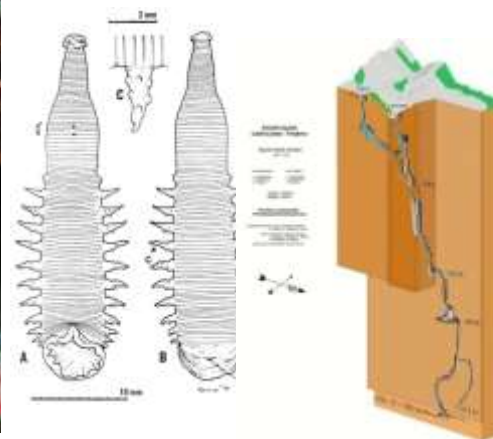




Čudesna zoologija



Područja zoologije

Morfologija

Taksonomija (molekularna biologija)

Sistematika – (molekulana biologija)

Embriologija – (molekularna biologija)

Genetika

Fiziologija – (molekulana biologija)

Biogeografija

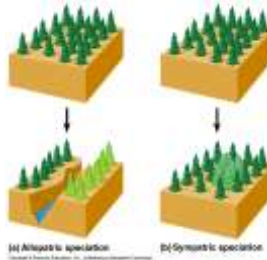
Etologija

Filogenija – (molekulna biologija)

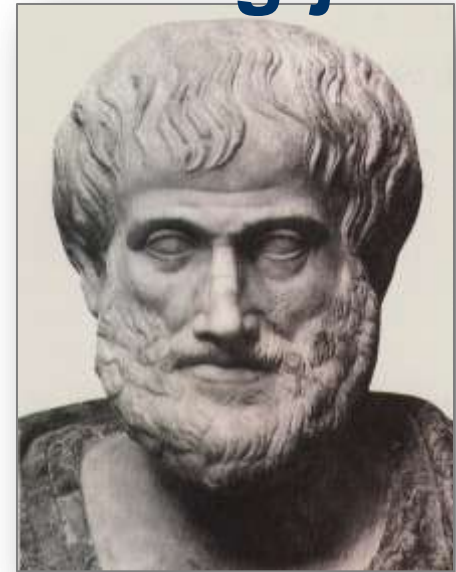
Filogeografija (molekularna biologija)

Evolucija – (molekulana biologija)

Evolucija

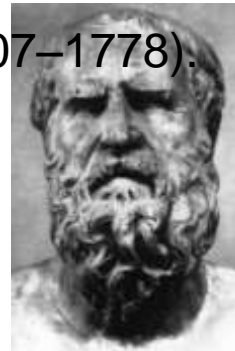


Alfred Russel Wallace
(1823-1913)



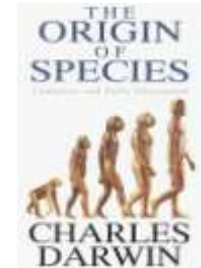
Aristotel, 384 - 322 pr. n. št.

(1707–1778).



Heralikt
(535-475)

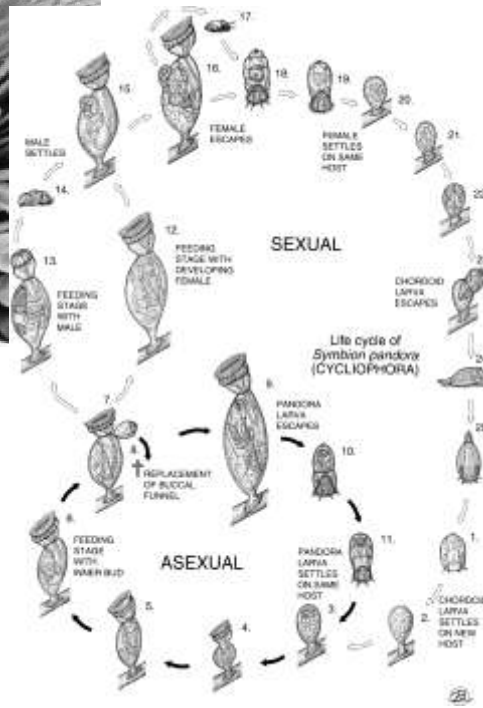
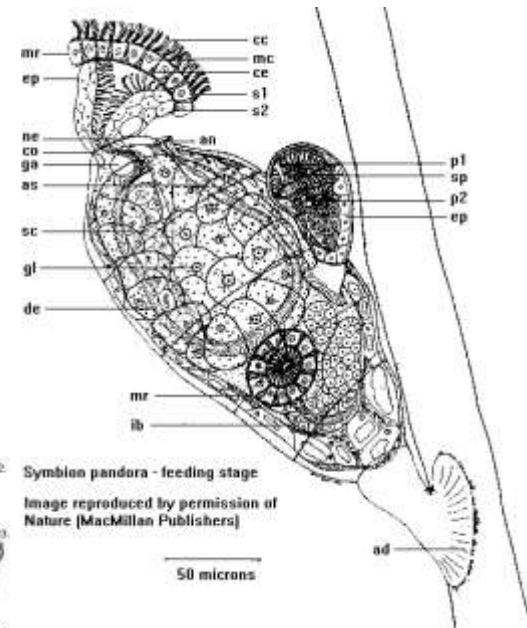
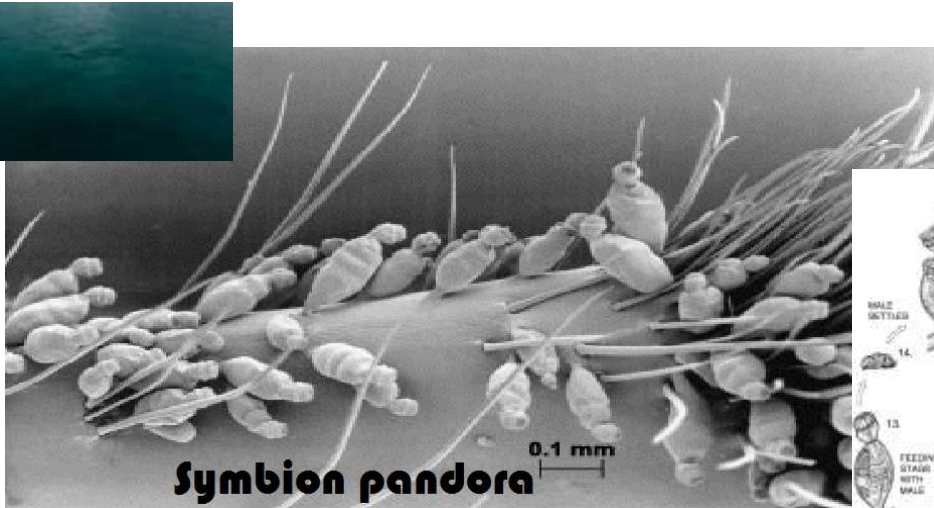
Carl
Linneus
(1707-
1778)



Biogeografske značajke



Cycliphora- novo koljeno otkriveno na čeljusnim nožicama škampa.



**Nova čudesna
otkrića u
taksonomiji
i sistematici**

**Red Mantophasmatodea – Afrika!!
– novootkriveni red kukaca**



Austrophasma caledonensis



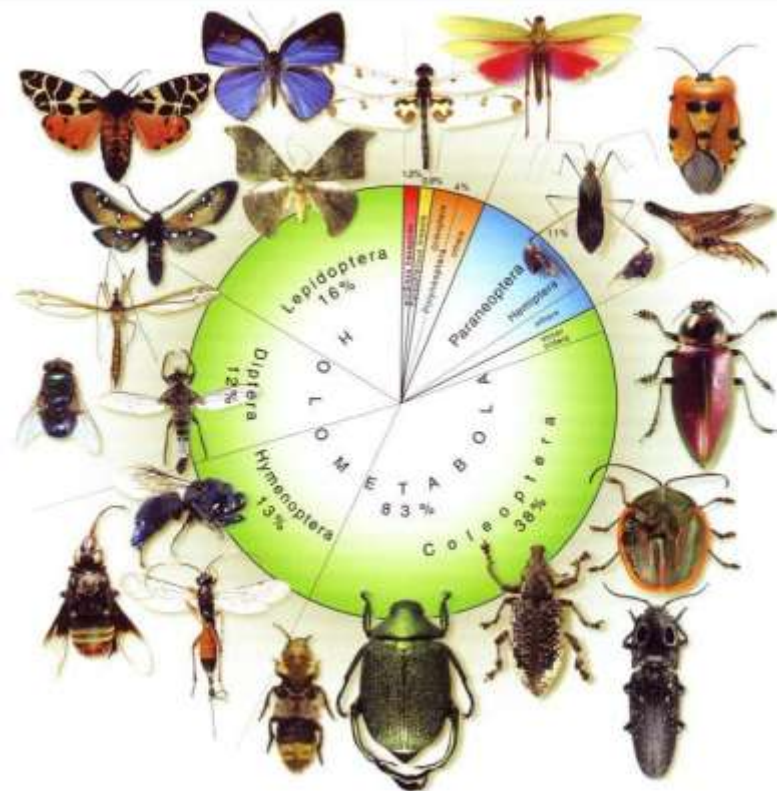
Barcode of Life

Utvrđivanje genetske raznolikosti
života na zemlji.



Molekularne metode jako
bitne u
istraživanju faune,
konzervacijskoj
biologije i zaštiti prirode.





Crno označeno - broj poznatih vrsta
bijelo označeno - broj potencijalnih, još neopisanih vrsta.



Ljepota u životinjskom svijetu ????

Prednost ili mana ????



Sistematski prikaz kukaca

Dva podrazreda:

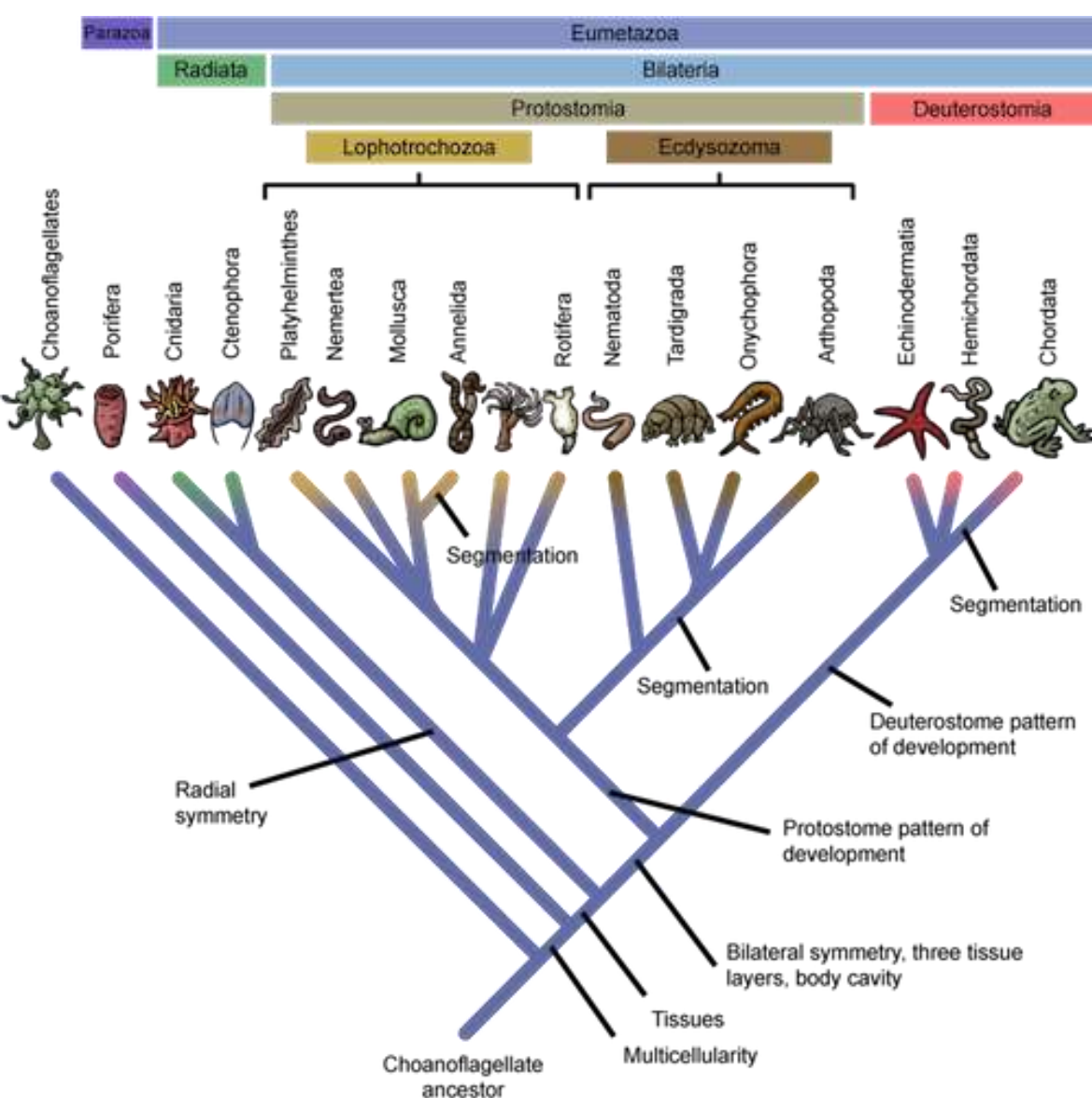
Apterygota (beskrilni kukci)



Pterygota (kukci s krilima)



Category	Taxon	No. of families ¹		No. of species	
		World	NA	NA ²	World ³
→ Class	Parainsecta				
Order	Protura	3	3	20	500
	Collembola (springtails)	4	3	700	6,000
→ Class	Entognatha				
Order	Diplura	5	5	64	800
→ Class	Insecta				
Subclass	Apterygota				
Order	Archeognatha (bristletails)	2	2	35	350
	Thysanura (silverfish)	5	3	30	370
Subclass	Pterygota				
Infraclass	Paleoptera				
Order	Ephemeroptera (mayflies)	17	17	614	2,500
	Odonata (dragonflies, damselflies)	24	11	415	4,900
Infraclass	Neoptera				
Division	• Exopterygota •				
Superorder	Orthopteroidea				
Order	Blattodea (roaches)	5	5	66	4,000
	Mantodea (mantids)	8	1	20	2,000
	Isoptera (termites)	6	4	41	2,300
	Grylloblattodea	1	1	13	25
	Dermaptera (earwigs)	7	6	23	1,800
	Plecoptera (stoneflies)	8	9	578	2000
	Embiidina (web-spinners)	8	3	13	~2000
	Orthoptera (grasshoppers, katydids)	13	12	1,800	>20,000
	Phasmatodea (walkingsticks)	2	1	31	>2,500
Superorder	Hemipteroidea				
Order	Zoraptera	1	1	3	30
	Psocoptera (booklice, barklice)	17	26	257	>3,000
	Phthiraptera (biting lice, sucking lice)	16	9	776	>3,000
	Hemiptera (true bugs)	104	75	3,834	~55,000
	Thysanoptera (thrips)	5	5	700	4,500
Division	• Endopterygota •				
Superorder	Neuropteroidea				
Order	Megaloptera (alderflies, dobsonflies)	2	2	43	300
	Raphidioptera (snakeflies)	2	2	21	175
	Neuroptera (lacewings, antlions)	17	11	312	5,000
	Coleoptera (beetles)	135	117	23,640	>300,000
Superorder	Strepsiptera	5	4	109	525
Order	Mecopteroidea				
	Mecoptera (scorpionflies)	7	5	75	500
	Diptera (flies)	117	104	19,562	~150,000
	Siphonaptera (fleas)	17	7	258	2,400
	Lepidoptera (moths, butterflies)	102	80	11,300	~150,000
	Trichoptera (caddisflies)	24	22	1,340	>7,000
Superorder	Hymenopteroidea				
Order	Hymenoptera (ants, bees, wasps)	73	71	17,429	~150,000
		762	627	84,122	>883,475



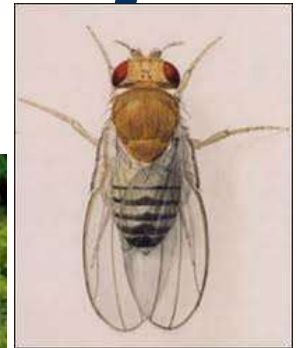
Prikaz sistematike životinja

Nekoliko momenata je jako važno:

1. Pojava višestaničja
2. Bilateralna simetrije
3. Segmetcaija
4. Kolutićavosti
5. Deuterostomije
6. Način rasta

Sva koljena nastaju u **moru**. Ni jedno nikada na kopnu. 14 koljena živi samo u moru, samo 1 na kopnu. Da li je **megaevolucija stala????** **Zašto kambrijska eksplozija????** **Zašto ni jedno koljeno nije evoluiralo na kopnu**, a mikroevolucijski peocesi su toliko izraženi????

Život gradi prostore za mikroevolucijske procese



Rod *Drosophila* – 450
Vrsta na havjima,
ukupno 1600 vrsta.

Havaji.

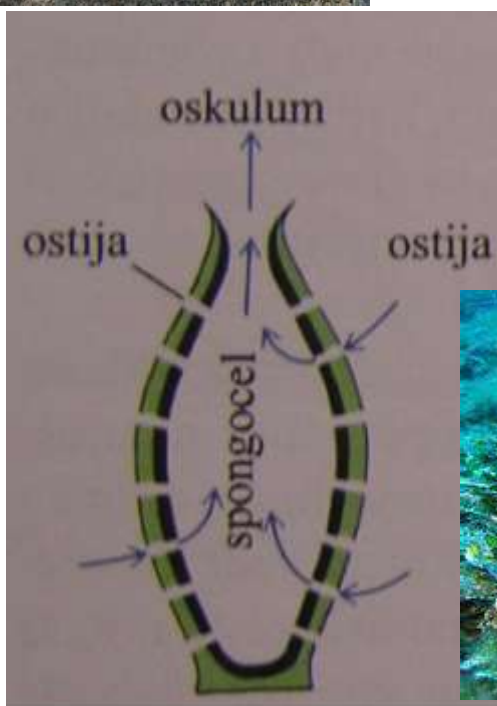


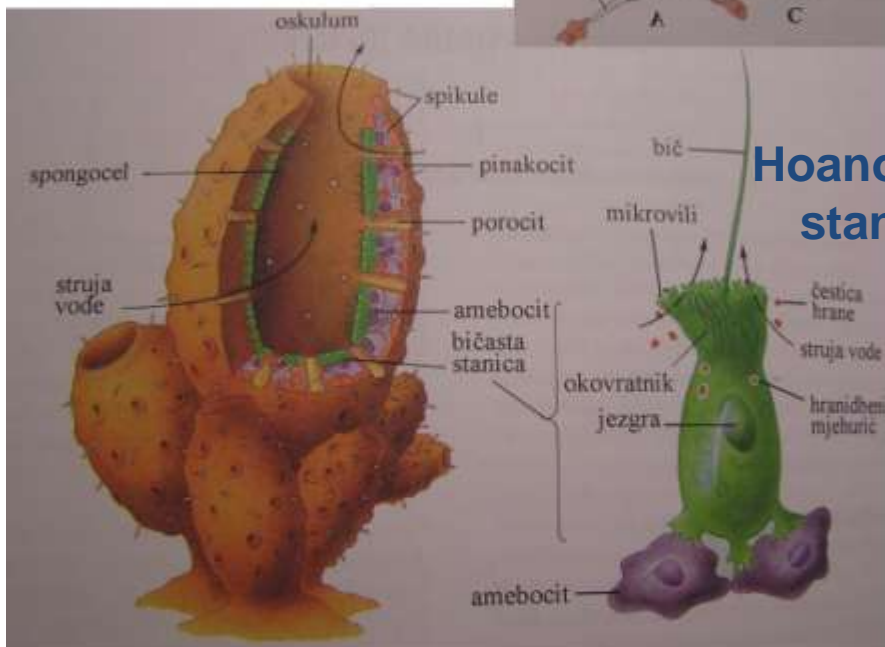
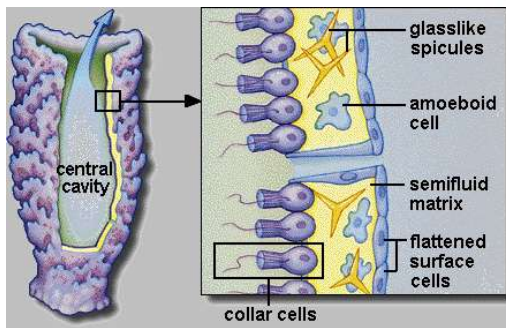
Veliki koraljni greben



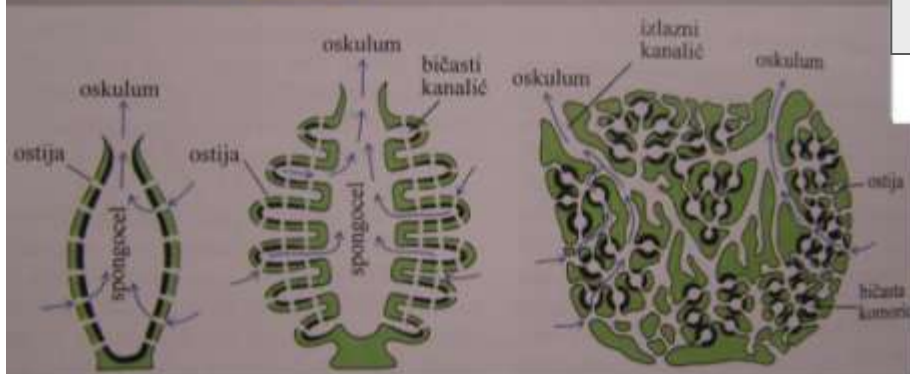
Spongia = Porifera

Spužve





Hoanocitna stanica



Amebocitne stanice totipotentne s različitim funkcijama: **kolenociti** s dugim pseudopodijima; **kromociti** sadrže pigmentna zrnca; **trofociti** sadrže rezervne tvari; **skleroblasti** sudjeluju u izgradnji skeleta. Specifični oblika amebocita **areheociti** - iz njih spolne stanice i važna uloga u regeneraciji.

Hoanocita stanica dvije funkcije:

1. stvaranje struje vode,
2. filtriranje vode pomoću ovratnika – prehrana spužvi. Ovratnik je građen kao proteinska rešetka.



Različite tipove **skeleta** kod spužvi grade **skleroblatsi**:

Kalkoblasti – iglice od CaCO_3

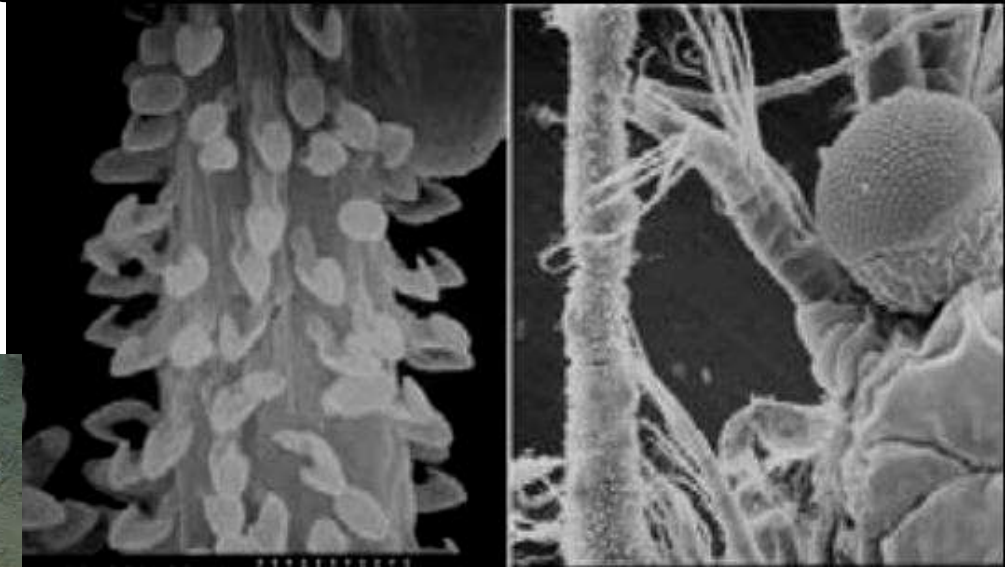
Silikoblasti – iglice od SiO_2

Spongioblasti – skelet od spongina.

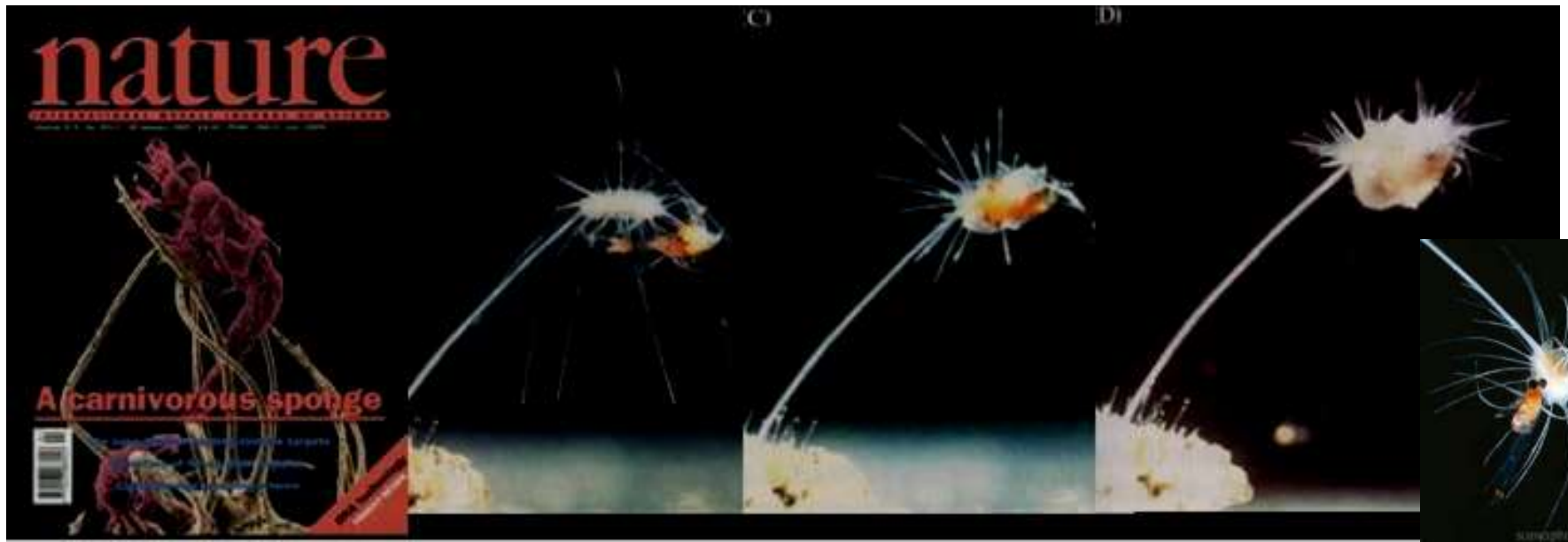
Spongin – organska tvar.

“Killer-sponges”

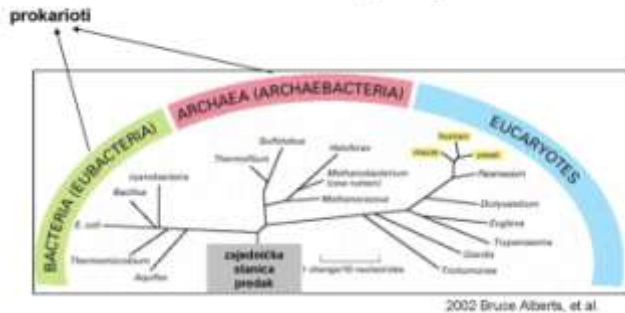
Predatorske dubokomorske spužve; **love** rakove pomoću **filamenata** prekrivenih sa spikulama; ovaj karnivorni tip spužvi izgubio je ostije, oskulum i hoanocite. Drugi nalaz u svijetu - Hrvatska, spilja u Parku prirode Telaščica.



Jedan od predatorskih spužvi je vrsta *Asbestopluma hypogea*.

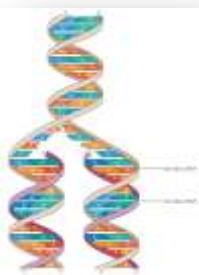
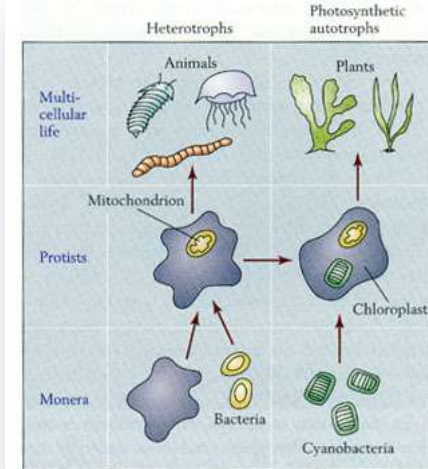


II. Tri carstva žvoga svijeta



Podjela napravljena na temelju nukleotidne sekvence podjedinice rRNA - 16S RNA (duljina oko 1500 nukleotida) iz različitih vrsta

Prikaz evolucijskih događaja



fototrofne bakterije

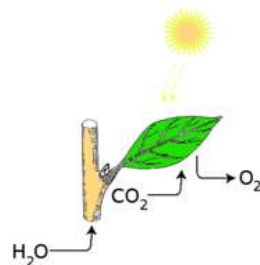
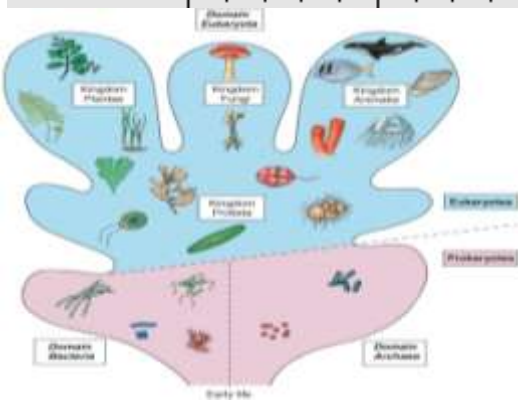
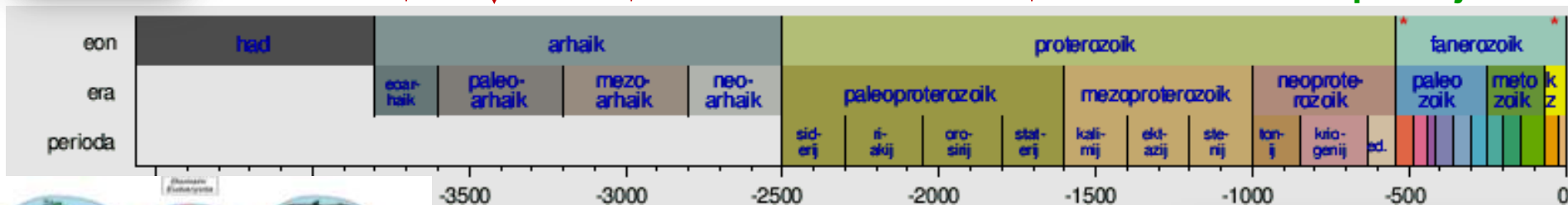
bakterije i arheje

kolonijske cianobakterije (stromatoliti)

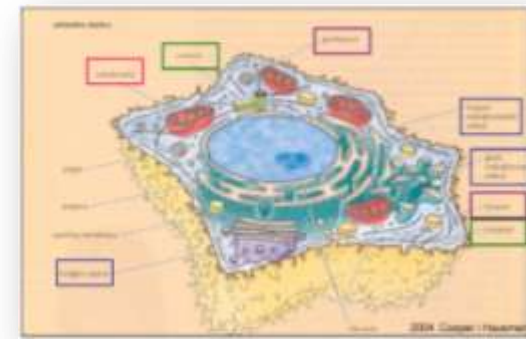
jednostanični organizmi

kolonije zelenih algi

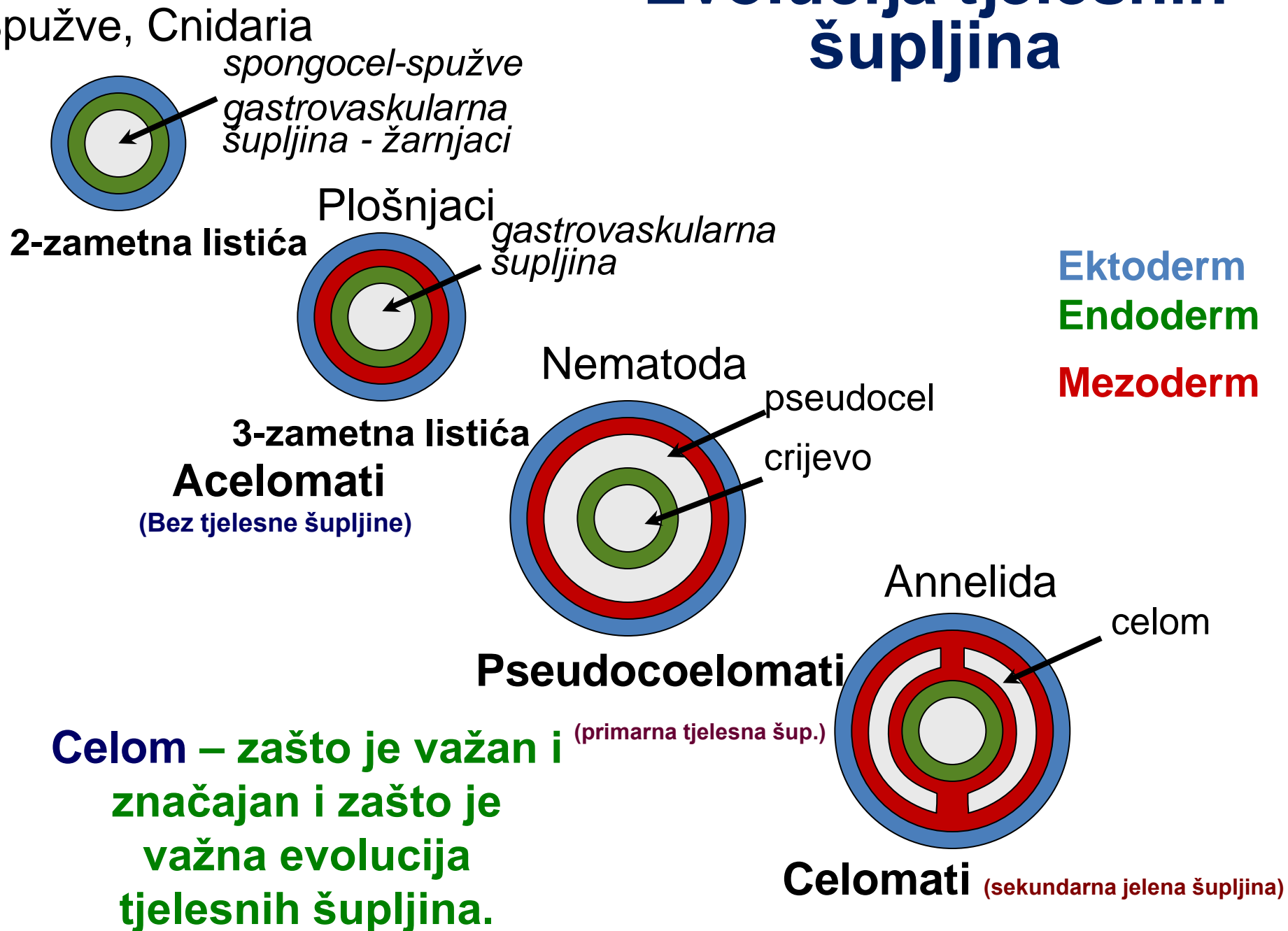
višestanični organizmi
spužve, žarnjaci, rebraši...
kambrijska eksplozija



Fotosinteza
možda najfascinantniji
proces na Zemlji.



Evolucija tjelesnih šupljina



Opće značajke kolutićavaca

Triploblastične životinje

Homonomna metamerija

Bilateralno simetrični

Tijelo bez skeleta (hidroskelet)

Prostomične životinje

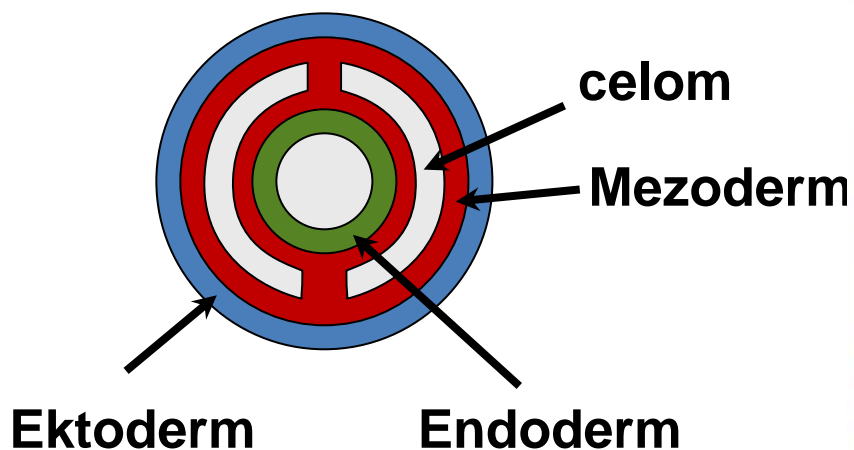
Otvoreni optjecajni sustav

Celomata

Mnogi imaju veliku moć regenarcije

Prisutno spolno i nesporno razmnožavanje

Poznato je oko 17 000 vrsta, 70% morske



Vanjska građa kolutićavaca

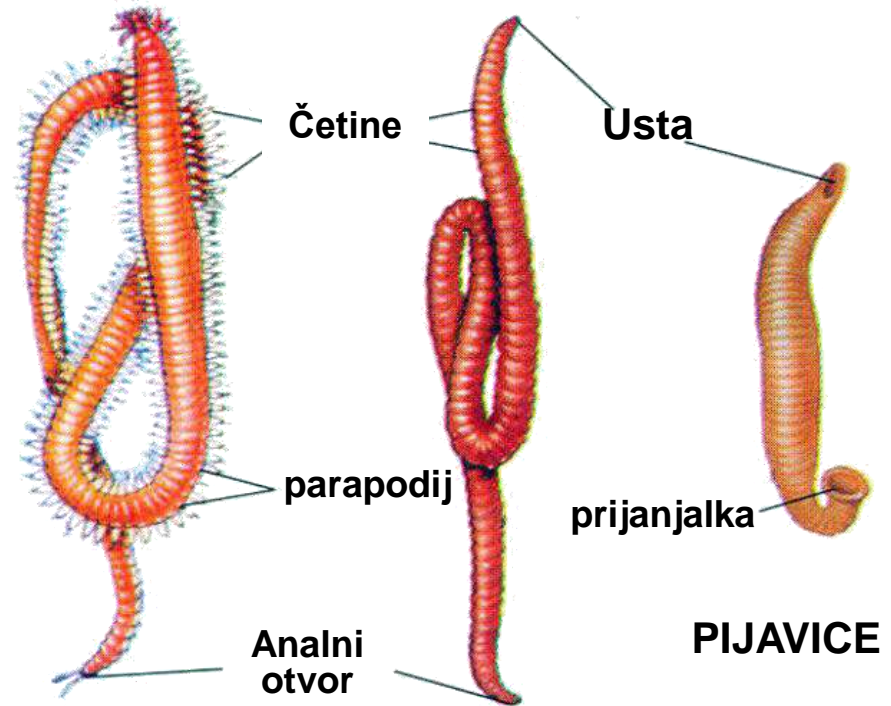
Crvolikog oblika tijela, dužine od 1 mm do 3 m.

Tijelo je građeno od **kolutića**.

Na prednjem dijelu nalazi se usni, a na stražnjem analni otvor.

Kolutićavci imaju evoluciju bočnih tjelesnih nastavaka:

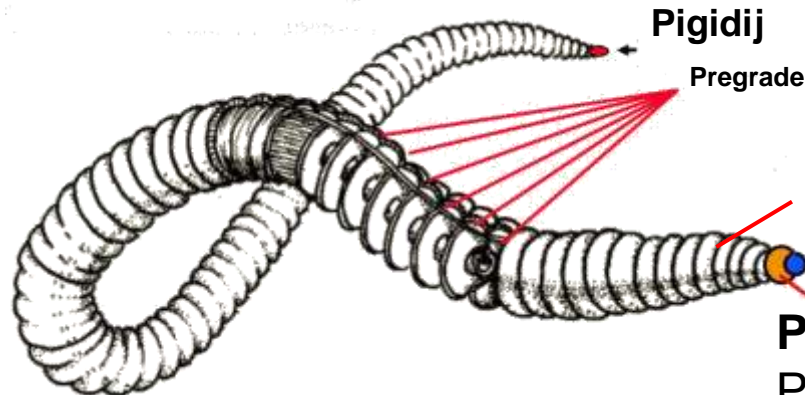
parapodiji → četine → nema četina
(Polychaeata) → (Oligochaeta) → (Hirudinea)



MNOGOŠČETINCI

MALOŠČETINCI

PIJAVICE



Prostomij ali akron

Nabor ispred prvog kolutića tijela

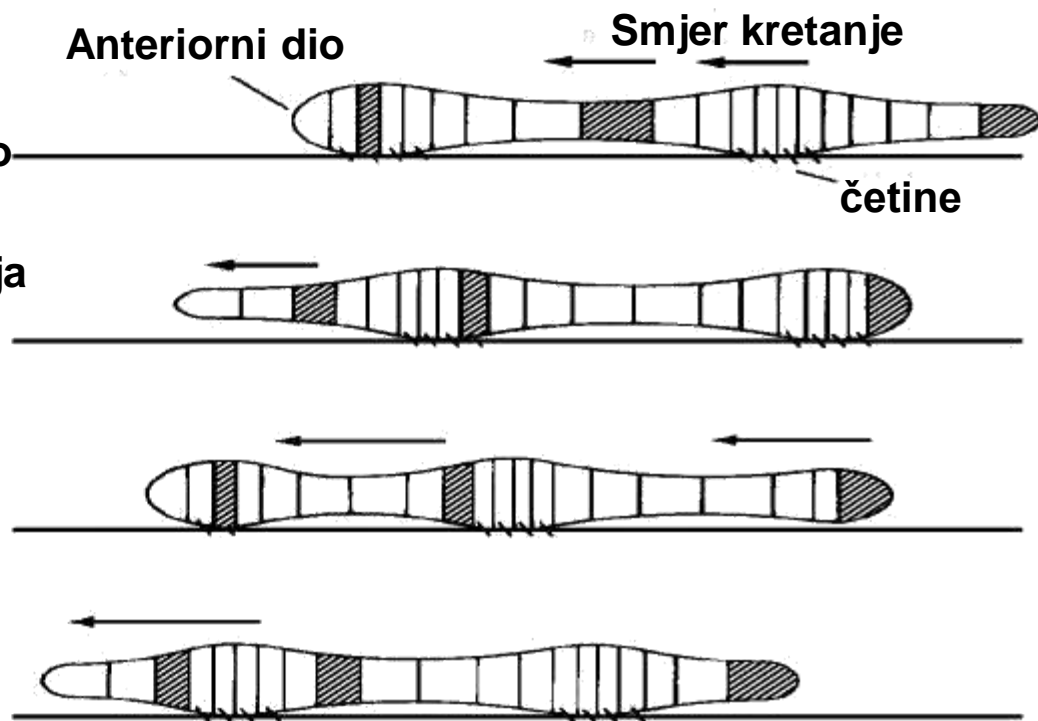
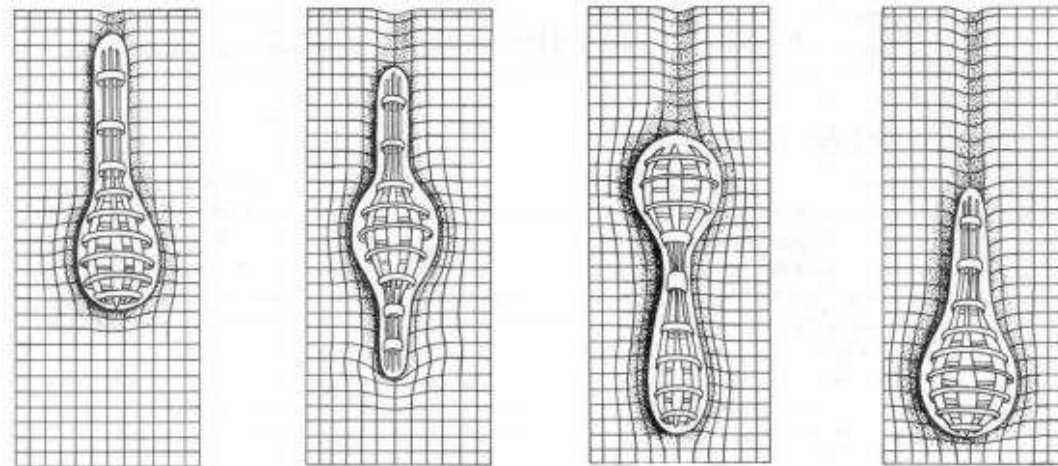
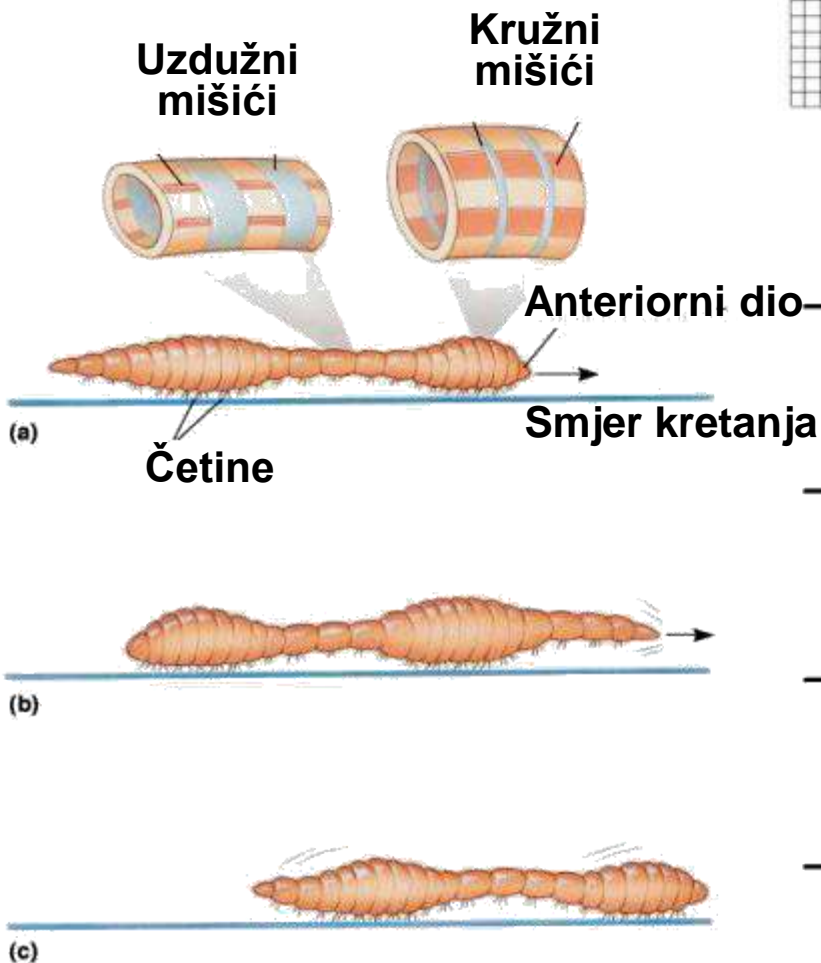
Peristomij

Prvi kolutić tijela s usnim otvorom.

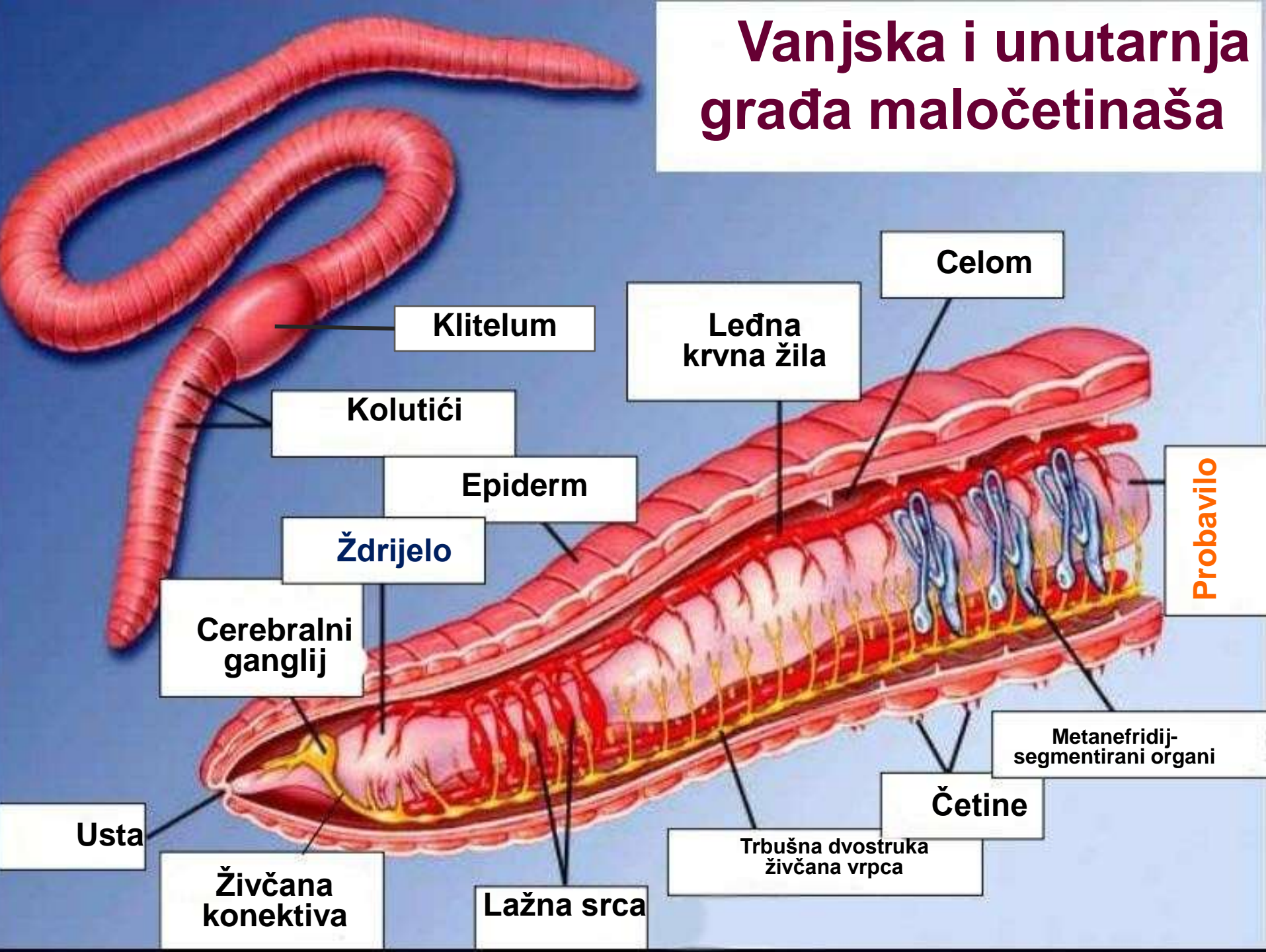
Kretanje kolutićavaca

kretanje maločetinaša

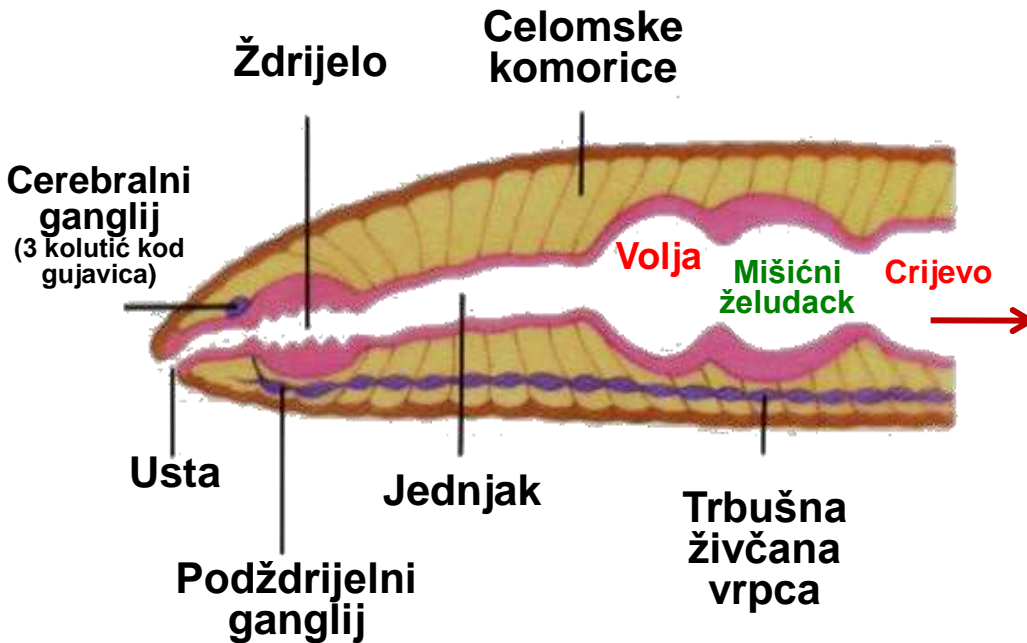
Antagonistički rad mišića i celomske tekućine omogućio bolje pokretanje, određena evolucijska prednost



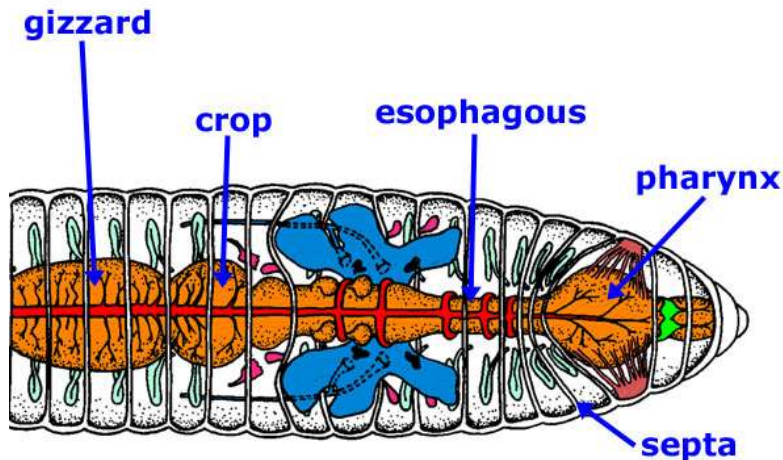
Vanjska i unutarnja građa maločetinaša



Probavni sustav kolutićavaca



Probavilo je sustav koji je najmanje ovisan o metameriii.



Probavilo je prohodno, 3 dijela:

Prednje crijevo: *stomodeum*

Srednje crijevo: *mesenteron*

Stražnje crijevo: *proctodeum*

Mezentere pridržavaju **probavnu cijev**.
Tiflosolis povećava apsorpcijsku površinu.

Usna šupljina i ždrijelo često preobraženi u **rilo** sa zubičima i čeljustima → kratki jednjak
→ cijev: **želudac**, **crijevo**, **cekum**.

Posebnost probavila je da nemaju žlijezde za izlučivanje probavnih enzima. **Imaju u pravilu slinske žlijezde. Probava ekstracelularna.** Utvrđene **proteaze i amilaze**.

Pijavice imaju **specifičan način prehrane** jer se pojavljuju kao **ektoparaziti**. Mnoge vrste imaju

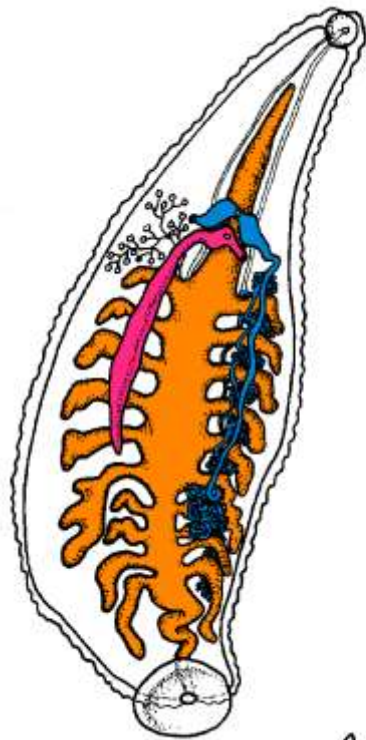
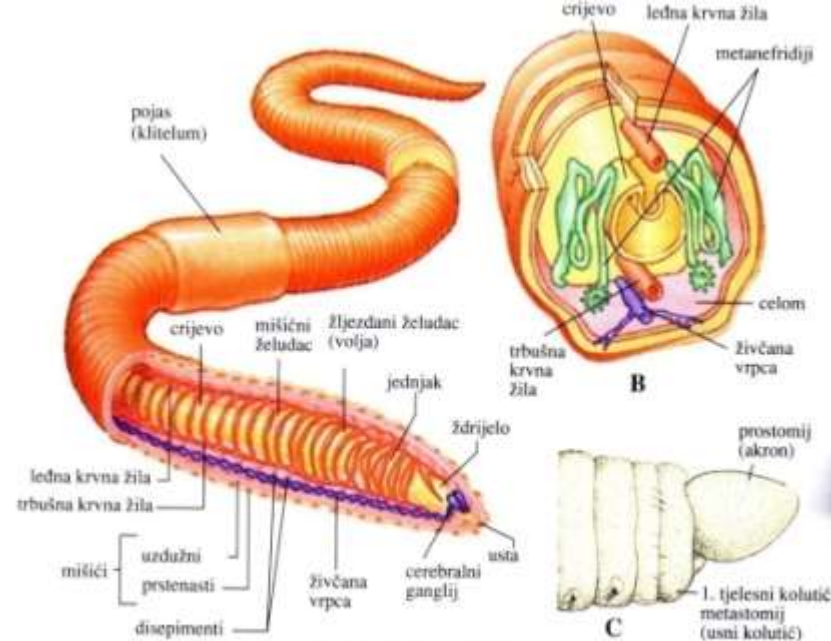
Disanje i optjecajni sustav kolutičavaca

Kolutičavci imaju u pravilu zatvoreni sustav za optjecanje. Krvožilni sustav sastoji se u pravilu od **leđne i trbušne krvne žile**, koje su povezane **poprečnim krvnim žilama**. Sustav nema srce nego se pojavljuju određene stežljive žile koje omogućuju kolanje krvi. Kod **pijavica celom preuzima ulogu optjecajnog sustava** i on sudjeluje u izgradnji žila, od kojih neke postaju kontraktilne.

Krvi pigment kolutičavaca je hemoglobin.

Kolutičavci nemaju razvijen sustav za **disanje** nego se izmjena plinova vrši se preko vlažne površine kože. Površina kože je i mjesto gdje se izlučuju i produkti metabolizma.

Mnogi **mnogočetinaši imaju škrge**, ali i pijavice ko bočna Izbočenja. Na nedostatak kisika reagiraju tako da postanu neaktivni. Tada upotrebljavaju glikogen.



Vanjska, unutarnja građa i kretanje pijavica

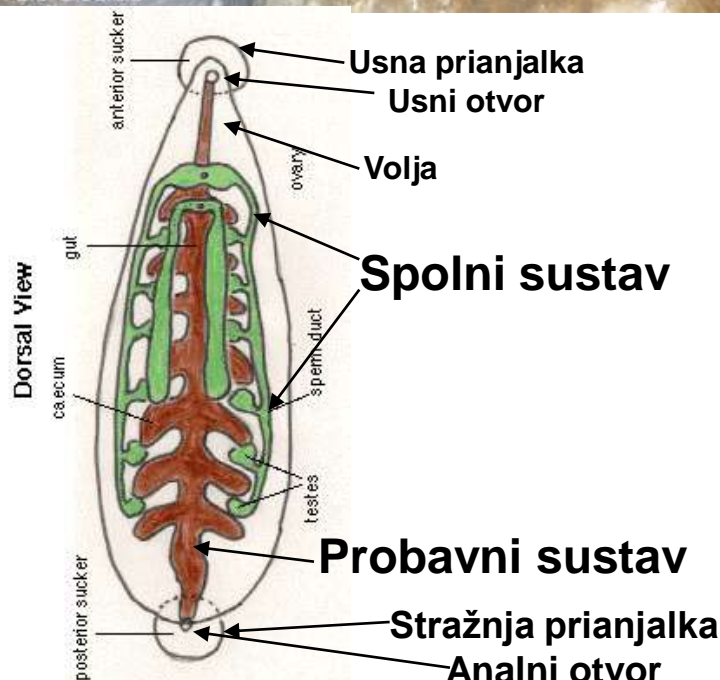
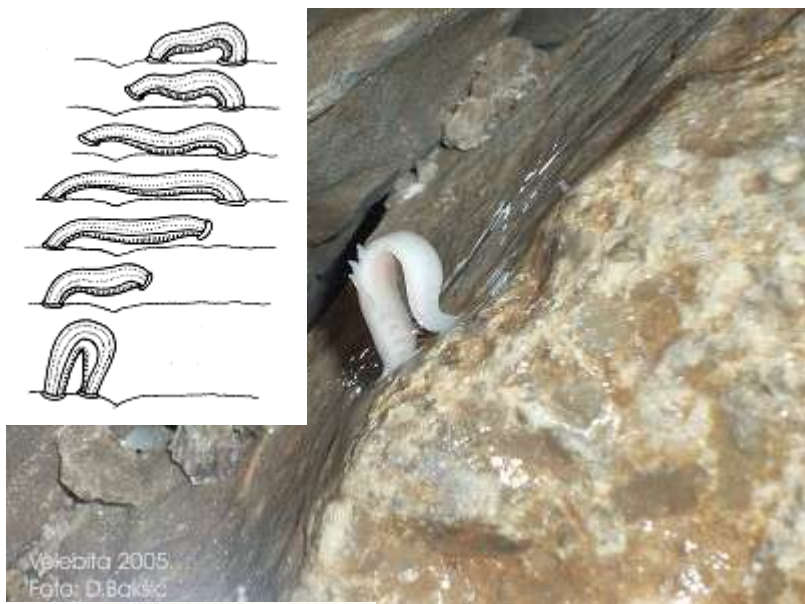
Pijavice (Hirudinea) pripadaju razredu Clitelata, kreću se “koračanjem”.

U tu svrhu koriste im **dvije prijanjalke** usna (oralna) i stražnja prijanjalka, te snažni uzdužni, kružni, kosi i leđno-trbušni mišići.

Tijelo pijavice sastoji se u pravilu od 34 33 odnosno. Kolutićavost izvana nije vidljiva, mogu se vidjeti **prstenci (anuli)**. Na kolutiću ih može biti od 3 do 14.

Izvana se tijelo pijavice može podijeliti:
glava: **prostomij**, 1 do 4 kolutić;
pretklitelarno područje: 5 do 8 kolutić;
klitelarno područje: 9 do 11 kolutić;
srednje područje: 12 do 26 kolutić;
stražnje područje: 27 do 33 kolutić.

Celom pijavica “razbijen” je vezivnim tkivom, i nalazimo ga kao izdužene cijevčice.



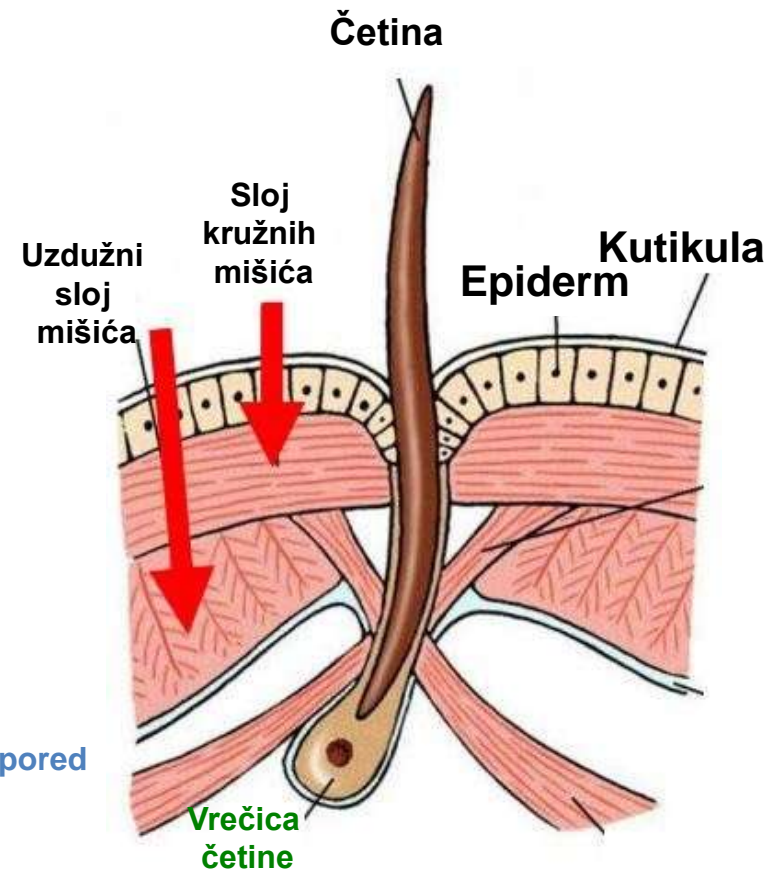
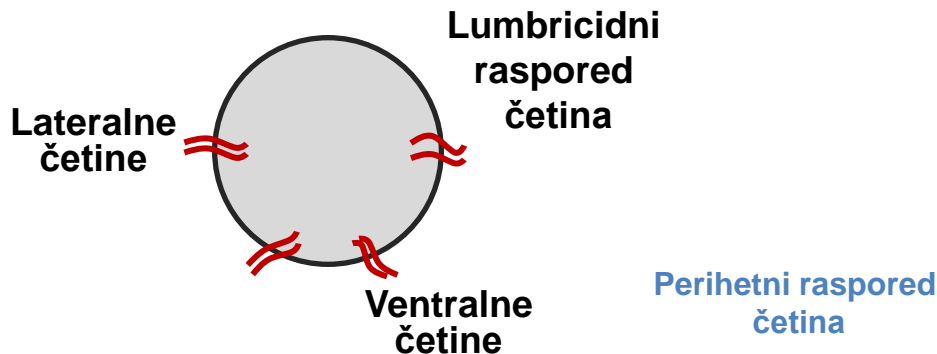
Kožno-mišićni sloj kolutićavaca

Kožno-mišićni sloj: jednoslojni epitel
(*hipoderm*) i **kutikula** (odtorna,
građena od albumina).

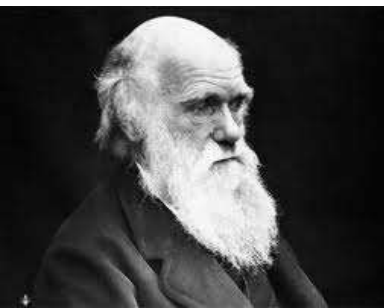
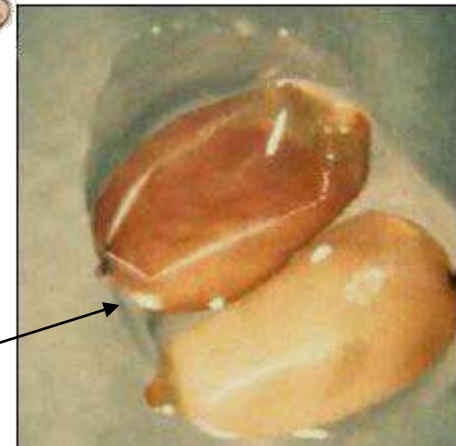
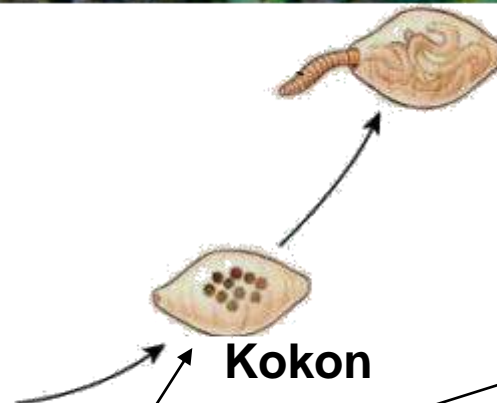
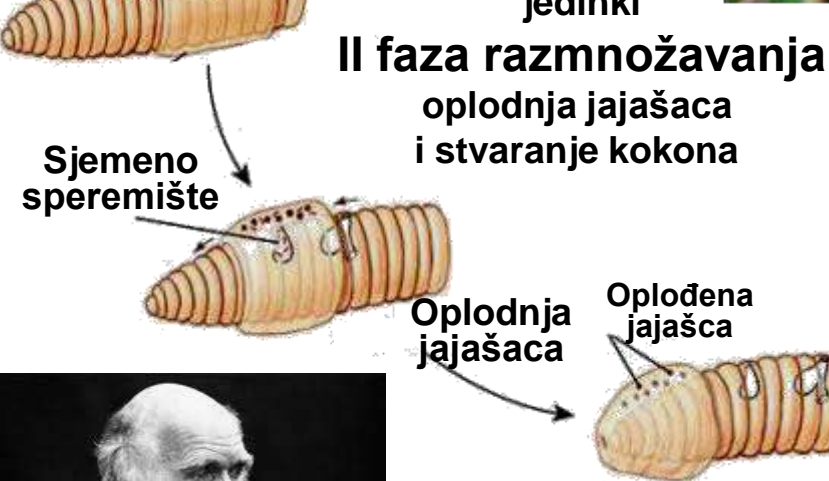
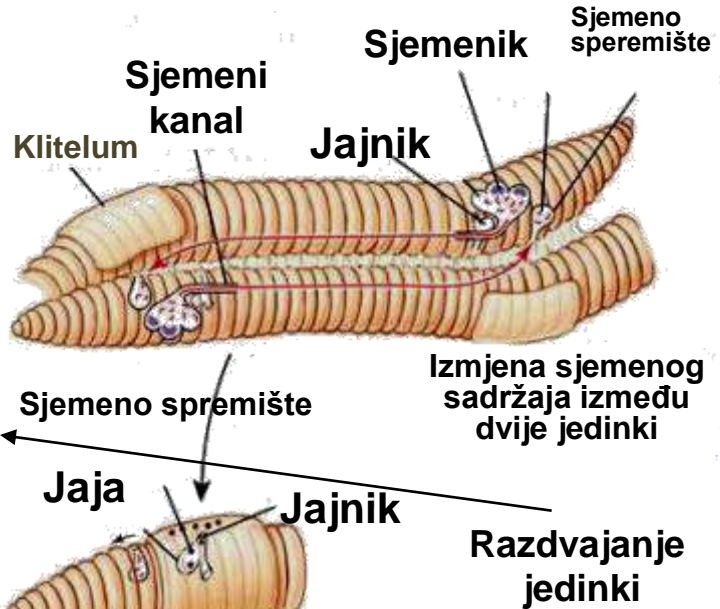
Mišići: dva sloja

- vanjski sloj kružnih mišića
- unutarnji sloj uzdužnih mišića

Hidroskelet: celomska tekućina oslonac
je u antagonističkom radu mišića →
hidroskelet → pokretanje

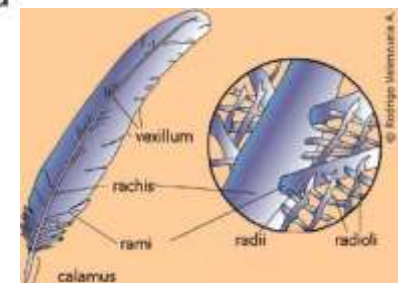
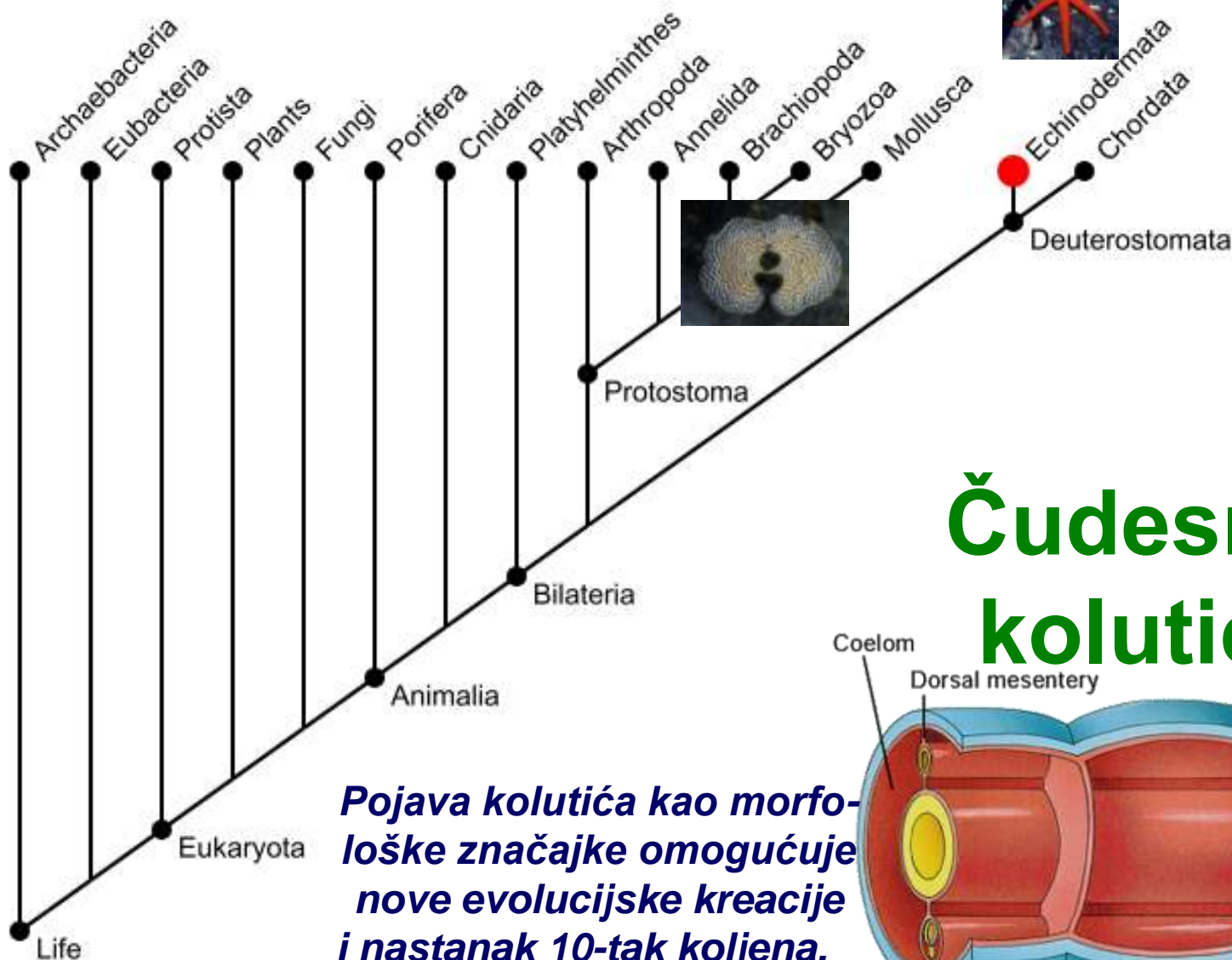


Parenje kolutićavaca



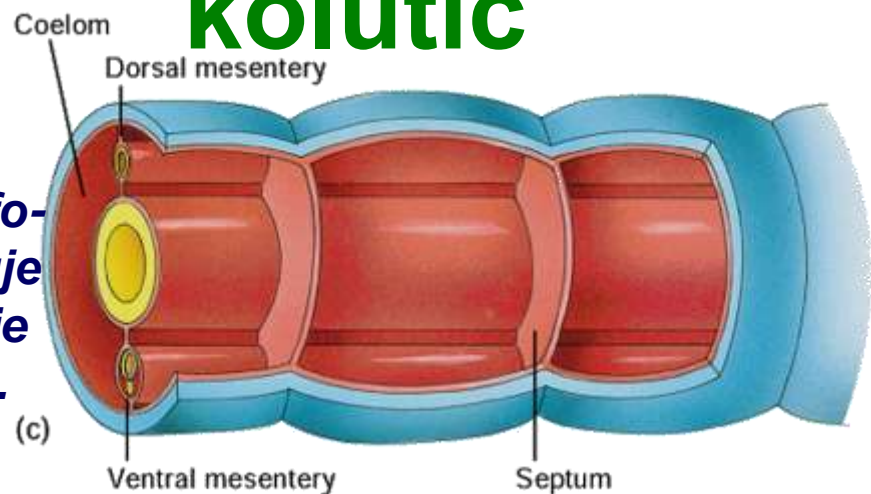
Charles Darwin

Sistematski položaj koljena Echinodermata



Čudesni kolutić

Pojava kolutića kao morfološke značajke omogućuje nove evolucijske kreacije i nastanak 10-tak koljena.



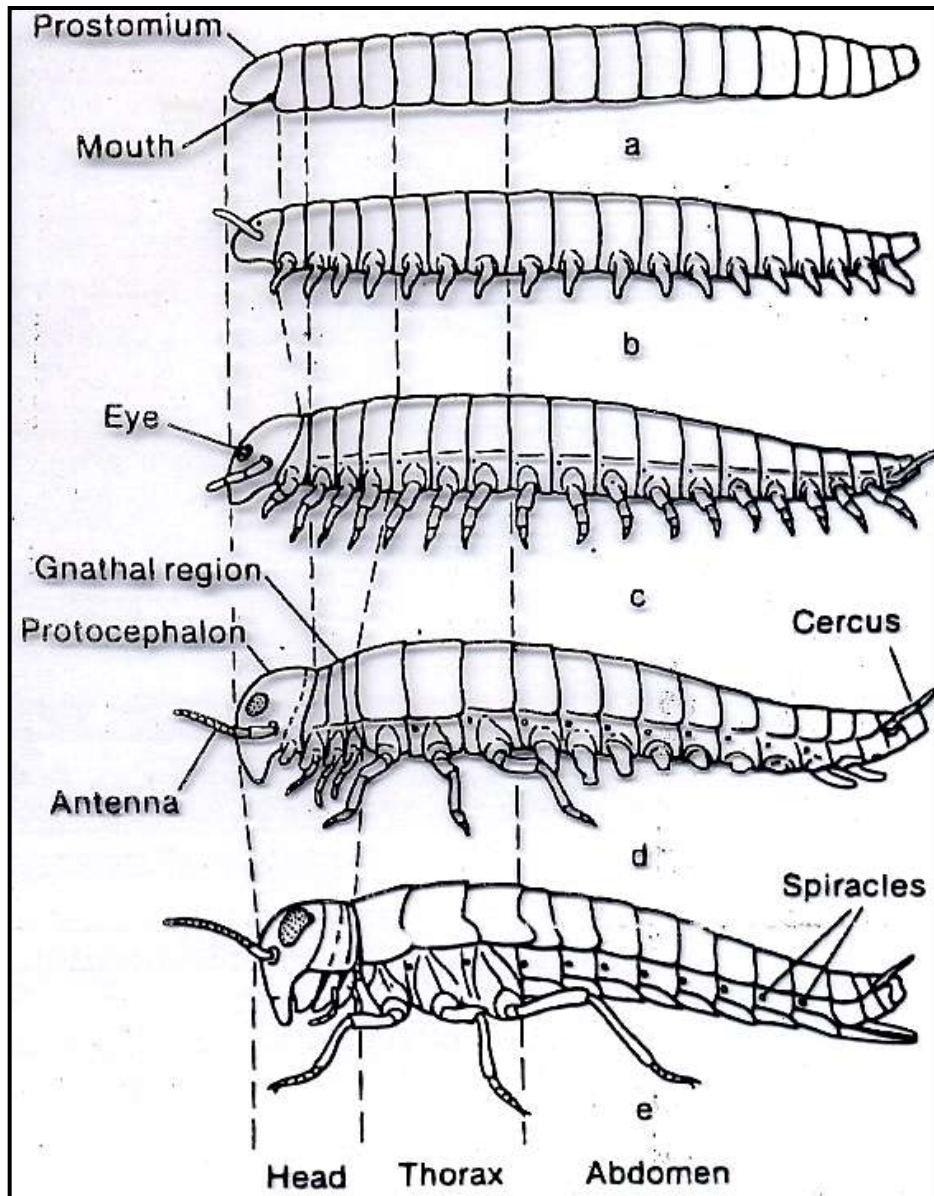
Let – značajan evolucijska pojava koja uvjetuje veliku raznolikost kukaca **ptica, šišmiša**



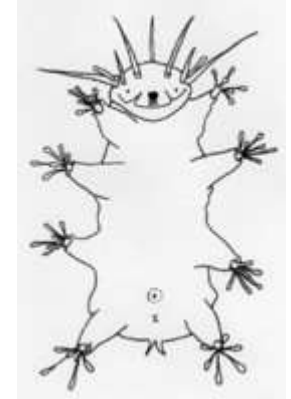
Više od milijun poznatih vrsta



Teorija o evoluciji- **NETOČNO** člankonožaca iz koljena Annelida



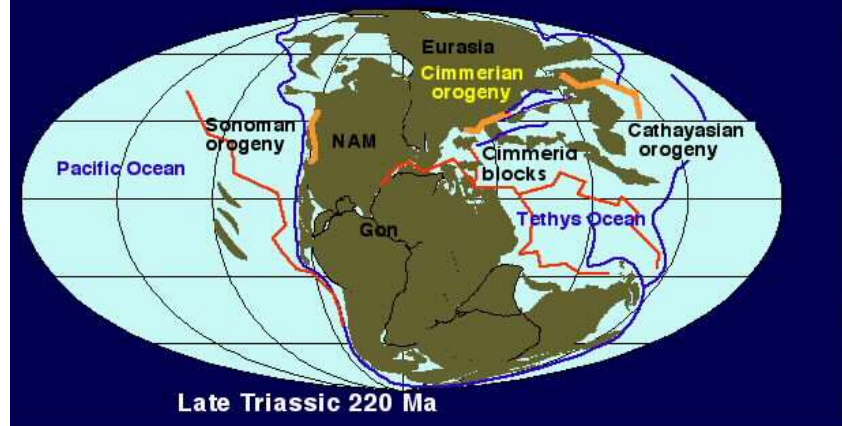
Tardigrada - dugoživci



Člankonošci, crvonošci i kolutičavci
zasigurno imaju **zajedničkog pretka**.

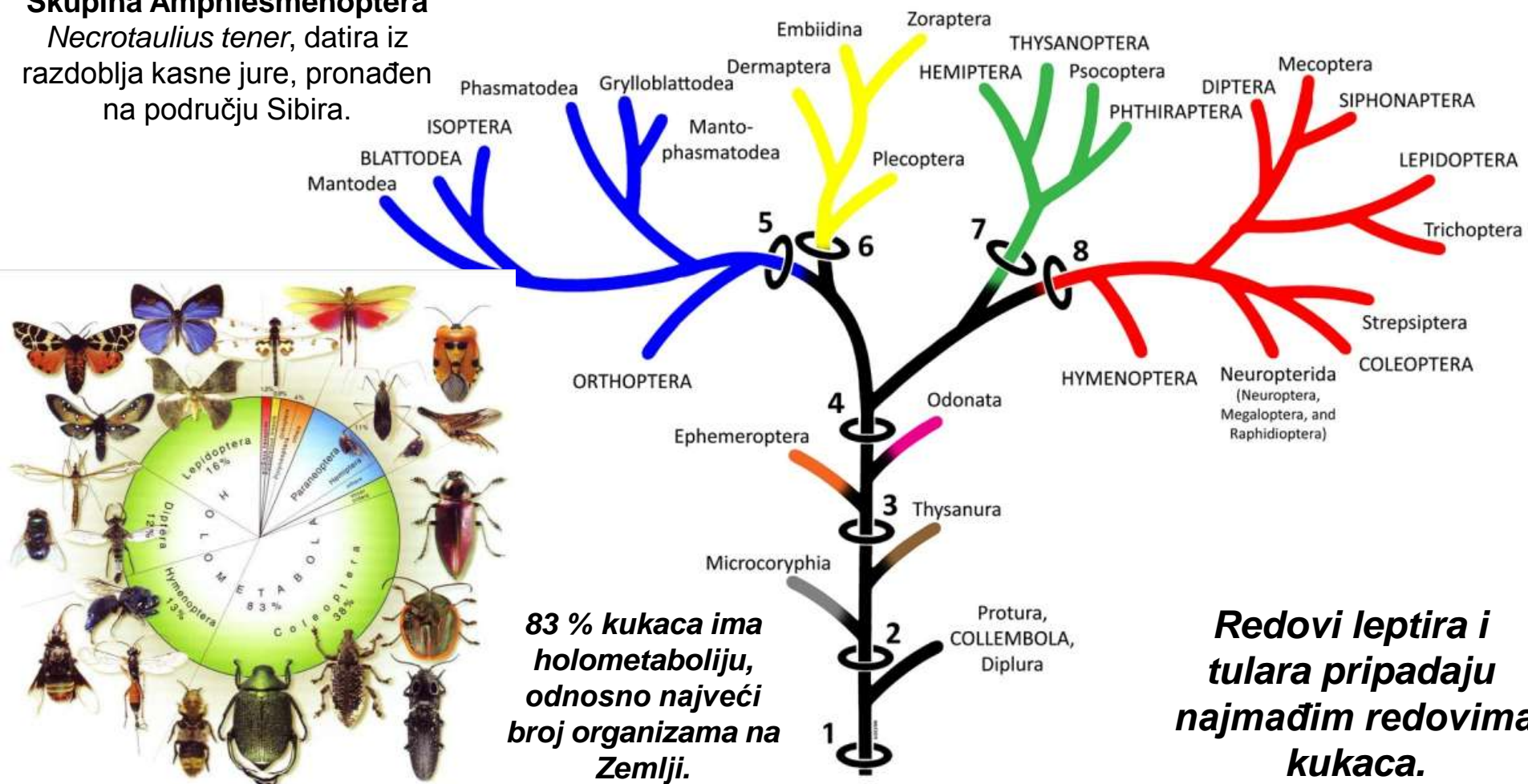


**Leptiri nisu divergirali
ni od jedne recentne
skupine tulara.**
Zajednički predak sličan
vrsti *N. tener* iz por.
Nercualidae (JURA).



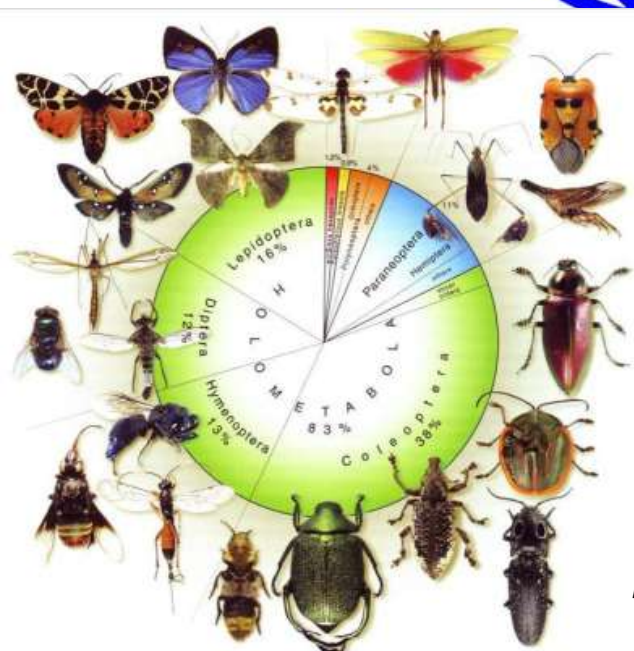
Skupina Amphiesmenoptera

Necrotaulius tener, datira iz
razdoblja kasne jure, pronađen
na području Sibira.



**83 % kukaca ima
holometaboliju,
odnosno najveći
broj organizama na
Zemlji.**

**Redovi leptira i
tulara pripadaju
najmađim redovima
kukaca.**



KLJUČNE INOVACIJE KUKACA

1. Hitinska kutikula

(malo tijelo – presvlačenje)



2. Šest člankovitih nogu

Noge člankonožaca potječu od rašljastih nožica rakova.

Prelazak na kopno → rašljasta nožica mijenja se prelazi u jednostruku nogu, nestaje exopodit.

Heksapodnost od SILURA.



3. Promjena u građi usnog aparata –

gornjih čeljusti (pokretne mandibule);
veći izbor hrane (od devona); modeliranje
različitih tipova usnog organa.

OPRAŠIVANJE - Koevolucija s biljkama .

6. Ovipozitor – leglica

Izvodi se iz parnih abdominalnih privjesaka 8. i 9. segmenta homologan je nogama i ticalima
Ulazak u nova staništa (♀ može položiti jaja u različite substrate, ili ličinke drugih kukaca, paukova i dr., od silura).



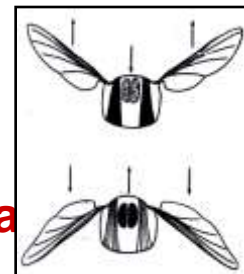
4. Pojava krila

Pterygota=99.5% vrsta kukaca,
75 % svih vrsta na zemlji.

Znači, najveći broj organizama na Zemlji leti.

5. Preklapanje krila

lakše zavlacenje u različita staništa; preklapanje drugog para krila posebno izraženo kod koleoptera, ravnokrilaca, polukrilaca.

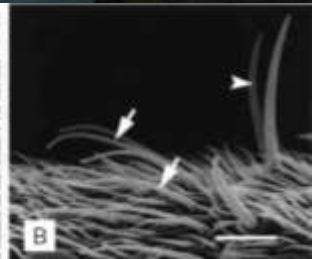
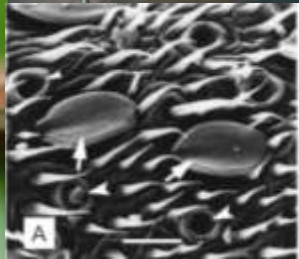


7. Trahealni sustav

8. Holometabolija

9. Komunikacija feromonima

Prikupljanje noću aktivnih kukaca svjetlosnim mamcima



Osjetila
vode
životinje do:
hrane,
prostora u
kome
živimo
i jedinke
suprotnog
pola.

Lampe - Osnovna
metoda za
prikupljanje
noćnih leptira.

EVOLUCIJA BIOLOŠKIH SUSTAVA

Kompleksni evolucijski procesi dovode do velike raznolikosti bioloških sustava

Osnova tih proces ogleda se u

a) promjeni vanjskih uvjeta



b) promjeni genetičkih informacija



c) stvaranje novih morfoloških struktura



d) stvaranje novih životnih oblika



EVOLUCIJA

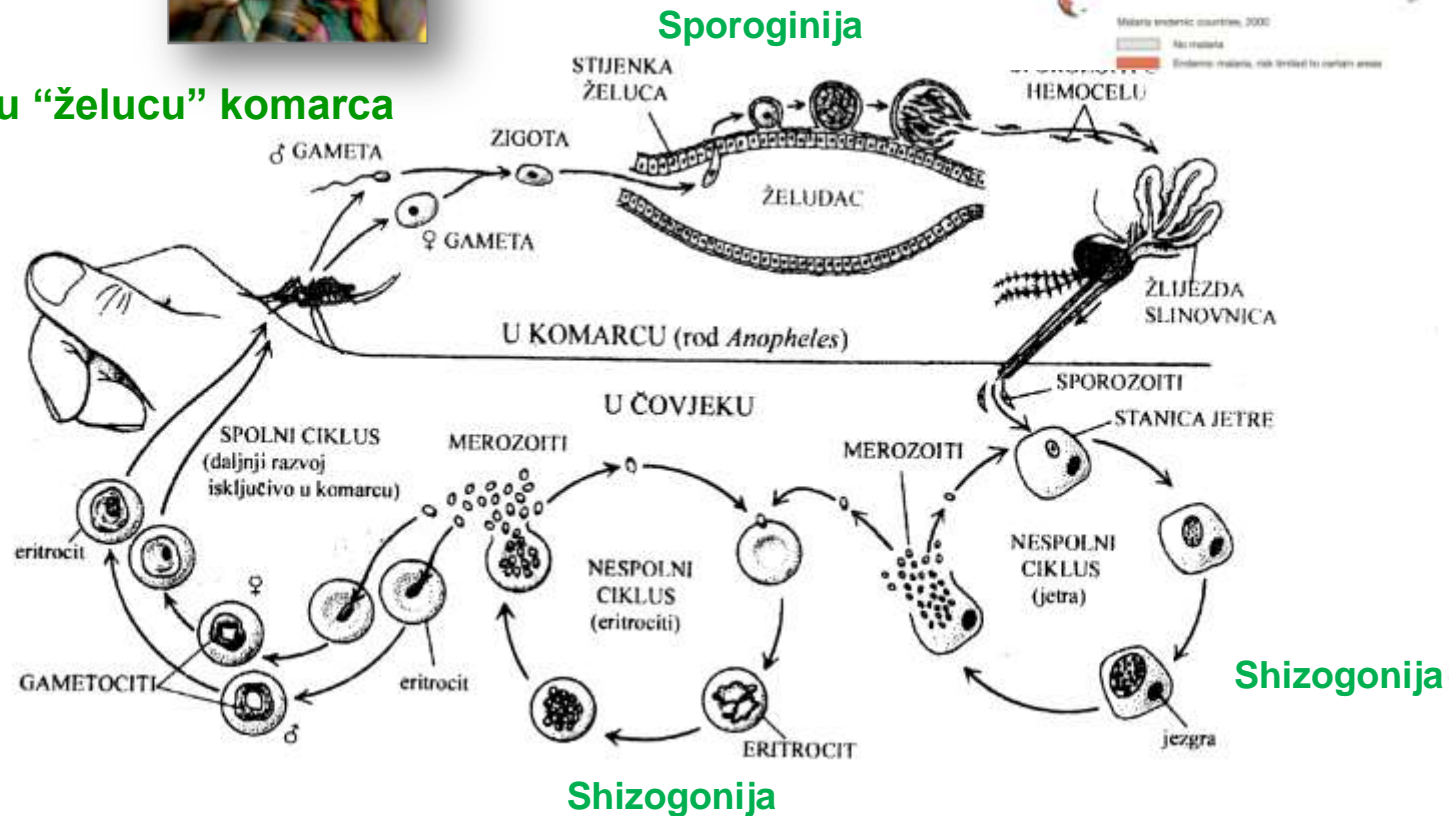


RAZNOLIKOST

Životni ciklus *Plasmodium* sp.



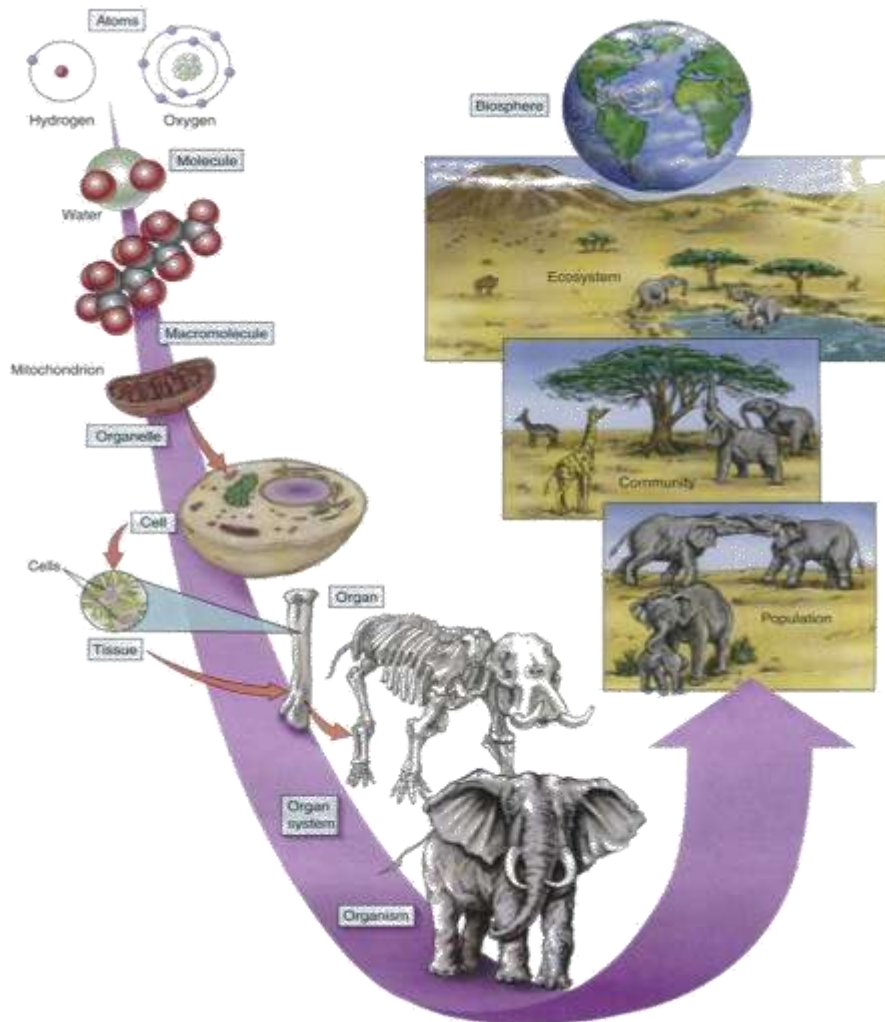
Oplođnja samo u “želucu” komarca



Shizogonija – nesporno dijeljenje
Sporogonija – nesporno dijeljenje
kome uvijek prethodi stadij zigote

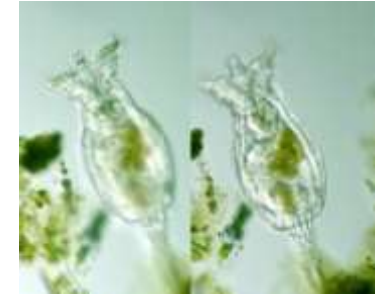
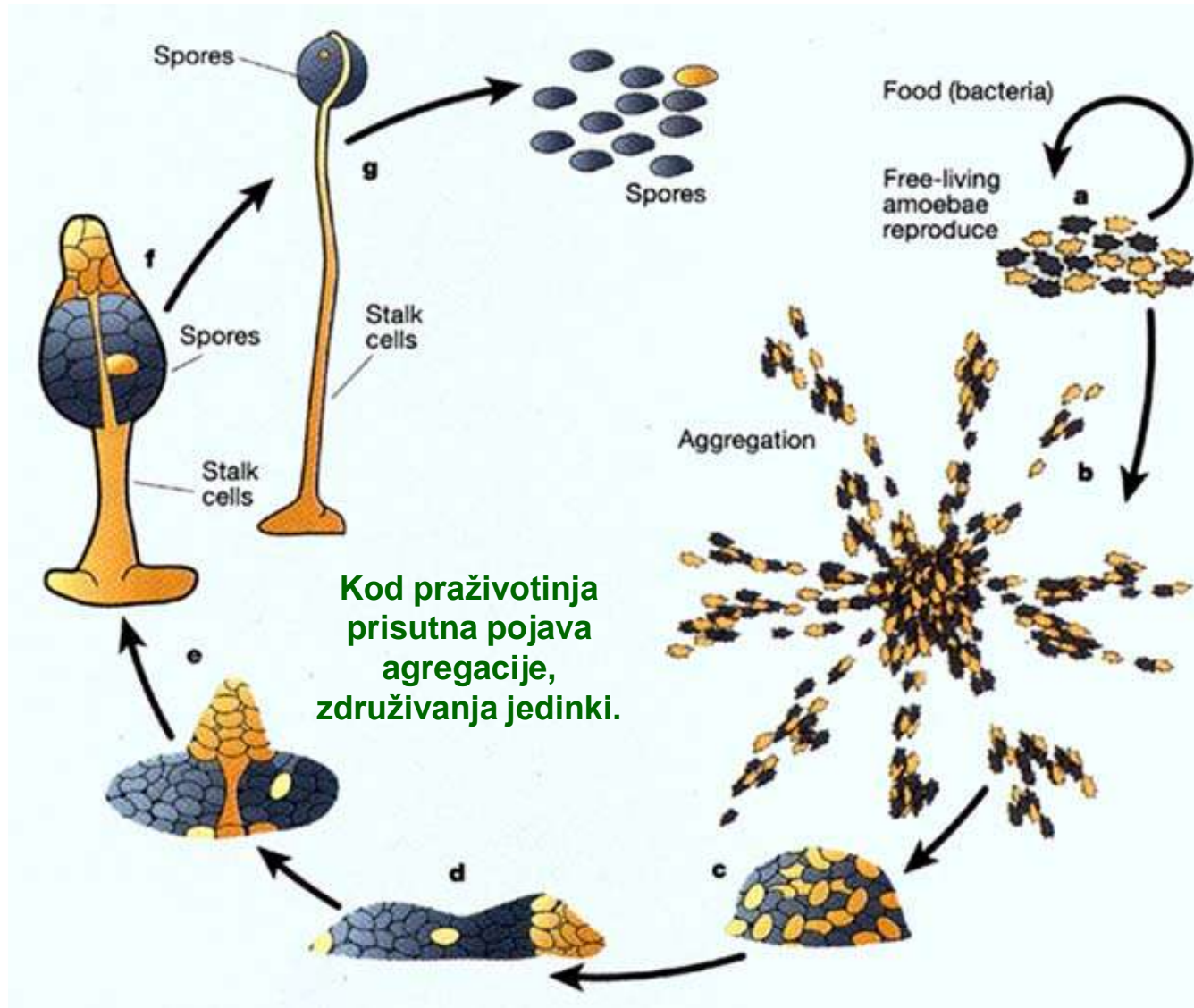
Biološke sustave određuju tri bitne značajke: **prostor** gdje žive, **E** – koja je potrebna za sve metaboličke procese i spolno razmnožavanje – **traženje partnera**.

Simbioza u izgradnji živih organizama

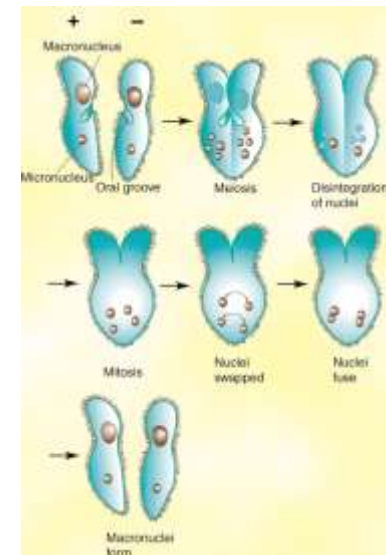


biosfera
biom
ekosistem
populacija/vrsta
holobiont
organizam
organski sustavi
organ
tkivo
stanica
organeli
molekularni agregati
molekula
atom
subatomske čestice

KOMUNIKACIJA – bioloških sustava unutar iste i između različitih vrsta (bioloških sustava)

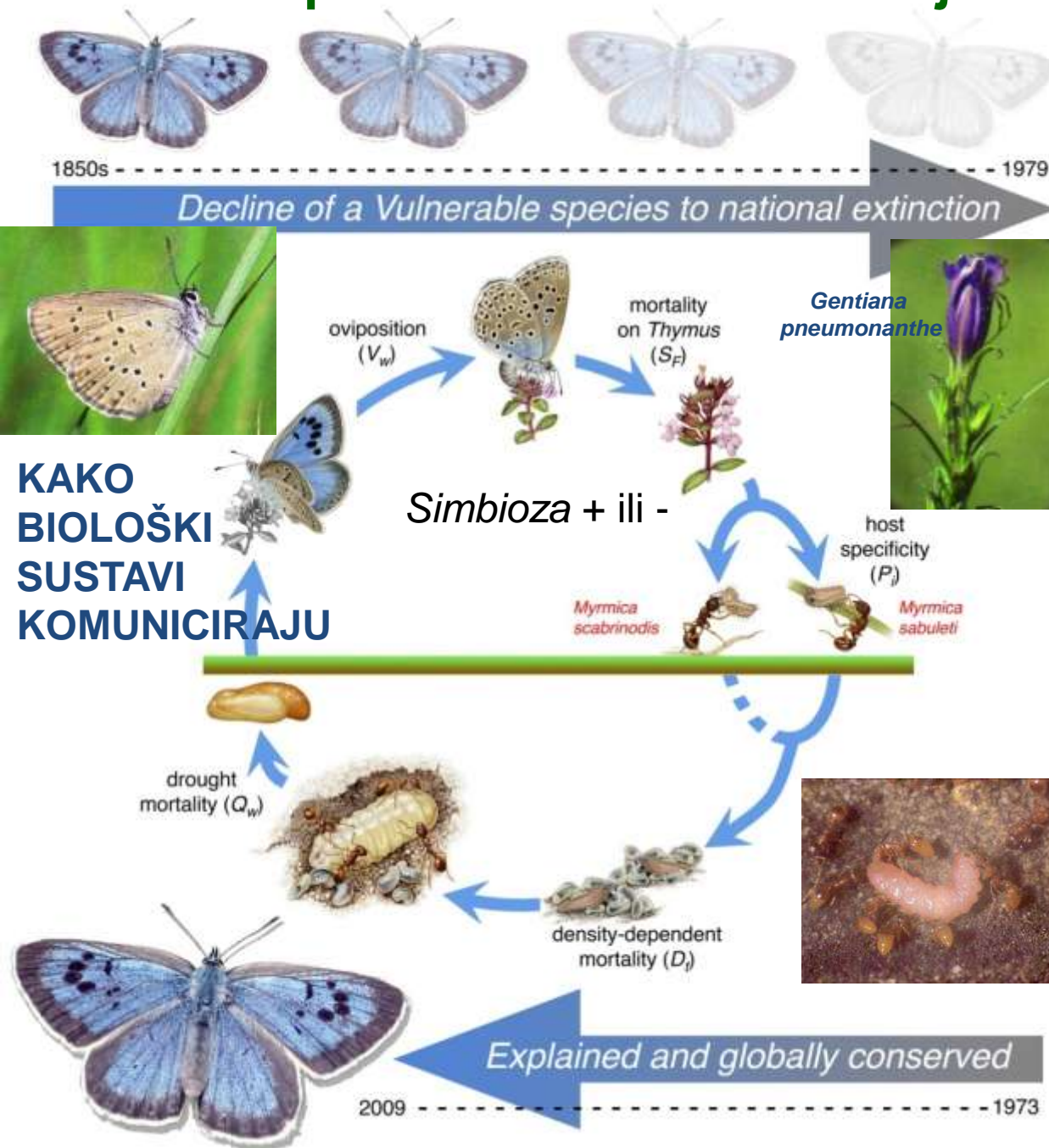


***Bdelloidea* – mužjak nije poznat 50 mil. godina.**



Životni ciklus amebe *Dictyostelium discoideum* Konjugacija

Leptiri i mravi - mirmekofilija



Leptiri roda *Maculinea* polažu jajašca na određene biljke hraniteljice.

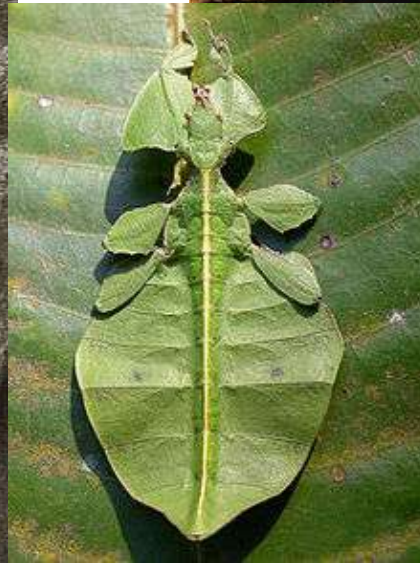
Mravi ih nakon drugog presvlačenja “nose” u mravinjake. Tamo gusjenice mijenjaju prehranu i hrane se jajašcima i ličinkama mrava.

Ličinka nakon 9-10 mjeseci se zakukulji u blizini izlaska iz mravinjaka jer mravi ne “prepoznaju” adulte.

Gusjenica luči slatki sekret kojim se hrane mravi. Mravi su iz roda *Myrmica* i grade podzemne male mravinjake s do 300-tinjka jedinki.

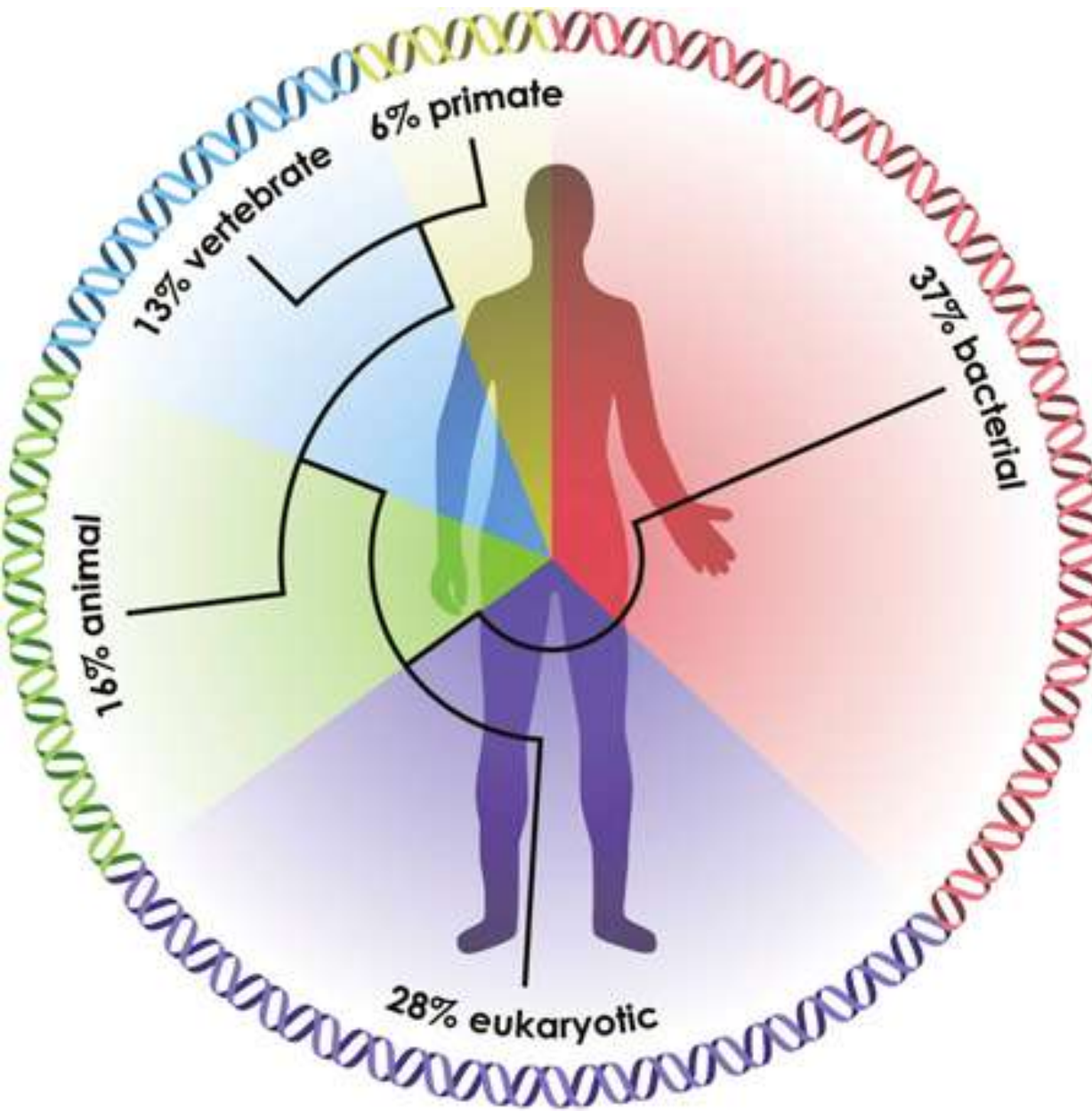
Rod *Maculinea* broji 5 vrsta i sve dolaze u našoj fauni. Sve vrste su ugrožene.

Adaptacija – ekološka
specijacija – komunikacija okoliša
i okolišnih uvjeta i bioloških.



U komunikaciji bioloških sustava
neke pojave možemo objasniti
ali mnoge ne. Svijest
makromolekula koje donose bitne
odluke.

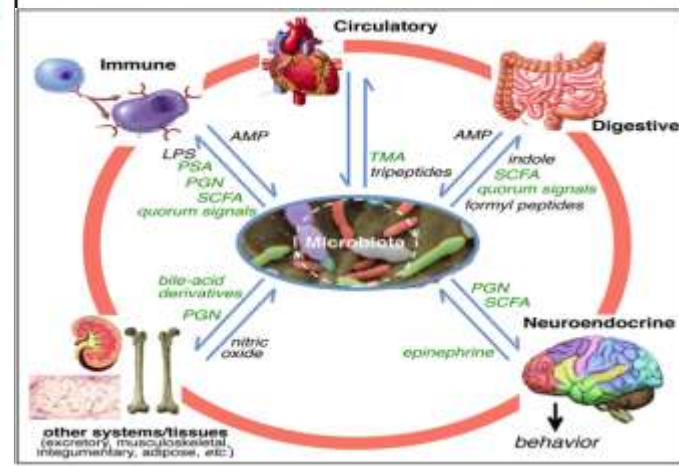
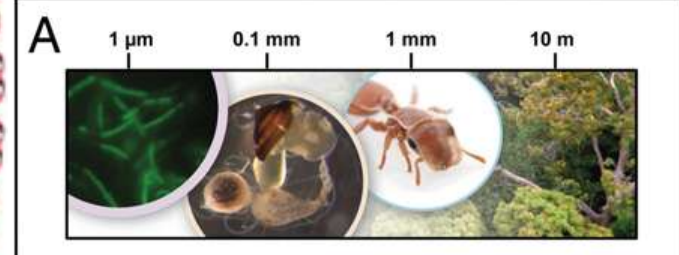
Tko smo mi i da li smo sami ?????



37 % gena (genoma) imamo s bakterijama što omogućuje komunikaciju na molekularnom, fiziološkom i genetskom nivou.

Naših 2 kg bakterija – novi sustav – nova paradigma o jedinki, evoluciji i životu.

HOLOBIONT



Sistematika kukaca

Kao osnova sistematike **potkoljena Hexapoda** uzimaju se uz morfološke i molekularni podaci. Postoje određena razlike u prikazu sistematike Hexapoda.

Četiri razreda: Protura, Diplura, Collembola i Insecta. Prva tri razreda beskrilni.

Kod kukaca dva reda beskrilni: Thysanura i Archeognatha.

Preostalih 28 redova su podrazred Pterygota – redovi kukaca s krilima. Ukupno razred Insecta obuhvaća 30 redova kukaca..

APTERYGOTHA

Archeognatha

Thysanura

PTERYGOTHA

Ephemeroptera – vodencvjetovi

Odonata – vretenca

Plecoptera – obalčari

Blattodea – žohari

Isoptera – termiti

Mantodea – bogomoljke

Grylloblattodea

Dermaptera – uholaze

Orthoptera – ravnokrilci

Phasmatodea – paličnjaci

Mantophasmatodea – novopaličnjaci

Embioptera

Zoraptera

Psocoptera - drvonošci

Phthiraptera - uši

Hemiptera - polukrilci

Thysanoptera - resičari

Megaloptera - muljari

Raphidioptera - dugovratke

Neuroptera - mrežokrilci

Coleoptera - kornjaši

Strepsiptera - lepezari

Mecoptera - kljunarice

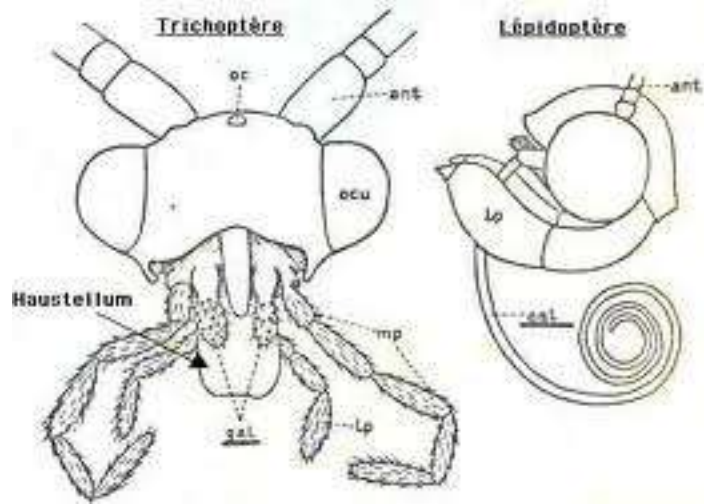
Siphonaptera - buhe

Diptera - dvokrilci

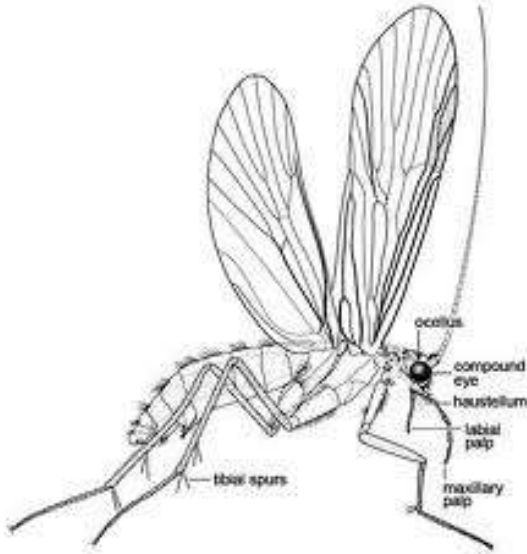
Trichoptera - tulari

Lepidoptera - leptiri

Hymenoptera - opnokrilci



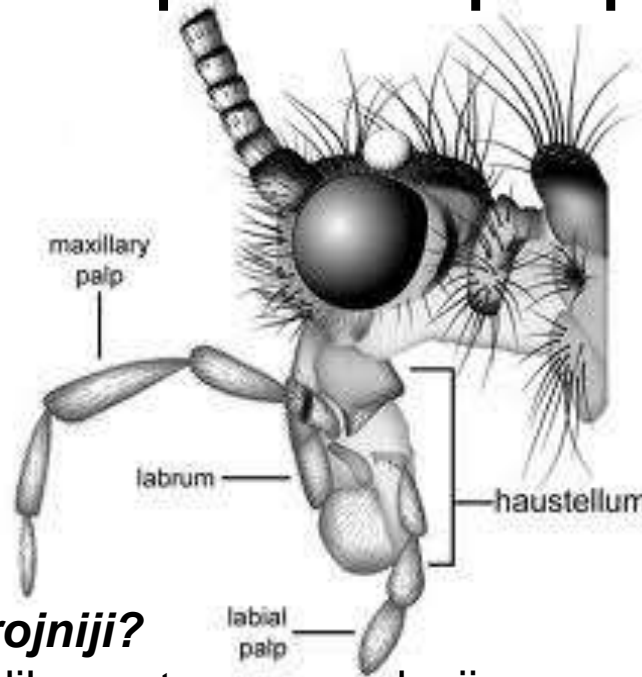
Trichoptera & Lepidoptera



Shema adulta .

Raznolikost

Tulara – 14 700 vrsta
Leptira – 180 000 vrsta.



Usporedba morfoloških značajki usnih aparata tulara i leptira, Sestrinskih redova koji su se razdvojili prije 200 miliona god. Svaki red "našao" je svoje evolucijsko rješenje.

Haustrum

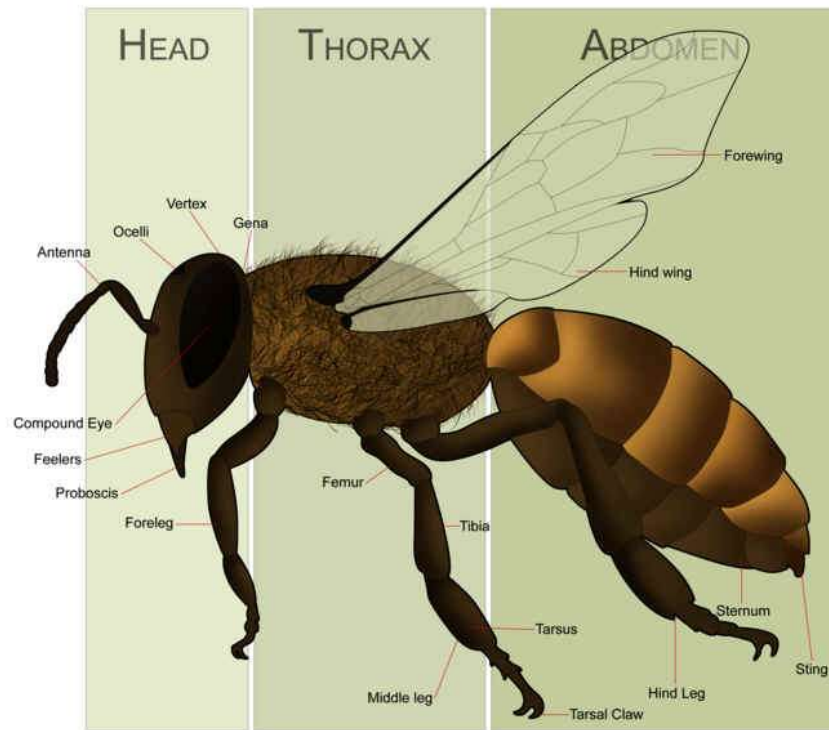
Specifična značajka tulara, nastaje modifikacijom donje usne, služi za uzimanje tekućine.

Brojne vrste tulara ne hrane se u stadiju adulta, kao i brojni mali leptiri.

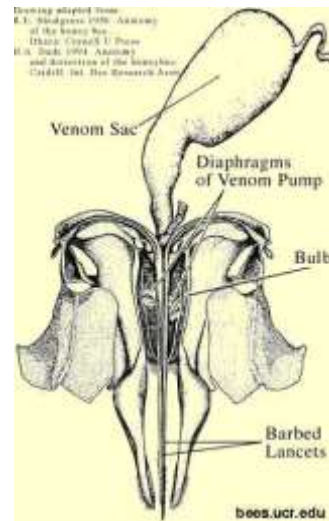
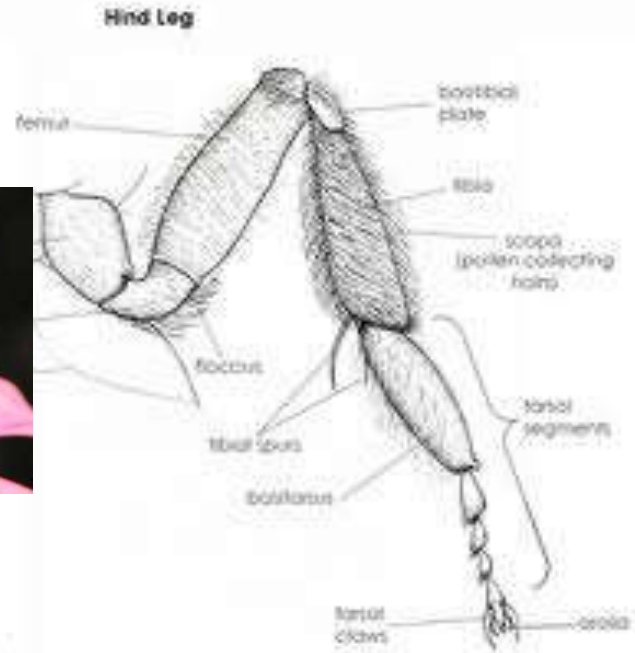
Zašto su leptiri postali toliko brojniji?

1. Voda ne daje toliko brojnih malih prostora za evoluciju ličinki kao kopneni biotopi.
2. Koevolucija biljaka i leptira; nema je kod Trichoptera.

Zadružni život pčela



Shema građe pčele



Žalac

*Treći par nogu
prilagođen za
sakupljanje polena*



