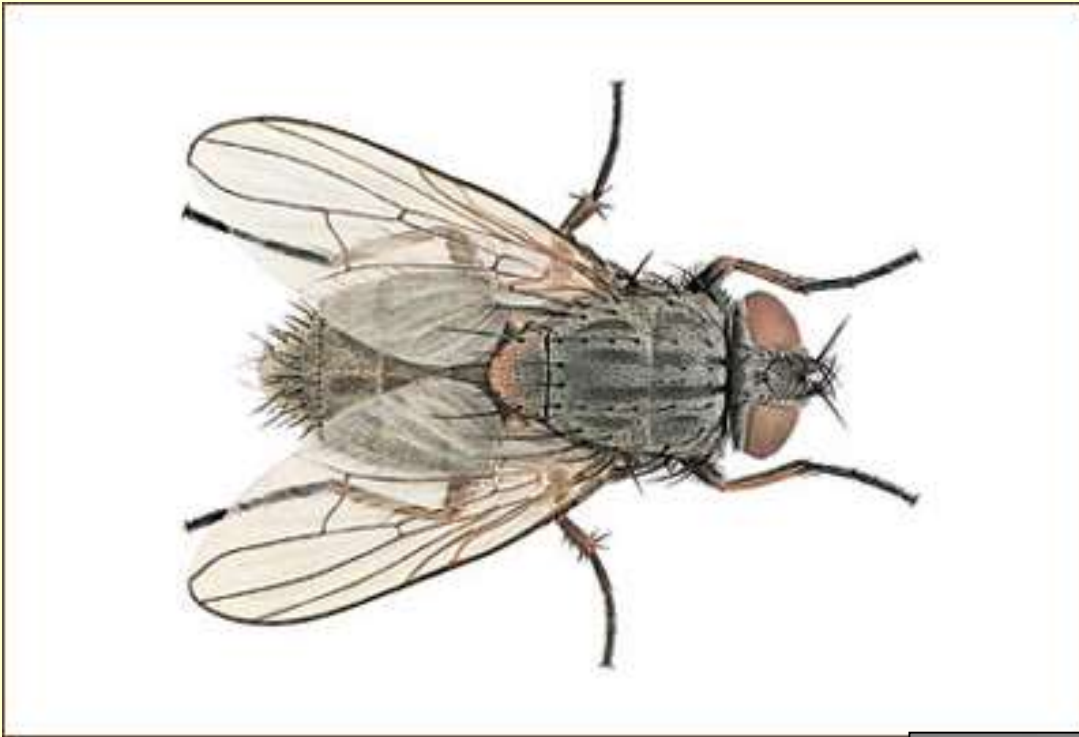
Bzučivka zelená (*Lucilia serata*)



Bzučivka *Chrysomya albiceps*



**R.A. Sherman
1995**



Moucha domovní (*Muscina stabulans*)

Významné skupiny hmyzu ve forenzní entomologii: dvoukřídlí

Bzučivkovití (Calliphoridae),

Mouchovitých (Muscidae)

Masařkovití (Sarcophagidae)

Sýrohlodkovití (Piophilidae) (až po 3-6 měsících se objevují)

Octomilkovití (Drosophilidae)

Hrbilkovití (Phoridae)

Vířilkovití (Fanniidae)

Kmitalkovití (Sepsidae)

Lanýžkovití (Heleomyzidae)

Samička klade první instar larev na zahnívající maso, zdechlin či do otevřených ran živočichů



Masařka *Sarcophaga carnaria*



Kmitalka Sepsidae



Vířilka *Fannia canicularis*



Octomilka Drosophila melanogaster



Lanýžkovití *Heleomyzidae*



Sýrohlodka drobná (*Piophila casei*)

Významné skupiny hmyzu ve forenzní entomologii: **brouci**

Hrobaříkovití (Necrophoridae) + roztoči *Poecilochirus*

Mrchožroutovití (Silphidae)

Mršníkovití (Histeridae), *Saprinus*

Kožojedovití (Dermestidae)

Staphylinidae (Creophilus)

Pestrokrovečnickovití (Cleridae)

Lesknáčkovití (Nitidulidae)

Lanýžovníkovití (Leiodidae) (v zimě)

Trogidae

Mrchožroutoví (*Necrophoridae*)

*Nejprve na čerstvou mrtvolu od začátku rozkladu nalétávají hrobařici (*Nicrophorus*)*



*Hrobařík obecný (*Nicrophorus vespilio*)
volné plochy*

*Hrobařík *Nicrophorus vespiloides* (lesy)*

visualphotos.com



115522 [RM] © www.visualphotos.com

Mrchožroutoví (*Necrophoridae*)

*Nejprve na čerstvou mrtvolu od začátku rozkladu nalétávají hrobařici (*Nicrophorus*)*



*Hrobařík velký (*Nicrophorus germanicus*)*

Mrchožroutovití (*Necrophoridae*)

*Nejprve na čerstvou mrtvolu od začátku rozkladu nalétávají hrobařici (*Nicrophorus*)*



Hrobařík černý
Nicrophorus humator



Poecilochirus necrophori



Poecilochirus

Mrchožroutoví (*Necrophoridae*)

Další druhy (Silpha, Thanatophilus, Oiceoptoma) nalétávají na podstatně starší mršiny



Mrchožrout vrásčitý (Thanatophilus rugosus)



Mrchožrout obecný (Silpha obscura)



Mrchožrout obecný *Silpha obscura*

Mršník lesklý
Saprinus semistriatus





Mršník *Hister cadaverinus*



Lanýžovník (*Leiodidae*)



© www.gardensafari.net

Mrchožrout znamenáný /rudoprsý/ (*Oiceoptoma thoracica*)





Creophilus

Nekrofilie - nekrofagie



Rušník muzejní (*Anthrenus museorum*)



Kožojed *Dermestes maculatus*



Kožojed obecný (*Dermestes lardarius*)

Necrobia (Cleridae)



Významné skupiny hmyzu ve forezní entomologii:
motýli

Molovití (Tineidae)

Zavíječovití (Pyralidae)



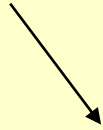
Mol šatní, housenky tráví keratin



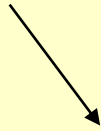
Zavíječ voskový



Čerstvá nekromasa (pach potu, krve, masa)



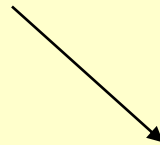
Páchnoucí plynné látky (činností bakterií), sirovodík



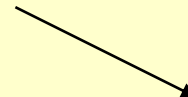
Zmýdelnění tuků (těkavé mastné kyseliny), saponifikace



Fermentace bílkovin



Čpavková fermentace



Vysušování

Rozklad mrtvoly (kadaveru) je **různě rychlý** **v závislosti na podmínkách:**

- k nejrychlejšímu rozkladu dochází přirozeně ve volné přírodě
- v případě, že se tělo nachází v hrobě (většinou mělkém) se rozklad těla výrazně zpomalí. Volně ležící mrtvola stihne na povrchu „zhubnout“ až 90 % své váhy za 1 týden, u těl pohřbených je úbytek asi 20 % za 6–8 týdnů.

Odborníci rozlišují zpravidla 6 až 7 vln kolonizace mrtvého těla.

- 1) těsně po smrti nebo ještě krátce před ní, zaútočí na tělo např. **mravenci**, **vosy** či brouci **střevlíci**, aby si z něj „uždíbli“ kousek potravy.
- 2) Pro stanovení doby úmrtí jsou však mnohem důležitější mouchy **bzučivky**, které začnou klást vajíčka do snadno přístupných míst, zejména na sliznice (oči, nos a ústa) či otevřené rány. Na tělo jsou mouchy přitahovány hlavně „vůní“ potu, krve a masa

Významné skupiny hmyzu ve forenzní entomologii:
blanokřídlí:

Vosovití (Vespidae)

Mravenci (Formicoidea)





3) Vládnou-li v okolní přírodě „příznivé“ podmínky, začnou již druhý den po úmrtí tělo jako balón nafukovat plyny, které jsou vedlejším produktem činnosti **bakterií**, které máme v trávicím traktu. „Vůni“ těchto plynů nedokáží odolat jak mouchy (zejména **bzučivky** a **masařky**), tak mrchožraví brouci **hrobařici** a **mrchožrouti**.

Čerstvá nekromasa



Páchnoucí plynné látky



Calliphora



Musca



Sarcophaga carnaria



Nicrophorus



Oiceoptoma



4) Zhruba do 5 dní po smrti však tělo splaskne a započne v něm nová vlna biochemických procesů. Tělo stává biochemicky aktivním.

4a) V první řadě dojde ke **zmýdelnatění tuků** a jako vedlejší produkt rozkladu se začnou uvolňovat další atraktanty pro čichové orgány hmyzu, těkavé mastné kyseliny (např. **kyselina máselná**).

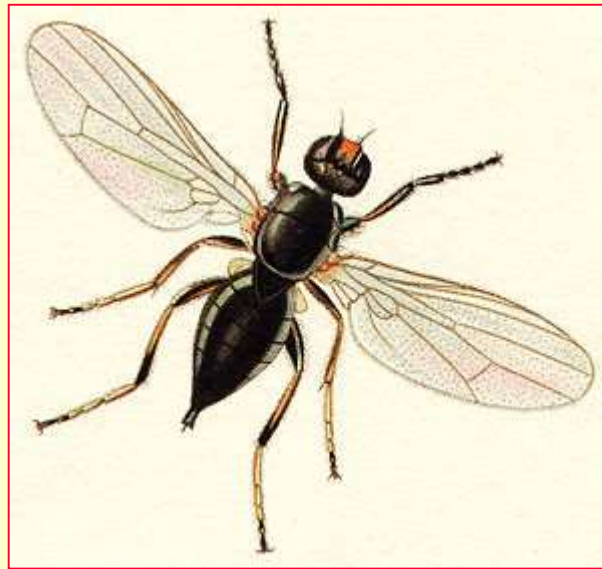
4b) K tomu se nakonec přidává i **fermentace proteinů** (bílkovin) svalové hmoty, která způsobuje charakteristický zápach, připomínající zrající sýr. Ten láká mouchy s přílehlavým názvem **sýrohlodky**, dále pak **octomilky** a zástupce čeledi **mouchovitých**, brouky **kožojedy** či krásné paličníky z čeledi **pestrokrovečnickovitých**.



Sýrohlodka



Paličník pestrý (*Necrobia ruficollis*)



Sýrohlodka *Piophilidae casei*



Kmitalka *Sepsis fulgens*

Fermentace proteinů



Drosophila funebris



Pecorino sardo – larvy sýrohlodek – *Casu marzu*



Dermestes



Pestokrovečník *Necrobia*

Zmýdelnění tuků,
těkavé mastné kyseliny



Omalium rivulare



Aleochara

5) Po asi 20–45 dnech, kdy tělo leží volně v přírodě, je tělo jednak z velké části rozloženo a zkonsumováno, jednak je díky slunečnímu záření částečně **mumifikováno**. V pokročilém stadiu rozkladu se z těla uvolňuje další látka nevábivé vůně, **čpavek** (amoniak). Na tělo se začínají slétat spíše mouchy z čeledi **hrbilkovitých** či „pravé“ mouchy rodu *Hydrotaea*.

Hydrotaea ignava



Čpavková fermentace



Hydrotaea (mouchoviti, Muscidae)



Hrbilka (*Phoridae*)

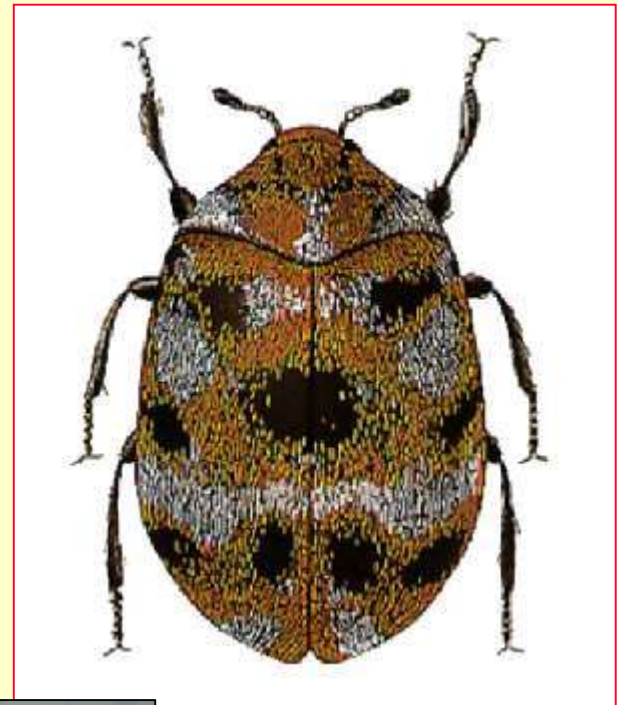
6) Po více než jednom roce zbudou z těla jen části velmi odolné tkáně, jako jsou kosti, vlasy, chrupavky či zaschlé (mumifikované) zbytky kůže. Na tyto zbytky se specializuje řada druhů hmyzu, zejména larvy nejrůznějších brouků (**kožojedi, rušníci** a další). Z takto zkonzumovaného těla však již nelze zjistit o mnoho více, než že ke smrti došlo již před relativně dlouhou dobou (tj. více než 1 rokem).

Vysušování



Trox
Scarabeidae

Rušník *Anthrenus museorum*



Vysušený kadaver



Mol *Tineola biselliella*



© Joyce Gross

Roztoči



**3 roky vysušený
kadaver**



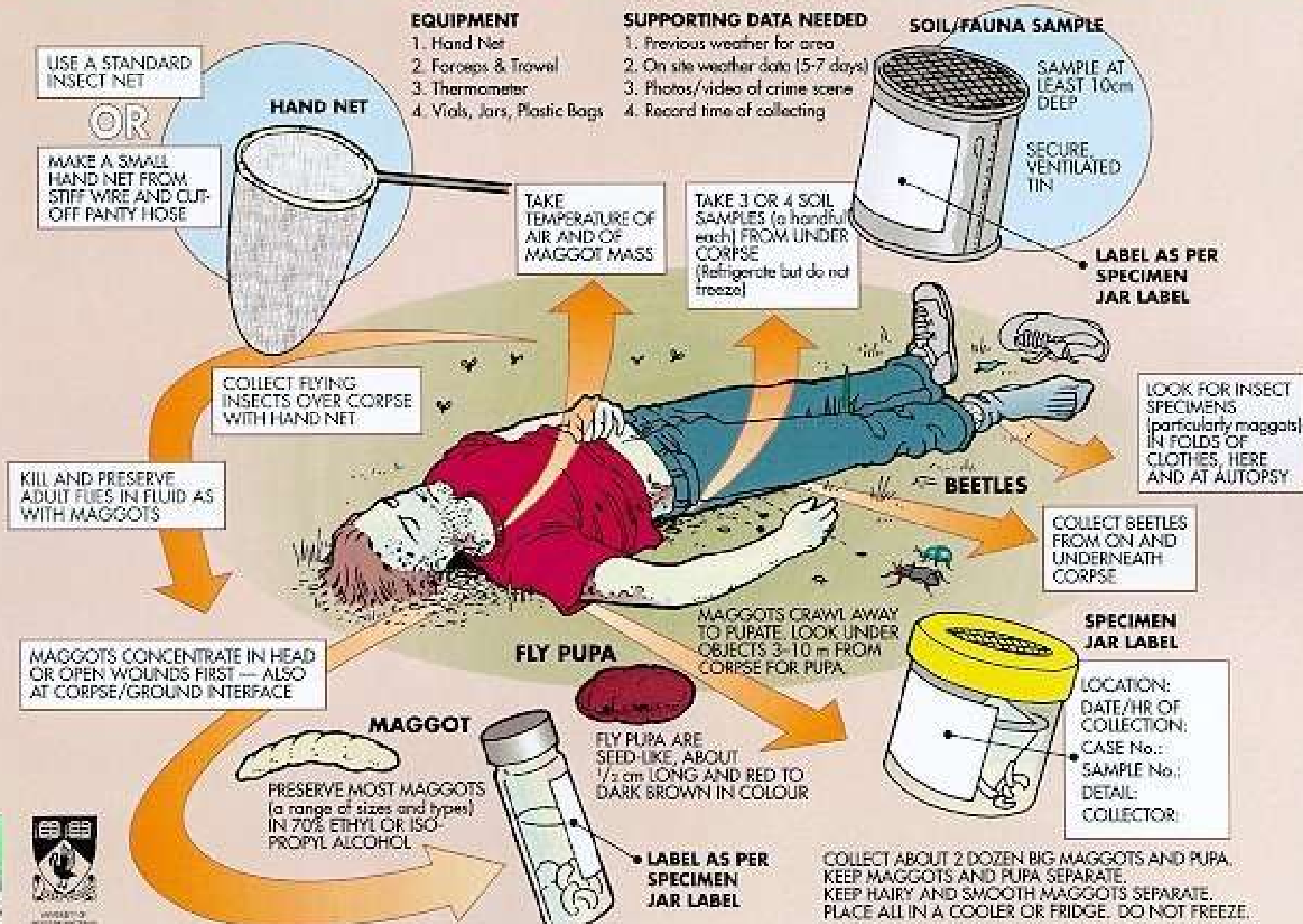
Vrtavec *Ptinus clavipes*

Lesknáči rodu *Rhizophagus* (Nitidulidae) jsou signifikantní na dlouhodobě pohřbených mrtvolách (minimálně 1 rok)





COLLECTING INSECTS FOR FORENSIC INVESTIGATIONS





Entomolog na místě činu

1) **ohledání těla či jeho zbytků** (přítomnost hmyzu)

2) **prohledání okolí nálezu.**

- tzv. lože mrtvoly, tedy bezprostřední okolí mrtvého těla včetně jeho podloží.

- širší okolí (larvy řady much se nekuklí na těle, ale ve vzdálenosti několika metrů), přítomnost kukel je důležitá k rekonstrukci časového průběhu. U těl v místnostech dochází ke kuklení třeba u prahů či u okenních tabulí.

- pitva.

S larvami je však přeci jen spojen důležitý problém. Pro správné stanovení jejich stáří **je třeba co nejpřesněji znát konkrétní druh mouchy**. Ty jsou si v larválním stadiu (zejména v 1. a 2. instaru) tak neuvěřitelně podobné, že si je od sebe netroufne odlišovat ani ten největší odborník. Řešení:

- a) část nalezeného materiálu larev se usmrtí
- b) část se ponechá živá a odveze se do laboratoře.

Entomologické hodnocení

- 1/ **kombinace zajištěných stop a poznatků** o bionomii nalezeného hmyzu
- 2/ **data o počasí** v průběhu poslední doby, získaná z Českého hydrometeorologického ústavu. Z něj se získají nejen údaje o srážkách, ale především velmi důležitý údaj o **průměrné teplotě**.

Entomologické hodnocení

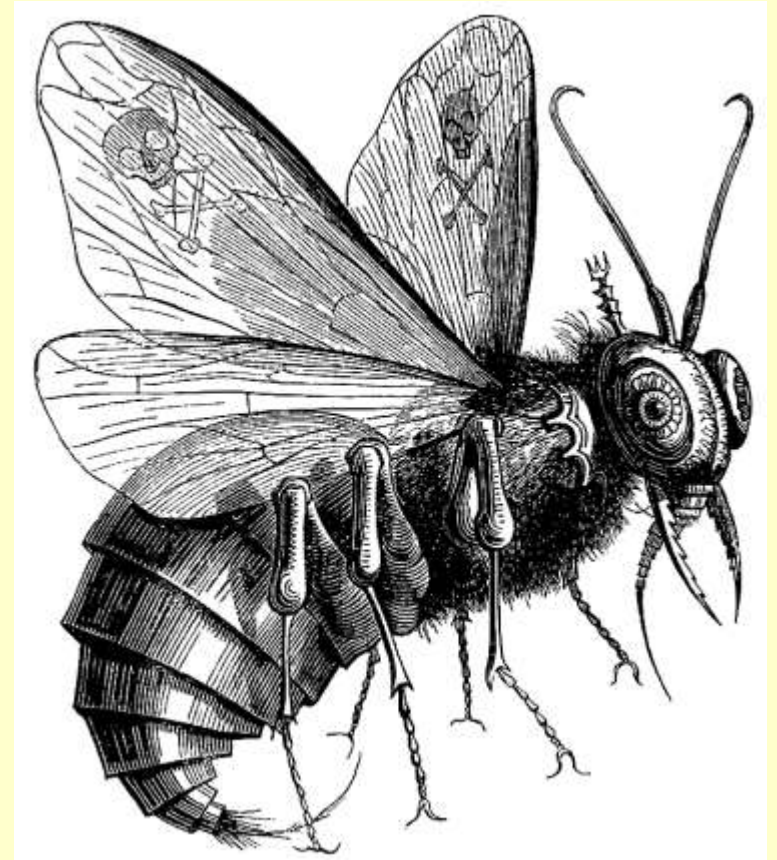
3/ U krátkého „post mortem intervalu“ se určuje doba smrti prakticky výhradně ze zastoupení různých instarů muších larev. Rychlost vývoje larev totiž poměrně přesně souvisí s množstvím tepla, tedy s **průměrnou teplotou**. Pracuje se s přesností $\pm 1-2$ dny.

Vysvětlení masového výskytu much. Popis čtvrté egyptské rány, kterou zasadil Hospodin Egypt'anům, když nechtěli propustit Židy z otroctví. Domy Egypt'anů i zem pod jejich nohama zaplnily mouchy. Důležitá byla pro Židy i negativní role filištínského božstva **Beel-zebuba.**



J.J.J. Tissot
(1896-1902)

Tento bůh, jehož jméno doslova znamená „**pán much**“ mělo původně zdůrazňovat jeho ochrannou roli: měl moc nálety much zastavit, nebo je naopak poslat na nepřátele. Jako „kníže démonů“ se postava Beelzebuba objevuje v Novém zákoně (v evangeliu podle Marka, Matouše i Lukáše), kde je zároveň nazýván i Satanem či Luciferem. Je považován také za démona obžerství.



Jacques Collin de Plancy (1793-1881)
Dictionnaire Infernal (1863)

Vědci zjistili, že do oblastí, kde se jedy ukládají, se hmyzu příliš nechce. Například v tělech zasažených **nikotinem** hmyz nesnáší vajíčka po skupinách, ale raději jednotlivě a v nezasažených oblastech. Pokud se první zjištění patologů a forenzních entomologů potvrdí, mohlo by to změnit dosavadní praxi. Už jen to, že tělo obsahuje zvýšené množství **alkoholu, nikotinu** nebo jiného slabého **jedu**, dává odborníkům a samozřejmě i policistům vodítka: Pila například oběť s přáteli nebo v baru? Kouřila kvůli stresu nebo hádce? Nebo došlo ke kombinaci obojího například na velké oslavě? Někdy se tělo téměř vůbec nerozpadne (**např.otrava arzenem**).

Faktory ovlivňující sukcese na kadaveru

Počasí (vlhkost, déšť, teplota)

Tělo ve vodě

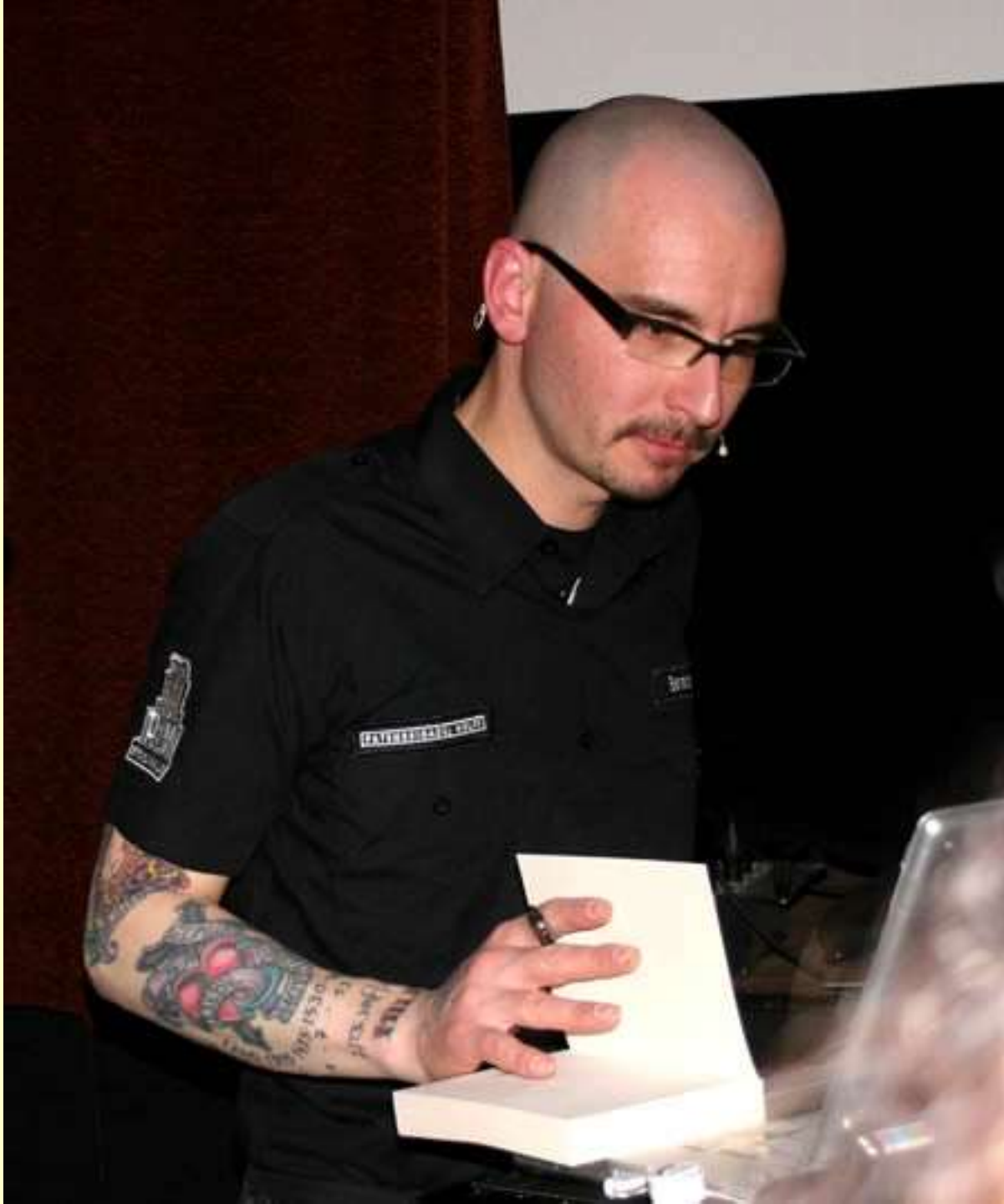
Vystavení slunci

Vzduch (jiná fauna u oběšenců a na zemi ležících mrtvol)

Lokalizace (geografický faktor, konkrétní místo nálezu)


Roční doba

Mark Benecke





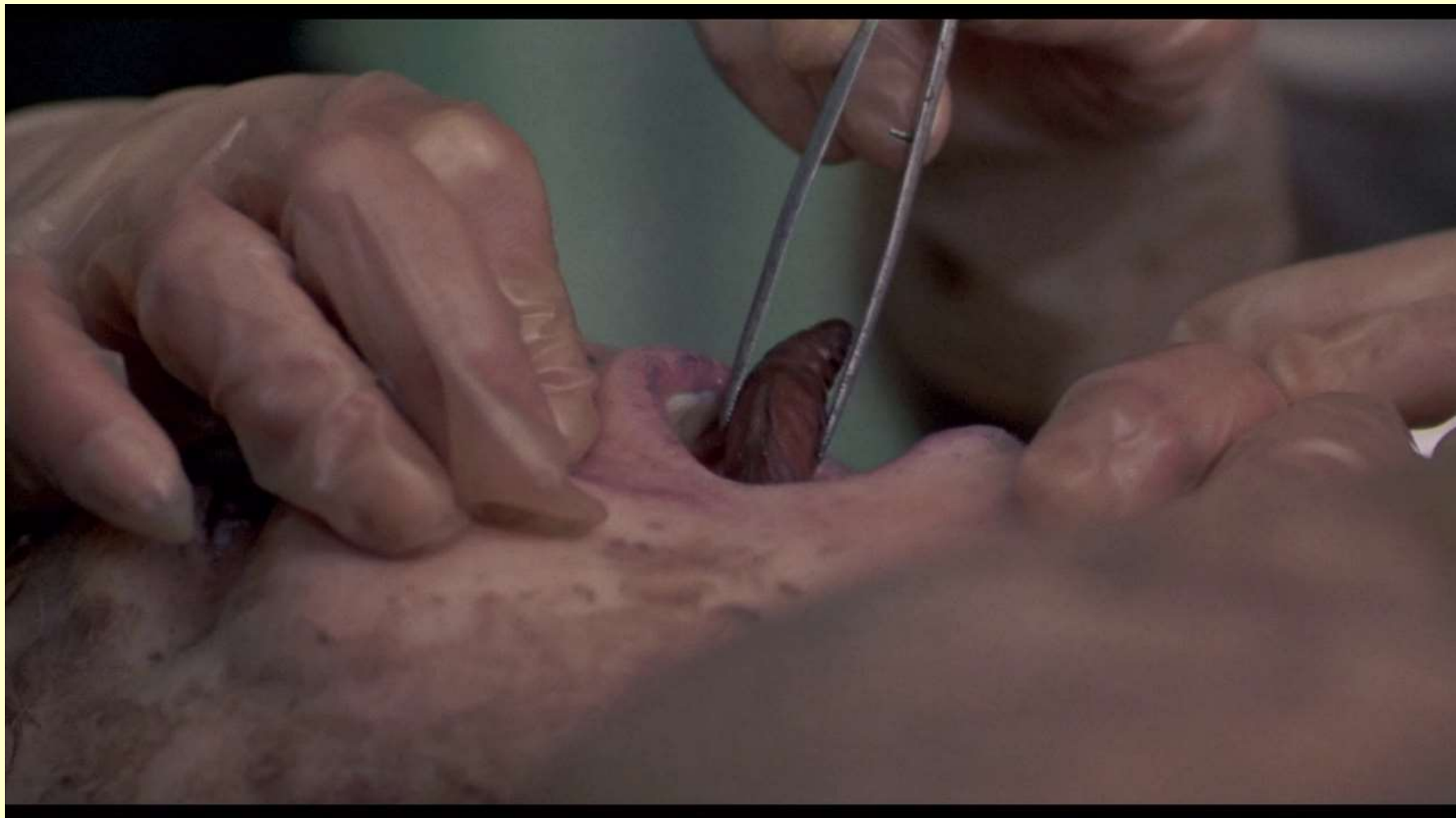
Indie (forezní entomologie na zvířatech)



**ANTHROPOLOGY
RESEARCH FACILITY
STATE FORENSIC
ANTHROPOLOGIST**
For INFORMATION CALL
DR. WILLIAM BASS
OFFICE 974-4408
HOME 693-2730



Mlčení jehňátek, podle identifikace hmyzu byl zjištěn geografický původ oběti









Význam forenzní entomologie

- upřesnění post mortem intervalu
- upřesnění místa úmrtí
- pomoc při vyloučení či potvrzení pachatele
- pomoc při identifikaci poranění oběti
- pomoc při identifikaci úmrtí otravou
- identifikace DNA v místě, kde se dříve nacházela mrtvola

<http://www.youtube.com/watch?v=05aQnkCQLvw>

<http://www.youtube.com/watch?v=7e6jxW07RdU>



Nº 22

F o r e n s i c
Insect Fear Film Festival
Foellinger Auditorium - February 19, 2005

Využití tématu

- **Ekologie (potravní řetězce)**
- **Zoologie**
- **Entomologie**
- **Domácí škůdci**
- **Gastronomie**