Kukci (insecta) kao simbiont

Kligl, Ines

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:252570

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

ODJEL ZA BIOLOGIJU

Preddiplomski studij biologije

Ines Kligl

KUKCI (INSECTA) KAO SIMBIONTI

Završni rad

Mentor: red. prof. dr. sc. Jasna Vidaković

Osijek, 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Završni rad
Preddiplomski studij biologije
Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

KUKCI (INSECTA) KAO SIMBIONTI

Ines Kligl

Rad je izrađen na Zavodu za ekologiju voda Odjela za biologiju
Mentor: red. prof. dr. sc. *Jasna Vidaković*

Kratak sažetak završnog rada: Kukci (Insecta) su najbrojnija i široko rasprostranjena skupina organizama na Zemlji. Žive u različitim oblicima simbioza, a najznačajniji su kao ektoparaziti ljudi, domaćih životinja i kućnih ljubimaca. Svojim domaćinima nanose ozljede, uzrokuju bolesti i prenose patogene. Kao vektori patogena, oblikovali su tijek ljudske povijesti.

Broj stranica: 18
Broj slika: 8
Broj tablica: 1
Broj literaturnih navoda: 7
Web izvori: 14
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: kukci, ektoparaziti, vektori patogena

Rad je pohranjen u:
knjižnici Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i u Nacionalnoj sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, u elektroničkom obliku, te je objavljen na web stranici Odjela za biologiju.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Department of Biology
Bechelor's thesis
Undergraduate university study programme in Biology
Scientific Area: Natural science
Scientific Field: Biology

INSECTS AS SYMBIONTS

Ines Kligl

Thesis performed at the Subdepartment of Water Ecology, Department of Biology
Supervisor: PhD *Jasna Vidaković,* **Full Professor**

Short abstract: Insects are the most numerous and widely distributed group of organisms on Earth. They live in different forms of symbiosis, and are most significant as ectoparasites of humans, domestic animals and pets. They inflict host injuries, cause diseases and transmit pathogens. As pathogenic vectors, they shaped the course of human history.

Number of pages: 18
Number of figures: 8
Number of tables: 1
Number of references: 7
Web source: 14
Original in: Croatian

Key words: Insects, ectoparasites, vectors of pathogens

Thesis deposited in:
Library of Department of Biology, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek and in the National university library in Zagreb in electronic form. It is also disposable on the web site of Department of Biology, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek.

SADRŽAJ

1. UVOD.....1

2. OSNOVNI DIO

2.1. BUHE (Siphonaptera) 2

2.2. UŠI (Phthiraptera).....4

2.3. DVOKRILCI (Diptera).....5

2.3.1. Kratkoticalci (Brachycera).....6

2.3.1.1. Obadi (Tabanidae).....6

2.3.1.2. Muhe (Muscidae).....7

2.3.1.3. Carnidae.....7

2.3.1.4. Braulidae.....7

2.3.1.5. Muhe zujare (Calliphoridae), mesuraše (Sarcophagiade) i štrkovi (Oestridae).....8

2.3.1.6. Ce-Ce muhe.....9

2.3.1.7. Muhe ušare (Hippoboscidae).....9

2.3.2. Dugoticalci (Nematocera).....10

2.3.2.1. Komarci (Culicidae).....10

2.3.2.2. Papatači (Psychodidae).....11

2.4. POLUKRILCI (Hemiptera).....11

2.5. OPNOKRILCI (Hymenoptera).....12

2.5.1. Mravi (Formicidae).....12

2.5.2. Ose najeznice (Ichneumonidae).....13

2.5.3. Pčele (Apidae).....13

3. ZAKLJUČAK.....15

4. LITERATURA.....17

1. UVOD

Kukci (Insecta) su najbrojnija skupina organizama na Zemlji koja se razvila početkom paleozoika. Heteronomno su segmentirani kolutićavci (člankonošci) čije se tijelo sastoji od: glave (akron + 5 kolutića), prsa (3 kolutića: prothorax + mesothorax + metathorax) i zatka (11 kolutića + telzon). Na glavi se nalazi jedan par ticala, jednostavne i složene oči, klipeus, labrum (gornja usna) i usni organi (mandibula, maxilla, labium). Svaki prsni kolutić nosi jedan par člankovitih nogu koje su oblikom prilagođene obavljanju različitih funkcija dok se krila mogu, ali i ne moraju nalaziti na mesothoraxu ili na mesothoraxu i metathoraxu. Na prvih sedam kolutića zatka nema tjelesnih privjesaka dok se na 8. kolutiću nalazi spolni otvor oko kojeg su tjelesni privjesci preobraženi u uređaj za parenje. Na posljednjem 11. kolutiću zatka nalaze se začani privjesci (cerci) koji imaju osjetilnu funkciju. Tijelo kukaca zaštićeno je višeslojnom hitinskom kutikulom.

Kukci su široko rasprostranjeni i nastanjuju kopno, slatke vode, ali i mora te žive u različitim oblicima simbioza (Habdija i sur., 2011.). Simbioza predstavlja odnos između organizama različitih vrsta koji žive zajedno u bliskoj vezi (Allaby, 2003.). Ovaj pojam obuhvaća tri tipa odnosa: mutualizam, komenzalizam i parazitizam. Mutualizam predstavlja odnos između dva organizma od kojeg oba organizma imaju korist. Komenzalizam je odnos u kojem jedan organizam ima korist bez značajnog utjecaja na drugi organizam. Parazitizam opisuje složene i raznolike odnose u kojima jedan organizam (parazit) ima korist na račun drugog organizma (domaćina). Paraziti se mogu podijeliti na ektoparazite i endoparazite. Ektoparaziti se hrane na površini tijela domaćina umećući dijelove usnog aparata u tijelo domaćina dok se endoparaziti hrane unutar tijela domaćina (Schowalter, 2011.).

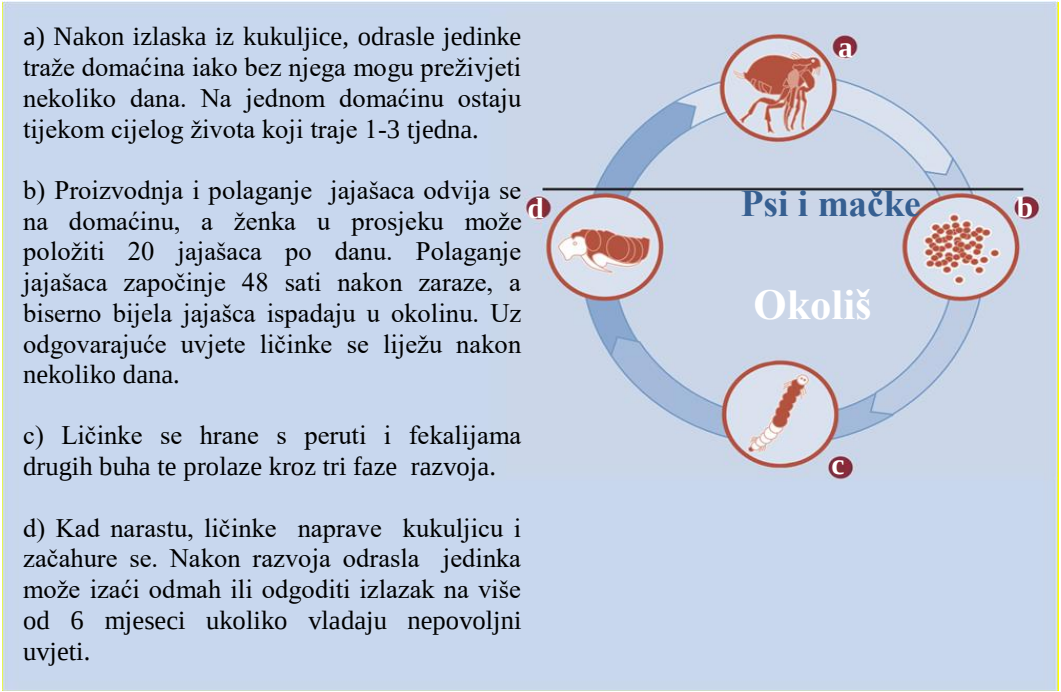
Kukci imaju ogromnu ekonomsku važnost i utječu na sve aspekte ljudskog života. Natječu se s ljudima za hranu, igraju ključnu ulogu u oprašivanju različitih kultura biljaka (Raven i Johnson, 2002.), ali su značajni i kao ektoparaziti. Kao ektoparaziti kukci izazivaju infestacije kod ljudi, domaćih životinja i kućnih ljubimaca. Mogu prenositi patogene, uzrokovati anemiju, štetne imunosne reakcije, razdražljivost, dermatitis, nekrozu kože, sekundarne infekcije itd. (Hopla i sur., 1994.).

2. OSNOVNI DIO

2.1. BUHE (Siphonaptera)

Buhe (Siphonaptera) su maleni, lateralno spljošteni, beskrilni kukci čije su stražnje noge prilagođene skakanju, a mogu biti smeđe ili crne boje. Rijetke četine usmjerene prema natrag tipične su za ovu vrstu, a smještene su na glatkom, sjajnom hitinu koji prekriva tijelo. Na glavi su smještena kratka ticala, dvije ocele i usni organi za bodenje i sisanje.

Odrasle jedinke su ektoparaziti. Hrane se krvlju toplokrvnih domadara (Habdija i sur., 2011.), a samo ličinke pronalazimo u prirodi (ESCCAP, 2009.). Životni ciklus buhe prikazan je na Slici 1. na primjeru mačje buhe (*Ctenocephalides felis*).



Slika 1. Životni ciklus mačje buhe (*Ctenocephalides felis*) (Preuzeto i prilagođeno iz ESCCAP, 2009.)

Preživljavanje i razvoj ličinki ovisi o uvjetima okoliša (Tablica 1.), a kada su uvjeti povoljni razvoj od jajašaca do odrasle jedinke traje 14-140 dana. Prilagođene su životu u zatvorenom prostoru pa se rast i razvoj odvija neovisno o godišnjem dobu, a od proljeća do jeseni mogu se razmnožavati u prirodi što objašnjava povećanu pojavnost tijekom toplih razdoblja (ESCCAP, 2009.).

Tablica 1. Abiotički čimbenici koji utječu na preživljavanje buha (Preuzeto i prilagođeno iz ESCCAP, 2009.)

Temperatura (°C)	Učinak na buhu	Relativna vlažnost (RV) (%)	Učinak na buhu
-1	Jedinke svih razvojnih faza su mrtve unutar 5 dana	**12**	Smrtnost ličinki od 100% na 27°C unutar 24 sata
3	Sva jajašca, ličinke i kukuljice umiru unutar 5 dana, do 65% odraslih jedinki preživi ako je RV 75%	**33**	Smrtnost ličinki 100% na 32°C nakon 24 sata izloženosti tim uvjetima
13	50% jajašaca se razvije u odrasle jedinke između 130. i 140. dana (RV 75%)	**50**	Najniža relativna vlažnost potrebna za preživljavanje jajašaca i ličinki na 35 °C
21	50% jajašaca se razvije u odrasle jedinke do 40. dana (RV 75%)	**75**	RV s najvišim stupnjem preživljavanja i razvoja za sve razvojne faze
27	50% jajašaca se razvije u odrasle jedinke za oko 24 dana (RV 75%)		
32	50% jajašaca se razvije u odrasle jedinke za oko 16 dana (RV 75%)		

S obzirom da se radi o ektoparazitima koji se hrane krvlju, buhe često uzrokuju anemiju, dermatitis, hipersenzibilnost i prenose patogene. Najrasprostranjenija i najzaraznija buha je već spomenuta mačja buha (*Ctenocephalides felis*) koja se obično hrani na mačkama i psima, ali se može hraniti i na ljudima, kozama, ovcama, konjima itd. (Hopla i sur., 1994.). Vektor je uzročnika mačjeg ogreba (*Rickettsia felis, Bartonella henselae*) (ESCCAP, 2009.) i mišjeg tifusa (*Rickettsia typhi*) (Hopla i sur., 1994.), a zajedno s psećom buhom (*Ctenocephalides canis*) posrijedni je prijenosnik trakavice (*Diphylidium caninum*) (ESCCAP, 2009.). Od ostalih vrsta najznačajnije su europska zečja buha (*Spilopsyllus cuniculi*) koja prenosi virus miksomatoze. Buhe *Dorcadia ioffi* i *Vermipsylla alakurt* napadaju goveda u Središnjoj Aziji, a uzrokuju anemiju, gubitak dlake, zaostalost u rastu, nemogućnost dobivanja težine i smrt. Buha pješčara (*Tunga penetrans*) parazitira na ljudima, svinjama i psima. *Pulex irritans* i *Pulex simulans* parazitiraju na domaćim sisavcima kao što su svinja, pas i mačka. Pripadnici rodova *Citellophilus, Ctenocephalides, Ctenophthalmus, Nosopsyllus, Oropsylla, Pulex* i osobito *Xenopsylla* prenose uzročnike mišjeg tifusa i/ili kuge domaćim životinjama (Hopla i sur., 1994.). Vrsta *Diamanus montanus* parazitira na ljudima, vjevericama, tekunicama, prerijskim psima i drugim glodavcima, a prenosi uzročnike kuge (Web 1.). Vrsta *Echidnophaga gallinacea* se hrani s krvlju peradi u tropskim i suptropskim područjima. Kokošja buha (*Ceratophyllus gallinae*) se hrani s krvlju nekoliko vrsta ptica, a nalazi se u

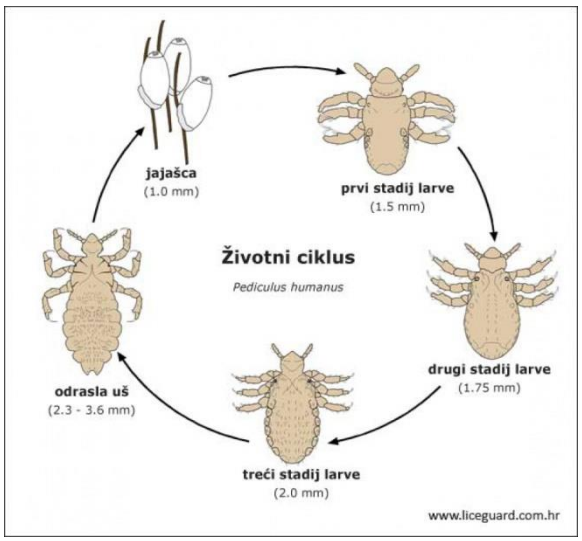
mnogim dijelovima svijeta dok zapadna kokošja buha (*Ceratophyllus niger*) parazitira na peradi u zapadnoj Sjevernoj Americi (Hopla i sur., 1994.).

U borbi protiv buha potrebno je koristiti sredstva protiv ektoparazita te je u domaćinstvima potrebno tretirati sve životinje kao i okolinu u kojoj borave. Najvažniju ulogu u borbi protiv buha ima redovita profilaksa (ESCCAP, 2009.).

2.2. UŠI (Phthiraptera)

Uši (Phthiraptera) su mali, beskrilni, dorzoventralno spljošteni kukci koji žive kao ektoparaziti na toplokrvnim kralježnjacima (Habdija i sur., 2011.). Do infestacije dolazi izravnim kontaktom sa zaraženom životinjom/čovjekom ili putem predmeta kojeg životinje/ljudi dijele. Pogađaju životinje slabijeg imuniteta te pse i mačke bez odgovarajuće njege pa su tako često na meti psi i mačke lutalice. Kod domaćina uzrokuju anemiju i dermatitis (ESCCAP, 2009.). Dijele se na dva podreda: prave uši (Anoplura) i tekuti (Mallophaga) (Habdija i sur., 2011.).

Prave uši (Anoplura) čitav život provode na domadaru, a hrane se njegovom krvlju. Imaju usni aparat prilagođen probijanju kože i sisanju krvi (ESCCAP, 2009.), a pandžica na završetku noga omogućava im pričvršćivanje za domadara (Hopla i sur., 1994.). Žive 4-6 tjedana (ESCCAP, 2009.), a njihov životni ciklus prikazan je na Slici 2. na primjeru ljudske uši (*Pediculus humanus*).



Slika 2. Životni ciklus ljudske uši (*Pediculus humanus*) (Web 2.)

Osim spomenute *Pediculus humanus* koja parazitira u kosi čovjeka, kod čovjeka se još može pronaći stidna uš (*Phthirius pubis*) na preponskoj regiji i oko očiju te odječna uš (*Pediculus humanus humanus*) koja je prijenosnik uzročnika povratne groznice (*Borellia recurrentis*), pjegavog tifusa (*Rickettsia prowazeki*) i rovovske groznice (*Rickettsia quintana*) (Habdija i sur., 2011.). Na psima parazitira *Linognathus setosus* (ESCCAP, 2009.) dok je *Haematopinus suis* koji parazitira na stoci vektor virusa svinjskih boginja (Hopla i sur., 1994.).

Tekuti (Mallophaga) su raznolikiji od sisajućih ušiju (Hopla i sur., 1994.), ne parazitiraju na ljudima (Habdija i sur., 2011.), a većinom parazitiraju na pticama i na manjem broju sisavaca (Hopla i sur., 1994.). Njihov usni aparat prilagođen je grizenju, a na nogama imaju jednu ili dvije pandžice pomoću kojih se pričvršćuju za domadara. Stalno žive na tijelu domadara, a hrane se kožom, perjem, dlakom, a samo neki su hematofagi. Razmnožavaju se paurometabolijom i prolaze kroz tri ličinačka stadija.

Tekuti mogu nanijeti velike štete s obzirom da parazitiraju na peradi (Habdija i sur., 2011.) pa tako na purama parazitiraju *Chelopistes meleagridis* i *Oxylipeurus polytrapezius* dok *Anaticola anseris* i *Trinoton anserium* parazitiraju na guskama. *Anaticola crassicornis* i *Trinoton querquedu* parazitiraju na patkama, a *Cuclutogaster heterographus*, *Goniocotes gallinae*, *Geniodes dissimilis*, *Goniodes gigas*, *Lipeurus caponis*, *Menachanthus stramineus* i *Menopon gallinae* parazitiraju na kokošima (Hopla i sur., 1994.). Pseći tekuti (*Trichodectes canis*) posredni su domaćini trakavice (*Dipylidum caninum*) te su općenito sve uši koje pronalazimo na mačkama i psima tekuti osim ranije spomenute *Linognathus setosus* koja siše krv.

U borbi protiv ušiju koje sišu krv i tekuta upotrebljavaju se insekticidi te je ovisno o dužini djelovanja terapiju potrebno ponoviti kako bi se spriječilo izljeganje ličinki iz jajašaca. Redovitim čišćenjem krevetnine i pribora za higijenu kao i tretiranjem okoliša sprječava se širenje zaraze (ESCCAP, 2009.).

2.3. DVOKRILCI (Diptera)

Dvokrilci (Diptera) su mali do srednje veliki kukci s razvijenim prednjim parom krila dok je stražnji par krila diferenciran u mahalice ili haltere. Razlikuju se s obzirom na područja koja naseljavaju, način života i oblik tijela. Ovisno o vrsti, usni aparat prilagođen je bodenju ili lizanju, a većinom se hrane biljnim sokom, polenom i nektarom dok su neki od njih

hematofagni paraziti na kralježnjacima i kao takvi vektori su brojnih uzročnika bolesti. Prolaze kroz potpunu preobrazbu te su ličinke kod većine vrsta beznoge i bezglave. Mogu se podijeliti u dva podreda: kratkoticalci (Brachycera) i dugoticalci (Nematocera) (Habdija i sur., 2011.).

2.3.1. Kratkoticalci (Brachycera)

Kratkoticalci (Brachycera) imaju kratka ticala od najviše 8 članaka. Odlikuje ih veliki broj različitih vrsta koje nastanjuju različite ekološke niše, a većinom su predatori i strvinari (Habdija i sur., 2011.).

2.3.1.1. Obadi (Tabanidae)

Obadi (Tabanidae) su izuzetno dobri letači velikog tijela i jarko obojenih, ponekad i prugastih očiju. Mužjaci se hrane polenom dok su ženke hematofagi (Habdija i sur., 2011.). Vrste roda *Chrysops*, *Tabanus*, *Hybomitra* i *Haematopota* napadaju domaće životinje (Hopla i sur., 1994.), a u Hrvatskoj je najzastupljenija vrsta *Tabanus bovinus* (Slika 3.) koja napada goveda i konje (Habdija i sur., 2011.).



Slika 3. *Tabanus bovinus* (Web 3.)

Ubodi obada su izrazito bolni te brojni ubodi mogu uzrokovati iritacije, oštećenja kože, anemiju, gubitak težine i smanjen prinos mlijeka. Ubodom obadi mogu prenijeti brojne patogene kao što su: *Trypanosoma evansi* (uzročnik surre kod pasa, slonova, bivola, konja i deva), *Anaplasma marginale* (uzrokuje anaplazmu stoke) i *Elaeophora schneideri* (oblić koji pogađa ovce i divlje preživače) (Hopla i sur., 1994.).

2.3.1.2. Muhe (Muscidae)

Porodica Muscidae raširena je po cijelome svijetu, a većinom se sastoji od vrsta koje su napasnici stoke, peradi i ljudi. Hematofagna vrsta, *Musca crassirostris* hrani se krvlju stoke na području Azije, Europe i Afrike, a hematofagna stajska muha (*Stomoxys calcitrans)* rasprostranjena je po cijelom svijetu kao i muha pecavka (*Haematobia irritans*) koja u rojevima napada goveda i konje te uzrokuje iritacije, gubitak tjelesne mase i smanjen prinos mlijeka (Hopla i sur., 1994.).

2.3.1.3. Carnidae

Unutar male porodice Carnidae nalazi se vrsta *Carnus hemapterus* (Slika 4.) koja u odrasloj dobi odbacuje krila i nastavlja živjeti kao ektoparazit pretežno divljih ptica (Hopla i sur., 1994.).



Slika 4. *Carnus hemapterus* (Web 4.)

2.3.1.4. Braulidae

Porodici Braulidae pripada vrsta *Braula caeca* (pčelinja uš). Pčelinja uš je u komenzalističkom odnosu s medonosnim pčelama (Slika 5.) diljem svijeta i od njih uzima hranu. Pčelinje uši su mali beskrilni kukci, okruglog tijela, jakih nogu i malih očiju. Izgledom podsjećaju na grinje pa se vrlo često s njima zamjenjuju. Jajašca polažu u košnici, a mlade se ličinke prehranjuju s peludi i voskom kojeg probavljaju uz pomoć mikroorganizama (Hopla i sur., 1994.)



Slika 5. Pečelinja uš (*Braula caeca*) (Web 5.)

2.3.1.5. Muhe zujare (Calliphoridae), mesuraše (Sarcophagiade) i štrkovi (Oestridae)

Ličinke pojedinih vrsta unutar porodica zujara (Calliphoridae) i mesaruša (Sarcophagiade) te ličinke vrsta unutar porodice štrkova (Oestridae) parazitiraju u živom tkivu uzrokujući gastrointestinalne, urogenitalne, okularne, nazofaringalne, aurikularne i kožne mijaze.

Muhe zujare koje uzrokuju fakultativne (povremene) mijaze uključuju ličinke vrsta *Phaenicia serricata, P. pallescens* i *Phormia regina* koje polažu jajašca u vunu ili otvorene rane te tu još spadaju i ličinke vrste *Cochilomyia macellaria* koje se razviju u nosu i ranama. Mali broj vrsta uznapredovao je do obligatne mijaze, no ipak postoji nekoliko vrsta. Ličinka vrste *Cochliomyia hominivorax* istrijebljena je na području SAD-a i Kanade, ali stvara velike probleme u ostatku Novog svijeta. Na području Starog svijeta nalazi se ličinka vrste *Chrysomyia bazzianai* i uzrokuje mijaze kod stoke. Rodovi *Pachychoeromyia* i *Neocuterebra* parazitiraju na afričkim slonovima dok Tumbu muha (*Cordylobia anthropophaga*) uzrokuje mijaze kod ljudi u Africi, ali parazitira i na štrkovima, majmunima, mačkama, psima i antilopama. Vrste *Protocalliphora* spp. parazitiraju na ptićima u gnijezdima.

Ličinke različitih vrsta muha mesaruša (*Sarchophaga* spp.) uzrokuju povremene mijaze kod domaćih životinja, a kao i kod muhi zujara malo ličinki je uznapredovalo do obligatne mijaze. Holoakrtičke muhe mesaruše (*Wohlfahrtia magnifica, W. nuba, W. opaca* i *W. vigil*) uzrokuju obligatne mijaze domaćih životinja.

Štrkovi uzrokuju obligatne mijaze, a parazitiraju na domaćim životinjama širom svijeta. Unutar ove porodice nalaze se četiri potporodice: Cuerebrinae (kožni štrkovi Starog svijeta), Oestrinae (štrkovi nosa i grla) i Hypodermatinae (štrkovi želuca). Potporodica Cuterebrinae uključuje mnoge vrste s područja Novog svijeta koji napadaju glodavce i zečeve. Vrsta

Dermatobia hominis napada ljude i stoku, a mali broj vrsta roda *Alouattamyia* parazitira na majmunima. Unutar potporodice Hypodermantinae nalaze se ličinke goveđih štrkova *Hypoderma lineatum* i *H. bovis* koje su rasprostranjene širom sjeverne polutke, a uzrokuju velike ekonomske gubitke u stočarskoj industriji do kojih dolazi kada govedo u pokušaju bijega od ženke muhe koja nosi jajašca ozlijedi samo sebe. Ženke goveđih štrkova polažu jajašca izravno na goveda. Nakon što se izlegnu, mlade ličinke pužu niz dlaku, dolaze do kože, buše je te započinju četiri do šest mjeseci dugu migraciju unutar vezivnog tkiva i stvaraju otvorene rane na koži kroz koje izlaze van. Pripadnici potporodice Oestrinae parazitiraju na kopitarima Starog svijeta i Australije. Njihova jajašca se razvijaju *in utero,* a prve ličinke koje se izlegu ženka u letu izbacuje u oči ili njušku domaćina. Ličinke ovčjih nosnih štrkova (*Oestris ovis*), konjskih nosnih štrkova (*Rhinoestrus purpureus*) i štrkova grla (*Cephenemyia trompe*) uzrokuju ozbiljne probleme, a mogu uzrokovati i smrt domaćina. Ovdje pripadaju i želučani štrkovi (*Gastrophilinae*) čije ženke polažu jajašca na krzno ili kožu domaćina koji ih potom lizanjem unosi u organizam. Ličinke se razvijaju u crijevima ili faringealnim dijelovima kod konja, slonova i nosoroga, a ponekad se izlegu unutar usta te se pričvršćuju na ždrijelo, želudac ili stijenku crijeva. Zrele ličinke napuštaju domaćina i izlaze iz organizma zajedno s fekalijama te se učahure na tlu. Najznačajnije vrste želučanih štrkova su obični konjski štrk (*Gastrophilinae intestinalis*) koji prevladava u Sjevernoj Americi i crnokrili konjski štrk (*G. pecorum*) koji prevladava u Africi, Europi i Aziji (Hopla i sur., 1994.).

2.3.1.6. Ce-Ce muhe

Ce-ce muhe su dvokrilci iz roda *Glossina*, porodice Glossinidae, koji nastanjuju različite dijelove Afričkog kontinenta. Razne vrste roda *Glossina* prenose vrste roda *Trypanosoma*, uzročnike bolesti spavanja kod ljudi i nagane kod domaćih životinja. *Trypanosoma brucei*, *T. congolense* i *T. vivax* su najvažniji uzročnici nagane. Bolest se manifestira anemijom, slabošću, smanjenjem mišićne mase, povećanjem unutrašnjih organa i limfnih čvorova, visokom temperaturom, proljevom i smrću (Hopla i sur., 1994.).

2.3.1.7. Muhe ušare (Hippoboscidae)

Muhe ušare su u odrasloj fazi ektoparaziti, hrane se krvlju ptica i sisavaca. Neke vrste se hrane krvlju domaćih sisavaca pa su iz tog razloga ovi kukci značajni u ekonomskom smislu. Ženke proizvode jedno jajašce koje se unutar tijela ženke razvija u pojedinačnu ličinku. Kada

ličinka sazrije, polažu je na mjestu karakterističnom za vrstu ili na tlo. Ovčja ušara (*Malophagus ovinus*) parazitira na ovcama diljem svijeta i vektor je vrste *Trypanosoma melophagium*. Ličinke ove vrste pričvrste se za ovčje runo i cijeli život provedu na domaćinu. Svojim izmetom ove muhe prljaju vunu ovaca, a kako njihova prisutnost razdražuje ovce, one se stalno češu i na taj način oštećuju vunu. Kod težih infestacija može se javiti anemija. Vrsta *Hippobosca longipennis* je ektoparazit kod pasa i divljih mesoždera starog svijeta, a prenosi nematodnog endoparazita *Dipetalonema dracunculoides*. Vrsta *Pseudolynchia canariensis* je vektor *Haemoproteus columbae* i jedina je vrsta koja parazitira na pripitomljenim pticama točnije na golubu, *Columba livia* (Hopla i sur., 1994.).

2.3.2. Dugoticalci (Nematocera)

Dugoticalci (Nematocera) su primitivni dvokrilci s dugim ticalima sastavljenim od brojnih članaka koji mogu biti prekriveni dlačicama. Ličinke su vodene i imaju usni aparat prilagođen filtriranju hrane (Habdija i sur., 2011.) dok se odrasle jedinke hrane krvlju pomoću usnog aparata prilagođenog bodenju (ESCCAP, 2009.).

2.3.2.1. Komarci (Culicidae)

Razvoj komaraca (Culicidae) od jajašaca do kukuljice odvija se u vodi, a traje tri do četiri tjedna. Ličinke borave u vodi gdje se hrane mikroorganizmima i izlaze na površinu po kisik. U stadiju kukuljice se ne hrane, ali su izrazito aktivni. Odrasle jedinke izlaze iz kukuljice koristeći tlak zraka i poprimaju kopneni oblik. Ženke se hrane krvlju kako bi se opskrbile proteinima potrebnim za razvoj jajnika i proizvodnju jajašaca dok se mužjaci hrane biljnim materijalom i žive samo kraće vrijeme nakon parenja. Zimu preživljavaju u obliku jajašaca, a samo nekoliko vrsta preživljava u obliku ličinki (ESCCAP, 2009.). Ženke su uglavnom nametnici na stoci, kućnim ljubimcima i peradi (Hopla i sur., 1994.). Ubod je većinom bezopasan, ali izaziva svrbež zbog alergijske reakcije na slinu komarca (ESCCAP, 2009.). Komarci su važni vektori patogena i mnogi patogeni prolaze razvojni ciklus unutar komarca dok se neki patogeni kao npr. bakterija *Bacillus anthracis* prenose preko zaraženog usnog aparata komarca (Hopla i sur., 1994.). Komarac malaričar *Anopheles maculipenis* rasprostranjen je na Palearktiku i prenosi tri osnovna tipa malarije koje uzrokuje *Plasmodium,* elefantijazu koju uzrokuje oblić *Wuchereria bancrofti*, tularemiju koju uzrokuju bakterije te groznice i glavobolje uzrokovane raznim virusima. Vrsta *Aedes aegypti* prenosi žutu groznicu, a obični komarac *Culex pipiens* prenosi encefalitis, limfatični meningitis, tularemiju i

brucelozu te je prisutan na području Republike Hrvatske. Na području Hrvatske živi 50 vrsta komaraca, a najčešća vrsta je *Aedes vexans* (Slika 6.) (Habdija i sur., 2011.). U borbi protiv komaraca preporučava se upotreba repelenata i insekticida (ESCCAP, 2009.).



Slika 6. *Aedes vexans* (Web 6.)

2.3.2.2. Papatači (Psychodidae)

Papatači (Psychodidae) su prilagođeni životu u tropskim, suptropskim i sušnim područjima pa su najrasprostranjeniji na području Sredozemlja, Afrike i Bliskog istoka. Njihov razvoj od jajašaca pa do odrasle jedinke odvija se u tlu bogatom organskim tvarima, a traje četiri do šest tjedana (ESCCAP, 2009.). Kao i kod komaraca ženke se hrane krvlju, a mužjaci se hrane biljnim sokom (Web 7.). Tijekom dana se nalaze na hladnim i vlažnim mjestima kao što su rupe u zidovima i mračni podrumi, a noću ženke odlaze u potragu za domaćinom. Ubod ženke papatača je bolan i uzrokuje pojavu ružičastih ili crvenih papula, a moguća je i pojava svrbeža koji može dovesti do sekundarnih bakterijskih infekcija (ESCCAP, 2009.). Papatači su važni kao vektori uzročnika bolesti pa tako kod stanovnika mediteranskog područja prenose virusom uzrokovanu papatači-groznicu. Na području Novog svijeta vrsta *Lutzomyia ylephiletrix* prenosi virus koji uzrokuje vezikularni stomatolitis kod konja, mazgi, goveda i svinja (Hopla i sur., 1994.). *Leishmania infantum*, uzrokuje lišmaniozu kod ljudi i pasa, a prenosi se putem vrsta: *Phlebotomus perniciosus, P. ariasi, P. perfiliewi, P. neglectus, P. tobbi* i *P. langeroni*. U svrhu izbjegavanja navedenih bolesti preporučava se izbjegavati područja u kojima su papatači široko rasprostranjeni, a ukoliko to nije moguće, svakako treba sebe i kućne ljubimce zaštiti repelentima (ESCCAP, 2009.).

2.4. POLUKRILCI (Hemiptera)

Unutar reda Hemiptera nalaze se hematofagni ektoparaziti, 115 vrsta stjenica ubojica iz porodice Reduviidae odnosno potporodice Triatominae i 74 vrste stjenica iz porodice Cimicidae. Vrste rodova *Triatoma, Rhodinus* i *Panstrongylus*, vektori su vrste *Trypanosoma*

cruzi, uzročnika Chagasove bolesti. Ova bolest značajno iscrpljuje ljude dok većina domaćih i šumskih životinja ne pokazuje znakove infekcije, već ima ulogu rezervoara. Na peradi u Americi i Meksiku parazitira vrsta *Haematosiphon inodorus* i uzrokuje iritacije te kod mlađih ptica smrt. Kozmopolitska vrsta *Cimex lectularius* i tropska vrsta *C. hemipterus* se hrane na ljudima i domaćim životinjama (Hopla i sur., 1994.).

2.5. OPNOKRILCI (Hymenoptera)

Opnokrilci (Hymenoptera) su mali do srednje veliki kukci koji nastanjuju različite kopnene ekološke niše zahvaljujući velikom broju vrsta, raznolikosti u građi tijela i socijalnom načinu života. Na glavi im se nalaze dobro razvijene oči i usni aparat prilagođen grizenju ili lizanju i sisanju. Pojedine vrste imaju dva para opnastih krila dok ih pojedine vrste uopće nemaju ili ih imaju kod pojedinih kasta ili u pojedinom dijelu života. Na kraju tijela kod pojedinih vrsta nalazi se leglica. Razmnožavaju se partenogenezom i prolaze kroz potpunu preobrazbu. Između prsa i zatka može se nalaziti utegnuće pa se s obzirom na to dijele u dva podreda: širokozačane (Symphyta) i utegnutozačane (Apocrita). Širokozačani opnokrilci imaju široko tijelo, bez utegnuća i često se nazivaju osama drvaricama zbog ličinki koje većinom borave na drveću. Utegnutozačani oponokrilci imaju utegnuće odnosno njihovo tijelo je mjestimice utanjeno zbog čega izgleda kao da je zadak odvojen od prsa. Raznolika su i velika skupina u koju se ubrajaju: mravi (Formicidae), ose najeznice (Ichneumonidae), ose (Vespidae), pčele (Apidae), itd. (Habdija i sur., 2011.).

2.5.1. Mravi (Formicidae)

Mravi (Formicidae) su zadružni kukci koji se razlikuju prema funkcijama koje obavljaju unutar zajednice. Mužjaci i ženke su jedini članovi zajednice koji posjeduju krila, ali samo za vrijeme parenja. Najbrojniji članovi zajednice su radnici. Radnici su beskrilni, bespolni i obavljaju sve poslove u zajednici. Vojnici su također beskrilni i bespolni i oni služe za obranu zajednice. Mravi mogu biti biljojedi, mesojedi ili strvinari. Pojedine vrste mrava s biljnim ušima (Aphididae) žive u mutualističkom odnosu. Biljne uši su mali kukci koji pripadaju redu raznokrilaca (Heteroptera) i nalaze se na različitim biljnim vrstama. Lako ih je prepoznati prema dugim ticalima i dvama cjevastim nastavcima na leđnoj strani petog i šestog kolutića iz kojih izlučuju tekućinu za obranu. Mravi pružaju biljnim ušima zaštitu i hrane se mednom rosom koju biljne uši proizvode od viška popijenog biljnog soka, šećera i otpadnih tvari, a izlučuju je kroz analni otvor (Habdija i sur., 2011.).

2.5.2. Ose najeznice (Ichneumonidae)

Ose najeznice (Ichneumonidae) su paraziti čije ličinke žive u ili na tijelu ličinki drugih kukaca. Ženke unutar ove porodice na kraju tijela imaju leglicu kojom jaja stavljaju u ličinke drugih kukaca. Kada se iz jaja izlegnu ličinke, one izjedaju utrobu svog domaćina tako što se najprije hrane organima koji nisu vitalni. Ose najeznice mogu biti korisne u borbi protiv šumskih štetočina pa se u tu svrhu uzgajaju pojedine vrste. U Republici Hrvatskoj najveća osa najeznica je crvenonoga potajnica (*Rhyssa persuasoria*) (Slika 7.) koja parazitira na gusjenicama vrste *Urocerus gigas* (Habdija i sur., 2011.).

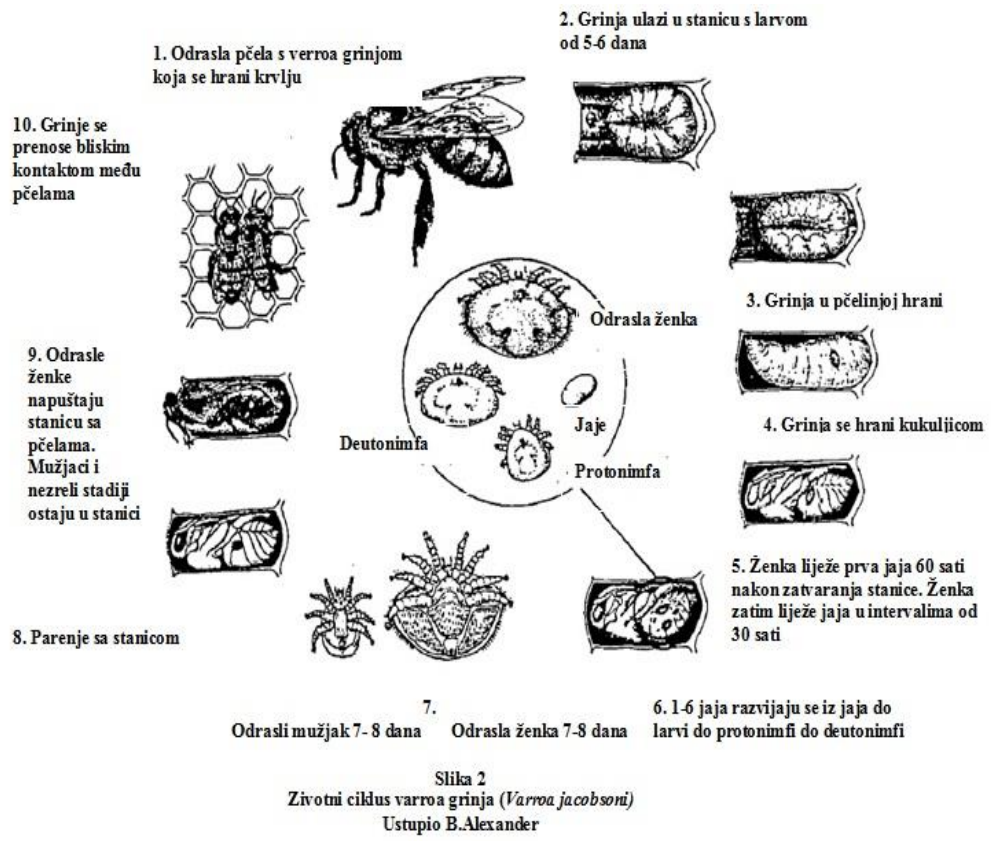


Slika 7. Crvenonoga potajnica (*Rhyssa persuasoria*) (Web 8.)

2.5.3. Pčele (Apidae)

Vrste unutar porodice pčela (Apidae) imaju usne organe za lizanje i sisanje te leglicu preobraženu u žalac koji se može upotrijebiti samo jednom u životu i nakon toga pčela ugiba. Pčele iz potporodice Apinae žive u dobro organiziranim zajednicama tzv. pčelinjacima i grade pčelinje saće. U pčelinjaku se razlikuju matica, radilice i trutovi. Matica je jedina spolna ženka koja se u početku brine o leglu, a kasnije taj posao prepušta radilicama. Pari se samo jednom u životu i živi četiri do pet godina. Radilice brinu o leglu, matici, donose hranu i grade saće. Trutovi su muške jedinke koje su zadužene samo za oplodnju ženke i nakon parenja ili na kraju sezone ugibaju. Najpoznatije pčele su pčele medarice (Habdija i sur., 2011.) koje se klasificiraju kao četiri vrste: *Apis cerana* (istočna ili Indijska pčela medarica), *A. dorsata* (divovska ili kamena pčela medarica), *A. florea* (malena pčela medarica) i *A. mellifera* (Europska ili zapadna pčela medarica). Pčele medarice žive u parazitskom odnosu s grinjama. Šest vrsta grinja parazitira na pčelama, a to su: *Acrapis dorsalis*, *A. externus*, *A. wood*, *Euvarroa sinhai*, *Varroa jacobsoni* i *Tropilealaes clareae*. U pčelarskoj industriji

najvažnije su vrste *Acrapis woodi* (pčelinja grinja) i *Varroa jacobsoni* (varroa grinja) koje mogu prouzročiti velike štete u vidu smrti velikog broja infestiranih jedinki (Hopla i sur., 1994.). Životni ciklus *Varroa jacobsoni* prikazan je na Slici 8. Osim u parazitskom odnosu, pčele kao što je već ranije spomenuto, žive i u kozmopolitskom odnosu s pčelinjim ušima (*Braula caeca*).



Slika 8. Životni ciklus Varroa grinje (*Varroa jacobsoni*) (Preuzeto i prilagođeno iz Hopla i sur., 1994.)

3. ZAKLJUČAK

Mnoge vrste kukaca žive u simbiotskom odnosu s drugim vrstama organizama, a najznačajniji simbiotski odnos je parazitizam. Iako su oni najčešće ti koji se nalaze u ulozi parazita, ponekad se i sami mogu naći u ulozi domaćina. Za čovjeka su najvažniji oni kukci koji se nalaze u ulozi parazita. Kukci kao paraziti mogu biti korisni u borbi protiv različitih štetočina, ali češće iz njihovog parazitskog odnosa proizlaze velike gospodarske štete. Štetiti mogu direktno čovjeku ili mogu nanositi štetu domaćim životinjama i kućnim ljubimcima čime onda u konačnici nanose veliku štetu i čovjeku. Kukci uzrokuju ozljede, alergijske reakcije i bolesti te prenose patogene. Bolesti uzrokovane patogenima koje prenose kukci odredile su tijek ljudske povijesti, a mnoge od tih bolesti prisutne su i danas.

Među njima je „Crna smrt“ ili bubonska kuga koja je usmrtila četvrtinu europskog stanovništva između 1346. i 1352. Razvoj trgovačkih putova, gradova, povećanje broja stanovništva i loši higijenski uvjeti pogodovali su širenju mnogih bolesti pa tako i kuge koja se u Europi prvi put pojavila 542./543. kao Justinijanova kuga (Diamond, 2007.). Kuga je zoonotska bakterijska infekcija uzrokovana bakterijom *Yersenia pestis* (Web 1.), a prenosi se sa štakora na čovjeka putem buha. Suprotno mišljenju mnogih ljudi kuga još uvijek nije stvar prošlosti, ona je potpuno iskorijenjena s područja sjeverne Europe i Australije, ali i dalje postoji unutar žarišnih endemičnih područja u ostatku svijeta gdje povremeno nastupaju epidemije među ljudima i grabežljivcima. Svjetska zdravstvena organizacija godišnje zabilježi oko 3 000 slučajeva kuge, no srećom uzročnik bolesti je vrlo osjetljiv na antibiotike i danas se ova bolest lako liječi (Web 9.).

Osim kuge tu su još malarija i tifus koji su igrali glavnu ulogu u ishodu nekoliko ratova. Obje bolesti se danas uspješno liječe, ali su i dalje prisutne. Tifus je kao endemična bolest prisutan u siromašnim zemljama Azije, Afrike i Južne Amerike, ali se povremeno pojavljuje i u ostatku svijeta (Web 10.). Malarija se pojavljuje u više od 100 zemalja, a više od 40% ljudi je u opasnosti. Područja s najvećim rizikom od malarije su Srednja i Južna Amerika, Haiti, Dominikanska Republika, Afrika, Bliski Istok, Indija, jugoistočna Azija i Oceanija (Web 11.). Malarija je kako je već ranije spomenuto bolest uzrokovana protistima iz roda *Plasmodium* koje prenosi ženka komrca roda *Anopheles* dok je tifus uzrokovan gram-negativnim bakterijama Rickettsiae koje prenose različite vrste kukaca uključujući uši i buhe. Tifus je poznat još od 430. g. prije Krista kada je za vrijeme Peloponeških ratova odnio mnoge živote.

U Europi se javio tijekom Engleskog građanskog rata, Tridesetogodišnjeg rata i Napoleonovih ratova (Web 12.). Tifus je Napoleonu stvarao velike probleme pa je tako njegova vojska 1815. godine pretrpjela velike gubitke (Web 13.). Malarija je pak odnijela živote mnogih kraljeva, papa i velikih ratnika pa se tako među njima našao i poznati talijanski pjesnik Dante Alighieri te makedonski vladar Aleksandar Veliki. Vjeruje se da je Aleksandar umro od malarije na vrhuncu svoje moći čime je malarija promijenila tijek povijesti. Da je Aleksandar preživio vjerojatno bi uspio ujediniti istok i zapad, spajajući Grke i Azijate u jednu zemlju. Ovako se nakon Aleksandrove smrti carstvo raspalo, a vojska se urušila (Web 14.). Malarija je zaslužna i za velike gubitke tijekom Američkog građanskog rata kada je od nje bolovalo 1,2 milijuna ljudi, a umrlo ih je 8 tisuća. Najveću ulogu malarija je imala u Drugom svjetskom ratu kada je od nje bolovalo 100 tisuća vojnika, a osim nje tada je velike probleme stvarao i tifus. Povjesničari smatraju da bi i bez atomske bombe japanska vojska bila poražena od strane tifusa i malarije za razliku od Savezničke vojske koja je pretrpjela manje gubitke zahvaljujući bolje razvijenom zdravstvu u vidu novog insekticida DDT-a (Web 13.).

4. LITERATURA

Allaby M. 2003. *A Dictionary of Zoology*. Reissued with new cover and corrections. Oxford University Press, New York, 597 pp.

Diamond J. 2007. *Sva naša oružja: : Zarazne bolesti, čelik i puške*. 1. izdanje. Algoritam, Zagreb, 507 pp.

European Scientific Counsel Companion Animal Parasites 2009. *Ectoparasites Part 1: Control of Parasitic Insects and Ticks.* Guideline 3. (Online). Dostupno na: http://www.esccap.org/uploads/docs/ogu35t0w_esccapgl3ectoguidelines.pdf (Pristupljeno: 4.5. 2017.).

Habdija I., Habdija P.B., Radanović I., Špoljar M., Kepčija M.R.,Karlo V.S., Miliša M., Ostojić A., Perić S.M. 2011. *Protista-Protozoa-Metazoa-Invertebrata - strukture i funkcije*. 1. izdanje. Alfa, Zagreb, 584 pp.

Hopla C.E., Durden L.A., Keirans J.E. 1994. Ectoparasites and classification. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz*. 13 (4), 985-1017.

Raven P.H., Johnson G.B. 2002. *Biology*. 6th edition. McGraw-Hill, Boston, 1238 pp.

Schowalter D.T. 2011. *Insect ecology: An Ecosystem Approach*. 3rd edition. Academic Press, 633 pp.

WEB IZVORI:

Web 1. http://extension.colostate.edu/docs/pubs/insect/05600.pdf (pristupljeno: 2.7.2017.)

Web 2. http://www.sanitarac.com/media/k2/items/cache/077ab55046ce80eaf9a3ddea999597ca_XL.jpg (preuzeto: 6.5.2017.)

Web 3. https://images45.fotki.com/v1636/photos/8/8126/6290669/age08_Tabanus_bovinus__Kukleg-vi.jpg (preuzeto 8.5.2017.)

Web 4. http://www.biodiversity.ubc.ca/entomology/main/Diptera/Carnidae/Carnus%20hemapterus%20form%20B%20(3lateral)%20.jpg (preuzeto: 8.5.2017.)

Web 5. http://beeman.se/research/braula_2.jpg (preuzeto: 8.5.2017.)

Web 6. http://www.eviem.se/Global/f%C3%B6rstudier/140424_aedes%20vexans_liten.jpg (preuzeto: 12.6.2017.)

Web 7. https://www.markovic.hr/trebaznati/lismanioza-kod-pasa/ (pristupljeno: 12.6.2017.)

Web 8. https://c1.staticflickr.com/5/4112/5061641201_b6e6e4121e_b.jpg (preuzeto:25.6.2017.)

Web 9. http://www.columbia.edu/itc/cerc/danoffburg/invasion_bio/inv_spp_summ/Yersinia_pestis.htm (pristupljeno: 3.7.2017.)

Web 10. http://www.traveldoctor.co.uk/insects.htm (pristupljeno: 2.7. 2017.)

Web 11. http://www.traveldoctor.co.uk/malaria.htm (pristupljeno: 2.7.2017.)

Web 12. http://biologija.com.hr/modules/AMS/article.php?storyid=8500 (pristupljeno: 2.7.2017.)

Web 13. https://projects.ncsu.edu/cals/course/ent425/text18/medical.html (pristupljeno: 26.6.2017.)

Web 14. http://www.malariasite.com/ (pristupljeno: 2.7.2017.)