

# Poplavni komarci

---

Zovkić, Juro

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:181:118517>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-01**



**ODJEL ZA  
BIOLOGIJU**  
Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

[Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Juro Zovkić

## **Poplavni komarci**

Završni rad

Mentorica: doc.dr.sc. Mirta Sudarić Bogojević

Osijek, 2016. godina

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Završni rad

Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

### Poplavni komarci

Juro Zovkić

**Rad je izrađen:** Odjel za biologiju, Zavod za zoologiju

**Mentorica:** dr.sc. Mirta Sudarić Bogojević, docentica

**Sažetak:** Poplavni komarci su komarci koji jaja polažu na vlažno tlo na kojem u određenom vremenskom razdoblju postoji mogućnost plavljenja područja. Najčešći primjeri poplavnih komaraca su *Aedes vexans* Meigen i *Ochlerotatus sticticus* Meigen. U posljednje vrijeme javlja se sve veći broj vrsta poplavnih komaraca zbog sve češćih poplava na globalnoj razini. Poplavni komarci vektori su različitih bolesti poput miksomatoze, dirofilarioze i groznice Zapadnog Nila. Shodno povećanju brojnosti poplavnih komaraca, također se povećava i razvoj navedenih bolesti. Kako bi se spriječilo njihovo širenje koriste se larvicidni tretmani na bazi *Bti*-a (*Bacillus thuringiensis israelensis*) i *Bs*-a (*Bacillus sphaericus*). Radi toga je nužan monitoring, odnosno praćenje broja i vrsta komaraca, kao i daljnja istraživanja samih poplavnih komaraca i tretmana koji utječu na nemogućnost njihovog prekomjernog razmnožavanja.

**Broj stranica:** 24

**Broj slika:** 11

**Broj literaturnih navoda:** 44

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** Poplavni komarci, *Aedes vexans*, *Ochlerotatus sticticus*

**Rad je pohranjenu:**

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**

**Bachelor's thesis**

**Undergraduate university study programme in Biology**

**Scientific Area:** Natural Sciences

**Scientific Field:** Biology

### **Floodwater mosquitoes**

Juro Zovkić

**Thesis performed at:** Department of Biology, Sub-department of zoology

**Supervisor:** Mirta Sudarić Bogojević, PhD, Assistant Professor

**Abstract:** Floodwater mosquitoes are mosquitoes, which lay their eggs on damp soil in which in a certain period of time there is a possibility of flooding area. The most common examples of floodwater mosquitoes are *Aedes vexans* Meigen and *Ochlerotatus sticticus* Meigen. Lately, there is an increasing number of types of floodwater mosquitoes because of more frequent flooding on global scale. Flood mosquitoes are vectors of various diseases such as myxomatosis, dirofilariasis and West Nile fever. In line of increase in abundance of floodwater mosquitoes, development of specified diseases is increased as well. To prevent their spread, larvicidal treatments based on *Bti* (*Bacillus thuringiensis israelensis*) and *Bs* (*Bacillus sphaericus*) are used. Therefore, the monitoring or tracking the number and species of mosquitoes, as well as further research of floodwater mosquitoes and treatments that affect the impossibility of excessive breeding is necessary.

**Number of pages:** 24

**Number of figures:** 11

**Number of references:** 44

**Original in:** Croatian

**Key words:** Floodwater mosquitoes, *Aedes vexans*, *Ochlerotatus sticticus*

#### **Thesis deposited in:**

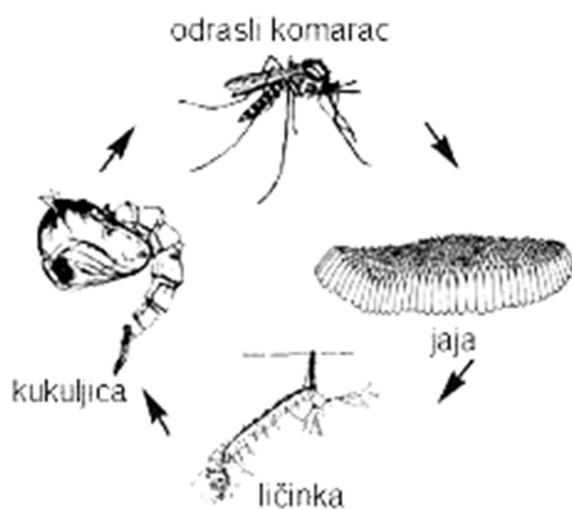
the Library of the Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek and in the National and University Library in Zagreb in electronic form. It is also available on the website of the Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. OPĆI DIO.....	2
2.1. Biologija komaraca.....	2
2.1.1. Ovipozicija.....	2
2.1.2. Embriološki razvoj i izljevanje .....	2
2.1.3. Ličinke komaraca.....	3
2.1.4. Kukuljica.....	4
2.1.5. Odrasla jedinka .....	5
2.2. MORFOLOGIJA KOMARACA.....	5
3. POPLAVNI KOMARCI .....	6
3.1. Općenito o poplavnim komarcima .....	6
3.2. <i>Aedes vexans</i> Meigen, 1830.....	7
3.3. <i>Ochlerotatus sticticus</i> Meigen, 1838 .....	8
3.4. <i>Aedes albopictus</i> Skuse, 1894.....	8
3.5. <i>Anopheles maculipennis</i> Meigen, 1818 .....	9
4. JAVNOZDRAVSTVENO ZNAČENJE POPLAVNIH KOMARACA .....	10
4.1. Groznica Zapadnog Nila .....	10
4.2. Dirofilarioza.....	11
4.3. Miksomatoza.....	11
5. KONTROLA KOMARACA.....	12
6. MONITORING KOMARACA .....	14
6.1. Vrste površina na kojima se legu komarci.....	14
6.2. Metode uzorkovanja ličinki .....	15
6.3. Metode uzorkovanja odraslih jedinki.....	16
7. ZAKLJUČAK .....	18
8. LITERATURA.....	20

## 1. UVOD

Komarci (Culicidae) su porodica kukaca iz reda dvokrilaca (Diptera). Do sada je opisano preko 3500 vrsta od čega ih se u Hrvatskoj nalazi oko pedeset. S obzirom na njihove posebne prilagodbe sposobni su preživjeti na različitim staništima pri različitim uvjetima pa stoga gotovo da i ne postoji vodeno stanište na kojem se oni ne mogu uspješno razmnožiti. Ovisno o njihovoj ovipoziciji, izlijevanju jaja i načinu života postoji nekoliko vrsta komaraca, a najčešće se dijele na „urbane“ i poplavne komarce (Barr, 1958). Teški su od 2,5 do 10 mg. Lete brzinom do 2,5 km/h i najčešće do visine od osam metara. Većina „urbanih“ vrsta komaraca leti do pet kilometara na sat no poplavni komarci, koji se obično razvijaju dalje od gradova, mogu preletjeti i četrdeset kilometara u potrazi za najbližim krvnim obrokom. Isključivo ženke komaraca uzimaju krvne obroke koji služe za razvoj jaja prije polaganja. Prilikom uboda ženke uzimaju otprilike 0,01 ml krvi što obično nije dovoljno za razvoj jaja pa se tako, ovisno o vrsti, krvni obroci mogu uzimati od dva do pet puta tijekom života. Ženke se, kao i mužjaci, najčešće hrane biljnim nektarom (web 1). Životni vijek mužjaka nešto je kraći nego ženki, on iznosi otprilike sedam dana, dok ženke najčešće žive dva do tri tjedna. Ukoliko prezime u obliku odraslog stadija, mogu živjeti i do šest mjeseci. Svi komarci prolaze kroz potpunu metamorfozu što znači da imaju četiri razvojna stadija, a to su: jaje, ličinka, kukuljica te odrasla jedinka (Slika 1). Sama ličinka sadrži četiri razvojna stadija budući da tri puta presvlači hitinski pokrov.



Slika 1. Životni ciklus komarca (Izvor: web 2)

## 2. OPĆI DIO

### 2.1. Biologija komaraca

#### 2.1.1. Ovipozicija

Otprilike dva do četiri dana nakon krvnog obroka, ženke polažu između pedeset i petsto jajašaca. Pri polaganju jajašaca ženke stoje na vodenoj površini tako da im stražnje noge zauzimaju V-oblik, a zatim se jajašca ispuštaju kroz genitalni otvor (Barr, 1958). Ovisno o vrsti jaja se polažu u nakupinama ili pojedinačno (Clements, 1992). Za razliku od navedenih, poplavni komarci, kao što su oni iz roda *Aedes* i *Ochlerotatus*, jaja ne polažu na vodenu površinu nego na tlo koje će kasnije biti poplavljeno (Slika 2). Supstrat na koji polažu jaja mora biti dovoljno vlažan budući da su ona iznimno osjetljiva na gubitke vode prije nego se formira voštani sloj serozne kutikule. Kako bi se izlegle ličinke naknadno je potrebna određena količina vode (Horsfall i sur., 1973), a poželjno je i da se u blizini nalaze odrasli komarci koji bi štitili ličinke od možebitnih predatora (Clements, 1992). Ovakav način ovipozicije ima prednost nad uobičajenim u razdobljima kada vode na nekom području trenutno nema, ali će je kroz neko vrijeme biti.



Slika 2. Ovipozicija ženke komarca (Izvor: web 3)

#### 2.1.2. Embriološki razvoj i izlijeganje

Za pojedine vrste komaraca dužina perioda prije izlijeganja je različita. Ona ovisi o abiotičkim faktorima, a ponajviše o temperaturi (Telford, 1963). Tako je obično više vremena potrebno poplavnim komarcima kako bi dosegli stadij ličinke. U Tablici 1. prikazano je

vrijeme potrebno za embrionalni razvoj i izlijevanje u pojedinim komaraca ovisnosti o temperaturi vode/zraka (Clements, 1992).

**Tablica 1.** Vrijeme u ovisnosti o temperaturi potrebno za embrionalni razvoj komaraca *Culex pipiens pipiens* L. i *Aedes vexans* Meigen.

<i>Culex pipiens pipiens</i> L.		<i>Aedes vexans</i> Meigen	
Temperatura (°C)	Vrijeme (dani)	Temperatura (°C)	Vrijeme (dani)
30	1	30	3
20	3	20	8

### 2.1.3. Ličinke komaraca

Ličinke komaraca (Slika 3) obitavaju u vodi. Nemaju noge, odnosno pripadaju „apodnim“ ličinkama. Njihovo tijelo obično je veličine od jednog do deset milimetara, a podijeljeno je na tri dijela: glavu, prsa i zadak. Na glavi se nalaze usta, oči i ticala. Ticala su sastavljena od tri dijela koji se nazivaju stručak, spojnica i bič. Ona se često nazivaju i slušnim organima i imaju posebno važnu ulogu u reprodukciji odraslih komaraca. Na zatku se nalaze četiri papile koje služe za regulaciju elektrolita te sifon kojim udišu atmosferski kisik kada se nađu iznad razine vode. Prema načinu prehrane, ličinke mogu biti predatori ili filtrirati čestice u vodi. Shodno tome najčešća hrana su im mikroorganizmi, praživotinje, alge i detritus (Becker i sur., 2010). Filtriranje je puno češći oblik hranjenja pri čemu se bočni nepčani privjesak pomiče naprijed-nazad tjerajući vodu sa suspendiranim česticama u unutrašnjost usta ili dolazi do aktivnog gibanja ličinke pri čemu hrana spontano ulazi u usta ličinke (Dahl i sur., 1988). Prije dosezanja stadija kukuljice, ličinke se presvlače tri puta. Brzina razvoja ponajviše ovisi o temperaturi kao i u slučaju razvoja jaja. Kako bi se obranili od možebitnih predatora ličinke nekih tipova komaraca, kao što je primjerice poplavni komarac *Ae. vexans*, mogu se grupirati te na taj način smanjiti izloženost pojedine ličinke.





Slika 3. Ličinka komarca (Izvor: web 4)

#### 2.1.4. Kukuljica

Stadij kukuljice (Slika 4) je kao i prethodna dva akvatičan, odnosno ona se nalazi blizu površine vode budući da i dalje atmosferski kisik uzima preko sifona. Dužina trajanja ovog stadija ovisi o temperaturi. Pri višim temperaturama smanjuje se razdoblje stadija kukuljice, a pri nižim produžuje. Kukuljica predstavlja prijelazni stadij u kojemu dolazi do određenih morfoloških promjena ličinke na putu ka odraslom komarcu. Najznačajnija promjena je fuzija glave i prsa u tvorbu zvanu *cephalothorax*, dok zadak ostaje zaseban, zbog čega je tijelo kukuljica dvodijelno, a ne trodijelno kao kod ličinki. Kukuljica komaraca je poprilično pokretna, a nakon zaranjanja uzrokovanog naglim poremećajima površine vode, kukuljica se pasivno vraća na površinu dok je kod ostalih kukuljica kukaca uočeno aktivno plivanje do površine vode. Bitna prilagodba opstanka komaraca je što se odrasle jedinke mogu razviti i iz relativno oštećene kukuljice kao što su one, primjerice, kod isušivanja staništa. Za razliku od stadija ličinke, kukuljica se ne hrani (Becker i sur., 2010).



Slika 4. Kukuljica komarca (Izvor: web 5)

### 2.1.5. Odrasla jedinka

Odrasla jedinka (Slika 5) predstavlja završni stadij metamorfoze komaraca. Kukuljica se postavlja u horizontalni položaj i zatim guta zrak kako bi se povećao pritisak između kutikule kukuljice i odrasle jedinke što dovodi do pucanja kutikule kukuljice duž ekdisalne linije (Mohrig, 1969). Nakon pucanja, odrasla jedinka polako napušta kukuljicu. Mužjaci komaraca kasnije spolno dozrijevaju nego što to čine ženke, zbog čega njihov stadij odrasle jedinke nastupa obično dan do dva prije nego u ženki (Gillett, 1983). Kako bi se to postiglo skraćuje se vrijeme ličinke mužjaka što za posljedicu ima da su odrasli mužjaci pojedine vrste manji nego odrasle ženke iste vrste komaraca.



Slika 5. Odrasla ženka roda *Aedes* (Izvor: web 6)

## 2.2. MORFOLOGIJA KOMARACA

Kao i kod ostalih člankonožaca, kod komaraca je također tijekom evolucije došlo do tagmatizacije, odnosno spajanja pojedinih kolutića u cjeline. Tijelo im se sastoji od tri dijela: glave, prsa i zadka.

Cjelovitu glavenu hitinsku čahuru čine čelo, tjeme, glaveni štitić, obrazi i zatiljak. Na glavi se nalazi jedan par pomičnih člankovitih ticala, usni organi i složene oči. Građa usnih organa povezana je s načinom ishrane pa kod komaraca nalazimo organe za bodenje. Sastavljeni su od gornje čeljusti (*maxilla*), donje čeljusti (*mandibula*), te donje usne (*labium*)

koji predstavljaju tjelesne privjeske, dok gornja usna (*labrum*) nije tjelesni privjesak. Donja usna zajedno sa četiri bodlje čini rilo kojim komarci prodiru kroz kožu kralježnjaka, dok je za funkciju sisanja odgovorna gornja usna.

Prsa (*thorax*) su građena od tri kolutića: prednji kolutić (*prothorax*), srednji kolutić (*mesothorax*) i stražnji kolutić (*metathorax*). Na sva tri kolutića nalaze se člankoviti tjelesni privjesci – noge, koje su građene od šest članaka, odnosno kuka (*coxa*), nožnog prstenka (*trochanter*), bedra (*femur*), gnjata (*tibia*), stopala (*tarsus*) i predstopala (*praetarsus*). S gornje strane srednjeg kolutića nalaze se prednja krila, a na stražnjem kolutiću reducirana stražnja krila.

Zadak (*abdomen*) je građen od 11 kolutića i *telzona*. Na prvih sedam kolutića, koji se nazivaju predgenitalni kolutići, nema tjelesnih privjesaka. Osmi i deveti kolutić nazivaju se i spolni kolutići. Kod mužjaka se na njima nalaze tjelesni privjesci preobraženi u organ za parenje, a kod ženki u leglicu koja služi za odlaganje jaja. Deseti i jedanaesti kolutić su postgenitalni kolutići (Habdija i sur., 2011).

### **3. POPLAVNI KOMARCI**

#### **3.1. Općenito o poplavnim komarcima**

Poplavni komarci su komarci čija se ovipozicija ne odvija na površini vode nego na vlažnom kopnenom staništu na kojem nakon nego vremena slijedi plavljenje područja. Neki znanstvenici u ovu skupinu ubrajaju samo komarce kod kojih se jaja polažu na prirodno tlo, a do izlijevanja dolazi prilikom poplava (Clements, 1992) dok oni drugi, u širem smislu, obuhvaćaju i one vrste koje polažu jaja u umjetne bazene, kao što su posude za cvijeće, rupe u drveću koje mogu biti ispunjene vodom, rabljene odložene gume ili bilo koju drugu stvar koja može zadržati vodu (engl. container mosquitoes) (Weterings i sur., 2014). Jedinke vrste *Aedes albopictus* Skuse, 1894, preferiraju rabljene gume, a *Aedes triseriatus* Say, 1823 duplje drveća koje se pune kišnicom.

Budući da se velika poplavna područja uglavnom nalaze daleko izvan gradova, odnosno ljudske koncentracije, poplavni komarci su razvili iznimne letačke sposobnosti. U potrazi za krvnim obrokom i boljim uvjetima neki mogu migrirati čak 160 kilometara, iako je prosjek dužine leta takvih vrsta trideset do četrdeset kilometara tijekom životnog vijeka.

Ova skupina uvjetno se može podijeliti na proljetne i ljetne poplavne komarce. Proljetni poplavni komarci izliježu se najčešće krajem ožujka kada zbog topljenja snijega dolazi do plavljenja područja. Obično im je potrebno duže vrijeme za izlijeganje i razvoj u odnosu na ljetne poplavne komarce budući da su u to vrijeme godine temperature niže. Najpoznatiji primjeri proljetnih poplavnih komaraca su *Aedes stimulans* Walker, *Aedes excrucians* Walker, 1848, *Aedes provocans* Walker, 1848 i *Aedes canadensis* Theobald, 1901. Ljetni poplavni komarci izliježu se nakon ljetnih kiša. Kod njih može postojati nekoliko generacija, ovisno o meteorološkim promjenama tijekom ljeta, odnosno o učestalosti ljetnih kiša, a zbog viših temperatura ličinke se razvijaju relativno brzo. Najpoznatiji primjeri ljetnih poplavnih komaraca su *Aedes vexans* Meigen, 1830, *Aedes trivittatus* Coquillett, 1902, *Ochlerotatus sticticus* Meigen, 1838, *Psorophora ferox* Humboldt, 1819 i *Psorophora ciliata* Fabricius, 1794.

### **3.2. *Aedes vexans* Meigen, 1830**

Vrsta *Ae. vexans* (Slika 6) zasigurno je najpoznatiji poplavni komarac. Pripada rodu *Aedes* i podrodu *Aedimorphus*. Uz vrstu *Cx. pipiens* najčešći je europski komarac. Ovisno o poplavama kroz godinu može sačinjavati i 80% ukupne količine komaraca u Europi. U početku je bio ograničen uglavnom na tropska i subtropska područja, a u Sjedinjene Američke Države je najvjerojatnije dospio u rabljenim gumama. Zbog njegove iznimno velike vektorske sposobnosti jedan je od najproučavanijih komaraca. Poznat je vektor vrsta *Dirofilaria immitis* i *Dirofilaria repens* te virusa iz roda *Leporipoxvirus* i porodice Bunyviridae.

Policiklička je vrsta koja preferira neutralne do bazične vode, najčešće na poplavljenim livadama te područjima trske, vrbe i topole. Javlja se u vrijeme proljeća, a izlegne se samo nekoliko sati nakon što poplavljena voda stagnira. Ukoliko se neke ličinke i ne izlegnu zbog isušivanja poplavljenog područja, prilikom sljedeće poplave postoji mogućnost da se izlegnu. Postoje podaci da se jaja vrste *Ae. vexans* na nekom području mogu zadržati i više od pet godina (Becker i sur., 2010). Iako do izlijeganja može doći tijekom proljeća, ono svoj vrh dostiže tijekom ljeta. Pri optimalnoj temperaturi od 30°C, potrebno je tjedan dana kako bi nastupio stadij ličinke. Odrasle ženke nakon krvnog obroka mogu položiti preko sto jaja, a često se dogodi da se za vrijeme poplava nađe više od sto milijuna ličinki po hektaru vodene površine.



Slika 6. *Aedes vexans* Meigen 1830 (Izvor: web 7)

### 3.3. *Ochlerotatus sticticus* Meigen, 1838

U starijoj literaturi ova vrsta se još uvijek može naći pod nazivom *Aedes sticticus* budući da je tek odnedavno izdvojena u zaseban rod *Ochlerotatus*. Samo staro ime upućuje na to da ima slična obilježja kao i porodica *Aedes*, točnije vrsta *Ae. vexans*. Uz tu vrstu jedna je od najrasprostranjenijih. Moguće ju je pronaći u područjima od sjeverne Europe do mediteranske regije, ali isto tako i na području Sibira i Sjeverne Amerike. Ličinke se obično nalaze u neutralnoj do bazičnoj vodi, a temperaturni optimum za razvoj ličinke je 25 °C. Ono po čemu se ipak razlikuje od vrste *Ae. vexans* je što se ličinke mogu razviti čak i pri temperaturama manjim od 8 °C, ženke često polažu nešto više jaja nakon krvnog obroka, a nerijetko i prelete više kilometara (Becker i sur., 2010).

### 3.4. *Aedes albopictus* Skuse, 1894

*Ae. albopictus* (Slika 7), poznatiji kao azijski tigrasti komarac, veličine je od dva do deset milimetara sa bijelo-crnim uzorkom (Huang, 1968). Veličina tijela ovisi o temperaturi vode i dostupnosti hrane tijekom stadija ličinke. Tako prosječna veličina zatka iznosi 2,63 mm, krila 2,7 mm, a rila 1,88 mm (Belkin, 1962). Mužjaci su otprilike 20% manji nego ženke, a njihova ticala sadrže više dlačica, što je povezano sa traženjem ženke prije parenja. Također, mužjaci obično sadrže i više bijelog pokrova, a njihovi čeljusni privjesci duži su od rila što nije slučaj kod ženki.

Jaja najčešće polažu u umjetne bazene, ali i rabljene gume automobila što je dovelo do njihove brze globalne rasprostranjenosti. Imaju kratki domet leta, otprilike 200 metara, zbog čega se nalaze u blizini mjesta izlijevanja, a najčešće su to šume. Budući da su aktivni preko dana, što nije toliko učestalo kod ostalih vrsta, nazivaju se i dnevni šumski komarci. Iako ženke imaju rapidni ubod, uvijek oprezno pristupaju uzimanju krvnog obroka zbog čega je jedan ubod nerijetko dovoljan za razvoj jaja. To rezultira višestrukim ubodima iste ili različite žrtve zbog čega postoji veća šansa prijenosa patogena kao što je primjerice virus Zapadnog Nila (Becker i sur., 2010).



Slika 7. *Aedes albopictus* Skuse 1894 (Izvor: web 8)

### 3.5. *Anopheles maculipennis* Meigen, 1818

Rod *Anopheles* također sadrži neke vrste koje pripadaju poplavnim komarcima kao što je primjerice *An. maculipennis*. Ono po čemu se potporodica Anophelinae razlikuje od potporodice Culicinae je to da je njihovo rilo postavljeno u ravnini s osi tijela, a ne pod kutom. Glava im je više položena prema dole, zbog čega je abdomen uzdignut, te se tako stvara kut tijela od 30-45° u odnosu na podlogu na kojoj stoje (Becker i sur., 2010).

Polažu od pedeset do 200 jaja pojedinačno, a ne odjednom kao većina vrsta potporodice Culicinae. Jaja su mala, otprilike veličine 0,5 x 0,2 milimetra. Larvu *An. maculipennis* najčešće nalazimo uz krajeve rijeka, rižinim poljima ili umjetnim bazenima. Obitavaju i na visinama većim do 2300 metara što je karakteristično jedino za njih iz cijelog

*An. maculipennis* kompleksa (Bozkov, 1966.). Ličinke su karakteristične po tome što nemaju sifon kao ličinke ostalih komaraca pa je njihovo tijelo položeno usporedno s površinom vode kako bi mogle uzimati atmosferski kisik. Odrasle ženke su zoofilične pa primarno traže krv svinja i kokoši, ali pri njihovom nedostatku hrane se ljudskom krvlju (Tovornik, 1980). U žlijezdama slinovnicama mogu sadržavati uzročnika malarije *Plasmodium falciparum*. Područje uboda podmazuju slinom kako ne bi došlo do zgrušavanja krvi te na taj način djeluju kao vektori *Plasmodium falciparum* i uzrokuju malariju.

## **4. BOLESTI I VEKTORSKA ULOGA POPLAVNIH KOMARACA**

### **4.1. Groznica Zapadnog Nila**

Groznica Zapadnog Nila je bolest koju prenosi virus Zapadnog Nila, odnosno virus iz porodice Flaviviridae. Virus je otkriven 1937. godine u uzorku žene iz regije Zapadnog Nila u Ugandi po čemu je i dobio ime. Prenose ga komarci (Kramer i sur., 2007). Najčešće su to *Aedes aegypti* L. 1762, u Hrvatskoj *Cx. pipiens* i *Ae. albopictus*, a u manjoj mjeri mogu ih prenositi i poplavni komarci *Ae. vexans* i *Aedes cinereus* Meigen 1818. Ovi i neki drugi komarci inficiraju se mikroorganizmom prilikom sisanja krvi zaraženih ptica ili drugih sisavaca, a potom ih ugrizom čovjeka mogu prenijeti i na njega. Do sad nije opažen direktan prijenos sa ptice na čovjeka ili sa čovjeka na čovjeka, međutim zapisani su znatno rjeđi oblici zaraze ovim virusom prilikom transfuzije krvi, transplantacije organa i prijenosa sa majke na dijete tijekom trudnoće i dojenja. Oko 80% zaraženih osoba nema nikakve simptome. Blaži oblik bolesti podrazumijeva simptome poput vrućice, malaksalosti, bolova u mišićima, glavobolje, mučnine ili oticanja limfnih čvorova. Većina oboljelih se potpuno oporavlja no kod nekih, a posebno osoba u podmlakloj dobi, može doći do razvoja encefalitisa i meningitisa što se može očitovati povišenom temperaturom, slabosti u mišićima, ukočenim vratom ili osjetljivošću na svjetlo. U ekstremnim slučajevima može doći do razvoja paralize i kome. Ne postoji univerzalno liječenje groznice Zapadnog Nila. U većini slučajeva terapija nije potrebna, ali pri težim oboljenjima nužna je hospitalizacija (Hayes i sur., 2005).

## 4.2. Dirofilarioza

Dirofilarioza je najčešće bolest pasa, nešto rjeđe mačaka, a u rijetkim slučajevima i čovjeka. Uzrokuju je oblici roda *Dirofilaria*, a prenose ih komarci iz rodova *Aedes*, *Anopheles* i *Culex*. Ženke vrste *Dirofilaria immitis* u odraslom stadiju veličine su otprilike 25 centimetara, a mužjaci oko 15 centimetara. Nakon parenja ženke polažu ličinke koje se nazivaju mikrofilarije u krvotok kralježnjaka, gdje se one zadržavaju sve dok ih komarac ne unese u svoj organizam prilikom hranjenja. Ličinke ulaze u Malpigijeve cjevčice komarca te sazrijevaju do trećeg stadija ličinke. Prilikom ponovnog hranjenja komarca, dospijevaju u krvotok novog kralježnjaka, gdje sazrijevaju i odlaze u srce. Tada dolazi do ponovnog parenja pri čemu nastaju nove ličinke koje u krvotoku mogu opstati i do 18 mjeseci (Orihel, 1961). Pojava simptoma zaraze pasa ovisi o broju parazita, veličini psa i njegovoj fizičkoj aktivnosti. U ranom stadiju bolesti dolazi do bržeg umaranja tijekom fizičke aktivnosti, a može se javljati i blaži oblik kašlja. U kasnijoj fazi bolesti, s razvojem zatajivanja desnog dijela srca dolazi do nakupljanja tekućine u abdomenu, mršavosti i dehidracije. U čovjeka rijetko dospijevaju. Smatra se da u njegovom tijelu ne mogu stvarati mikrofilarije pa je on „slučajan“ nositelj. Ukoliko i dođe do toga, *Dirofilaria immitis* ulazi pod kožu čovjeka i krvotokom dospijeva u srce, a zatim u žile plućnog krvotoka. Filarija u plućima čovjeka ugiba uzrokujući vaskulitis i infarkt pluća, stvarajući solitarne ili multiple promjene na plućima (Ciferri, 1982).

Postoji i vrsta *Dirofilaria repens* koja ima sličan ciklus no ona obitava u potkožnom tkivu. Odrasle jedinke mogu izazvati stvaranje čvorića u potkožju, dok mikrofilarije mogu uzrokovati blage kožne promjene i lokalizirani svrbež (Pampiglione, 1995).

## 4.3. Miksomatoza

Uzročnik miksomatoze je virus iz roda *Leporipoxvirus*. Čest je parazit u krvi i limfi zaraženog kunića, a rijetko napada zečeve. Može se prenositi direktnim dodiranjem zdrave i bolesne životinje, indirektno preko hrane ili vode, a najčešće se prenosi komarcima, kao što je primjerice poplavni komarac *Ae. vexans* (Dwyer i sur., 1990). Zbog takvog najčešćeg oblika prijenosa komarcima popularno se naziva i „bolest komaraca“. Vrijeme inkubacije traje od dva do deset dana, a bolest se relativno brzo širi. Nakon inkubacije znaci oboljenja se pojačavaju i očni kapci znatno oteknu. Stvara se gnojni iscjedak te dolazi do slijepljenja očnih



kapaka. Otekline se šire na nos, usne, uši i spolne organe. Zbog oteklina uši postaju teške i objese se, što je karakteristično za miksomatozu. Napadnuti kunić rapidno mršavi i umire unutar dva tjedna od zaraze. Liječenje nije uspješno, ali postoje preventivne mjere u vidu zaštite kaveza kunića od insekata ili cijepljenja protiv miksomatoze (Mossman i sur., 1995).

## 5. KONTROLA KOMARACA

Kako bi se uopće izvršila kontrola broja komaraca najprije je potrebno izvršiti monitoring komaraca kako bi se uvidjelo postoji li za mjerama supresije uopće potreba i ako postoji u kojoj mjeri. Danas postoji nekoliko načina tretiranja komaraca, a ono se odvija pomoću bioloških, kemijskih, fizičkih ili genetičkih mjera kontrole. Ovisno o tome primjenjuju li se na ličinku ili odrasle komarce dijele se na larvicidne i adulticidne tretmane.

Sve češće se pažnja pridaje larvicidnim tretmanima. Najbolji i najčešći tretmani temelje se na bazi *Bti*, odnosno *Bacillus thuringiensis israelensis* (De Barjac, 1990), ili *Bs*, odnosno *Bacillus sphaericus* (Hertlein i sur., 1979; Silva-Filha i sur., 2001). U više od trideset godina korištenja *Bti*-a nije primijećena rezistentnost ličinki (Becker i Ludwig, 1993). Također, *Bti* se smatra ekološki prihvatljivim, a njegova uporaba je visoko selektivna, odnosno djeluje samo na komarce. Aktivna tvar takvih preparata je protein bakterije *Bacillus thuringiensis israelensis* kojeg ličinke jedu. Zbog promjene pH, u probavilu ličinke uzrokuje naglo bubrenje epitelnih stanica crijeva i njihovo puknuće što u konačnici rezultira smrću jedinke (Charles i Nielsen-LeRoux, 2000). *Bti* se može koristiti tako da se otopi u vodi i zamrzne u male ledene granule. Granule se izbacuju iz zraka, prolaze kroz bujnu vegetaciju i dospijevaju na površinu vode. Led se ondje otapa, a *Bti* se oslobađa na površini vode.

Kemijski insekticidi dijele se na klorirane ugljikovodike, karbamate i piretroide. Tablica 2 prikazuje podjelu kemijskih insekticida i njihove najpoznatije primjere (Soderlund i Bloomquist, 1989; Dent, 1991; Howard i Oliver, 1997).

**Tablica 2.** Primjeri kemijskih insekticida i njihovi nazivi prema IUPAC nomenklaturi

Vrsta insekticida	Naziv insekticida	Naziv prema IUPAC-u
Klorirani ugljikovodik	DDT	1,1,1-trikloro-2,2-di(4-klorfenil)etan
Organofosfat	Naled	1,2-dibromo-2,2-dikloretil-dimetilfosfat
	DDVP	2,2-diklorovinil-dimetilfosfat
Karbamat	Propoxur	2-isopropoksifenil-N-metilkarbamat
	Bendiocarb	2,2-dimetil-1,3-benzodioxol-4-il-N-metilkarbamat
Piretroid	Etofenprox	1-etoksi-4-[2-metil-1-([3-(fenoksi)fenil]metoksi)propan-2-il]benzen

Najpoznatiji primjer genetske modifikacije je izveden na vrsti *Ae. aegypti*. Muške jedinice komaraca poznate pod nazivom OX513A tretirao je Oxitec, jedinica za genetsku modifikaciju kukaca britanskog sveučilišta Oxford. Metoda koja je korištena slična je sterilizaciji muških kukaca. Mužjaci koji su pušteni u divljinu ugibaju prije nego dosegnu spolni odrasli stadij. Ispitivanja su vršena na Kajmanskom otočju, Brazilu i Panami, gdje je razina vrste *Ae. aegypti* pala za čak 90% (Carvalho i sur., 2015). Ono po čemu se ova metoda razlikuje od sterilizacije mužjaka jeste to što pri sterilizaciji mužjaci ne ugibaju prije spolnog stadija, a obje metode su selektivno specifične za tretiranje vrste nad kojom se vrši genetska modifikacija.

## 6. MONITORING KOMARACA

### 6.1. Vrste površina na kojima se legu komarci

Iako se većina komaraca razvija i razmnožava u prirodnim staništima, postoje i oni koji to rade u urbanim sredinama. Takvi komarci nazivaju se urbanim komarcima kao što je primjerice *Cx. pipiens*, no u urbanim sredinama postoje i kontejnerske vrste koje pripadaju poplavnim komarcima. Njihova legla - urbana legla, jesu posljedica ljudske aktivnosti. Dva su osnovna tipa legala: otvorena i zatvorena. Otvorena urbana legla su sve vodene površine naselja kao što su jezera, začepljeni oluci, rabljene automobilske gume, zapušteni bazeni i fontane. Općenito su to sve otvorene površine sa vodom koja stagnira. Najpoznatiji primjer legla *Ae. albopictus* su rabljene gume kojima je vrsta širena u različite dijelove svijeta. Zatvorena legla nalaze se unutar zgrada. Najčešće su to podrumi, septičke jame i različiti vodospremnici. Ponekad su uvjeti u takvim leglima toliko povoljni da se komarci legu tijekom cijele godine, bez prezimljavanja. Također, u njima ličinke rijetko nailaze na prirodne neprijatelje (Benić i sur., 2006).

Takva legla bilježe se u bazu podataka budući da je monitoring komaraca prva karika u istraživanju i nadziranju komaraca suzbijanju bolesti koje oni prenose. U registru se nalaze osnovne informacije poput mjesta, tipa i vrste legla, gustoće ličinki, opisa legla sa skicom te drugi podaci kako bi se evidentirana legla mogla nadzirati i kontrolirati.

Jedan od najvažnijih faktora koji uvjetuje brojnost komaraca jest veličina legla. Prema veličini se dijele na velika, srednja i mala. Velika su ona čija je površina veća od 100 m<sup>2</sup>. Ona obuhvaćaju poplavna područja ravničarskih rijeka. U Hrvatskoj su to Dunav, Sava i Drava kod kojih se vodostaj povisuje zbog topljenja snijega u Alpama. Čine ih i poplavna područja ušća rijeka u more. Najpoznatije područje kod nas bila je delta Neretve. Također, obuhvaća i močvare i jezera (Merdić i Sudarić Bogojević, 2003). Srednja legla mogu biti bare i jezera, odnosno ona veličine od 1 do 100 m<sup>2</sup>. Mala legla su ona čija površina ne prelazi 1 m<sup>2</sup>, a to mogu biti kante, vaze, rabljene gume (Slika 9) i duplje u drveću.



Slika 8. Rabljene gume – malo leglo (Izvor: web 9)

## 6.2. Metode uzorkovanja ličinki

Uzorkovanja se najčešće vrši mrežicom (Slika 10). Vrsta mrežice, kao i vrsta metode, ovisi o brojnosti komaraca i veličini legla. Na velikim vodenim površinama postoje tri tipa uzorkovanja ovisna o količini biljnog pokrova. Ukoliko je vodena površina u potpunosti prekrivena biljnim pokrovom uzorkovanje se vrši po cijeloj površini tako da se mrežica promjera 25 centimetara uroni na dubinu do deset centimetara, a uzorak se uzima u dužini od jednog metra. Uhvaćene ličinke smještaju se u epruvetu. Postupak se ponavlja četiri puta kako bi se dobio broj komaraca po metru kvadratnom. U laboratoriju se na temelju dobivenih podataka te podacima o veličini površine računa ukupan broj ličinki. Ukoliko je vodena površina prekrivena biljem samo djelomično uz rubne dijelove, tada se najčešće koristi metoda djelomičnog uranjanja hvataljke ili metoda struganja hvataljkom. Kod prve se mrežica uranja pod kutom od  $45^\circ$  pri čemu voda utječe u mrežicu zajedno s ličinkama, a kod druge se mrežicom struže o donji dio plutajuće vegetacije. Kada vodena površina nije prekrivena biljem uzorkovanje se vrši na isti način.

Na srednje velikim vodenim površinama uzorkovanje se najčešće vrši mrežicom promjera deset centimetara. S njome se deset puta uzima uzorak dužine jednog metra kako bi dobili broj ličinki po metru kvadratnom. Budući da to često nije moguće mogu se koristiti i manje površine za uzimanje uzorka. Nasuprot uzorkovanju na velikim vodenim površinama potrebno je izvršiti veći broj filtriranja.

Na malim vodenim površinama cijeli uzorak profiltrira se kroz mrežicu u staklenu bočicu. Kako je uzorka na ovim leglima malo, kao standard se koristi pola litre uzorka.



Slika 9. Leglo komaraca i mrežica za ličinke (Izvor: web 10)

### 6.3. Metode uzorkovanja odraslih jedinki

Uzorkovanje odraslih jedinki vrši se pomoću čovjek-aspirator metode. Pomoću aspiratora (Slika 11) se prikupljaju komarci koji slete na prednji dio tijela čovjeka. Ukoliko unutar 15 minuta broj komaraca premašuje 15, potrebno je intervenirati adulticidnim tretmanima.



Slika 10. Aspirator (Izvor: web 11)

Još jedan način prikupljanja uzorka odraslih jedinki vrši se pomoću CDC klopke (Slika 12). Sastavljene su od plastičnog poklopca i cilindra, ventilatora i mrežice za sakupljanje uzorka. U mrežicu se stavljaju atraktanti, a najčešće su to svjetlo i suhi led. Iz suhog leda sublimira ugljikov dioksid koji privlači ženke komaraca u potrazi za krvnim obrokom. Klopke je najbolje postaviti blizu vodenih površina koje su zaklonjene od vjetra (Boca i sur., 2004).



Slika 11. CDC klopka (Izvor: web 12)

## 7. ZAKLJUČAK

Komarci se uvjetno mogu podijeliti na dvije skupine: „urbane“ i poplavne komarce. Svima im je zajednička metamorfoza, odnosno prelazak iz jajašca u stadij ličinke, zatim kukuljice i u konačnici odrasle jedinke. I mužjaci i ženke hrane se primarno biljnim nektarom, no ženke moraju uzimati i krvne obroke prije polaganja jaja. Ono po čemu se razlikuju jesu dužina trajanja svakog pojedinog stadija, način i mjesto ovipozicije odnosno polaganja jaja, broj jaja koje polažu i broj krvnih obroka tijekom životnog ciklusa, a nerijetko i dužina leta odraslog stadija. Ženke poplavnih komaraca nakon parenja polažu jaja na vlažna područja, a ne direktno na površinu vode kao ostali tipovi komaraca. Ta područja kroz neko vrijeme moraju biti poplavljena kako bi se iz jajašca razvila ličinka. Budući da se ta područja najčešće nalaze dalje od urbanih središta takvi komarci u pravilu prelete mnogo više kilometara u potrazi za krvni obrokom.

U posljednje vrijeme u svijetu su sve češće poplave. U Republici Hrvatskoj posljednja poplava ekstremnih razmjera dogodila se u svibnju 2014. godine. Poplavom su naročito pogođena područja Županijske Posavine odnosno sela: Gunja, Drenovci, Račinovci i Rajevo Selo. Takvi uvjeti visokog vodostaja rijeke Save bili su idealni za razvoj ličinki poplavnih komaraca što se očitovalo ogromnim najezdama komaraca.

Poplavni komarci su vektori različitih patogena koji uzrokuju bolesti kod ljudi, ali i ostalih kralježnjaka. Vrste poplavnih komaraca *Aedes vexans* i *Ochlerotatus sticticus* prenose različite parazite kao što su virusi iz porodice Flaviviridae koji uzrokuju groznicu Zapadnog Nila, virusi iz roda *Leporipoxvirus* koji uzrokuju miksomatozu te oblike roda *Dirofilaria* koji uzrokuju Dirofilariozu. Zbog toga je prije svega nužan monitoring komaraca. On daje uvid u podatke o broju i vrsti komaraca na određenom području. Na temelju tih podataka odlučuje se je li potrebno provesti mjere suzbijanja komaraca.

Komarci se mogu tretirati biološkim, kemijskim, fizičkim i genetičkim tretmanima. Ovisno o tome primjenjuju li se na ličinku ili odraslu jedinku postoje larvicidni i adulticidni tretmani. Daleko najbolje rezultate daju larvicidni tretmani na bazi *Bti*-a budući da su prihvatljivi za okoliš i ne stvaraju rezistentnost. Također, prednost im daje to što se koriste na stadiju ličinke čime su učinkovitiji jer je voda bolji medij za redukciju broja ličinki nego što je zrak za suzbijanje odraslih jedinki. Izvrsne rezultate daju i genetički tretmani. Najpoznatiji je primjer tretiranja vrste *Ae. aegypti*, odnosno mužjaka te vrste koji se vode pod nazivom

OX513A. Takvi mužjaci ugibaju prije odraslog spolnog stadija što dovodi do redukcije broja položenih jaja ženki za čak 90%.

Iz svega nabrojanog da se zaključiti kako komarci igraju veliku ulogu u zdravlju ljudi i životinja. Postoji naznaka da će se u budućnosti možda koristiti genetički tip kontrole zbog svoje visoko selektivne specifičnosti, ali o tome će odlučiti resursi, etička i moralna uvjerenja i do sad prikupljeno znanje znanstvenika na terenu i u laboratorijima. Radi prevencije i suzbijanja istih, te održavanja općeg zdravlja, smatram da su nužna daljnja istraživanja i monitoring komaraca.



## 8. LITERATURA

- Barr AR. 1958. The Mosquitoes of Minnesota (Diptera: Culicidae). *Univ Minn Agric Exp Stn Tech Bull* 228:154.
- Becker N, Ludwig M. 1993. Investigations on possible resistance in *Aedes vexans* field populations after a 10-year application of *Bacillus thuringiensis israelensis*. *J Am Mosq Control Assoc* 9 (2):221-224.
- Becker N, Petric D, Zgomba M, Boase C, Madon M, Dahl C, Kaiser A. 2010. *Mosquitoes and Their Control* Vol 2. Springer, New York, 577 pp.
- Belkin J. 1962. *The Mosquitoes of the South Pacific (Diptera: Culicidae)*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
- Benić N, Klojučar A. Izvid terena – pregled površina i prostora te određivanje „kritičnih točaka“ kao tipičnih urbanih ili semiurbanih legla komaraca. *DDT Trajna edukacija – Cjelovito (integralno suzbijanje) komaraca* 6:41-45.
- Boca I, Lovaković T, Sudarić Bogojević M, Merdić E. 2004. Metode hvatanja ličinki komaraca. 16. stručno-edukativni seminar s međunarodnim sudjelovanjem o novinama u djelatnosti DDD i ZUPP, Rovinj 143:149.
- Bozkov D. 1966. Krovososushiye komary (Diptera: Culicidae) Bolgarii. *Entomol Obozr* 3:570-574.
- Charles JF, Nielsen-LeRoux C. 2000. Mosquitocidal bacterial toxins diversity, mode of action and resistance phenomena. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 95:201-206.
- Ciferri F. 1982. Human pulmonary dirofilariasis in the United States: a critical review. *Am J Trop Med Hyg* 31 (2):302-308.
- Clements AN. 1992. *The biology of mosquitoes*. Vol. 1. Development, Nutrition and reproduction. Chapman & Hull, London, 509 pp.
- Dahl C, Widahl LE, Nilsson C. 1978. Functional analysis of the suspension feeding system in mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Ann Ent Soc Am* 81:105-127.

- Carvalho D, McKemey A, Garziera L, Lacroix R, Donnelly CA, Alphey L, Malavasi A, Capurro ML. 2015. Suppression of a Field Population of *Aedes aegypti* in Brazil by Sustained Release of Transgenic Male Mosquitoes. *PLoS Negl Trop Dis* 9:1-15.
- De Barjac H, Sutherland DJ. 1990. *Bacterial control of mosquitoes and blackflies*. Rutger University Press, London, 349 pp.
- Dent D. 1991. *Insect Pest Management*. C A B International, Redwood Press, 604 pp.
- Dwyer G, Levin S, Buttel L. 1990. A Simulation Model of the Population Dynamics and Evolution of Myxomatosis. *Ecol Monogr* 60 (4):423-447.
- Gillett JD. 1983. Abdominal pulses in newly emerged mosquitoes *Aedes aegypti*. *Mosq News* 43:359-361.
- Habdija I, Primc Habdija B, Radanović I, Špoljar M, Matoničkin Kepčija R, Vujčić Karlo S, Miliša M, Ostojić A, Sertić Perić M. 2011. *Protista – Protozoa; Metazoa – Invertebrata*. ALFA d.d., Zagreb.
- Hayes E, Komar N, Nasci R, Montgomery S, O'Leary D, Campbell G. 2005. *Emerg Infect Dis* 11:1167-1173.
- Hertlein BC, Levy R, Miller TWJr. 1979. Recycling potential and selective retrieval of *Bacillus sphaericus* from soil in mosquito habitat. *J Invertebr Pathol* 33:217-221.
- Horsfall WR, Fowler HW, Moretti LJ, Larsen JR. 1973. *Bionomics and Embryology of the Inland Flood Water Mosquito Aedes vexans*. University of Illinois Press, Urbana, 211 pp.
- Howard JJ, Oliver J. 1997. Impact of Naled (Dibrom 14) on the mosquito vectors of eastern equine encephalitis virus. *J Am Mosq Control Assoc* 13 (4):315-325.
- Huang YM. 1968. Neotype designation for *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae). *Proc Entomol Soc Wash* 7 (4):297-302.
- Kramer L, Li J, Shi PY. 2007. West Nile virus – A review. *Lancet Neurol* 6 (2):171-181.
- Merdić E, Sudarić Bogojević M. 2003. Effects of prolonged high water level on mosquito fauna in Kopački rit Nature Park. *Period biol* 105 (2):189-193.
- Mohrig W. 1969. *Die Culiciden Deutschlands*. Parasitol Schriftenreihe 18, 260 pp.

Mossman K, Nation P, Macen J, Garbutt M, Lucas A, McFadden G. 1996. Myxoma Virus M-T7, a Secreted Homolog of the Interferon- $\gamma$  Receptor, Is a Critical Virulence Factor for the Development of Myxomatosis in European Rabbits. *Virology* 215 (1):17-30.

Orihel T. 1961. Morphology of the Larval Stages of *Dirofilaria immitis* in the Dog. *J Parasitol* 2:251-262.

Pampiglione S, Canestri Trotti G, Rivasi F. 1995. Human dirofilariasis due to *Dirofilaria (Noctiella) repens*: a review of world literature. *Parassitologia* 37 (2-3):149-193.

Silva-Filha MH, Regis L, Oliveira CMF, Furtado AF. 2001. Impact of a 26-month *Bacillus sphaericus* trial on the preimaginal density of *Culex quinquefasciatus* in an urban area of Recife, Brazil. *J Am Mosq Control Assoc* 17:45-50.

Soderlund DM, Bloomquist JR. 1989. Neurotoxic actions of pyrethroid insecticides. *Ann Rev Ent* 34:77-96.

Telford AD. 1963. A consideration of diapause in *Aedes nigromacolis* and other aedine mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Ann Ent Soc Am* 56(4):409-418.

Tovornik D. 1980. Podatki o prehranjevanju komarijev (Diptera: Culicidae), zbranih v kmetijskih naseljih v Ljubljanski okolici. *Slovenska Akademija Znanosti i Umetnosti, Ljubljana* 1:1-39.

Weterings R, Umponstira C, Buckley H. 2014. Container-breeding mosquitoes and predator community dynamics along an urban-forest gradient: The effects of habitat type and isolation. *Basic Appl Ecol* 6:486-495.

Web izvori:

Web 1

<http://komarci.biologija.unios.hr/o-komarcima/cesto-postavljana-pitanja/> 20.08.2016.

Web 2

[http://www.vusz.hr/Cms\\_Data/Contents/VSZ/Folders/dokumenti/upravni5/~contents/YUJ28RC2RFUEGAL3/komarci-letak.pdf](http://www.vusz.hr/Cms_Data/Contents/VSZ/Folders/dokumenti/upravni5/~contents/YUJ28RC2RFUEGAL3/komarci-letak.pdf) 20.08.2016

Web 3

<http://blogs.biomedcentral.com/bugbitten/wp-content/uploads/sites/11/2015/04/Culex-piapiens-laying-eggs.jpg> 24.08.2016.

Web 4

[http://www.alfaportal.hr/phocadownload/osnovna\\_skola/7\\_razred/biologija/galerija\\_slika/14.%20Kukci%20i%20ostali%20%C4%8Dlankono%C5%A1ci/Kukci/slides/Licinka%20komarc a.jpg](http://www.alfaportal.hr/phocadownload/osnovna_skola/7_razred/biologija/galerija_slika/14.%20Kukci%20i%20ostali%20%C4%8Dlankono%C5%A1ci/Kukci/slides/Licinka%20komarc a.jpg) 01.09.2016.

Web 5

<http://www.krebsmicro.com/forumpix/1077-1083v2sm.jpg> 11.09.2016.

Web 6

<http://bugs.adrianthysse.com/wp-content/uploads/2011/06/mosquito.jpg> 11.09.2016.

Web 7

<http://bugguide.net/images/raw/OH4/HHR/OH4HHR6HZRWHYHIHHTHGHOHMHVH4HD HIHEZZLGZLL8Z8HVHGHHAHZL5Z8H5ZMHAHMHEZ4HHTHLLGZ.jpg> 03.09.2016.

Web 8

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b6/CDC-Gathany-Aedes-albopictus-1.jpg> 05.09.2016.

Web 9

<http://therivardreport.com/wp-content/uploads/2016/01/17789-300x225.png> 15.09.2016.

Web 10

[http://komarci.biologija.unios.hr/wp-content/uploads/slike/IMG\\_1477.JPG](http://komarci.biologija.unios.hr/wp-content/uploads/slike/IMG_1477.JPG) 15.09.2016.

Web 11

<https://6legs2many.files.wordpress.com/2010/09/aspirator-with-moth.jpg> 15.09.2016.

Web 12

<http://www.bcgov.net/departments/public-safety/mosquito-control/images/cdc-trap-1-reduced.jpg> 15.09.2016