

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

MIMIKRIJSKE SPOSOBNOSTI HOBOTNICE *Thaumoctopus*  
*mimicus* Norman & Hochberg, 2005

THE IMITATION SKILLS OF THE OCTOPUS *Thaumoctopus*  
*mimicus* Norman & Hochberg, 2005

SEMINARSKI RAD

Petra Baček  
Preddiplomski studij znanosti o okolišu  
(Undergraduate Study of Environmental Science)  
Mentor: doc. dr. sc. Jasna Lajtner

Zagreb, 2016.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. BIOLOGIJA HOBOTNICA .....	2
2.1. Vanjski izgled i kretanje.....	2
2.2. Disanje.....	2
2.3. Spol i razmnožavanje .....	2
2.4. Optjecajni sustav i ekskrecija.....	2
2.5. Živčani i osjetilni sustav.....	3
2.6. Obojenje .....	3
2.7. Ekologija .....	4
3. MIMIKRIJA .....	5
3.1. Mehanizam mimikrije .....	5
3.2. Batesova i Müllerova mimikrija.....	7
3.3. Agresivna mimikrija.....	7
4. MIMIKRIJSKA HOBOTNICA .....	9
4.1. Rasprostranjenost i način života.....	8
4.2. Primjeri mimikrijskih sposobnosti .....	10
5. LITERATURA .....	14
6. SAŽETAK.....	16
7. SUMMARY .....	16

# 1. UVOD

Glavonošci (Cephalopoda) su evolucijski star i veoma napredan razred mekušaca (Mollusca). Karakteriziraju ih bilateralna simetrija, istaknuta glava te stopalo koje je preobraženo u lijevak i krakove koji su smješteni oko usnog otvora. Kreću se tako što vodu koja uđe u plaštanu šupljinu izbacuju kroz uski lijevak što rezultira snažnim mlazom vode i potiskom tijela u suprotnom smjeru. Pri kretanju nekim vrstama pomažu i krakovi, po čemu je skupina i dobila naziv, iako je njihova funkcija prvenstveno hvatanje plijena. Gotovo sve poznate vrste imaju vrećicu sa crnilom koje izbacuju kada su u opasnosti. Tinta zbunjuje njihove predatore što im omogućuje lakši i brži bijeg. Uz tintu, neki glavonošci imaju i otrovne žlijezde koje koriste kako bi omamile ili ubile plijen. Većina glavonožaca ima reduciranu ili sasvim zakržljalu ljušturu, koja kao rudiment postoji u unutrašnjosti tijela. Sve vrste su grabežljivci. Najveći su mekušci i jedni od najinteligentnijih organizama u životinjskom svijetu. Imaju složeno ponašanje i sposobnost učenja putem iskustva. Ovladali su umijećem mimikrije te mogu u sekundi promijeniti boju, teksturu i oblik tijela. Živčani sustav glavonožaca je najsloženiji u svijetu beskralježnjaka, a po omjeru mozga i mase tijela spadaju između endotermnih i egzotermnih kralježnjaka (Nixon i Young, 2003).

Prvi put su se pojavili prije oko 500 milijuna godina u gornjem kambriju. Razred ima dva izumrla i dva živa podrazreda. Izumrli podrazredi su amoniti (Ammonoidea) i belemniti (Belemnoidea) i vrlo su važni za razumijevanje razvoja glavonožaca. Danas živeći podrazredi su dvoškržnjaci (Coleoidea) i nautilidi (Nautiloidea). U dvoškržnjaka ljušturu više uopće nema ili su njeni rudimentarni ostaci integrirani u tijelo. Tu ubrajamo hobotnice, lignje i sipe. Kod skupine nautilida, koja je danas zastupljena s još samo nekoliko vrsta, vanjska ljuštura je i dalje prisutna. Najpoznatiji predstavnik je indijska lađica (*Nautilus* sp.) (Wilbur i sur., 1985a).

Mnoge vrste glavonožaca rastu veoma brzo i imaju kratak životni vijek, ali iza sebe ostavljaju brojno potomstvo zbog čega su u prošlosti bili jedan od dominantnih oblika života u svjetskom oceanu. Danas postoji samo oko 800 živih vrsta. Iako se još uvijek otkrivaju nove vrste glavonožaca, puno je veći broj fosilnih vrsta. Procjenjuje se da postoji oko 11 000 izumrlih taksona (Wilbur i sur., 1985b).

## 2. BIOLOGIJA HOBOTNICA

Hobotnice obuhvaćaju oko 300 vrsta što ih čini najvećim taksonom u razredu glavonožaca. Sve vrste su otrovne, ali samo je rod plavoprstenastih hobotnica (*Hapalochlaena*) opasan za čovjeka.

### 2.1. Vanjski izgled i kretanje

Imaju veliku glavu koja je oslonac za stopalo jer od nje polaze krakovi koji izrastaju u predjelu usnog otvora. Hobotnica ima osam krakova koji su dugački i vrlo pokretljivi te sa donje strane imaju po dva reda prijanjaljki. One im omogućuju da se čvrsto prime, odnosno zalijepe na bilo koju površinu. Neke hobotnice između krakova imaju razapetu opnu koju mogu raširiti po potrebi - može im pomoći u lovu pri hvatanju plijena. U središtu krakova su usta koja se sastoje od kljuna i radule, pri čemu je kljun jedini tvrdi dio tijela hobotnice. Niti jedna vrsta hobotnica nema ljušturu, ali sve imaju mekani zaštitni plašt koji im prekriva cijelo tijelo (Slika 1). Zbog ovakve građe hobotnice se mogu provući kroz procjepe puno manje od njihovog tijela, a jedino ograničenje je veličina kljuna (Nixon i Young, 2003).

### 2.2. Disanje

Na ventralnoj strani tijela nalazi se ulaz u plaštanu šupljinu. To je horizontalni prorez kroz koji hobotnice uvlače okolnu vodu. Stezanjem plaštanih mišića voda kruži po šupljini te se istiskuje kroz lijevak na dorzalnoj strani. Time se stvara snažan potisak i uzrokuje retroaktivno kretanje. Osim toga, uvlačenje i istiskivanje vode iz plaštane šupljine vrlo je važno za disanje. Na taj način škрге (ktenidije) stalno dolaze u kontakt sa svježom vodom bogatom kisikom. Hobotnice imaju jedan par škrga koje su češljastog oblika, sa povećanim filamentima čime se povećala površina za izmjenu plinova. U škržnim listićima dobro je razvijen kapilarni sustav kojim protječe hemolimfa, a respiratorni pigment je hemocijanin. Većina hobotnica je ograničena na hladnije vode u kojima je veća topljivost kisika, jer bi u suprotnom došlo do fiziološkog ugušenja (Habdija i sur., 2011).

### 2.3. Spol i razmnožavanje

Hobotnice su razdvojena spola s uočljivim spolnim dimorfizmom. Mužjaci su manji od ženki te im je jedan ili više krakova, nazvan hektokotilus, modificiran i služi za uzimanje i prenošenje paketića spermija, spermatofora, u plaštanu šupljinu ženke. Oplodnja je vanjska, u

plaštanoj šupljini ženke ili u moru, ali uvijek zahtijeva kopulaciju ili indirektan prijenos spermatofora. Razvoj iz jajašaca je direktan, čim se izlegu mladi izgledaju kao minijaturne hobotnice. Poznato je da se hobotnice mrijeste samo jednom u životu jer im je reprodukcija ujedno i uzrok smrti. Mužjaci mogu živjeti samo nekoliko mjeseci nakon parenja, a ženke ugibaju ubrzo nakon što im se izlegu mladi. Nakon oplodnje one polažu oko 200 000 jajašaca i pričvršćuju ih za stijenu te se u idućih 4 do 7 tjedana svakodnevno brinu za njih. Tijekom tog perioda u potpunosti zanemaruju hranjenje i na kraju ugibaju od gladi (Wodinsky, 1977).

#### **2.4. Optjecajni sustav i ekskrecija**

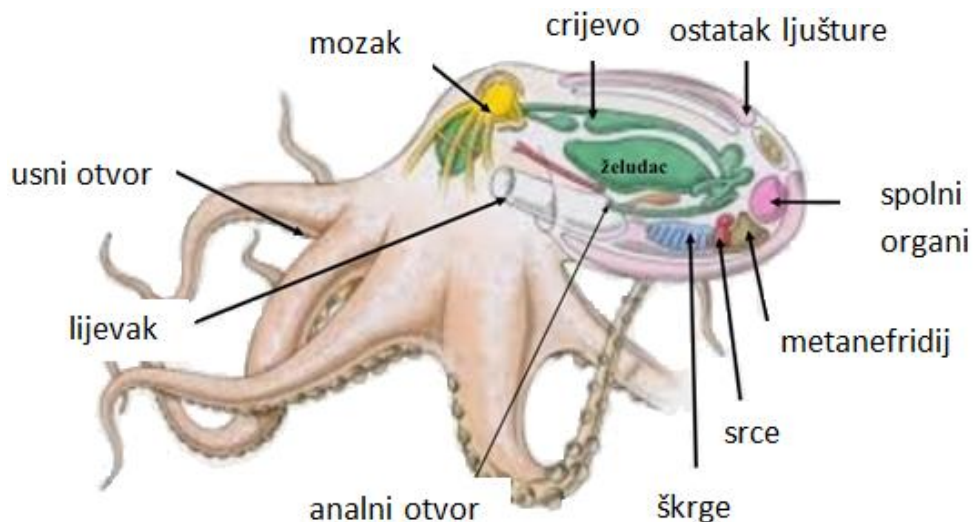
Optjecajni sustav hobotnica je zatvoren. Imaju povećan broj kapilarnih spletova jer oni neposredno sudjeluju u izmjeni plinova i metabolita s okolnim tkivom. Središnji dio optjecajnog sustava su srce, koje se sastoji od jedne klijetke i dviju pretklijetki, i dva pomoćna škržna srca. Srce tjera hemolimfu po tijelu, a škržna srca povezuju krvotok i škrge. Njihov optjecajni sustav prilagođen je za podržavanje aktivnih, brzih predatora s visokom metaboličkom aktivnošću. Za ekskreciju im služi par metanefridija i amoniotelični su organizmi (Habdija i sur., 2011).

#### **2.5. Živčani i osjetilni sustav**

Hobotnice imaju centralni živčani sustav jer je u procesu cefalizacije došlo do velike koncentracije živčanih stanica u glavi. Cerebralni, pleuralni, visceralni i pedalni par ganglija spojio se u jedinstveni moždani kompleks iz kojeg izlaze motorički živci koji inerviraju pojedine organe, a ulaze osjetilni koji dovode informacije iz pojedinih osjetila. Takav visokorazvijeni živčani sustav je usporediv s onim u kralježnjaka što je nužno za uspjeh njihovog predatorskog načina života. Najvažnije osjetilo im je vid, ali su i mirisni i centar za ravnotežu razvijeni i usko povezani s mozgom. (Habdija i sur., 2011).

#### **2.6. Obojenje**

Kao i većina glavonožaca, hobotnice mogu biti različito obojene, a mogućnost promjene boje tijela naziva se mimikrija. To im služi za obranu i lov, ali i međusobnu komunikaciju. Obojenje uzrokuju posebne stanice kromatofori i iridociti te njihova interakcija. Upravo su kromatofori i iridociti ono što hobotnicama daje najveću prednost i razlog zbog kojeg su poznati kao jedni od najopasnijih predatora u moru (Habdija i sur., 2011).



**Slika 1.** Unutrašnja građa hobotnica

(preuzeto i prilagođeno prema:

<http://image.slidesharecdn.com/glavonoci-151209221531-lva1-app6892/95/glavonoci-19-638.jpg?cb=1449699475>)

## 2.7. Ekologija hobotnica

Hobotnice su isključivo morski organizmi, samo rijetke vrste podnose blago bočatu vodu. Pojavljuju se na svim geografskim širinama, od ekvatora pa sve do polarnih voda, iako im sa povećanjem geografske širine opada raznolikost. Imaju ogroman raspon dubine pojavljivanja pa ih se tako može naći na međuplinskim područjima, ali i na više od 5 000m dubine. Ipak, najdraža staništa su im koraljni grebeni gdje osim mnoštva plijena imaju i savršene uvjete za prikrivanje i bijeg predatoru. Budući da obitavaju na tako raznolikim staništima imaju i raznolike predatore, a najopasniji su ugori, dupini i morski psi. Prilikom bijega uz ispuštanje crnila hobotnice ispuštaju i tvar koja umrtvljuje osjetilo mirisa tako da ih predator ne može slijediti (Jereb i sur., 2014).

### **3. MIMIKRIJA**

Mogućnost promjene boje tijela naziva se mimikrija. Općenito, životinje pribjegavaju korištenju mimikrije iz dva glavna razloga. Jedan je ako se nalaze u neposrednoj opasnosti, a drugi za privlačenje potencijalnog plijena. Većina životinja tijekom života koristi samo jednu vrstu mimikrije, ali mogu se međusobno razlikovati (Pasteur, 1982).

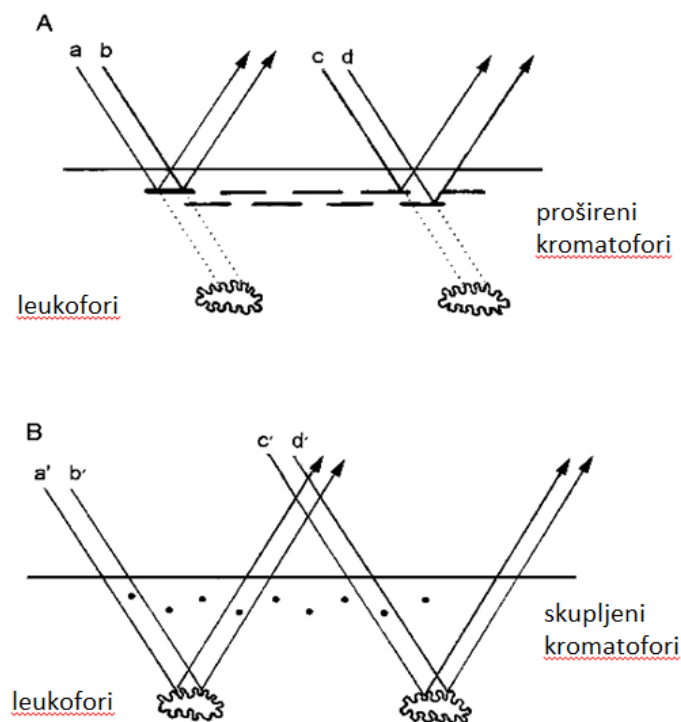
Mimikrijski, odnosno genetski polimorfizam je pojava u kojoj svaka jedinka zbog individualnog genetskog materijala može biti drugačija i pri tome jedinke iste vrste mogu pokazivati različite tipove mimikrije. U prirodi se pojavljuje u nekoliko skupina od kojih su najpoznatije porodica leptira lastinrepci (Papilionidae) i porodica dvokrilaca pršilice (Syrphidae), ali generalno se pojavljuje puno rjeđe od očekivanog. Zato je sposobnost koju pokazuju hobotnice još fascinantnija jer svaka jedinka može pokazati više tipova mimikrije. Taj fenomen je nazvan dinamička mimikrija i opisan je kao neuralni polimorfizam pri čemu hobotnica dobiva i iskorištava sve prednosti polimorfizma bez genetskih predispozicija (Norman i sur., 2001).

#### **3.1. Mehanizam mimikrije**

Hobotnice nemaju jedan određen oblik mimikrije kojim se služe, već pokazuju mnogobrojne uzorke i često ih mijenjaju. Brzina promjene se mjeri u milisekundama, a za skladno funkcioniranje mora postojati i dobro razrađeni mehanizam koji uvjetuje promjenu boje. Obojenje uzrokuju posebne stanice kromatofori, iridociti, fotofori i leukofori koji se nalaze u hipodermi, te njihova interakcija (Slika 2). Kromatofori su pigmentne stanice građene od naborane plazmatske membrane, koja stanici omogućuje povećanje promjera i do 20 puta, brojnih malih radijalnih mišića i pigmentne vrećice ispunjene pigmentnim zrnacima. Svaka stanica sadrži jednu vrstu pigmenta – crveni, narančasti, smeđi, crni, žuti ili plavi. Stezanjem mišića pigmentna vrećica se raširi i pretvara u plosnatu ploču te na taj način životinje mijenjaju obojenost, odnosno postaju uočljive. Opuštanjem radijalnih mišića elastičnoj vrećici je omogućen povratak u prvobitno stanje te skupljanje pigmenta na malom području čime se smanjuje vidljivost životinje. Radijalni mišići su pod kontrolom centralnog živčanog sustava, ali neovisni jedan o drugome što znači da dok se neki kromatofori povećavaju, drugi se smanjuju. Sve to omogućava mimikrijskoj hobotnici gotovo trenutnu promjenu boje. Iridociti također pridonose boji tijela, ali na drugačiji način. To su elipsoidne stanice s naboranom staničnom membranom koja lomi svjetlo određenih valnih duljina.

Nemaju pigmente i njihova boja je preljevna ili sjajna, a mogu biti srebrni, ružičasti, zeleni, plavi, žuti, crveni ili zlatni (Habdija i sur., 2011).

Leukofori su spljoštene i produljene reflektirajuće stanice koje sadrže jezgru, mitohondrije i 1000 – 2000 perifernih tjelešaca koji se nazivaju leukosomi. Svaki leukosom sadrži bistra bezbojna zrnca koja reflektiraju svjetlo i okružena su s tankim slojem citoplazme unutar stanične membrane. Povezani su sa stanicom uskim drškom i reflektiraju onu boju koja ih trenutačno obasjava. Oni zapravo samo proizvode raspršenu refleksiju svjetla iz okoline. Smatra se da je ta sposobnost jako važan čimbenik u postizanju podudaranja boje tijela životinje i pozadine. Točan mehanizam prikupljanja informacija iz okoline još uvijek nije dobro poznat i većina su samo nagađanja jer se i dalje vjeruje da nijedna hobotnica, pa tako i mimikrijska, ne razaznaje boje. Prema tome, one zapravo ne vide boje koje oponašaju. Također je zanimljiva činjenica da hobotnica koja je tek uginula može promijeniti boju u skladu s okruženjem što ukazuje na to da promjena boje nije u potpunosti pod kontrolom živčanog sustava (Hanlon i Messenger, 1996).



**Slika 2.** Uloga leukofora u podudaranju boje tijela s pozadinom. A. U slabom osvjetljenju kromatofori se prošire i tako zbijeni djeluju kao filter kroz koji zrake svjetla ne mogu proći do dublje smještenih leukofora. B. Na žarkom svjetlu kromatofori se stisnu i dopuste zrakama svjetlosti prolaz do leukofora.

(preuzeto i prilagođeno prema:

[http://www.reed.edu/biology/professors/srenn/pages/teaching/web\\_2007/armmil\\_site/mechanism.html](http://www.reed.edu/biology/professors/srenn/pages/teaching/web_2007/armmil_site/mechanism.html))



Osim na staničnoj razini prilikom promjene boje, za cjelokupnu obmanu potrebno je i koordinirano pokretanje cijeloga tijela. Kako bi se stvorio ciljani pokret, živčani sustav mora generirati niz motoričkih naredbi koje pomiču svaki krak i tijelo na jedinstveni način. Posebno je složena kontrola krakova jer se oni mogu pomicati u svim smjerovima. Pokretač tog spontanog pokreta krakova je ugrađen unutar živčane mreže svakog kraka (Hanlon i Messenger, 1996).

### **3.2. Batesova i Müllerova mimikrija**

Nejestive ili na bilo koji način opasne životinje s upozoravajućom obojenošću često služe kao model za razvitak sličnog izgleda kod vrsta koje ih oponašaju izgledom, a nisu otrovne ili neukusne. Ta vjerojatno najčešća i daleko najpoznatija, a time i najbolje objašnjena pojava oponašanja se naziva Batesova mimikrija. Naziv je dobila prema engleskom prirodoslovcu Henry Walter Batesu koji ju je otkrio i opisao istražujući leptire u prašumama Brazila. Jedan je od obrambenih oblika mimikrije koja se može održati samo ako šteta nanesena predatoru prilikom konzumiranja modela nadmašuje korist konzumiranja imitatora. Priroda učenja kroz iskustvo koju imaju mnoge predatorske vrste daje prednost imitatorima jer je predator nakon prvog lošeg iskustva sklon izbjegavanju svega sličnog i neće ponovno isprobavati da vidi je li možda pogriješio. Problem nastaje ako imitatora u prirodi ima više nego modela jer to povećava vjerojatnost da će mladi predator prvo isprobati imitatora i zapamtiti ga kao vrijedan plijen (Pasteur, 1982).

Oblik u kojem otrovni imitator oponaša otrovni model naziva se Müllerova mimikrija. Obostrano je koristan jer će obje populacije biti izbjegavane od strane predatora ako samo jedna od njih posluži kao prvo loše iskustvo (Norman i sur., 2001).

### **3.2. Agresivna mimikrija**

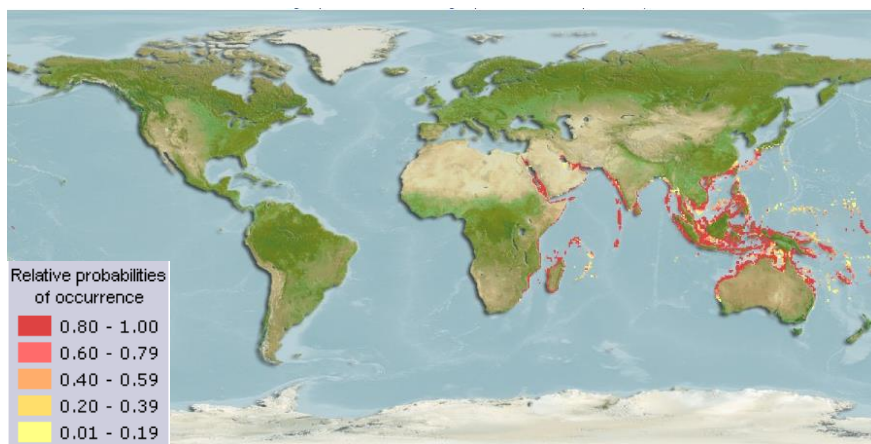
Prema Pasteuru (1982) to je često ignorirana vrsta mimikrije koja obuhvaća uglavnom predatore koji su se toliko dobro prilagodili svome plijenu da ga sami oponašaju u svrhu namamljivanja žrtve. Suprotno Batesovoj obrambenoj, koja ima ulogu zavaravanja i zaštite, ova vrsta mimikrije služi za primamljivanje i približavanje plijenu i zato je nazvana agresivna mimikrija. Predatori i paraziti često imitiraju signale bezopasnih vrsta i onemogućavaju plijenu ili domaćinu da ih prepozna. Neke životinje mogu oponašati čak i određeni spol druge vrste te namamiti potencijalnog partnera i naknadno ga pojesti. Ovo je čest oblik mimikrije u životinjskom svijetu i najčešći je u kukaca. Čak i neke biljke mesožderke koriste mimikriju kako bi povećale stopu dnevnog ulova.

## 4. MIMIKRIJSKA HOBOTNICA

Mimikrijska hobotnica je vrsta otkrivena od strane grupe znanstvenika na obalama indonezijskog otoka Sulawesi tek 1998. godine. Nekoliko godina kasnije vrsta je detaljno opisana i dobila je znanstveni naziv *Thaumoctopus mimicus* Norman & Hochberg, 2005, no i dalje postoje brojne nepoznanice. Podaci o brojnosti ove vrste nedostaju i još uvijek se najveći broj radova odnosi na opisivanje ponašanja i novih staništa. Nedovoljno je podataka čak i o promjenama populacije ovisno o uvjetima u kojima se nalaze.

### 4.1. Rasprostranjenost i način života

U početku se mislilo da vrsta nastanjuje samo središnji Indo-Pacifik, s najviše dokumentiranih zapisa iz Indonezije, dok u lipnju 2012. nije viđen primjerak kako se odmara na plitku pijesku u blizini australskog Velikog koraljnog grebena. Danas je poznato da je mimikrijska hobotnica prirodno rasprostranjena u Indo-Pacifiku, od Crvenog mora na zapadu do Nove Kaledonije na istoku, i Tajlanda i Filipina na sjeveru do Velikog koraljnog grebena na jugu (Slika 3). Za razliku od ostalih hobotnica, njezina najdraža staništa nisu koraljni grebeni već izložene plitke morske ravnice. Preferira pješčana ili muljevita područja na dubini manjoj od 15 metara jer se tamo stapa s okolinom svojom prirodnom smečkasto – bež bojom (Slika 4). To joj omogućuje da bude aktivna danju i neometano lovi male ribe i rakove. Prilikom lova uočeno je tipično ponašanje – gura svoje duge krakove u rupe i tunele u potrazi za ribama i rakovima, ali i atipično ponašanje. Jedina je hobotnica koja u potrazi za hranom cijela ulazi u podvodne tunele i izlazi kroz drugi otvor i do jednog metra dalje (Norman i Hochberg, 2005).



**Slika 3.** Prirodna rasprostranjenost vrste *Thaumoctopus mimicus*  
([http://www.aquamaps.org/receive.php?type\\_of\\_map=regular#](http://www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular#))

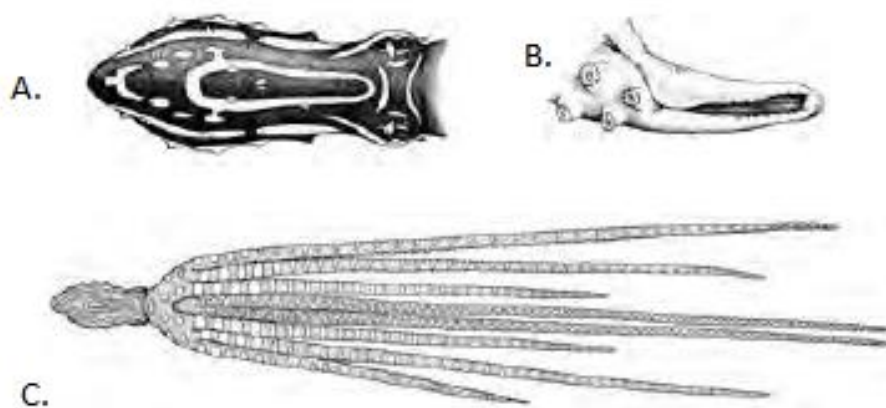


**Slika 4.** Karakterističan uzorak mimikrijske hobotnice

([https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Mimic\\_Octopus2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Mimic_Octopus2.jpg))

Poznato je da mimikrijska hobotnica često zauzima napuštene rupe i tunele drugih morskih životinja. Oni joj mogu služiti kao privremeno stanište ili biti dio formirane mreže redovitih staništa ako su u dometu njezina obitavanja. Promatrane jedinke su zauzimale određeni otvor u rasponu od jednoga do četiri dana. Uočen je obrazac ponašanja pri kojem jedinka napusti jednu rupu s prvim danjim svjetlom i traži hranu preko dana, što uključuje ulazak i izlazak iz različitih tunela tijekom dana, ali preko noći ostaje u zadnjem u kojem je lovila. Iduće jutro s prvim danjem svjetlom napušta taj tunel i ponavlja isti uzorak (Jereb i sur., 2014).

Prema veličini tijela mimikrijska hobotnica spada u manje vrste s prosječnim promjerom tijela od oko 60 cm. Krakovi su joj u odnosu na tijelo izrazito dugački, od 7 do 10 puta duži od plašta (dio koji obavija plaštanu šupljinu u kojoj su unutarnji organi). Zanimljivo je da nisu svi krakovi jednake duljine - najduži su ventralni, ali svi imaju po dva reda prijanjaljki. U mužjaka hektokotilizirani krak je treći s desna i upola je kraći od nasuprotnog (Slika 5). Oči su joj srednje veličine i blago izražene. Iznad svakog oka je izdužena, a s prednje strane kraća papila. Koža je relativno glatka, a na bočnom i stražnjem dijelu plašta rub sekundarnih papila tvori bodljikavi izgled (Jereb i sur., 2014).



**Slika 5.** Prikaz mimikrijske hobotnice. A. Glava i plašt s dorzalne strane. B. Hektokotilizirani krak. C. Dorzalna strana tijela.

(Jereb i sur., 2014)

#### 4.2. Primjeri mimikrijskih sposobnosti

Mimikrijska hobotnica, *Thaumoctopus mimicus*, kako joj i samo ime kaže, ima mogućnost da promijeni boju kože i teksturu kako bi se uklopila u okruženje, ali ono što je izdvaja od ostalih je jedinstvena sposobnost oponašanja ne samo okoliša, već i drugih lokalnih vrsta. Može oponašati različite organizme koji je okružuju i trenutno je jedina poznata morska vrsta s tom sposobnošću. Mnoge životinje mogu imitirati različite vrste kako bi izbjegle ili zastrašile predatora, ali samo mimikrijska hobotnica može oponašati tako raznolik niz oblika kako bi izbjegla predatora. Istraživanje je pokazalo da se mimikrijska hobotnica može odlučiti koju će životinju oponašati s obzirom na to kakva joj opasnost prijeti. Toliko je inteligentna da vješto prepozna predatora i imitira vrstu koja je prirodni neprijatelj ili potencijalno nezanimljiva predatoru. Poznato je preko 15 različitih vrsta koje mimikrijska hobotnica uspješno oponaša, uključujući ribe, morske zmijske, zvjezdače, školjkaše, rakove i meduze (Norman i sur., 2001).

Do sada su uočena dva glavna obrasca ponašanja prilikom preobrazbi mimikrijske hobotnice. Ako se nalazi u opasnosti koristit će Batesovu mimikriju, a za privlačenje plijena upravo suprotnu – agresivnu mimikriju. Osim toga, koriste i obrambenu mimikriju prilikom promijene boje i teksture tijela u cilju stapanja sa okolinom (Pasteur, 1982).

Ranije je već spomenuto da sve hobotnice sadrže toksine i iako većina nije opasna za ljude, djelotvorni su na njihov plijen. No, mimikrijska hobotnica još nije dovoljno istraжена i

nije poznato je li otrovna za predatora. Postavlja se pitanje bi li joj sposobnost mimikrije bila toliko razvijena da je otrovna i zašto bi u tom slučaju uopće imala potrebe kamuflirati se u druge otrovne morske životinje. Budući da je informacija o toksičnosti nepoznata, umjesto Batesove moglo bi se raditi o Müllerovoj mimikriji (Norman i sur., 2001).

Za sada je i dalje nepoznato o kojoj se mimikriji točno radi s obzirom da obje imaju jednake mogućnosti. S jedne strane, sve hobotnice su otrovne i mala je vjerojatnost da je mimikrijska iznimka. Nasuprot tome, Müllerova mimikrija je rijetka u prirodi i uglavnom se razvija kako bi se suprotstavila evoluciji mimikrijskog polimorfizma, a ne ga favorizirala kao što je slučaj s mimikrijskom hobotnicom (Norman i sur., 2001).

Kako bi otkrili više o tajanstvenoj hobotnici i njezinim mogućnostima mimikrije, Norman i sur. (2001) su u periodu od dvije godine vršili istraživanja na dva lokaliteta, sjevernoj obali otoka Sulawesi i Gilimanuku na zapadu Balijske. Tijekom ukupno 16 dana ronjena promatrali su devet odraslih jedinki te ustanovili neke tipične obrasce ponašanja, ali i predložili modele imitacija. Istraživanja su pažljivo dokumentirana te je uz mnoštvo fotografija snimljeno i preko 6 sati video snimki. Istaknuli su da fotografije daju naznake položaja tijela i povezane su s opisanim ponašanjem, ali nipošto ne prenose najuvjerljiviji aspekt oponašanja – pokrete tijela.

U većini slučajeva mimikrijska hobotnica je uočena kako u stanju mirovanja „sjedi“ na pjeskovitom ili muljevitom dnu sa krakovima skrivenim u jednom od svojih umreženih tunela (Slika 6a). Jedinke koje su bile u potrazi za hranom su uglavnom puzale po dnu sa svim ispruženim krakovima, spremnim za istraživanje svake rupe i tunela pokraj kojeg prođu (Slika 6b) (Norman i sur., 2001).

Prilikom kretanja mlaznim pogonom, primijećeno je da većina jedinki privlači krakove uz tijelo u oblik nalik listu (Slika 6c) te pliva uz morsko dno oponašajući tjelesne undulacije plosnatica, konkretno veoma brojnog roda *Zebrias* spp. (Slika 6d). Osim načina kretanja i oblika tijela, mimikrijska hobotnica ponekad oponaša i boju tijela te trajanje i brzinu samog kretanja. Neposredno prije i nakon imitacije, hobotnica samo leži na tlu stopljena s okolinom i polako prelazi iz jedne mimikrije u drugu. Pretpostavlja se da pribjegava ovom tipu mimikrije kada je na otvorenom i svaki bi je pokret odao (Norman i sur., 2001).

Četiri jedinke su uočene kako plivaju tik iznadorskog dna sa svim ispruženim krakovima koji se lagano vuku za njima (Slika 6e). Time oponaša izgled riba iz roda *Pterois*

spp. (riba lav) (Slika 6f) pri čemu krakovi odgovaraju otrovnim bodljama, a poprimaju i odgovarajuću boju tijela. U četiri navrata, prilikom napada malih teritorijalnih ribica iz roda *Amphiprion* spp. mimikrijske hobotnice su zauzele položaj u kojem je šest krakova skriveno u nekoj rupi na morskome dnu, dok se dva nasuprotna kraka miču oponašajući tjelesne undulacije morske zmije (*Laticauda* sp.) (Slika 6g i 6h) (Norman i sur., 2001).

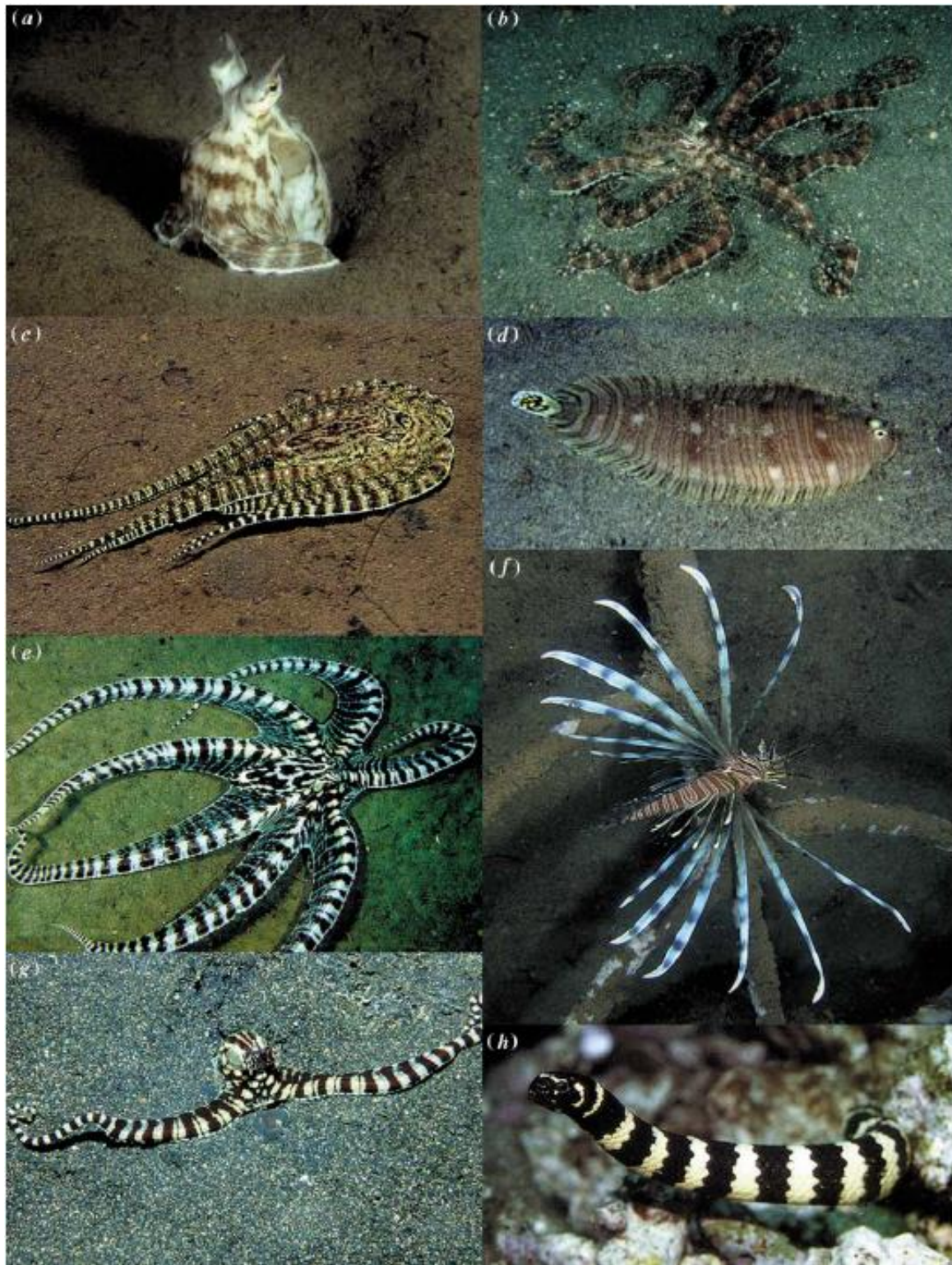
Većina jedinki se koristila i pozadinskom kamuflažom kao odgovor na prolaze određenih predatorskih riba. Karakterističan pokret je i smještanje na malu uzvisinu na morskome dnu sa podignutim krakovima u cik-cak formaciji. Nagađa se da je riječ o imitiranju velikih solitarnih moruzgvi koje imaju jake žarne stanice. Također, primijećena je velika ženka koja je doplivala skoro do same površine i zatim sa opuštenim krakovima oko sebe polako potonula (Slika 7) što je tipično za velike meduze tog područja (Norman i sur, 2001).

Sve promatrane jedinke su uočene kako prikazuju više od jednog navedenog ponašanja. Iako su se znanstvenici složili oko interpretacija promatranih oponašanja, i sami priznaju da je ljudska interpretacija subjektivna i da je jedino u što su za sada doista sigurni interpretacija imitiranja plosnatice, ribe lava i morske zmije (Norman i sur., 2001).



**Slika 7.** Imitacija meduze.

([http://67.media.tumblr.com/tumblr\\_lrwc3fbHen1r1k1sio1\\_1280.jpg](http://67.media.tumblr.com/tumblr_lrwc3fbHen1r1k1sio1_1280.jpg))



**Slika 6.** Mimikrijska hobotnica. (a) U stanju mirovanja. (b) Jedinka u potrazi za hranom. (c) Imitacija plosnatice. (d) Plosnatica (*Zebrias* sp.). (e) Imitacija ribe lava. (f) Riba lav (*Pterois* sp.). (g) Imitacija morske zmije. (h) Morska zmija (*Laticauda* sp.).  
(Norman i sur., 2001)

## 5. LITERATURA

- 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: Strukture i funkcije. Alfa d.d., Zagreb
- Hanlon, R. T., Messenger, J. B. (1996): Cephalopod Behaviour. Cambridge University Press, New York
- Jereb, P., Roper, C. F. E., Norman, M. D., Finn, J. K. (2014): Cephalopods of the world. An Annotated and Illustrated catalogue of Cephalopod species known to date. Octopods and vampire squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, No. 4, Vol. 3, Roma
- Nixon, M., Young, J. Z. (2003): The Brains and Lives of Cephalopods. Oxford University Press, New York, str. 7-12
- Norman, M. D., Finn, J., Tregenza, T. (2001): Dynamic mimicry in an Indo-Malayan octopus. The Royal Society, 268: 1755-1758
- Norman, M. D., Hochberg, F. G. (2005): The 'mimic Octopus' (*Thaumoctopus mimicus* n. gen. et sp.), a new octopus from the tropical Indo-West Pacific (Cephalopoda: Octopodidae). Molluscan Research, 25: 57–70
- Pasteur, G. (1982): A classificatory review of mimicry systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 13: 169–199
- Wilbur, K. M., Trueman, E. R., Clarke, M. R. (1985a): The Mollusca, 11. Form and Function. Academic Press, New York
- Wilbur, K. M., Trueman, E. R., Clarke, M. R. (1985b): The Mollusca, 12. Paleontology and neontology of Cephalopods. Academic Press, New York
- Wodinsky, J. (1977): Hormonal Inhibition of Feeding and Death in Octopus: Control by Optic Gland Secretion. Science, 198 (4320): 948–951



Internetski izvori:

[http://67.media.tumblr.com/tumblr\\_lrwc3fbHen1r1k1sio1\\_1280.jpg](http://67.media.tumblr.com/tumblr_lrwc3fbHen1r1k1sio1_1280.jpg) , pristupljeno 4.9.2016.

[http://www.aquamaps.org/receive.php?type\\_of\\_map=regular#](http://www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular#) , pristupljeno 31.8.2016.

<http://image.slidesharecdn.com/glavonoci-151209221531-lva1-app6892/95/glavonoci-19-638.jpg?cb=1449699475> , pristupljeno 10.9.2016.

[http://www.reed.edu/biology/professors/srenn/pages/teaching/web\\_2007/armmil\\_site/mechanism.html](http://www.reed.edu/biology/professors/srenn/pages/teaching/web_2007/armmil_site/mechanism.html) , pristupljeno 4.9.2016.

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Mimic\\_Octopus2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Mimic_Octopus2.jpg), pristupljeno 2.9.2016.

## **6. SAŽETAK**

Mimikrijska hobotnica je isključivo morski organizam koji pripada razredu glavonožaca. Otkrivena je 1998. godine i od ostalih se izdvaja po svojoj mogućnosti da bojom, izgledom i teksturom tijela imitira ne samo okolinu, već i brojne lokalne vrste. Također, smatra se da nije otrovna jer joj u protivnom ne bi bio potreban tako razvijen sustav mimikrije. Iako u prirodi postoje vrste koje mogu bolje imitirati čak i neke od vrsta koje imitira i mimikrijska hobotnica, one su specijalizirani imitatori. Za sada je mimikrijska hobotnica jedina vrsta koja može oponašati tako raznolik niz oblika i još k tome u trenu odlučiti koji će oblik preuzeti. Dovoljno je inteligentna da raspoznaje predatora te imitira životinju koju predator izbjegava ili čak predatora svog predatora.

Vrsta je još uvijek slabo istražena te se zbog nedovoljno informacija o brojnosti ove vrste ne zna gotovo ništa. Pretpostavlja se da nije ugrožena vrsta te da još nije otkrivena u svim prirodnim staništima jer u Atlantiku postoje mjesta gotovo identičnih uvjeta kao i u Indijskom i Tihom oceanu gdje ona živi.

## **7. SUMMARY**

The mimic octopus is an exclusively marine organism that belongs to the class of cephalopods. It was discovered in 1998 and it stands out for its ability to change its skin color and texture in order to blend not only with the environment, but also to imitate the appearance of many local species. It is considered that it is not toxic because otherwise it would not have developed such complex system of mimicry. Many animals are much better at imitating the same species as the mimic octopus but it is the only currently known marine animal to be able to mimic such a wide variety of animals. It is intelligent enough to recognize a specific threatening predator and mimic animals known to deter it.

The species is still poorly researched and due to insufficient information its abundance is unknown. It is assumed that it is not an endangered species and that it has not been discovered in all of its natural habitats yet; in the Atlantic there are places with almost identical conditions as in the Indian and Pacific ocean, where it lives.