

ZDRAVSTVENA I VETERINARSKA ENTOMOLOGIJA

FORENZIČKA ENTOMOLOGIJA

Doc. dr. sc. Marija Ivković

marija.ivkovic@biol.pmf.hr

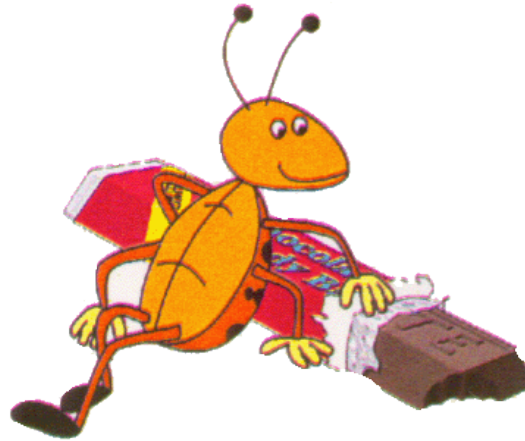
Medicinski značajni Arthropoda

- Primjena nauke o kucima i ostalim skupinama Arthropoda u pravnim istraživanjima



Medicinski značajni Arthropoda

- 3 glavna područja:
 - Entomologija hrane koja se skladišti

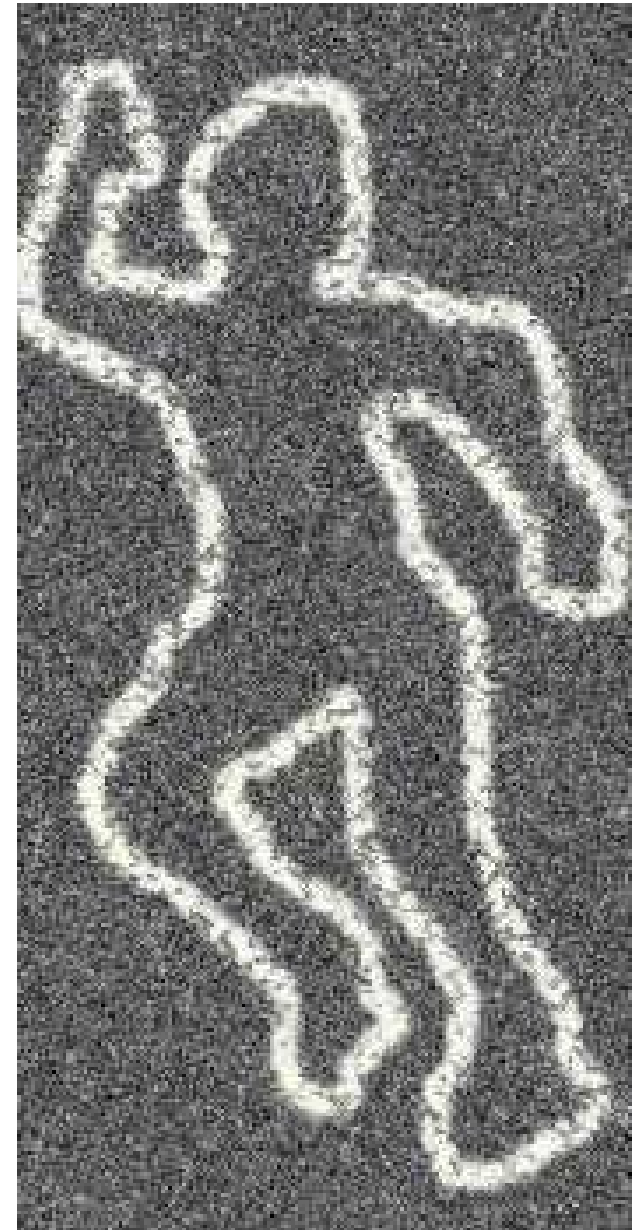


- Urbana entomologija



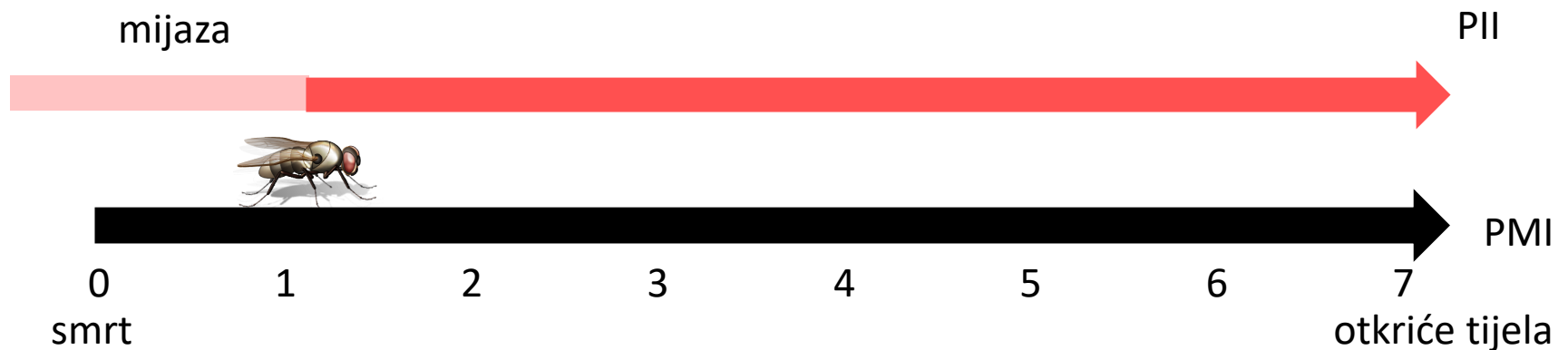
Medicinski značajni Arthropoda

- 3 glavna područja:
 - Entomologija hrane koja se skladišti
 - Urbana entomologija
 - **Medicinsko-pravna entomologija**
- Kukci i ostali člankonošci koji su uključeni u ubojstva, silovanja, samoubojstva, fizičko zlostavljanje, zanemarivanje, sumnjiva smrt, itd...
- **KAKO?**
 - Određivanje post-mortem intervala (PMI)
 - Dokazi da je tijelo bilo micano, transportirano ili sakriveno
 - Dokazi o zanemarivanju
 - Dokazi o korištenju droga
 - Dokazi o silovanju



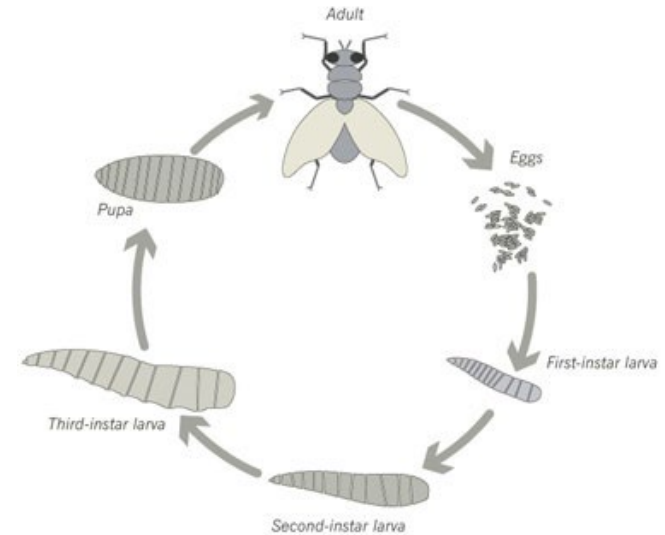
Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- Vrijeme koje je prošlo od trenutka smrti
 - Ako znate koliko dugo treba nekrofagnim kukcima koji su nađeni na tijelu da se razviju do određenog životnog stadija pod određenim uvjetima (temperatura, vlažnost, prisutnost svjetla, itd.), tada možete dati procjenu **minimalnog** vremena koje je prošlo od trenutka smrti
- Općenito se smatra da je to vrijeme od trenutka nastupanja smrti jednako ili duže od post-infestacijskog intervala (PII) osim... ako nema dokaza o **mijazi**



Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- Da bi točno odredili post-mortem interval treba:
 - Treba točno determinirati sakupljeni materijal
 - Treba znati sukcesijsku poziciju sakupljene vrste
 - Znati vrijeme razvijanja svake faze u životnom ciklusu sakupljene vrste (koliko dana pod određenim uvjetima)
 - Biti svjestan faktora (fizikalno-kemijskih) koji utječu na rast i razlaganje
- Muhe (osobito ličinački stadiji) su najvažniji organizmi uključeni u određivanje post-mortem intervala



Zašto je točna determinacija važna?

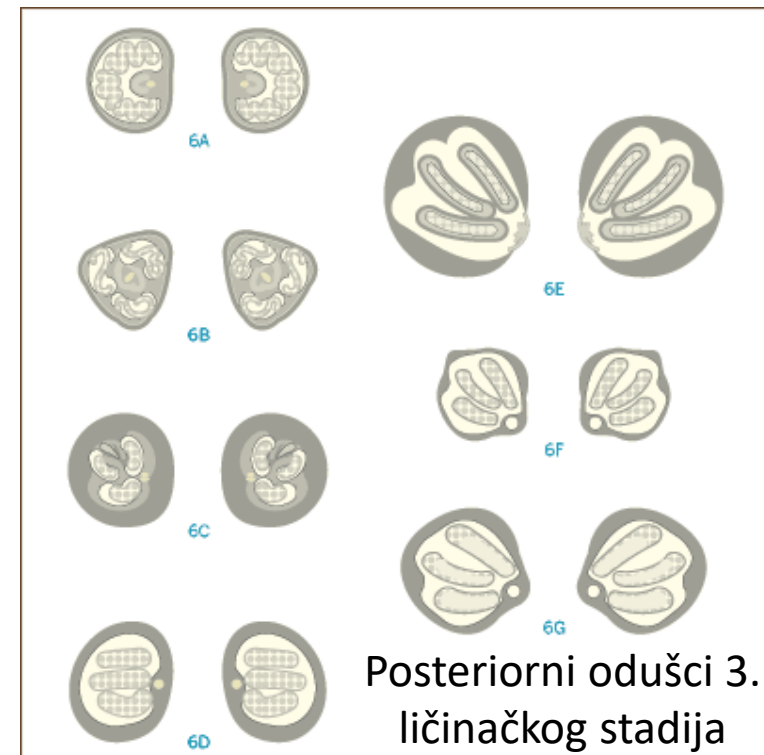
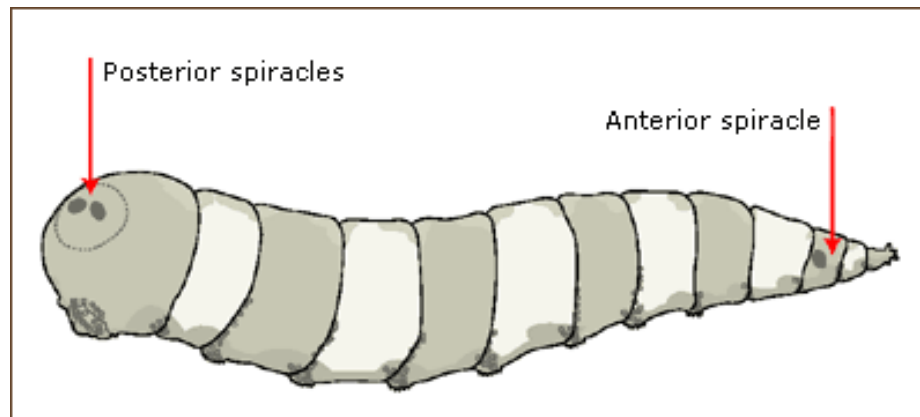
Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- Različite vrste kukaca:
 - Žive u različitim dijelovima svijeta
 - Razvitak pojedinih životnih faza je različit
 - Posjećuju trupla u različito vrijeme dekompozicije
- **Treba točno determinirati skupljeni materijal**
- Treba znati sukcesijsku poziciju sakupljene vrste
- Znati vrijeme razvijanja svake faze u životnom ciklusu sakupljene vrste (koliko dana pod određenim uvjetima)
- Biti svjestan faktora (fizikalno-kemijskih) koji utječu na rast i razlaganje



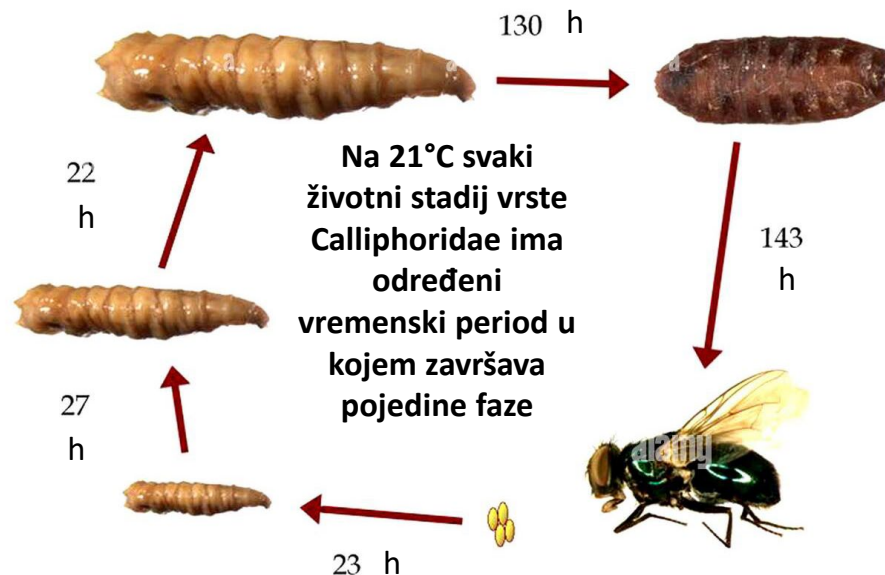
Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Treba točno determinirati skupljeni materijal**
 - **Morfološke značajke**
 - **1. ličinački stadij – prednji odušci odsutni, stražnji odušci s 2 proreza**
 - **2. ličinački stadij – prednji odušci prisutni, stražnji odušci s 2 proreza**
 - **3. ličinački stadij – prednji odušci prisutni, stražnji odušci s 3 proreza**



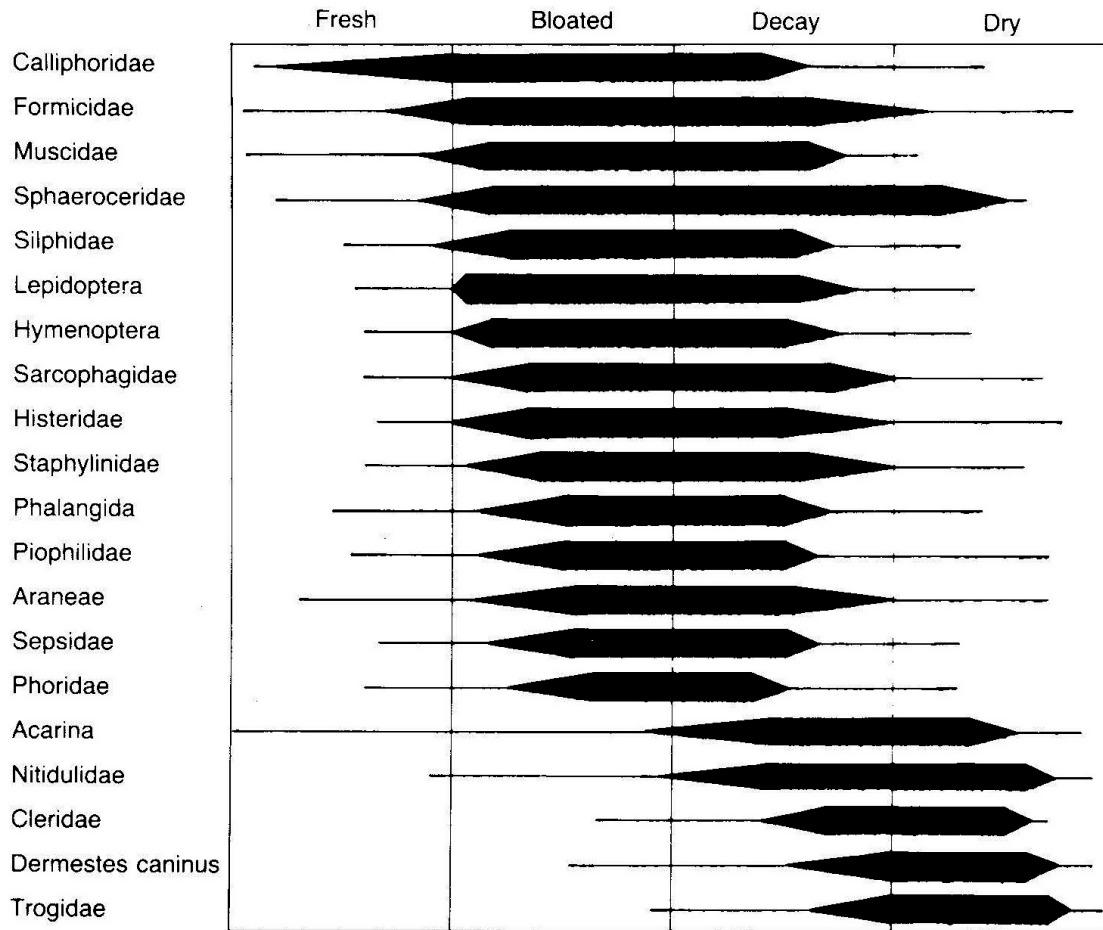
Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Treba točno determinirati skupljeni materijal**
- **Ličinke vrlo srodnih vrsta jako teško identificirati do vrste – što možemo učiniti?**
 - **Uzgajati do odraslih – jer su jednostavniji odrasli za određivanje**
 - **DNA tipiziranje – Ako je dostupna oprema, DNA uzorka se može usporediti sa znanim vrstama potvrđenih identifikacija (baza podataka)**



Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Treba znati sukcesijsku poziciju sakupljene vrste**



Nitidulidae



Dermestes caninus

Fig. 4 Arthropod succession on dog carcasses in the USA (Tennessee). After Kauppala (*in* Nuorteva, 1977) from data presented by Reed (1958).

Medicinski značajni Arthropoda

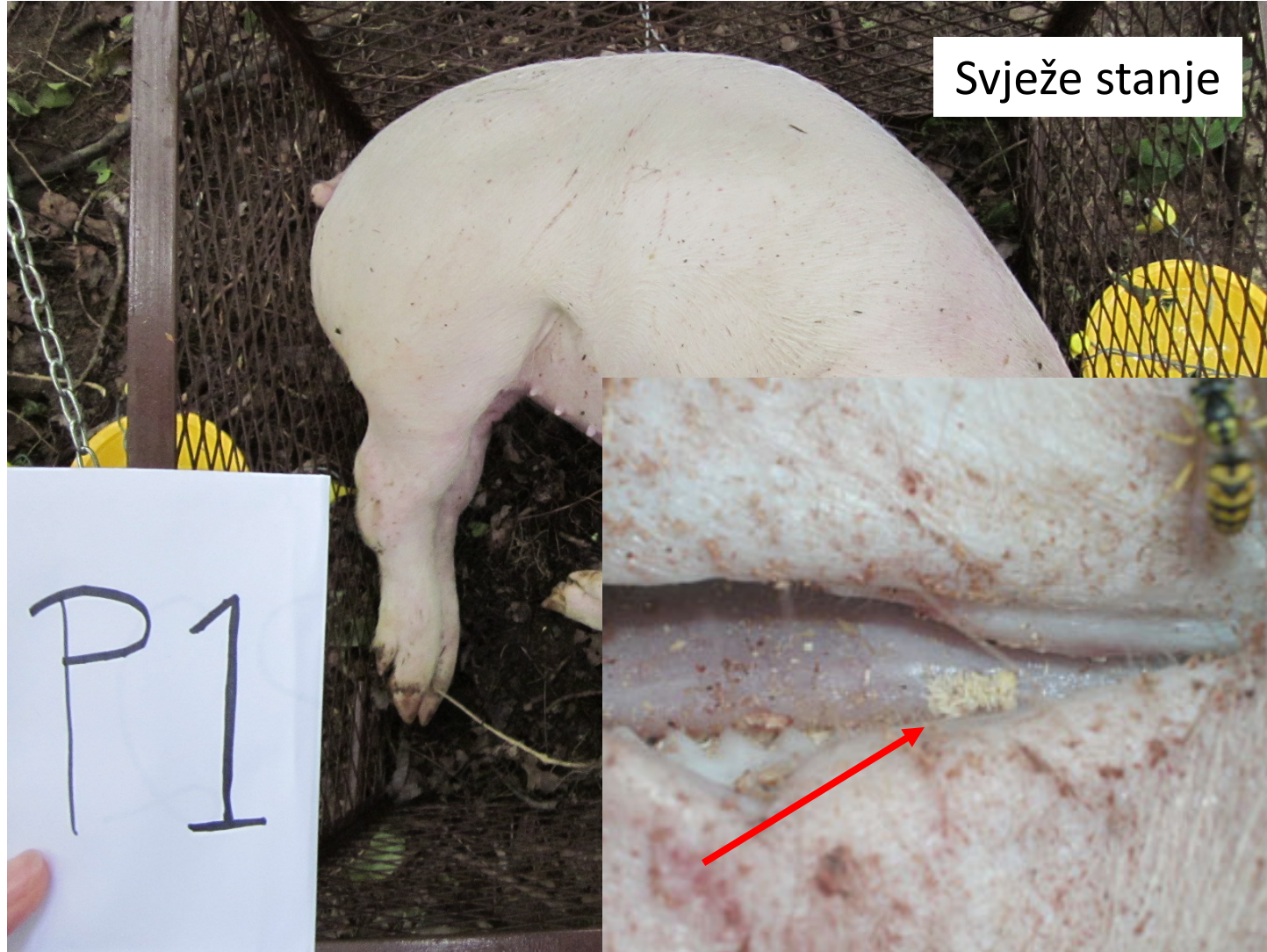
- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Dan 1

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Dan 1

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Dan 2

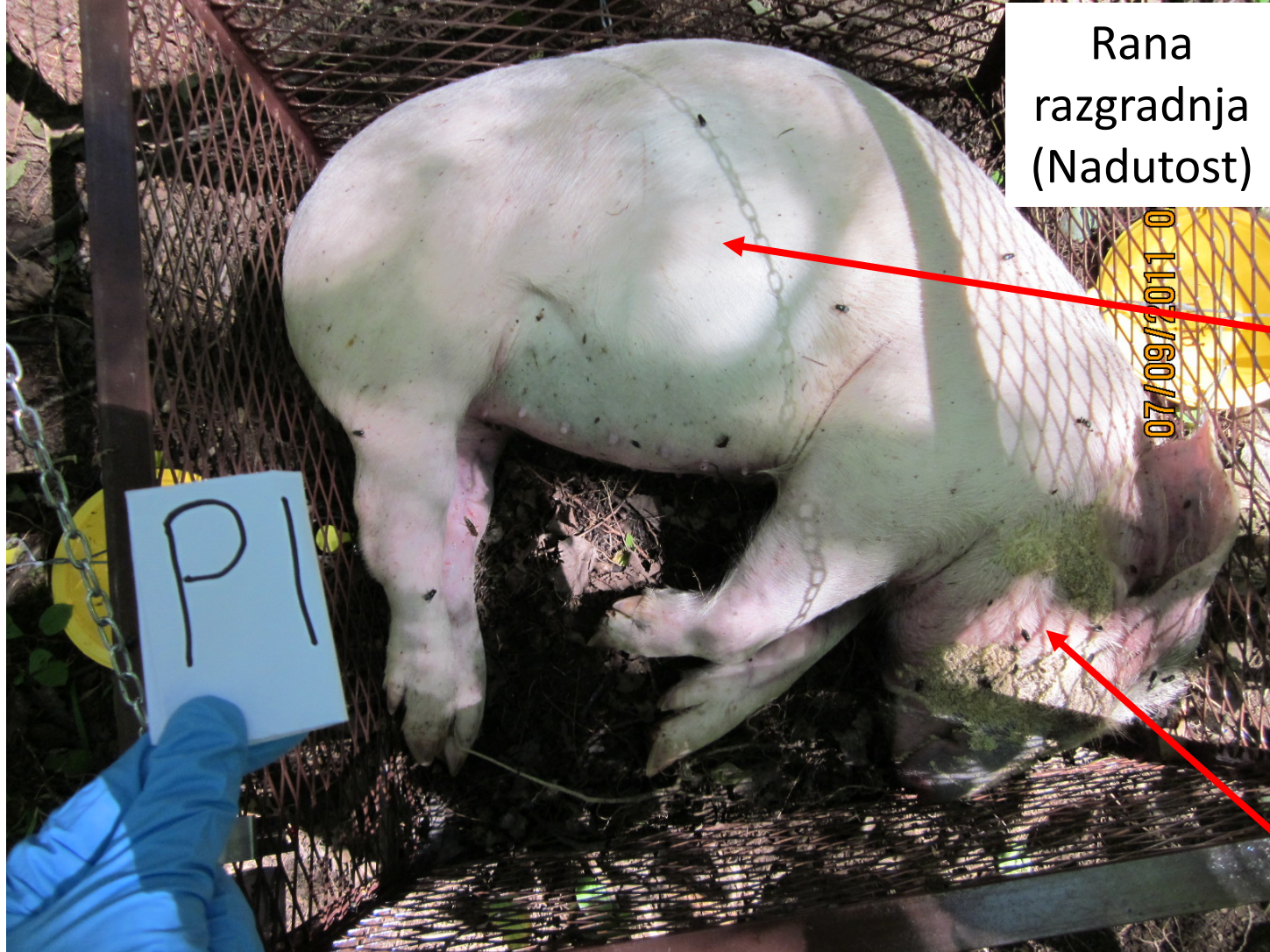
Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Dan 4

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Rana
razgradnja
(Nadutost)

Dan 5

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Rana
razgradnja

Dan 6

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca

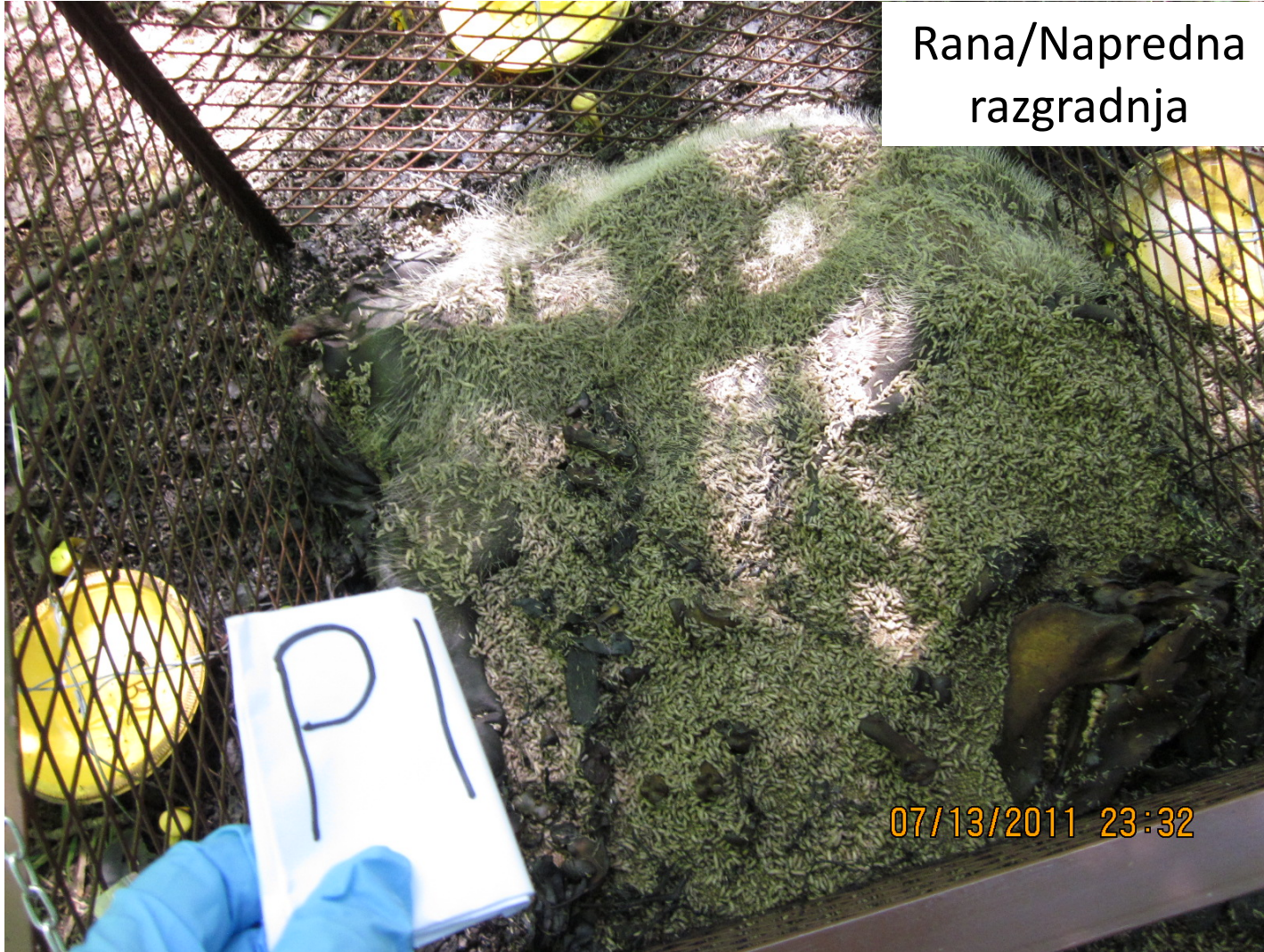


Rana/Napredna
razgradnja

Dan 7

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Rana/Napredna
razgradnja

Dan 8

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Napredna
razgradnja

Dan 9

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Napredna
razgradnja

Dan 12

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Napredna
razgradnja

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Napredna
razgradnja

Dan 18

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Napredna
razgradnja

Dan 20

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Napredna
razgradnja

Dan 22

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Napredna
razgradnja

Dan 26

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca



Dan 52

Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Sukcesija kukaca

Vrijeme

Calliphoridae (Zujare)

Muscidae (Muhe)

Sarcophagidae (Mesaruše)

Različite porodice skupine Acalyptratae

Piophilidae (Skočne muhe)

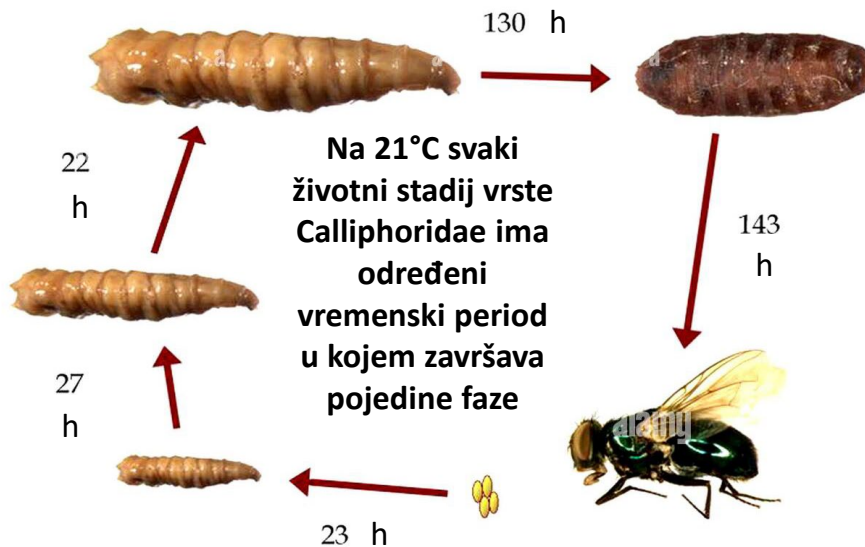
Staphylinidae (Kusokrilci)

Silphidae (Strvinari)

Dermestidae (Kožojedi)

Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Sukcesija kukaca – Nekrofagni Diptera**
 - **Calliphoridae (Zujare) – među prvim posjetiteljima lešine**



Phormia regina

Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Sukcesija kukaca – Nekrofagni Diptera**
 - **Calliphoridae (Zujare) – među prvim posjetiteljima trupla/lešina**



Phormia regina



Calliphora vicina



Lucilia sericata

Medicinski značajni Arthropoda

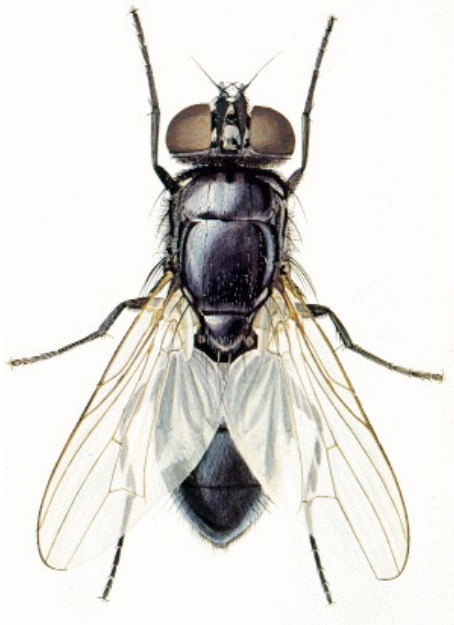
- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Sukcesija kukaca – Nekrofagni Diptera**
 - **Sarcophagidae (Mesaruše) – Često dolaze nakon Zujara na lešinu, ali ih mogu nadmašiti u situacijama gužve**
 - **Nema stadija jaja, ova porodica dvokrilaca je larviparna**



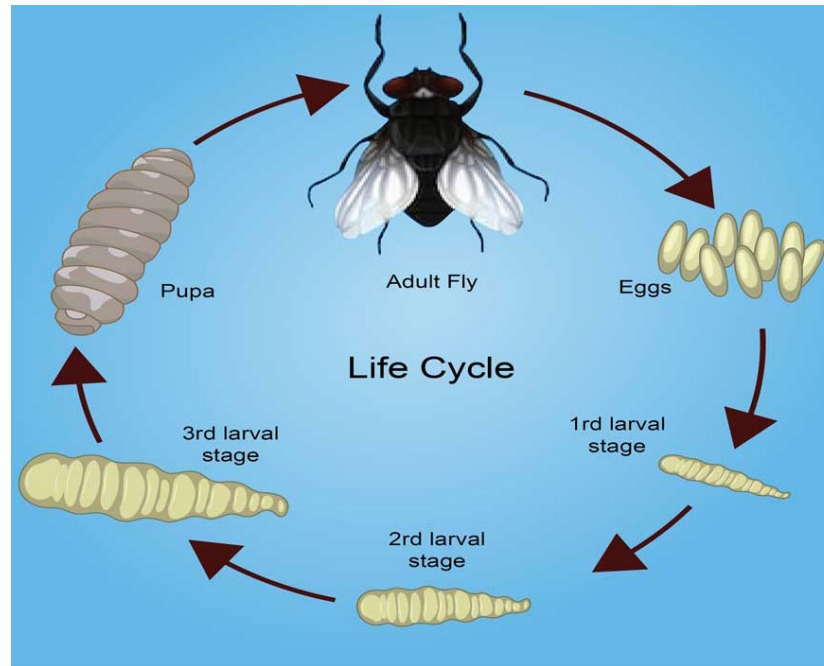
Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Sukcesija kukaca – Nekrofagni Diptera**
 - **Muscidae (Muhe)** – češće privučene izlučevinama i urinom nego lešinom
 - Česte na tijelima u zatvorenim prostorima

Hydrotaea (Ophyra) leucostoma



Kućna muha
Musca domestica



Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Sukcesija kukaca – Nekrofagni Diptera**
 - **Različite porodice skupine Acalyptratae – često kasno dolaze na lešinu**

Piophilidae

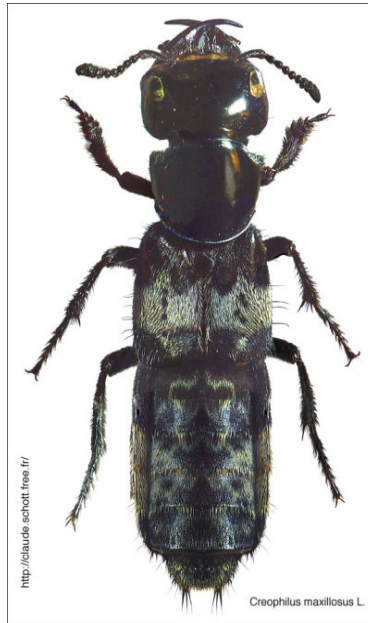


Sepsidae



Medicinski značajni Arthropoda

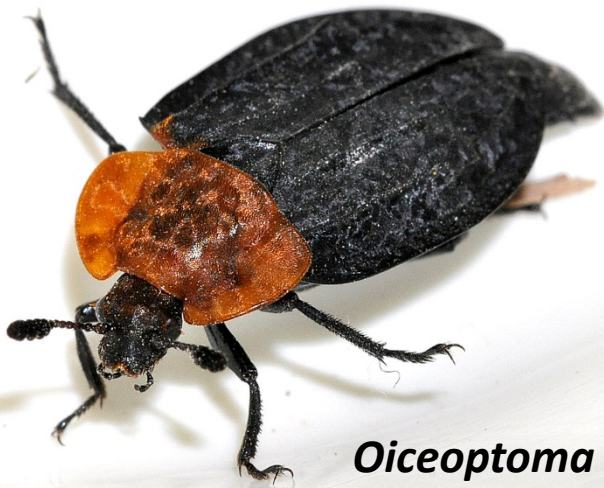
- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Sukcesija kukaca – Nekrofagni Coleoptera**
 - Staphylinidae (Kusokrilci) – Odrasli i ličinke nekih vrsta su važni predatori na ličinkama i jajima muha
 - Često prvi kornjaši koji dođu na lešinu



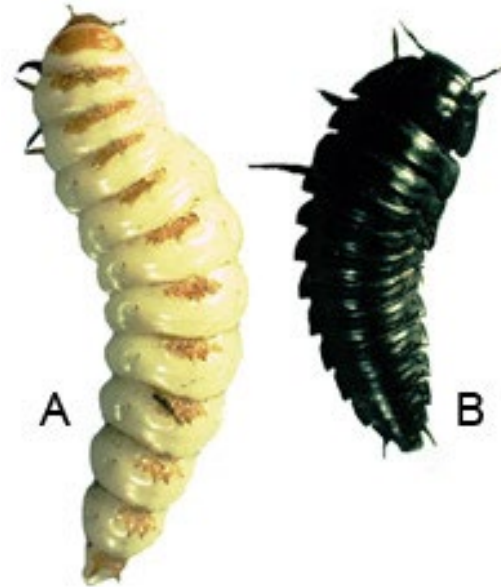
Creophilus maxillosus

Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Sukcesija kukaca – Nekrofagni Coleoptera**
 - **Silphidae (Strvinari) – nekrofagi i/ili predatori**
 - **Različite vrste preferiraju različiti stupanj raspadanja lešine**



Oiceoptoma sp.



A

B

Silphidae ličinke



Nicrophorus

Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Sukcesija kukaca – Nekrofagni Coleoptera**
 - **Dermestidae (Kožojedi) – Odrasli i ličinke su „smetlari” i neke vrste se hrane na raspadajućoj/suhoj koži i tkivu**
 - **Vrlo često se koriste za čišćenje starih kostiju i lešina**



Dermestes maculatus



Medicinski značajni Arthropoda

- Određivanje post-mortem intervala (PMI)
- Znati vrijeme razvijanja svake faze u životnom ciklusu sakupljene vrste (koliko dana pod određenim uvjetima)

- Životni ciklus 11 vrsta zujara i mesaruša uzgajanih na 27°C i 50% relativne vlažnosti

Species	Egg (hrs)	1 st instar (hrs)	2 nd instar (hrs)	3 rd instar (hrs)	Prepupa (hrs)	Pupa (days)	Total dev time (hrs)
<i>Sarcophaga cooleyi</i>	--	24	18	48	96	9	402
<i>Sarcophaga shermani</i>	--	22	16	48	104	8	382
<i>Sarcophaga bullata</i>	--	26	18	54	112	12	498
<i>Phormia regina</i>	16	18	11	36	84	6	309
<i>Protophormia terranovae</i>	15	17	11	34	80	6	301
<i>Lucilia (= Phaenicia) sericata</i>	18	20	12	40	90	7	348
<i>Eucalliphora lilaea</i>	22	22	14	36	92	6	330
<i>Cynomyopsis cadaverina</i>	19	20	16	72	96	9	439
<i>Calliphora vomitoria</i>	26	24	48	60	360	14	854
<i>Calliphora vicina</i>	24	24	20	48	128	11	508
<i>Calliphora terranovae</i>	25	28	22	44	144	12	551

Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Znati vrijeme razvijanja svake faze u životnom ciklusu sakupljene vrste (koliko dana pod određenim uvjetima)**
 - **ADH (Accumulated degree hour - Akumulirani stupanj sati) – Vrijeme potrebno da se dostigne pojedini razvojni stadij pri određenoj temperaturi (Standardna tehnika korištena za procjenu stope razvoja kukaca tijekom vremenskog razdoblja s kompenzacijom temperature (broj sati \times °C)**
 - **Ako se zna ADH i temperatura u stupnjevima Celzijus – može se utvrditi starost ličinki**

Prosječno minimalno trajanje razvojnih stadija i ADH za vrstu *Lucilia sericata*

	22 Degrees C	
	Hours	ADH at End of Stadium
Egg	23	506
1st Instar	27	1100
2nd Instar	22	1584
Feeding 3rd Instar	22	2068
Postfeeding 3rd Instar	108	4444
Pupa	143	7590
total	345 (14.4 days)	7590

Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Znati vrijeme razvijanja svake faze u životnom ciklusu sakupljene vrste (koliko dana pod određenim uvjetima)**
- **VRIJEDI JEDINO AKO JE ODNOS IZMEĐU VREMENA RAZVITKA VRSTE I TEMPERATURE LINEARAN!!!!**

	22 Degrees C		29 Degrees C		
	Hours	ADH at End of Stadium	Hours (predicted)	Hours (observed)	ADH (observed)
Egg	23	506	17,5	18	522
1st Instar	27	1100	20,4	16	986
2nd Instar	22	1584	16,7	16	1450
Feeding 3rd Instar	22	2068	16,7	22	2088
Postfeeding 3rd Instar	108	4444	81,9	94	4814
Pupa	143	7590	108,5	130	8584
total	345 (14.4 days)	7590	261.7 (10.0 days)	296 (12.3 days)	8584

Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Znati vrijeme razvijanja svake faze u životnom ciklusu sakupljene vrste (koliko dana pod određenim uvjetima)**
- **VRIJEDI JEDINO AKO JE ODNOS IZMEĐU VREMENA RAZVITKA VRSTE I TEMPERATURE LINEARAN!!!!**

	22 Degrees C	29 Degrees C
--	--------------	--------------

Predviđeno vrijeme razvitka na 29°C (ekstrapolacija bazirana na ADH mjenog pri 22°C) je bio 10,8 dana da se razvitak završi. Stvarna vrijednost je iznosila 12,3 dana.

Većina eksperimenata uzgajanja se izvode pri istoj temperaturi no u prirodnim uvjetima to ipak znatno više fluktuiraju.

Fluktuacije imaju utjecaj na neke vrste znatno više nego na druge i različiti modeli su dizajnirani da bi to uključili.

Iako, srednje temperaturne vrijednosti tijekom 24 h su najčešće prihvatljive ako fluktuacije ostanu unutar uskog raspona.

Pupa	145	7590	100,0	150	8584
total	345 (14.4 days)	7590	261.7 (10.0 days)	296 (12.3 days)	8584

Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
- **Biti svjestan faktora (fizikalno-kemijskih) koji utječu na rast i razlaganje**
- **Faktori koji utječu na rast:**
 - **Temperatura** – Najvažniji čimbenik koji utječe na stopu rasta, u hladnim temperaturama će se stopa rasta značajno reducirati i može se inducirati dijapauza
 - **Dostupnost hrane** – Ličinke koje su izgladnjele će se razviti istom brzinom kao i ostale, ali će biti znatno manje
 - **Lijekovi, droge i kemikalije** – Kokain i Ecstasy će ubrzati stopu rasta dok će insekticid poput Malathiona usporiti stopu rasta



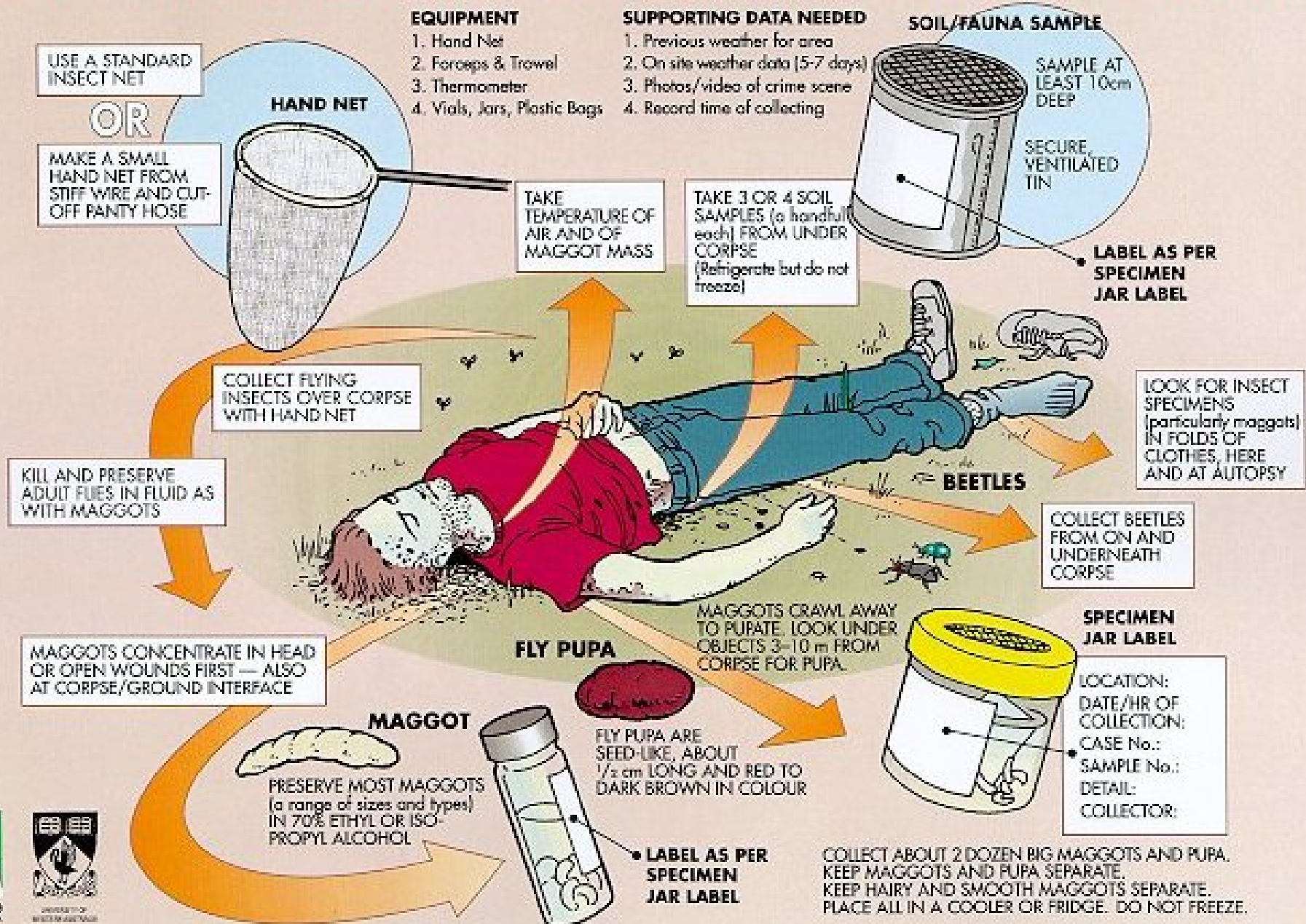
Medicinski značajni Arthropoda

- **Određivanje post-mortem intervala (PMI)**
 - **Biti svjestan faktora (fizikalno-kemijskih) koji utječu na rast i razlaganje**
 - **Faktori koji utječu na kolonizaciju kukaca:**
 - **Lokacija tijela/lešine** – Geografska lokacija, zatvoreni prostor ili otvoreni prostor, sijena ili sunce, šuma ili polje,
 - **Temperatura** – Mnoge vrste ispod određene temperature nisu aktivne i neće leći jajašca
 - **Obučenost ili zamotanost tijela** – Može odgoditi kolonizaciju ili isključiti neke vrste, također može utjecati na lokalne uvijete lešine (T° , vlažnost, itd....)
 - **Pokapanje ili utapanje** – Čak i nekoliko cm zemlje ili vode će znatno onemogućiti ili utjecati na kolonizaciju kukaca na lešinu
 - **Micanje tijela** – Mijenjanje staništa nakon smrti će imati utjecaj na faunu kukaca (npr. u prtljažniku auta 2 dana prije nego je bačeno u šumu)
 - **Lijekovi, droge i kemikalije** – Konzumiranje kemikalija (npr. Insekticida) može utjecati ili čak odgoditi kolonizaciju lešine
-

Medicinski značajni Arthropoda

- **Medicinsko-pravna entomologija**
 - **Određivanje post-mortem interval**
 - **Dokazi da je tijelo bilo micano** – Ličinke i kukuljice mogu biti nađene na mjestu gdje je tijelo bilo prije nego je maknuto, također nedostatak ranih kolonizatora na izloženom tijelu može značiti da je lešina bila skrivena u nekom okolišu gdje kukci nisu mogli doći prije nego što je bilo izloženo na zraku
 - **Dokazi o zlostavljanju i zanemarivanju** – Neke vrste muha (najčešće Calliphoridae) će naseliti tijelo dok je još živo (mijaza), ličinke će se hraniti izmetom, svježim ili raspadajućim tkivom
 - **Dokazi o „drogama“** – Testiranje na droge na jako raspadnutom tkivu najčešće daje loše rezultate. Ličinke hraneći tkivom akumuliraju različite tvari u svojim tkivima i omogućuju detekciju čak i vrlo malih količina droga
 - **Identifikacija silovatelja** – DNA ekstrahirana iz krvnog obroka iz stidne uši sa žrtve silovanja omogućila je potvrdu sumnjivca
-

COLLECTING INSECTS FOR FORENSIC INVESTIGATIONS



- **Medicinsko-pravna entomologija – Povijest**
- Najraniji zločin, za koji se zna da su kukci ponudili dokaze, se je dogodio u Kini između 907 i 960 g. – muhe su sletjele na dio glave ubijenog muškarca i time pokazale gdje je učinjen smrtni udarac
- Prvi opisani zločin gdje su kukci (muhe) razotkrile ubojicu je opisan od strane Sun Tzua (Umijeće ratovanja) 1247 g. u Kini – kineski farmer je ubijen srpom, tijekom istrage svi farmeri su morali staviti svoje srpove na zemlju (70 do 80 srpova), u kratkom vremenu na samo jedan srp su došle muhe i time inkriminirale vlasnika srpa za ubojstvo

