Mimikrija kukaca

Antonović, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2010

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:293512

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

MIMIKRIJA KUKACA

INSECT MIMICRY

SEMINARSKI RAD

Ivan Antonović
Preddiplomski studij biologije
(Undergraduate Study of Biology)
Mentor. Prof.dr.sc. B. Primc-Habdija

Zagreb, 2010.

SADRŽAJ

1. UVOD 3
2. MIMIKRIJA KUKACA 4
2.1. Otkriće i definicija Batesove mimikrije 5
2.2. Müllerova mimikrija 7
2.3. Agresivna mimikrija 8
2.4. Zvučna i kemijska mimikrija 10
3. LITERATURA 12
4. SAŽETAK 14
5. SUMMARY 15

1. UVOD

Mimikriju definiramo kao sličnost **vrste a** s **vrstom b** putem boje, oblika tijela, ponašanja ili bilo koje kombinacije prethodno navedenih karakteristika (Gendernalik 2007). Osim toga, mimikrija može biti i zvučna te kemijska, odnosno može uključivati sličnost na bilo kojem području komuniciranja među organizmima. Riječ mimikrija prvi put se spominje 1637. godine, a dolazi od grčke riječi *mimetikos* - onaj koji oponaša (grč. *mimeisthai* - oponašati). U početku se koristila za opisivanje ljudi, a u biologiji se počela upotrebljavati od 1851. (Harper 2010).

Preživjeti i ne postati plijenom je oduvijek bio glavni cilj i kod životinja i kod biljaka. Mimikrija predstavlja jednu od najboljih antipredatorskih metoda koja se razvijala kroz mnoge generacije putevima prirodne selekcija. Mimikrija se razvijala kroz dvije faze: prva uključuje mutaciju određene skupine gena **vrste a** koja je rezultirala promjenama u obliku i izgledu tijela te ponašanju. Mutacija je omogućila **vrsti a** da nalikuje **vrsti b**, a prirodna selekcija (druga faza) omogućila je zadržavanje tih gena u populaciji. Još u Darwinova doba, znanstvenici su shvatili kako mimkrija predstavlja jedan od najboljih dokaza koji podupire Darwinovu ideju o razvoju vrsta putem prirodnog odabira (Wallace 1866; Poulton 1898).

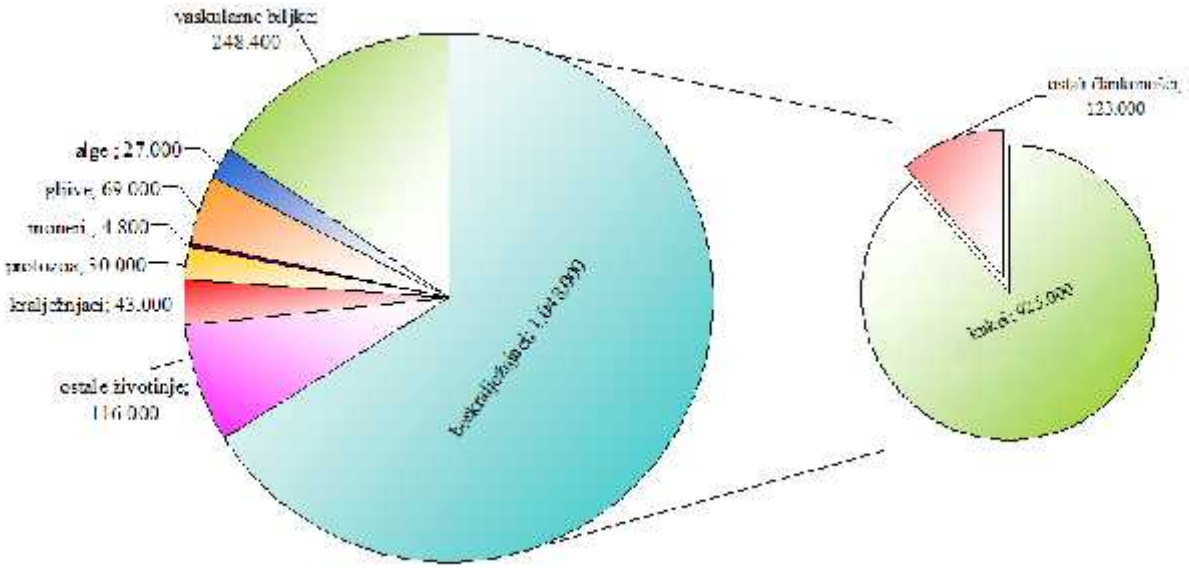
Mimikriju dijelimo na Batesovu mimikriju (jestiva vrsta oponaša nejestivu), Müllerovu mimikriju (dvije nejestive vrste nalikuju jedna na drugu), agresivnu mimikriju (predator oponaša plijen), kemijsku (sastavom i kombinacijom feromona te kutikularnih lipida, uljez oponaša domaćina kako bi neometano boravio u gnijezdu), zvučnu (oponašanje zvučnih signala kojima se jedinke iste vrste služe u komuniciranju). Kod Mertensianove mimikrije otrovni plijen oponaša manje otrovnog predatora, a kod Vavilovianove mimikrije biljke korovi oponašaju kultivirane biljke.

Primjeri mimkrije brojni su u biljnom i životinjskom svijetu. Tako, na primjer, hobotnica roda *Thaumoctopus*, bojom, oblikom i ponašanjem oponaša morske zmije, ribe listašice (Soleidae) te otrovne ribe lavove (Scorpaenidae) (marinebio.org). Vrsta ptice kukavice, *Cuculus varius*, izgledom i načinom leta nalikuje vrsti iz porodice sokolovki, *Accipiter badius* (Davies i sur. 2008). Jedan od poznatijih primjera je i mimikrija kod koraljnih zmija što je ujedno i primjer Mertensianove mimikrije. Otrovni plijen (prava koraljna zmija *Micrurus* sp.) oponaša manje otrovnog predatora (lažna koraljna zmija *Erythrolamprus* sp.) (Wickler 1968).

Zanimljiv je i primjer seksualne mimikrije kod orhideja iz roda *Ophrys* kod kojih donja latica veoma podsjeća na ženku bumbara. Kada mužjak bumbara sleti na nju u nastojanju da je oplodi, on zapravo opraši biljku. No orhideja oponaša i feromone ženke bumbara, čime dodatno privlači mužjake (Schiestl 2005). Jedan od primjera Vavilovianove mimikrije je sličnost trave *Echinochloa oryzoides* s rižom *Oryza sativa* (Barrett 1983). U ovom primjeru ne nalazimo samo sličnost u izgledu odrasle biljke, nego i u izgledu sjemenki.

2. MIMIKRIJA KUKACA

Razvoj Zemlje pratimo u milijardima godina, a razvoj kukaca ”samo” u milijunima. No tijekom tih 450 milijuna godina (Purser 2003.) kukci su se toliko razvili, da današnje doba slobodno možemo nazvati doba kukaca. Po mnogo čemu kukci su nemjerljivi s ostatkom živog svijeta na Zemlji: brojnošću, biomasom, utjecajem na okoliš, raznolikošću adaptacija (Grimaldi i Engel 2005) (slika 1.).



Slika 1. Prikaz raznolikosti organizama na Zemlji
Prilagođeno na temelju Grimaldi i Engel 2005.

Kukci (lat. *insecta* - zarezan, podijeljen) pripadaju člankonošcima šesteronošcima jer svi imaju tri para člankovitih nogu, a samo tijelo podijeljeno im je na tri dijela: glavu, prsa i zadak. Cijelo tijelo presvučeno je tankim slojem hitina koji je nepromočiv. Vrlo je lagan te se savija, a ne lomi se.

Na glavi se nalaze ticala, usni organi i fasetirane oči (oči sastavljene od mnogo sitnih okašaca). Različito građeno usni organi kod različith vrsta prilagođeni su različitim načinima prehrane te tako nalazimo usne organe za grizenje (npr. skakavci), bodenje (npr. komarci), lizanje (pčele) i sisanje (leptiri). Prsa su važna za pokretanje jer su na njima smještene noge i krila. Kukci su jedini krilati člankonošci, a krila su oblikom i veličinom prilagođena njihovim životnim potrebama. Kod pojednih vrsta i noge su prilagođene načinu života: hodalice (većina kukaca), kopalice (npr. rovac), trčalice (npr. trčci), plivalice (neki vodeni kornjaši), skakalice (skakavci, buhe), grabilice, sabiralice (pčele), čistilice. U zatku su smješteni organi za probavu, izlučivanje i razmnožavanje. Unutarnji organi nalaze se u tjelesnoj tekućini, hemolimfi, koja prenosi hranjive tvari i neprobavljive ostatke po tijelu.

Kukci udišu zrak koji u tijelo ulazi kroz otvore (oduške, stigme) na stranama prsa i zatka. Stigme se granaju u uzdušnice (traheje) i na taj način donose zrak u sve dijelove tijela. Ličinke vodenih kukaca dišu uzdušničkim škrgama.

Visoki reprodukcijski potencijal jedna je od glavnih karakteristika kukaca. Razvoj započinje jajetom, a završava odraslom oblikom, imagom. Takav oblik nastaje dugotrajnim rastom, sazrijevanjem i tjelesnim preoblikovanjem niza ličinačkih oblika, a često podrazumijeva i stadij kukuljice. Proces razvoja odraslog kukca nazivamo metamorfozom, a ona može biti potpuna (postoji stadij kukuljice) ili nepotpuna (nema stadija kukuljice).

Kada govorimo o kukcima govorimo o milijun poznatih vrsta (Purser 2003), koje su naselile gotovo sva staništa na Zemlji. Kukci su organizmi koji su se evolucijski izuzetno dobro prilagodili svom okolišu i razvili su čitav niz prilagodbi za preživljavanje te zaštitu od predatora. Jedna od posebnijih je mimikrija, koja je prvi puta uočena i opisana upravo kod kukaca.

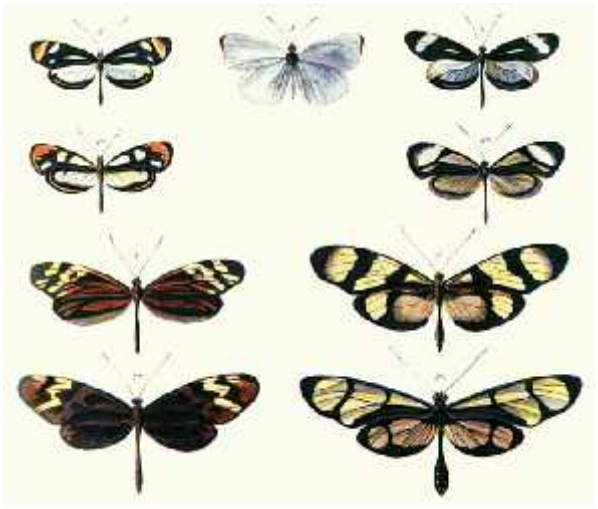
Kod kukaca se susrećemo s vizualnom, agresivnom, zvučnom, te kemijskom mimikrijom, ali i s kombinacijama navedenih mimikrija, a sve u svrhu zavaravanja predatora, odnosno plijena.

2.1. Otkriće i definicija Batesove mimikrije

Kao voditelj istraživanja amazonskih prašuma, Henry Walter Bates, engleski prirodoslovac i istraživač, 1842. godine došao je do zanimljivih zaključaka koji će promijenti dotadašnji pogled na svijet kukaca. Proučavajući amazonske leptire i uzorke šara na njihovim krilima, uočio je kako sistematski udaljene skupine nose gotovo pa jednake uzorke na krilima. Također, uočio je kako na određenim područjima pripadnici jedne vrste čine veliku većinu, dok se jedinke druge vrste mogu pronaći u znatno manjem broju (Resh i sur. 2003). Jedinke

kojih ima više, nejestive su većini predatora, dok su jedinke, koje nalazimo u manjem broju, često na meti predatora.

Proučavajući upravo jedan takav primjer kod potporodica Ithomiinae i Dismorphiinae, Bates je shvatio principe mimikrije, no tek će kasnije Edward B. Poulton tu mimikriju i nazvati Batesovom mimikrijom. U navedenom primjeru potporodica Ithomiinae je brojnošću jedinki bila puno zastupljenija u odnosu na jedinke Dismorphiinaea. Također su te jedinke bile i nejestive za predatore, za razliku od drugih (Resh i sur. 2003). Kako su jedinke Dismorphiinaea bile prisutne u znatno manjem broju, a nisu imale neku posebnu zaštitu od predatora, poput Ithomiinaea, one su razvile jedan posve novi način obrane - počele su oponašati uzorke šara na krilima Ithomiinaea, te su na taj način zavarale predatore. (slika 2.).

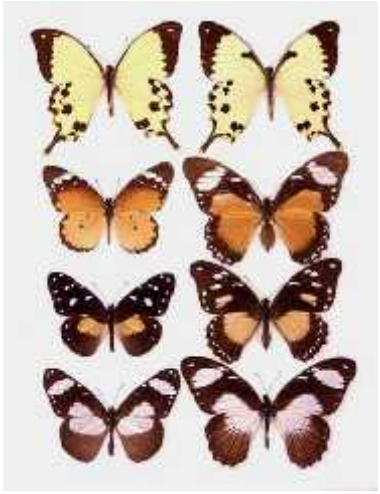


Slika 2. Batesova mimikrija između potporodica Dismorphiinaea (prvi i treći red) te Ithomiinaea (drugi i četvrti red). **(http://diogenesii.wordpress.com/2010/02/)**

Batesova mimikrija javlja se kod pripadnika različitih vrsta koje su slične po izgledu, ali ne i po jestivosti. Jestive vrste vješto oponašaju nejestive kako bi se spasile od mogućih predatora. One nisu opremljenje nikakvim bodljama, žalcima ili toksičnim spojevima, nego samo svojim izgledom oponašaju nejestive vrste (slika 2.). Svoj ”okus” nejestive vrste dobile su još za vrijeme ličinačkog stadija. Ličinke se hrane i žive na biljkama koje sadrže toksične spojeve, kao i spojeve koji ima daju kasnije ”loš okus” (Sheppard 1962).

Mimirkija je sustav koji obuhvaće najmanje tri jedinke različitih vrsta. Dvije jedinke prenose signal (uzorci šara na krilima), dok treća jedinka prima te signale i analizira ih, a mimirkija će biti uspješna samo ako se predator već prije susretao s određenim signalom preko kojeg je naučio je li neka vrsta jestiva, odnosno nejestiva. Jestive vrste upravo i igraju na tu kartu, računajući na prethodna loša iskustva predatora s nejestivim vrstama.

Primjer uspješne primjene mimikrije je i leptir *Papilio dardanus* (porodica Papilionidae). Leptir je rasprostranjen u subsaharskom području Afrike, a engleski entomolog E. B. Poulton (1924) opisao ga je kao najzanimljivijeg leptira na svijetu. Vrsta pokazuje polimorfizam šara na krilima, a uspješno oponaša vrste roda *Danaus* i *Amauris* iz porodice Danaidae (slika 3.). Zabilježeno je čak trideset različitih uzoraka, kojima ova vrsta oponaša nejestive jedinke iz porodice Danaidae (Salvato 1997). Zanimljivo je kako samo ženke oponašaju izgled otrovnih vrsta, za razliku od mužjaka koji imaju većinom jednoličan uzorak šara. No određeni broj ženki oponaša i izgled mužjaka (andromorfne jedinke) te se na taj način doprinosi očuvanju broja i mužjaka i ženki u populaciji (Cook i sur. 1994) (slika 3.).



Slika 3. Leptiri iz porodica Danaidae i Papilionidae
Zadnja tri reda (gledano odozgo) prikazuju nejestive leptire iz porodice Danaidae (lijevi stupac), te ženke leptira *Papilio dardanus* (desni stupac) koje ih oponašaju. Prvi red prikazuje mužjaka *Papilio dardanus* (lijevo), te andromorfnu ženku iste vrste (desno). (http://www.ucl.ac.uk/taxome/jim/Mim2/dardanus.html)

2.2. Müllerova mimikrija

Istražujući leptire amazonske prašume, Bates je uočio kako neke vrste leptira roda *Naopeogenes*, iako su nejestive, morfološki nalikuju vrstama potporodice Ithomiinae. Ta pojava kosila se s njegovim dotadašnjim shvaćanjem mimikrije, a pripisao ju je utjecaju okoliša, odnosno anorganskih spojeva (Resh i sur. 2003). Tek će 1879. godine, njemački prirodoslovac Johann Friedrich Theodor Müller (poznatiji kao Fritz Müller), otkriti o čemu se tu zaista radi.

Koristeći se matematičkim izvodima, Müller je uočio kako tu ne možemo govoriti o nikakvim vanjskim utjecajima, već samo o bespoštednoj borbi za život, u kojoj dvije vrste, koje dijele isto vanjsko obilježje, imaju puno manju stopu smrtnosti nego kada bi svaka izgledala drugačije. Predator, npr. mlada ptica, koja tek uči raspoznavati jestive od nejestivih

vrsta, mora ubiti određeni broj jedinki kako bi naučila što smije jesti. Kako dvije vrste izgledaju gotovo jednako (slika 4.), predator će ubiti puno manje jedinki (brže će naučiti razlikovati jestive i nejestive vrste) te tako i pošiljatelji signala, plijen, ali i njegov primatelj, predator, imaju koristi iz ovog odnosa. Predator će naučiti koje vrste izbjegavati, a plijen će pretrpjeti manje gubitke. Kako bi predator što prije naučio koje vrste izbjegavati, plijen se trudi biti što uočljiviji - služi se aposemantičkom obojenošću. Uporaba jarkih boja i neobičnih uzoraka na krilima, predatoru su jasan znak da se radi o otrovnoj i nejestivoj vrsti.

Jedinstvenu pojavu da dvije različite nejestive vrste dijele istu, ili vrlo sličnu, aposemantičku obojenost nazivamo Müllerovom mimikrijom (Resh i sur. 2003).



Slika 4. Primjer Müllerove mimikrije
*Danaus plexippu*s (lijevo) i *Limenitis archippus* (desno)
(http://rainforests.mongabay.com/0306.html)

Jedan od najčešćih primjera mimirkije, a koji se donedavno smatrao primjerom Batesove mimikrije, je primjer mimikrije kod vrste *Danaus plexippus* i vrste *Limenitis archippus*. Postojalo je mišljenje kako *Limenitis archippus*, preko uzoraka šara na krilima, oponaša jedinke roda *Danaus*, no u svom radu Ritland i Brower (1991) su pokazali kako je i *Limenitis archippus* podjednako lošeg okusa. Predatori, npr. ptice, izbjegavaju i njega kao plijen pa su stoga su oni pravi primjer Müllerove mimikrije (Salvato 1997). Njihove ličinke hrane se lišćem biljaka iz roda *Asclepias* – cigansko perje, koje sadrži velike količine mliječnog soka s velikim udjelom otrovnih glikozida, koji su i u malim količinama štetni za rad srca (http://polj.uns.ac.rs/~korovi/asclepias_syriaca.html). Glikozidi ne djeluju na ličinke, ali ni na odrasle oblike, već se oni pohranjuju u tijelu i kasnije služe za obranu od predatora.

2.3. Agresivna mimikrija

Za razliku od prethodnih primjera mimikrije, gdje se plijen skrivao od predatora, kod agresivne mimikrije nailazimo na slučajeve kada predator izgledom i ponašanjem oponaša plijen. Na taj način predator se može približiti plijenu i napasti ga s odgovarajuće udaljenosti,

ili pak može neometano ući u njegov teritorij, odnosno gnijezdo i tamo se hraniti (Gendernalik 2007). Agresivna mimikrija podrazumijeva korištenje različitih metoda prikrivanja i oponašanja plijena. Kod pojedinih slučajeva predator toliko uspješno oponaša plijen da se može uključiti u sustav prijenosa signala komuniciranja (Marshall i sur. 2009) te tako vrlo uspješno namamiti plijen, što uvelike povećava izglede za ulov.

Krijesnice, porodica Lampyridae, imaju posebno razvijenu svjetlosnu komunikaciju. Njom se služe u ličinačkom stadiju kako bi upozorile predatore da su otrovne i nejestive, te u odrasloj fazi kako bi privukle jedinke suprotnog spola radi parenja. Procesom bioluminiscencije stvaraju svjetlost valne duljine 510 to 670 nanometara. Emitirana svjetlost rezultat je djelovanja enzima luciferaze, uz prisutnost kisika, Mg^{2+} iona i ATP-a, na pigment luciferin. Rezultat ove reakcije je energija oslobođena u obliku tzv. hladnog svjetla kojim se krijesnice služe u komunikaciji (http://www.iscid.org/encyclopedia/Luciferin).

Predatorska ženka roda *Photuris* koristi se vrlo moćnim oružjem kako bi namamila mužjake roda *Photinus*. Naime, vrlo lukavo i smjelo oponaša svjetlosne signale ženke roda *Photinus*, kojima ona privlači mužjake kako bi se parili. Zavedeni tom svjetlosnom igrom, mužjaci upadaju u zamku i postaju lak plijen (Lloyd 1984) (slika 5.). Međutim, pokazalo se kako tom konzumacijom ženke *Photuris* dobiju i nešto više od same hrane. Jedinke roda *Photinus* sposobne su same sintetizirati spoj lucibufagin, obrambeni spoj, koji ih čini nejestivima za neke vrste ptica, poput drozdova (Eisner i sur. 1997), ali i za ostale kukcojedne životinje. Lucibufagin se obilno luči u stresnim situacijama poput napada predatora (posebice ptica i pauka), a uočeno je da ženke roda *Photuris*, koje se hrane na taj način, izbjegavaju pauci roda *Phidippus*. Što je veća količina lucibufagina to su te jedinke odbojnije predatorima (Eisner i sur. 1997).



Slika 5. Ženka roda *Photuris* jede mužjaka roda *Photinus*
http://www.pnas.org/content/94/18/9723.full

Ženke roda *Photuris* često se nazivaju i ”femme fatale” krijesnicama, jer su sposobne lažirati svjetlosne signale jedanaest različitih vrsta (Lloyd 1975). Ovakvim načinom života ”femme fatale” krijesnice dolaze do izvora hrane, ali i zaštite te tako uspješno odoljevaju napadima predatora.

2.4. Zvučna i kemijska mimikrija

Svijet kukaca toliko je raznolik da, iako postoje odvojeni primjeri za zvučnu i kemijsku mimikriju, također postoje i primjeri u kojima se pojedine vrste služe s obje mimikrije kako bi preživjele.

Kako bi se razvile u odrasle jedinke, ličinke leptira *Maculinea rebeli*, porodica Lycaenidae, parazitiraju u koloniji mrava roda *Myrmica*, a posebice u koloniji vrste *Myrmica schencki* (slika 6.). Takav način života omogućuje im neograničen izvor hrane, ali i sigurnost potrebnu za neometani razvoj (Akino i sur. 1999). Međutim, kako bi ličinke uopće ušle u koloniju, a kasnije se i služile hranom domaćina, morale su razviti posebne mehanizme koji bi im to omogućili.

Ženke leptira polažu jaja na cvijetne pupove. Iz jaja se ubrzo razvijaju ličinke, koje se vrlo kratko hrane pupovima, a zatim padnu na tlo i tamo čekaju mrave. Ličinke se razviju u razdoblju najvećih aktivnosti mrava koji ih ubrzo pronalaze. Mravi ih prepoznaju kao svoje vlastite te ih odnose u koloniju, gdje se dalje brinu o njima (Thomas i sur. 1998).



Slika 6. *Maculinea rebeli* (lijevo) i ličinka leptira koju hrane mravi, *Myrmica schencki* (desno)
http://www.macman.ufz.de/index.php?en=15167

Ovakav fini mehanizam prepoznavanja i ulaska u koloniju rezultat je kemijske mimikrije, koju definiramo kao sličnost organizama u sastavu kutikularnih lipida te ostalih spojeva na površini tijela. Bitno je naglasiti da se neka vrsta služi kemijskom mimikrijom samo onda kada je sama sposobna sintetizirati spojeve čiji je sastav sličan sastavu spojeva domaćina (Howard i sur. 1990).

U navedenom slučaju, kemijska mimikrija podrazumijeva sličnost u sastavu spojeva na površini ličinki leptira i ličinki mrava, stoga ih i radilice prepoznaju kao svoje i unose u koloniju. Ovaj način ulaska u koloniju izuzetno je uspješan, budući da je ustanovljeno da su čak 90% od ukupnog broja promatranih ličinki preuzeli mravi i odnijeli ih u koloniju (Akino i sur. 1999). Sposobnost da ličinke leptira tako dobro oponašaju kemijski sastav spojeva na

površini tijela, koji je specifičan za vrstu i koloniju (Howard 1993), ovaj slučaj čini još zanimljivijim.

Iako se većina predatora hrani direktno ličinkama mrava, ličinke leptira, koje uspiju ući u koloniju, hrane same radilice (Thomas i Elmes 1998). Naime, ličinke leptira ne samo da kemijski oponašaju ličinke mrava, nego i oponašaju zvukove koje proizvodi matica.

Smatralo se da je način komunikacije pomoću zvuka slabo razvijen kod mrava (Hölldobler i Wilson 1990, 2009; Keller i Gordon 2009), no novija istraživanja pokazuju opsežnu uporabu zvuka kao komunkacijskog sredstva (Barbero i sur. 2009). Mravi zvuk proizvode pomoću stridulacijskog organa smještenog na prsima, no matice i radilice proizvode drugačije zvukove. Matica uporabom točno određenih zvukova upravlja radilicama koje ju njeguju i hrane. Iako točan mehanizam još nije poznat, ličinke leptira uspješno oponašaju te zvukove, što uvodi pomutnju među radilice te se one i o njima brinu na jednak način. Ličinke leptira kada pređu u stadij kukuljice i dalje oponašaju zvukove matice, a ti zvukovi puno su sličniji zvukovima matice, što rezultira puno većim angažamanom radilica oko kukuljice (Barbero i sur. 2009). Ovaj primjer je jedan od najkompleksnijih primjera mimikrije, ujedno i pravo remek-djelo evolucije, jer u isto vrijeme ličinke leptira oponašaju i ličinke mrava, ali i samu maticu, a pri tome se neometano hrane i razvijaju.

3. LITERATURA

Barrett, S. (1983): Mimicry in Plants. Scientific American **257**: 76–83.

Cook, S. E., Vernon, J. G., Bateson, M., Guilford, T. (1994): Mate choice in the polymorphic African swallowtail butterfly, *Papilio dardanus*: Male-like females may avoid sexual harassment. Animal Behaviour **47** : 389–397.

Grimaldi, D., Engel M. S. (2005): Evolution of the Insects. Cambridge University Press, New York, 755 pp.

Davies, N.B., Welbergen J.A. (2008): Cuckoo–hawk mimicry? An experimental test. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences **275** (1644): 1817–1822.

Eisner, T., Goetz, M.A., Hill, D.E., Smedley, S.R., Meinwald, J. (1997): Firefly "femmes fatales" acquire defensive steroids (lucibufagins) from their firefly prey. PNAS. **94**: 9723-9728.

Barbero, F., Bonelli, S., Thomas, J. A., Balletto, E., Schönrogge, K. (2009): Acoustical mimicry in a predatory social parasite of ants. Journal of Experimental Biology **212**: 4084-4090.

Gendernalik, A. (2007): Behavior in Insect Mimicry. http://pdfebooksguide.com/ebook-Mimicry+Gendernalik-pdf-1.html

Harper, D. (2010): Online Etymology Dictionary

Howard, R.W., Stanley-Samuelson, D.W., Akre, R. D (1990): Biosynthesis and chemical mimicry of cuticular hydrocarbons from the obligate predator, *Microdon albicomatus* Novak (Diptera: Syrphidae) and its ant prey, *Mrymica incompleta* Provancher (Hymenoptera: Formicidae). J. Kansas Entomol. Soc. **63**: 437-443.

Lloyd, J.E. (1984).: Occurrence of Aggressive Mimicry in Fireflies. The Florida Entomologist: 368-376.

Lloyd, J.E. (1975): Aggressive mimicry in Photuris fireflies: signal repertoires by femmes fatales. Science **187**: 452–453.

Marshall DC, Hill KBR (2009): Versatile Aggressive Mimicry of Cicadas by an Australian Predatory Katydid. PLoS ONE **4(1)**: e4185. doi:10.1371/journal.pone.0004185

Poulton EB. (1898): Natural selection: the cause of mimetic resemblance and common warning colours. Linnean Society Journal of Zoology **26**: 558–612.

Poulton, E. B. (1924): *Papilio dardanus*. The most interesting butterfly in the world. Journal of the East African and Ugandan Natural History Society **20**: 4–22

Purser, Bruce (2003): Jungle Bugs: masters of camouflage and mimicry.

Firefly Books L.Td. :13-15

Resh, V.H. I Cardé, R.T. (Eds.): 2003. Encyclopedia Of Insects. Academic Press, Elsevier Sciences, San Diego, Pp. 1266

Ritland, D.B., L.P. Brower (1991): The viceroy butterfly is not a batesian mimic. Nature **350**: 497-498.

Salvato, M. (1997): Most Spectacular Batesian Mimicry. University of Florida Book of Insect Records, Chapter **28**: 1-3

Schiestl, F. P. (2005): On the success of a swindle: pollination by deception in orchids. Naturwissenschaften **92**: 255-264.

Sheppard, P.M. (1962): Some aspects of the geography, genetics, and taxonomy of a butterfly. Taxonomy and geography. Syst. Assoc. Publ. No. **4**: 135-152

Akino, T., Knapp, J. J., Thomas, J. A., Elmes, G.W. (1999): Chemical mimicry and host specificity in the butterfly *Maculinea rebeli*, a social parasite of *Myrmica* ant colonies. Proc. R. Soc. Lond. B. **266**: 1419-1426.

Thomas, J. A., Elmes, G.W. (1998): Higher productivity at the cost of increased host-specificity when *Maculinea* butterfly larvae exploit ant colonies through trophallaxis rather than by predation. Ecol. Entomol. **23**: 457-464

Wallace, A.R. (1866): On the phenomena of variation and geographical distribution, as illustrated by the Papilionidae of the Malayan region. Transactions Linnean Society of London **25**: 1–72.

Wickler, W. (1968): Mimicry in plants and animals. McGraw-Hill, New York (part of "World University Library")

http://diogenesii.wordpress.com/2010/02/

http://rainforests.mongabay.com/0306.html

http://www.iscid.org/encyclopedia/Luciferin

http://www.macman.ufz.de/index.php?en=15167

http://www.marinebio.org/species.asp?id=260

http://www.pnas.org/content/94/18/9723.full

http://www.ucl.ac.uk/taxome/jim/Mim2/dardanus.html

4. SAŽETAK

Povijest kukaca na Zemlji počinje prije otprilke 450 milijuna godina i u tom razdoblju zauzeli su mnoge ekološke niše. Oni su najbrojnija ali i najraznolikija skupina životinja. U svijetu je poznato (i znanstveno opisano) oko 1 milijun vrsta kukaca, no smatra se kako taj broj nije konačan te da je on puno veći, a pojedini entomolozi govore o 3 do 5 milijuna novih vrsta koje tek treba otkriti (Purser 2003).

Iako brojni, kukci su često meta drugih predatora. Upravo zato razvili su čitav niz prilagodbi i strategija za preživljavanje, a jedna od njih je i mimikrija. Mimikrija je uobičajna pojava u životinjskom, ali i u biljnom svijetu, a posebno je razvijena kod člankonožaca, odnosno kod kukaca.

Mimikrija se razvijala tisućama godina kroz procese prirodne selekcije. Kod vrsta, kod kojih se razvila, zabilježene su veće stope preživljavanja, ali i uspješnosti u lovu.

Kroz ovaj rad upoznat ćemo se s glavnim karakteristikama mimikrije, ali i s najpoznatijim primjerima iz uvijek zanimljivog svijeta kukaca.

5. SUMMARY

The history of insects on the Earth started around 450million years ago and during this period they occupied almost all ecological niches. They have been considered the largest, but at the same time the most heterogeneous group of animals. There is a million species of insects known in the world today and at the same time they have been scientifically described but it is believed that this number is not define and some entomologists argue that there exist between 3 and 5 million new species waiting to be discovered (Purser 2003).

Even numerous, insects are often easy targets to some other predators. For that very reason they have developed a great number of acclimatization and strategies for their survival and one of them is mimicry. Mimicry is common phenomenon in the animal as well as in the plant life and it is especially developed with Arthropods, that is insects.

Mimicry has been developing for thousands of years undergoing processes of natural selection. Among the species that have developed mimicry, we can observe not only higher rates of survival but also higher levels of success in hunting.

In this work, we will get acquainted with the mains features of mimicry but ksi wuth the widely examples from world of insects.