



# Ekologija i ponašanje mekušaca

---

26. svibnja 2026.

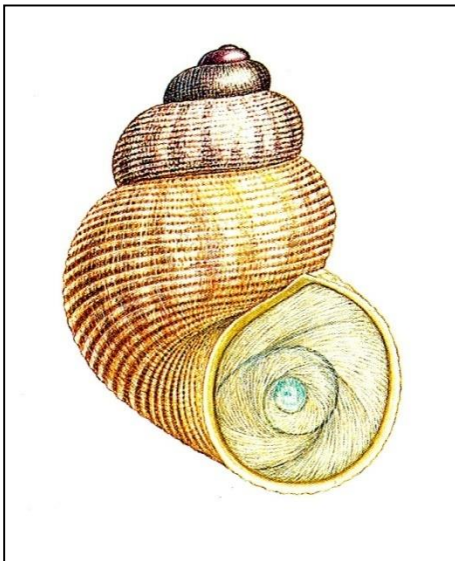
# Gastropoda

## Prilagodbe kopnenih puževa

---

### Prosobranchiata:

- **kućica** i **operkulum** protiv isparavanja, odnosno isušivanja tijela



*Pomatias elegans* - lijepi poklopaš

- prednjoškržnjak koji zbog nepostojanja pneumostoma gubi puno tekućine tijekom disanja, pa je aktivan samo onda kada je relativna vlažnost zraka iznad 95 %

# Gastropoda

## Prilagodbe kopnenih puževa

---

Pulmonata:

- protiv isparavanja:
  - kućica
  - poklopac
    - trajni poklopac analogan operkulumu (Clausiliidae: klauzilium)
    - povremena opna (epifragma) - sasušena sluz s dodatkom vapnenca (estivacija, hibernacija)



epifragma

*Helix pomatia*

# Gastropoda

## Prilagodbe kopnenih puževa

---

- zavlāčenje ispod površine tla, kore drveća
- penjanje iznad površine tla
- povlačenje u kućicu
- smanjenje metabolizma tijekom mirovanja
  - npr. *Helix pomatia*
    - otkucaji srca:  
36/min → 4/min
    - disanje:  
1/50 potrošnje kisika



puževi na metalnom stupu

- u stadiju mirovanja gotovo svi mogu preživjeti nekoliko mjeseci, a neke vrste i 6 godina bez vode i hrane

# Gastropoda

## Prilagodbe kopnenih puževa

---

- DISANJE:
  - **pneumostom** kod plućnjaka smanjuje gubitak tjelesne tekućine tijekom disanja i omogućava duže vrijeme aktivnosti
  - mogućnost stvaranja rezerve vode u tijelu koja se koristi za disanje kod plućnjaka

*Helix pomatia*



pneumostom  
(dišni otvor)

# Gastropoda

## Prilagodbe kopnenih puževa

---

- KRETANJE (teže nego u vodi)
  - kućica postaje lakša:
    - tanje stijenke
    - reduciranje kućice (puževi golaći)
  - sprečavanje „otežavanja“ kućice



*Arion rufus*

# Gastropoda

## Prilagodbe kopnenih puževa

---

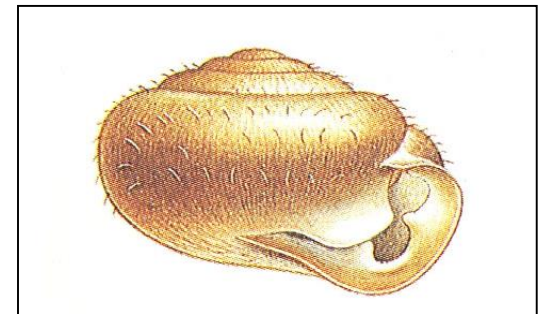
- Zaštita od otežavanja kućice:
  - stvaranje izuzetno glatke kućice

*Cochlicopa lubrica* –  
obična sjajnica



- smanjenje površine kućice prikladne za pričvršćivanje čestica tla i stelje stvaranjem dlačica ili rebara

*Isognomostoma isognomostomos*  
- krinkaš

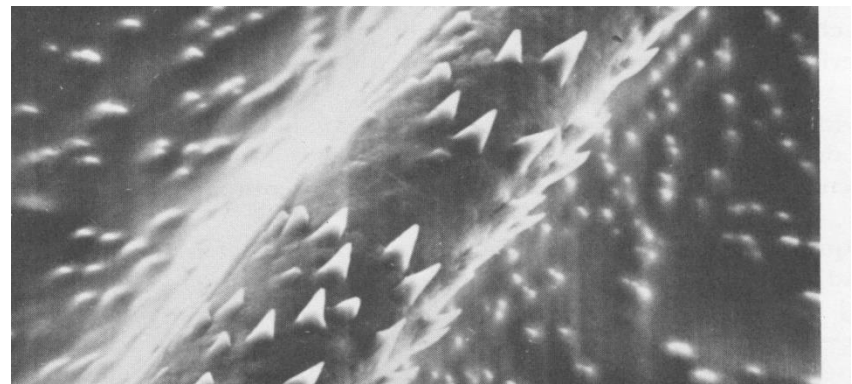
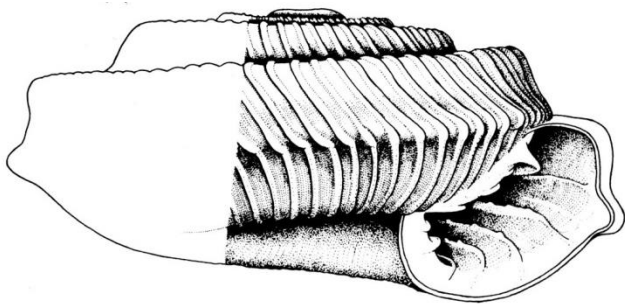


# Gastropoda

## Prilagodbe kopnenih puževa

---

- ZAŠTITA OD PREDATORA
  - stvaranje barijera na ulazu kućice (čak oko 7000 vrsta kopnenih puževa ih ima)
  - stalne barijere
  - barijere samo kod odraslih jedinki



*Thaumatomon* sp.– na zupcima postoje dodatni šiljci koji otežavaju ulaz predatora kroz ušće kućice

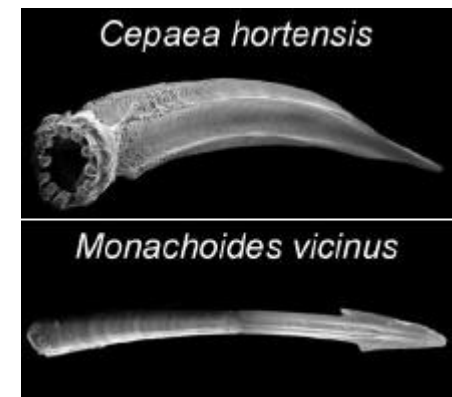
# Gastropoda

## Prilagodbe kopnenih puževa

- RAZMNOŽAVANJE
  - unutrašnja oplodnja
  - uspješno parenje:
    - prepoznavanje iste vrste:
      - osjet opipa
      - oblici ponašanja (zabiranje strelica)
      - različitost genitalnih struktura
      - različitost spermatofora



*Helix pomatia*



# Gastropoda

## Prilagodbe kopnenih puževa

---

- PUŽEVI MESOJEDI
  - tanka i najčešće djelomično ili potpuno reducirana kućica
  - izduženo tijelo koje se može izvući daleko ispred kućice (brže dolaženje do plijena, lakše ulaženje u ušće kućice plijena)
  - razmjerno malo zubića u trenici; zubići su dugi, tanki, s oštrim šiljastim vrhom
  - povećan i koncentriran živčani sustav

# Gastropoda

## Prilagodbe kopnenih puževa

---

- ubijanje plijena

- Rod *Poiretia*:

- ako je plijen sa širokim ušćem - direktno napada kroz otvor ušća
    - ako plijen ima operkulum, klauzilium ili zubiće u ušću - postepeno razara kućicu i onda jede meso



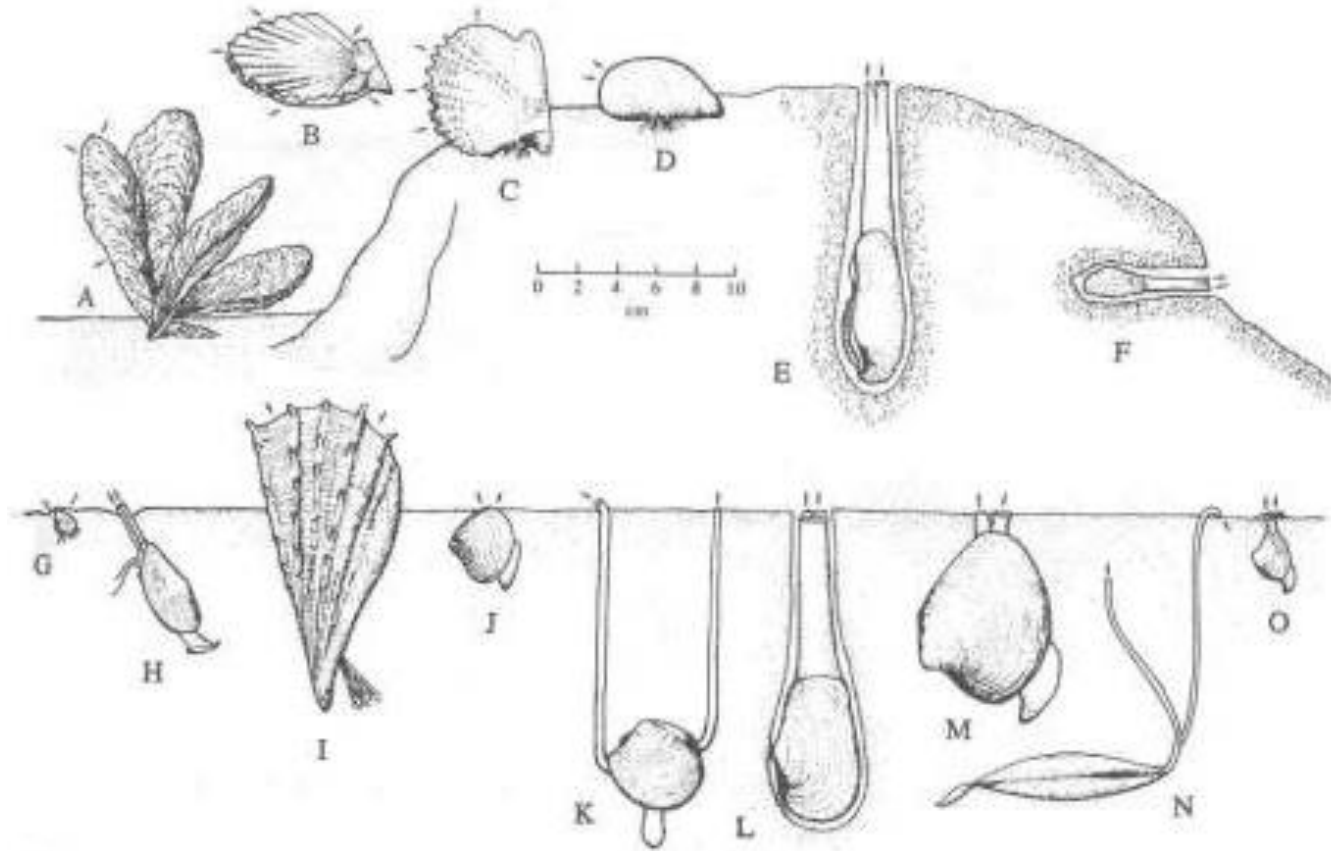
*Poiretia cornea* -  
jadranska pužožderka

# Bivalvia

## Način života školjkaša

---

- Infauna
  - Ukopavajuće forme
  - Bušači / stanovnici bušotina
- Semi-infauna
  - Pričvršćene bisusom – endobisalni tipovi
- Epifauna
  - Slobodno ležeće forme
  - Pričvršćene bisusom – epibisalni tipovi
  - Cementirajuće forme
  - Plivajuće forme



(a)-(d) **Epifauna**: (a) *Crassostrea*, **cementirajuća** forma; (b) *Pecten*, kratkotrajni **plivač**; (c), (d) *Pinctada* i *Mytilus*, **epibisalne** forme. (e)-(o) **Infauna**: (e) *Pholas*, **bušač**; (f) *Hiatella*, **stanovnik bušotine**; (g), (h) *Nucula* i *Yoldia*, **plitko ukopavajuće** forme; (i) *Atrina*, **semi-infaunalna forma**; (l) *Mya*, **duboko ukopavajuća** forma: (m) *Mercenaria*, **plitko ukopavajuća** forma; (n) *Tellina*, **duboko ukopavajuća** forma; (o) *Cuspidaria*, **plitko ukopavajuća** forma

# Način života školjkaša

## Infauna

### ○ Ukopavajuće forme

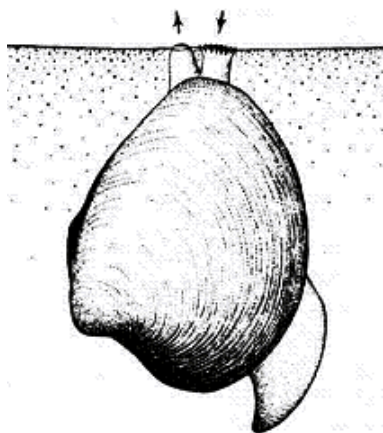
- Zbog zaštite od predatora školjkaši se ukopavaju u sediment
- Sifoni su jedini dijelovi koji izlaze iz sedimenta
- Duljina sifona ovisi o dubini na koju se školjkaš ukopava

- Obilježja plitko ukopavajućih vrsta

- Debele ljuske, jednake ljuske
- Obično s jakim vanjskim ornamentima
- Aduktori podjednake veličine

- Obilježja duboko ukopavajućih vrsta

- Izdužene ljuske
- Nemaju zuba u bravi
- Imaju plaštani sinus



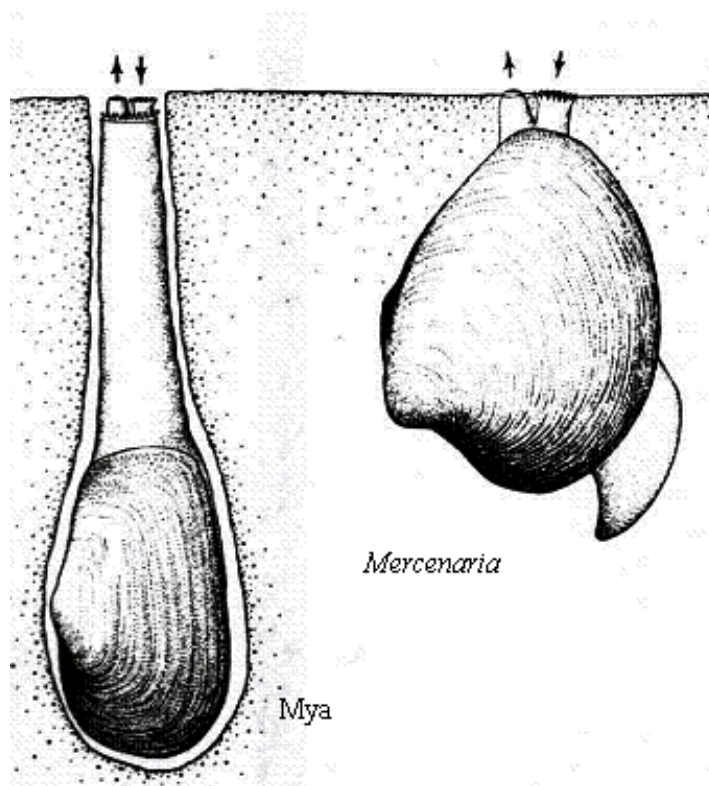
*Mercenaria*

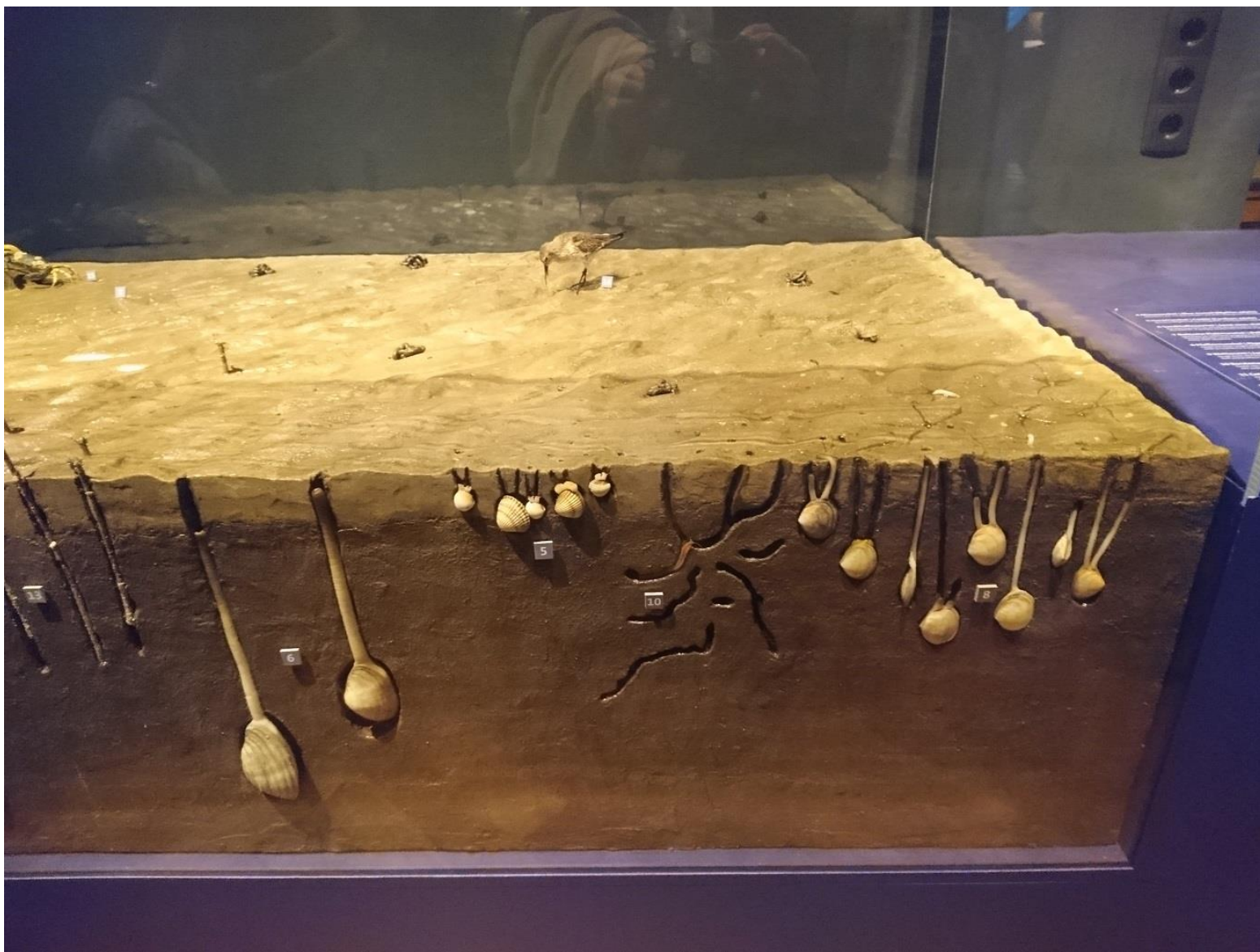


*Mya*

# Način života školjkaša

## Infauna





Diorama morskog dna u zoni plime i oseke  
Prirodoslovni muzej u Beču

# Način života školjkaša

## Infauna

---

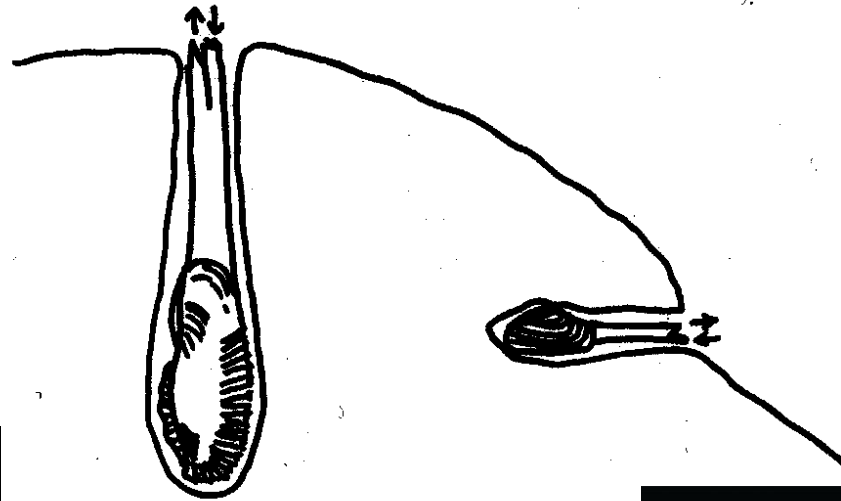
### ○ Bušači/ stanovnici bušotina

- Neki školjkaši su prilagođeni životu u čvrstim supstratima npr. kamenu (kamotočac - *Pholas dactylus*; prstac - *Lithophaga lithophaga*) i drvetu (brodotočac - *Teredo navalis*)
- Buše uglavnom pomoću posebno modificiranih ljuski (npr. brodotočac), a neki imaju sposobnost izlučivanja korozivnih kiselina (npr. prstac)
- Obilježja bušača:
  - Obično jednake, izdužene ljuštore
  - Jaki vanjski dijelovi ljuske za bušenje
  - Sporo rastu ograničeni veličinom prostora
  - Mogu biti pričvršćeni bisusnim nitima

# Način života školjkaša

## Infauna

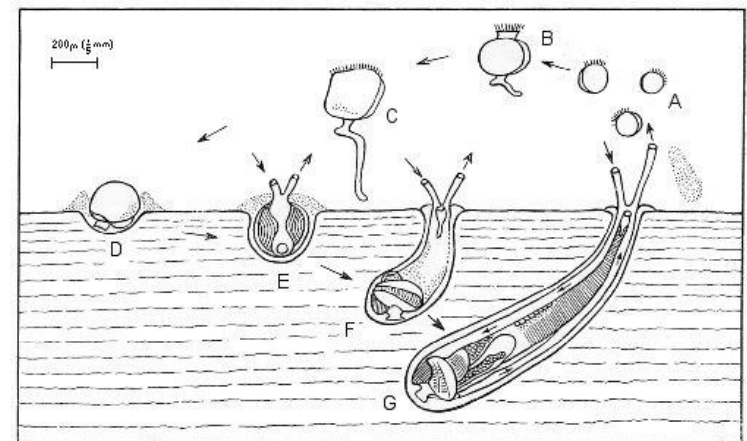
*Pholas*  
-bušač



*Hiatella*  
-stanovnik



# *Teredo navalis*



životni ciklus vrste

# *Teredo navalis*

---



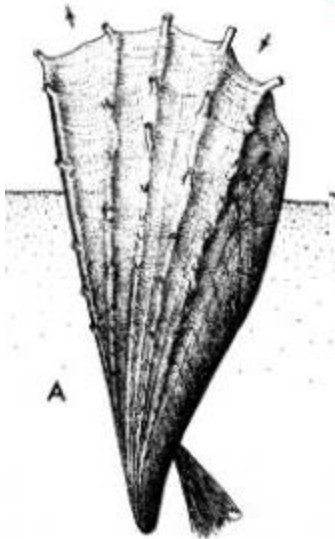
# Način života školjkaša

## Semi - infauna

---

### ○ Semi – infauna

- Školjkaši koji su bisusnim nitima učvršćeni u meki suptsrat – endobisalni tipovi
- Obilježja:
  - Uglavnom izdužene ljuske s reduciranim anteriornim dijelom



*Pinna* sp.

# Način života školjkaša

## Epifauna

---

### ○ Slobodno ležeće forme

- Ovi školjkaši žive na ili djelomično ukopani u mekom supstratu
- Obilježja:
  - Različit oblik ljuski
  - Neki oblici koriste bodlje kao sidro za stabilizaciju
  - Ponekad je donja ljuska veća i deblja od gornje ljuske



*Nucula*

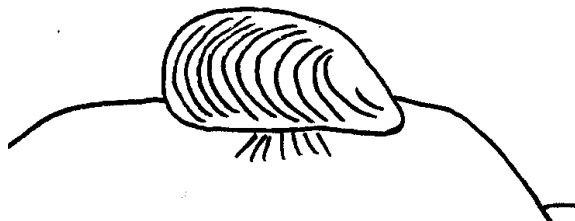
# Način života školjkaša

## Epifauna

---

### ○ **Forme pričvršćene bisusom**

- Epibisalni tipovi
- Bisusna žlijezda (smještena pri bazi stopala) izlučuje bisusne niti (bisus)- kolagena vlakna kojima se životinja pričvršćuje za čvrste objekte
- Obilježja:
  - Izdužene ljuske s ravnom trbušnom stranom
  - Anteriorni dio školjke i anteriorni aduktor su reducirani



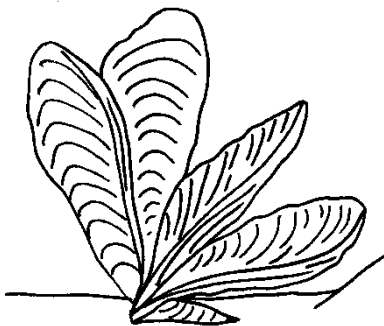
*Mytilus* sp.

# Način života školjkaša

## Epifauna

### ○ Cementirane forme

- Neki školjkaši (npr. rod *Ostrea* – kamenice) imaju sposobnost cementiranja o čvrsto morsko dno, što im daje trajnu stabilnost
- Obilježja:
  - Debele ljuske
  - Ljuske se međusobno jasno razlikuju
  - Obično jedan veliki aduktor



*Ostrea edulis*

# Način života školjkaša

## Epifauna

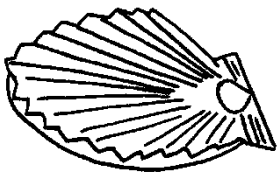
---

<http://www.youtube.com/watch?v=KQHg6M7-Du0>

<https://www.youtube.com/watch?v=5vRHIEp9iU>

### ○ Plivači

- Neki školjkaši imaju sposobnost aktivnog plivanja npr. vrste iz roda *Pecten* (npr. *Pecten jacobaeus* – jakopska kapica)
- Plivaju “plješćući” ljuskama i izbacujući vodu kroz “uši”
- Za ovaj tip plivanja potrebno je jako puno energije i ovi školjkaši se njime rijetko koriste
- Obilježja plivača:
  - Tanke ljuske
  - Veliki centralno postavljen aduktor pomaže u plivanju
  - Bravina ploča proširena u “uši”
  - Ljuske gotovo simetrične (ekvilateralne)



# Cephalopoda

---

## ○ INTELIGENCIJA GLAVONOŽACA

- MIMIKRIJA
- KOMUNIKACIJA
- TEHNIKE LOVA

*Octopus vulgaris*



# Cephalopoda

## Mimikrija

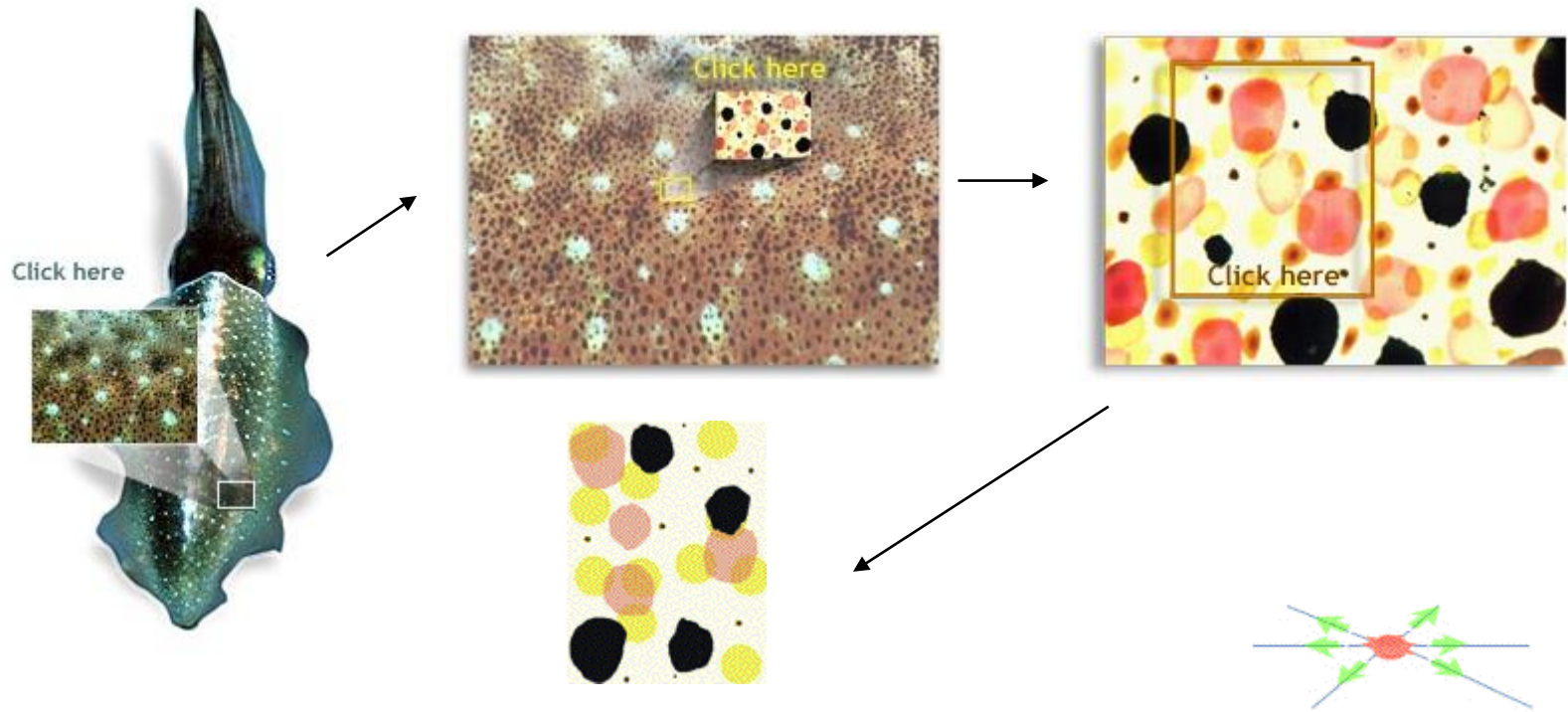
---

### MIMIKRIJA

- promjene boje u koži:
  - **kromatofori** (pigmentne stanice koje imaju mogućnost širenja i vraćanja u početni stadij)
  - **iridociti** i **leukofori** (refleksija svjetlosti)
- Direktna neuralna kontrola – izgled i boja kože te uzorak mogu se promijeniti za čak 30 milisekundi
- Podjednakim rasprostranjem pigmenta u stanicama pigmentirana površina se povećava - životinja postaje obojena
- Nejednakom raspodjelom u različitim dijelovima tijela može se proizvesti velik broj tjelesnih uzoraka

# CEPHALOPODA - glavonošci

## Promjena boje kod *Sepioteuthis*



# Cephalopoda

## Mimikrija

---

- Svaki glavonožac ima sposobnost proizvesti na desetke uzoraka koji odgovaraju okolišnim faktorima (stapanje s pozadinom, udvaranje)
- Živčane naredbe za kompleksne prikaze se šalju iz **optičkog režnja**, detaljiziraju se u **lateralnim bazalnim režnjevima**, a onda se šalju u **kromatoforne režnjeve** za izvedbu
- tjelesni uzorci se proizvode za:
  1. **skrivanje od predatora**
  2. **lov**
  3. **komunikaciju** (sa pripadnicima iste vrste isto kao i sa pripadnicima drugih vrsta, primjerice upozorenje predatorima)

# Cephalopoda

## Mimikrija

---

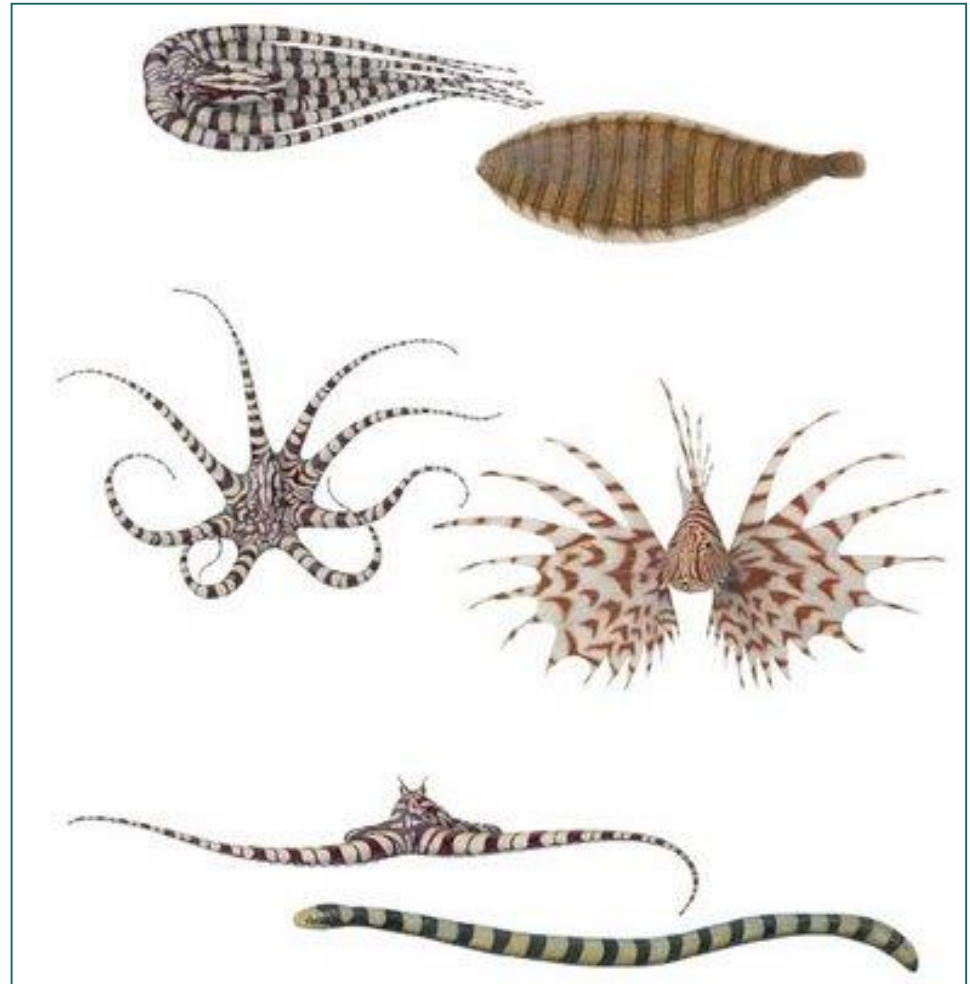
- Četiri metode mimikrije su uočene:
  - sličnost pozadini
  - sličnost nekom drugom objektu
  - „countershading“ (tamnija dorzalna i svjetlija ventralna obojenost)
  - disruptivna obojenost (vizualno odvajanje dijela tijela od ostatka)

<https://www.youtube.com/watch?v=pgDE2DOICuc>

# Cephalopoda

## Mimikrija

- Indonezijska mimikrijska hobotnica (*Thaumoctopus mimicus*) može oponašati više od 15 različitih vrsta izvijanjem krakova i promjenom boje, a odabir vrste ovisi sa kojim se predatorom susreće



# Cephalopoda

## Komunikacija

---

- KOMUNIKACIJA - bilo kakva podjela informacija između individualnih jedinki
- primanjem informacije jedinka postaje sposobnija prigodno odgovoriti na događanja u okolini, te davati povratnu informaciju
- Iako se ne-vizualni vidovi komunikacije glavonožaca tek trebaju istražiti, očito je da je najveći dio njihove komunikacije baziran na vizualnim oblicima i oslanja se na kompleksnost i učinkovitost njihovih očiju

# Cephalopoda

## Komunikacija

- Jedan od dobro istraženih intraspecijskih komunikacijskih prikaza je „zebra uzorak“ obične sipe - *Sepia officinalis*
- Uzorak je vrlo uočljiv i intenzivno moduliran (crno – bijeli kontrast)-uključuje niz pruga i krugova, položaj krakova je vrlo izražen i cijelo tijelo pošiljaoca je orijentirano prema primaocu



# Cephalopoda

## Komunikacija

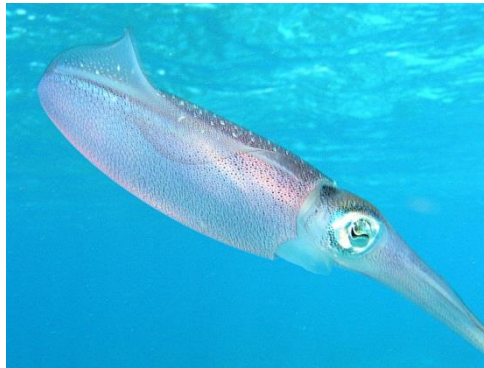
- Mužjaci i ženke koriste „zebru“ kao način upozoravanja suparnika
- Često se pojavljuje u prenakrcanim akvarijima što ukazuje na stres
- Postoje i varijacije „zebre“, jedna od njih je „bljedo lice“ gdje jedna jedinka ima bljeđe lice od druge - tako poručuje da je u podređenom položaju, tj. da ne želi izazvati borbu



# Cephalopoda

## Komunikacija

- Sličan uzorak se nalazi i kod vrste *Sepioteuthis sepioidea*



- „Zebra“ uzorak se najčešće pojavljuje kada se upozorava suparnika da se ne približava odabranoj ženki
- Lignje mogu proizvesti „zebru“ na jednom boku kojim upozoravaju suparnike, a s druge strane uzorak kojim privlače ženku

# Cephalopoda

## Tehnike lova

---

- TEHNIKE LOVA
- Recentni glavonošci su se riješili vanjske ljuštore (osim roda *Nautilus*) postali su brzi (npr. lignja) ili lukavi i neuhvatljivi (npr. sipa i hobotnica)
- Hobotnice - skrivanje u skloništima
- Raznovrsni lovci - koriste prikradanje i različite tehnike lova

Kokosova hobotnica  
(*Amphioctopus marginatus*)  
jede rakovicu

<https://www.youtube.com/watch?v=BFda1MZ54G4>

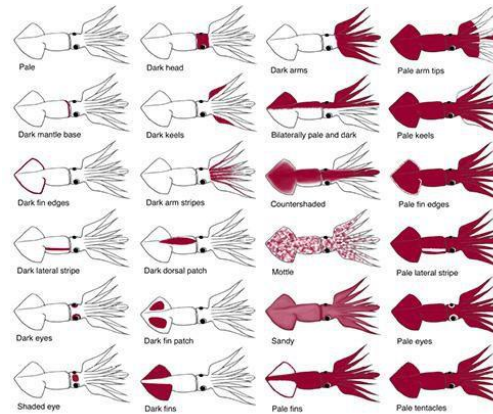
<https://youtu.be/biuoagnGCFQ>



# Cephalopoda

## Tehnike lova

- Obična hobotnica provodi samo 7 % svog vremena loveći, a australska sipa samo 3 %
- Za razliku od ostalih mekušaca glavonošci su aktivni predatori te su **evolucijski zahtjevi za lociranjem i ubijanjem plijena** bili pokretačka snaga razvoja njihove inteligencije
- Humboldtove lignje (*Dosidicus gigas*) su poznate po tome da love jata riba pritom pokazujući iznimnu kooperaciju i komunikaciju i to je prvi takav primjer u svijetu beskralježnjaka



Različiti tjelesni uzorci koje stvaraju Humboldtove lignje

<https://www.youtube.com/watch?v=iANgyT95bmA&t=74s>

# Literatura

---

- Amodio, P., Boeckle, M, Schnell, A.K., Ostojeć, Lj, Fiorato, G, Clayton, N.S.(2019): Why Did Cephalopods Evolve Intelligence? Trends in Ecology & Evolution 34 (1): 45-56
- Arnold, J.M. (1990): Evolution and Intelligence of the Cephalopods. U: Gilbert D.L., Adelman W.J., Arnold J.M. (ur.) Squid as Experimental Animals. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2489-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2489-6_1)
- Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Špoljar, M., Matoničkin Kepčija, R., Vujčić Karlo, S., Miliša, M., Ostojeć, A., Sertić Perić, M. (2011): Protista - Protozoa. Metazoa – Invertebrata. Strukture i funkcije. Alfa, Zagreb.
- Matoničkin, I., Habdija, I., Primc-Habdija, B. (1998): Beskralješnjaci, biologija nižih avertebrata. Školska knjiga, Zagreb, str. 691.
- Dio predavanja o kopnenim puževima pripremila dr. sc. Vesna Štamol