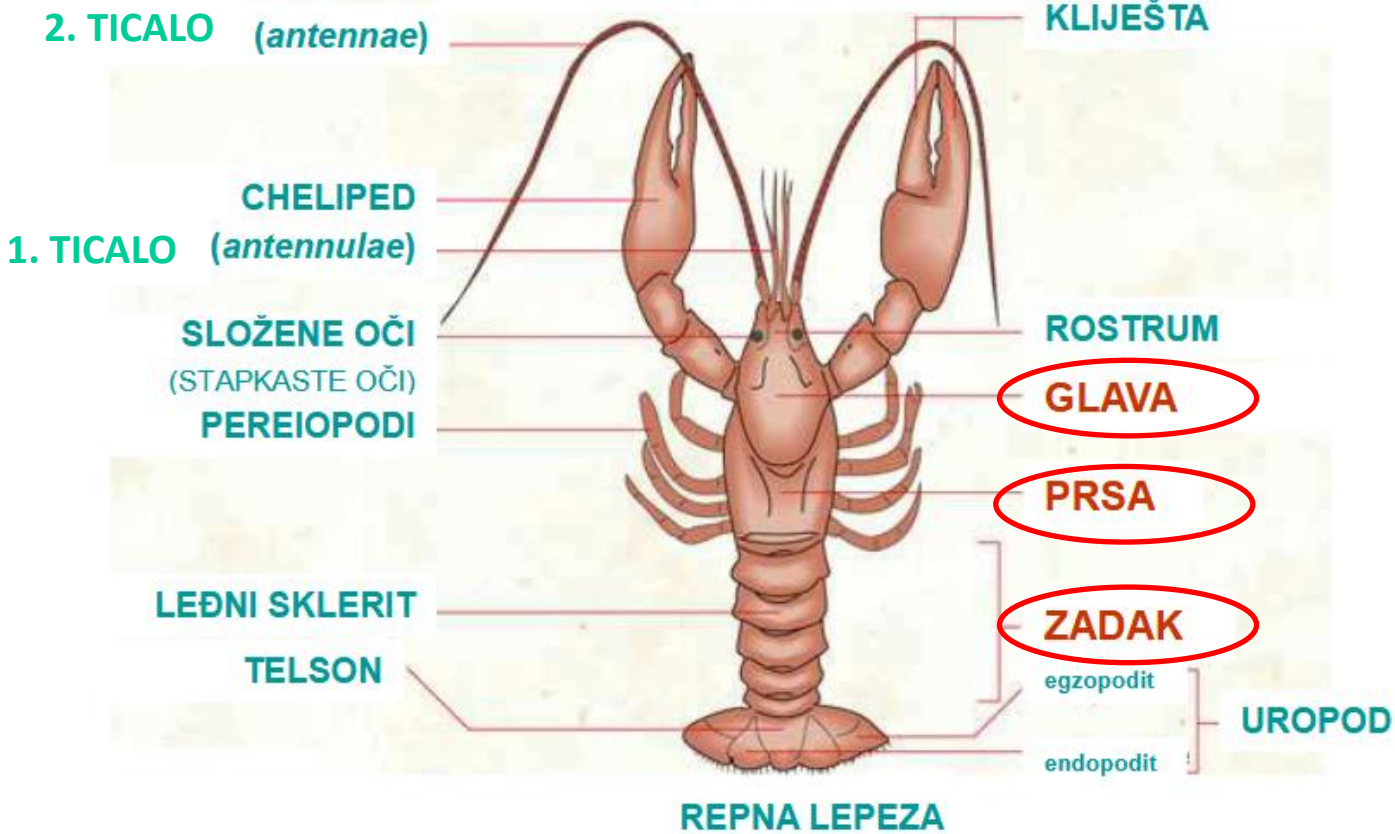


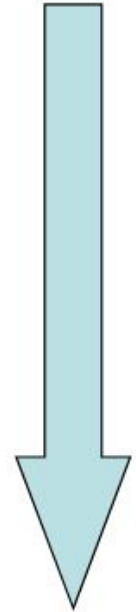
**MALAKOLOGIJA I  
ASTAKOLOGIJA U NASTAVI  
BIOLOGIJE (208676 )  
2P+1V+0S 4 ECTS**



# Astacidae



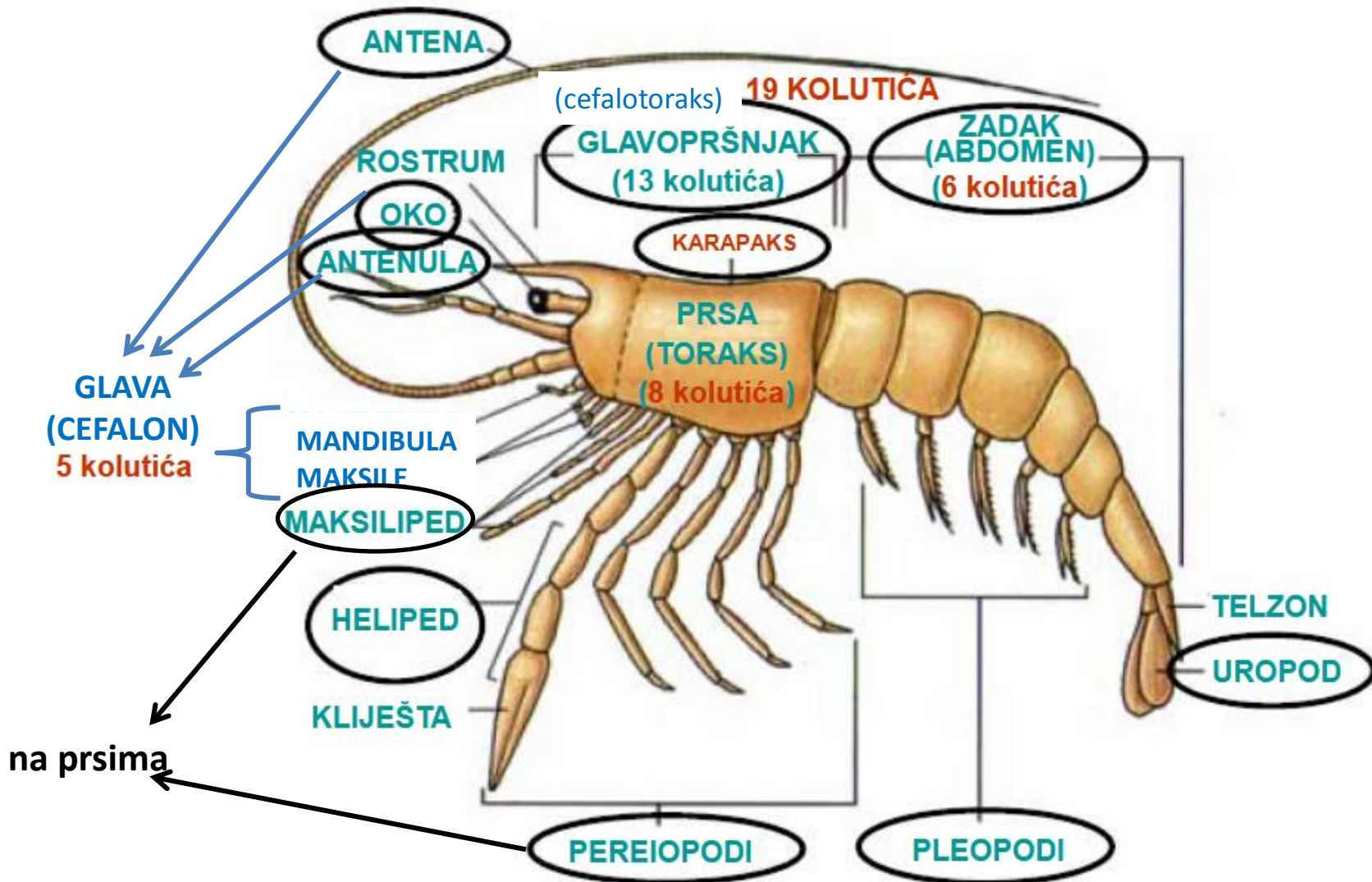
AKRON



TELSON

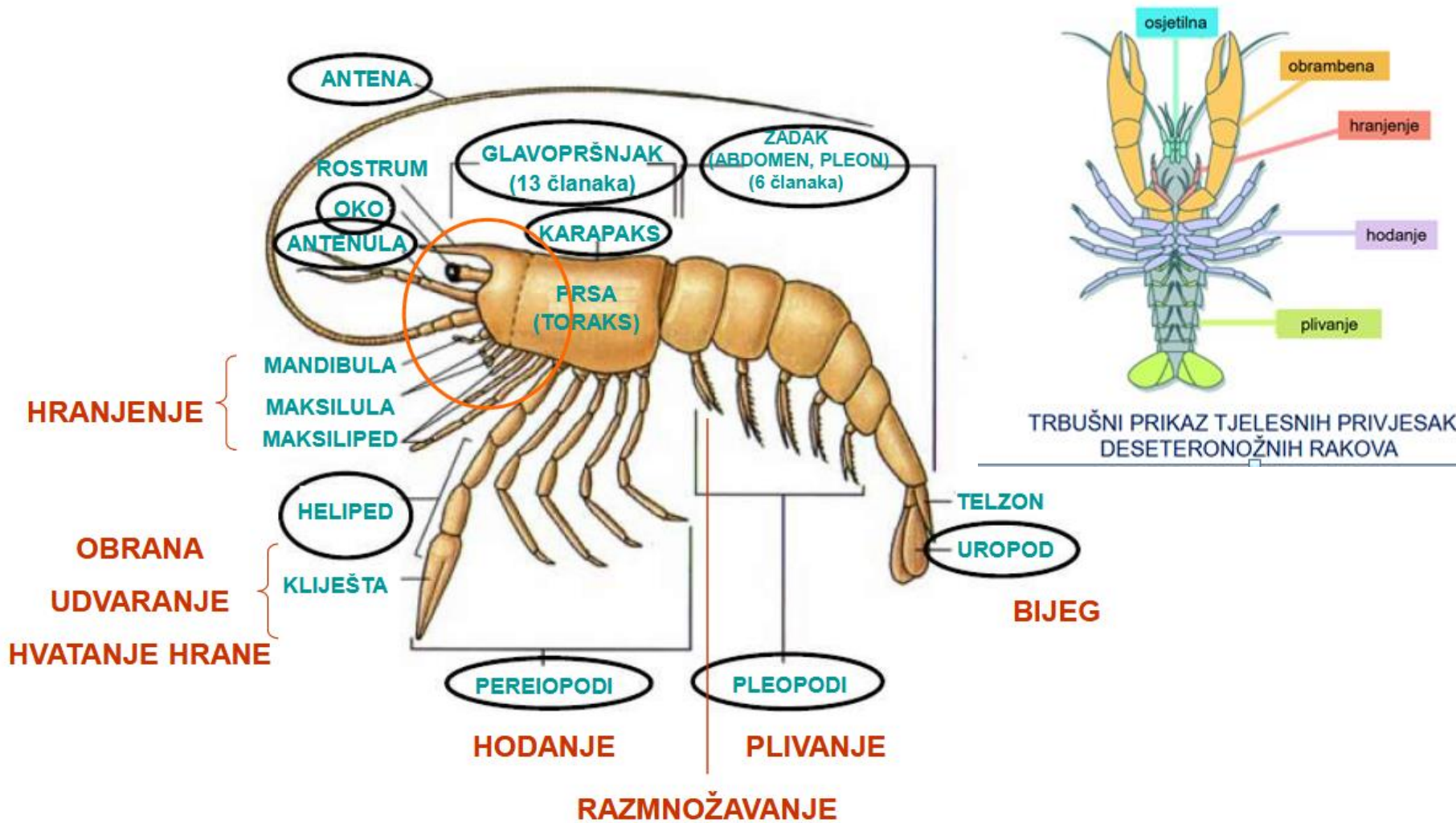
# CRUSTACEA – MALACOSTRACA - DECAPODA

## OSNOVNA MORFOLOGIJA

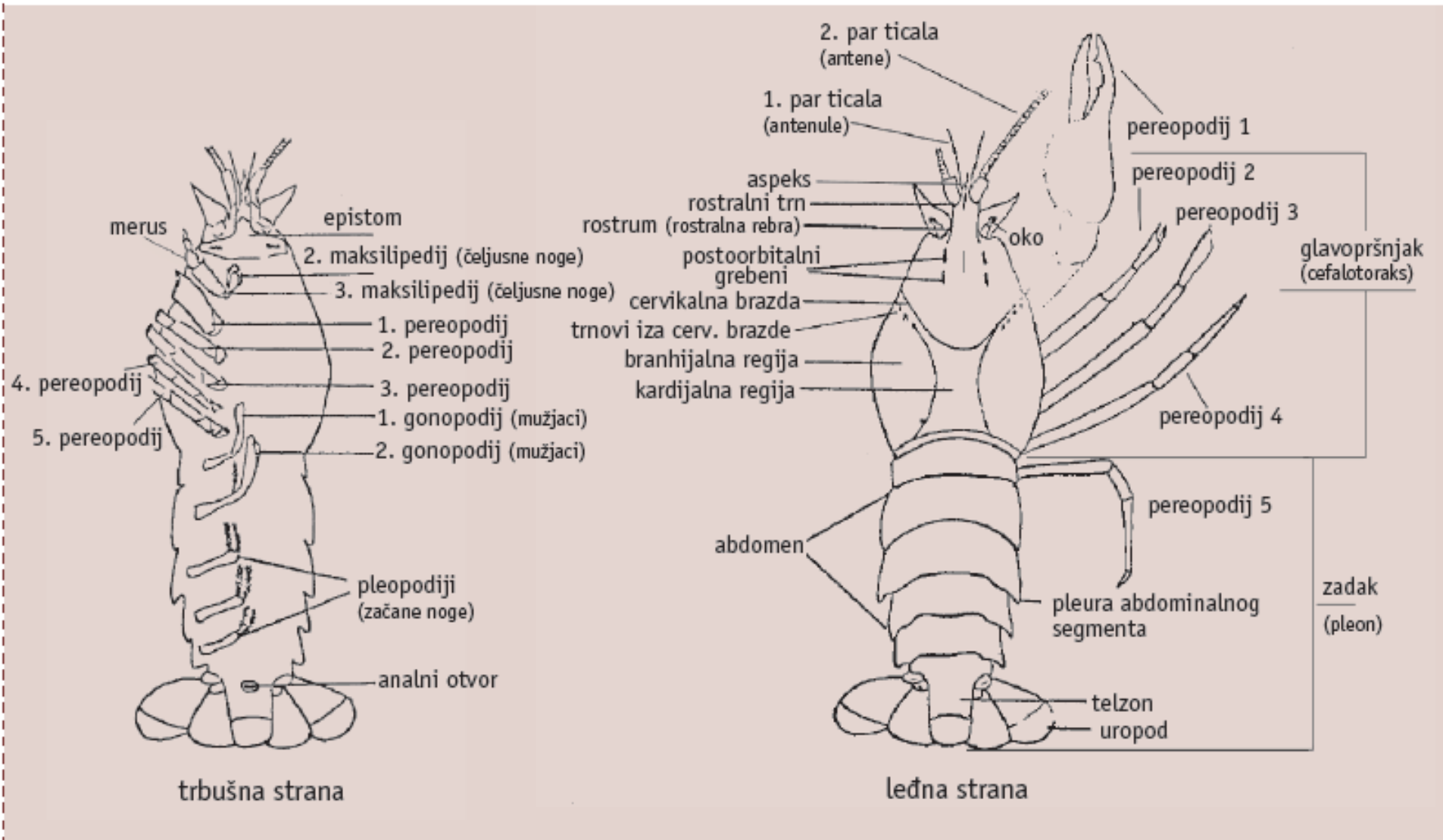




#### 4. CRUSTACEA – DECAPODA – prilagodbe tjelesnih privjesaka



# Dijelovi raka



# Pokrovni sustav i Potporni sustav

## ▪ Jednoslojna epiderma (hipoderma)

- na površinu izlučuje čvrstu hitinsku kutikulu koja je u rakova impregnirana s  $\text{CaCO}_3$

- kutikula od 2 sloja:

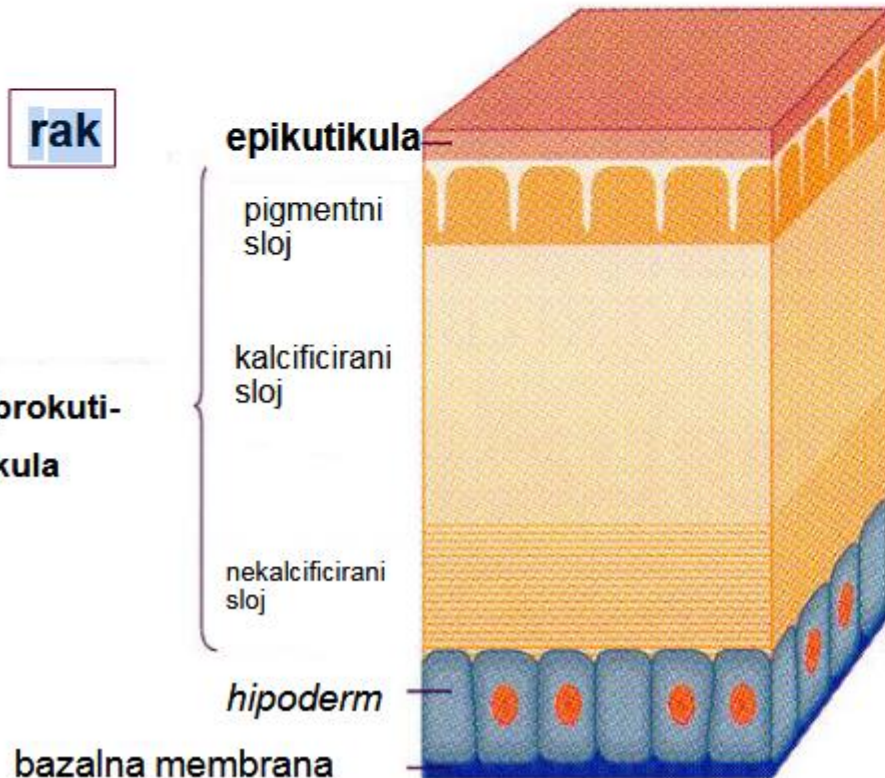
### EGZOSKELET

(vanjski skelet)

- **epikutikula** - vanjski bezhitinski (proteini, lipidi i vosak)

- **prokutikula** - unutarnji (deblji), od više slojeva, uglavnom građena od hitina

- od epiderma do površine kutikule prolaze brojne cjevčice



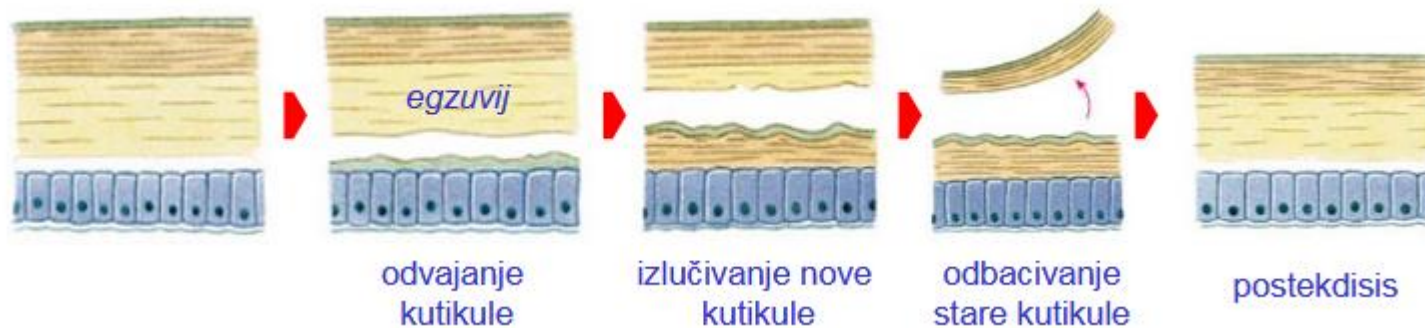
nedostaci: ograničava rast !!



# Presvlačenje kod rakova

- učestale mitotičke diobe epiderma (hipoderma)
- nabiranje epiderma (hipoderma) odvajanje kutikule (**apoliza**)
  - u šuplji prostor između nove i stare kutikule (**egzuvij**) epidermalne stanice izlučuju egzuvijalnu tekućinu
  - stari egzoskelet puca i životinja s tankom i mekanom kutikulom izlazi iz egzuvija
  - cijeli proces se zove **ekdisis** i reguliran je hormonima

## • presvlačenjem upravljaju hormoni (ekdison)



- hormoni izazivaju mitotičku diobu epidermalnih stanica što izaziva nabiranje epiderma i odvajanje kutikule (**apoliza**),
- u nastale šuplje prostore (između tijela i stare kutikule - **egzuvij**) epidermalne stanice luče egzuvijalnu tekućinu

- presvlačenje i izlaženje iz *egzuvija* nazive se **ekdisis** (mladi stadiji imaju tzv. presvlačni šav na leđnoj strani po kojem egzoskelet pukne i iz njega životinja izlazi iz *egzuvija*)

izlučuje se nova kutikula

<https://www.youtube.com/watch?v=WZP1fFKZ2Fs>



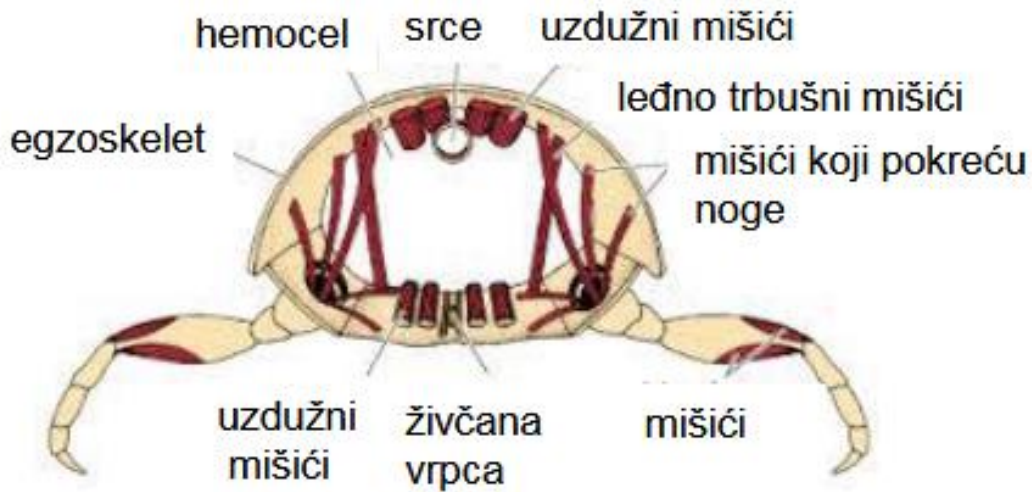
# Mišićni sustav

## GLATKO MIŠIĆNO TKIVO

- gradi stijenke unutrašnjih organa (dišnih, probavnih, krvnih žila, izvodnih cijevi žlijezda, mokraćovoda, spolnih organa i dr.)

## POPREČNO PRUGASTO MIŠIĆNO TKIVO

- skeletni i utrobni mišići



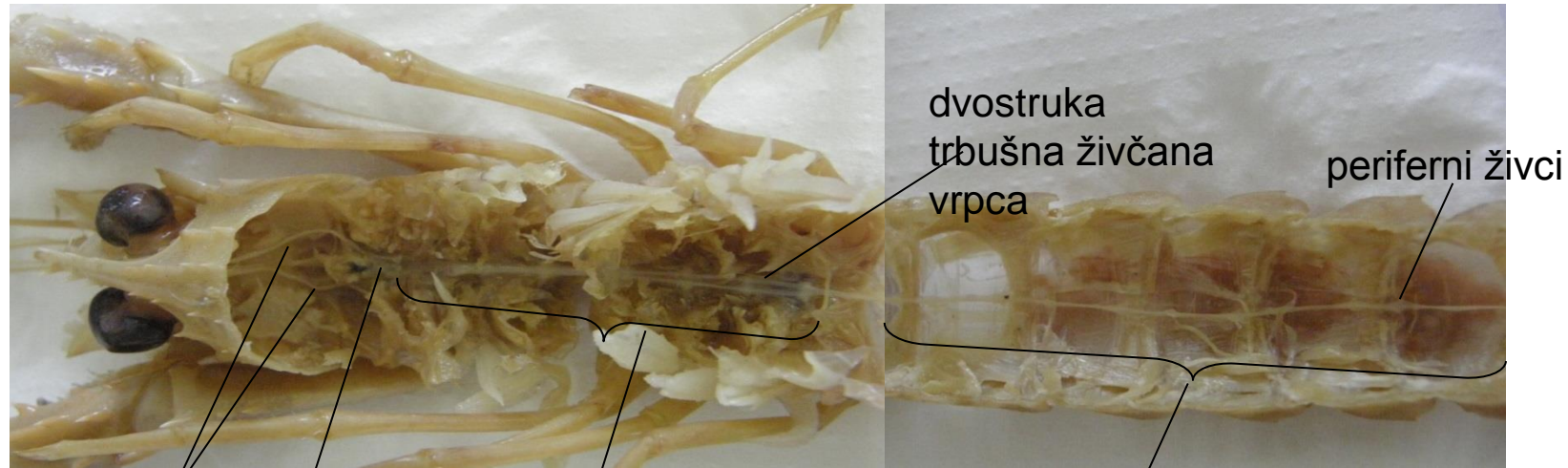


# Živčani sustav

- postupno sjedinjavanje živčanog sustava u uzdužnom i poprečnom pravcu
- Gangliji u parovima (poprečno povezani komisurama, uzdužno konektivama)

# Živčani sustav - položen trbušno/ventralno

- postupno sjedinjavanje živčanog sustava u uzdužnom i poprečnom pravcu
- Gangliji u parovima (poprečno povezani komisurama, uzdužno konektivama)

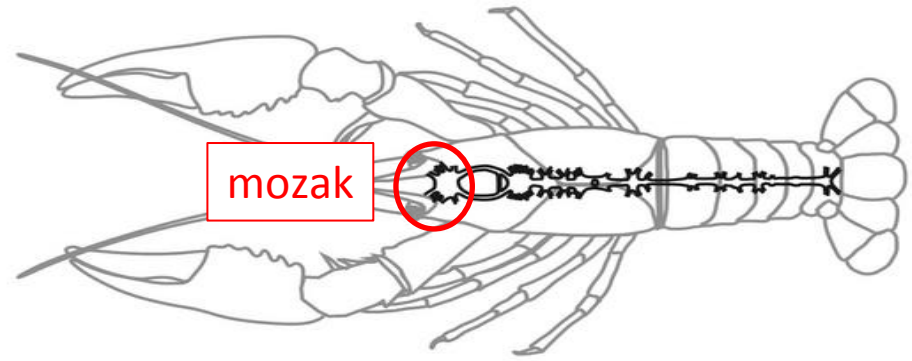


okoždrijeln  
i prsten  
podždrijelni  
ganglij

6 pari prsnih  
ganglija

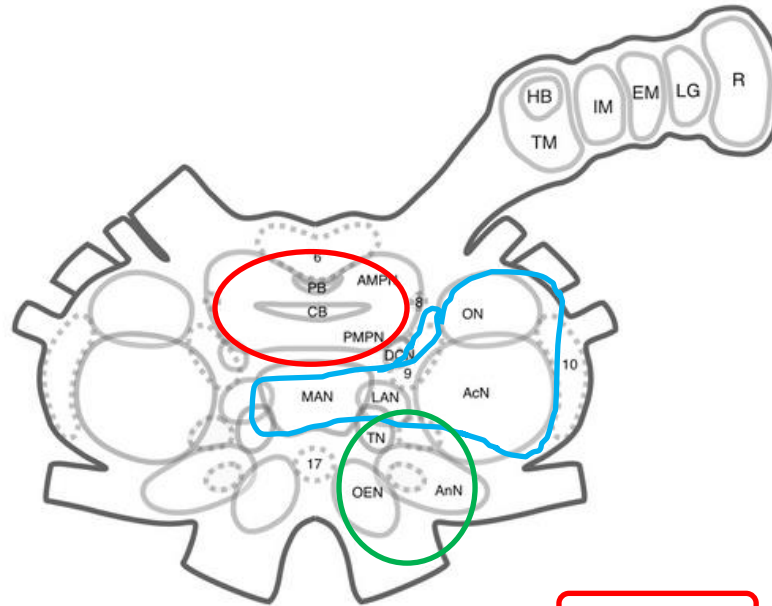
dvostruka  
trbušna živčana  
vrpca  
periferni živci

6 pari začanih ganglija



mozak

- Mozak (nakupine ganglija): protocerebrum, deutocerebrum, tritocerebrum

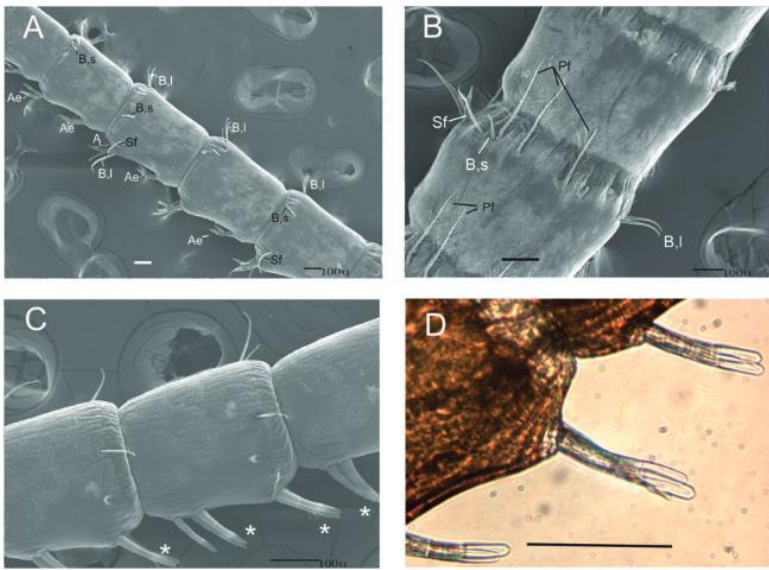


medial protocerebrum		lateral protocerebrum		
protocerebrum	PB	protocerebral bridge	R	retina
	AMPN	anterior medial protocerebral neuropil	LG	lamina ganglionaris
	CB	central body	EM	external medulla
	PMPN	posterior medial protocerebral neuropil	IM	internal medulla
deutocerebrum	ON	olfactory lobe	HB	hemiellipsoid body
	DCN	deutocerebral commissure neuropil	TM	terminal medulla
	MAN	median antenna I neuropil		
	LAN	lateral antenna I neuropil		
tritocerebrum	AcN	accessory lobe		
	TN	tegumentary neuropil		
	AnN	antenna II neuropil		
	OEN	oesophageal neuropil		

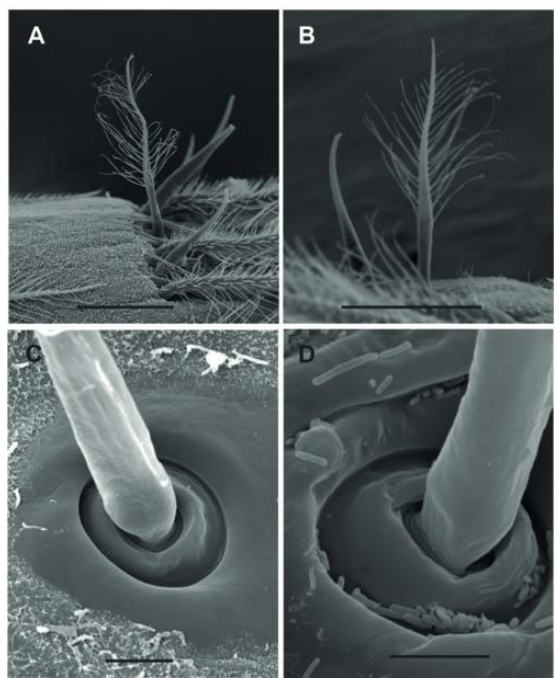


# Osjetni sustav

- Mnoštvo osjetni dlaka/setea po tijelu (antene, antenule) za kemijske i mehaničke podražaje

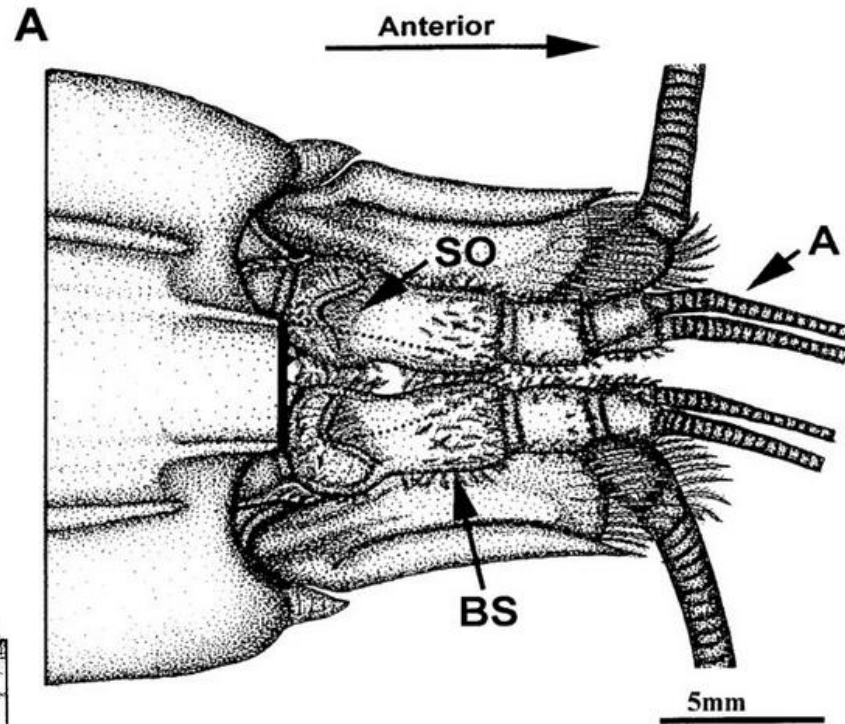
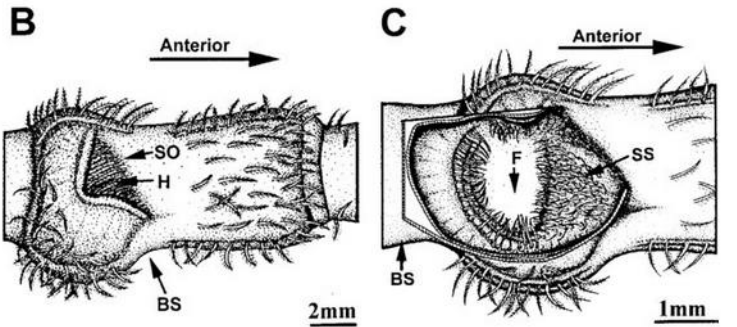
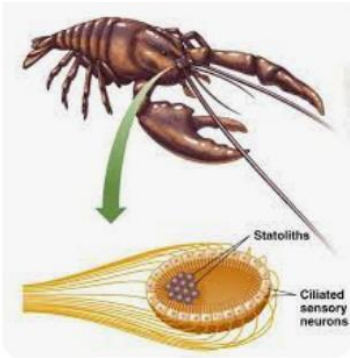


Osjetne dlake na antenama



Smelling, feeling, tasting and touching: behavioral and neural integration of antennular chemosensory and mechanosensory inputs in the crayfish  
J Exp Biol. 2012 ;215(Pt 13):2163-72  
[DeForest](#)

- Statociste za ravnotežu (u bazi antenula)



Morphology of antennular region and statocyst of the crayfish *Cherax destructor*. (A) Dorsal view of the **basal segment (BS) of the antennule**, and the location of the **statocyst opening (SO)**. The rostrum and eyes have been removed. The position occupied by the rostrum is indicated by dotted lines. (B) Higher magnification of the basal segment (BS) of the antennule showing the dense screen of setae (H) that covers the statocyst opening (SO). (C) The **statocyst capsule viewed through a window cut in the dorsal cuticle of the basal segment (BS) of the antennule to reveal the setae (SS)** projecting upwards from the ventral floor (F) of the capsule. The statolith, with which all but the anterior setae make contact, has been removed.

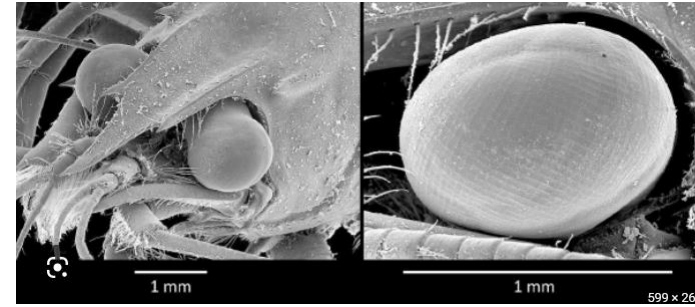
The Structure and Growth of the Statocyst in the Australian Crayfish *Cherax destructor*  
2001 [Biological Bulletin](#) 199(3):251-6  
Finley & MacMillan

## OČI (fotoreceptori)

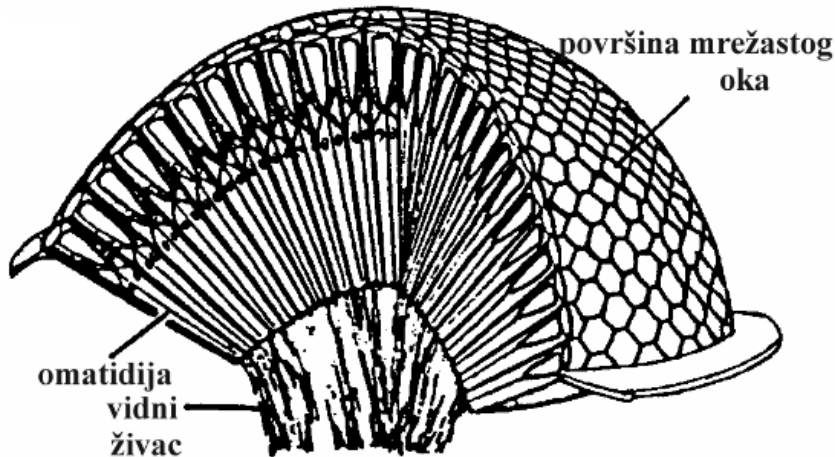
složene oči na stapkama (od mnoštva omatidija)

A) apozicijske oči - raci koji su aktivni danju

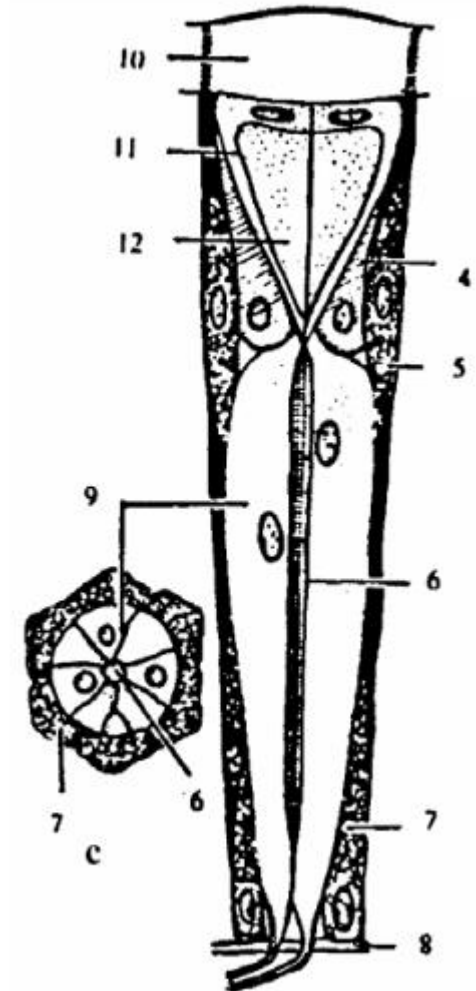
B) superpozicijske oči - raci aktivni noću



sastavljeno od velikog broja (do 30 000)  
pojedinačnih očiju (omatidija) –  
mozaičko gledanje (vide crvenu i plavu boju)



4 - matriksna stanica, 5 - pigmentna stanica, 6 - rabdom, 7 - pigmentna stanica, 8 - bazalna membrana, 9 – retinularna stanica, 10 - rožnica, 11 – kristalna stanica, 12 - kristalni čunj

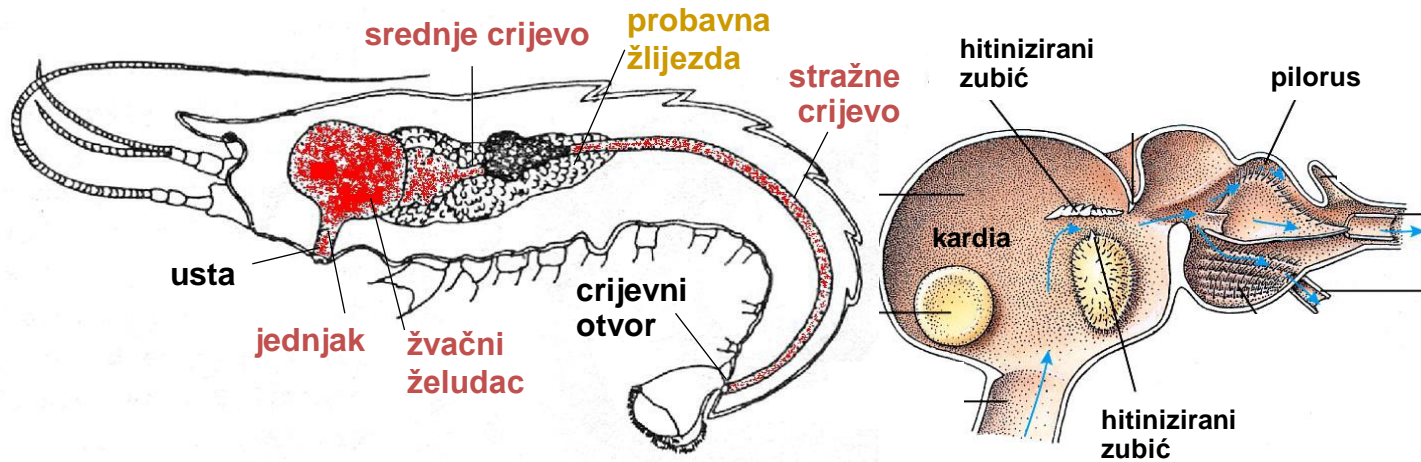




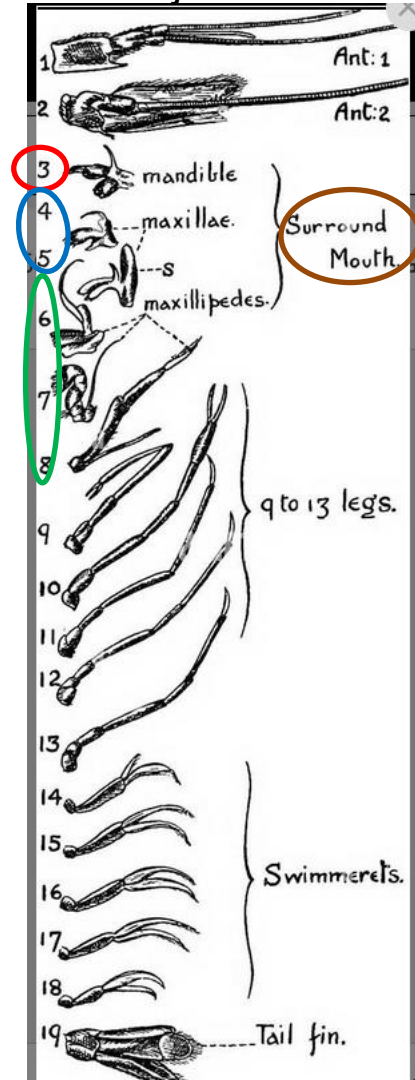
# Probavni sustav

- Prohodno probavilo (prednje crijevo - stomodeum (sadrži: usta, jednjak i želudac), srednje crijevo – mezenteron, stražnje crijevo – proktodeum)

- uz usta imaju više pari usnih organa za primanje hrane: mandibula (gornja čeljust)(drobljenje hrane), maxille (donja čeljust) (2 para) i maxillipedi (čeljusne noge)(3 para) za unošenje hrane u usta

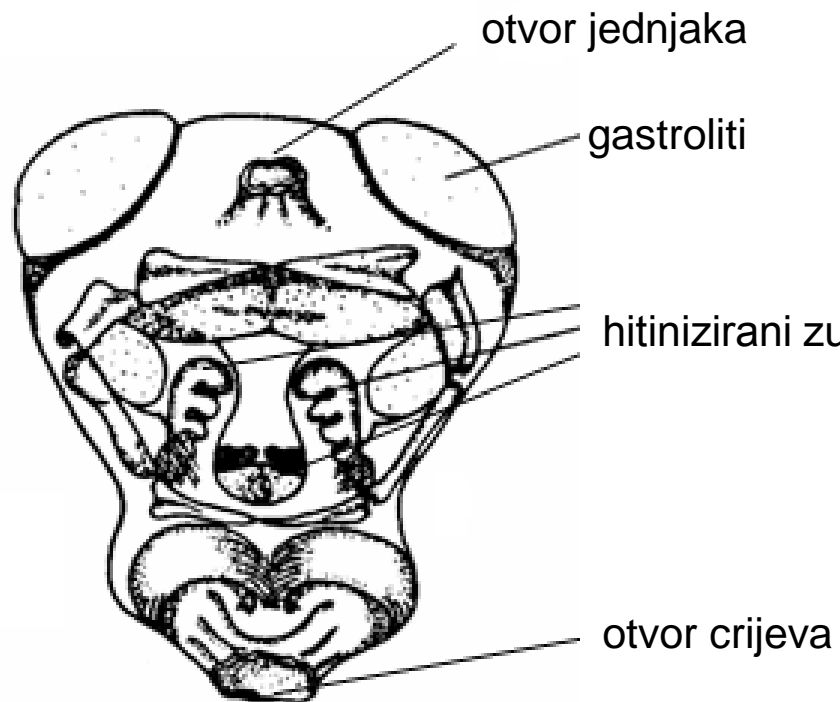


- u žvačnom želucu razlikujemo kardijačni dio (usitnjavanje hrane) i pilorički dio (sortiranje hrane) – u njega se ulijevaju probavni sokovi iz probavne žlijezde (hepatopankreas)



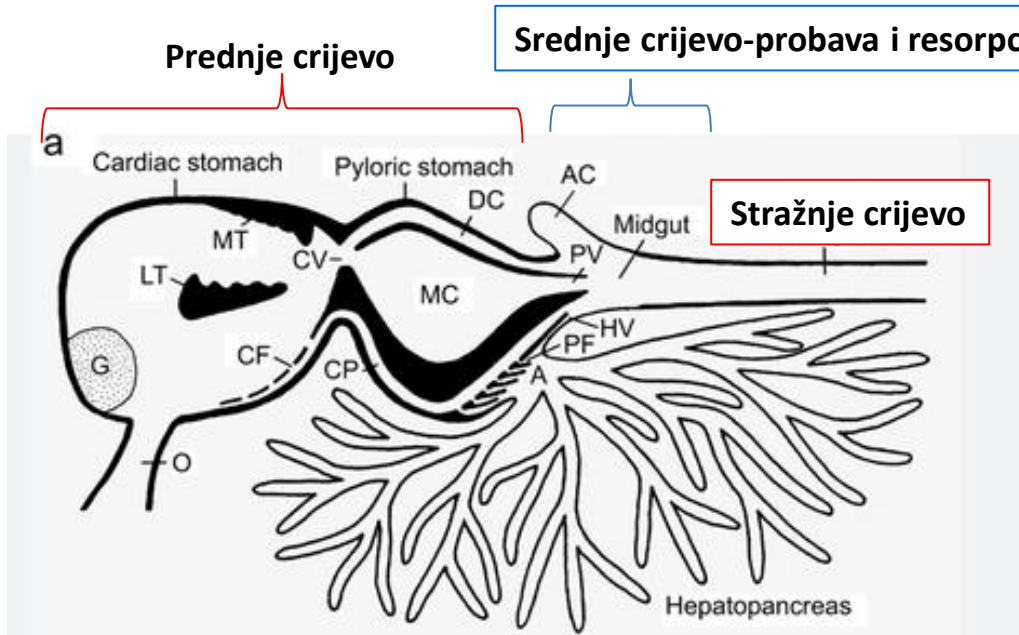
## Žvačni želudac

- u **kardiačnom dijelu želuca** se nalaze tri hitinizirana zubića za drobljenje i usitnjavanje hrane, te gastroliti ("račje oči") koji predstavljaju zalihu  $\text{CaCO}_3$  u organizmu (važno za presvlačenje rakova)



# Žvačni želudac

- u piloričkom dijelu želuca se hrana sortira i u njega ulaze i probavni sokovi probavne žlijezde (hepatopankreasa)



- a) Prednje (jednjak, kardiačni i pilorički želudac) i stražnje crijevo) su presvučeni kutikulom.

## A atrij hepatopankreasa

AC anterior dorsal caecum,

CF cardiac filter,

CP cardiopyloric filter channel,

CV cardiopyloric valve,

DC dorsal pyloric chamber,

**G gastrolit,**

HV hepatopancreatic-intestinal valve,

**LT lateralni zubić,**

**MC pilorički dio,**

**MT središnji zubić,**

**O jednjak (oesophagus),**

**PF pilorički filter (sortiranje hrane),**

**PV pyloro-intestinal valve (modified after Vogt 2002).**

Structure, function and development of the digestive system in malacostracan crustaceans and adaptation to different lifestyles

Springer

September 2019 · Cell and Tissue Research 377(3)

DOI: 10.1007/s00441-019-03056-0

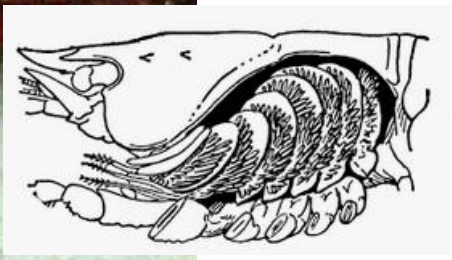
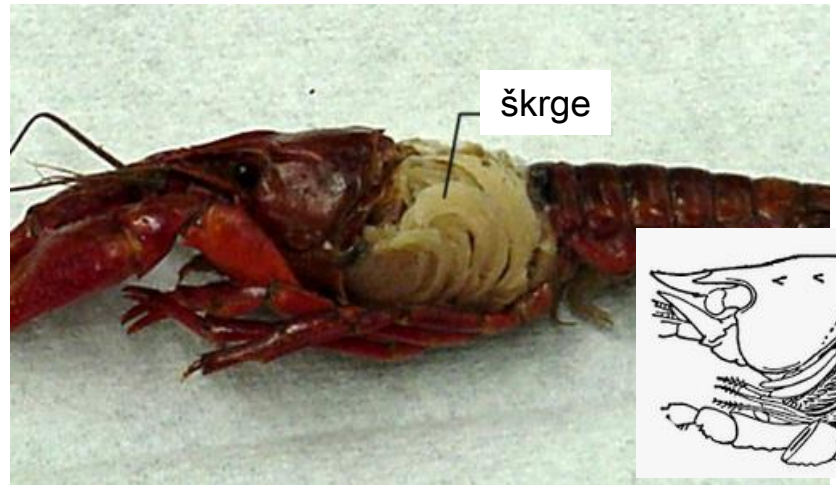
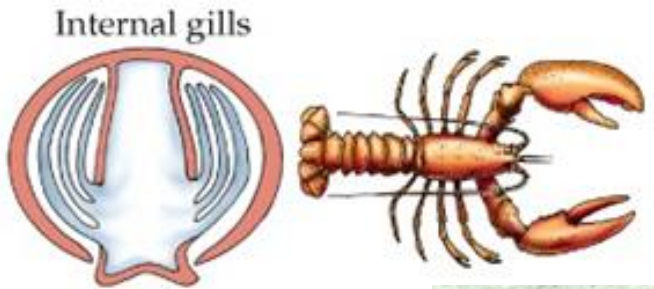
Lab: Jasna Strus's Lab

Jasna Strus · Nada Znidaršič · Polona Mrak · Show all 5 authors · Günter Vogt



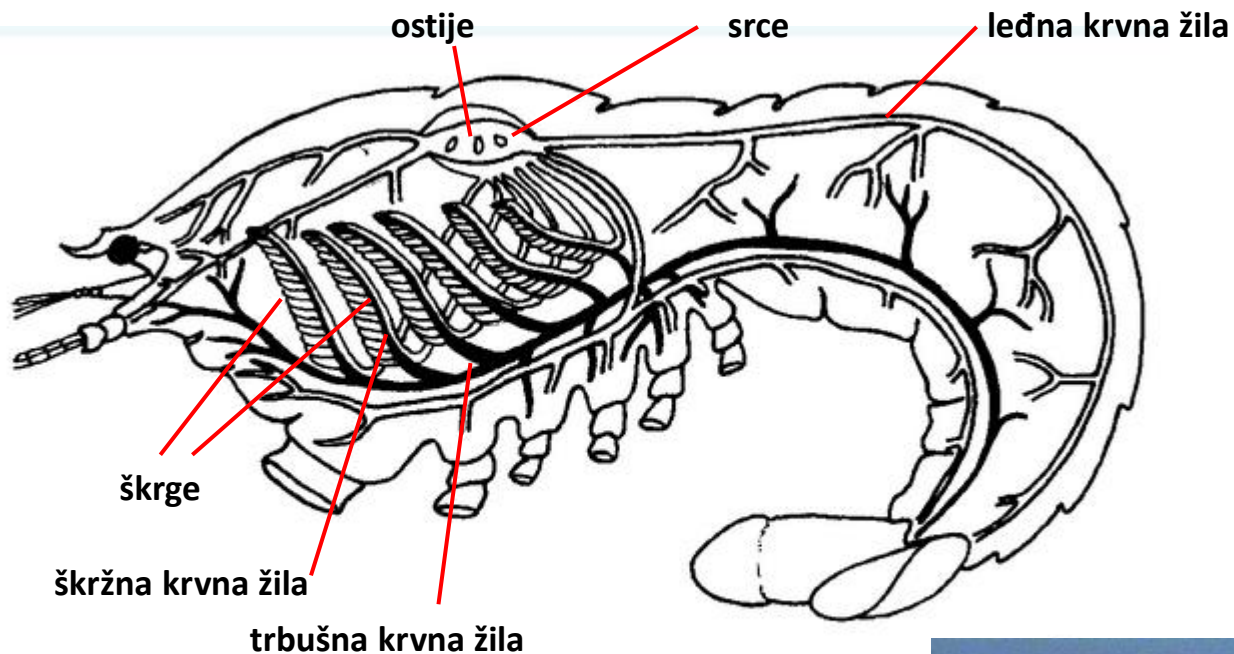
# Dišni sustav

- unutrašnje škrge
- Škrge trihobranhijatne -mnoštvo radijalnih nerazgranatih tubularnih filamenata

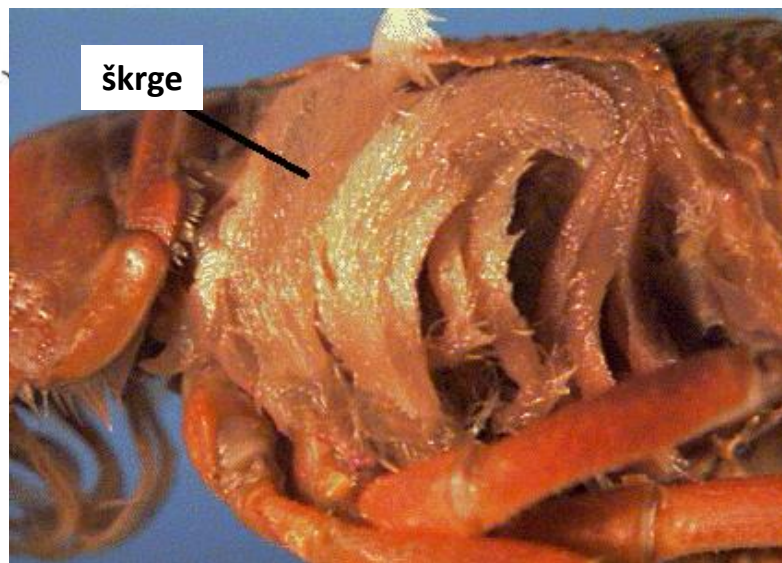
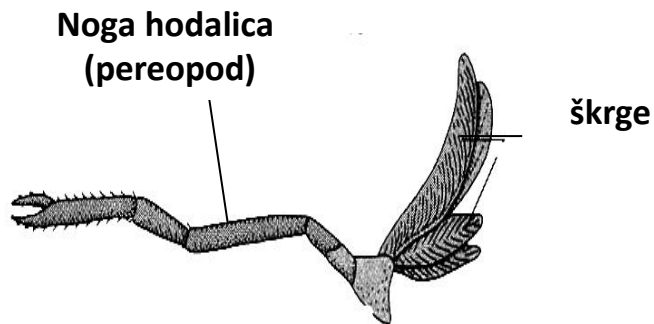


## Rasperjane (resaste) škrge

- ispod karapaksa, na osnovici svih nogu hodalica



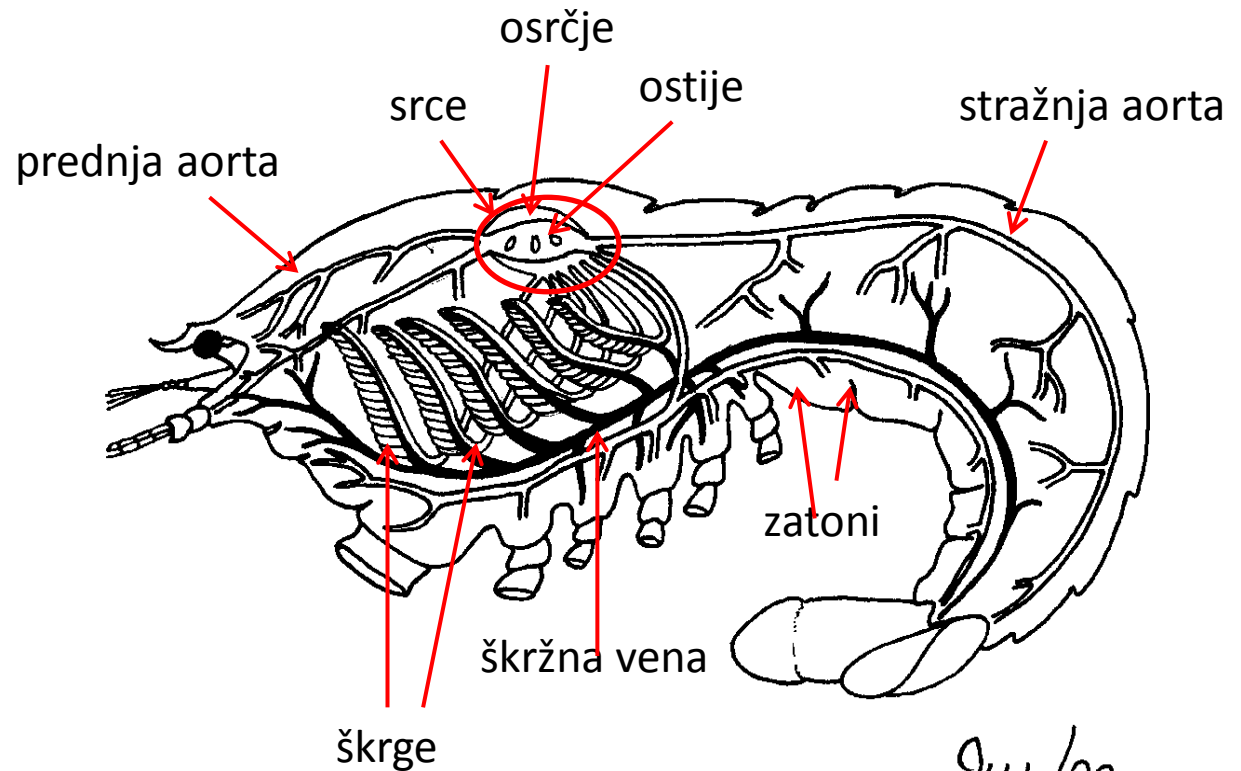
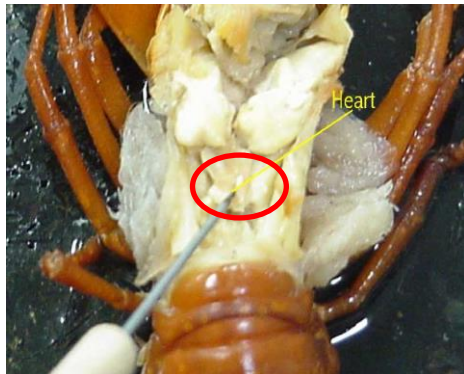
I.Livingstone © BIODIDAC



# Optjecajni sustav

- OTVOREN OPTJECAJNI SUSTAV – nema kontinuiteta žila
- Hemolimfa
- Hemocel (sinusi ili zatoni (veći) i lakune (manje))

Oksigenirana hemolimfa u srce (arterijsko) kroz ostije (položeno dorzalno)



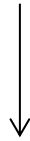
9uy/99



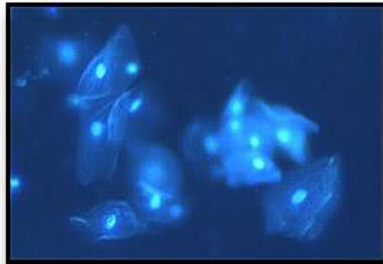
## RESPIRATORNI PIGMENTI (KROMOPROTEIDI)

- složene (konjugirane) **bjelančevinaste tvorbe** koje sadrže jednu ili više **prostetičkih skupina** s metalnim ionom koji veže **plinove**

- vezani za posebne stanice

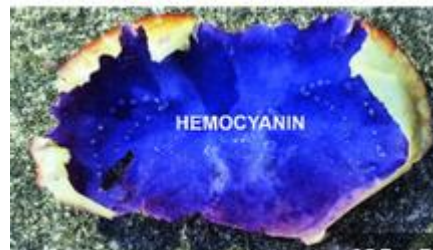


**hemociti** - beskralježnjaci



rakovi

▸ **hemocijanin (bakreni ion)**- pri zasićenju s kisikom - plave boje



# Ekskrecijski sustav

amonijak

$\text{NH}_3$

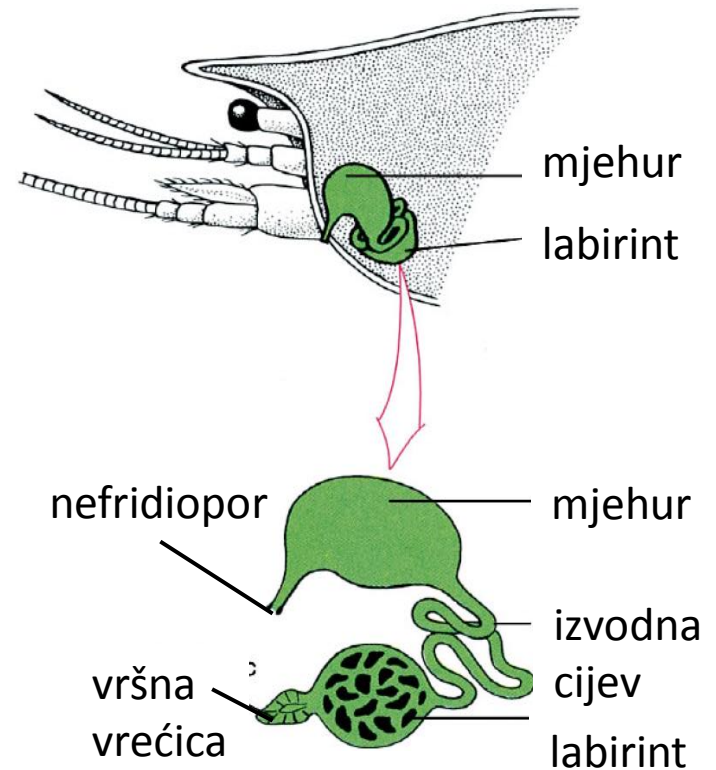
AMONIOTELIČNE životinje

- amonijak je vrlo toksičan (smrtonosan 1:20 000), mora se brzo razrijediti na neotrovnu konc.
- životinje koje žive u vodi

## otvoreni nefridiji - metanefridiji

(Izvrat mezodermalne stjenke prema van)

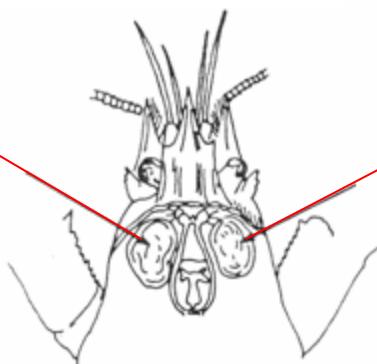
- ticalne (antenalne ili zelene) žlijezde - otvaraju se pri dnu stražnjeg dijela drugog para ticala (antena)



## Ticalne (antenalne) žlijezde

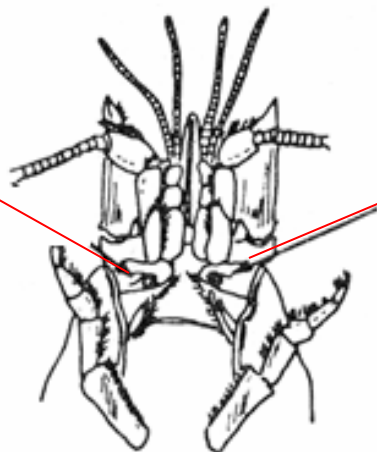
- u glavi životinje nalazi se jedan par ticalnih žlijezda
- izmetni otvori smješteni su ventralno na bazi drugog para ticala (antena)

ticalna žlijezda



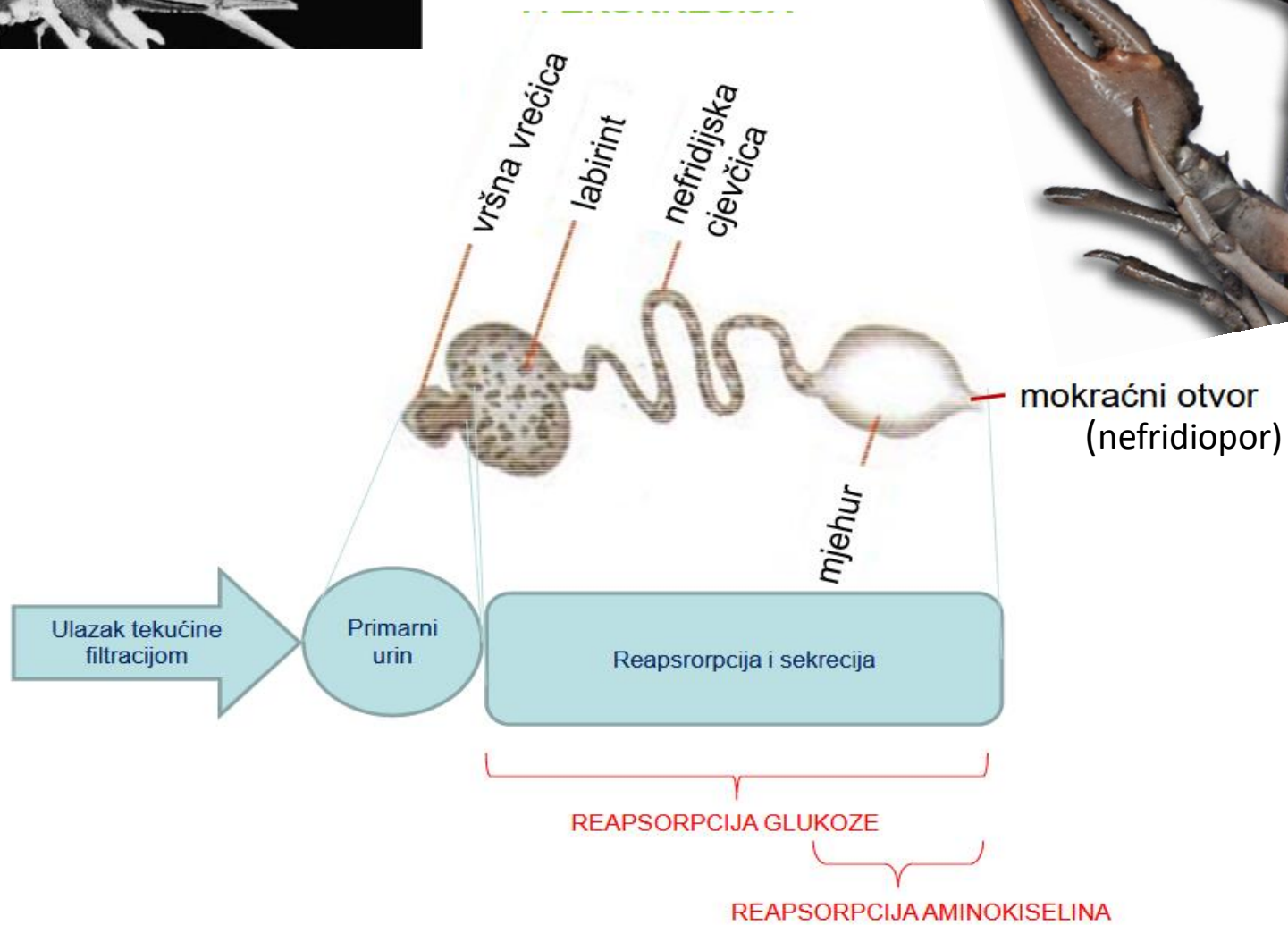
ticalna žlijezda

otvor ticalne žlijezde



otvor ticalne žlijezde

# Ekskrecijski sustav

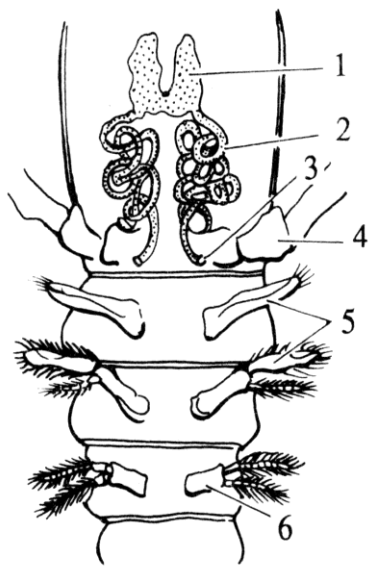




# Rasplodni sustav

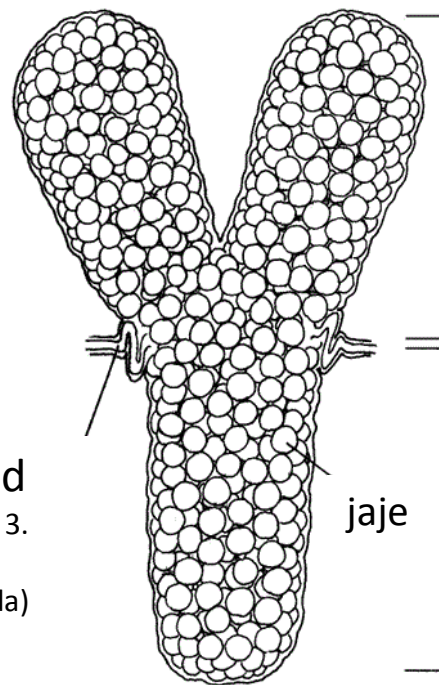
razdvojena spola

gonade su položene dorzalno s parnim izvodnim cjevčicama



**Slika 10.300.** Rasplodni sustav mužjaka riječnog raka (*Astacus astacus*): 1 — sjemenik, 2 — sjemenovod, 3 — spolni otvor, 4 — peti par prsnih nogu, 5 — organ za parenje od prvog para začanih nožica, 6 — začane nožice

(Otvor sjemenovoda na 5. paru pereopoda)



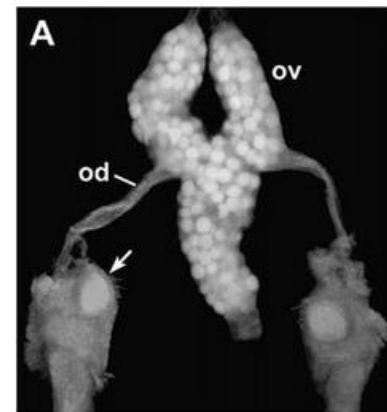
Jajovod  
(otvor na 3. paru pereopoda)

jaje

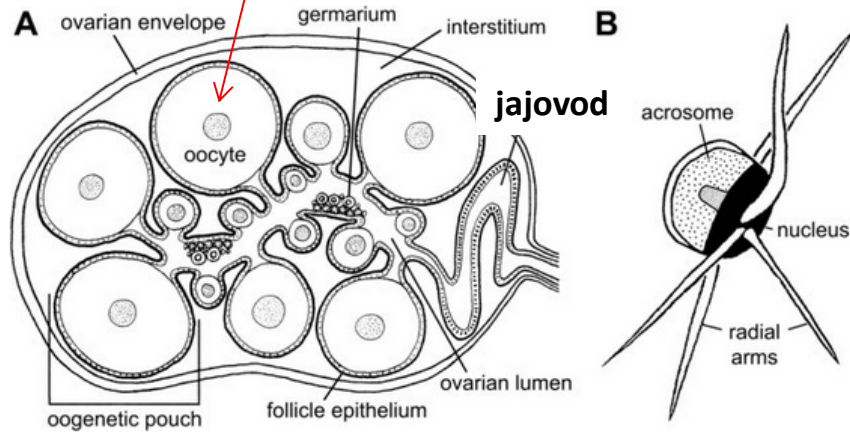
Prednji dio jajnika

Stražnji dio jajnika

ženka



Zrelo jaje



jajnik

spermij

Figure

Caption

Fig. 67.14. Schematic illustration of reproductive system of crayfish. A, architecture of ovary; B, spermatozoon with extended radial arms. [A, after Ando & Makioka, 1998; B, after Vogt, 2002.]

This figure was uploaded by [Javier Diéguez-Urbeondo](#)  
Content may be subject to copyright.

- mužjak proizvodi **spermatofore**



spermatofori na ventralnoj str. ženke riječnog raka

- mužjaci - 1. dva para začanih nogu (pleopoda) preobražen u **kopulatorne organe (gonopodi)**



Mušjak polaže spermatofore na ventralni dio toraksa



Ženka – cementne žlijezde – sluz – otapa spermatofore, lijepi jaja za pleopode





## Spolni dimorfizam

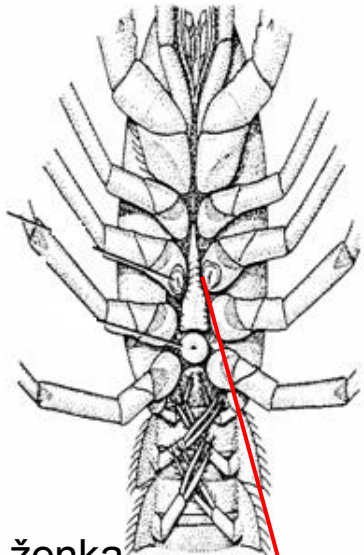
### - primarne spolne oznake

**mužjak** - 1. dva par začanih nogu preobražen u organe za kopulaciju (gonopodi)

- spolni otvori u kukovima petog para nogu hodalica

**ženka** - 1. par začanih nogu je reduciriran - kvržice

- spolni otvori u kukovima trećeg para nogu hodalica



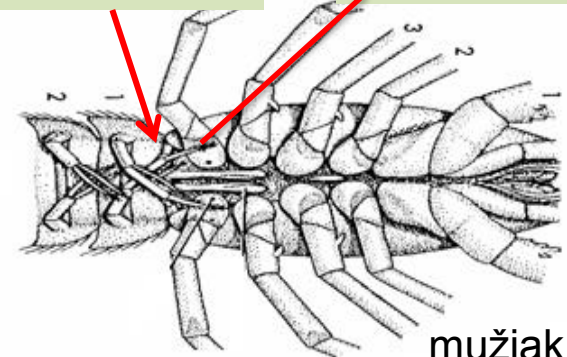
ženka

spolni otvori



organi za kopulaciju

spolni otvori



mužjak



Spolni dimorfizam

- sekundarne spolne oznake



Veličina kliješta



Širina abdomena

+ ponašanje

**EMBRIONALNI RAZVOJ** (razvoj organizma od oplodnje do napuštanja jajne ovojnice) i **POSTEMBRIONALNI RAZVOJ** (od napuštanja jajne ovojnice do spolne zrelosti)

s obzirom na mjesto gdje se odvija embrionalni razvoj

**oviparne**

- ženke legu jaja

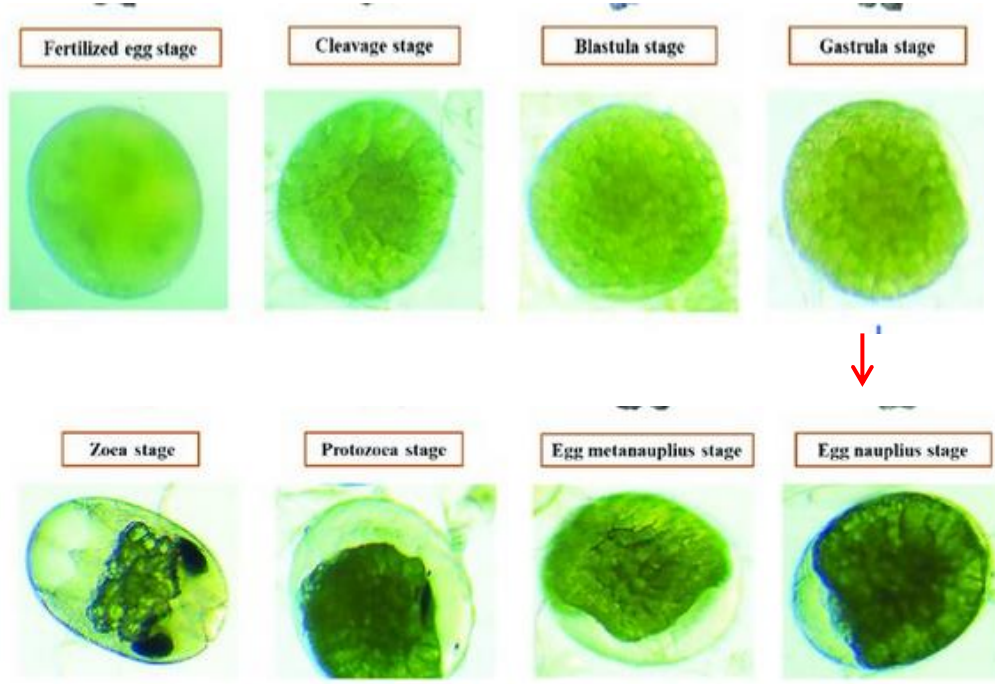
s obzirom na tip jaja

**CENTROLECITALNA JAJA** - citoplazma na površini i obavija čitav žumanjak, jezgra obavijena tankim slojem citoplazme smještena u sredini ili pomaknuta prema jednom polu

**MEROBLASTIČKO** (parcijalno) - ne brazda se čitavo jaje

**superficialno** - brazdaju se samo stanice na površini

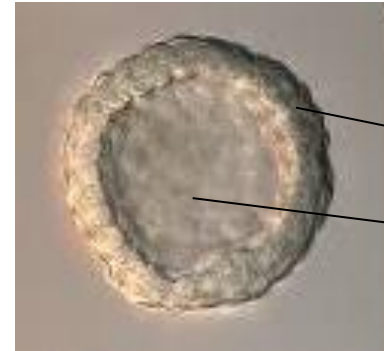
# EMBRIONALNI RAZVOJ



Juvenilni rakovi



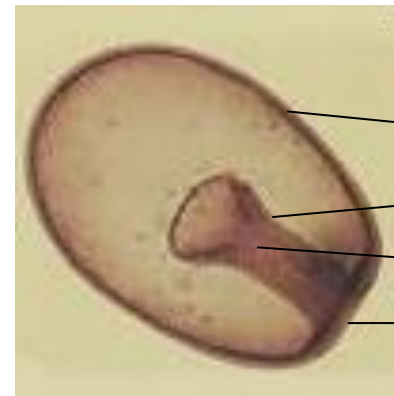
MORULA



BLASTULA

blastoderm

blastocel



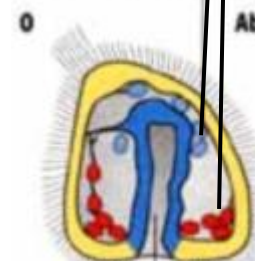
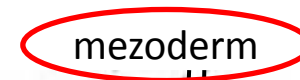
GASTRULA

ektoderm

endoderm

pracrijevo

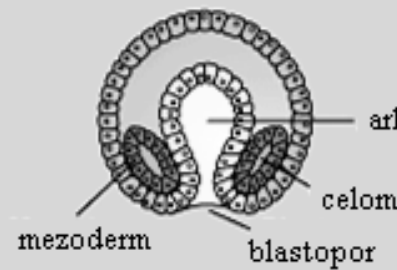
blastopor



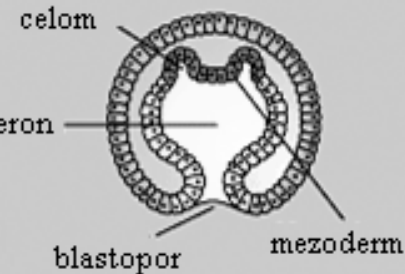
pracrijevo

**Razvoj mezoderma i celoma**

**stvaranje mezoderma  
i celoma**

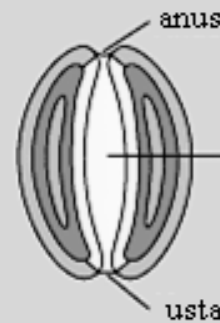


schizocelan postanak celoma

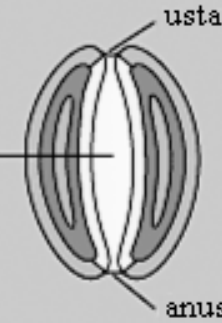


enterocelan postanak celoma

**način zatvaranja  
blastopora**



usta se razvijaju iz blastopora

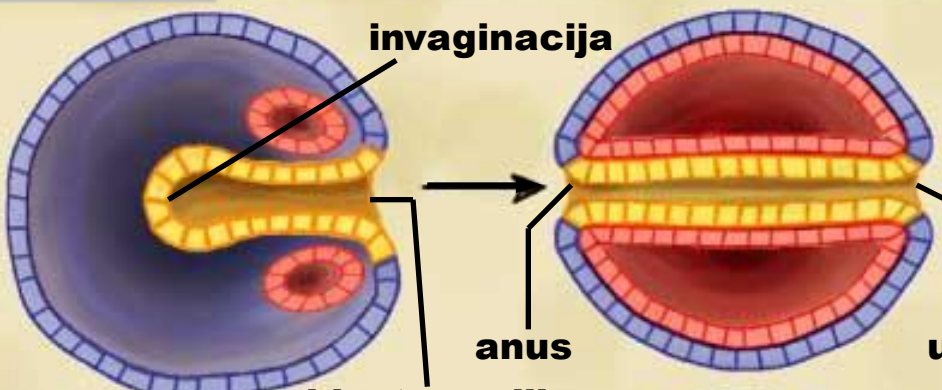


anus se razvija iz blastopora

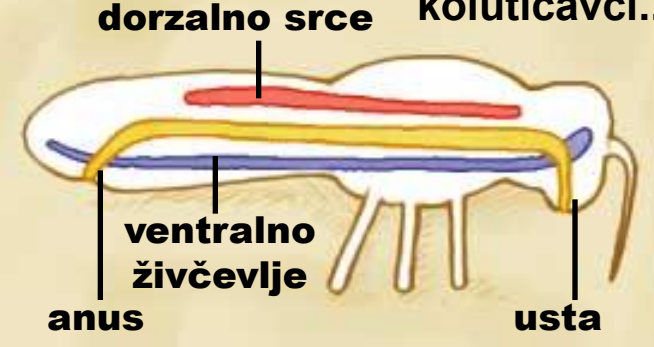


**PROTOSTOMI**

**razvitak embrija**

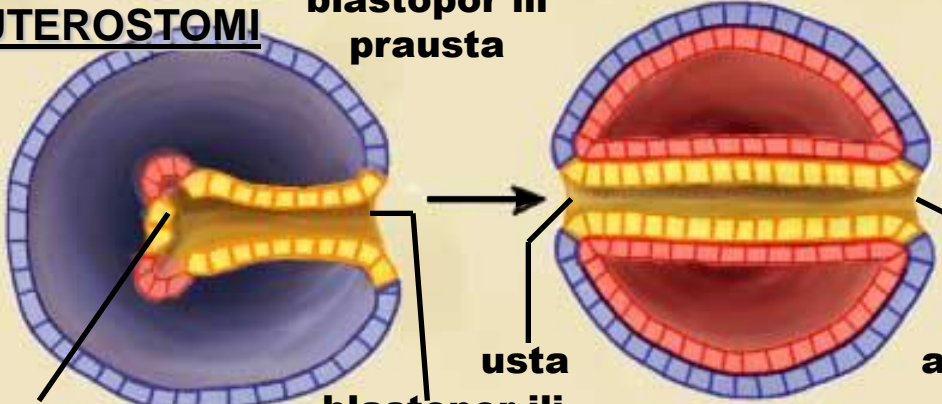


**odrasli** člankonošci, mekušci, kolutičavci...

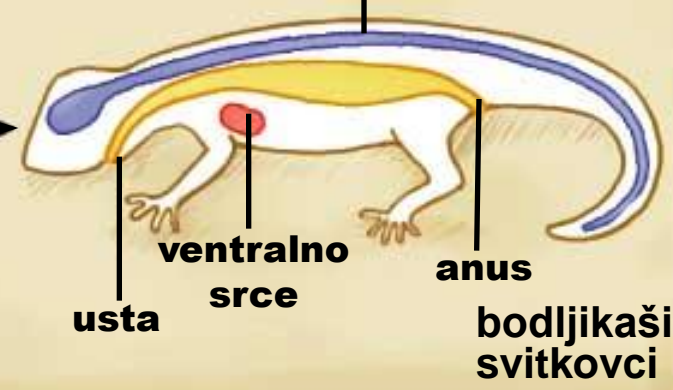


**DEUTEROSTOMI**

**blastopor ili prausta**



**dorzalno živčevlje**



bez diferenciranih tkiva:  
parazoa  
Porifera

diferencirana tkiva:  
eumetazoa

diploblastični  
radijalna sim  
Cnidaria  
Ctenophora

triploblastični  
bilateralna sim

Acelomata  
Platyhelminthes  
Nemertina

Pseudocelomata  
protostomi  
Bivši Aschelminthes

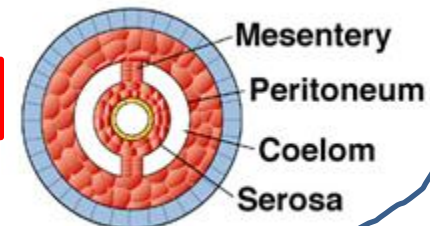
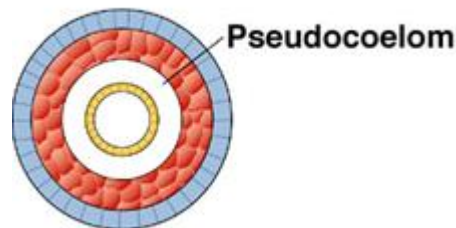
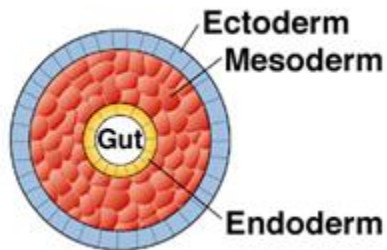
Celomata

protostomi

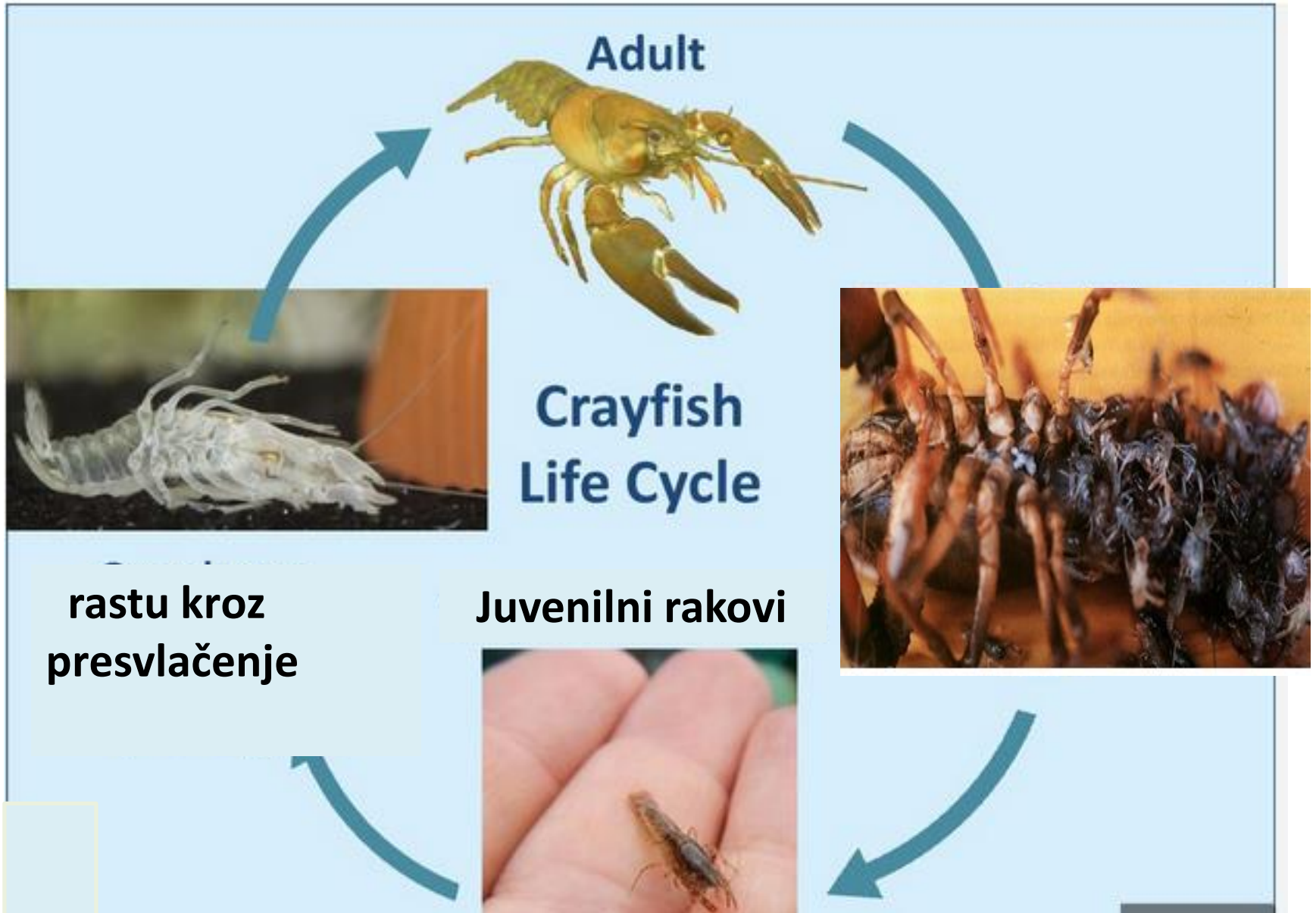
Mollusca  
Arthropoda  
Annelida  
i drugi..

deuterostomi

Echinodermata  
Chordata  
i drugi....



Juvenilni rakovi – presvlačenje do postizanja spolne zrelosti



# Hormonalni sustav

**rakovi** - 3 vrste struktura vezane s hormonalnom djelatnošću:

**Y-organ** - na antenalnom ili 2. maksilarnom kolutiću glave, hormon **ekdison** koji potiče presvlačenje

**X-organ** - unutar očnog drška, hormoni koji sprečavaju presvlačenje i djeluju inhibirajuće na razvoj jajnika

**sinusna žlijezda** - u očnom dršku (nije žlijezda)

- **sprema i oslobađa hormone iz X-organa**, koji djeluju inhibirajuće na Y-organ (prestane lučiti kad su posebni vanjski uvjeti: temperatura, fotoperiod, prehrambeni status..)

