

ZNAČAJ ENTOMOLOGIJE U VETERINARSKOJ FORENZICI* *IMPORTANCE OF ENTOMOLOGY IN VETERINARY FORENSICS*

Jelena Aleksić, S. Jović**

Entomološki dokazi predstavljaju dokaze u vidu insekata i pripadajućih artropoda, a oblast koja se bavi njihovim proučavanjem u cilju medicinsko kriminalističkih istraga je forenzička entomologija.

Najočiglednija i najprisutnija fauna na leševima životinja i ljudi u ranim stadijumima procesa raspadanja su larve insekata, kojima leš služi kao značajan izvor hrane.

Insekti nađeni na lešu predstavljaju značajan izvor informacija u cilju determinacije vremena uginuća, odnosno određivanja post mortem intervala (PMI). Takođe, poređenjem faune oko leša sa faunom nađenom na lešu mogu se dobiti informacije da li je telo pomerano nakon uginuća. Često, nalaz insekata na telu ukazuje da je infestacija larvama nastala pre smrti i njihov nalaz je dokaz zanemarivanja, ali i faktor za određivanje dužine trajanja zanemarivanja. Na osnovu ovih elemenata forenzičar može da zaključi o stepenu zlostavljanja životinja.

Oblast forenzičke entomologije je polje koje je u ekspanziji i što više bude prikaza slučajeva i više istraživača osposobljenih da insekte koriste u determinaciji slučajeva zlostavljanja ili zanemarivanja, ova oblast će se više razvijati.

Upotreba entomoloških dokaza obećava da postane pouzdana tehnika za određivanje post mortem intervala kako u ranim, tako i u kasnijim fazama raspadanja leša.

Ključne reč: insekti, entomologija, post mortem interval (PMI)

Uvod / Introduction

Naziv entomologija potiče od grčke reči *entomon*, što znači insekt i *logos*- nauka (Gupta i Setia, 2004).

Entomološki dokazi predstavljaju dokaze u vidu insekata i pripadajućih artropoda, a oblast koja se bavi njihovim proučavanjem u cilju medicinsko

* Rad primljen za štampu 25. 11. 2008. godine

** Mr sci. med. vet. Jelena Aleksić, asistent, mr sci. med. vet. Slavoljub Jović, asistent, Fakultet veterinarske medicine, Beograd

skih kriminalističkih istraga i veterinarsko-medicinskih veštačenja naziva se forenzička entomologija.

Forenzička entomologija se primenjuje u sledeće tri kategorije zlostavljanja i zanemarivanja:

- zlostavljanje, zanemarivanje dece,
- zlostavljanje, zanemarivanje novorođenčadi ili starijih osoba i
- zlostavljanje, zanemarivanje životinja.

Insekti kao forenzički indikatori za određivanje starosti leša /

Insects as forensic indicators for determination of post mortem interval (PMI)

Početak 19. veka uočeno je da leševi u ranom stadijumu raspadanja privlače različite insekte, a danas u 21. veku forenzička entomologija je od strane medicinskih stručnjaka u mnogim zemljama prihvaćena kao nezaobilazni izvor dokaza (Goff, 1991; Greenberg, 1991; Anderson, 1995; Introna i sar., 1998; Amendt, 2004).

Nakon smrti leševi ljudi i životinja podležu brojnim promenama kao posledica autolitičkih procesa u tkivima, pokrenutih oslobađanjem enzima i različitih jedinjenja iz ćelija, kao i aktivnošću bakterija i gljivica iz digestivnog trakta, creva i spoljašnje sredine (Amendt, 2004). Najočiglednija i najprisutnija fauna na leševima životinja i ljudi u ranim stadijumima procesa raspadanja su larve insekata, kojima mrtvo tkivo predstavlja značajan izvor hrane (Anderson i Cervenka, 2002). Ustanovljeno je da u proseku oko 400 vrsta insekata kolonizuje leš svinje tokom nekoliko stadijuma raspadanja (Payne, 1965).

Proces i trajanje postmortalnog raspadanja različitih tkiva zavisi od brojnih faktora, uključujući leš i sredinu u kojoj se on nalazi. Posle uspostavljanja ravnoteže između temperature leša i temperature sredine, što je praćeno procesom putrefakcije, pouzdana procena *post mortem intervala* (PMI) objektivno nije moguća. Iz tog razloga insekti nađeni na lešu predstavljaju značajan izvor informacija za procenu vremena nastanka smrti životinja, odnosno utvrđivanja dužine PMI. Takođe, poređenjem faune oko tela sa faunom prisutnom na lešu, mogu se dobiti informacije o tome i da li je leš pomeran nakon uginuća (Lord, 1990). Često nalaz insekata na telu ukazuje na to da je infestacija larvama nastala pre smrti, što upućuje na zanemarivanje i definiše njegovu dužinu trajanja (Benecke i Lessig, 2001). Na osnovu ovih elemenata forenzičar stiče uvid u stepen brige o dobrobiti zapostavljene, ili zanemarivane životinje.

U svim spornim slučajevima odlučujuća je procena dužine vremenskog perioda koji je neophodan da bi insekti dospeli do leša, zatim poznavanje temperature okoline, stadijuma raspadanja leša koji ih privlači, razvojnog ciklusa i brzine razvoja insekta (Turner i Wiltshire, 1999; Dadour i sar., 2001).

Procena dužine PMI u odnosu na stadijume i karakteristike leša, kao i razvojne stadijume insekata prikazana je tabeli 1.

Tabela 1. / Table 1.

Stadijumi leša / <i>State of corpse</i>	Karakteristike / <i>Characteristics</i>	PMI / <i>Post-mortem interval</i>	Razvojni stadijumi insekata / <i>Development stages of insects</i>
Svež / <i>Fresh</i>	Skori i rani znaci, bez mirisa / <i>Recent and early signs, no smell</i>	1-3 dana / <i>1-3 days</i>	jaja / <i>eggs</i>
Naduvanost / <i>Bloating</i>	Otečenost, naduvenost, isticanje tečnosti, miris / <i>Swelling, bloating, release of fluids, smell</i>	2-7 dana / <i>2-7 days</i>	larvalni stadijumi / <i>larval stages</i>
Truljenje / <i>Putrefaction</i>	Jak miris, kolikvaciona nekroza / <i>Strong smell, liquefactive necrosis</i>	1-3 nedelje / <i>1-3 weeks</i>	svi stadijumi / <i>all stages</i>
Suv / <i>Dry</i>	Suva koža, kosti, hrskavice / <i>Dry skin, bones, cartilage</i>	više od 1-3 meseca / <i>over 1-3 months</i>	prazni puparijumi i tvrdokrilci / <i>empty puparia and adults</i>

Preuzeto od Aggrawal (2005)

Poznavanje dužine vremena potrebnog za dostizanje određenog stadijuma razvoja insekata omogućava forenzičaru određivanje trenutka polaganja jaja na lešu. Na ovaj način se stiče uvid u najkraće proteklo vreme od uginuća životinje do opservacije. Međutim, najčešće se uginuće dešava pre polaganja jaja, zbog čega nije uvek jednostavno precizno utvrditi tačno vreme nastanka smrti. Period koji protekne od uginuća do polaganja jaja nije uvek isti i zavisi od velikog broja faktora. Najznačajnija je temperatura okoline, deo dana kada je došlo do uginuća, godišnje doba, kao i to da li je leš bio izložen spoljašnjim uticajima, zakopan u zemlju, ili potopljen u vodu. Što je temperatura sredine u kojoj se leš nalazi viša, to je i brzina razvoja insekata veća (Anderson, 2000; Brewer, 2001). Hladno i kišovito vreme mogu da inhibiraju ili da u potpunosti spreče aktivnost muva i odlože polaganje jaja (Erzinclioğlu, 1996). U zimskom periodu godine sporiji su i proces raspadanja leša i razvoj insekta. Polaganje jaja muva roda Diptera (familije *Muscidae*, *Calliphoridae* i *Sarcophagidae*) zanemarljivo je na temperaturama ispod 10°C, usled činjenice da su insekti pojkilotermni organizmi.

Insekti kao indikatori zlostavljanja ili zanemarivanja životinja / *Insects as indicators of animal abuse or neglect*

Mijaza (*myiasis*) je tzv. "bolest zlostavljanja" i podrazumeva pojavu različitih razvojnih stadijuma muva na kičmenjacima, koje se određeni period hrane tkivima i telesnim tečnostima živog, ili uginulog domaćina (James, 1947). U većini slučajeva insekti se radije hrane mrtvim nego živim tkivom i ta sposobnost insekata da otklone mrtvo tkivo i očiste ranu ostavljajući živo tkivo intaktno, korišćena je vekovima u medicini (Baer, 1931).

Mijaza je česta pojava kod divljih, ali i kod domaćih životinja i predstavlja ključni entomološki dokaz koji se koristi u proceni zlostavljanja i zanemarivanja (Anderson, 2004).

Pojava mijaze kod kućnih ljubimaca, ali i drugih vrsta domaćih životinja najčešće je uslovljena prisustvom netretiranih mehaničkih povreda – rana, me-

dicinski neobrađenih rana i rana zaprljanih fecesom i urinom, koje privlače insekte. Ovakav nalaz ukazuje na zanemarivanje životinje od strane vlasnika (Wall i sar., 1992; Hall, 1997).

Generalno, kunići, svinje, psi i ovce mogu biti žrtve napada muva, zbog urina ili fekalnog sadržaja zalepljenog za krzno, dlaku, vunu, ili genitalne otvore, loših uslova držanja životinja, ili lošeg zdravstvenog stanja (Gennard, 2007). U odnosu na ostale vrste životinja ova pojava je najučestalija kod pasa, a češća je kod kunića nego kod mačaka. Razlog može da bude urođena briga i temeljna higijena mačaka. U nekim slučajevima može da se javi kod dugodlakih mačaka, što ukazuje na nedostatak temeljne higijene.

Najčešće vrste muva koje imaju značaja u forenzici su:

- *Lucilia sericata* (Meigen) – Green Bottle Fly,
- *Lucilia illustris* (Meigen) – Green Bottle Fly
(čest nalaz na mestu zločina nad ljudima i životinjama),
- *Muscina stabularis* – False Stable Fly,
- *Fannia canicularis* – Little House Fly/ Latrine Fly,
- *Calliphora vomitoria* – Blue Bottle Fly,
- *Musca domestica* (Linnaeus) – House Fly,
- *Phormia regina* (Meigen) – Black Blow Fly,
- *Phaenicia sericata* – Common Green Bottle Fly
(čest nalaz na mestu zločina nad ljudima i životinjama),
- *Cuterebra jellisoni* – Bot Fly
(primarno kod divljih životinja, posebno kod zečeva) i
- *Dermestes lardarius* – Larder or Bacon Beetle.

Zelenu muvu ne privlači miris svežeg mesa, već se ona često može naći blizu psećeg fecesa, đubriva i kanti za otpatke.

Prvi insekti koji dospevaju na leš su kućna muva (familija *Muscidae*) i muva familije *Calliphoridae*. Muve koje idu na meso su iz roda *Sarcophagidae* i dospevaju kasnije na leš. Odmah polažu larve, a ne jaja, jer su viviparne.

Ženke kućne muve legu jaja u različitim organskim materijama, uključujući đubrivo, leševe životinja i ljudi. Za razvoj insekata kritičan je stepen vlažnosti. Substrati kod kojih je proces degradacije završen nisu pogodni za razvoj larvi muva.

Ženke ležu 100-150 jaja, 4-6 puta u toku života. Jaja prelaze u larve za 18-24^h, kada je temperatura substrata oko 25°C.

Prvi i drugi stadijum mogu da se završe za 18-24^h, a treći za 48-60^h. Temperature iznad ili ispod 25-30 stepeni produžavaju razvojni ciklus i povećavaju mortalitet. Larva III stadijuma napušta substrat u potrazi za mestom gde će se odviti prelazak u pupu. Pod optimalnim uslovima odrasli insekti nastaju za 4-5 dana, a u nepovoljnim uslovima za kompletan razvojni ciklus potrebno je nekoliko nedelja. Odrasli oblici se pare sa 3-5 dana starosti, a polaganje jaja počinje 2-4 dana nakon parenja.

Jaja muva su obično izduženog oblika, slična minijaturnom zrnu pirinča, svetložute ili bele boje. Obično su u gomili, iako postoje i vrste koje polažu jaja pojedinačno. Kod mnogih vrsta muva ženka obično položi do 250 jaja u jednom leženju i to može da čini pet puta u toku svog života. Ukoliko na leš dospe veliki broj ženki muva, broj larvi može biti izuzetno veliki. Opisan je slučaj nalaza 48.562 larvi na 156 gr mesa tokom 24 časa. Od ovog broja na kraju razvojnog ciklusa pojavilo se samo 231 muva, jer za veći broj nije bilo dovoljno hrane. U toploj sredini koja je pogodna za razvoj muva, larve mogu da pojedu i 60% tela čoveka ili životinje iste mase i to za vreme manje od nedelju dana.

Na svežim leševima nakupine jaja obično su prisutne na dlačnom pokrivaču, površinama mukoznih membrana, u usnoj duplji, nosnim šupljinama, ušnim školjkama, kao i na ranama i modricama. Veličine su oko 0,1-0,2 cm.

Neophodan period za razvoj od jaja do prvog stadijum larve iznosi od 20 do 24 časa. Adelson (1972) i Fisher (1980) smatraju da taj period iznosi 24^h, a Kulshreshtha i Chandra (1987) su ustanovili da je taj period između 20-24^h, a u slučaju hladnog vremena ovaj proces je odložen za 1 ili 2 dana.

Larva I stadijuma dugačka je 2mm i pre nego što pređe u sledeći razvojni stadijum naraste do 5mm. Larva II stadijuma naraste do 10mm pre nego što pređe u larvu III stadijuma, kada je dugačka od 15 do 20mm. Usni otvor larve nalazi se na zašiljenom kraju tela, koje je kupastog oblika. One koriste par kuka kako bi se zakačile za leš tokom procesa hranjenja. Kuke im pomažu i da se kreću. Pokreću se istezanjem i kontrahovanjem njihovih segmenata i predstavljaju najočigledniji razvojni stadijum na lešu koji je prisutan nekoliko dana do nedelju dana.

Puparium larve III stadijuma kreću u potragu za mestom na kome će se razviti u pupu i to dalje od domaćina na kome su položena jaja. Njihova koža počinje da se skraćuje, postaje rigidna, zadebljava, otvrdnjava i prelazi u formu sličnu kapsuli koja štiti novi razvojni stadijum insekta. One su otporne na ekstremne uslove sredine i kod mnogih vrsta muva ostaju u ovom stadijumu sve dok se ne stvore povoljni uslovi za pojavljivanje. Sa porastom temperature i vlage sredine, pupe prelaze u stadijum muve pucanjem poklopca. Novonastale muve su u početku blede, nežne i sa povijenim krilima. Kasnije razvijaju, šire krila i postaju zelena ili plava muva.

Tehnike u sakupljanju dokaza / *Techniques for collection of evidence*

U cilju prikupljanja insekata kao dokaza, pažnju treba obratiti na samu žrtvu, a zatim i na jaja i larvene stadijume. Larve treba oprezno da se uklone, kako bi se izbeglo njihovo oštećenje, koje može da oteža identifikaciju.

U tabeli 2. prikazano je prosečno trajanje razvojnih stadijuma muva u danima, zavisno od godišnjeg doba, vlažnosti vazduha i temperature okoline.

Tabela 2. Prosečno trajanje razvojnih stadijuma muva (u danima) /
Table 2. Approx. duration of all stages of fly (in days)

Godišnje doba / Season	Trajanje / Duration	Temperatura / Temperature	RH%	1. larveni stadijum / 1 st larval stage ~0,5 cm	2. larveni stadijum / 2 nd larval stage ~1,0 cm	3. larveni stadijum / 3 rd larval stage ~1,5 cm	Pupa / Pupa	Adult / Adult
Leto / Summer	sredina aprila do juna / Mid-April to June	38,0-23,9	38,3	1	2	3	5	9
Kiša / Rain	jul-septembar / July-September	33,7-26,3	74,1	1	2	3	5	10
Jesen / Autumn	septembar-novembar / September-November	30,3-15,2	63,7	2	3	4	8	11
Zima / Winter	decembar-februar / December-February	20,1-8,8	78,6	5	6	9	16	23
Proleće / Spring	mart do sredine aprila / March to mid-April	32,1-15,8	47,3	3	4	6	10	16

Preuzeto od Aggrawal (2005)

Zaključak / Conclusion

Forenzička entomologija je oblast koja je u ekspanziji i što više bude prikaza slučajeva i više istraživača osposobljenih da insekte koriste u determinaciji odgovornosti, ona će se više razvijati.

U slučajevima namernog zapostavljanja ili nedostatka nege, entomološki dokazi na sudu mogu biti od krucijalnog značaja za dokazivanje dužine vremena zlostavljanja životinje. Takođe, entomološki dokazi su sve češće odlučujući u određivanju *post mortem* intervala kako u ranim, tako i u kasnijim fazama raspadanja leša.

Literatura / References

1. Adelson L. The Pathology of Homicide. 1st ed. Charles Thomas, Illinois. 1972; 176-7.
2. Aggarwal AD. Estimating the post mortem interval with the help of entomological evidence, A thesis for MD 2005, 185.
3. Amendt J, Krettek R, Zehner R. Forensic entomology. Naturwissenschaften 2004; 91: 51-65.
4. Anderson G. "Myiasis in pet animals in British Columbia: The potential of forensic entomology for determining duration of possible neglect." Canadian Veterinary Journal 2004; 45: 993-8.
5. Anderson GS. The use of insects in death investigations: An analysis of cases in British Columbia over a five year period. Can. Soc. Forensic. J 1995; 28: 277-92.
6. Anderson GS. Minimum and maximum development rates of some forensically important Calliphoridae (Diptera). J Forensic Sci 2000; 45: 824-32.

7. Anderson GS, Cervenka VJ. Insects associated with the body: Their use and analyses, p.73-200. In W.D. Haglund & M.H. Sorg (eds.), *Advances in forensic taphonomy: Method, theory and archaeological perspectives*. CRC, Boca Raton 2002; 507.
8. Baer WS. The treatment of chronic osteomyelitis with the maggot (larva of the blowfly). *Journal of Bone and Joint Surgery* 1931; 13: 438-75.
9. Benecke M, Lessig R. *Child Neglect and Forensic Entomology*. *Forensic Science International* 2001; 120: 155-9.
10. Brewer G. *Forensic Entomology* 2001. [Internet]. <http://www.ndsu.nodak.edu/>.
11. Dadour IR, Cook DF, Wirth N. Rate of Development of *Hydrotaea rostrata* Under Summer and winter (Cyclic and Constant) Temperature Regimes. *Medical and Veterinary Entomology* 2001; 15: 177-82.
12. Erzinclioğlu YZ. *Blowflies*. Richmond Publishing, Slough 1996; 71.
13. Fisher RS. Postmortem Changes and Artifacts. In: *Forensic Pathology*, Fisher RS and Petty CD. Eds. 1st ed. London: Castle House Publications, 1980; 59-61.
14. Gennard DE. *Forensic Entomology: An Introduction*. Wiley & Sons Ltd. 2007; 1:13.
15. Goff ML. Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside dwellings and outdoors on the island of Oahu, Hawaii. *J. Forensic Sci* 1991; 3: 748-53.
16. Greenberg B. Flies as forensic indicators. *J. Med. Entomol* 1991; 28: 565-77.
17. Gupta A, Setia P. Forensic Entomology – Past, Present and Future. *Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 2004; 5(1): 50-3.
18. Hall MJ. Traumatic Myiasis of Sheep in Europe: a review. *Parasitologia* 1997; 139: 409-13.
19. Introna F, Campobasso CP, Difazio A. Three case studies in forensic entomology from Southern Italy. *J. Forensic Sci* 1998; 43: 210-14.
20. James MT. *The Flies That Cause Myiasis in Man*. Miscellaneous Publication 631, Washington, D.C.: US Department of Agriculture, 1947.
21. Kulshreshtha P, Chandra H. Time since Death: An Entomological Study on Corpses. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 1987; 8(3): 233-8.
22. Lord WD. Case Histories of Use of Insects in Investigations. In: *Entomology and Death, A procedural guide*. Catts EP and Haskell NH, Eds. Joyce's Print Shop, South Carolina. 1st ed. 1990; 9-37.
23. Payne JA. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology* 1965; 46: 592-602.
24. Turner B, Wiltshire P. Experimental Validation of Forensic Evidence: A Study of the Decomposition of Buried Pigs in Heavy Clay Soil. *Forensic Science International* 1999; 101: 113-22.
25. Wall R, French N, Morgan K. Blowfly Species Composition in Sheep Myiasis in Britain. *Med Vet Entomol* 1992; 6: 177-8.

ENGLISH

IMPORTANCE OF ENTOMOLOGY IN VETERINARY FORENSICS

Jelena Aleksić, S. Jović

Entomological evidence is legal evidence in the form of insects or related arthropods, and a field of their study in the aim of medicocriminal applications and veterinary- medical forensic cases is forensic entomology.

The most obvious and widely present fauna on the animal and human corpse in early stages of the decomposition process are insect larvae that use the corps as an important food source. The insects found on the corpse represent a significant source of information for determining the time of death, which is an evaluation of the post-mortem interval. Additionally, by comparing fauna around the body with fauna found on the body one can obtain information if the corpse was moved after death.

Often, insects found on the body point out that infestation by larvae started before death. That implicates animal abuse and defines its duration. Based on these elements, a forensic doctor can deduce which level of abuse is in question.

Entomology is an expanding field and the more cases are being shown and the more researchers are being taught how to use insects as a way of proving responsibility, the more it will develop. It is becoming more common for entomological evidence to be case-breaking in the determination of post mortem intervals, in both early and late decomposition phase.

Key words: insects, entomology, post mortem interval (PMI)

РУССКИЙ

ЗНАЧЕНИЕ ЭНТОМОЛОГИИ В ВЕТЕРИНАРНОМ СУДОУСТРОЙСТВЕ

Елена Алексич, С. Йович

Энтомологические доказательства представляют собой доказательства в виду насекомых и принадлежащих антроподов, а область, занимаемая их изучением с целью медицинского криминалистических следствий судебная энтомология.

Наиболее очевидная и наиболее присутствующая фауна на трупах животных и людей в ранних стадиях процесса распада личинки насекомых, которым труп служит как значительный источник корма.

Насекомые, найденные на трупе представляют собой значительный источник информации с целью детерминации времени околениа, то есть определения посмертного интервала (ПСИ). Также, сравнением фауны около трупа с фауной, найденной на трупе могут получиться информации передвигано ли тело после околениа. Часто, результаты насекомых на теле указывают, что инфестация личинками возникла до смерти и их результаты доказательство запустения, но и фактор для определения длины продолжительности запустения. На основе этих элементов судебник может сделать вывод о степени истязания животных.

Область судебной энтомологии область, которая в экспансии и чем больше будет показана случаев и больше исследователей приспособленных, что насекомых пользуют в детерминации случаев истязания или запустения, эта область будет больше развиваться.

Употребление энтомологических доказательств обещает стать надёжной техникой для определения посмертного интервала как в ранних, так и в более поздних фазах распада трупов.

Ключевые слова: насекомые, энтомология, посмертный интервал (ПСИ)