

ZOOLOGIJA

BESKIČMENJAKA

Rajko Roljić

Vera Nikolić



PRAKTIKUM SA RADNOM SVESKOM

ZOOLOGIJA BESKIČMENJAKA

- PRAKTIKUM SA RADNOM SVESKOM-

RAJKO ROLJIĆ
VERA NIKOLIĆ

ZOOLOGIJA BESKIČMENJAKA praktikum sa radnom sveskom

Autori:

Rajko Roljić, ma, viši asistent
Prirodno-matematički fakultet Univerzitet u Banjoj Luci
Dr Vera Nikolić, redovni profesor
Biološki fakultet Univerzitet u Beogradu

Izdavač:

UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
Prirodno-matematički fakultet

Recenzenti:

Dr Sadbera Trožić-Borovac, redovni profesor
Prirodno-matematički fakultet Univerzitet u Sarajevu
Dr Dragojla Golub, vanredni profesor
Prirodno-matematički fakultet Univerzitet u Banjoj Luci
Dr Dragana Miličić, docent
Biološki fakultet Univerzitet u Beogradu

Glavni i odgovorni urednik:

Dr Duško Jojić, redovni profesor
Prirodno-matematički fakultet u Banjoj Luci

Naslovna strana:

Merlot Levert

Odlukom Senata Univerziteta u Banjoj Luci br. 02/04-3.1034-53/22 od 26.05.2022. godine i Nastavno-naučnog vijeća Prirodno-matematičkog fakulteta u Banjoj Luci br. 19/3.1096/22 od 16.05.2022. godine prihvaćena je pozitivna recenzija i odobreno objavljivanje "Zoologije beskičmenjaka – praktikum sa radnom sveskom" kao univerzitetska nastavna literatura – pomoćni udžbenik.

ISBN 978-99976-86-04-6

Predgovor

Praktikum Zoologija beskičmenjaka namijenjen je prvenstveno studentima biologije za savladavanje dijela gradiva iz predmeta Zoologija beskičmenjaka.

Autori su svoje iskustvo i međusobnu saradnju u izvođenju raznih vidova nastave na Prirodno-matematičkom fakultetu u Banjoj Luci i Biološkom fakultetu u Beogradu, kao i svoja pedagoška, stručna i naučna znanja ugradili u sadržaj ovog praktikuma.

Program nastave iz predmeta Zoologija beskičmenjaka, pa time i sadržaj ovog rukopisa, imaju za cilj da studentima daju osnovna znanja i da ih osposobe za samostalno praćenje stručne i naučne literature, kao i dalja istraživanja.

Veliku zahvalnost na tehničkoj i drugoj pomoći dugujemo našim kolegama i studentima, a posebno Jani Sjerikov, studentici druge godine na SP Biologija na izuzetno lijepo pripremljenim šemama koje su sastavni dio ovog praktikuma.

Posebno se zahvaljujemo recenzentima, prof. dr Sadberi Trožić-Borovac, prof. dr Dragojli Golub i doc. dr Dragani Miličić, koji su bogato znanje i iskustvo iskoristili da značajno unaprijede kvalitet ovog praktikuma.

Vježbe predviđene nastavnim programom osmišljene su tako da studenti praktičnim radom mogu stečena teoretska znanja da utvrde i trajno usvoje, a da kroz rad na terenu zavole zoologiju.

Iskreno se nadamo da smo našim studentima pripremili jedan jasan, koncizan i savremen praktikum. Bićemo veoma zahvalni da primimo kritike i prijedloge za poboljšanje narednog izdanja.

Autori

SADRŽAJ

Organizacija života	1
Jedinstvo živog svijeta u pogledu strukture i funkcije	1
Nivoi organizacije organizama	1
Principi naučne klasifikacije	3
Građa i funkcija jednoćelijskih organizama	7
Protisti sa bičevima (Subphylum Flagellata, Mastigophora)	10
Ameboidni protisti (Subphylum Sarcodina)	16
Skelet protista	19
Spoljašnji skelet	19
Unutrašnji skelet	20
Protisti koji formiraju spore (Phylum Apicomplexa, Sporozoa)	23
Protisti sa trepljama (Phylum Ciliophora, Classis Ciliata)	29
Suđeri (Phylum Spongia, Porifera)	37
Žarnjaci (Phylum Cnidaria)	45
Pljosnati crvi (Phylum Platyhelminthes)	58
Valjkasti crvi (Phylum Nematoda)	74
Mekušci (Phylum Mollusca)	86
Člankoviti ili prstenasti crvi (Phylum Annelida)	113
Zglavkari (Phylum Arthropoda)	126
Paukolike životinje (Subphylum Chelicerata)	130
Rakovi (Subphylum Crustacea)	143
Štonoge (Myriapoda)	156
Insekti (Classis Insecta) – I dio	159
Insekti (Classis Insecta) – II dio	162
Insekti (Classis Insecta) – III dio	166
Bodljokošci (Phylum Echinodermata)	181
Rad na terenu	192
Sakupljanje životinjskih organizama	192
Literatura	200

ORGANIZACIJA ŽIVOTA

JEDINSTVO ŽIVOG SVIJETA

Svim živim bićima zajednička je ćelijska građa, kao i to da dišu, hrane se, kreću, primaju nadražaje iz spoljašnje sredine, rastu, razvijaju se i naravno, razmnožavaju.

Iako je termin „životinja“ svima dobro poznat i mislimo da imamo tačnu predstavu o tome šta on znači, ipak je teško za sve životinje izdvojiti zajedničke odlike koje ih jasno razdvajaju od ostalih grupa živog svijeta. Uopšteno govoreći, životinje su višećelijski eukarioti, hrane se heterotrofno (unošenjem gotove organske materije iz spoljašnje sredine), nemaju ćelijski zid, pokretne su i imaju organe za detektovanje stimulusa iz spoljašnje sredine, kao i mogućnost da reaguju na njih. Kao i ostali živi organizmi, i životinje su razvrstane u veći broj tipova (filuma), pri čemu je njihova međusobna srodnost glavni kriterijum klasifikacije.

Poput svih drugih živih bića, životinje su izgrađene od ćelija. Ćelije su eukariotske, što znači da je jedro odvojeno sopstvenom membranom a ćelije posjeduju brojne organele, posebne podjedinice oivičene membranama koje obavljaju različite funkcije. Ćelije su kod većine višećelijskih organizama grupisane u tkiva, a pritom su manje ili više specijalizovane, prilagođene za obavljanje samo jedne funkcije ili više njih.

Više tkiva čini organe (srce, pluća, mozak i dr.), a više organa čini organske sisteme, kao što su, na primjer, sistemi organa za varenje, disanje, izlučivanje, reprodukciju. Na kraju, organizam kao najviši nivo individualne organizacije objedinjuje sve organske sisteme i djeluje kao jedinstvena cjelina. Ovakva organizacija prisutna je kod gotovo svih životinja.

NIVOI ORGANIZACIJE ORGANIZAMA

Postoje živa bića koja sve životne funkcije obavljaju unutar samo jedne ćelije, u njenoj protoplazmi. To je najjednostavniji nivo organizacije i zove se protoplazmatični nivo. Naredni je ćelijski nivo, gdje postoji podjela rada između ćelija, ali se one ne udružuju u tkiva. Ovaj jednostavan nivo sreće se kod kolonijalnih protista (jednoćelijskih eukariota udruženih u kolonije) i sunđerā. Nešto složeniji je ćelijsko-tkivni nivo organizacije, kao kod žarnjaka, gdje se formiraju pojedina tkiva, ali veći broj ćelija i dalje funkcioniše samostalno. Tkivno-organski nivo karakterističan je za

pljosnate crve. Na tom nivou formiraju se pojedini organi, ali i dalje značajnu ulogu imaju određena tkiva koja nisu organizovana u organe. Najnapredniji nivo organizacije, koji karakteriše većinu životinjskih formi, jeste organsko-sistemska, gdje se organi, prema funkciji, povezuju u organske sisteme.

Jedan od osnovnih principa arhitektonike živih bića je simetrija. To je pojava da, usljed određene pravilnosti rasporeda struktura, naspramne strane tijela stoje jedna prema drugoj kao predmet i lik u ogledalu.

Životinje mogu biti asimetrične, kada im strane tijela nisu identične, i simetrične, kada jesu. Prema broju osa i ravni simetrije, moguće je izdvojiti tri osnovna tipa simetrije:

- **Sferična simetrija** karakteristična je za loptaste organizme, kroz čije se tijelo može povući bezbroj homopolnih osa, a samim tim i bezbroj ravni simetrije (dvije ose određuju jednu ravan). Ose simetrije su u ovom smislu homopolne, što znači da su dijelovi organizma isti na svakom kraju. Svaka od bezbroj ravni simetrije dijeli tijelo na dvije identične polovine. Takav tip simetrije sreće se kod jednostavnih planktonskih organizama.

- **Radijalna (zračna) simetrija** – postoji jedna centralna heteropolna osa (što znači da dijelovi tijela na njenim krajevima nisu isti) i bezbroj homopolnih osa koje povezuju naspramne stranice tijela. Ove dvije ose obrazuju bezbroj ravni simetrije kojima bi se tijelo moglo podijeliti na dvije simetrične polovine. Radijalna simetrija relativno je česta kod životinja, naročito sesilnih (pričvršćenih za podlogu) i slabo pokretnih. Oblik njihovog tijela je valjkast. Takav tip simetrije javlja se kod žarnjaka i bodljokožaca.

- **Bilateralna (dvobočna) simetrija** karakteriše aktivno pokretne organizme. U ovom slučaju postoji samo jedna ravan simetrije koja dijeli tijelo na lijevu i desnu polovinu i tri ose simetrije, od kojih su dvije heteropolne (osa leđa-trbuh, sagitalna, i osa glava rep, longitudinalna), a jedna homopolna, osa lijevi-desni bok, transverzalna. Jedina ravan simetrije određena je heteropolnim osama i dijeli tijelo na lijevu i desnu polovinu koje jedna prema drugoj stoje kao predmet i lik u ogledalu.

PRINCIPI NAUČNE KLASIFIKACIJE

Ćelijska struktura i zajednički principi organizacije svih živih organizama na Zemlji upućuju na zajedničkog pretka. Od njega je, promjenama ili/i usložnjavanjem u različitim pravcima, došlo do razvoja današnje raznovrsnosti živih bića. Kako bi se ta velika raznovrsnost uredila, u okviru posebne naučne grane, sistematike, ustanovljene su kategorije, rangovi ili nivoi klasifikovanja (razvrstavanja, grupisanja) organizama u odgovarajuće kategorije, a na osnovu stepena srodstva koji među njima postoje. One obuhvataju određene grupe živih organizama, taksona. Osnovne sistematske kategorije su:

Carstvo (Regnum)

Tip (Phylum)

Klasa (Classis)

Red (Ordo)

Porodica (Familia)

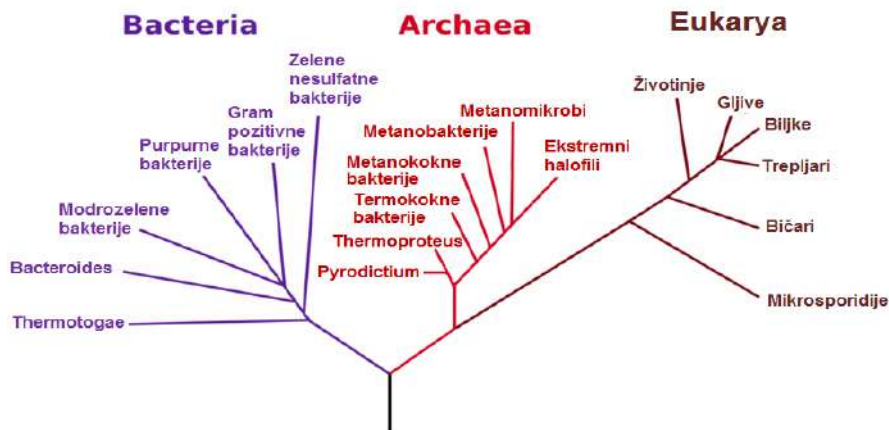
Rod (Genus)

Vrsta (Species)

Osnovna i najniža kategorija u klasifikaciji jeste vrsta. Sljedeći nivo klasifikacije, koji obuhvata više blisko srodnih vrsta, jeste rod; više međusobno srodnih rodova objedinjeno je na sljedećem višem nivou klasifikacije u porodicu, potom porodice u redove, redovi u klase, klase u tip (u zoološkoj klasifikaciji), a tipovi su grupisani u carstva živog svijeta.

Danas se koristi i kategorija viša od carstva, domen (slika 1). Postoje tri domena, pri čemu prva dva obuhvataju prokariotske organizme (nemaju definisano jedro), a treći sve organizme s eukariotskom organizacijom ćelije.

Pored osnovnih kategorija, u klasifikaciji se koriste i međukategorije. One su neophodne kako bi se klasifikacijom što potpunije obuhvatila velika raznovrsnost organizama.



Slika 1. Klasifikacija žvov svijeta
(prema: Nikolić i Miličić 2020)

Svi organizmi koji se na pojedinim nivoima klasifikacije grupišu u sistematske kategorije prema međusobnoj srodnosti, u sistematici se označavaju taksonima, a njihovo imenovanje naziva se nomenklatura.

Način svrstavanja pojedinih životinja u odgovarajuće sistematske, odnosno taksonomske kategorije, može se prikazati na primjeru riječnog raka (tabela 1):

Tabela 1. Primjer hijerarhijske reriije taksonomskih kategorija

Riječni ili plemeniti rak	
Domen	Eukarya Whittaker & Margulis, 1978
Carstvo (Regnum)	Animalia Linnaeus, 1758
Tip (Phylum)	Arthropoda Latreille, 1829
Podtip (Subphylum)	Crustacea Brünnich, 1772
Klasa (Classis)	Malacostraca Latreille, 1802
Red (Ordo)	Decapoda Latreille, 1802
Porodica (Familia)	Astacidae Latreille, 1802
Rod (Genus)	Astacus Fabricius, 1775
Vrsta (Species)	<i>Astacus astacus</i> (Linnaeus, 1758)

Utvrđivanje vrste kojoj neka životinja pripada, kao i utvrđivanje pripadnosti odgovarajuće vrste višim sistematskim, odnosno taksonomskim kategorijama (odgovarajućim rodovima, porodicama, redovima itd.), vrši se pomoću posebnih ključeva za determinaciju životinja. Ključevi za determinaciju sadrže detaljan opis morfoloških osobina, na osnovu kojih je moguće izvršiti njihovu determinaciju. Određivanje se vrši postepeno, idući od jednog do drugog karaktera. Pri tome su uz svaki karakter navedene i odgovarajuće alternative (teza i antiteza), označene nazivom ili brojem. Iznalaženjem odgovarajuće alternative koja upućuje na sljedeći broj, dolazi se do sistematske kategorije kojoj pripada ispitivana životinja. U ovom praktikumu, na kraju odgovarajućih poglavlja, dati su ključevi za određivanje karakterističnih grupa i predstavnika naše faune rakova i insekata.

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA

1. Organizacioni stadijumi životinja, prema stepenu složenosti, su:

- a) ćelije, organi, tkiva, organski sistemi, organizam
- b) ćelije, tkiva, organi, organski sistemi, organizam
- c) ćelije, organi, organski sistemi, tkiva, organizam

2. Primjeri asimetričnih životinja su:

- a) sunđer i žarnjaci
- b) amebe i rebronoše
- c) amebe i sunđeri

3. Homopolna osa bilateralno simetričnih životinja je:

- a) sagitalna
- b) longitudinalna
- c) transverzalna

4. Taksonomska kategorija viša od klase je:

- a) rod
- b) tip
- c) red

NEŠTO VIŠE

Rad taksonoma u zoološkoj sistematici i pravila pod kojima se on odvija uređeni su odredbama *Međunarodnog koda zoološke nomenklature* (skraćeno: Kòd), koji ustanovljava Međunarodna komisija zoološke nomenklature. Svake četiri godine, na Svjetskom zoološkom kongresu, Kòd se dopunjuje i mijenja kako bi obuhvatio sve poznate i moguće slučajeve i uredio nomenklatura pitanja na najbolji mogući način.

GRAĐA I FUNKCIJA JEDNOĆELIJSKIH ORGANIZAMA

Protisti su najjednostavniji organizmi sa eukariotskom organizacijom, što podrazumjeva postojanje jedra u kome je smješten genetički materijal i koji je okružen membranom. Tijelo im je građeno od jedne ćelije, a ponekad se ćelije udružuju u kolonije.

Predstavljaju veoma raznovrsnu grupu, ali se mogu razlikovati oni koji su nalik biljkama (alge), jer se hrane autotrofno, zatim nalik gljivama, sa saprobnim načinom ishrane, kao i nalik životinjama – heterotrofni protisti.

Heterotrofni protisti su raznovrsna grupa jednoćelijskih eukariotskih organizama i predstavljaju najstarije eukariote na Zemlji. Starost im se procjenjuje na oko 1.5 milijardu godina. Njihov nastanak smatra se jednim od najznačajnijih događaja u istoriji živog svijeta, jer su kao vrlo fleksibilni i prilagodljivi evoluirali u sve ostale danas poznate oblike života eukariotske organizacije.

Ovi organizmi, ranije nazivani protozoama (starogrčki *πρῶτος* protos - prvi i *ζῷον* – zoon – životinja), su sigurno najraznovrsnije carstvo živog svijeta. Smatra se da ima oko 30.000 opisanih vrsta. Kod ovih organizama se sve životne funkcije obavljaju na nivou jedne ćelije koja funkcioniše kao bilo koji organizam.

Tijelo im se sastoji od citoplazme i jedra. Citoplazma je često diferencirana na spoljašnju ektoplazmu, koja je svijetla, prozirna i nešto čvršća od endoplazme, unutrašnjeg sloja koji je zrnast i u kome su smještene brojne organele. Na površini ćelije se može nalaziti samo ćelijska membrana, kod nekih nešto čvršća pelikula, a brojne su vrste čije je tijelo zaštićeno ljušturicom.

Jedro se obično nalazi centralno i prati oblik tijela. Neki predstavnici protista su višejedarni, a postoje i oni koji imaju dva tipa jedara.

Hrane se autotrofno, ukoliko imaju fotosintetske pigmente, a velikom većinom su heterotrofi. U tom slučaju im ishrana može biti saprobna, kada apsorbuju rastvorenu hranu površinom tijela, ili holozojska, kada uzimaju čvrste čestice organske materije. Neki predstavnici, kao na primjer euglene, imaju miksotrofni način ishrane.

Disanje se obavlja preko površine tijela, a kod morskih vrsta i ekskrecija, dok neke slatkovodne vrste imaju kontraktilne vakuole, pulsatorne organele koje izbacuju višak vode iz tijela i sa vodom izbacuju i ekskrete.

Razmnožavaju se bespolno i polno. Bespolno se mogu razmnožavati binarnom (uzdužnom ili poprečnom) i multipnom diobom, ali i pupljenjem. Bespolni proces kao rezultat daje još jednu, dvije ili više ćelija sa istovjetnom genetičkom strukturom. Polni proces, međutim, kao rezultat daje potomke koji imaju kombinaciju genetičkog materijala oba roditelja, čime se postiže veća adaptabilnost na promjene uslova životne sredine. Polni procesi takođe mogu biti veoma raznorodni. U carstvu Protista ima i predstavnika sa sposobnošću i bespolnog i polnog razmnožavanja: bespolno razmnožavanje dominira u periodu kada su spoljašnji uslovi optimalni, dok polno razmnožavanje dominira kada su uslovi nepovoljni, u vidu smjene generacija.

Najčešće žive pojedinačno, ali neki mogu obrazovati i kolonije od nekoliko do više hiljada jedinki. Za većinu njih karakteristične su naročite organele za kretanje na osnovu kojih je i izvršena njihova klasifikacija.

Postoje tri osnovna tipa organela za kretanje – bič (flagelum), lažne nožice (pseudopodije) i treplje (cilije).

Na osnovu prisustva neke od ovih organela, heterotrofni protisti mogu se klasifikovati u četiri velike grupe:

1. protisti sa bičevima - Flagellata/Mastigophora
2. ameboidni protisti - Sarcodina
3. protisti koji formiraju spore - Sporozoa
4. protisti sa trepljama - Ciliophora

Zadatak 1. U prazna polja nacrtati amebu (*Amoeba proteus*), zelenu euglenu (*Euglena viridis*) i paramecijum (*Paramecium caudatum*), a potom označiti organele za kretanje.

<i>Amoeba proteus</i>
<i>Euglena viridis</i>
<i>Paramecium caudatum</i>

PROTISTI SA BIČEVIMA (SUBPHYLUM FLAGELLATA, MASTIGOPHORA)

Ova grupa se smatra najstarijom i ishodišnom grupom za mnoge grupe protista. Kao organele za kretanje služe bičevi. Najčešće ih je jedan ili dva, mada ih može biti i više. Bičevi ovih organizama, poput propelera, omogućavaju kretanje u vodenoj sredini. Kod nekih predstavnika dolazi do srastanja biča sa ćelijskom membranom i pritom do obrazovanja undulentne membrane. Široko su rasprostranjeni: žive u morima, kopnenim vodama i zemljištu, a mnogi su paraziti, komensali ili simbionti. Na površini tijela imaju tanku pelikulu. To je proteinska struktura koja tijelu daje stalan oblik, a elastična je i dozvoljava dobru pokretljivost.

Ishrana kod ovih organizama može biti holozajska, saprofitska, a neki predstavnici, kao na primjer euglena, imaju miksotrofni način ishrane. To znači da kada za to postoje uslovi mogu vršiti fotosintezu jer posjeduju hlorofil, a u suprotnom se hrane kao i svi drugi heterotrofni organizmi. Razmnožavaju se uzdužnom diobom, a kod nekih predstavnika je konstatovan i polni način razmnožavanja. Za teorijska razmatranja vezana za dalju evoluciju važna je i grupa hoanoflagelata, bičara sa kragnom. Na osnovu načina ishrane i ćelijske građe, bičari se dijele na klase:

- a) Phytomastigophora
- b) Zoomastigophora

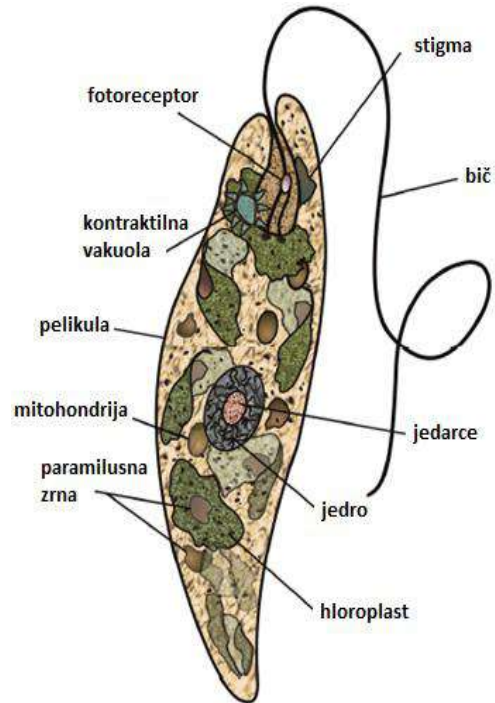
Phytomastigophora imaju hlorofil i smatraju se najprimitivnijim protistima. Njihov životni ciklus veoma je sličan onom kod zelenih algi. Ovi organizmi su zastupljeni u morima, kopnenim vodama i zemljištu. Imaju veoma značajnu ulogu u kruženju materije i energije u vodenim i terestričnim (kopnenim, suvozemnim) ekosistemima, a posebno su značajne vrste koje čine zajednicu planktona. U okviru klase izdvaja se nekoliko redova: Chryomonadina, Cryptomonadina, Dinoflagellida i Euglenoidea.

U okviru reda Euglenoidea najznačajniji rod je Euglena sa više vrsta: *Euglena viridis*, *E. gracilis*, *E. acus*, *E. oxyuris* i *E. deses*.

Zelena euglena – *Euglena viridis*

Živi u kopnenim stajaćim vodama koje su opterećene organskim materijama. Značajne su za mineralizaciju organskih otpadnih supstanci. Tijelo je vretenasto, dostiže dužinu od oko 50 μm i širinu oko 15 μm . Na prednjem kraju tijela posjeduju udubljenje prošireno u rezervoar u čijoj osnovi se nalazi bič. Na prednjem kraju tijela nalaze se kontraktilna vakuola i stigma. Na površini ćelije nalazi se elastična pelikula koja daje stalan oblik tijela. U centralnom dijelu ćelije pozicionirano je jedro sa jedarčetom.

Takođe, hloroplasti se nalaze u centralnom, ali zalaze i u zadnji dio tijela. Oni produkuju rezervne hranljive materije u vidu zrnaca paramiluma. Mitohondrije su raspoređene po cijeloj citoplazmi (slika 2). Kretanje euglene se ostvaruje spiralnim pokretima biča, što se može posmatrati na preparatu *in vivo*. U nepovoljnim ekološkim uslovima ona incistira ili prelazi u palmela stadijum.



Slika 2. *Euglena* sp. – morfologija
(prema: Žikić i sar., 2012)

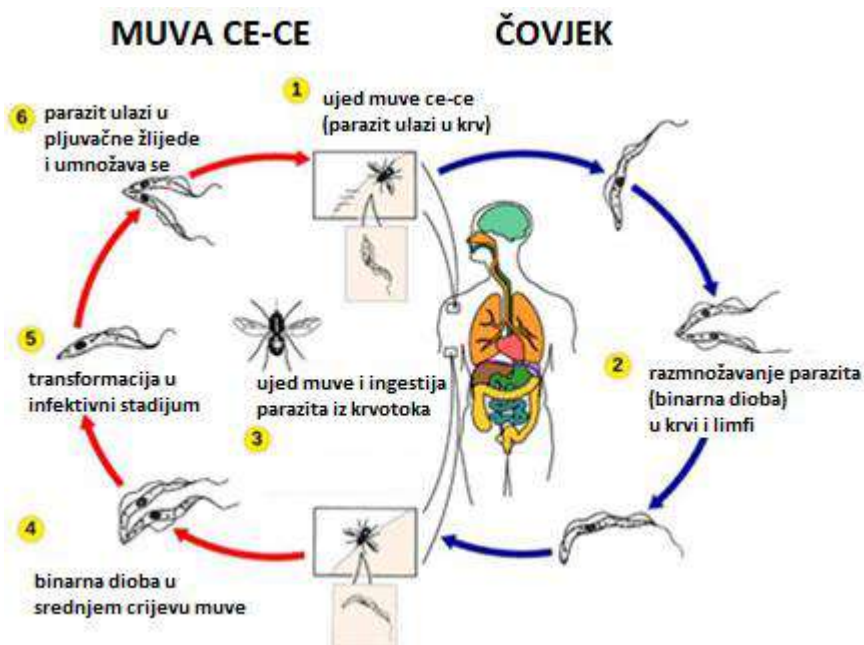
Zoomastigophora obuhvata protiste čije su organele za kretanje bičevi, a može ih biti jedan ili više. Velik broj Zoomastigophora živi u vodi (neke vrste roda *Bodo*), a ima i parazitskih redova među kojima su najvažnije grupe Kinetoplastida i Trichomonadida.

U okviru reda Kinetoplastida najznačajniji su rodovi *Trypanosoma* (sa vrstom *Trypanosoma brucei*) i *Leishmania*.

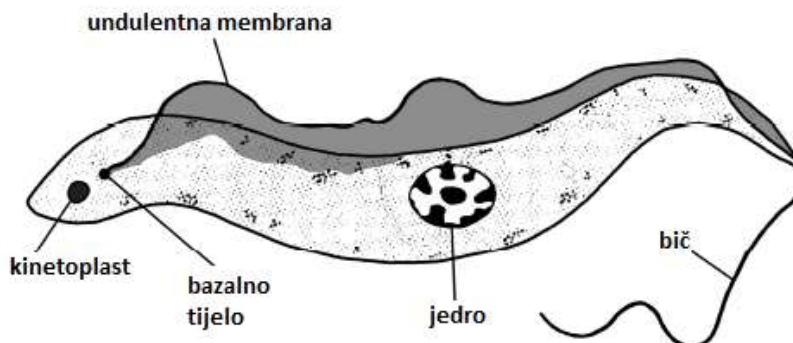
Trypanozoma - *Trypanosoma brucei*

Trypanozoma izaziva bolest spavanja kod ljudi i životinja u Africi, a prenosi je muva ce-ce (*Glossina palpalis*). Živi kao endoparazit u krvi i cerebrospinalnoj tečnosti kičmenjaka gdje se brzo umnožava, uglavnom multipnom diobom (slika 3). Tijelo je relativno malih dimenzija, dostiže dužinu od 7 – 35 μm , dok je širina od 1,5 do 3 μm . Na prednjem kraju tijelo

je zašiljeno, a na zadnjem ovalno. Na površini tijela nalazi se elastična opna (pelikula) tako da je oblik tijela postojan. Sa zadnjeg kraja, od bazalnog tijela polazi bič koji srasta sa pelikulom i obrazuje undulentnu membranu. Na zadnjem kraju ćelije, u blizini bazalnog tijela nalazi se kinetoplast (modifikovana mitohondrija). Uloga kinetoplasta je regulacija metabolizma monosaharida i obezbjeđivanje energije. U centralnom dijelu ćelije nalazi se jasno obojeno krupno jedro (slika 4).



Slika 3. Životni ciklus tripanozome (prema: Nikolić i Miličić 2020)



Slika 4. *Trypanosoma* sp. – opšti plan građe (prema: Žikić i sar., 2012)

Leishmania donovani je intracelularni parazit koji živi u ćelijama i tkivima ljudskog i životinjskog tijela. Parazitira naročito u slezini, jetri, kičmenoj moždini, limfnim čvorovima, kostnoj srži, plućima, bubrezima, krvi i sjemenicima. Javlja se u dva morfološka oblika: leishmania – aflagelatna forma ili amastigot (kod kičmenjaka kao definitivnog domaćina) i leptomonas – flagelatna forma (u crijevu insekata kao prelaznog domaćina). Izaziva bolest „crnu groznicu“ ili „kala-azar“, a vektor je insekt sličan komarcu, nevid ili papatač (*Phlebotomus papatasi*). U okviru reda Trichomonadina sreću se predstavnici koji imaju više bičeva (3-8), a mogu da posjeduju i undulentnu membranu. Najvažniji rod je Trichomonas sa vrstom *T. vaginalis*. Izaziva oboljenje urogenitalnog sistema ljudi, spada u najčešće seksualno prenosive bolesti. Trihomonijaza muškaraca je često asimptomatska.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati mikroskopske preparate bičara.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati odgovarajuće taksonomske kategorije.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente (dijelove organizma) koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Euglena viridis*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Euglena acus*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Volvox* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Trypanosoma brucei*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

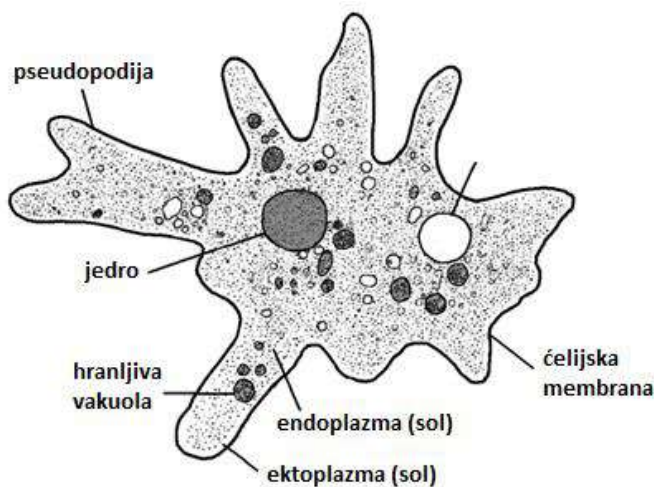
Familia _____

Genus _____

Species *Leishmania donovani*

AMEBOIDNI PROTISTI (SUBPHYLUM SARCODINA)

Ovoj grupi pripadaju predstavnici koji nemaju stalan oblik tijela. Karakteriše ih prisustvo pseudopodija koje funkcionišu kao organele za kretanje i zahvatanje hranljivih čestica. Opisana su četiri osnovna tipa pseudopodija: nitaste – filopodije, prstolike-lobopodije, u vidu mreže oko ćelije – retikulopodije i zrakaste – aksopodije. Broj pseudopodija nije stalan, one nastaju i nestaju zavisno od potrebe za kretanjem, količine dostupne hrane u okolnoj sredini, djelovanja draži i dr. Mogu da imaju jedno ili više morfološki jednakih jedara. Neke vrste obrazuju krečnjačke ili silikatne ljušturice. Iako su morfološki najjednostavniji među protistima, smatra se da su nastali od jedne grupe bičara. Citoplazma im je diferencirana na ektoplazmu (*ectoplasma*) i endoplazmu (*endoplasma*) (slika 5). Hrane se holozojski (sitnijim organizmima), a mogu da budu komensali i paraziti. Hranljive čestice zahvataju pseudopodijama i unose u unutrašnjost tijela, gdje se odvija varenje. Razmnožavaju se bespolno diobom, a kod nekih postoji smjena bespolne i polne generacije.



Slika 5. *Amoeba* sp. – građa (prema: Žikić i sar., 2012)

Najpoznatije su svakako „gole“ amebe, čest model organizam za primjer najjednostavnijih formi eukariota. Veliki značaj imaju foraminifere, koje žive na dnu mora i formiraju ljušturice na osnovu kojih je moguće odrediti starost slojeva Zemlje, kao i mogućnost nalaženja nafte. Interesantni su

predstavnici iz grupe radiolarija, stanovnici planktona mora, koji imaju silikatni skelet nevjerojatnih oblika, jedinstveni u živom svijetu. Kod njih su pseudopodije raspoređene zrakasto. U slatkim vodama česte su i amebe sa kućicama.

Ameboidni protisti su značajna komponenta planktona, prije svega u morima i okeanima, te su stoga veoma važni u mrežama ishrane. Takođe, za čovjeka su od značaja vrste koje izazivaju bolesti, na primjer dizenterična ameba.

Na osnovu opšte morfološke građe i tipa pseudopodija, klasifikovani su redovi: Amoebida, Foraminifera, Heliozoa, Radiolaria i Testacea.

Ordo Amoebida

Najpoznatiji rodovi ovog reda su *Amoeba* i *Entamoeba*.

Vrsta *Amoeba proteus* često se sreće u sporotekućim i stajaćim vodama. Kreće se pseudopodijama (po tipu lobopodija). Oblik tijela je promjenljiv, zbog elastične ćelijske membrane, plazmaleme. Citoplazma je jasno podijeljena na ektoplazmu koja je svjetlija, gušća i smještena na površini i endoplazmu, tamniju, granulisanu i smještenu u sredini ćelije. U endoplazmi nalazi se krupno jedro. Imaju jednu kontraktilnu i više hranljivih vakuola. Veličina tijela je u opsegu od 250 do 600 μm .

Entamoeba coli živi kao komensal u sluzokoži debelog crijeva čovjeka i životinja i nije patogena. *E. gingivalis* živi u usnoj duplji čoveka i kada se prenamnoži izaziva gnojne procese na desnama. *E. histolytica* živi u debelom crijevu čovjeka, patogena je i izaziva ameboidnu dizenteriju (krvavi kolitis, amebiazu).

Ordo Testacea

Najpoznatiji rodovi ovog reda su *Arcella* i *Diffugia*. Predstavnici reda Testacea odlikuju se jednokomornom ljušturu sastavljenom od pseudohitina, silicijuma i znaca pjeska. Na ljušturici se nalazi otvor kroz koji se pružaju pseudopodije različite dužine i oblika. Naseljavaju slatke i slane vode, kao i vlažna tla. Nepovoljne spoljašnje uslove prevladavaju incistiranjem u ljušturi. Razmnožavaju se binarnom diobom, pri čemu jedna jedinka zadržava staru ljušturu, dok druga formira novu ljušturu. Kod nekih vrsta ovog reda postoji i polno razmnožavanje.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati mikroskopske preparate Sarcodina.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati naziv taksona koji pripada odgovarajućoj taksonomskoj kategoriji.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Amoeba proteus*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Entamoeba histolytica*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Arcella vulgaris*

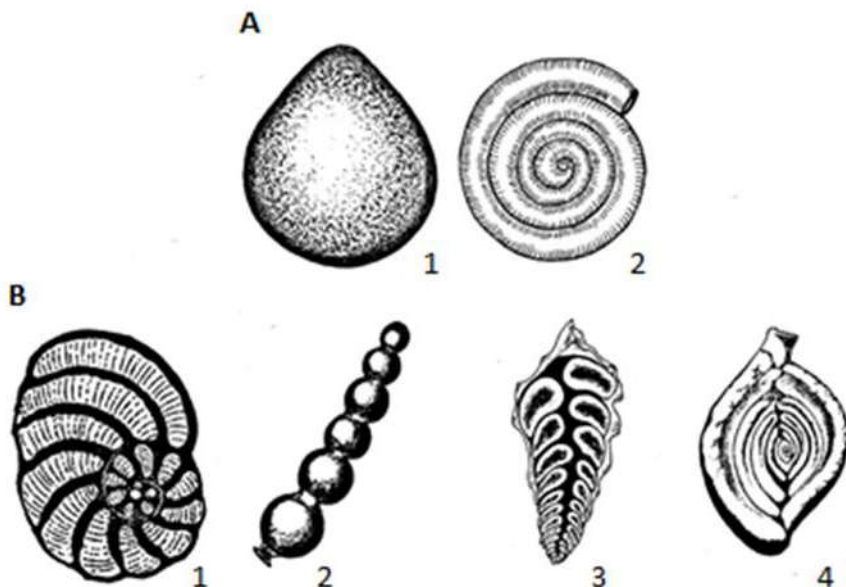
SKELET PROTISTA

Skelet protista može biti spoljašnji ili unutrašnji. U pogledu hemijskog sastava može biti organski (pseudohitin) ili neorganski (soli silicijumove kiseline, ili kalcijum-karbonat). U matriks nekih protista ugrađuju se neke metalne komponente (npr. kristali stroncijum sulfata, barijum-sulfata, jedinjenja magnezijuma, aluminijuma i dr.). Kod najjednostavnijih protista postoje subcelularne strukture koje služe za potporu. One su u vidu morfonema koje daju oblik ćeliji.

SPOLJAŠNJI SKELET

Glavna odlika Foraminifera je da njihovo tijelo izlučuje na svojoj površini čvrstu ljušturicu, koja se sastoji od krečnjačkih, rjeđe iz hitinskih ili silikatnih materija. Kod nekih oblika ljušturica je jednokomorna (*Monothalamia*), dok se kod mnogih sastoji iz više odjeljaka (*Polythalamia*). Dok *Monothalamia* naseljavaju i mora i slatke vode, *Polythalamia* su isključivo morski predstavnici. Obično žive na dnu, dok su neki oblici planktonski, kao *Globigerina* i dr. Jednokomorne su najčešće mješkolike ili cjevaste, ali postoje i spiralne i zvjezdaste. Višekomorne mogu biti različito građene, pa one mogu biti poređane u jednom, dva ili više nizova.

Opisani su sljedeći tipovi višekomornih ljušturica: nodozaroidni tip (unutrašnjost ljušturice nepotpunim pregradama izdjeljena na komorice koje su postavljene u nizu jedna iznad druge), spiralni tip (komorice postavljene u nizu, a ljušturica spiralno uvijena), tekstularijski tip (ljušturica sa komoricama postavljenim u dva reda) i ciklični tip (komorice raspoređene koncentrično) (slika 6). Ljušturica može imati samo jedan veći zajednički otvor za prolazak pseudopodija, te se ovi oblici nazivaju *Imperforata*. Međutim, kod mnogih Foraminifera ljušturica je svuda izbušena mnogobrojnim otvorima i one sačinjavaju netaksonomsku grupu *Perforata*.



Slika 6. Oblici ljuštura predstavnika reda Foraminifera: A – jednokomorne ljušturice, 1- mješkolika, 2 – spiralna, B – višekomorne ljušturice, 1 – spiralna, 2 – nodozaroidna, 3 – tekstularijska, 4 – miliolidna (orig. šema)

UNUTRAŠNJI SKELET

Unutrašnji skelet kod protista se sreće kod Radiolaria. One imaju centralnu perforiranu kapsulu, izgrađenu od silikatnih materija pravilnog oblika. Centralna kapsula dijeli citoplazmu na intrakapsularnu i ekstrakapsularnu plazmu. Ekstrakapsularni dio plazme nosi pseudopodije, a intrakapsularni dio sadrži jedno ili više jedara. Na samoj površini tijela mogu se nalaziti mineralne spikule, raspoređene u više ravni, koje formiraju različite geometrijske oblike, pružajući se radijalno. To povećava ukupnu površinu organizma i olakšava planktonski način života. Kroz sitne pore na skeletu mogu izlaziti pseudopodije po tipu aksopodija i filopodija, koje su zrakasto raspoređene i služe za kretanje.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Uočiti ljušturice foraminifera u pijesku.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati naziv taksona koji pripada odgovarajućoj taksonomskoj kategoriji.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Elphidium crispum*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Nonion* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Globigerina* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Spiroloculina* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Alveolina* sp.

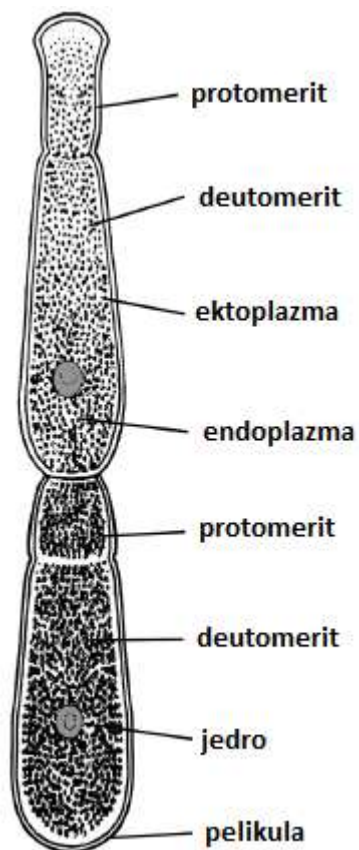
PROTISTI KOJI FORMIRAJU SPORE (PHYLUM APICOMPLEXA, SPOROZOA)

Ovaj filum obuhvata parazitske protozoe koje, po pravilu, nemaju organele za kretanje. Obrazuju spore i u većini slučajeva se razmnožavaju smjenom polne i bespolne generacije. Filum Apicomplexa obuhvata redove Gregarinida i Coccidia. Parazitiraju u beskičmenjacima i kičmenjacima. Razmnožavaju se bespolno i polno smjenom šizogonije, gamogonije i sporogonije. Mogu da imaju prelaznog domaćina. Velika većina vrsta svrstana je u klasu Sporozoea.

Ordo Gregarinida

Gregarine su najčešće ekstracelularni paraziti u crijevnom sistemu, bubrezima i drugim organima ili tjelesnoj duplji beskičmenjaka i nižih hordata. Najveći broj vrsta živi kao endoparazit zglavkara, prvenstveno insekata, i javlja se većinom u ogromnom broju u tijelu svog domaćina. Tijelo im je relativno krupno, izduženo (1-10 mm) i diferencirano na tri regiona epimerit, protomerit i deutomerit (u kojem je jedro). Epimerit je snabdjeven kukicama, trnovima i drugim strukturama neophodnim za pričvršćivanje za epitel crijeva ili epitel tjelesne duplje domaćina.

Gregarine se odlikuju posebnim oblikom polnog procesa, pri čemu dolazi do spajanja dvije jedinke, obično protomerit jedne za deutomerit druge jedinke. To je syzygy stadijum koji prethodi polnom razmnožavanju (slika 7).

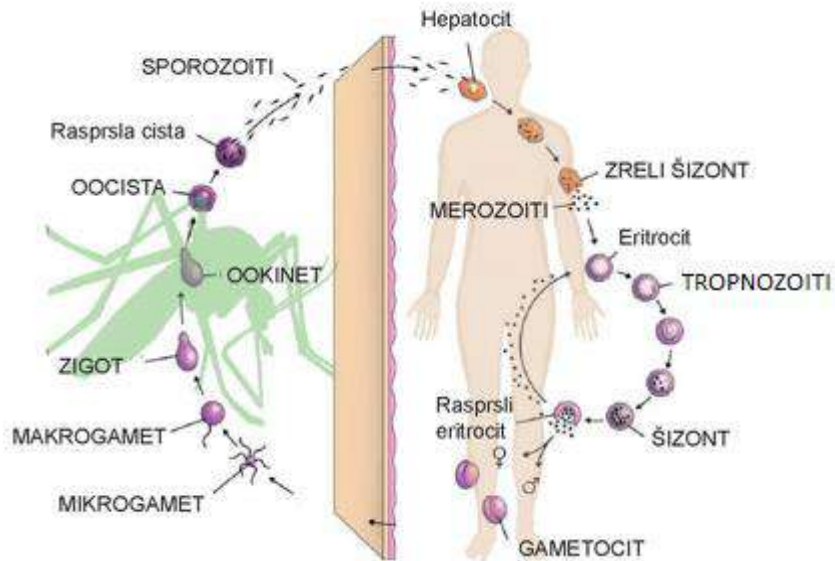


Slika 7. *Gregarina* sp. – građa (syzigi stupanj)
(prema: Žikić i sar., 2012)

Ordo Coccidia

Subordo Haemosporina

Haemosporina su krvni paraziti kičmenjaka. Konačni domaćin je najčešće neki hematofagni insekt. Najpoznatija vrsta u okviru Haemosporina je *Plasmodium vivax* – izazivač malarije. Ova vrsta ima dva domaćina, prelaznog (čovjeka) i konačnog (komarca malaričara) (slika 8). Za plazmodijum je karakteristično da ima dva ciklusa šizogonije, jedan u ćelijama retikuloendotelnog sistema, a drugi u eritrocitima.



Slika 8. Životni ciklus malaričnog plazmodijuma *Plasmodium vivax* (prema: Nikolić i Miličić, 2020)

Sporozoit je infektivni stadijum parazita koji ubodom ženke malaričnog komarca dospjeva u krv, a zatim prelazi u tkivo domaćina, uglavnom u jetru, gdje se mnogostruko dijeli šizogonijom, stvarajući jednu ili više generacija merozoita. Nakon toga preko jetrenih sinusa merozoiti napadaju crvena krvna zrnca. Zreli šizonti se multiplom diobom dijele u mnogobrojne merozoite, koji izlaze iz inficirane ćelije i ulaze u novu, ponavljajući šizogeni ciklus. Tokom šizogonije, istovremeno se neki merozoiti u eritrocitima ne dijele, već diferenciraju u „gamonte“ (nezrele gamete). Ženski oblik gameta označen je kao makrogamet, a muški mikrogamet. Za njih je životni ciklus u tijelu čovjeka završen, te je za dalje razviće neophodno da budu zajedno sa krvlju usisani u želudac komarca (*Anopheles maculipennis*). U crijevu komarca ženski gamonti sazrijevaju u ženske gametocite, a muški gamonti sazrijevaju u muške gametocite. Nakon oplodjenja nastaje zigot (ookinet) i time se polni dio ciklusa u tijelu ženke komarca završava. Jedro zigota se mnogostruko bespolno dijeli i formira sporozoite, koji se koncentrišu u pljuvačnim žlijezdama komarca. Komarac je sposoban da u narednih mjesec dana širi zarazu.

Subordo Eimeriina

Eimeriina su intracelularni paraziti kičmenjaka i beskičmenjaka, koji se obično nalaze u ćelijama epitela crijeva i bubrega mnogočekinjastih crva, mekušaca, zglavkara i kičmenjaka.

Životni ciklus značajnog broja vrsta se sastoji od pravilne smjene polnog i bespolnog razmnožavanja, to jest gamogonije i sporogonije, kao dvije faze polnog razmnožavanja, te šizogonije, kao načina bespolnog razmnožavanja. Šizogonija i gamogonija odvijaju se u ćelijama domaćina, dok se sporogonija odvija van tijela domaćina, u spoljašnjoj sredini (egzogeno) i rezultira formiranjem spore (oocista) sa karakterističnim brojem sporozoita. Kada domaćin unese u svoje tijelo oocistu, sporozoiti se oslobađaju.

Rod *Eimeria* obuhvata vrste koje su veoma patogene za ribe, ptice i sisare. Izazivaju teška oboljenja životinja koja su posljedica razaranja epitela crijeva, što uzrokuje dijareju, a ukoliko se ne liječi često dolazi do uginuća. Vrste *Eimeria zurni*, *Eimeria bovis* i *Eimeria ellipsoidalis* izazivaju krvavi proliv kod goveda. *Eimeria magna* i *Eimeria stidaei* registrovana je u crijevima kunića. *Eimeria tenella* parazitira u kokoškama i ćurkama i izaziva pomor pilića, dok *Eimeria cyprini* parazitira u epitelu crijeva šarana. U red Coccidia spada i vrsta *Toxoplasma gondii*, koja je izazivač toksoplazmoze, koja kod trudnica može izazvati teška oštećenja ploda.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati mikroskopske preparate Sporozoa.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati naziv taksona koji pripada odgovarajućoj taksonomskoj kategoriji

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Gregarina* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Subordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Eimeria* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Subordo _____

Familia _____

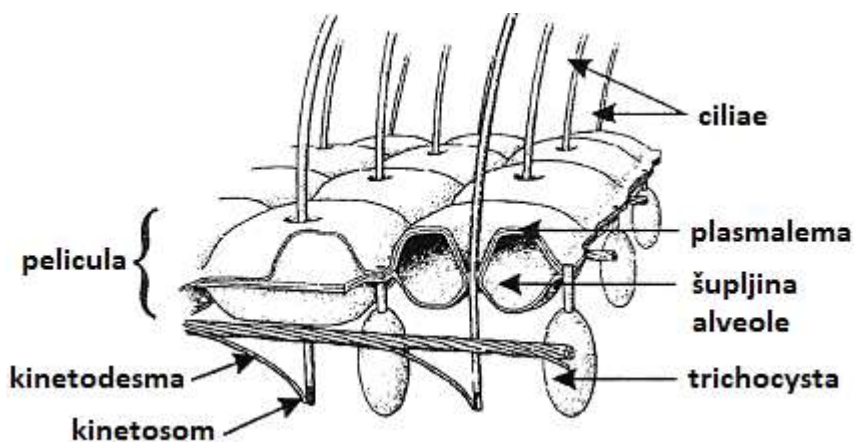
Genus _____

Species *Plasmodium vivax*

PROTISTI SA TREPLJAMA (PHYLUM CILIOPHORA, CLASSIS CILIATA)

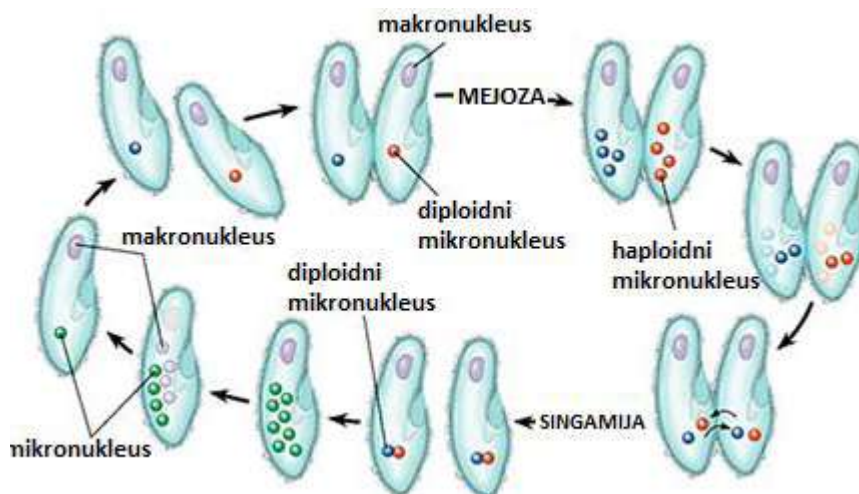
Za ovu obimnu, raznovrsnu i najsloženiju grupu Protista karakteristične su cilije kao organele za kretanje i za prihvatanje hrane. Na površini tijela je složeno građena pelikula koja daje čvrstinu i oblik (slika 9). Tijelo im je uglavnom asimetrično, dok kod manjeg broja vrsta može biti i radijalno simetrično. Kod Ciliophora pelikula je strukturirana u vidu višeučanih udubljenja. Na spoljašnjoj strani se nalazi ćelijska membrana, a ispod nje jedan sloj gusto pakovanih vezikula (alveola), koje imaju sopstvene spoljašnje i unutrašnje zidove. Sa mjesta gdje se susreću susjedne alveole prolaze cilije, a ispod alveola nalazi se infracilijarni sistem (kinetozomi i kinetodezme). Sa alveolama alterniraju trihociste (*trichocystae*), specifične organele za odbranu od predatora, koje formiraju drugi, dublji sloj pelikularnog sistema (slika 9).

Treplje polaze iz bazalnih tjelašaca – kinetozoma (*kinetosom*), koja se nalaze ispod pelikule, u citoplazmi. Bazalna tjelašca su međusobno povezana preko niti, kinetodezmama (*kinetodesmae*), u jedinstvenu neuromotornu mrežu kojom se ostvaruje visok stepen koordinacije između cilija.



Slika 9. Pelikula paramecijuma (*Paramecium* sp.)
(prema: Petrov i sar., 2005)

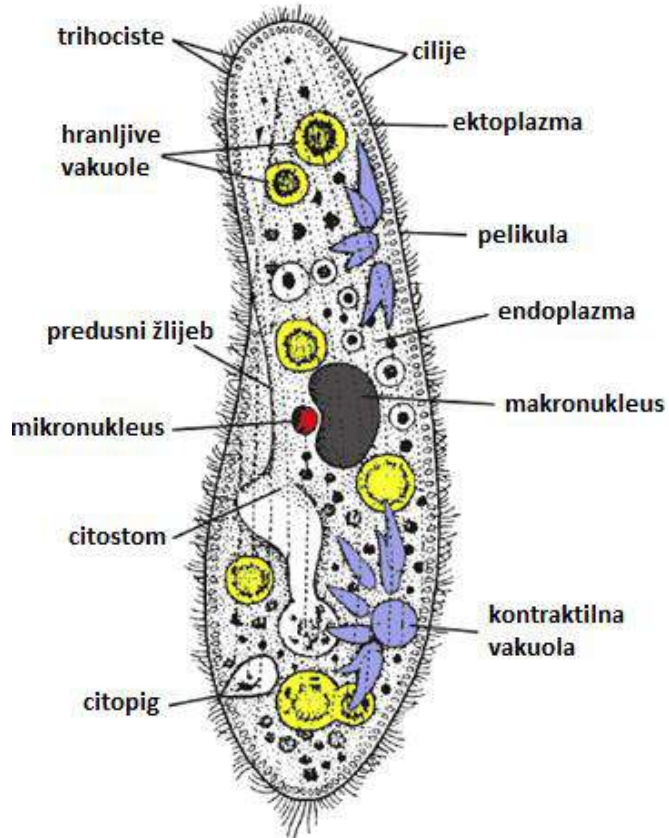
Cilije trepljara možemo podijeliti u dvije grupe zavisno od njihovog položaja, te razlikujemo tjelesne i oralne cilije. Na površini tijela ćelije nalaze se tjelesne cilije raspoređene u nizovima. Njihova funkcija je lokomotorna, čulna i zaštitna. Oralne cilije se nalaze na nivou ćelijskih usta citostoma (*cytostom*). Oralne cilije su duže i krupnije od tjelesnih i služe za usmjeravanje hrane u ćelijska usta. Za izbacivanje nesvarenih čestica služi ćelijski analni otvor, citopig (*cytopyg*). Cilijate karakteriše i jedarni dualizam, odnosno postojanje dva tipa jedara: makro- i mikronukleusi. Prvi kontroliše osnovne životne funkcije, dok je drugi odgovoran za genetičke rekombinacije. Razmnožavaju se bespolno, mitotičkom (poprečnom) diobom. Poznato je i nekoliko vidova polnog razmnožavanja, od kojih je najpoznatiji konjugacija (slika 10). Trepljari se hrane holozojski sitnijim organizmima, najčešće bakterijama. Incistiranje je česta pojava kod ovih organizama, kako pri nepovoljnim spoljašnjim uslovima, tako i prilikom diobe.



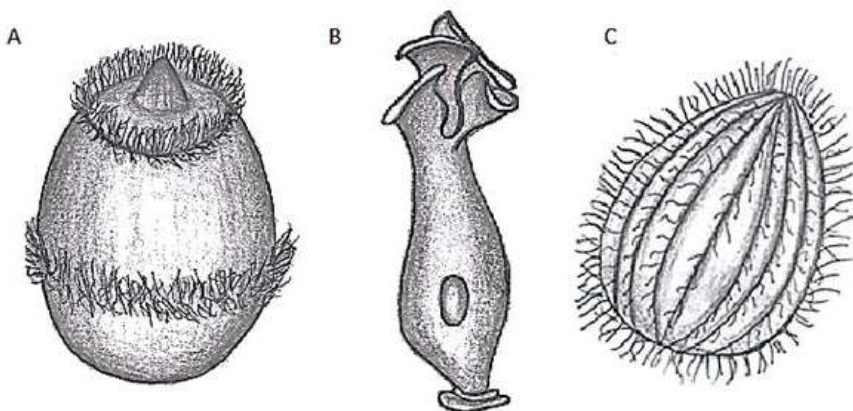
Slika 10. Konjugacija (prema: Nikolić i Miličić, 2020)

Klasa Ciliata obuhvata više potklasa: Holotrichia, Peritrichia, Spiotrichia i Suctoria.

Subclassis Holotrichia – imaju ravnomjerno raspoređene morfološki iste treplje, po cijelom tijelu. Oralne cilije su, ako postoje, malobrojne. Usni otvor može da bude okružen membranelama koje usmjeravaju hranljive čestice. Ovdje spadaju poznati rodovi: *Balantidium*, *Colpidium*, *Didinium*, *Paramecium*, *Spirochona*, *Tetrachymena* (slike 11 i 12).

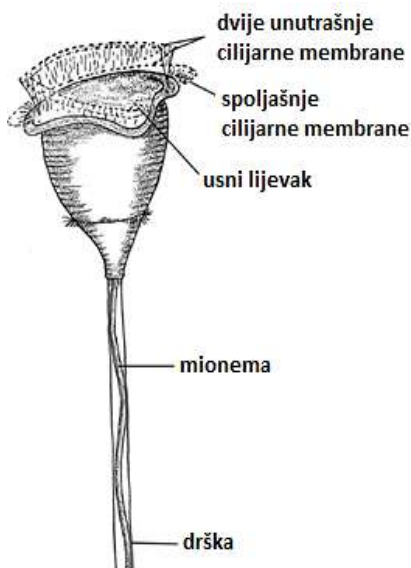


Slika 11. *Paramecium* sp. – građa
(prema: Žikić i sar., 2012)

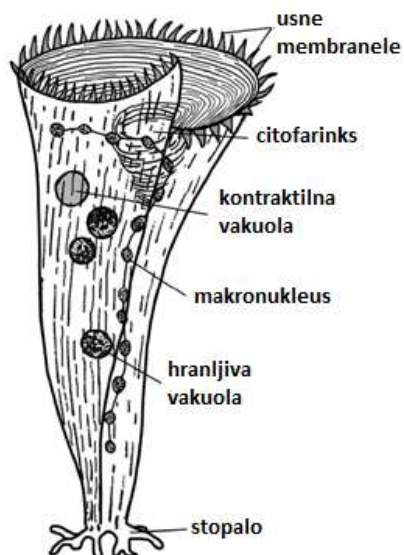


Slika 12. A – *Didinium nasutum* B – *Spirochona* sp. C –
Tetrachymena pyriformis (orig. šema)

Subclassis Peritrichia - sa karakterističnim prednjim diskoidnim krajem tijela, sa membranelama od cilija, raspoređenim s lijeva na desno (suprotno od smjera kazaljke na satu), posmatrano sa prednje strane. Poznate su vrste *Vorticella* sp. (slika 13) i *Trichodina jadratica*.



Slika 13. *Vorticella* sp. – građa
(prema: Žikić i sar., 2012)



Slika 14. *Stentor* sp. – građa
(prema: Žikić i sar., 2012)

Subclassis Spirotrichia - odlikuje se dobro razvijenim membranelama raspoređenim prema usnom otvoru, a koje su usmjerene u pravcu kretanja kazaljke na satu. Ovdje spada *Stentor* sp. (slika 14)

Subclassis Suctoria – imaju treplje dok su mlade, a kasnije se diferenciraju u specijalizovane tentakule, pomoću kojih se pričvršćuju za domaćina i pomoću kojih isisavaju tjelesnu tečnost domaćina. Karakterističan predstavnik je *Acineta tuberosa*.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati mikroskopske preparate Ciliata.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati naziv taksona koji pripada odgovarajućoj taksonomskoj kategoriji

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Paramecium caudatum*

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Tetrachymena pyriformis*

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Colpidium* sp.

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Colpoda* sp.

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Didinium nasutum*

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Spirochona* sp.

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Stentor coeruleus*

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Stylonychia mytilus*

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA

1. Heterotrofni protisti su:

- a) jednoćelijski prokarioti
- b) jednoćelijski eukarioti
- c) jednoćelijski i kolonijalni eukarioti

2. Dvije vrste jedara po pravilu imaju:

- a) bičari
- b) trepljari
- c) amebe

3. Stadijum za preživljavanje nepovoljnih uslova je

- a) spora
- b) cista
- c) vakuola

4. Amebe imaju

- a) stalan broj pseudopodija
- b) promjenljiv broj pseudopodija
- c) nestabilan broj pseudopodija

NEŠTO VIŠE

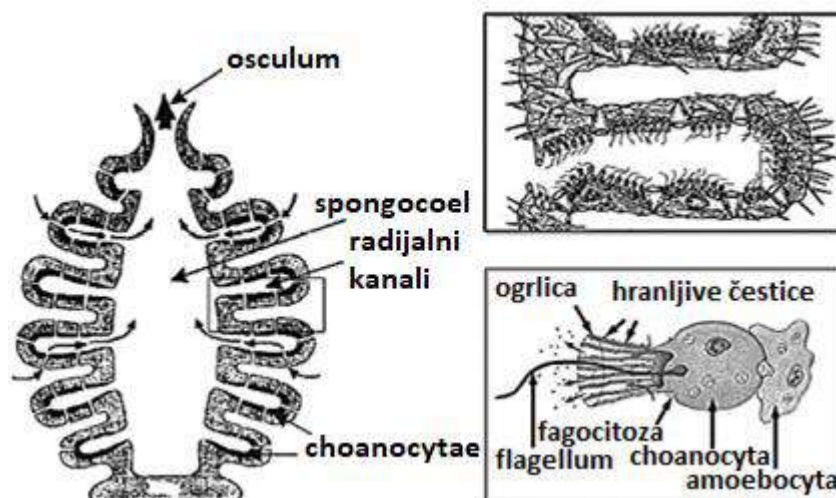
Termiti su insekti koji se hrane drvetom, čiji je glavni sastojak celuloza. Međutim, veoma mali broj organizama ima sposobnost da celulozu razlaže na manje molekule koje mogu da iskoriste. Takvi organizmi su heterotrofni bičari iz reda Hypermastigida. Tako nastale male molekule šećera termiti koriste za svoje potrebe, a bičarima u svojim crijevima pružaju zaštitu i stanište. Takav tip odnosa koji je obostrano koristan, a podrazumijeva tijesnu povezanost tokom čitavog života, označava se kao mutualizam.

SUNĐERI (PHYLUM SPONGIA, PORIFERA)

Sunđeri su skoro isključivo morski organizmi, sa vrlo malim brojem slatkovodnih vrsta (iz familije *Spongillidae*). Žive sesilno, pričvršćeni za stijene u litoral, dok se manji broj vrsta može naći na većim dubinama i različitim podlogama, na primjer pjeskovitim. Na našoj planeti postoje oko 600 miliona godina. Do danas je opisano oko 9.000 vrsta, a preko 2.000 se smatra izumrlim. Najnovija istraživanja njihovih gena pokazuju da nesumnjivo potiču od kolonijalnih bičara sa kragom.

Većina sunđera obrazuje kolonije, a samo mali broj živi solitarno. Peharastog su oblika, a veličina im se kreće od nekoliko milimetara pa do preko jednog metra. Uglavnom su asimetrični organizmi, sa rijetkim izuzecima koji imaju radijalnu simetriju. Sunđeri su dvoslojne životinje: ka spoljašnjoj sredini je ektoderm (pinakoderm), a endoderm (gastroderm) čine hoanocite, ćelije sa kragom koje oblažu unutrašnjost. Između ova dva sloja je želatinozna mezogleja. Sunđeri su veoma primitivne građe, odlikuju se ćelijskim nivoom organizacije, odnosno nemaju diferencirana tkiva, organe i organske sisteme. Odlikuju se velikom moći regeneracije. Sunđeri se hrane veoma sitnim česticama, filtriranjem vode. S obzirom da su sesilni, neophodan im je stalan protok vode kroz tijelo. To postižu svojom jedinstvenom morfologijom.

Tijelo sunđera je organizovano oko sistema kanala čije unutrašnje dijelove oblažu specijalizovane ćelije sa bičevima i kragom označene kao hoanocite. Hoanocite posjeduju jedan dugačak bič i strukturu u vidu kragne koju čine mikrovili. Radom bičeva omogućavaju protok vode, a tako i hranljivih čestica. Nakon što filtriranjem usvoje hranljive čestice slijedi proces intracelularnog varenja.



Slika 15. Radijalni kanali sa hoanocitama kod sunđerice *Grantia* sp. (strelice označavaju smjer protoka vode kroz sunđer: prosopila/interradijalni kanal-radijalni kanal-apopila-spongocel) (prema: Petrov i sar., 2005)

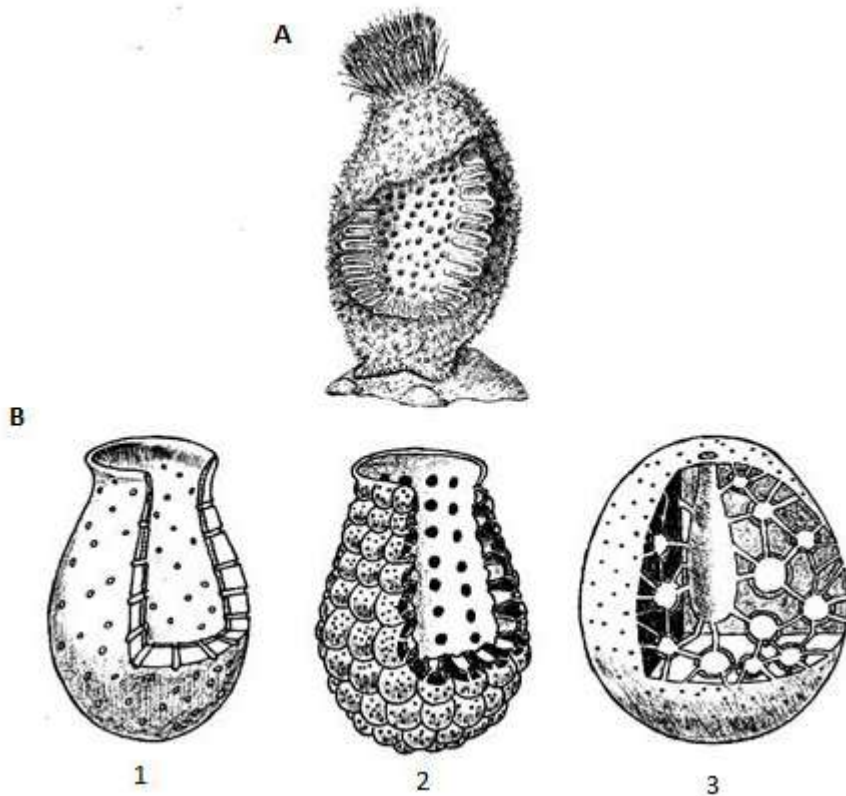
Opisana su tri tipa tjelesne organizacije sunđerica: askon, sikon i leukon tip (slika 16).

Askon tip građe je najjednostavniji. Ovaj tip sunđerice odlikuje se peharastim (mješkolikim) oblikom tijela i radijalnom simetrijom. Tjelesni zid je građen od pinakoderma i mezogleje sa ćelijskim elementima, kao i od ćelija hoanocita, koje oblažu unutrašnjost spongocela (centralne šupljine). Voda ulazi kroz specifične ćelije porocite koje obrazuju dermalne pore, a izlazi kroz oskulum, veliki otvor koji se nalazi na apikalnom dijelu.

Sikon tip sunđerice karakteriše jače razvijen sloj mezogleje. Nastaje diferenciranjem askon tipa, tako što se na tjelesnom zidu obrazuju invaginacije i evaginacije, pri čemu je značajno povećana površina, kao i intenzitet strujanja vode. Na tijelu se uočava veliki broj radijalnih (obloženih hoanocitama) i interradijalnih kanala (umetnutih između radijalnih, ali bez hoanocita). Voda struji kroz dermalne pore i interradijalne kanale, zatim kroz prozopile (otvor između interradijalnog i radijalnog kanala) ulazi u radijalne kanale, potom prolazi kroz radijalne kanale i na kraju kroz otvore radijalnih kanala (apopile) ulazi u spongocel, a odatle kroz oskulum u spoljašnju sredinu (slika 15).

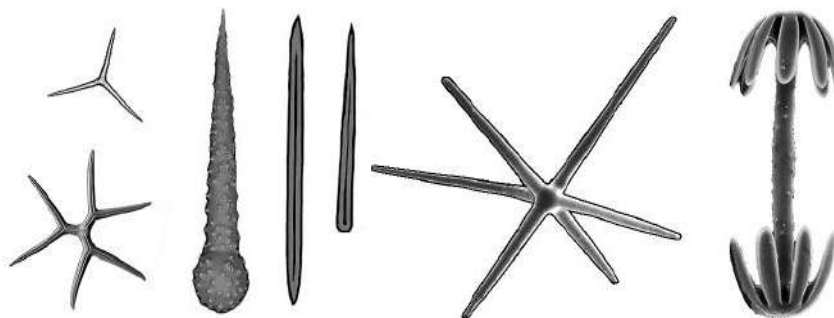
Leukon tip ima najsloženiju građu i najveći broj sunđerica upravo je tako građen. Nastaje daljim usložnjavanjem hoanodermalnih šupljina i mezogleje, formirajući veliki broj komora obloženih hoanocitama.

Uvećava se broj oskuluma i radijalna simetrija se gubi. Sundeći ovog tipa grade su kolonijalni.



Slika 16. Spongia, A – *Sycon raphanus*, opšti izgled sa presjekom dijela tijela, B – organizacioni tipovi sunđera, 1 – askon, 2 – sikon, 3 – leukon (orig. šema)

Skelet sunđera diferencira se u mezogleji. Sastoji se iz skeletnih elemenata mineralnog ili organskog porijekla. Spikule su sastavljene od kalcijum karbonata ili silikatne materije, ili skelet može biti od organske komponente od spongina (slika 19). Spikule su pojedinačno ili grupno rasute u mezogleji. Oblik spikula je veoma raznovrstan i može biti jednoosan, troosan, četvoroosan, zvijezdast ili sigmoidalan (slika 17 i 18). Veće spikule (megasklere) grade mrežast skelet sunđera. Spikule imaju ulogu da podupiru kanale i drže ih otvorenim, a služe i kao odbrana od predatora.



Slika 17. Spikule sunđera (prema: Žikić i sar., 2012)

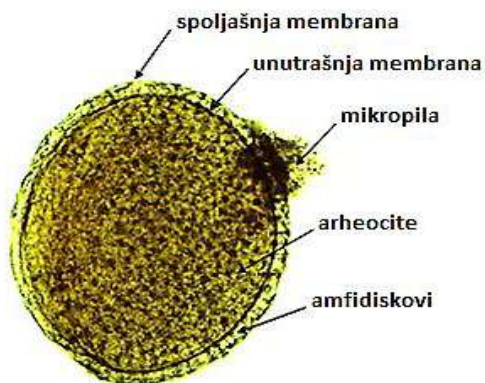


Slika 18. Spikule (orig. foto.)



Slika 19. Spongin (orig. foto.)

Razmnožavanje sunđera vrši se polnim i bespolnim putem. Bespolni način razmnožavanja može se odvijati na sljedeće načine: regeneracijom, pupljenjem ili obrazovanjem gemula. Regeneracijom se razmnožavaju kada se tijelo prethodno fragmentiše na dva ili više dijelova, pri čemu svaki dio formira onaj koji nedostaje. Pupljenje je proces kada se na tijelu majke sunđera formira spoljašnji pupoljak, iz koga nastaje novi sunđer. Gemule predstavljaju unutrašnje pupoljke i nastaju u mezogleji od ameboidnih ćelija (ove ćelije imaju potencijal da se diferenciraju u druge tipove ćelija) u procesu koji označavamo kao



Slika 20. Gemula sunđera – građa (orig. foto)

gemulacija. Gemule predstavljaju agregacije embrionalnih ćelija koje se izdvajaju i zaokružuju dvostrukom opnom od spongina (slika 20). Formiraju se prilikom nastupanja nepovoljnog perioda godine. Polno razmnožavanje je čest oblik razmnožavanja kod sunđera. Većinom su hermafroditi, a samo neki su gonohoristi. U polnom procesu razmnožavanja dolazi do obrazovanja polnih ćelija (jajne ćelije i spermatozoidi) koje nastaju od ameboidnih ćelija. Nakon oplodjenja nastaje zigot koji podliježe nizu mitotičkih dioba, pri čemu nastaje larva, koja se izbacuje kroz oskulum, jedno vrijeme pliva u planktonu, a zatim se pričvršćuje za podlogu i razvija u mladi sunđer.

Prema građi skeleta i tipu građe tijela, sunđeri se razvrstavaju u tri klase:

Classis Calcarea

Obuhvataju morfološki najprostije građene sunđere. Imaju skelet krečnjačkog tipa, a spikule (skeletne iglice) mogu biti jednoosne, dvoosne, troosne, četvorosne ili višeosne. Veličine su do 30 cm. Naseljavaju manje dubine toplih mora i okeana gdje u zajednicama sa koralima grade sprudove. Najpoznatiji rodovi krečnjačkih sunđera su: *Sycon*, *Grantia* i *Leucandra*.

Classis Hexactinellida

Klasa Hexactinellida obuhvata sunđere sa silikatnim skeletom i sastoji se od isprepletenih vlakana u formi mreže. Poznati su i pod nazivom staklasti sunđeri. Tijelo im je u obliku miješka, peharasto i simetrično. Spikule ovih sunđera su najčešće šestoosne (ime klase). Isključivo su marinske vrste koje žive solitarno na većim morskim dubinama (preko 450 m) u hladnim vodama oko Antarktika i u sjevernom Pacifiku. Sve vrste Hexactinellida su sikon ili leukon tipa građe, a najpoznatiji rod je *Euplectella* – Venerina korpica.

Classis Demospongia

U okviru klase Demospongia objedinjeno je preko 90% opisanih vrsta sunđera. Imaju skelet izgrađen od spongina ili od silikatnih spikula. Zastupljen je isključivo leukon tip građe. Spikule, zavisno od veličine, mogu biti mega- i mikrosklere. Često su živih boja zahvaljujući svojim ili pigmentnim ćelijama simbionata. Široko su rasprostranjeni, od plitkih morskih staništa do najvećih morskih dubina. Ovoj klasi pripadaju i malobrojni slatkovodni sunđeri. Najpoznatija vrsta je mediteranski sunđer, *Euspongia officinalis*.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati mikroskopske preparate Spongia.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati odgovarajuće taksonomske kategorije.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Sycon raphanus*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Grantia* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Spongilla lacustris*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Suberites domuncula*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Euplectella aspergillum*

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA

1. Sunđerri potiču od:

- a) zelenih bičara
- b) bičara sa kraginom
- c) heterotrofnih protista
- d) žarnjaka

2. Venerina korpica pripada:

- a) silikatnim sunđerima
- b) rožnim sunđerima
- c) krečnjačkim sunđerima

3. Kod leukon tipa sunđera ćelije s kraginom i bičevima oblažu:

- a) centralnu duplju
- b) spoljašnju površinu tijela
- c) komorice
- d) bočna udubljenja centralne duplje

4. Gemulacija sunđera je vid:

- a) polnog razmnožavanja
- b) bespolnog razmnožavanja
- c) hermafroditizma

NEŠTO VIŠE

Od osamdesetih godina prošlog vijeka u masovnoj upotrebi je antivirusni lijek protiv herpesa - aciklovir. Malo je poznato da se aktivna supstanca ovog lijeka, spongotimidin, dobija iz karipskog sunđera *Tectitethya crypta*. Takođe, posljednjih godina intenzivna su istraživanja djelovanja ove supstance na HIV virus. Pokazalo se da je veoma djelotvorna kod oporavka pacijenata oboljelih od side.

ŽARNJACI

(PHYLUM CNIDARIA)

Cnidaria su najjednostavnije eumetazoe. Žive isključivo u vodenoj, uglavnom u morskoj sredini, dok se manji broj njih može sresti i u slatkim vodama. Tijelo im je radijalne i biradijalne simetrije. Komunikaciju sa spoljašnjom sredinom ostvaruju samo preko usnog otvora na koji se nastavlja gastrovaskularna duplja. Za ovaj filum karakteristično je da oko usnog otvora imaju raspoređene tentakule na kojima su gusto raspoređene žarne ćelije - knide (*cnidae*), koje služe za lov plijena i odbranu od predatora.

Tjelesni zid je građen od dva sloja: od spoljašnjeg ektoderma i unutrašnjeg endoderma, a između ova dva sloja je mezogleja. Ektoderm čini nekoliko tipova ćelija. Najbrojnije su epitelomišićne ćelije, koje, pored zaštitne funkcije, imaju sposobnost kontrakcije. Njihovi kontraktilni dijelovi postavljeni su paralelno sa uzdužnom osom tijela i omogućavaju njegovo skraćivanje. Njihova osnova luči bazalnu membranu koja čini oslonac ovom sloju. Između tih ćelija, gusto zbijenih u kompaktni sloj, umetnute su žarne ćelije ili knide, snabdijevene žarnim koncem, koji se poput harpuna izbacuje da onesposobi plijen ili odbije predatora. U ektodermu se nalaze pojedinačne čulne ćelije, kao i nervne, koje formiraju mrežu koja funkcioniše kao nervni sistem. Ispod bazalne membrane nalazi se sloj mezogleje koja može biti različito razvijena, od tankog sloja u obliku lamele, do debelog želatinoznog sloja u kome se nalaze i ameboidne ćelije. Takođe, u epidermisu žarnjaka nalaze se i intersticijalne ćelije, koje nisu posebno diferencirane: iz njih se, prema potrebi, mogu razviti druge ćelije. Endoderm, koji se često zbog uloge u varenju označava i kao gastroderm, čine ćelije za varenje i žljezdane ćelije koje luče potrebne enzime. Ćelije za varenje slične su epitelomišićnim ćelijama, samo što su duže i snabdijevene bičevima za hvatanje hrane. U ovom slučaju takođe postoje ćelije sa kontraktilnim nastavcima, koji su postavljeni kružno, i omogućavaju sužavanje tijela. Gastrodermis oblaže gastrovaskularnu duplju, koja sa spoljašnjom sredinom, vodom, komunicira preko jednog otvora koji je okružen brojnim ručicama.

Žarnjaci se javljaju u dvije morfološke forme – polip i meduza, koji se, iako su u osnovnom planu građe slični, razlikuju po načinu života i razmnožavanju. Polip predstavlja bespolnu generaciju, uglavnom je

sesilna i cilindrična forma, dok je meduza polna i slobodnoživeća forma, koja ima oblik zvona ili otvorenog kišobrana. Gornja strana meduze je ispupčena i naziva se eksumbrela, a donja udubljena i naziva se subumbrela. U životnom ciklusu mnogih žarnjaka dolazi do pravilne smjene ove dvije morfološke forme, dok se kod drugih javlja potpuna redukcija jedne ili druge forme.

Žarnjaci se hrane tako što ručicama parališu ili ubiju plijen i zatim ga unesu kroz usni otvor u gastrovaskularnu duplju. Zahvaljujući produktima žljezdanih ćelija endoderma, plijen se tu djelimično vari, pa se takav tip varenja zove ekstracelularno varenje. Tako djelimično svarenu hranu zahvataju ćelije za varenje, pa se unutar njih dovršava ovaj proces. Ovakav tip varenja je intracelularno varenje. Nesvareni ostaci hrane izbacuju se u vodu kroz usni otvor, koji kod žarnjaka obavlja ulogu i analnog otvora.

Disanje se obavlja cijelom površinom tijela, pa se ugljen dioksid rastvoren u vodi izbacuje dijelom preko gastrovaskularne duplje, a dijelom i preko spoljašnje površine tijela. Na isti način se obavlja i proces izlučivanja nepotrebnih materija, odnosno proces ekskrecije.

Draži iz spoljašnje sredine, prije svega mehaničke, primaju se preko čulnih ćelija u ektodermu, uz koje su zvjezdaste nervne ćelije koje su međusobno povezane u mrežu i formiraju mrežast nervni sistem. Na taj način one čine prvi organizovani organski sistem u životinjskom svijetu, nervni sistem, koji može da prenosi informacije i do mišićnih nastavaka u epitelomišićnim ćelijama, pri čemu organizam može da na određen način reaguje.

Žarnjaci se razmnožavaju polno i bespolno, a tokom životnog ciklusa nekih žarnjaka dolazi do smjene polne i bespolne generacije.

Na osnovu karakteristika životnog ciklusa i morfološke građe, žarnjaci se dijele na tri velike klase: Hydrozoa, Scyphozoa i Anthozoa.

Classis Hydrozoa

Obuhvata vrste kod kojih postoji pravilna smjena polipoidne i meduzoidne generacije, kao i one sa manje, više ili potpuno redukovanim polipoidnim ili meduzoidnim generacijama. Široko su rasprostranjeni, ima ih u slatkim i u slanim vodama, u plićacima, kao i na velikim dubinama. Uglavnom su sitni organizmi, do nekoliko centimetara. Česte su vrste *Hydra* sp., koja živi u slatkoj vodi i ima samo polipoidnu

formu i *Obelia geniculata* koja živi u morskoj vodi i ima pravilnu smjenu generacija.

Slatkovodna hidra - *Hydra* sp.

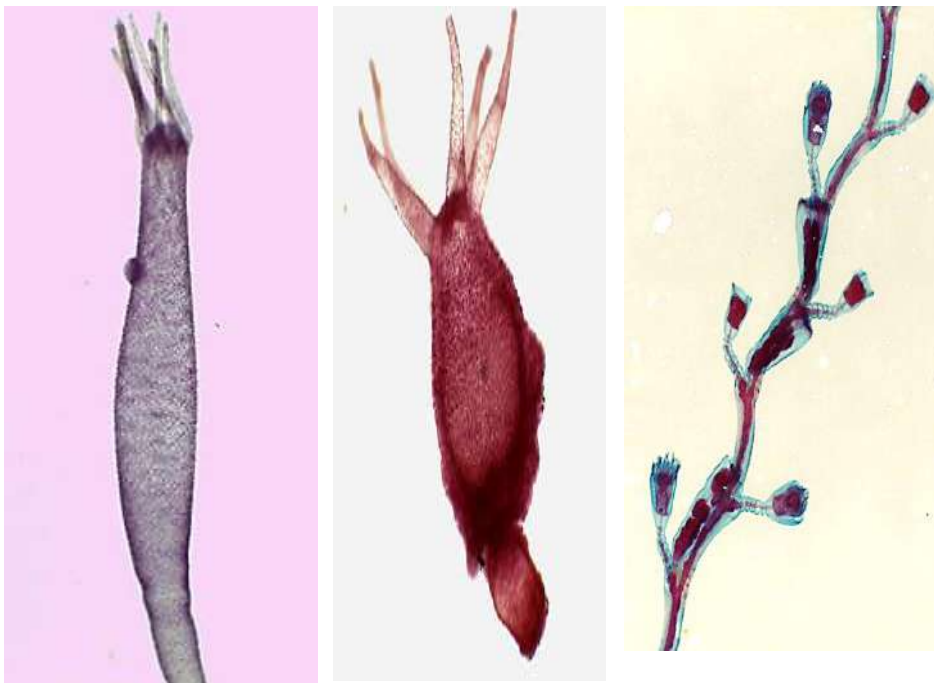
Slatkovodna hidra je nastanjena u bistroj vodi jezera, bara i potoka, na stablima biljaka, potopljenom lišću i granama. Nema meduzoidnu generaciju i polip je solitaran, ne prelazi 10 mm sa tentakulama koje mogu da se izduže nekoliko centimetara, pomoću kojih hidra može i da se kreće.

Tijelo hidre ima izgled izduženog cilindričnog pehara (slika 21). Na apikalnom dijelu oko usnog otvora nalazi se vijenac tentakula, kojih obično ima od 6 do 12. Dužina tentakula može premašivati dužinu tijela, a na njima se uočavaju zadebljanja koja čine žarne baterije (skupine žarnih ćelija - knida). Tijelo je pričvršćeno za podlogu adhezionim diskom odnosno stopalom, na kome se nalaze žljezdane ćelije koje luče ljepljive materije.

Hidre se razmnožavaju polno i bespolno. Bespolno razmnožavanje odvija se tako što se obrazuju pupoljci neposredno iznad stopala. Polno razmnožavanje nastupa u nepovoljnim uslovima (npr. u jesen) tako što se formiraju gonade u tjelesnom zidu.

Morfološka građa, žarne ćelije i ostali ćelijski elementi se mogu posmatrati na maceriranim jedinkama. Maceracija se izvodi u 70% alkoholu etanolu. Pripremljena jedinka hidre može se posmatrati pod mikroskopom prvo na malom a zatim srednjem i velikom uvećanju i pri tom se uočavaju različiti tipovi i oblici ekscitiranih žarnih ćelija. One su najgušće raspoređene na tentakulama, ali ih ima i na drugim dijelovima tijela.

Unutrašnja građa se može proučavati na trajnim mikroskopskim preparatima. Na uzdužnom i poprečnom presjeku uočava se struktura tjelesnog zida koji je građen od ektoderma i endoderma između kojih je tanka mezogleja u vidu potporne lamele. U ektodermalnom sloju se pored epitelomišićnih ćelija nalaze intersticijalne, čulne i nervne ćelije. U endodermu se nalazi nekoliko tipova ćelija, najviše onih za varenje, zatim žljezdanih i intersticijalnih ćelija. Na pojedinim preparatima mogu se uočiti i presjeci gonada koje su smještene neposredno ispod epidermisa.



Slika 21. *Hydra* sp. – mužjak (lijevo) i ženka (desno) (orig. foto.)

Slika 22. *Obelia geniculata* (polip) (orig. foto.)

Obelija - *Obelia geniculata*

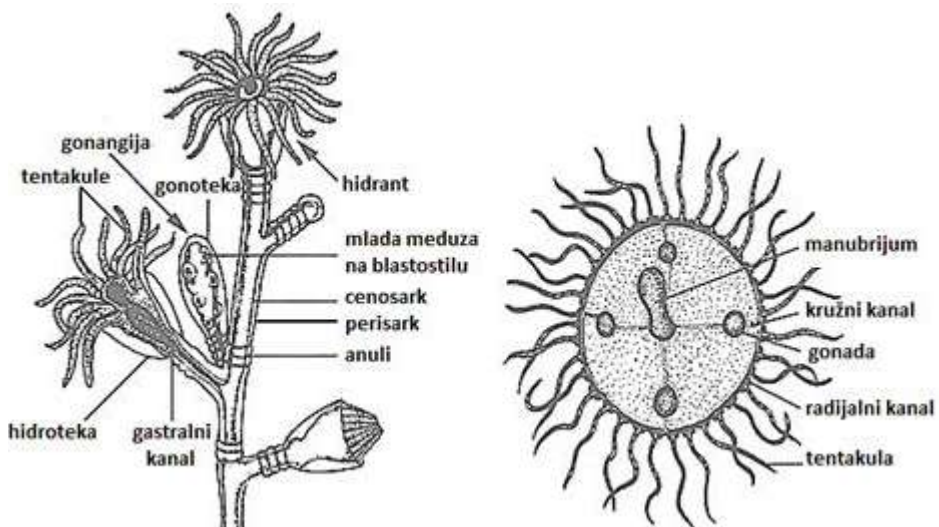
Obelia geniculata je marinska vrsta sa kosmopolitskim rasprostranjenjem. Kolonije polipa žive u zoni plime i oseke, a meduze u planktonu. Ima pravilnu smjenu polipoidne i meduzoidne generacije. Kolonijalni polipi su hidrorizom pričvršćeni za podlogu, a razgranati dio kolonije naziva se stabaoce (*hydrocalus*), koji nosi više stotina hidrozoida - hidranata i gonozoida – gonangija (slika 22). Hidroriza i hidrokaulus su razgranati i šuplji i kroz njih se transportuju hranljive materije od hidranata do ostalih dijelova tijela.

Tjelesni zid kolonije je građen od ektoderma, mezogleje i endoderma koji čine cenosark. Cijela kolonija zaštićena je prozračnim omotačem - perisarkom. Hidranti imaju ulogu u ishrani i na vrhu imaju vijenac tentakula (*tentaculae*) na kojima su smještene žarne baterije.

Cenosark koji oblaže blastostil (embrionalnu zonu pupljenja) naziva se gonoteka (*gonothaeca*). Blastostil ima peharast oblik: u osnovi je uži, a širi se ka apikalnom dijelu. Meduze se na blastostilu razvijaju pupljenjem. U bazi su sitne, a što su bliže distalnom dijelu krupnije su i razvijenije. Nakon sazrijevanja, gonoteka prska i meduze se oslobađaju.

Tijelo jedinke meduzoidne generacije – meduze zvonastog je oblika. Nemaju razvijen velum. U centru subumbrele se nalazi manubrijum na čijem je vrhu usni otvor. Gastrovaskularna duplja se nalazi u centralnom dijelu sa koje se pružaju četiri radijalna kanala koji se ulijevaju u jedan kružni kanal postavljen na obodu zvona (slika 23). Po obodu zvona se nalaze tentakule, a u bazi svake od njih statocisti, čula ravnoteže, koja omogućavaju meduzi da odredi svoj položaj u vodi.

Razdvojenih su polova (gonohoristi). U nivou radijalnih kanala, sa unutrašnje strane su raspoređene gonade u kojima nastaju jajne ćelije ili spermatozoidi, u zavisnosti od pola. Kada su polne ćelije zrele izbacuju se u vodu i tu dolazi do oplodjenja. Nakon toga formira se zigot iz koga će se razviti larva planula koja je bilateralno simetrična, snabdijevana trepljama i neko vrijeme pliva u planktonu. Kasnije se spušta na dno i iz nje se razvija ponovo polipoidna, bespolna generacija.

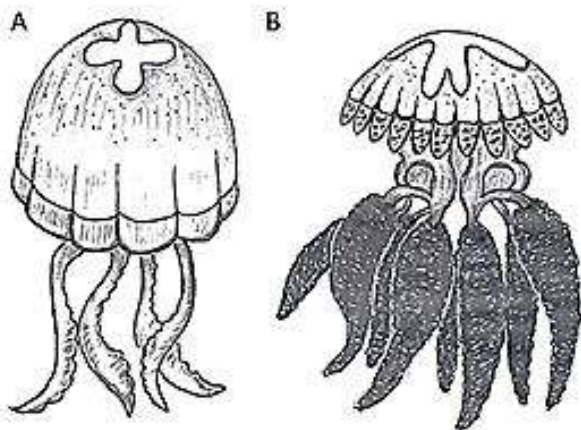


Slika 23. *Obelia geniculata* – građa polipa i meduze
(prema: Nikolić i sar., 2010)

Classis Scyphozoa

Scifoidni žarnjaci se javljaju samo u formi meduze. Nakon oplodjenja, larva planula se spušta na dno, pričvrsti za podlogu i izraste u drščicu na kojoj pupljenjem nastaju male meduze – efire. One se odvajaju od drške i počinju svoj samostalni život. Kada dostignu polnu zrelost, izbacuju polne ćelije (gamete) u vodu, i ciklus se ponavlja. Kod ovih žarnjaka je stadijum polipa jako redukovano i kratak, svodi se samo na kratkotrajan period pupljenja efire. Žive isključivo u morima i okeanima, vole topliju vodu i

mogu dostići dimenzije i do nekoliko metara. Ovdje spadaju *Aurelia aurita*, *Rhizostoma pulmo* (slika 24) i druge.

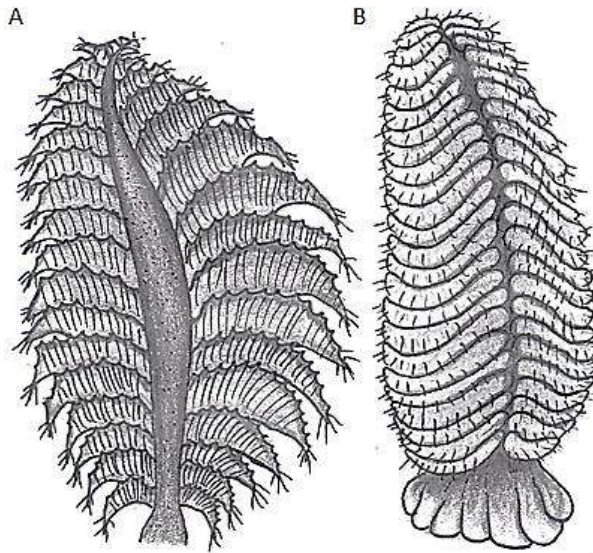


Slika 24. A – *Aurelia aurita* B – *Rhizostoma pulmo*
(orig. šema)

Classis Anthozoa

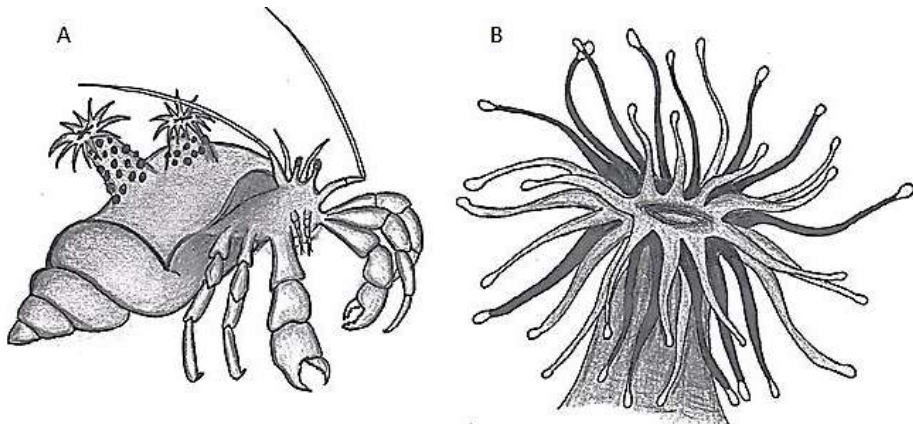
Koraloidni žarnjaci su grupa koja, osim korala, obuhvata i morske sase. Kod njih se javlja samo životni stadijum polipa, dok je stadijum meduze potpuno redukovan. Korali su kolonijalni, a morske sase solitarni organizmi. Kao i scifoidni žarnjaci, naseljavaju samo morske vode. Rasprostranjeni su od Arktika do Antarktika, ali najveći broj vrsta živi u tropskim i subtropskim regionima. Ova grupa je najbogatija vrstama.

Subclassis Octocorallia (osmozračni korali) – obuhvata kolonijalne vrste kod kojih se oko usnog otvora jedinki nalazi osam perastih tentakula. Skelet se obrazuje u mezogleji i sastoji se od kalcijum karbonata, a rjeđe od rožnih materija. Ovdje se ubraja više redova sa vrstama: *Alcyonium* sp., *Corallium rubrum* (crveni koral), *Pennatula phosphorea*, *Pteroides griseum* i drugi (slika 25).



Slika 25. A – *Pennatula phosphorea*
 B – *Pteroides griseum* (orig. šema)

Subclassis Hexacorallia (šestozračni koralni) – obuhvata solitarne i kolonijalne vrste. Ovdje se ubrajaju kameni koralni, koji obrazuju velike sprudove u plitkim tropskim morima, kao i morske sase koje su česte u priobalnom regionu mora. Oko usnog otvora jedinice imaju cilindrične pipke, šest ili više, čiji je broj uvek djeljiv sa šest. Obuhvataju više redova sa poznatim vrstama: *Actinia equina* crvena moruzga, *Actinia* sp., *Adamsia palliata*, *Anemonia sulcata*, *Antipathes* sp. crni koral, *Cladocora* sp. i drugi (slika 26).



Slika 26. A – *Adamsia palliata* (u zajednici sa rakom samcem u napuštenoj ljušturi puža) B – *Anemonia sulcata* (orig. šema)

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati mikroskopske i makroskopske preparate Cnidaria.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati odgovarajuće taksonomske kategorije.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Hydra* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Obelia geniculata*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Craspedacusta sowerbyi*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Physalia physalis*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Rhizostoma pulmo*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Aurelia aurita*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Alcyonium palmatum*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Pennatula phosphorea*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Pteroides griseum*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Corallium rubrum*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Eunicella cavolini*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Actinia equina*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Adamsia palliata*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Anemonia sulcata*

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA

1. Za žarnjake je karakteristično:

- a) intracelularno varenje
- b) ekstracelularno varenje
- c) oba tipa varenja
- d) varenje površinom tijela

2. Tri velike grupe žarnjaka su (navesti naučne nazive):

- a) _____
- b) _____
- c) _____

3. Kod žarnjaka postoji:

- a) nervni sistem
- b) respiratorni sistem
- c) ekskretorni sistem

4. Larva žarnjaka se zove:

- a) efira
- b) planula
- c) gastrula

NEŠTO VIŠE

Koralni grebeni su specifične podvodne životne zajednice koje nastaju tako što čvrst krečnjački spoljašnji skelet kolonijalnih polipa ostaje i taloži se i nakon uginuća ovih životinja na mjestima koja su pogodna za njihov život. Koralni grebeni su moćno razvijeni u toplim, plitkim i čistim morima. Iako je udio njihove površine u odnosu na površinu morske vode gotovo beznačajan, manji od 0,1%, oni predstavljaju zajednicu veoma bogatu različitim vrstama, gdje živi čak 25% morskih organizama, pa ih zbog toga često zovu i „morske kišne šume“. Posljednjih decenija su veoma ugroženi usljed klimatskih promjena i zagađivanjem voda, 10% površine je nepovratno uništeno, i ukoliko se ne preduzmu ozbiljne mjere zaštite, procjena je da će do 2030. godine 90% koralnih grebena biti ozbiljno ugroženo.

PLJOSNATI CRVI (PHYLUM PLATYHELMINTHES)

Pljosnati, parenhimatični crvi su najjednostavniji troslojni organizmi, što znači da se, osim klicinih listova ektoderma i endoderma, u toku razvika, kod njih razvija i mezoderm. Kao i kod žarnjaka, ektoderm će se razviti u epidermalno tkivo, endoderm u tkivo vezano za varenje hrane, dok se treći klicin list, mezoderm, razvija u mišićno tkivo, ekskretorne organe i parenhim.

Dorzoventralno su spljošteni i bilateralno simetrični. Kod slobodnoživećih oblika tijelo je prekriveno trepljastim epitelom, dok kod parazitskih vrsta treplje ne postoje.

Tjelesni zid čine epidermis i slojevi kružnih i uzdužnih mišićnih vlakana. Prostor između tjelesnog zida i crijeva ispunjen je krupnim parenhimskim ćelijama, pa su poznati i kao parenhimatični crvi. Funkcija parenhimskih ćelija je potporna i transportna i u njima se deponuje glikogen. Kod pljosnatih crva se po prvi put u životinjskom svijetu javlja cefalizacija, odnosno izdvajanje glavenog regiona u kojem dolazi do koncentracije nervnih ćelija i čulnih organa u prednjem dijelu tijela, kao posljedica aktivnog kretanja, što dovodi do bilateralne simetrije. Nervni sistem je vrpčast, čine ga nervne ganglije koncentrisane u glavenom regionu, „mozak“, od kojih polaze jedan do tri para nervnih vrpca duž tijela. Na taj način se nadražaj prenosi do svih dijelova tijela. Crijevni sistem kod grupa Turbellaria i Trematodes građen je od prednjeg i srednjeg crijeva koje se slijepo završava tako da nemaju zadnje crijevo ni analni otvor. Kod pripadnika klase Cestodes crijevni sistem je potpuno redukovan, zbog parazitskog načina života. Sistem organa za disanje ne postoji, nego se transport gasova odvija difuzijom preko cijele površine tijela. Ne postoji ni cirkulatorni sistem, transport materija se obavlja parenhimskim ćelijama. Organi za izlučivanje su predstavljeni protonefridijama. Protonefridije su cjevčice koje počinju plamenom ćelijom, u kojoj se nalazi snop treplji koji se neprestano pokreće kao plamen svijeće na vjetru. Radom tih cilija iz tkiva se izdvajaju azotni produkti koji se, rastvoreni u vodi, sistemom protonefridijalnih kanalića odvođe preko nefridiopora u spoljašnju sredinu. Ovi organizmi mogu da se razmnožavaju i bespolno i polno. Reproductivni sistem je naročito kompleksno građen kod parazitskih oblika.

Filum Platyhelminthes obuhvata tri klase: Turbellaria, Trematodes i Cestodes

Classis Turbellaria

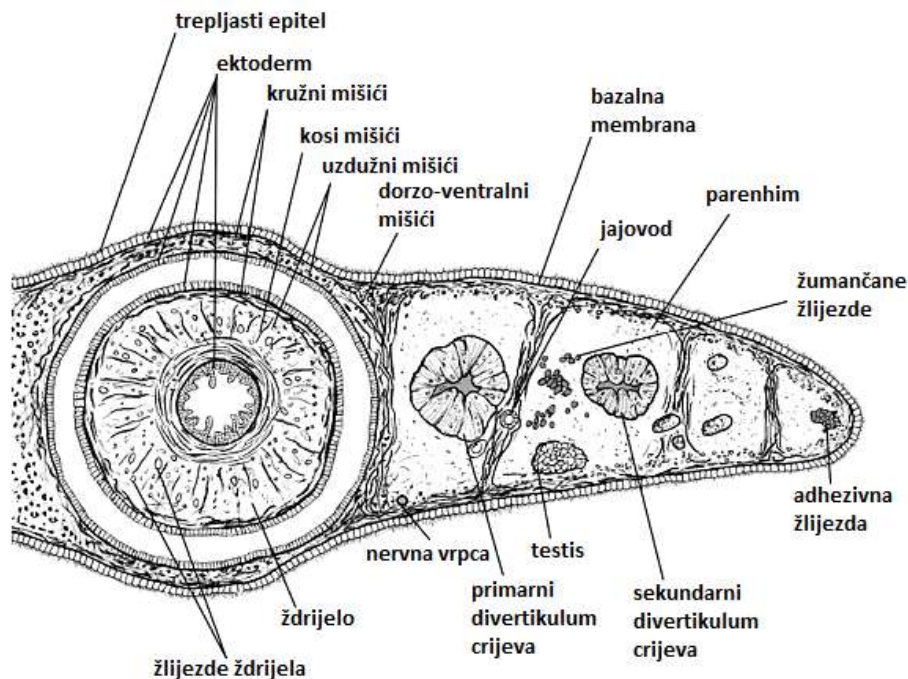
U ovu klasu spadaju planarije, koje su slobodnoživeći organizmi. Naseljavaju mora, ali ih ima i u slatkim vodama, kao i na kopnu, gdje su uglavnom ograničene na vlažna staništa. Tijelo im je listoliko, dorzoventralno spljošteno, pokriveno jednoslojnim trepljastim epitelom. Razmnožavanje planarija može biti i bespolno i polno. Bespolno se razmnožavaju poprečnom diobom tijela ili fragmentacijom i regeneracijom.

Mliječna planarija - *Dendrocoelum lacteum*

Mliječna planarija nastanjuje čiste tekuće i stajaće vode, a uglavnom se zadržava ispod kamenja i opalog lišća. Tijelo je izduženo, dorzoventralno spljošteno, u izduženom stanju dugo oko 25 mm i oko 5 mm široko. Glaveni region ima dva lateralna režnja, aurikule, a zadnji dio tijela je blago zašiljen. Na dorzalnoj strani glavenog dijela nalaze se dva upečatljiva peharasta crna oka. Ždrijelo je pozicionirano medioventralno, sa usnim otvorom okrenutim unazad. Iza usnog otvora, približno na polovini rastojanja između usnog otvora i zadnjeg dijela tijela, nalazi se polni otvor. Ima osam pari otvora ekskretornog sistema, bočno raspoređenih na dorzalnoj strani tijela.

Na poprečnom presjeku u nivou ždrijela (slika 27) jasno se vidi trepljasti epitel na površini tijela. Među epitelijalnim ćelijama uočavaju se štapićaste tvorevine, „rabditi“, koji imaju zaštitnu ulogu.

Ispod epitelijalnog sloja vidi se bazalna membrana. Sporadično se između epitelijalnih ćelija primjećuju izvodi bjelančevinastih, sluznih i žljezdanih ćelija u parenhimu. Ispod tjelesnog zida su mišićne ćelije koje čine uzdužni i kružni mišići, kao i dorzoventralni mišići koji prožimaju parenhim i spajaju dorzalnu i ventralnu stranu tijela. U sredini tijela planarije na presjeku u nivou ždrijela je ždrijelna duplja, a u zidu ždrijela se vide kosi mišići. Bočno se nalaze presjeci kroz dvije grane srednjeg crijeva. Glavni ekskretorni sudovi se pružaju lateralno, dok ekskretorne pore obično nisu jasno uočljive. Mliječna planarija je, kao i većina turbelarija, hermafroditni organizam, a hermafroditni polni sistem sa zajedničkom genitalnom porom se može vidjeti samo na dobro obojenim preparatima.



Slika 27. Mliječna planarija *Dendrocoelum lacteum* – poprečni presjek u nivou ždrijela (prema: Žikić i sar., 2012)

Classis Trematodes (Trematoda)

Metilji su isključivo parazitski organizmi. Najčešće su dorzoventralno jako spljošteni, listoliki i kopljasti, a veličina im iznosi od nekoliko milimetara do oko 5 centimetara. Kao ektoparaziti najčešće žive na koži domaćina, u usnoj duplji ili škrgama vodenih životinja. Endoparaziti su uglavnom vezani za crijevni sistem domaćina (jetru, jetrene i žučne kanale, crijeva, kloaku). Na površini tijela se nalazi sincicijelni epidermis, čine ga izraštaji epitelnih ćelija koje su smještene dublje u parenhimu. Imaju razvijene različite strukture za pripijanje za tijelo domaćina: muskulozne tanjiraste pijavke ili sistem kukica (haptor). Mogu imati više domaćina: definitivnog, gdje žive odrasle jedinke, i prelaznog, gdje se nalaze larveni stadijumi. U zavisnosti od načina života, broja i rasporeda struktura za pričvršćivanje metilji se dijele na tri potklase: *Aspidobothrea*, *Monogenea* i *Digenea*.

Subclassis *Aspidobothrea* – unutrašnji paraziti mekušaca, riba i drugih životinja. Nemaju usnu pijavku ili je veoma slabo izražena, umjesto trbušne pijavke imaju adhezivne četvorougaoone jamice koje su raspoređene u nekoliko nizova. U životnom ciklusu imaju jednog ili dva domaćina. Poznata vrsta je *Aspidogaster conchicola*.

Subclassis Monogenea – ektoparaziti, obično žive na koži i škragama riba, a manji broj u mokraćnoj bešici i zadnjem crijevu glavonožaca, vodozemaca i gmizavaca. Na prednjem kraju tijela imaju dvije male bočne pijavke i adhezivne žlijezde, ponekad i usnu pijavku, dok na zadnjem kraju imaju snažno razvijenu ploču za pričvršćivanje, koja sadrži kuke. Nemaju trbušnu pijavku. Ovdje spadaju: *Polystoma integrimum*, koja parazitira u mokraćnoj bešici žaba, kao i predstavnici roda *Dactylogyrus*, koji su ektoparaziti na škragama slatkovodnih riba.

Subclassis Digenea – metilji imaju složen životni ciklus u koji su uključena dva, a kod nekih predstavnika i četiri domaćina. Kao adulti su unutrašnji paraziti kičmenjaka, dok su larve uglavnom paraziti beskičmenjaka. Po pravilu imaju usnu i trbušnu pijavku. Ovdje spadaju: *Dicrocoelium lanceolatum* (mali metilj) (slika 28), *Fasciola hepatica* (veliki metilj) i *Schistosoma mansoni* (tropski metilj).



Slika 28. *Dicrocoelium lanceolatum*
(orig. foto)

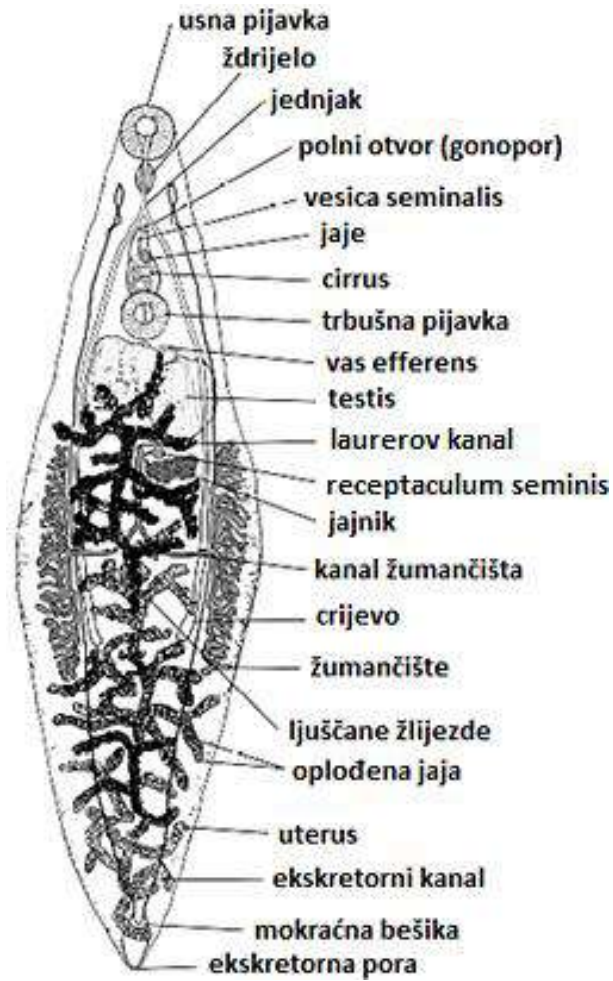
Mali metilj - *Dicrocoelium lanceolatum*

Mali metilj je dužine do 1 cm, a širine do 2,5 mm. Tijelo je dorzoventralno spljošteno, kopljasto (lancetasto) sa usnom i dobro razvijenom trbušnom pijavkom. Od usnog otvora polazi kratko, muskulozno ždrijelo (pharynx), koje se zatim nastavlja u kratak i uzan jednjak (oesophagus). Od njega polaze dvije grane srednjeg crijeva koje se slijepo završavaju. Ekskretorni organi su protonefridijski. To je sistem kanalića slijepo zatvorenih na proksimalnom kraju koji je građen od plamenih ćelija. Distalni dijelovi kanalića se međusobno spajaju u sve šire zajedničke kanale koji se nefridioporom otvaraju u spoljašnju sredinu na vrhu zadnjeg kraja tijela.

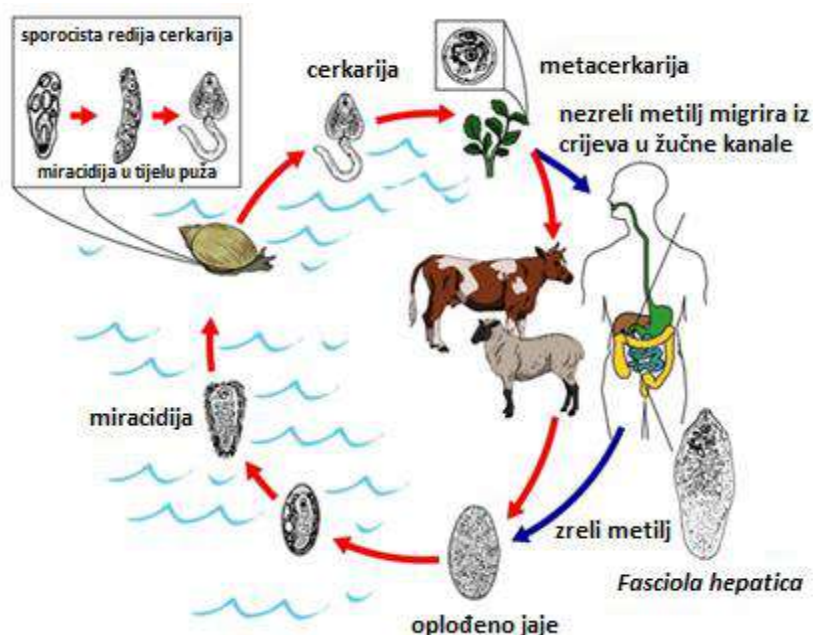
Polni sistem je veoma složen (slika 29). Hermafroditi su, tako da njihov polni sistem čine elementi muškog i ženskog polnog sistema koji su smješteni u prednjem dijelu tijela, izuzev uterusa koji zauzima skoro čitavo tijelo. Muški polni sistem čine dva krupna režnjevita sjemenika (*testis*), parni sjemevodi koji se spajaju u neparni kanal sjemevod (*vas deferens*), koji se produžuje u cirusnu kesu gdje je smješten kopulatorni organ (*cirrus*) na čijem kraju se nalazi muški polni otvor.

Ženski polni sistem počinje neparnim jajnikom (*ovarium*), od koga polazi jajovod (*oviduct*). Jajovod se nastavlja u matericu (*uterus*) u čiji se početni, prošireni dio (*ootyp*) ulivaju kanal semeprijemnika, kanal nastao spajanjem dva kanala žumančičastih žlijezda koje se nalaze na bočnim stranama tijela, zatim ljuščane žlijezde i Laurerov kanal.

Životni ciklus malog metilja je sličan životnom ciklusu velikog metilja (slika 30). Razlika je u prelaznim domaćinima. Pored nekih suvozemnih rodova puževa, u životni ciklus *Dicrocoelium*-a su uključeni i mravi kao prelazni domaćini. Kao adult parazitira u žučnim kanalima ovaca i goveda.



Slika 29. *Dicrocoelium lanceolatum* – građa
(prema: Petrov i sar., 2005)

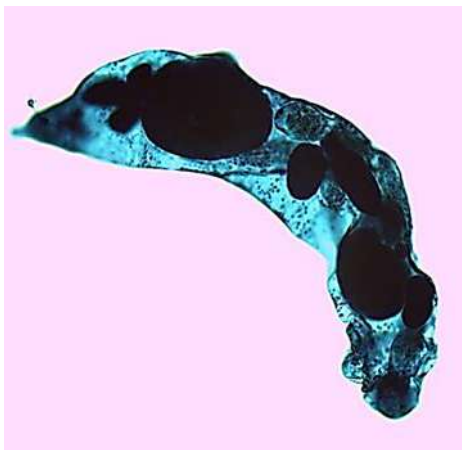
Veliki metilj – *Fasciola hepatica*

Slika 30. Veliki metilj – *Fasciola hepatica*, životni ciklus
(prema: Nikolić i Miličić, 2020)

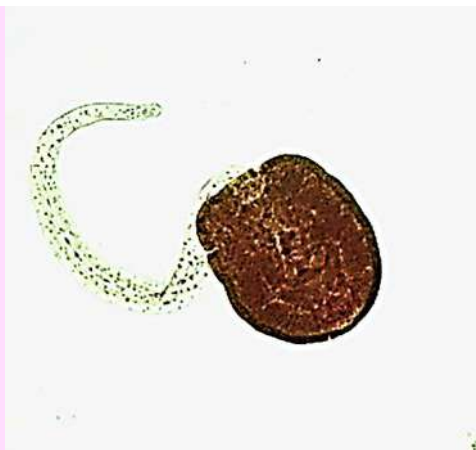
Veliki metilj ili goveđi metilj je jedan od najznačajnijih predstavnika ove potklase. Tijelo velikog metilja obavijeno je kutikulom. Listolikog je oblika, dorzoventralno spljošteno i sivozelene ili sivosmeđe boje. Veličina tijela odraslog velikog metilja je oko 50 mm sa 15 mm. Prednja polovina tijela je šira i pri vrhu naglo sužena. Na vrhu ovog kupastog prednjeg dijela tijela nalazi se usna pijavka. Trbušna pijavka je jače razvijena i nalazi se na trećini tijela, a ispred nje je genitalna pora. Na površini tijela se nalaze sitne kutikularne ljuspice pomoću kojih probijaju tkivo domaćina. Veliki metilj parazitira u žučnim kanalima jetre, ponekad i u krvnim sudovima i plućima ovce, koze, govečeta, konja, magarca, domaće i divlje svinje, te mnogih divljih preživara. Prelazni domaćini su najčešće barski puževi *Lymnaea stagnalis* i *L. truncatula*. Kada ženka metilja izbacuje jaja zajedno sa izmetom domaćina u spoljašnju vodenu sredinu pili se trepljasta larva - miracidija. Kada miracidija pronade prelaznog domaćina, puža, prodire kroz tjelesni zid i nastanjuje se u jetri. Već nakon 14 dana, miracidija gubi treplje i metamorfozira u sporocistu koja posjeduje veliki broj embrionalnih ćelija, i ona će partenogenetski dati larvu rediju (slika 31). U jednoj sporocisti može da nastane i do 12 redija. U unutrašnjosti redije se nalaze embrionalne ćelije koje daju sljedeći larveni

stadijum - cercariju. Cercarije imaju rep i građom podsjećaju na adultne jedinke (slika 32). One napuštaju tijelo puža, dospjevaju u vodenu sredinu gdje plivaju neko vrijeme, a zatim se repićem pričvrste za neku vodenu biljku.

Ubrzo gube repić i incistiraju i preobražavaju se u novi larveni stadijum - metacercariju. Ako ovca ili goveče pase travu, može da u svoje tijelo unese incistirane metacercarije. Metacercarije sa pojedenim biljkama dospijevaju u crijevni trakt konačnog domaćina gdje se razvijaju u mladog metilja, koji probija zid crijeva i portnom venom dospjeva u jetru gdje dostiže polnu zrelost.



Slika 31. larva redija (orig. foto)



Slika 32. larva cercarija (orig. foto)

Classis Cestodes (Cestoda)

Pantljičare imaju veoma izduženo tijelo, u obliku pantljičke, spljošteno i podijeljeno na tri regiona: glavu (scolex), vrat i niz proglotisa (*strobilla*). Na glavi se nalazi vijenac kukica i pijavke kojima se pričvršćuju za domaćina.

Na kraju vratnog regiona nalazi se zona proliferacije, tj. mjesto obrazovanja mladih proglotisa. Proglotisi na prednjem kraju lanca ili strobile su mladi i sitni, a idući ka kraju strobile su stariji, krupniji i zreliji, tako da se na samom kraju lanca nalaze samo gravidni proglotisi. Svaki proglotis sadrži potpune elemente muškog i ženskog polnog sistema. Razviće se odvija preko larve onkosfere. Pantljičare su endoparaziti i, uglavnom kao odrasli, žive u kičmenjacima. Klasa Cestodes dijeli se na dvije potklase: Cestodaria i Eucestoda.

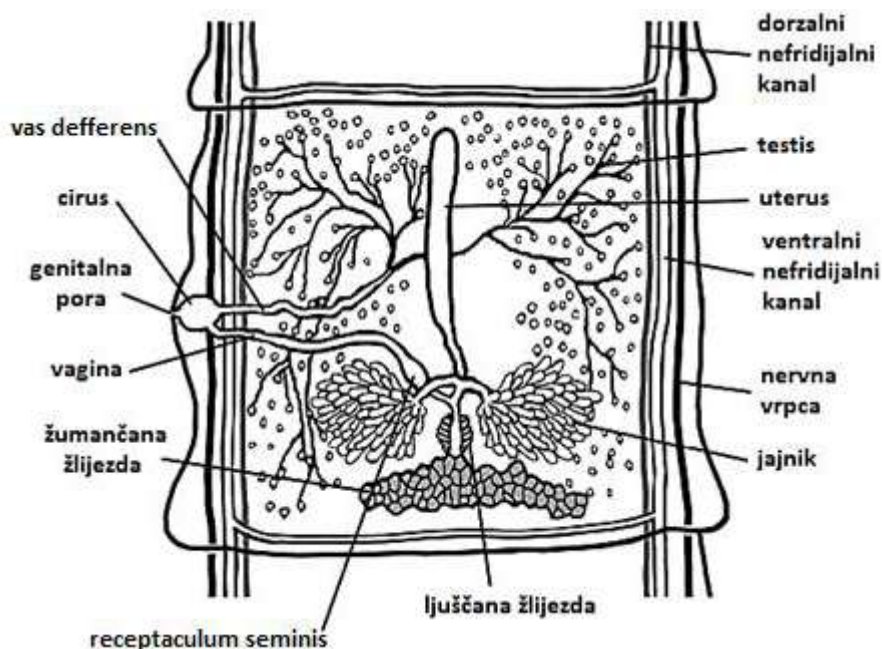
Subclassis Cestodaria – obuhvata manji broj vrsta pantljičara koje žive u celomu i crijevu riba. Njihovo tijelo nije podijeljeno na proglotise i imaju

samo jedan hermafroditni polni sistem, sličan kao kod metilja. Najpoznatija vrsta je *Amphilina foliacea*, koja parazitira u kečigama.

Subclassis Eucestodes – obuhvataju pantljičare čije je tijelo podijeljeno u progлотise i ima izgled strobile. U svakom progлотisu imaju, po pravilu, razvijen hermafroditni polni sistem. Imaju veliki biomedicinski značaj, jer izazivaju teška oboljenja kod domaćina. Ovdje spada veliki broj vrsta od kojih će se pomenuti *Taenia solium* (svinjska pantljičara), *Taenia saginata* (goveđa pantljičara), *Echinococcus granulosus* (pseća pantljičara) i druge.

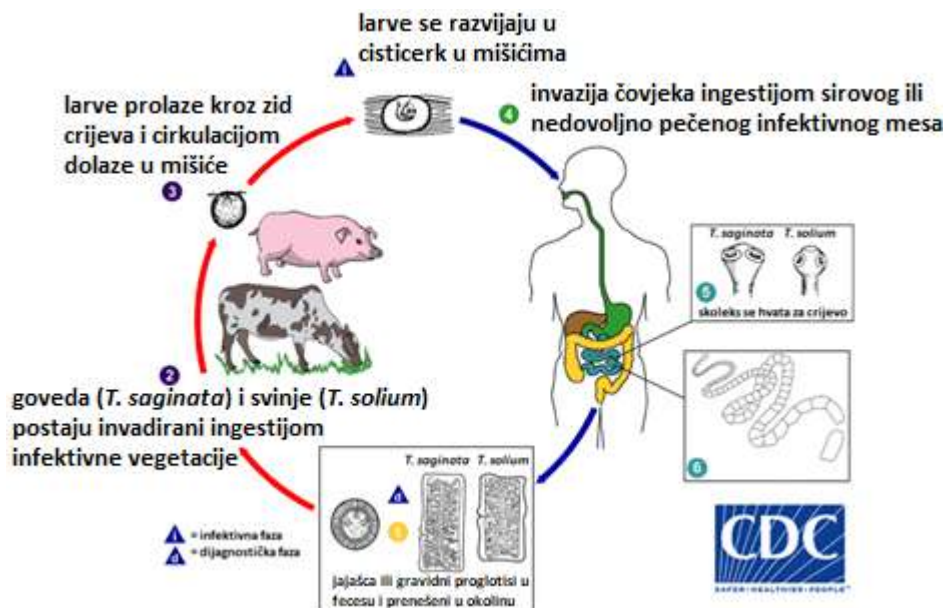
Svinjska pantljičara - *Taenia solium*

Taenia solium kao adult parazitira u tankom crijevu čovjeka, a prelazni domaćin je svinja. Dostiže dužinu oko tri metra, ali može da bude dugačka i do osam metara. Skoleks je okruglast, sa četiri pijavke na četiri suprotne strane, a između njih na samom vrhu je vijenac sa 24 do 38 hitinskih kukica (rostelum). Vrsta *Taenia saginata* nema rostelum ni kukice, već ima terminalno udubljenje. Strobila može da ima 500 - 1000 progлотisa (slika 33). Progлотisi na prednjem kraju strobile su mladi i sitni, dok su ka zadnjem kraju oni sve stariji i krupniji. Zadnji progлотisi odrasle pantljičare su zreli i ispunjeni jajima.



Slika 33. *Taenia solium* – polno nezreli progлотis
(prema: Žikić i sar., 2012)

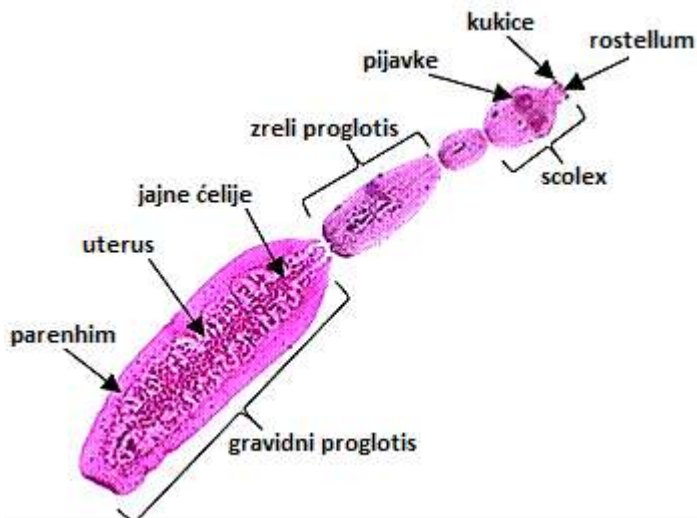
Kada svinja, kao prelazni domaćin, pojede jaja, oslobađa se larva onkosfera (ima šest kukica). Pomoću kukica larva prodire kroz zid crijeva i dospjeva u krvne sudove pa se krvlju raznosi u najrazličitije organe: jetru, mišiće, pluća i mozak, gdje se razvija u larveni oblik vezikularnog tipa – cisticerk, bobicu ili finu. Bobica je ispunjena tečnošću i u njoj se nalazi uvraćen skoleks sa razvijenim pijavkama, rostelumom i kukicama. Ovaj larveni oblik može ostati u životu nekoliko mjeseci, pa čak i nekoliko godina. Čovjek se zarazi ukoliko pojede „bobičavo“, nedovoljno termički obrađeno svinjsko meso (slika 34). U crijevu čovjeka se iz bobice oslobađa mlada pantljičara koja se pričvrsti za zid crijeva i počinje da se hrani. Za oko tri mjeseca od infekcije, tenija dostiže polnu zrelost, otkidaju se zreli (gravidni) progлотisi i sa fecesom dospjevaju u spoljašnju sredinu.



Slika 34. *Taenia saginata* i *Taenia solium* – životni ciklus

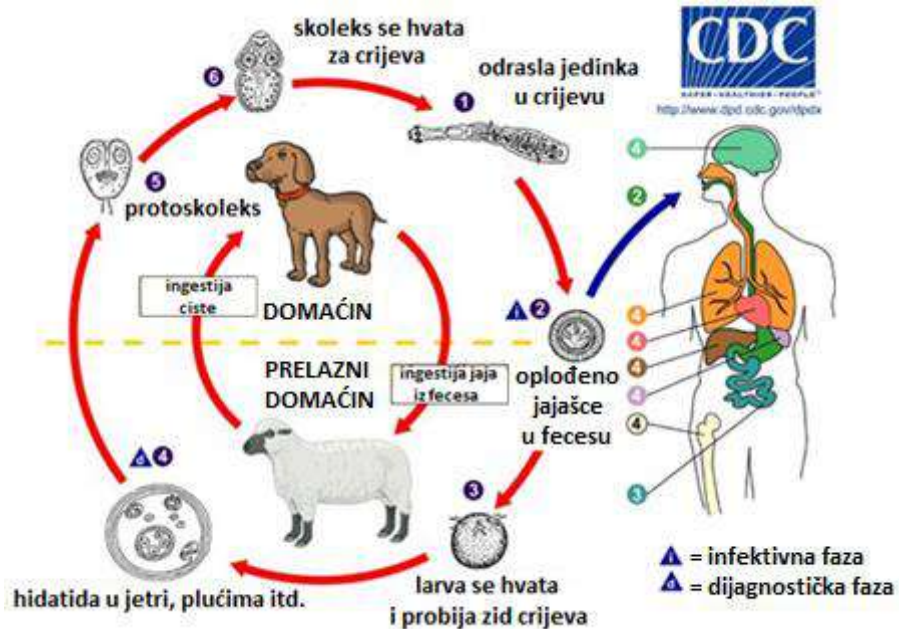
Pseća pantljičara – *Echinococcus granulosus*

Pseća pantljičara živi u tankom crijevu psa, vuka, šakala, lisice, i drugih predstavnika familije *Canidae*, kao i nekih pripadnika *Felidae*, a najčešći prelazni domaćini su ovce, koze, svinje ali i čovjek, kod koga izaziva ehinokokozu. Dužina tijela odraslih jedinki varira od 3 do 6 mm i spada među najmanje pantljičare. Na skoleksu se pored pijavke nalazi i *rostellum* sa 30 do 36 kukica. Strobila ima samo 3 ili 4 progлотisa. U posljednjem, najvećem progлотisu nalazi se uterus sa jajima (slika 35).



Slika 35. *Echinococcus granulosus* – građa (orig. foto)

Dodirujući zaraženog psa, čovjek može da prenese u usta oplodjene jajne ćelije *Echinococcus*-a. Iz jajnih ćelija u crijevu čovjeka razvija se larva onkosfera, koja krvotokom dospjeva u različite organe, najčešće jetru i pluća. U ovim organima se razvija veoma krupna bobica, ili mjehur. Na unutrašnjim zidovima mjehura stvaraju se sekundarni mjehuri, odnosno čaure manje veličine. Na unutrašnjim stranama zidova mjehura ili čaura stvaraju se mnogobrojni uvrati skoleksa (slika 36). Mnogi slučajevi infekcije ehinokokusom su sa letalnim ishodom, jer se teško uklanjaju hiruškim putem, npr. iz mozga čovjeka.



Slika 36. Pseća pantljičara - *Echinococcus granulosus*, životni ciklus

Prilagođenost pljosnatih crva na parazitski način života

- Crijevni sistem im nije razvijen ili je veoma slabo razvijen;
- Uzimaju gotove hranljive materije iz tijela domaćina;
- Čula su im redukovana;
- Sposobni su da obezbijede mehaničku i biohemijsku zaštitu od digestivnih enzima domaćina;
- Postoje pijavke i druge strukture za pričvršćivanje za organe domaćina;
- Anaerobni metabolizam je nezavisan od prisustva kiseonika u medijumu;
- Hermafroditni polni sistem zauzima veliki dio unutrašnjosti tijela;
- Mogućnost samooplođenja (kod pantljičara);
- Produkcija velikog broja oplodjenih jaja koja su dugotrajna i izdržljiva;
- Larveni oblici se razvijaju u tijelu jednog ili više prelaznih domaćina;
- Mogućnost razmnožavanja larvi vegetativnim putem;
- Osnovna strategija parazita – korišćenje resursa domaćina u što dužem periodu.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati mikroskopske preparate pljosnatih crva.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati odgovarajuće taksonomske kategorije.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Dendrocoelum lacteum*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Dicrocoelium lanceolatum*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Fasciola hepatica*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Taenia solium*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Taenia pisiformis*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Echinococcus granulosus*

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA

1. Parenhim je porijeklom od:

- a) mezoderma
- b) ektoderma
- c) endoderma

2. Pljosnati crvi dijele se na:

- a) turbelarije, planarije i metilje
- b) metilje i pantljičare
- c) turbelarije, metilje i pantljičare

3. Cefalizacija je:

- a) diferenciranje tjelesnih regiona
- b) diferenciranje glavenog regiona
- c) diferenciranje unutrašnjih organa

4. Za organizme koji se aktivno kreću karakteristična je:

- a) biradijalna simetrija
- b) petozračna simetrija
- c) bilateralna simetrija

NEŠTO VIŠE

- Šistozomijaza, ili puževa groznica, predstavlja prema broju oboljelih, a poslije malarije, drugu po redu bolest tropskih krajeva. Larva ovog metilja, koji dio svog života provodi u tijelu puža, vodom dospijeva do kože čovjeka i prodire u tijelo, gdje parazitira dovodeći do opšte iscrpljenosti. Smatra se da u 74 zemlje ima oko 200 miliona oboljelih.
- Goveđa pantljičara može da dostigne dužinu od čak 12 metara i njena strobila dnevno proizvede nekoliko miliona jaja.

VALJKASTI CRVI (PHYLUM NEMATODA)

Valjkasti crvi su velika grupa organizama čije je tijelo dugačko i tanko (a na poprečnom presjeku okruglo) i na oba kraja zašiljeno. Za njihovu tjelesnu organizaciju se često kaže da je nalik cijevi unutar koje su druge, uže cijevi, što znači da su im mnogi sistemi organa izduženi i cjevasti.

Rasprostranjeni su svuda, u vodi, vlažnoj zemlji, čak i u ledu na Antarktiku, a mnogi su paraziti biljaka, životinja i čovjeka. Osim što je ovo grupa koja obuhvata veliki broj do danas opisanih vrsta, i broj samih individua je ogroman.

To su troslojne životinje, što znači da se tokom embrionalnog razvića javljaju tri klicina lista, ektoderm, endoderm i treći – mezoderm. Relativno su malih dimenzija, do nekoliko centimetara. U njihovom tijelu, između tjelesnog zida i crijeva nalazi se prostrana šupljina, primarna tjelesna duplja – pseudocelom. Primarna tjelesna duplja ispunjena je tečnošću koja je pod pritiskom, pa služi kao hidrostatički skelet, koji tijelu daje potporu. Interesantna karakteristika ove grupe je i to da se njihove somatske ćelije ne dijele, već samo rastu, što znači da tokom čitavog života imaju isti broj ćelija.

Na površini tijela nalazi se kutikula koja je složeno građena i čini je više slojeva. Ona tijelu pruža čvrstinu i zaštitu, a kod parazitskih vrsta sprječava crijevne enzime domaćina da ih svare. Iako je kutikula valjkastih crva veoma složene građe, ona je propustljiva za gasove i vodu, pa se disanje obavlja površinom tijela. Ispod kutikule nalazi se jednoslojni epidermis koji je sincicijelne građe, bez jasnih granica između ćelija. Na epidermis naliježe sloj uzdužne muskulature, koja, iako posjeduje mišićna vlakna, nema veliku sposobnost kontrakcije. Postojanje mišićnih vlakana sposobnih za kontrakcije samo u jednom smjeru ima za posljedicu nemogućnost izvođenja složenih i preciznih pokreta, tako da se ovi organizmi kreću izvijanjem tijela.

Crijevo im je kompletno. Čine ga usni otvor na prednjem kraju tijela, ždrijelo, srednje, zatim zadnje crijevo i analni otvor na kraju tijela. Prednost postojanja kompletnog crijeva i kretanja hrane samo u jednom smjeru je u tome što mogu da se hrane kada su u prilici, čak i kada sva hrana koja je u crijevu još nije potpuno svarena. Valjkasti crvi se hrane sitnim

organizmima, bakterijama, organskom materijom u raspadanju, biljnim sokovima ili su unutrašnji paraziti biljaka i životinja. Paraziti nemaju posebne strukture za pričvršćivanje za unutrašnje organe domaćina, pa se stalno kreću suprotno od peristaltičkih pokreta crijeva.

Nervni sistem je dobro razvijen, posebno kod slobodnoživećih vrsta. Čine ga okoloždrijelni nervni prsten, od kojeg polaze duge nervne vrpce ka zadnjem i kraće nervne vrpce ka prednjem kraju tijela.

Njihov ekskretorni sistem je protonefridijski, ali za razliku od pljosnatih crva, ovdje nema plamene ćelije ni razgranatog sistema kanalića, već samo dva kanala koja se otvaraju ekskretornom porom, obično na sredini tijela.

Razdvojenih su polova i postoji polni dimorfizam, odnosno jasne razlike u izgledu mužjaka i ženke. Mužjaci su sitniji i sam kraj tijela je savijen u kukicu. Polni sistemi (i muški i ženski) su veoma dobro razvijeni, dugi su i končasti, a njihova dužina može biti nekoliko puta veća od dužine samog tijela. Oplođenje je unutrašnje, a spermatozoidi su bez biča i kreću se ameboidnim pokretima. Posebno se kod parazitskih vrsta produkuje izuzetno veliki broj jaja.

Na osnovu morfološke građe, kao i načina života, prihvaćena je podjela filuma na dvije klase: Aphasmidia i Phasmidia.

Classis Aphasmidia

Pripadnici ove klase se odlikuju tim što nemaju razvijene fazmide, specifične žljezdano-čulne organe Nematoda. Obuhvata uglavnom sitne, slobodnoživeće vrste (slatkovodne, marinske i terestrične), a ima i parazitskih vrsta koje su nešto krupnije. Klasa Aphasmidia obuhvata desetak redova, između ostalih i Dorylaimida i Enoplida.

Ordo Dorylaimida – obuhvata sitne slatkovodne ili terestrične nematode sa glatkom kutikulom bez dlačica. Ovaj red obuhvata veći broj familija od kojih se izdvaja familija *Dorylaimidae* sa vrstom *Dorylaimus stagnalis* za koju je karakteristično da može da živi u vrlo zagađenoj vodi.

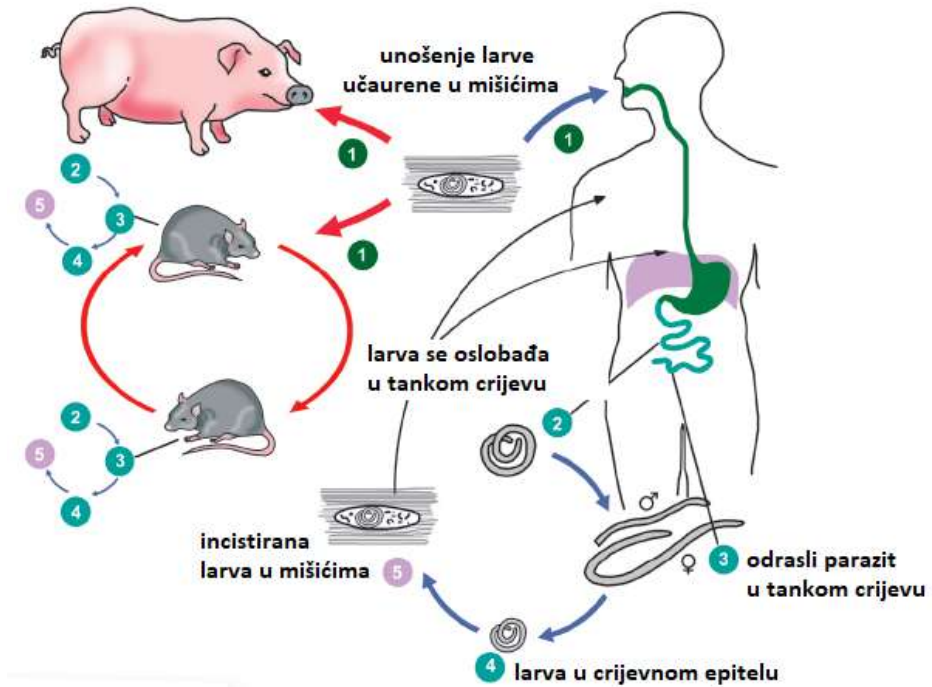
Ordo Enoplida – obuhvata slobodnoživeće i parazitske nematode. Većina nastanjuje marinske ekosisteme, ima i slatkovodnih predstavnika, a samo nekoliko vrsta su terestrične. Ovdje spada veliki broj vrsta od kojih se izdvajaju vrste: *Trichuris trichiura* i *Trichinella spiralis*.

Trihina – *Trichinella spiralis*

Trihina je opasan parazit mnogih sisara uključujući i čovjeka. Tijelo im je najuže u prednjem dijelu, pa se postepeno širi prema zadnjem kraju. Adultne jedinke imaju izduženo prozimo i bjeličasto tijelo. Kod ovog predstavnika prisutan je polni dimorfizam izražen u veličini jedinki, tako su mužjaci najčešće dugi oko 1,6 mm, a ženke od 2,5 do 5 mm. Trihina jedan dio životnog ciklusa provodi u crijevu, a drugi dio u mišićima domaćina (slika 37). Prirodni rezervoari ovog parazita su pacovi i svinje za koje on nije patogen, dok čovjek predstavlja terminalnog domaćina u kojem trihina izaziva bolest trihinelozu. Svinje se zaraze jedući uginule zaražene pacove. Ženke su ovoviviparne i kada dostignu polnu zrelost, prodiru kroz zid crijeva u limfne sudove, gdje direktno polažu larve (slika 38). Mlade trihine se raznose limfom i krvlju po cijelom tijelu domaćina (pacov, svinja, čovjek) i najčešće se lokalizuju u mišićima koji su u fiziološkom pogledu najaktivniji (mišići dijafragme, međurebarni i mišići udova i vrata). Na lokalizovanim mjestima mlade trihine se hrane ćelijama tkiva kojeg ujedno i razaraju. Nakon izvjesnog vremena se učaure tj. incistiraju. Čaure pružaju zaštitu mladim trihinama i u njima mogu da miruju i preko 20 godina.



Slika 37. *Trichinella spiralis* - učaurene larve (orig. foto)



Slika 38. *Trichinella spiralis* - životni ciklus
(izvor: <https://animalandia.educa.madrid.org/ficha.php?id=101>)

Classis Phasmidia

U ovu klasu su svrstane uglavnom parazitske vrste koje se karakterišu odsustvom čulnih organa (amfide) i prisustvom fazmida na zadnjem kraju tijela. Ova klasa obuhvata više redova, između ostalih Rhabditoidea (sitni, parazitski i slobodnoživeći valjkasti crvi, koji na ždrijelu imaju bulbozno proširenje), Strongyloidea (parazitske vrste bez usnih režnjeva i bulboznog ždrijela), Filarioidea (vrste koje parazitiraju u krvnom ili limfnom sistemu kičmenjaka, a prelazni domaćini su im hematofagni insekti), Oxyuroidea, Ascaroidea (vrste koje parazitiraju u digestivnom traktu artropoda i kičmenjaka) i Tylenchoidea (fitoparaziti, a ima i saprofita).

Ordo Oxyuroidea – obuhvataju uglavnom sitne nematode koje parazitiraju u zadnjem crijevu vodozemaca, gmizavaca i sisara. Najpoznatija vrsta je *Enterobius vermicularis* (dječija glista).

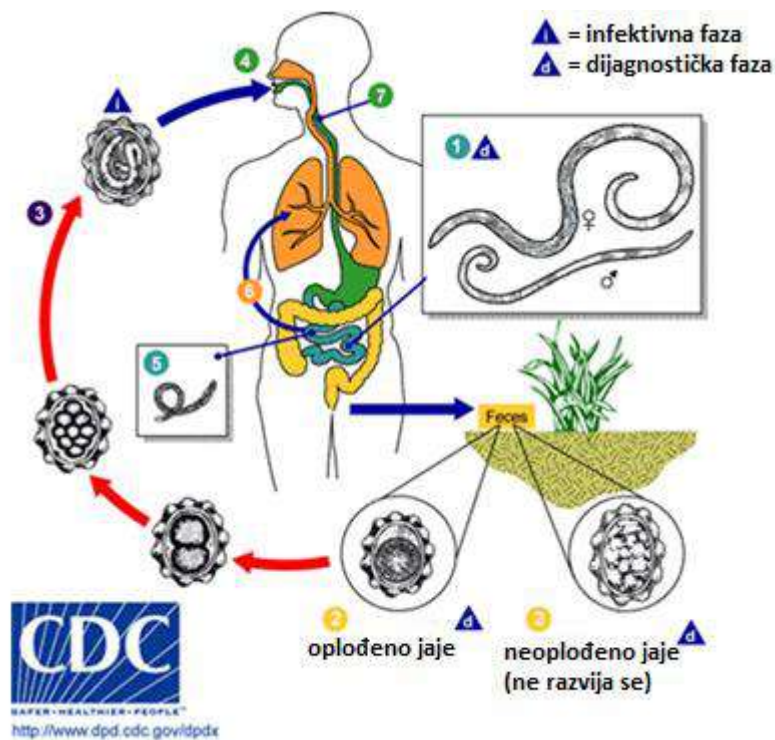
Dječja glista – *Enterobius vermicularis*

Ova vrsta parazitira u rektalnom dijelu crijeva djece. Adulti su sitni, končasti, bjeličaste boje. Mužjaci su u prosjeku dugi od 2 do 5 mm, a ženke od 9 do 12 mm. Osim u veličini, polni dimorfizam je izražen i u tome što mužjaci imaju jednu kopulatornu spikulu, dok ženke imaju izdužen i

proširen zadnji kraj tijela. Oplodjene ženke u toku noći polažu jaja u perianalnom polju pri čemu izazivaju jak svrab kod djece. Zaražavanje djece se odvija direktno ili indirektno jajima.

Ordo Ascaroidea – obuhvata nematode koje parazitiraju kod kičmenjaka. Najznačajnije su vrste *Ascaris megalocephala* (*Parascaris equorum*), prisutna u tankom crijevu konja, *Ascaris suis*, koja je parazit u tankom crijevu svinje i *Ascaris lumbricoides*, koja je parazit u tankom crijevu čovjeka.

Čovječja glista – *Ascaris lumbricoides*



Slika 39. Životni ciklus *Ascaris lumbricoides*

Ova vrsta je kosmopolit i parazitira u tankom crijevu čovjeka i nekih vrsta majmuna izazivajući bolest askariazu. Tijelo joj je izduženo, mliječno bijele boje, čvrsto i suženo na oba kraja. Mužjaci su dugi oko 15 - 20 cm, a ženke oko 20 - 30 cm. Osim u veličini, polni dimorfizam se ogleda i u tome što je zadnji kraj mužjaka savijen ka ventralnoj strani u vidu kuke, što omogućava pridržavanje ženke prilikom kopulacije. Kao adultni oblik živi u tankom crijevu, a može da emigrira u različite organe (slika 39). Čovjek se zarazi ovom glistom najčešće preko neoprانog voća i povrća, a još više preko kontaminirane vode. Larve koje se iz jaja razvijaju u crijevu čovjeka, probijaju zid crijeva i dospjevaju u puteve limfe i krvotoka. Preko

krvnog sistema dospjevaju u jetru i pluća, pa u dušnik, do usne šupljine i ponovo u jednjak, želudac i crijevo gdje najduže žive i postižu polnu zrelost. Smatra se da je oko 25 % ljudi u zemljama u razvoju zaraženo čovečijom glistom.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati mikroskopske preparate valjkastih crva.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati odgovarajuće taksonomske kategorije.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Trichinella spiralis*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Trichuris trichiura*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Enterobius vermicularis*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Ascaris lumbricoides*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Anguina tritici*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Wuchereria bancrofti*

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA

1. Primarna tjelesna duplja zove se:

- a) celom
- b) mezenhim
- c) pseudocelom

2. Valjkasti crvi su:

- a) hermafroditi
- b) razdvojenih polova
- c) bez polnog sistema

3. Nervni sistem valjkastih crva je:

- a) vrpčast
- b) ganglionaran
- c) difuzan

4. Najrasprostranjeniji parazit među nematodama je:

- a) dječja glista
- b) čovječja glista
- c) trihina

NEŠTO VIŠE

Valjkasti crvi su veoma brojni, samo što ih zbog mikroskopskih dimenzija ne uočavamo i nemamo predstavu o njihovoj brojnosti. Na primjer, jedna trula jabuka sadrži oko 90.000 valjkastih crva i to nekoliko vrsta. Druga studija je pokazala da se u samo jednom kvadratnom metru na obali Danske nalazi čak oko 4.5 miliona individua valjkastih crva. Samim time, imaju ogroman značaj u aeraciji zemljišta, kao i u razgradnji organskih materija – dekompoziciji.

LABORATORIJSKA VJEŽBA

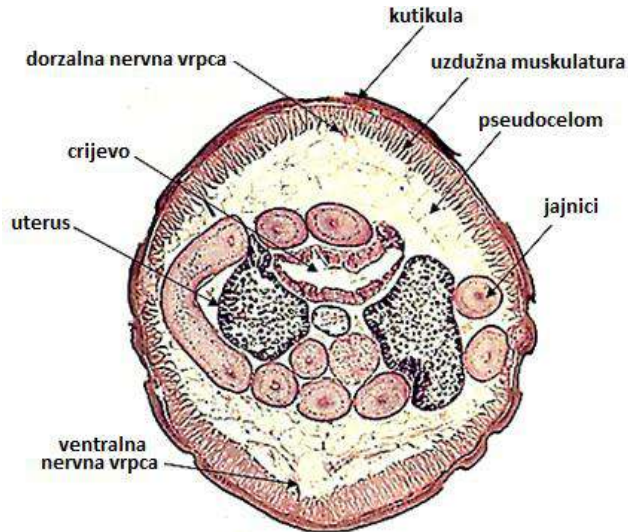
POSMATRANJE POPREČNOG PRESJEKA ČOVJEČIJE GLISTE

Cilj vježbe: izučavanje unutrašnje morfologije čovječiije gliste

Potreban materijal: mikroskopski preparat, mikroskop

UPUTSTVO ZA RAD :

Korak 1. Na površini tijela uočava se višeslojna kutikula (*cuticula*). Kutikula je na površini često naborana (*pseudometamerija*). Ona ima veliki značaj u zaštiti tijela od mehaničkih povreda, crijevnih sokova domaćina, ali i da podupire mišiće dajući tijelu potrebnu čvrstinu. Epidermis se nalazi ispod kutikule a može biti ćelijske ili sinicijalne građe (*hypoderm*). Epidermis prema pseudocelomu formira četiri uzdužna unutrašnja zadebljanja hipoderma, i to: dorzalno, ventralno, i dva bočna, koji dijele mišićni sloj u 4 trake. U dorzalnom i ventralnom zadebljanju hipoderma smještene su nervne vrpce, dok su u bočnim ekskretorni kanali i nervne vrpce. Muskulatura je specifično građena, nalazi se odmah ispod hipoderma i uzdužno je raspoređena. Mišićne ćelije se sastoje iz vretenastog baznog dijela, u kome je smještena glatka muskulatura, i proširenog sarkoplazmatičnog dijela bez fibrila, u kome su jedro i druge organele. Pseudocelom (*pseudocoelom*) zauzima prostor između tjelesnog zida i crijeva, ispunjen je pseudocelomskom tečnošću u kojoj se nalaze unutrašnji organi. Pseudocelomska tečnost ima ulogu u transportu, a pošto je pod pritiskom funkcioniše kao „hidroskelet“.



Slika 40. *Ascaris lumbricoides* – poprečni presjek u nivou srednjeg crijeva (orig. foto)

Nervni sistem je vrpčastog tipa, predstavljen je nadždrijelnom ganglijom od koje polazi šest nervnih vrpca usmjerenih naprijed i četiri nazad. Najsnažnije su razvijene dvije nervne vrpce koje prolaze kroz dorzalno i ventralno zadebljanje hipoderma. Od čulnih organa posjeduju fazmide, koji se nalaze na zadnjem kraju tijela. Respiratorni i krvni sistem nisu diferencirani, tako da se respiracija obavlja čitavom površinom tijela. Crijevni sistem je kompletan, građen od prednjeg, srednjeg i zadnjeg crijeva sa analnim otvorom. Na poprečnom presjeku (slika 40) kroz srednje crijevo uočava se epitel sačinjen od visokih cilindričnih ćelija koje naliježu na bestrukturну membranu. Crijevni epitel nema svoju muskulaturu, a crijevo je pozicionirano bliže dorzalnoj strani, nego ventralnoj. Ekskretorni sistem je protonefridijski, gradi ga veoma mali broj ćelija. Glavni izvodni kanali ekskretornog sistema su smješteni u bočnim kanalima hipoderma. Askarisi su odvojenih polova. Muški polni sistem je građen od neparnog testisa, koji se nastavlja u semevod i seminalnu vezikulu, koji se otvara u zadnji dio crijeva, kloaku i kopulacione spikule. Ženski polni sistem je u obliku višestruko izuvijane cijevi. Početni dio parnih cjevastih ovarijuma je označen kao klicina zona. Tu su smještene jajne ćelije. Kako dalje sazrijevaju, one zauzimaju radijalni položaj oko rahisa (*rachis*). Dalje se zona rahisa nastavlja na parne ovidukte koji vode do dva krupna uterusa u kojima se vrši oplodjenje. Oba uterusa se spajaju u jedan neparni kanal - vaginu koja se otvara jednim otvorom na ventralnoj strani tijela u prednjem dijelu.

MEKUŠCI

(PHYLUM MOLLUSCA)

Mekušci su nesegmentisani, bilateralno simetrični, celomski beskičmenjaci sa mekanim tijelom i spoljašnjom ljušturou. Različite grupe imaju različit stepen cefalizacije. Veličina tijela im se kreće od nekoliko milimetara do nekoliko metara. Najveći broj vrsta su marinski oblici, ali su takođe brojne slatkovodne i terestrične vrste. Tijelo im je podijeljeno na glavu, trup i stopalo. Na glavi se nalaze čulni organi i usni otvor. Kod školjki (klasa Bivalvia) glava je redukovana. Na mediodorzalnoj strani tijela posjeduju plašt (kožni nabor) koji luči ljušturu koja je različito razvijena kod različitih grupa mekušaca, ali je uglavnom izgrađena od kalcijum karbonata i organskog matriksa. Digestivni sistem im je kompletan, građen od prednjeg, srednjeg i zadnjeg crijeva. Izuzimajući školjke, mekušci imaju organ za struganje i mrvljenje hrane – radulu. Hrane se na različite načine (algama, biljnim i životinjskim organizmima ili filtraciono). Ekskrecija se obavlja putem bubrega tipa metanefridija. Respiraciju obavljaju pomoću škrga, a neki i pomoću plašta. Transportni sistem im je otvorenog tipa (sa izuzetkom glavonožaca), sa razvijenim srcem. Dio oko srca zauzima celom – perikardijum. Nervni sistem im je ganglionaran, i sastoji se od tri do pet pari ganglija, međusobno povezanih komisurama i konektivima. Čula su različito razvijena, u zavisnosti od grupe mekušaca, kao i načina života. Polni sistem kod većine mekušaca je gonohoristički, dok je kod nekih grupa zastupljen hermafroditizam.

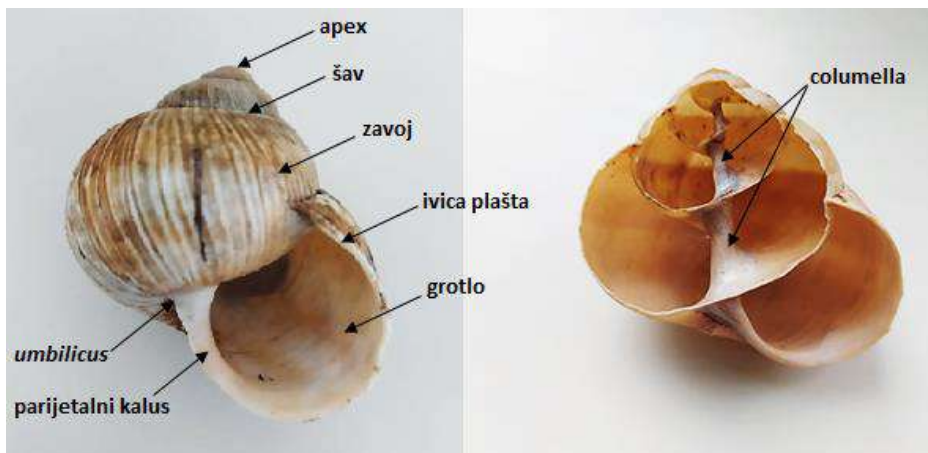
Filum mekušaca dijeli se na klase: Aplacophora, Polyplacophora, Monoplacophora, Gastropoda, Scaphopoda, Bivalvia i Cephalopoda.

Classis Polyplacophora

Hitoni su duguljasto ovalni, dorzoventralno spljošteni, veličine do 50 mm. Imaju ljušturu od osam pločica na dorzalnoj strani tijela. Pločice se međusobno djelimično preklapaju, a njihovom pokretljivošću hitoni se mogu saviti u formu polumjeseca. Na ventralnoj strani imaju široko i pljosnato stopalo. Pločice ljušture su okružene širokim pojasom plašta koji se vidi sa dorzalne strane. Isključivo su marinski predstavnici koji žive pripijeni uz stijene u zoni plime i oseke. Pomoću stopala mogu sporo da se kreću. Hrane se algama. Najpoznatija vrsta je *Chiton* sp.

Classis Gastropoda

Od svih klasa mekušaca, puževi imaju najveći broj opisanih vrsta. Naseljavaju marinske ekosisteme, slatke vode (rijeka, jezera, bare), kao i terestrična staništa. Terestrične vrste su uglavnom ograničene na vlažnije tipove staništa. Na tijelu puževa razlikuju se svi karakteristični tjelesni regioni: glava, stopalo, utrobna kesa i ljuštura. Glava je jasno izdvojena i na njoj se nalaze usni otvor, oči i jedan ili dva para pipaka. Stopalo sačinjava jedan snažan muskulozni organ, čija je donja površina u obliku tabana, bogata sluznim žlijezdama, što omogućava lakše klizanje tijela po tlu pri kretanju. Neki marinski puževi su dobri plivači, pa to predstavlja i osnovni način njihovog kretanja. Većina puževa posjeduje ljušturu koja može biti duga i tanka, sa većim brojem uvojaka, ili kratka i zdepasta, sa malo uvojaka. Kod nekih je ljuštura spljoštena, sa svim uvojcima u jednoj ravni, dok je kod nekih puževa ljuštura djelimično redukovana, pa čak i potpuno iščezla (puževi golaći). Na ljušturi se razlikuju vrh (*apex* ili *umbo*) – početni zavojak. Zavojci su međusobno spojeni šavom. Posljednji zavojak je najveći i ima otvor (slika 41). Kada se spoljašnji zavojci uklone, a zavojci utrobne mase pažljivo izvuku sa centralnog stuba, može se uočiti da je vretenasti stub nastao spajanjem unutrašnjih strana zavojaka i naziva se kolumela (*columella*). Na dijelovima izlomljene ljušture može se zapaziti da je građena od tri sloja: spoljašnjeg – rožnog pigmentisanog periostrakuma, središnjeg mineralnog prizmatičnog od kalcijum karbonata i unutrašnjeg – ljuspastog i sedefastog, takođe od kalcijum karbonata. Tijelo puževa je asimetrično, što je posljedica dvije pojave: spiralnog uvijanja ljušture i pomeranja viscelarnih dijelova tijela (torzije). Torzijom dolazi do zaokretanja kompleksa organa u odnosu na glavu i stopalo za 180 stepeni. Usljed toga, puževi su izgubili bilateralnu simetriju, jer su im mnogi unutrašnji organi pomjereni u odnosu na prvobitni položaj.



Slika 41. *Helix pomatia* – građa ljušture (orig. foto)

Na desnoj strani tijela vinogradskog puža (*Helix pomatia*) nalazi se ulaz u plaštanu duplju. Dok se kod puževa koji su akvatični u plaštanoj duplji nalaze škrge, kod vinogradskog puža i kod drugih terestričnih predstavnika škrge su iščezle, a umjesto njih razvijaju se „pluća“ u vidu mreže krvnih sudova na zidu plaštane duplje. Hemolimfa iz pluća odlazi u srce, koje ima jednu pretkomoru i jednu komoru, iz koje se razliva u sve dijelove organizma. Nervni sistem je ganglionaran i sastoji se od pet pari ganglija (cerebralne, pedalne, pleuralne, parijetalne i viscelarne). Čulni organi su dobro razvijeni. Imaju razvijene oči, na pipcima su im razvijena taktilna čula. Takođe, imaju razvijena čula mirisa i ukusa, kao i čulo ravnoteže. Većina morskih puževa su gonohoristi, a terestrični puževi su uglavnom hermafroditi. Kod hermafrodita, tokom polne aktivnosti prvo je funkcionalan muški polni sistem, pri čemu dolazi do sazrijevanja spermatozoida, nakon čega dolazi do kopulacije dvije jedinke. Razviće primitivnih puževa koji žive u vodi odvija se preko larve trohofore i veliger larve, koje neko vrijeme slobodno plivaju u vodi.

Na osnovu obilježja morfološke građe, puževi se dijele na tri potklase: Prosobranchia, Opisthobranchia i Pulmonata.

Subclassis Prosobranchia – obuhvata puževe koji dišu škragama koje su pozicionirane ispred srca. Uglavnom žive u morima, manji broj vrsta su slatkovodne i suvozemne. Obuhvata više redova, sa vrstama: *Haliothis tuberculata*, *Patella vulgata*, *Viviparus viviparus* i dr. Puževi iz grupe Prosobranchia imaju poseban poklopac od kalcijum karbonata (*operculum*), koji je pričvršćen za stopalo, i pomoću koga, po potrebi, zatvaraju grotlo ljušture.

Subclassis Opisthobranchia – puževi koji imaju škrge pozicionirane iza srca. U ovu grupu ubrajaju se puževi koji žive u bentosu ili u pelagijalu morskih ekosistema.

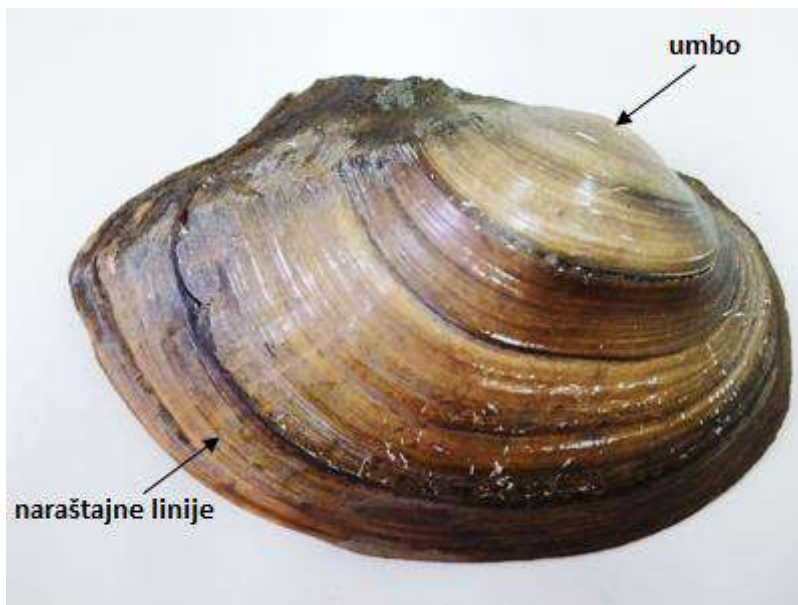
Subclassis Pulmonata – puževi koji dišu „plućima“ – prokrvljenim delom plaštanog nabora. Žive uglavnom na suvozemnim staništima, među kojima je najpoznatiji vinogradski puž *Helix pomatia*. U nepovoljnim periodima godine (hladnoća ili velika suša), grotlo ljušturu zatvaraju opnom – epifragmom, koja predstavlja osušenu sluznu materiju. Najpoznatiji slatkovodni puževi koji pripadaju ovoj grupi su iz rodova *Lymnaea* i *Planorbis*. Manji broj vrsta čine puževi golaći od kojih se izdvajaju rodovi *Arion* i *Limax*.

Classis Bivalvia

Školjke su, za razliku od puževa, isključivo akvatični organizmi. Najveći broj vrsta živi u morskoj, a ostale u brakičnoj i slatkoj vodi. Školjke su najčešće slabo pokretne, uglavnom su zarivene u podlogu (u mulju ili pjesku) i prilagođene pasivnom načinu ishrane. Veličine tijela se kreću od nekoliko milimetara, pa do takvih koje dostižu i nekoliko stotina kilograma težine.

Tijelo je zatvoreno u dvokapku ljušturu koju luči plašt. Na tijelu razlikuje se utrobnica, stopalo i plašt. Glava školjki je redukovana i na prednjem kraju tijela nalazi se usni otvor bez radule. Stopalo se nalazi ventralno, bliže prednjem kraju tijela. Bočno je spljošteno, sjekirastog izgleda. Ako se kreću, čine to uz pomoć stopala, ali neke mogu biti pričvršćene za podlogu bisusnim nitima. To su produkti lučenja stopala u vidu finih konaca kojima se školjka pričvršćuje za podlogu.

Ljuštura i visceralni organi su bilateralno simetrični. Kod većine školjki, kapci su sa širim i zaobljenim prednjim i užim zadnjim krajem. Na kapcima ljušturu se razlikuje vrh (*apex* ili *umbo*), koji predstavlja najstariji dio ljušture. Od vrha prema ivicama se longitudinalno pružaju linije, naraštajne zone (slika 42). Kapci su na dorzalnoj strani pokretno spojeni elastičnom vezom – ligamentom, a kod mnogih školjki i bravom (zubići jednog kapka odgovaraju udubljenju na drugom kapku). Kapci se drže zatvoreni i pomoću dva snažna mišića zatvarača (aduktora).



Slika 42. *Anodonta cygnea* – bočna strana ljušture
(orig. foto)

Ljuštura školjke građena je od tri sloja: spoljašnjeg organskog (periostrakum), središnjeg sloja (oostrakum) koji je krečnjački, i unutrašnjeg ili sedefastog sloja (hipostrakum). Između ljušture i plašta nalazi se ekstraplaštana duplja u koju ponekad mogu da dospiju strana tijela, kao što su, na primjer, različita zrnca pjeska ili druge čestice, što izaziva stimulaciju epitela plašta da oko stranog tijela, diobom epitelnih ćelija, obrazuje epitelijski omotač, koji počinje da luči sedefastu mineralnu materiju u koncentričnim krugovima, te se na taj način obrazuju zrnca bisera. Lijepo bisere obrazuje morska vrsta *Pinctada margaritifera* koja živi u toplim predjelima Tihog okeana i *Margaritana margaritifera* – koja živi u slatkim vodama sjeverozapadne Evrope.

Plašt koji se nalazi ispod ljušture obavija cijelo tijelo. Na dorzalnoj strani plašt srasta sa utrobnom masom, dok su na ventralnoj strani lijevi i desni nabor plašta slobodni, zatvaraju veliku plaštanu duplju, u kojoj se nalaze listaste dvojne škrge (slika 43). Škržni epitel većine školjki prekriven je trepljama koje neprekidno trepere i izazivaju strujanje vode. Sa vodom dobijaju kiseonik i potrebne materije kojima se filtraciono hrane. Voda ulazi i izlazi iz plaštane duplje na određenim mjestima – sifonima (ulazni ili inhalantni; izlazni ili ekshalantni) – koji se obrazuju između plaštanih nabora. Transportni sistem je otvorenog tipa, a srce je kod većine građeno od dvije pretkomore i jedne komore. Ekskretorni sistem čine dvije metanefridije. Nervni sistem je ganglioneran sa tri para ganglija, a čulne

ćelije su raspoređene po ivici plašta. Polni sistem je uglavnom gonohoristički, rijetki su hermafroditi. Oplođenje je spoljašnje, a razviće se odvija preko larve trohofore koja metamorfozira u larvu veliger (sa začetkom ljuštore), koja je karakteristična za morske školjke, jer se kod slatkovodnih formiraju larve glohidije koje dijelom žive na škragama majke, a dijelom na tijelu riba.

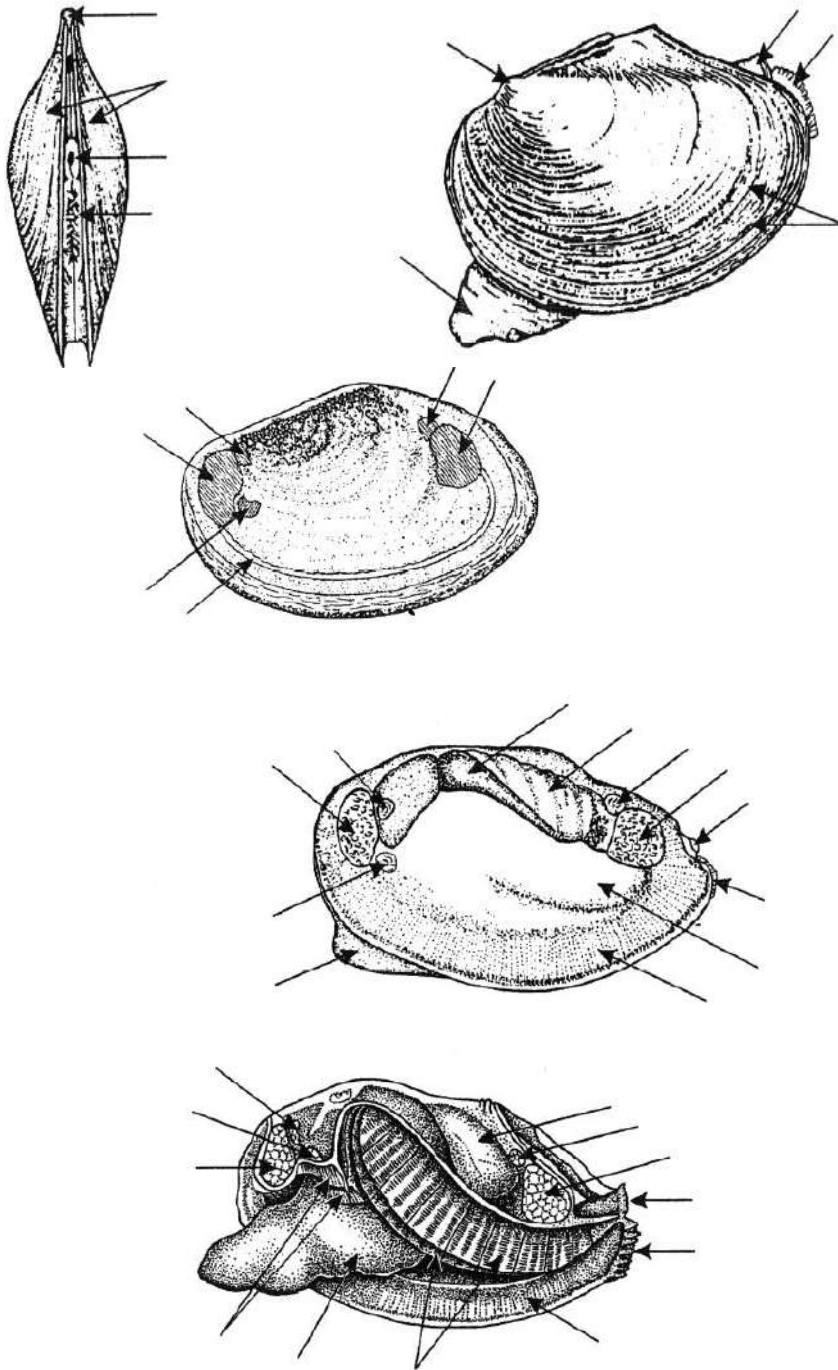
Klasa Bivalvia se na osnovu građe škrge i načina života klasifikuje na četiri potklase: Protobranchia, Filibranchia, Eulamellibranchia i Septibranchia.

Subclassis Protobranchia – najprimitivnije školjke, poznat rod je *Nucula*.

Subclassis Filibranchia – karakterišu se time što im je prednji mišić zatvarač više ili manje redukovan. Škrge su končaste, a osim respiratorne imaju ulogu u filtriranju hrane. Ovdje se ubrajaju: dagnja (*Mytilus galloprovincialis*), periska (*Pinna nobilis*), nojev kovčeg (*Arca noae*), prstac (*Lithophaga lithophaga*), kamenica (*Ostrea edulis*), morska bisernica (*Pinctada margaritifera*) i dr.

Subclassis Eulamellibranchia – karakterišu se time što imaju škrge u obliku rešetkastih pločica, a obuhvataju sve slatkovodne i mnoge marinske vrste: srčanka (*Cardium* sp.) koja ima izduženo stopalo pomoću koga odskače; džinovska školjka (*Tridacna gigas*), dostiže dužinu do 1 m i težinu do 250 kg; drvotočac (*Teredo navalis*) veličine 25-45 cm, koji se hrani drvetom i nanosi štetu drvenim brodovima i konstrukcijama od drveta, slatkovodna bisernica (*Margaritana margaritifera*), slikarska školjka (*Unio pictorum*), barska školjka (*Anodonta cygnea*) i dr.

Subclassis Septibranchia – karakterišu se time što nemaju škrge i respiracija se obavlja preko gornjeg dijela plaštane duplje. Poznati su rodovi: *Poromya* i *Cuspidaria*.



Slika 43. *Unio* sp. – građa (prema: Petrov i sar., 2005)

Classis Cephalopoda

Glavonošci su najsloženije građeni mekušci i isključivo su morski organizmi. Opisano je oko 600 vrsta. Prema složenosti građe i ponašanju ubrajaju se među beskičmenjake sa najsloženijim oblicima ponašanja. Nasuprot većini mekušaca, oni su veoma pokretljivi i izvrsni plivači, dok samo mali broj vrsta puži i živi na dnu mora. Naziv su dobili po tome što se dio njihovog stopala razvio pokretljive ručice, snabdjevene pijavkama, kojima se pripijaju za podlogu ili njima love plijen. Dužina glavonožaca iznosi od jednog centimetra (*Xipholeptos notoides*) pa do 15 metara (zajedno sa tentakulama) uz maksimalnu težinu do 500 kg (*Mesonychoteuthis hamiltoni*).

Tijelo im je jasno podijeljeno na glavu i trup. Glava je odvojena od trupa vratnim dijelom, uz koji se, sa ventralne strane, prikopčava i priljubljuje plašt.

Na glavi glavonožaca nalaze se krupne mjehuraste oči, koje su po građi slične očima kičmenjaka. Pored očiju, na glavi su i ručice (tentakule) koje služe za lov. Broj ručica je varijabilan u zavisnosti od grupe, a one služe za hvatanje plijena, kretanje, kopulaciju, a imaju i čulnu funkciju. Ručice i lijevak vode porijeklo od stopala, te ih inerviše par prvobitnih stopaonih ganglija.

Trup glavonožaca je spolja pokriven plaštom. Plašt je na dorzalnoj strani srastao sa trupom, a sa ventralne strane je slobodan i obrazuje prostranu plaštanu duplju. U njoj se nalazi kompleks plaštanih organa: škrge, i izvodi ekskretornog, polnog i digestivnog sistema.

Plaštana duplja je otvorena prema spoljašnjoj sredini preko prednjeg širokog otvora i otvora lijevka. Kroz širi otvor voda ulazi u duplju. Na vratnom regionu nalaze se strukture u obliku žljebova i ispupčenja koje se označavaju kao „kopče“, kojima se plašt prikopčava uz tijelo. Ova ispupčenja i udubljena ojačana su hrskavicom.

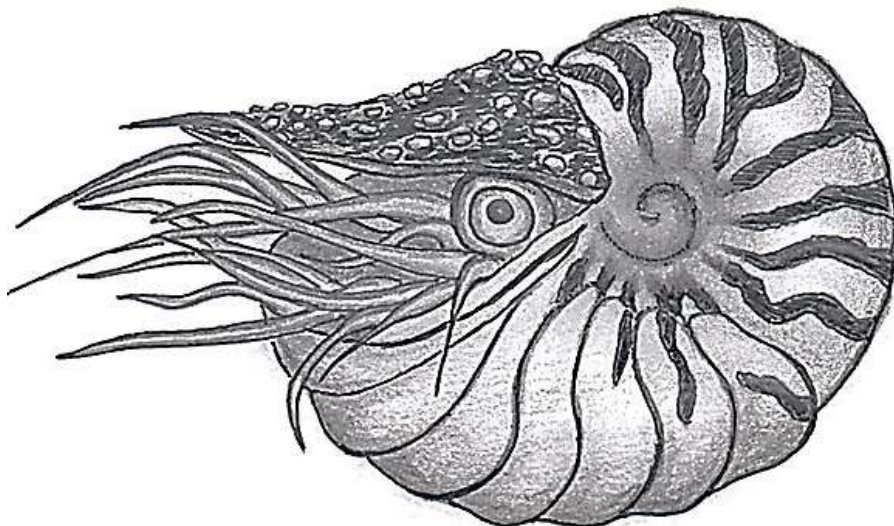
Spoljašnja ljuštura glavonožaca dobro je razvijena jedino kod jedne grupe (Nautiloidea), koja predstavlja žive fosile. Jedini recentni predstavnici ove grupe su rodovi *Allonautilus* sa dvije i *Nautilus* sa šest opisanih vrsta. Ljuštura nautilusa je spoljašnja i planospiralna je, i kao kod puža svitka uvijena u jednu ravan (slika 44). Unutrašnjost ljušture kod nautilusa je poprečnim pregradama podjeljena u približno 35-38 komora koje su spojene sifonom. Ljuštura nautilusa dostiže od 15 do 25 cm prečnika. Tijelo se nalazi samo u posljednjoj komori koja je najveća. Kada

posljednja komora postane toliko prostrana, iza tijela se izluči pregrada i tako nautilus ostaje u novostvorenoj komori. Ostale komore su ispunjene tečnošću i gasom. Gas luči organski produžetak, a on se od tijela nautilusa proteže kroz sve komore. Vazduh olakšava ljušturu, čini je specifično lakšom, što omogućava brže kretanje. Kod druge grupe glavonožaca (Coleoidea), koja obuhvata sve žive vrste izuzev nautilusa, ljuštura je dosta redukovana i urasla u tijelo, tako da postaje unutrašnja ili je, kod nekih, sasvim nestala. Najpoznatije i najčešće vrste su: sipa (*Sepia*), lignja (*Loligo*) i hobotnica (*Octopus*).

Klasa Cephalopoda obuhvata tri potklase: Ammonoidea (izumrle), Nautiloidea i Coleoidea.

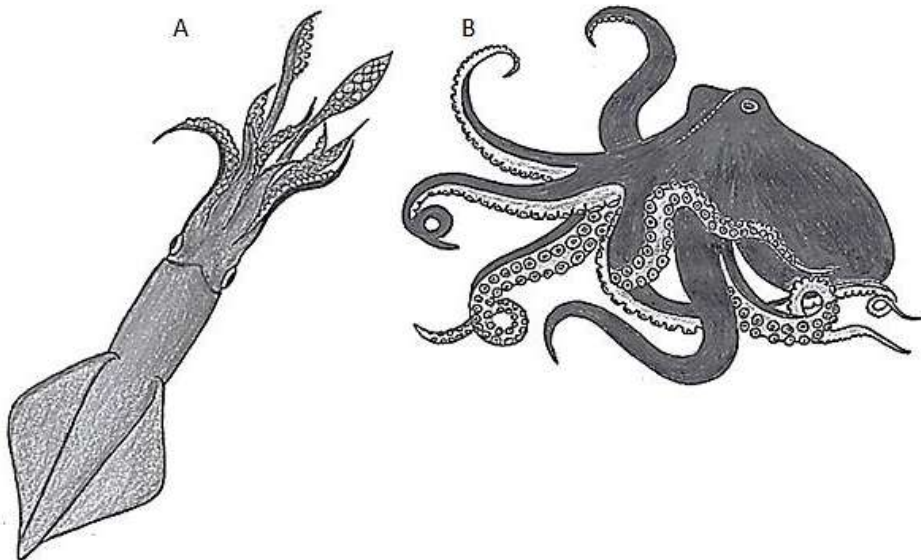
Subclassis Ammonoidea – sve su izumrle. Imale su spoljašnju ljušturu, koja je bila uvijena i poprečnim septama izdijeljena na komore.

Subclassis Nautiloidea – sve su izumrle osim rodova *Allonautilus* i *Nautilus* sa nekoliko vrsta koje žive u toplim morima Tihog i Indijskog okeana. Spoljašnja ljuštura im je poprečnim septama izdijeljena na 35-38 komora koje su spojene sifonom, a tijelo im se nalazi samo u posljednjoj komori. Ostale su ispunjene gasom. Na glavi imaju 66-94 tentakule bez pijavki. U plaštanoj duplji imaju četiri škrge i četiri srčane pretkomore, kao i četiri bubrega. Lijevak im se sastoji iz dva režnja. Najpoznatija i najčešća vrsta je *Nautilus pompilius*.



Slika 44. *Nautilus* sp. (orig. šema)

Subclassis Coleoidea – karakterišu se unutrašnjom prilično redukovanom ljušturom. Osim hobotnica koje imaju osam jednakih tentakula, ostale imaju deset, od kojih su dvije lovne sa pijavkama samo na vrhu i znatno duže od ostalih (slika 45). Tentakule imaju pijavke koje su poredane u jedan, dva ili četiri niza. Trup je spljošten, konusan ili kesast kod oktopusa. Na bokovima trupa se nalaze kožni nabori - peraja. Imaju dvije škrge, dva bubrega i dvije pretkomore, zbog toga su poznate i pod ranijim nazivom Dibranchia. Obuhvataju više redova, sa poznatim vrstama: *Sepia officinalis*, *Sepiolo atlantica*, *Sepia latimanus*, *Loligo vulgaris*, *Architeuthis dux*, *Mesonychoteuthis hamiltoni*, *Octopus vulgaris*, *Eledone moschata* i druge.



Slika 45. A – *Loligo vulgaris* B – *Octopus vulgaris* (orig. šema)

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati makroskopski preparat riječne školjke i obilježiti nijemu kartu na strani 92.

Korak 2. Posmatrati makroskopske mokre i suve preparate Mollusca.

Korak 3. U predviđeni prostor upisati odgovarajuće taksonomske kategorije.

Korak 4. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Haliotis* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Patella* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Viviparus viviparus*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Tonna galea*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Cerithium* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Aporrhais pespelecani*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Hexaplex trunculus*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Bolinus brandaris*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Lymnaea stagnalis*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Planorbis* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Helix pomatia*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Cepaea nemoralis*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Arca* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Mytilus galloprovincialis*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Pinna nobilis*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Pecten jacobaeus*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Ostrea edulis*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Unio pictorum*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Anodonta cygnea*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Acanthocardia aculeata*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Acanthocardia tuberculata*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Venus verrucosa*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Nautilus pompilius*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Sepia officinalis*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Loligo vulgaris*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Octopus vulgaris*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Eledone moschata*

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA:

1. Na dorzalnoj strani tijela mekušaca nalazi se:

- a) plašt
- b) omotač
- c) tentakule

2. Kod puževa je naročito izražen:

- a) trupni region
- b) repni region
- c) glaveni region

3. Bisusne niti su karakteristične za:

- a) puževe
- b) školjke
- c) glavonošce

4. Glavonošci imaju:

- a) unutrašnji skelet
- b) spoljašnji skelet
- c) unutrašnji ili spoljašnji skelet

NEŠTO VIŠE

Biseri su oduvijek bili veoma cijenjeni i ljudi su ih koristili kao nakit i sredstvo plaćanja još prije 7.000 godina. Biser nastaje tako što zrnce pijeska, dospjelo slučajno između unutrašnjosti kapka i površine plašta, biva „presvučeno“ sedefastom materijom, da ne bi oštrim ivicama oštetilo nježno tkivo školjke. Pacifički lovci na školjke bisernice, poznatiji kao „ama ronioci“, pretežno su žene koje rone bez opreme, na dah, i hrabro se suočavaju sa mnogim opasnostima zarad ponekog bisera kojeg otkriju u školjkama.

LABORATORIJSKA VJEŽBA

DISEKCIJA VINOGRADSKOG PUŽA

Cilj vježbe: savladavanje tehnike disekovanja i izučavanje spoljašnje i unutrašnje morfologije vinogradskog puža

Potreban materijal: vinogradski puž, rastvor hlorid-hidrata, kadica, pinceta, makaze, čiode

UPUTSTVO ZA RAD :

Korak 1. Jedinke vinogradskog puža sakupiti neposredno nakon kiše ili u ranim jutarnjim časovima, dok ima rose.

Korak 2. Puževe potopiti u slab rastvor hlorid-hidrata, a potom ih izvući pincetom iz ljuštore i pristupiti disekciji.

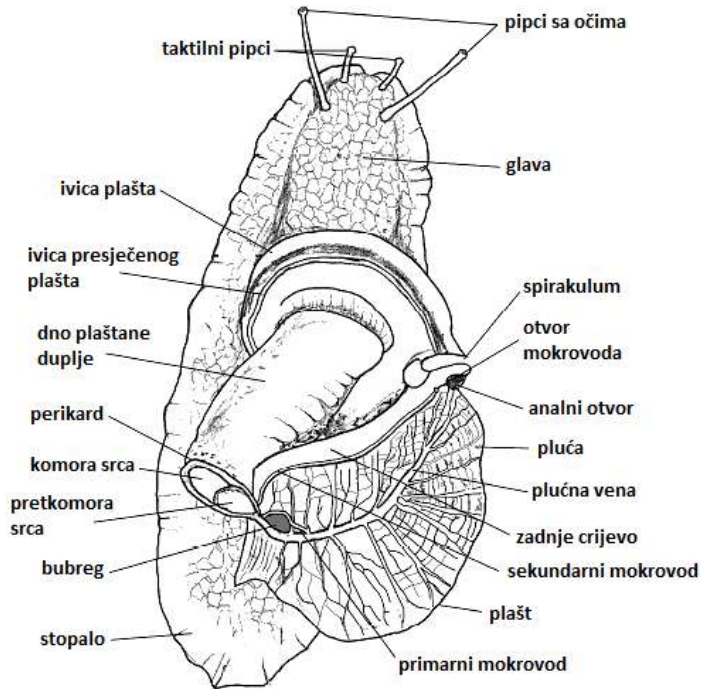
Korak 3. Prvi rez - makaze uvući u spirakulum, presjeći ivicu plašta, potom vrh makaza uvući u plaštanu duplju i paralelno ivici plašta praviti rez sve do srca pazeći da se ne presječe krvni sud.

Korak 4. Drugi rez – počinje u osnovi bubrega i nastavlja se sve do srca. Zatim plašt prebaciti na desnu stranu i pažljivo uz presječenu ivicu pričvrstiti čiodama na podlogu kadice. Na „plućima“, vaskuliziranom plaštu, uočiti plućnu venu, koja vodi do srca koje se nalazi u tankom i prozračnom perikardijumu. Posmatrati neparni izduženi bubreg koji je smješten paralelno desnoj strani perikardijuma i završnom dijelu plućne vene. U prednjem dijelu bubreg se nastavlja u cjevasti glatki dio bubrega svjetlije boje, koji se pruža unazad paralelno s njim i označava se kao primarni ureter (mokrovod). Nastavlja se u uski odvodni kanal – sekundarni ureter, koji se pruža naprijed uz zadnje crijevo sve do ekskretornog otvora, uz koji je analni otvor. Zadnje crijevo se pruža duž plašta i završava anusom u neposrednoj blizini spirakuluma (slika 46).

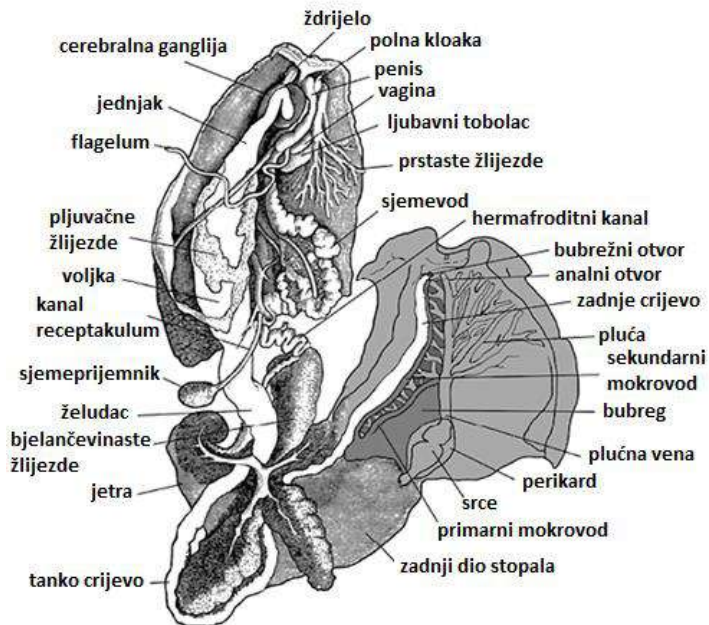
Korak 5. Treći rez – otvaranje viscelarne mase. Stopalo pričvrstiti čiodama za podlogu kadice i vrhom makaza zasjeći tjelesni zid iznad usnog otvora, te sjeći mediodorzalnom linijom sve do ivice plašta. Presjeći ivicu plašta, zatim u istom pravcu dorzalni zid viscelarne mase i dalje sredinom zavojaka sve do vrha. Tjelesni

zid pričvrstiti čiodama za podlogu, a zavojke pažljivo pincetom osloboditi utrobne kese, pazeći pri tome da se ne ošteti hermafroditni kanal.

Korak 6. Izučavanje polnog sistema – polni sistem pincetom odvojiti od crijevnog sistema. Pažljivo pincetom pronaći hermafroditnu žlijezdu koja se nalazi na unutrašnjoj strani digestivne žlijezde. Od hermafroditne žlijezde polazi tanak i izuvijan hermafroditni kanal sve do osnove bjelančevinaste žlijezde. U bjelančevinastoj žlijezdi je utopljena komora u kojoj se svako jaje oplodi prije nego što se obavije bjelančevinastom materijom. Od oplodne komore polazi širok kanal čija je jedna spoljašnja ivica naborana i ona luči materiju za izgradnju jajnih opni. Druga strana kanala je glatka i kroz taj dio prolaze spermatozoidi. Ovaj dio polnog kanala se naziva sjemejajovod. Kanali su samo djelimično razdvojeni, što se može uočiti samo na poprečnom presjeku. U prednjem dijelu sjemejajovod se dijeli u dva kanala: *oviduct* i *vas deferens*. *Vas deferens* se uvija do mjesta spajanja sa penisom gdje se pripaja i uzani kanal – *flagellum*. U flagelumu se spermatozoidi spajaju i obrazuju spermatofore. Mišićni penis može da se izbacuje kroz genitalni otvor, a uvlači se pomoću mišića retraktora koji je pričvršćen uz zadnji dio penisa. Ovidukt je relativno kratak, debelih zidova i uliva se u vaginu. U vaginu se uz ovidukt uliva i uzan kanal koji vodi unazad u viscelarnu masu, a u svom zadnjem kraju se proširuje u loptastu spermateku u kojoj se nalaze spermatozoidi primljeni od drugog puža. U kratku vaginu muskuloznih zidova uliva se i par prstenasto razgranatih žlijezda koje luče sluzavu i ljepljivu materiju, kao i jako mišićav ljubavni tobolac, u kome se nalazi ljubavna „strelica“ od kalcijum karbonata. Drugi kraj vagine se spaja sa polnom kloakom, u koju se uliva i penis. Polna kloaka se završava hermafroditnom genitalnom porom (slika 47).



Slika 46. *Helix pomatia* – unutrašnja građa prije disekcije plašta (prema: Žikić i sar., 2012)



Slika 47. *Helix pomatia* – unutrašnja građa poslije disekcije plašta (prema: Žikić i sar., 2012)

LABORATORIJSKA VJEŽBA

DISEKCIJA LIGNJE

Cilj vježbe: savladavanje tehnike disekovanja i izučavanje spoljašnje i unutrašnje morfologije lignje

Potreban materijal: lignja, kadica za disekciju, skalpel, makaze, čiode

UPUTSTVO ZA RAD :

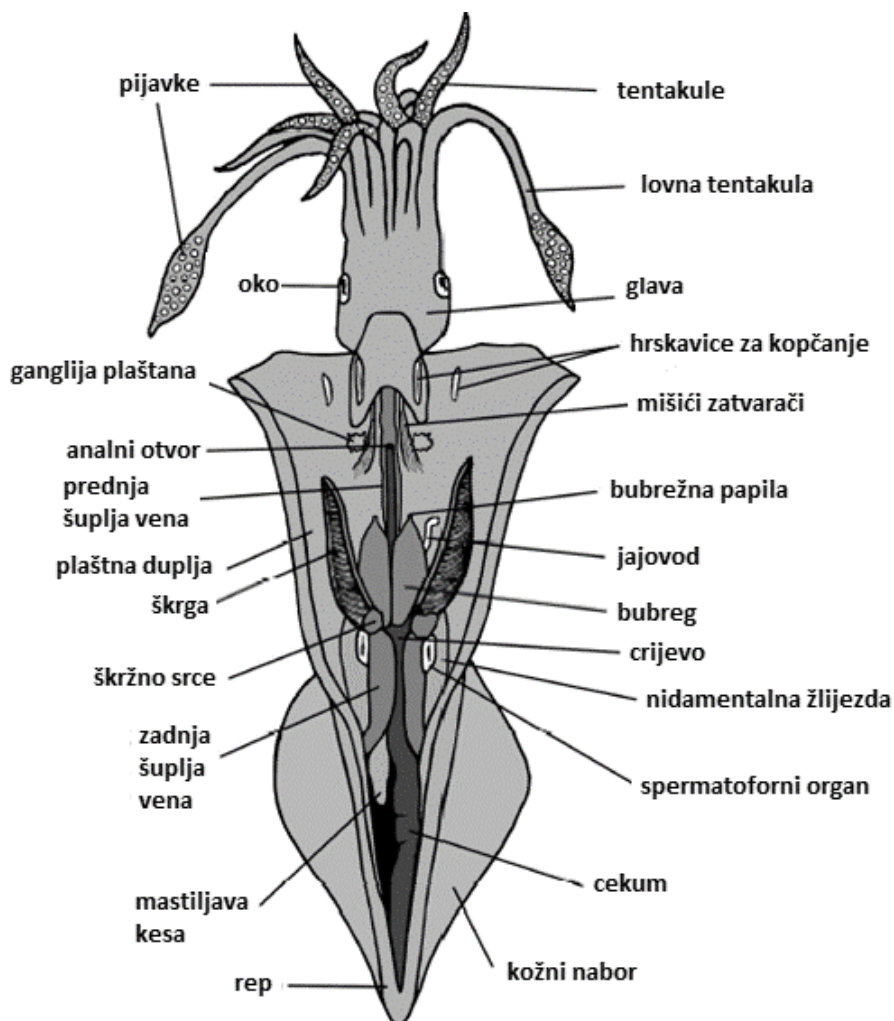
Korak 1. Lignje postaviti u sud za disekciju

Korak 2. Izučavanje spoljašnje morfologije - na tijelu lignje uočiti glavu i trup. Na glavi posmatrati dva velika oka, kao i četiri para kratkih ručica, raspoređenih oko usnog otvora. Na ručicama uočiti pijavke koje se smanjuju prema vrhu. Osim ovih ručica, na glavi uočiti dvije dugačke ručice - tentakule koje služe za hvatanje plijena. Između ručica na jednom kupastom uzvišenju uočiti usni otvor. Prstima razmaći kožni nabor i uočiti vrh čvrstih čeljusti. Na granici između glave i trupa, na ventralnoj strani tijela uočiti lijevak. Trupni region je izdužen i u zadnjem dijelu zašiljen, sa dva bočna peraja. Na koži sa dorzalne strane tijela uočiti tamne mrlje – hromatofore. Posmatrati trup koji je ovalnog oblika i oko koga se nalazi kožni nabor- plašt. Tamniju stranu tijela opipati prstima i izvući ostatak unutrašnje ljuštore koji se nalazi ispod kože.

Korak 3. Izučavanje unutrašnje morfologije – za izvođenje disekcije plaštanog kompleksa organa potrebno je sa ventralne strane napraviti rez cijelom dužinom trupa, 1 - 2 cm lijevo ili desno od medijalne linije. Rez izvesti od lijevka sve do kraja trupa makazama ili skalpelom. Ivice plašta čiodama pričvrstiti za podlogu. Na gornjem dijelu plašta primijetiti hrskavičava ispupčenja koja služe za prikopčavanje plašta. Takođe, može se primijetiti i par kesastih režnjeva, što su tzv. zalisci, na spoju plašta sa glavenim regionom, koji spriječavaju isticanje vode iz plaštane duplje. Slični zalisci se nalaze u lijevku, funkcija im se ogleda u tome da sprečavaju ulazak vode. Dvije škrge i ktenidije, postavljene u pravcu ulaznog toka vode u plaštanu duplju. Zadnje crijevo se završava analnim otvorom koji se nalazi u osnovi lijevka, a u osnovi ovog dijela crijeva nalaze se bubrez i polni otvori, što sve zajedno čini kompleks plaštanih organa. Na

ventralnoj strani donjeg dijela tijela uočiti polni sistem. Kod ženki je polni sistem predstavljen neparnim ovarijumom, od koga polazi jajovod koji se završava pukotinastim otvorom u plaštanoj duplji. Uz jajovod sa bočne strane se uočava jajovodna žlijezda koja luči ljusku jajeta. Takođe se vide i velike, parne akcesorne nidamentalne žlijezde koje luče elastičnu opnu jajeta. Polni sistem mužjaka takođe se nalazi u donjem dijelu tijela sa ventralne strane. Čini ga jedan neparan testis od koga polazi izvijani sjemevod (*vas deferens*), na njega se nadovezuje spermalna žlijezda (*prostata*) i jedno proširenje - spermalni mješak, u kome se obrazuje sperma. Kod mužjaka prisutna je jedna lijeva ventralna ručica koja ima funkciju prenošenja sperme i označena kao „*hektokotilizirajuća ručica*“. Uklanjanjem polnih organa mogu se posmatrati i ostali organi viscerarne mase. Jasno se uočava mala mastiljava kesa sa dorzalne strane rektuma. Takođe se vide mišići retraktori glave koji se nalaze dorzalno u odnosu na mišiće retraktore lijevka. Ekskretorni sistem čine dva bubrega i njihovi odvodi. Transportni sistem je gotovo je zatvorenog tipa. Jasno je uočljivo jednokomorno srce, kao i dva škržna srca u osnovi ktenidija – škrge. Iz škržnih srca tjelesna tečnost se pumpa u škrge gdje se oksiduje, a zatim preko škržne vene odlazi u komoru srca odakle se pružaju glavena i zadnja aorta koje je distribuiraju dalje po cijelom tijelu. Ukoliko se ukloni transportni i ekskretorni sistem, može se detaljno proučavati digestivni. Ukloniti mastiljavu kesu, zajedno sa dijelom rektuma sa mastiljavom kesom. Zatim ukloniti mišić retraktor i vezivno tkivo ispod lijevka, kao i tanak sloj oko digestivne žlijezde. Zatim žlijezdu rasjeći uzdužno i ispod uočiti uzani jednjak. Praćenjem pravca pružanja jednjaka prema zadnjem kraju vidimo da se on spaja sa kesastim želudcem. Na želudac, sa lijeve strane, nastavlja se izduženo slijepo crijevo (*coecum*) i kratko srednje crijevo koje završava rektumom. Od digestivne žlijezde polaze dva kanala koji se spajaju u jedan neparni kanal koji se uliva u slijepo crijevo. Oko ovih kanala nalaze se akcesorne žlijezde koje se nazivaju „*pankreas*“. Ispred digestivne žlijezde pozicionirana je medijalna pljuvačna žlijezda koja luči otrov. Daljim postupkom disekcije neophodno je ukloniti tkivo između očiju i bukalne mase da bi se vidjelo bulbozno ždrijelo u kome se nalazi čeljust u obliku kljuna, a u zadnjem dijelu i radula čiji je zadnji kraj smješten u radulinu kesu. Nervni sistem je ganglioneran, ganglije su koncentrisane i zatvorene u hrskavičavu glavenu čauru (kapsulu). Za

upoznavanje sa građom ljušture, potrebno je mediodorzalnom linijom pažljivo rasjeći plašt od prednjeg do zadnjeg kraja trupa i otvoriti ljušturin mješak u kome se nalazi tanka ljuštura (slika 48).



Slika 48. *Loligo vulgaris* – unutrašnja građa
(prema: Žikić i sar., 2012)

ČLANKOVITI ILI PRSTENASTI CRVI (PHYLUM ANNELIDA)

Prstenasti crvi su velika grupa organizama koji naseljavaju morske i slatkovodne ekosisteme, a mnogi su prilagođeni i životu u vlažnoj zemlji. Troslojni su, bilateralno simetrični, sa homonomnom segmentacijom. Kod člankovitih crva između segmenata nalaze se septe. Ovakva građa im omogućava lakše kretanje, pogotovo kroz zemlju.

Tijelo im je diferencirano na tri regiona: prvi segment – prostomijum, drugi – peristomijum, na kome je usni otvor, i poslednji – pigidijum, koji nosi analni otvor i ispred kog je zona rasta, odnosno tu se formiraju novi segmenti.

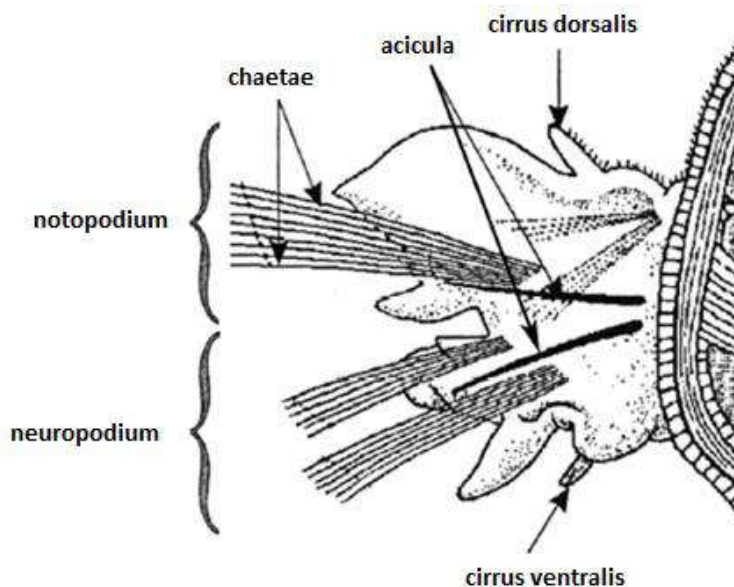
Na površini tijela nalazi se tanka kutikula koju luči jednoslojni epidermis. Ispod epidermisa nalaze se slojevi kružne i uzdužne muskulature. Tjelesni zid sa unutrašnje strane i crijevo sa spoljašnje strane su obloženi peritoneumom koji je omotač celoma. Celom je ispunjen tečnošću koja je pod pritiskom i na taj način tijelo dobija formu i potporu, jer celom funkcioniše kao hidroskelet.

Crijevni sistem je kompletan i dobro je razvijen. Počinje usnim otvorom na peristomijumu, uglavnom je jednostavan i prav, a završava se analnim otvorom na pigidijumu. Kod nekih vrsta srednje crijevo ima tiflozolis, olučasto udubljenje kojim se povećava površina crijeva. Krvni sistem člankovitih crva je zatvorenog tipa, a respiratorni pigment može biti i hemoglobin, baš kao kod čovjeka. Postoje tri glavna krvna suda: dorzalni, ventralni i subneuralni. U dorzalnom sudu krv teče ka prednjem, a u ventralnom ka zadnjem dijelu tijela. Respiratorni sistem čine spoljašnje škrge ili dišu cijelom površinom tijela koja je vlažna zahvaljujući brojnim žlijezdanim ćelijama u epidermisu. Ekskrecija štetnih materija iz tijela kod organizama koji imaju celom, obavlja se metanefridijama. One su metamerno raspoređene u svakom segmentu. Kod nekih primitivnih vrsta ekskreciju obavljaju protonefridije. Nervni sistem ovih organizama je ljestvičastog tipa. Člankoviti crvi mogu biti gonohoristi, ali ima i hermafrodita. Razviće je preko larve trohofore ili je direktno, odnosno bez stadijuma larve. Kod nekih vrsta postoji i bespolno razmnožavanje diobom zadnjeg dijela tijela, na primjer kod *Nereis-a*.

Na osnovu građe tijela, prisustva ili odsustva parapodija i čekinja (heta) i načina života, podjeljeni su u dvije klase – mnogočekinjasti crvi (Polychaeta) i klitelata (Clitellata). Klasa klitelata objedinjuje dvije potklase, maločekinjaste crve (Oligochaeta) i pijavice (Hirudinea).

Classis Polychaeta

Mnogočekinjasti crvi žive uglavnom u morima. U morskoj vodi su veoma česti i veličine su najčešće između 5 i 10 cm, ali neke vrste mogu da dostignu dužinu i do 3 m. Ime su dobili po tome što na parnim bočnim kožno-mišićnim izraštajima tjelesnog zida – parapodijama imaju mnogo čekinja – heta. Parapodije imaju ulogu u kretanju, bilo da se ono obavlja puzanjem po podlozi, zarivanjem u nju ili plivanjem. One mogu biti jednograne i dvograne, ali kod pojedinih vrsta mogu i potpuno izostati. *Nereis* ima dvograne parapodije koje se sastoje iz jedne dorzalne (*notopodium*) i jedne ventralne grane (*neuropodium*). Na svakoj od njih se nalaze brojne čekinje (*chaetae*), od kojih je jedna naročito snažno razvijena i označena kao *acicula*, a uloga joj je u podupiranju grana parapodije (slika 49). I na *notopodijumu* i na *neuropodijumu* nalazi se po jedan izraštaj ili *cirrus*, koji na dorzalnoj strani ima čulnu i respiratornu funkciju (*cirrus dorsalis*), dok na ventralnoj grani obavlja samo čulnu funkciju (*cirrus ventralis*).



Slika 49. *Nereis* sp. – građa parapodije
(prema: Petrov i sar. 2005)

Tijelo mnogočekinjastih crva je homonomno segmentisano, sa približno jednakim tjelesnim segmentima. Kod vrsta koje žive trajno u cjevčicama ova homonomna segmentacija je prilično poremećena.

Na prednjem dijelu tijela se nalazi dobro razvijen prostomijum, na kome su smještene oči, antene i drugi izraštaji. Iza prostomijuma se nalazi segment peristomijum, na kome su usta. Uz peristomijum su stopljena još dva ili više segmenata i na njima nema parapodija. Prostomijum, peristomijum i stopljeni segmenti bez parapodija obrazuju glaveni region mnogočekinjastih crva. Na svim ostalim segmentima iza glavenog regiona nalaze se parapodije sa hetama i drugim izraštajima, od kojih neki mogu da obavljaju ulogu škrga. Mnogočekinjasti crvi su odvojenih polova i u razviću prolaze kroz karakterističan larveni stadijum tipa trohofora.

Trohofora je ovalnog oblika, sa ispupčenim srednjim dijelom i suženim krajevima. Najširi dio trohofore okružen je dvostrukim nizom treplji nazvanim „prototroh“. Iza usta imaju drugi niz treplji koji nastaje kasnije i naziva se „metatroh“. Crijevo trohofore je potpuno. Usta se nalaze iza prototroha, a oko analnog otvora se nekada nalazi i treći krug treplji „telotroh“. Između crijeva i tjelesnog zida larve nalazi se blastocel. U njemu se brzo razvija mezoderm, potpuno ispunjavajući taj prostor. Larva trohofora neko vrijeme pliva i u daljem razviću zadnji dio larve se izdužuje i na njemu se formiraju tragovi segmentacije, koji su praćeni segmentalnim razvićem mišića i celomskih mješkovca. Ektoderm na ventralnoj strani zadebljava i od tog dijela dalje se razvija nervni sistem. Kod mnogih poliheta nema slobodnog larvenog stadijuma trohofore, jer se ovaj stadijum razvija u jajnim opnama.

Klasa Polychaeta se dijeli na dvije potklase: Sedentaria i Errantia.

Subclassis Sedentaria – obuhvata morske vrste pričvršćene za podlogu (sesilne su), koje žive u cjevčicama koje same prave lijepeći pomoću sluzi čestice pijeska i ostatke ljušturica drugih morskih organizama. Iz cjevčice viri rozeta perasto dijeljenih izraštaja – tentakula, čijim se pokretima i mukusom zahvataju čestice hrane iz okoline vode. Ovi izraštaji ujedno služe i kao površina za razmjenu gasova. Pojedine vrste mogu graditi kolonije. Različitih su oblika i prelijepih boja, pa neke od njih popularno zovu božićna drvca. Najpoznatiji rodovi među sedentarnim mnogočekinjastim glistama su *Sabella*, *Spirographis*, *Serpula* i drugi.

Subclassis Errantia – obuhvata slobodnoživeće vrste poliheta, koje se kreću po podlozi ili u sedimentu pomoću parapodija ili heta. Love sitne

beskičmenjake kojima se hrane. Kod nekih vrsta može postojati i regionalna diferencijacija parapodija, koje obavljaju različite funkcije zavisno od toga gdje se nalaze na tijelu. Neki od poznatijih rodova iz grupe Errantia su *Aphrodita* i *Nereis*.

Classis Clitellata

Subclassis Oligochaeta

Ova potklasa obuhvata sve terestrične gliste i mnoge vrste koje žive u slatkoj vodi, dok je manji broj vrsta prilagođen životu u morskoj vodi. Spoljašnja i unutrašnja homonomna segmentacija kod njih je veoma dobro izražena. Dužina im varira od 0,5 mm (*Chaetogaster* sp.) do preko 3 m (*Megascolides australis*). Za razliku od mnogočekinjastih crva, prostomijum maločekinjastih crva je veoma redukovan i na njemu nema očiju, tentakula ni drugih izraštaja. Prostomijum se vidi kao mali zaobljeni režanj i jasno je odvojen od peristomijuma, na kome su usta. Nemaju parapodija, ali su se, na mjestima gdje su se kod predaka nalazile parapodije, zadržale hete. Broj heta je varijabilan i kreće se od 1 do 25. Celom je dobro razvijen i podijeljen je na mješkove u okviru segmenata. Maločekinjasti crvi su hermafroditi, nemaju slobodnog larvenog stadijuma i za njihovo razviće kažemo da je direktno.

Prema anatomsko-morfološkim karakteristikama potklasa Oligochaeta se dijeli na tri reda: Plesiopora, Prosopora, Opistopora.

Ordo Pleistopora – kod ovih predstavnika muške gonopore nalaze se odmah iza segmenta sa testisima. Uglavnom su sitne i akvatične oligohete. Hete su raspoređene u snopovima, jednostavne, rijetko se granaju i u različitom broju. Mnoge vrste su endemične za Balkansko poluostrvo, vrsta *Spirosperma tenuis* je endem Skadarskog jezera, a *Embolocephalus stankovici* je endem Ohridskog jezera. Jedna od najpoznatijih vrsta je *Tubifex tubifex*. Tijelo im je crvene boje koja potiče od hemoglobina. Javlja se u vrlo gustim populacijama u slatkim vodama opterećenim organskim materijama u raspadanju i sa niskom koncentracijom kiseonika. Uglavnom su zarivene prednjim dijelom tijela u mulj, dok zadnji dio tijela štrči i neprestano se pokreće čime se omogućava respiracija.

Ordo Prosopora – kod ovih predstavnika muške gonopore se nalaze smještene na istom segmentu u kojem su i testisi, a kod vrsta koje imaju dva para testisa gonopore su u segmentu u kojem se nalazi drugi par testisa. Imaju po četiri para heta u svakom segmentu. Žive uglavnom u

slatkim vodama. Obuhvataju porodice *Lumbriculidae* i *Branchiobdellidae*.

Ordo Opisthoptera – kod ovih predstavnika muške gonopore se nalaze daleko iza segmenta u kojima su smješteni sjemenici. Uglavnom su terestrični predstavnici, uz mali broj akvatičnih. Imaju najčešće od dvije do četiri hete smještene u grupama. Najpoznatija vrsta iz porodice *Lumbriculidae* je kišna glista (*Lumbricus terrestris*).

Subclassis Hirudinea

Pijavice nastanjuju slatke vode, mada ima i terestričnih i morskih vrsta. Dužina pijavica se kreće od 2 do 5 cm. Tijelo im je dorzoventralno spljošteno, građeno od 34 segmenta (ako se računa i prostomijum), ali posmatrano spolja, izgleda kao da svaki segment sadrži sekundarni segment, usljed čega se stiče utisak da pijavica ima mnogo veći broj segmenata. Sekundarni segmenti ili *annuli*, zahvataju samo površinske dijelove segmenata. Glaveni region je građen od prostomijuma i još četiri segmenta modifikovana u prednju pijavku koja okružuje usni otvor. Na glavi sa dorzalne strane imaju od dva do deset pari očiju, a duž tijela imaju grupacije čulnih ćelija. Klitelum je građen od tri segmenta i na njemu se nalaze polni otvori. Zadnja pijavka je građena od šest do sedam segmenata, a iznad nje se nalazi analni otvor.

Pijavice su ektoparaziti beskičmenjaka i kičmenjaka, međutim ima i slobodnoživećih vrsta. Njihove pljuvačne žlijezde luče antikoagulant hirudin, koji sprečava zgrušavanje krvi. Crijevni sistem je prostran i može da ima izraštaje „divertikulume“. Pijavice sišu velike količine krvi, a poslije toga mogu da se ne hrane i više mjeseci. Medicinska pijavica (*Hirudo medicinalis*) normalno se hrani dva puta godišnje. Pijavica se kreće tako što se pripije prednjom pijavkom za podlogu, privuče zadnji kraj tijela, čiju pijavku pričvrsti blizu prednjeg kraja, koju tada opusti i pomjeri naprijed.

Pijavice se od svih člankovitih crva razlikuju po tome što su im pregrade između segmenata, septe, iščezle, i što su im celovski prostori veoma redukovani. Imaju dobro razvijene čulne organe. Pijavice su hermafroditne, oplodjenje je unutrašnje i oplodena jaja se polažu u kožastim kokonima na vodene biljke, ili ispod kamenja u vodi, dok ih neke vrste nose na ventralnoj strani tijela. Razviće je direktno i mlade pijavice izlaze iz jaja već potpuno formirane.

Potklasa Hirudinea dijeli se na redove: Acanthobdellida, Rhynchobdellida, Arhynchobdellida.

Ordo Acanthobdellida – primitivne pijavice sa nizom osobina svojih predaka maločekinjastih crva. Prednja pijavka je ili slabo razvijena ili potpuno redukovana. Na pet prednjih tjelesnih segmenata sa ventralne strane tijela prisutne su hete. Imaju 30 tjelesnih segmenata, a svaki segment je sastavljen od četiri prstena „anulusa“. Ovdje spada poznata vrsta *Acanthobdella peledina*.

Ordo Rhynchobdellida – isključivo akvatične, listolike ili crvolike pijavice, malih i srednjih dimenzija. Oči su na sredini prednjeg kraja tijela, a broj varira od dva do osam. Segmenti sadrže najčešće po tri prstena (anulusa), a kod nekih čak i do 14. Imaju dobro razvijenu rilicu, koja je na prednjem kraju digestivnog sistema i može da se izbacuje preko usnog otvora. Nemaju hete. Ovdje spadaju poznate vrste: *Theromyzon tessulatum*, *Hemiclepsis marginata*, *Glossiphonia complanata*, *Piscicola geometra* i dr.

Ordo Arhynchobdellida – pijavice srednjih (5-6 cm) i krupnijih dimenzija (iznad 10 cm tjelesne dužine). Oči im se nalaze po ivici prednjeg kraja tijela i to četiri ili pet pari. Po pet anulusa imaju u segmentima. Krvna tečnost im je crvene boje usljed prisustva hemoglobina. U prednjem dijelu ždrijela su tri čeljusti sa zubićima u obliku obrnutog slova Y. Nemaju rilicu. Ovdje spada poznata vrsta *Hirudo medicinalis*.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati mikroskopske preparate Annelida uz pomoć mikroskopa

Korak 2. U predviđeni prostor upisati odgovarajuće taksonomske kategorije.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Nereis pelagica*

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Palola viridis*

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Lumbricus terrestris*

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Tubifex tubifex*

Phylum _____

Classis _____

Subclassis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Hirudo medicinalis*

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA:

1. Tjelesna duplja člankovitih crva je:

- a) celom
- b) pseudocelom
- c) gastrovaskularna duplja

2. Čekinjete hete služe za:

- a) ishranu
- b) kretanje
- c) disanje

3. Člankoviti crvi se dijele na:

- a) mnogočekinjaste, maločekinjaste i zemljišne crve
- b) maločekinjaste, zemljišne crve i pijavice
- c) mnogočekinjaste, maločekinjaste crve i pijavice
- d) mnogočekinjaste i klilelatne crve

4. Krvni sistem člankovitih crva je:

- a) otvoren
- b) zatvoren
- c) nemaju krvni sistem

NEŠTO VIŠE

Samoanski palolo crv (*Palola viridis*) je jedinstvena vrsta među mnogočekinjastim crvima, a evo i zašto: jednom do dva puta godišnje, u posljednjoj Mjesečevoj mijeni, ovi crvi isplivavaju na površinu vode da bi se razmnožavali. Tada na zadnjem kraju tijela formiraju brojne članke – epitoke, u kojima se nalaze samoreprodukujuće ćelije. Epitoke se odvajaju od tijela i pojavljuju u masi. Lokalno stanovništvo ih sakuplja i sa uživanjem jede, jer su pune proteina i minerala, a zovu ih još i „paciifički kavijar“.

LABORATORIJSKA VJEŽBA

DISEKCIJA KIŠNE GLISTE

Cilj vježbe: savladavanje tehnike disekovanja i upoznavanje sa spoljašnjom i unutrašnjom morfologijom kišne gliste

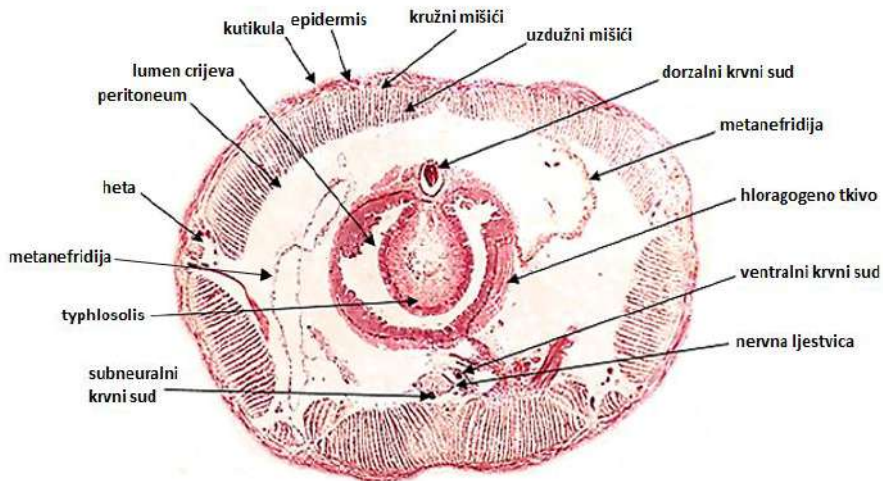
Potreban materijal: kišna glista, 10-20% alkohol etanol, pinceta, makaze, čiode, kadica sa voštanim slojem, lupa

UPUTSTVO ZA RAD :

Korak 1. Sakupiti kišne gliste, staviti ih u sud sa vodom i očistiti od sluzi i zaostalih čestica zemlje po površini tijela.

Korak.2. Izučavanje spoljašnje morfologije – prije disekcije, potrebno je upoznati se sa spoljašnjom morfologijom. Tijelo kišne gliste je izduženo, cilindrično, bilateralno simetrično, dužine do 30 cm. Imaju blijedo-ljubičastu boju, s tim što je leđna strana tamnija od trbušne. Prednji kraj tijela je cilindričnog oblika, špicast, dok je zadnji dio spljošten u leđno-trbušnom(dorzo-ventralnom) pravcu. Segmentacija tijela je homonomna i broji od 110 do 180 segmenata. Prvi segment (*prostomium*) odozgo pokriva usni otvor koji se nalazi na drugom segmentu (*peristomium*), a na zadnjem segmentu (*pygidium*) nalazi se analni otvor. Između 32. i 37. segmenta nalazi se zadebljanje (*clitellum*) pomoću kojeg se jedinice priljubljuju jedna uz drugu, a učestvuje i u pravljenju kokona. Na svakom segmentu postoji četiri para čekinja (*chaetae*) smještenih u džepovima tjelesnog zida. Čekinje se mogu izvaditi pincetom i posmatrati pod mikroskopom.

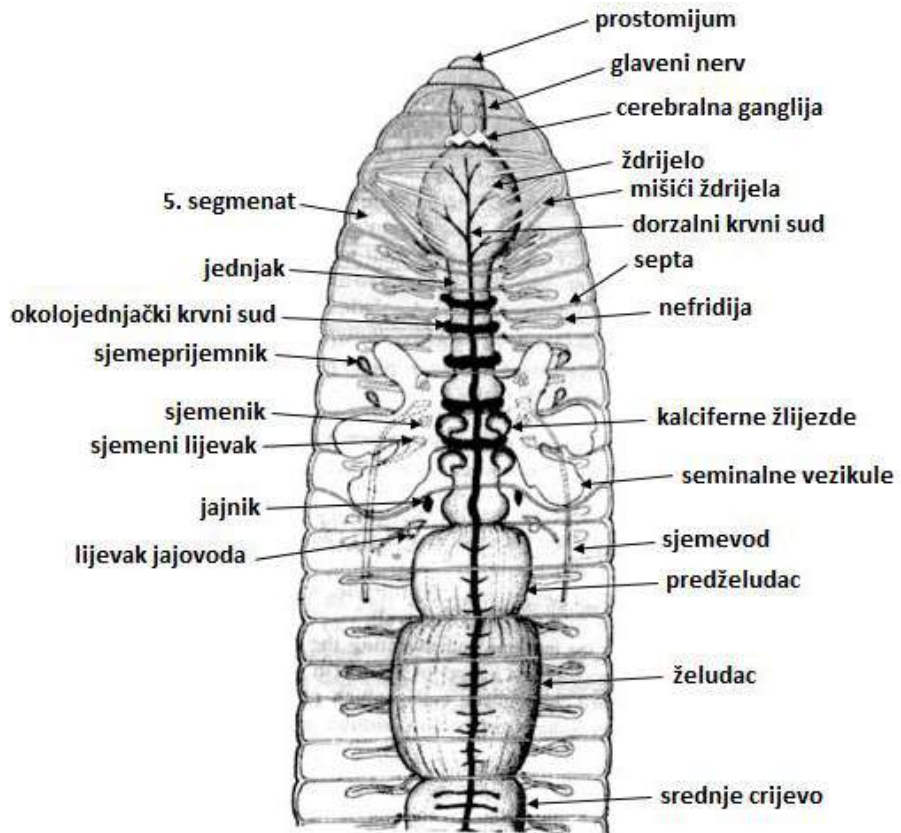
Korak.3. Izučavanje unutrašnje morfologije – posmatranje poprečnog presjeka i disekcija fiksiranog materijala. Proučavanje građe kožno mišićnog sloja i unutrašnjih organa omogućavaju histološki preparati (slika 50). Mikroskopom izvršiti posmatranje, i to najprije na malom (10x), a onda na srednjem (40x) uvećanju.



Slika 50. *Lumbricus terrestris* – poprečni presjek u nivou srednjeg crijeva (orig. foto)

- Korak 4. Da bi se upoznali sa unutrašnjom građom, pored posmatranja trajnog preparata poprečnog presjeka, potrebno je uraditi i disekciju (slika 51).
- Korak 5. Jedan sat prije disekcije, kišnu glistu staviti u sud sa 10-20% alkoholom etanolom. Na taj način glista će se umiriti.
- Korak 6. Ukoliko se uvija, potrebno ju je ispraviti i staviti u kadicu za disekciju. Čiodama fiksirati kišnu glistu za dno kadiće probadanjem kroz prednji i zadnji kraj tijela. Ventralna strana treba da bude okrenuta prema podlozi, a dorzalna prema posmatraču.
- Korak 7. Iznad kliteluma malim i oštrim makazama praviti rez do prostomijuma, malo bočno od mediodorzalne linije kako se ne bi oštetio dorzalni krvni sud.
- Korak 8. Pomoću većeg broja čioda pričvrstiti tjelesni zid sa obe strane za podlogu.
- Korak 9. Posmatrati digestivni sistem kišne gliste koji počinje usnim otvorom, ventralno na peristomijumu, i vodi u malu usnu šupljinu. Zatim dolazi ždrijelo (*pharynx*) koje se prostire do zaključno 6. segmenta i ima jako razvijenu muskulaturu. Ždrijelo prolazi u jednjak (*oesophagus*) koji je relativno dug i prostire se do 13.

segmenta. U njega se otvaraju tri para krečnjačkih žlijezda (Morenove žlijezde) čiji sekret neutralizuje humusne kiseline iz hrane. One leže na 10., 11. i 12. segmentu i vide se kao bijele ljuspaste izbočine sa obe strane jednjaka. Jednjak prelazi u proširenje – žljezdani želudac (voljku) koji se nalazi na 15. i 16. segmentu, a zatim slijedi žljezdani želudac koji se prostire od 17. do 19. segmenta. Srednje crijevo počinje od 20. segmenta i pruža se skoro do zadnjeg kraja tijela. Uočava se kao široka prava cijev, koja sa dorzalne strane ima olučasto udubljenje, „*typhlosolis*“. Što se tiče krvnog sistema, na disekovanom objektu vidi se dorzalni krvni sud (*vas dorsalis*) iznad crijeva cijelom dužinom tijela, i poprečni krvni sudovi u svakom segmentu. Od posljednjih najbolje su razvijeni i dobro se vide pet pari koji se nalaze od 7. do 11. segmenta. Ovi krvni sudovi imaju mišićne zidove i mogu da pulsiraju. Ako je kišna glista relativno skoro narkotisana, može se uočiti i pulsiranje takozvanih „bočnih srca“. Ekskretorni sistem je metanefridijski, a metanefridije su parno raspoređene u svakom segmentu osim u prva tri. Uočiti ih na disekovanoj glisti sa strane crijeva kao bjeličaste izuvijane kanaliće. Nervni sistem se može posmatrati kada se prethodno odstrani crijevo. Na disekovanoj glisti može se dobro vidjeti nadždrijelna ganglija (iznad ždrijela) i okoloždrijelni nervni prsten u 3. segmentu. Nadždrijelna ganglija (mozak) sastavljen je od dvije spojene ganglije kruškolikog oblika i mliječno-krem boje. Od nje polaze četiri nerva od kojih dva idu u prostomijum, a preostala dva polaze ispod ždrijela i vezuju se sa podždrijelnom ganglijom, a samim tim počinje ventralno nervno stablo. Nervno stablo se vidi kao svijetla bjeličasta traka sa ganglijskim zadebljanjem u svakom segmentu. Od svake ganglije ventralnog nervnog stabla polaze po tri nerva koji se pod lupom mogu dobro vidjeti. *Lumbricus terrestris* je hermafrodit, kao i sve ostale oligohete. Muški polni sistem čine dva para sjemenika smještene u sjemenim kapsulama i nalaze se u 10. i 11. segmentu. Sa sjemenika polaze sjemeni ljevci, a na njih se nastavljaju sjemevodi koji se otvaraju na 15. segmentu gonoporom. Ženski polni sistem je građen od para jajnika i dva para sjemeprijemnika (*receptaculum seminis*). Jajnici se nalaze u 13. segmentu, a sa njih polaze ljevkastii jajovodi koji se otvaraju ventralno na sljedećem segmentu. Po jedan par sjemeprijemnika se nalazi u 11. i 12. segmentu, jasno su uočljivi golim okom, a imaju loptast oblik i bjeličastu boju.



Slika 51. *Lumbricus terrestris* – uzdužni presjek
(prema: Petrov i sar., 2005)

ZGLAVKARI (PHYLUM ARTHROPODA)

Zglavkari su evoluciono i ekološki veoma uspješna grupa u životinjskom svijetu, što se ogleda u milionskom broju vrsta. Do sada je opisano preko 3 miliona vrsta, što predstavlja oko tri četvrtine svih živih organizama na Zemlji. Smatra se da su se na našoj planeti pojavili pre oko 500 miliona godina, a i dalje se razvijaju kao grupa u raznim pravcima.

Imaju ogroman ekološki značaj i rasprostranjeni su u morskoj i slatkoj vodi, na kopnu (od tropskih do polarnih predjela), u pustinjama i na visokim planinama.

Segmentacija tijela zglavkara je heteronomna, što znači da segmenti nisu jednaki ni po izgledu ni po funkciji. Tjelesni segmenti se srastanjem grupišu u dva ili tri tjelesna regiona. Ta pojava se označava kao tagmatizacija. Ekstremiteti zglavkara su zglobljeni sa tijelom i svaki se sastoji od više članaka koji su pokretno zglobljeni. Ekstremiteti su u pojedinim grupama zglavkara redukovani ili potpuno izgubljeni na pojedinim segmentima ili tjelesnim regionima.

Osnovni tjelesni regioni zglavkara su glava (*cephalon*), grudi (*thorax*) i trbuh (*abdomen*), ali u pojedinim grupama se ovi regioni drugačije grupišu. Tako su, na primjer, glava i grudi kod rakova često srasli u jedinstveni glavenogrudni region, koji se naziva cefalotoraks, dok se kod paukolikih životinja glavenogrudni i trbušni region nazivaju prozoma i opistozoma zbog nešto drugačijeg rasporeda segmenata u glavenogrudnom i trbušnom regionu, u odnosu na rakove.

Na površini tijela zglavkara nalazi se čvrsti egzoskelet od hitinske kutikule, koji, kao oklop, štiti tijelo. Kutikulu luči jednoslojni epidermis koji se nalazi na čitavoj površini tijela i tjelesnih nastavaka, a oblaže i prednje i zadnje crijevo. Kutikula je složene građe i sastoji se od dva osnovna sloja: tankog, spoljašnjeg, voštanog sloja, u kome nema hitina i koji se označava kao epikutikula i debljeg, unutrašnjeg sloja, u kome se nalazi hitin, a često i mineralne soli, koji se označava kao prokutikula. Voštani površinski sloj štiti terestrične zglavkare od isušivanja.

Kutikula zglavkara je izdijeljena u ploče i prstenove. Svaki segment tijela najčešće ima četiri ploče: dorzalnu (*tergit*), dvije bočne, pleuralne

(*pleure*) i ventralnu (*sternit*). Kutikula ekstremiteta je podijeljena u cjevaste dijelove ili članke koji su u zglobovima međusobno povezani tankim pokretnim membranama. Čvrst omotač zglavkara služi kao dobra zaštita tijela, ali i kao oslonac za mišiće, pa se zbog toga i naziva spoljašnji skelet. On, kao kakav oklop, ograničava rast, koji je kod zglavkara omogućen periodičnim presvlačenjem. Presvlačenje kod zglavkara je složen fiziološki proces koji je pod hormonskom kontrolom. Iz epidermisa se luči enzim koji rastvara osnovu stare kutikule, pri čemu se ona potpuno odvaja od tijela. Ovaj proces je praćen formiranjem nove kutikule. Prvo se obrazuje epikutikula, koja štiti prokutikulu od enzima, a zatim prokutikula. Nakon formiranja nove kutikule, stara se odbacuje. Stara kutikula na leđnoj strani puca i kroz pukotinu se jedinka izvlači iz starog kutikularnog oklopa. Nova kutikula je kratko vrijeme nakon presvlačenja mekana i elastična, što omogućava rast i izduživanje tijela. Presvlačenje se kod pojedinih vrsta odvija u određenom periodu godine, a period između dva presvlačenja naziva se stadijum.

Zglavkari imaju dobro razvijenu poprečno-prugastu muskulaturu. Ona je najizraženija kod insekata letača ili nekih vodenih vrsta, posebno onih koje se kreću brzo. Ekstremiteti zglavkara funkcionišu po principu poluga (što je fizički veoma efikasno), a pokreću ih poprečno prugasti mišići. Kod zglavkara se po prvi put u evoluciji životinja javlja mišićni sistem organizovan u vidu snopova, vezanih za unutrašnju stranu egzoskeleta. Kod zglavkara se javlja specijalizacija ekstremiteta, pri čemu oni imaju, osim lokomotorne, i druge funkcije (uzimanje hrane, pridržavanje jaja, disanje, napad i odbrana itd.). Nervni sistem zglavkara je po tipu ljestvičast, sa ganglijama i mozgom. Čula su dobro razvijena, prije svega čulo vida i čulo mirisa. Tjelesna duplja zglavkara predstavlja mješovitu duplju – miksocele. Cirkulatorni sistem je otvorenog tipa, kojeg čini srce građeno od jedne ili više linearno raspoređenih komora, koje imaju ostije kroz koje hemolimfa dospjeva iz perikardijalne duplje. Hemolimfa dijelom teče zatvorenim sudovima, a dijelom se razlijeva u međućelijske prostore i tako dospjeva do svih dijelova tijela. Respiracija kod većine kopnenih vrsta vrši se pomoću traheja i specijalnih pluća, a kod vodenih organizama pomoću škrga. Organi za ekskreciju se razlikuju kod akvatičnih i terestričnih zglavkara. Naime, akvatični zglavkari posjeduju antenalne i maksilarne žlijezde (npr. rakovi), preko kojih u spoljašnju sredinu izlučuju amonijak. Kopneni zglavkari (npr. insekti, stonoge i paukoliki zglavkari) uglavnom izlučuju mokraćnu kiselinu, a organi za ekskreciju su Malpigijevi sudovi smješteni na prelazu srednjeg i zadnjeg crijeva. Hrane se biljkama, drugim životinjama, organskom materijom u

raspadanju, mogu biti filtratori, ali i paraziti. Crijevo im je kompletno, a detalji građe zavise od načina ishrane i grupe zglavkara.

Razmnožavaju se najčešće polno, pri čemu je većina zglavkara odvojenih polova. Postoje i različiti vidovi bespolnog razmnožavanja kao što je partenogeneza (paličnjaci, biljne vaši, vodene buve), poliembrionija (mnogi parazitski opnokrilci) i drugi.

Filum Arthropoda se dijeli na četiri podtipa: Trilobitomorpha, koje su izumrle, Chelicerata, Crustacea i Uniramia.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati makroskopske preparate: pauka, raka, stonoge i insekta.

Korak 2. U predviđeni prostor nacrtati navedene predstavnike zglavkara.

Korak 3. Predstaviti regionalnu diferencijaciju tijela zglavkara tako što će se kod svakog od navedenih predstavnika glaveni region obojiti žutom, grudi narandžastom, a trbuh plavom bojom. Uočiti da je segmentacija tijela zglavkara heteronomna, što znači da segmenti nisu jednaki ni po izgledu, ni po funkciji.

Korak 4. Uz pomoć dostupne literature i uz rukovodstvo predmetnog asistenta uočiti kod kojih predstavnika je došlo do srastanja (grupisanja) tjelesnih regiona tj. do tagmatizacije.

<i>pauk</i>	<i>rak</i>
<i>stonoga</i>	<i>insekt</i>

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA:

1. Zglavkari imaju:

- a) zglobno spojene ekstremitete
- b) pokretno spojene ekstremitete
- c) elastične ekstremitete

2. Cirkulacioni sistem zglavkara je po tipu:

- a) zatvoren
- b) otvoren
- c) nemaju cirkulacioni sistem

3. Evolutivno, ekološki najuspješnija grupa zglavkara su:

- a) stonoge
- b) rakovi
- c) insekti

4. Malpigijevi sudovi su organi za:

- a) razmnožavanje
- b) kretanje
- c) izlučivanje

NEŠTO VIŠE

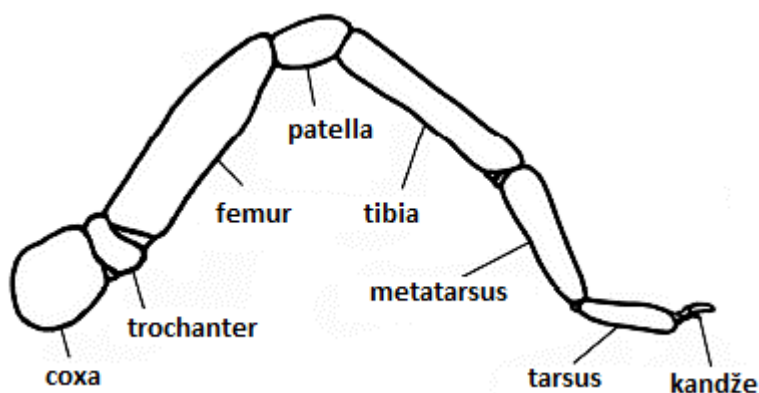
Veliki događaj u evoluciji živog svijeta bio je izlazak na kopno. Smatra se da se to moglo dogoditi u siluru i devonu, prije oko 400 – 500 miliona godina. Obzirom da je u to vrijeme nastao ozonski omotač koji je štitio žive organizme od pogubnog ultravioletnog zračenja i van vode, istovremeno su kopnenu sredinu osvajale i prve kopnene biljke, gljive i životinje koje su se dalje zajedno razvijale formirajući složene međuodnose, što se u biologiji zove koevolucija. Danas se mnogi naučnici slažu da su kopno ipak prvo osvojile biljke, oko 50 miliona prije prvih životinja, i da su „pripremile teren“ za nove stanovnike. Kopno je tada bilo stjenovito i negostoljubivo, pa je tek boravkom biljaka postalo rastresito, puno hrane i skloništa za prve zglavkare za koje se smatra da su bili sitni, puzeći, nalik današnjim stonogama.

PAUKOLIKE ŽIVOTINJE (SUBPHYLUM CHELICERATA)

Paukolike životinje predstavljaju veliku grupu zglavkara koja se prilagodila životu u kopnenoj sredini, izuzev vrsta iz primitivnih klasa Merostomata i Pycnogonida koje žive u morima i okeanima.

Tijelo im je podijeljeno na dva tjelesna regiona: prozoma (*prosoma*) i opistozoma (*opisthosoma*). Prozoma je prekrivena karapaksom.

Na prozomi se nalazi šest pari ekstremiteta od kojih su karakteristične helicere i pedipalpi, kao i četiri para ekstremiteta za hodanje. Noge za hodanje su sastavljene od sedam članaka: *coxa*, *trochanter*, *femur*, *patella*, *tibia*, *metatarsus* i *tarsus*. Ostali zglavkari imaju šest članaka to jest bez *patele* (slika 52).



Slika 52. *Chelicerata* – opšti plan građe nogu
(prema: Žikić i sar., 2012)

Opistozoma helicerata je građena od 13 segmenata i telzona. Kod najvećeg broja vrsta ekstremiteti opistozome su redukovani ili su transformisani u genitalne strukture ili paučinaste bradavice. Razmjena gasova kod najprimitivnijih (Merostomata) obavlja se preko spoljašnjih škrga, a kod suvozemnih vrsta preko listolikih pluća ili traheja. Ekskrecija kod paukolikih životinja se obavlja koksalnim žlijezdama ili Malpigijevim sudovima. Polni sistem im je gonohoristički. Česta je pojava polnog

dimorfizma. Oplođenje može biti spoljašnje (kod akvatičnih) ili unutrašnje (kod terestričnih predstavnika). Razvijaju se preko larvi, kod nekih sa više stadijuma, dok neke imaju direktno razviće. Paukolike životinje su pretežno predatori koji mogu da plijen djelimično svare prije nego što ga unesu u svoje crijevo tako što ga rastvore enzimima i onda ga u polutečnom stanju usisaju. Prethodno plijen parališu ili ubiju otrovom iz otrovnih žlijezda smještenih pored usnog otvora.

Subphylum Chelicerata se dijeli na tri klase: Merostomata, Pycnogonida i Arachnida.

Classis Merostomata

Većina predstavnika ove klase je izumrla, sem nekoliko vrsta, od kojih je najpoznatija *Limulus polyphemus* – nazvan i potkovičasti rak koji naseljava sjeverozapadnu obalu Atlanskog okeana.

Classis Pycnogonida

Morski pauci uglavnom su sitnijih dimenzija (1-10 mm), mada neke polarne vrste mogu biti i veće. Tijelo im je podijeljeno na dva tjelesna regiona: prozomu i jako redukovanu opistozomu.

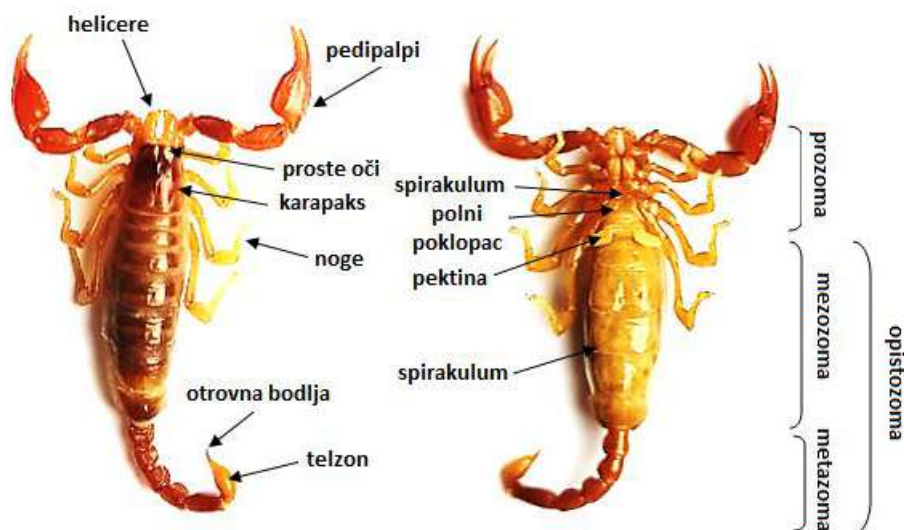
Classis Arachnida

Arahnida su najbrojnija klasa paukolikih životinja. Skoro isključivo su kopnene životinje, dok se samo mali broj vrsta prilagodio na život u vodi. Uglavnom su predatori i hrane se drugim sitnim beskičmenjacima. Tijelo je diferencirano na prozomu (*prosoma*) i opistozomu (*opistosoma*) koje mogu biti razdvojene pedicelom (*pedicel*), kao kod paukova. Tijelo je kod većeg broja vrsta prekriveno dlačicama i drugim izraštajima. Na prozomi se nalazi veći broj prostih očiju, helicere, pedipalpi, i četiri para ekstremiteta za hodanje sa sedam članaka. Na opistozomi nemaju ekstremitete, ili su transformisani u paučinaste bradavice i druge strukture.

U okviru klase Arachnida najpoznatiji su redovi: Scorpiones, Pseudoscorpiones, Aranea, Opiliones i Acarina.

Ordo Scorpiones – škorpije spadaju među najkrupnije i najstarije paukolike zglavkare. Prvi su suvozemni zglavkari. Aktivne su pretežno noću i uglavnom su vezane za tropske i subtropske predijele, mada ih ima i u umjerenoj zoni. Tijelo škorpija je dorzoventralno spljošteno i podijeljeno na kratku prozomu i dužu opistozomu, koje nisu jasno razdvojene. Prozoma je pokrivena karapaksom, na prednjem kraju se nalazi par krupnih očiju, dva

do pet pari ocela, sitne helicere, krupni pedipalpi, sa klještolikim vrhovima i sa četiri para ekstremiteta za hodanje. Opistozoma je diferencirana na dva dijela: širu mezozomu (*mesosoma*), sastavljenu od sedam segmenata i užu metazomu (*metasoma*), sastavljenu od pet segmenata. Na opistozomi se sa ventralne strane nalaze parne češljolike strukture (*pectinae*) koje imaju čulnu funkciju. Naime, one pri kretanju dodiruju podlogu, pa se smatra da imaju ulogu u detekciji vibracija tla i određivanja vlažnosti. Na posljednji opistozomalni segment se nastavlja telzon koji nosi otrovnu bodlju (slika 53). Otrovnost se luči kroz oštru otrovnu bodlju, koju drže u karakterističnom položaju iznad tijela, uvijek spremnu za napad. Otrovnost nekih tropskih škorpija može biti smrtonosna, a radi se o otrovu iz grupe neurotoksina, što znači da dijeluju na prenos nervnih nadražaja. U našim krajevima žive vrste iz roda *Euscorpium*. To su škorpije manjih dimenzija tijela (do nekoliko centimetara), koje se hrane sitnim beskičmenjacima i nisu opasne za čovjeka.

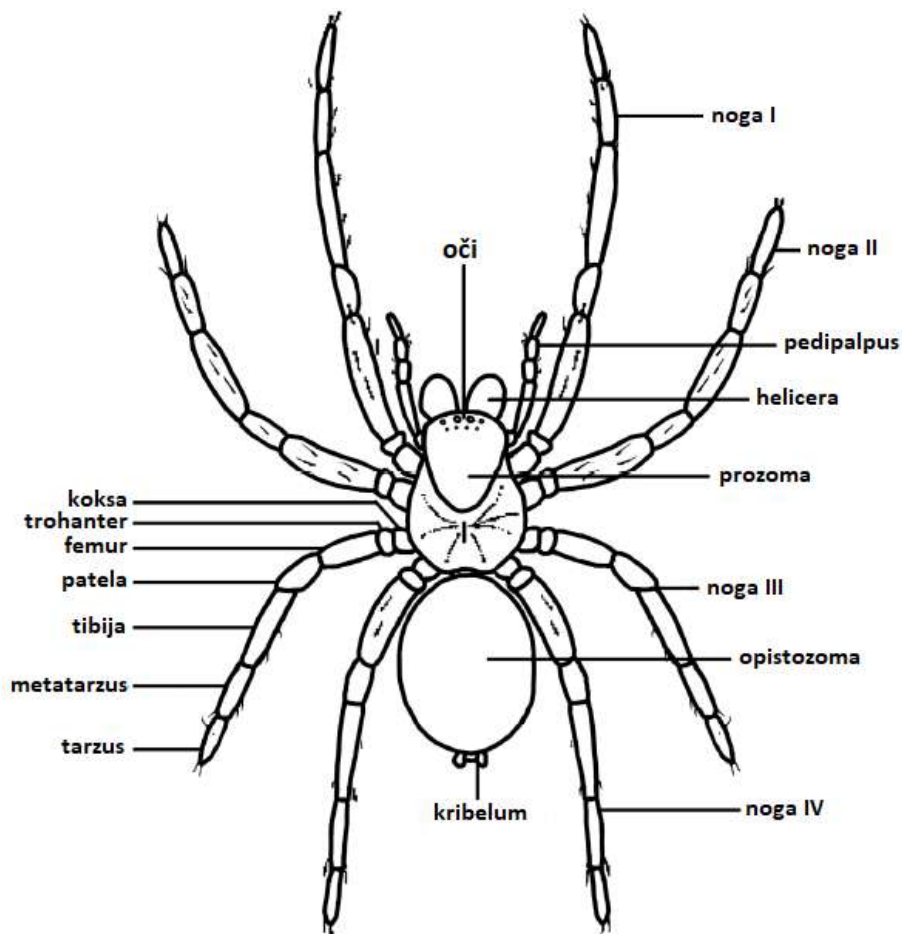


Slika 53. Škorpija – morfologija: dorzalna (lijevo) i ventralna strana tijela (desno) (orig. foto)

Ordo Pseudoscorpiones – lažne škorpije su sitni organizmi, do 8 mm dužine. Lažne škorpije imaju klještolike pedipalpe, te po tome podsjećaju na škorpije. Međutim, njihova opistozoma je jedinstvena, kratka i široka, i bez otrovne bodlje. Izvodni kanali otrovnih žlijezda im se otvaraju na pedipalpima, a helicere su u vezi sa parnim paučinastim žlijezdama koje su smještene u prozomi. Od paučinastih niti prave zaklon tokom nepovoljnog perioda godine i tokom presvlačenja. Takođe, od paučinastih niti obrazuju kokone za oplođena jaja, koja ženke nose neko vrijeme na ventralnoj strani tijela. Široko su rasprostranjene. Žive na

skrovitim mjestima, u pećinama, ispod lišća i kamenja, pod korom starog drveća, u gnijezdima ptica i dr.

Ordo Aranea – pauzi su veoma brojna grupa u okviru klase Arachnida. Široko su rasprostranjeni. Najveći broj vrsta prilagodio se suvozemnom načinu života, ali pojedine vrste su se prilagodile životu u vodi. Tijelo paukova je jasno diferencirano na prozomu (*prosoma*) i opistozomu (*opistosoma*) koje su spojene drškom (*pedicel*). Na prozomi se nalazi veći broj (6-8) prostih očiju, a kod nekih pećinskih vrsta oči su potpuno redukovane. Helicere su u vidu dvočlankovitih izraštaja, na vrhovima imaju otvor kanalića otrovnih žlijezda. Pedipalpi su relativno kratki, člankoviti (građeni od 6 članaka), nose brojne čulne dlačice, kod mužjaka služe i kao organ za zahvatanje i prenošenje spermatozoida (spermatofora) do ženskog polnog otvora. Imaju četiri para nogu za hodaње koje su člankovite (građene od 7 članaka), duže su od pedipalpa, a pored lokomocije služe i za pravljenje paučine (slika 54). Opistozoma je loptasta i nesegmentisana, nosi listolika pluća, otvor genitalnog aparata, a na njenom zadnjem kraju nalaze se paučinaste bradavice. U bazi prednjeg para bradavica se nalazi hitinska pločica (*kolulus*), koja predstavlja rudiment kribeluma (*cribellum*) koji je u obliku sita kroz čije otvore se izbacuje paučina. Paučinaste niti koje se luče iz paučinastih žlijezda u dodiru sa vazduhom očvrstnu. Iako paučinaste niti izgledaju krhko one su zapravo jače od čelične niti proporcionalno iste debljine. Paučinastim bradavicama se raspreda paučina koja služi za lov, oblaganje gnijezda, za prenošenje spermatofora do ženke i dr.



Slika 54. Araneae: spoljašnja morfologija - opšti plan građe (Žikić i sar., 2012)

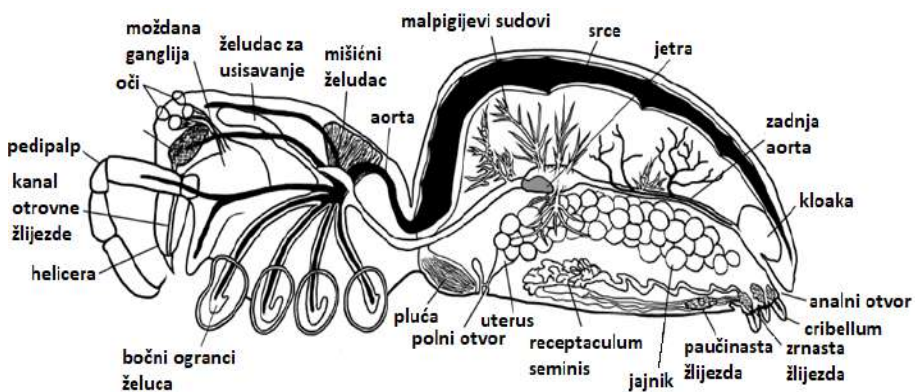
Crijevni sistem počinje usnim otvorom koji se nastavlja u ždrijelo, zatim slijedi jednjak, pa mišićavi „usisavajući“ želudac, koji pumpnim pokretima usisava polutečnu hranu. Želudac se nastavlja na srednje crijevo koje je prilično razgranato, zatim slijedi zadnje crijevo i analni otvor.

Disanje se obavlja listolikim plućima koja se nalaze u prednjem dijelu opistozome. Ta pluća predstavljaju nabore tjelesnog zida i posebnim otvorom su u komunikaciji sa spoljašnjom sredinom. Mnogi pauzi osim pluća imaju i traheje, cjevčice koje se nalaze po cijelom tijelu i obložene su kutikulom.

Kao i kod ostalih zglavkara, i kod pauka se sreće otvoren cirkulatorni sistem. Centralno, u opistozomi, sa leđne strane, nalazi se cjevasto srce koje svojim kontrakcijama pomaže cirkulaciju hemolimfe kroz tijelo. Od srca polaze glavni cirkulacioni sudovi, aorta i arterije, koje se granaju na

manje sudove i na taj način se čitavo tijelo snabdijeva kiseonikom koji u cirkulacionu tečnost dospijeva iz pluća.

Kao ekskretorni organi funkcionišu koksalne žlijezde koje su ime dobile po tome što se nalaze u osnovi koksi (prvi članak nogu, kuk), ali i Malpigijevi sudovi koji su smješteni na granici srednjeg i zadnjeg crijeva. Nervni sistem je skoncentrisan u prozomi i čine ga parovi ganglija koji su stopljeni u jedinstvenu masu. Od nje polaze nervi prema očima i ustima, kao i prema nogama za hodanje. Od čula, najvažniju ulogu imaju proste oči (ocele) kojih je osam, najčešće su raspoređene u dva reda po četiri, ali i čula dodira predstavljena u vidu brojnih dlačica.



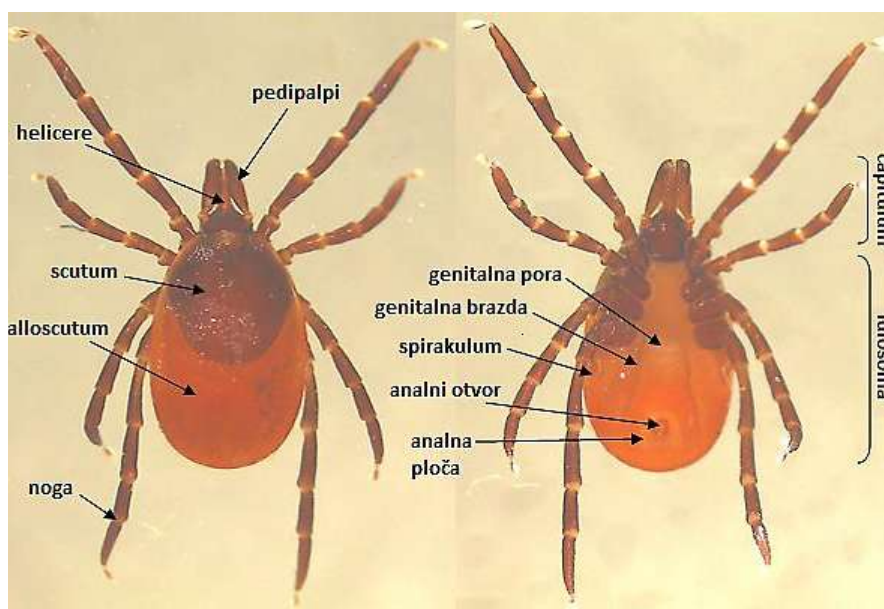
Slika 55. Araneae – unutrašnja građa (Žikić i sar., 2012)

Pauci su odvojenih polova i najčešće se mužjaci razlikuju od ženki po tome što su sitniji. Polne žlijezde su smještene u opistozomi (slika 55). Mužjaci pakete spermatozoida prenose do polnog otvora ženke uz pomoć pedipalpa.

Ordo Opiliones – kosci su slični paucima, međutim, prozoma je široko spojena sa opistozomom i nemaju suženje (*pedicel*). Za kosce je karakteristično da imaju izdužene ekstremitete koji, osim što služe za kretanje, nose i organe čula dodira što im omogućava da lakše pronalaze plijen. Kada su u opasnosti kosci imaju sposobnost autotomije jednog ekstremiteta koji se ne regeneriše. Heliçere su im tročlane, na vrhovima su klještolike. Kosci su predatori i najčešće se hrane drugim zglavkarima i sitnim puževima, dok su neke vrste označene kao fitofagne, a hrane se biljnim materijalom u raspadanju. Kosci žive u travi, na livadama i na opalom lišću u šumama, a kod nas je česta vrsta *Phalangium opilio*.

Ordo Acarina – grinje i krpelji su vrlo brojna grupa paukolikih životinja. Veoma su sitni, jedva da se mogu videti golim okom, pa se smatra da su

nedovoljno istraženi. Vode uglavnom parazitski način života, pa je i njihov plan građe pretrpio izvjesne izmjene. Tijelo im je okruglasto, spljošteno, a granica između prozome i opistozome se i ne uočava, kao ni segmentacija (slika 56). Ovo je značajna grupa jer mnoge vrste parazitiraju na ljudima, domaćim i divljim životinjama i pri tome mogu biti vektori uzročnika mnogobrojnih oboljenja. Neke vrste akarina žive na biljkama i nanose značajne štete. Pretežno su sitni organizmi, od 0,25 do 0,75 mm, a najkrupniji su dugački do 20 mm. Tijelo im je okruglasto, dorzoventralno spljošteno, a prozoma i opistozoma su fuzionisani i pokriveni zajedničkim karapaksom. Glaveni dio na kome se nalazi usni aparat se naziva gnatozoma (*capitulum*). Usni aparat je specijalizovan za probijanje tjelesnog zida domaćina i građe ga helicere, pedipalpi i cjevasta struktura (*hypostom*). Pedipalpi i prvi ekstremiteti za hodanje imaju taktilnu ulogu. Imaju četiri para nogu za hodanje (građene od 6 članaka), a njihova veličina jako varira.



Slika 56. Obični krpelj – morfologija: dorzalna (lijevo), ventralna strana tijela (desno) (orig. foto)

Grinje i krpelji dišu cijelom površinom tijela ili preko traheja čiji se otvori nalaze u osnovi ekstremiteta. Odvojenih su polova, a kod nekih je prisutna i partenogeneza. U toku razvoja prolaze kroz nekoliko stadijuma larve (nimfe). Pored velikog broja krpelja i grinja koje žive kao ekto- ili endoparaziti čovjeka, životinja i biljaka, mnoge vrste žive u zemlji, slanoj i slatkoj vodi. Poznati rodovi kod nas su obični krpelj (*Ixodes*), ptičji krpelj (*Argas*), i šugarci (*Sarcoptes*).

Šugarac je parazit koji se prenosi direktnim kontaktom s oboljelom osobom. Ženka šugarca buši hodnike kroz rožni sloj kože i tu polaže jaja. Simptomi su crvenilo, svrab i promjene na koži, a naročito su izraženi između prstiju, u pazusima i na preponama, odnosno tamo gdje je koža najtanja.

Krpelji su prenosioci raznih bolesti, a najopasnija je lajmska bolest koju izaziva bakterija borelija (*Borrelia burgdorferi*). Ukoliko se nakon uboda krpelja na koži pojavi crvenilo u obliku prstena, znači da je krpelj bio zaražen i treba odmah potražiti ljekarsku pomoć.

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA:

1. Tijelo paukolikih životinja podijeljeno je na:

- a) prozomu i metazomu
- b) prozomu i mezozomu
- c) prozomu i opistozomu

2. Prva dva para ekstremiteta su:

- a) helicere i metamere
- b) pedipalpi i antene
- c) helicere i pedipalpi

3. Za škorpije je karakteristično prisustvo:

- a) paučinastih žlijezda
- b) češljolikih organa
- c) antena

4. Lajmsku bolest izaziva mikroorganizam, a prenosnik je:

- a) krpelj
- b) šugarac
- c) pauk krstaš

NEŠTO VIŠE

Arahnofobija – strah od pauka je jedan od najčešćih strahova (fobija) kod ljudi. Činjenica je da je veoma mali procenat pauka otrovan i da zapravo predstavljaju korisne životinje u borbi protiv insekata nepoželjnih za čovjeka, tako da je ovaj strah iracionalan i nema logično objašnjenje. Ime grupe arahnida potiče iz grčke mitologije. Arahna je bila vješta tkalja koja je voljela da se razmeće svojom vještinom, pa je zato boginja Atina pretvorila u pauka sa zadatkom da stalno tka.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati makroskopske preparate Chelicerata uz pomoć lupe.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati odgovarajuće taksonomske kategorije.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Euscorpium* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Neobisium* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Araneus diadematus*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Latrodectus mactans*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Phalangium opilio*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Ixodes ricinus*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Dermacentor* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Varroa destructor*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Argas persicus*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Sarcoptes scabiei*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Demodex folliculorum*

RAKOVI (SUBPHYLUM CRUSTACEA)

Rakovi su mnogobrojna i veoma stara grupa vodenih zglavkara. Nastanjeni su u morima, brakičnim i slatkim vodama, a samo nekoliko vrsta prilagodilo se životu na kopnu. Od ostalih zglavkara se razlikuju po tome što imaju dva para antena, dvograne ekstremitete i škrge kao respiratorne organe. U živom svijetu su značajni prije svega kao važna karika u lancima ishrane. Veoma su raznovrsna grupa i po veličini, i po izgledu, kao i po načinu života.

Tijelo rakova je heteronomno segmentisano. Na tijelu se razlikuju tri regiona: glava (*cephalon*), grudi (*thorax*) i trbuh (*abdomen*). Kod većine rakova grudni segmenti se spajaju sa glavom u zajednički glavenogrudni region (*cephalothorax*).

Na glavi rakova se nalazi jedan par složenih očiju i pet pari glavenih ekstremiteta, koje čine dva para antena (antenule i antene) i tri para usnih ekstremiteta (par mandibula i dva para maksila). Antenule i antene imaju čulnu i lokomotornu funkciju, dok mandibule i maksile služe za pridržavanje i sitnjenje hrane.

Glavenogrudni region većine rakova je prekriven čvrstim omotačem u vidu štita koji se označava kao karapaks. Karapaks ima zaštitnu ulogu i često se proteže naprijed na glaveni region, gdje obrazuje jedan šiljati dio označen kao rostrum, a kod nekih vrsta može zahvatati i zadnji dio tijela odnosno trbušni region. Na grudnom regionu kod rakova se nalaze ekstremiteti, pereopode ili torakopode, koji uglavnom služe za hodanje. Od Crustacea samo viši rakovi (Malacostraca) imaju abdominalne ekstremitete, pleopode, koji su uglavnom adaptirani za plivanje. Ekstremiteti rakova su u osnovi dvograni, ali se u pojedinim regionima javljaju različite modifikacije i redukcije pojedinih grana. Dvograni ekstremitet rakova je građen od osnove (*protopodit*), na kojoj se nalaze dvije grane: spoljašnja (*exopodit*) i unutrašnja (*endopodit*). Ekstremiteti rakova često imaju cilindričan ili listolik izgled.

Rakovi se hrane na različite načine: sitni planktonski račići hrane se filtriranjem hrane iz vode, krupniji su mesojedi, ima onih koji se hrane organskom materijom u raspadanju, a postoje i parazitski predstavnici. Crijevo im je kompletno, čine ga prednje, srednje i zadnje crijevo koje se

završava analnim otvorom na telzonu. U varenju učestvuje i jetra, čiji se kanali ulivaju u crijevo. Često je prednje crijevo obloženo kutikulom, što pomaže u mehaničkom sitnjenju hrane.

Cirkulacioni sistem je kao i kod svih zglavkara, otvoren. U grudnom dijelu se kod većine rakova nalazi srce u koje ulazi oksigenisana hemolimfa, pa se dalje upućuje cirkulacionim sudovima do svih dijelova tijela, pri čemu obilva unutrašnje organe. Sitni rakovi nemaju srce, a hemolimfa se pokreće pokretima cirkulacionih sudova, kao i samog tijela.

Rakovi dišu škragama koje su zapravo vrlo tanki i prokrvljeni elementi ekstremiteta i nalaze se u njihovoj osnovi. Sitni rakovi nemaju škrge i kod njih se disanje obavlja čitavom površinom tijela.

Izlučivanje se kod rakova obavlja uz pomoć izmjenjenih metanefridija koje mogu biti smještene u osnovi antena ili maksila, pa se zovu antenalne ili maksilarne žlijezde.

Nervni sistem je dobro razvijen. Čini ga mozak koji je smješten iznad ždrijela, a koji je sa trbušnom nervnom ljestvicom povezan okoloždrijelnim prstenom, iza čega se pruža nervna ljestvica.

Čulni sistem predstavljen je prije svega parom složenih očiju koje su često smještene na drškama. Oči rakova su slične očima insekata za koje se kaže da imaju mozaični vid. To znači da svaka od nekoliko stotina podjedinica oka vidi djelić slike, poput djelića mozaika. Njihove larve često imaju jedno prosto, neparno oko. Mehanički i hemijski nadražaji se kod rakova primaju preko finih dlačica koje se nalaze obično na najistaknutijim dijelovima tijela kako bi se nadražaj što prije primio, a kod nekih rakova kao čulo ravnoteže funkcionišu statocisti, mala čvrsta zrnca pomoću kojih mogu da odrede položaj tijela u prostoru.

Odvojenih su polova i često se mužjaci i ženke jasno razlikuju. Oplođenje se obavlja prenosom paketa spermatozoida do polnog otvora ženke, pa ona nakon oplođenja često nosi jaja u posebnim komoricama ili u osnovama nogu, što predstavlja brigu o potomstvu.

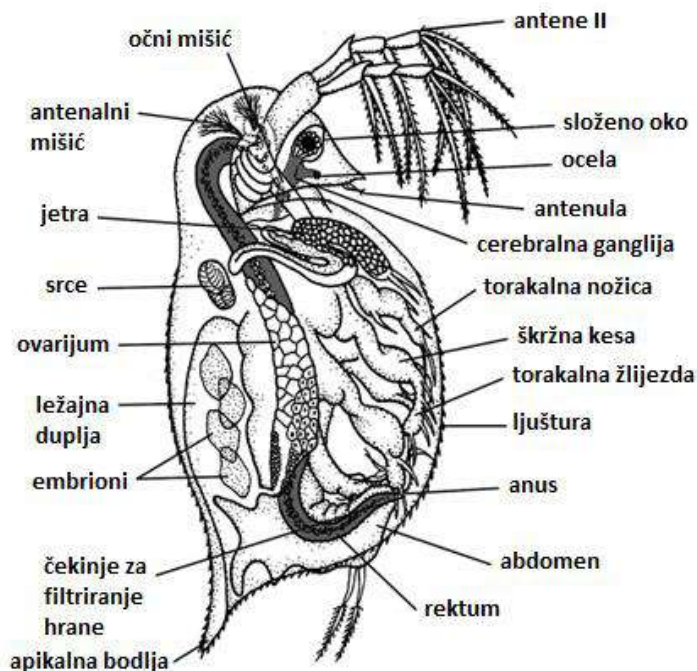
Iako je ogromna većina rakova prilagođena na život u vodi, izvjestan broj vrsta živi na kopnu, iako i dalje u vlažnim sredinama. Rakovi u morima žive na svim dubinama, od površine vode, gdje čine zajednicu planktona, pa do najvećih dubina, od oko 10 kilometara. I veličina im jako varira, od milimetarskih dimenzija pa do čak četiri metra u rasponu nogu. Rasprostranjeni su kosmopolitski, a posebno su brojne zajednice krilova,

rakova koji u južnim morima predstavljaju osnovnu hranu najvećim životinjama – kitovima.

Crustacea se dele na 6 klasa: Remipedia, Cephalocarida, Branchiopoda, Ostracoda, Maxillopoda i Malacostraca

Classis Branchiopoda

Ova klasa obuhvata većinom slobodnoživeće, slatkovodne rakove, dok manji broj vrsta živi u morima. Kod većine vrsta tijelo je građeno od glave, grudi i trbuha. Glaveni region im nije srastao za grudni. Prve antene su obično sitne, dok je drugi par antena dobro razvijen. Kod manjeg broja vrsta je redukovan. Drugi par maksila veoma često je redukovan. Grudni ekstremiteti su meki i listoliki i nazivaju se filopode. Na većini ekstremiteta nalaze se epipoditi koji imaju funkciju škrge. Ovdje spada veći broj više grupa rakova različitog izgleda, a među njima postoje i planktonski račići-vodene buve (*Cladocera*), kao i branhiopodni račići iz roda *Triops*, koji žive uglavnom u bentosu efemernih vodenih staništa. Poznati rodovi kladocera su i *Daphnia* (slika 57) i *Bosmina*.



Slika 57. *Daphnia pulex* – opšti plan građe tijela (prema: Žikić i sar., 2012)

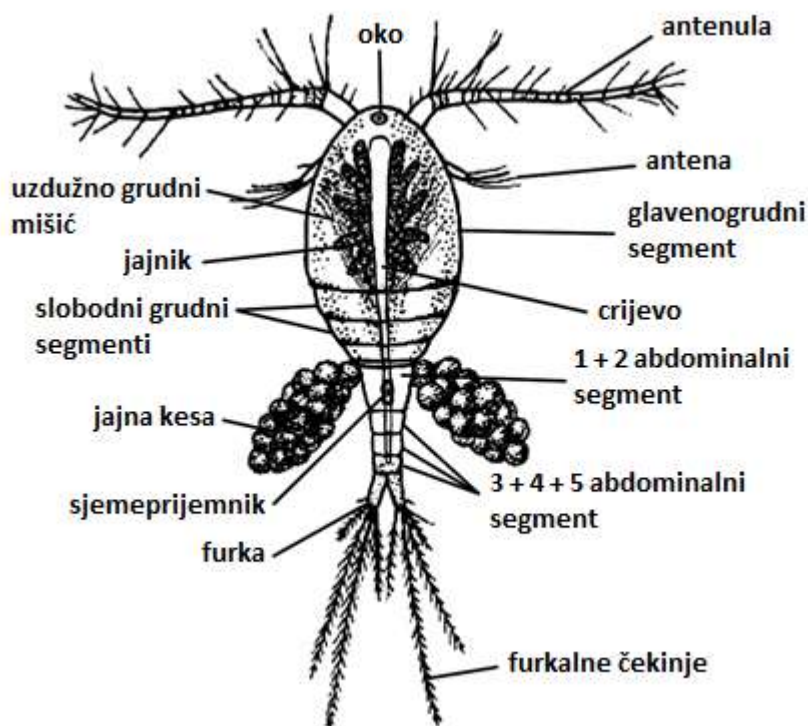
Classis Ostracoda

Ostracoda su sitni račići, čija veličina ne prelazi 2-3 mm. Oba para antena dobro su razvijena. Trup im je kratak, sačinjen od svega dva do tri segmenta. Tijelo im je zaštićeno čvrstom dvokapkom ljušturicom koja u potpunosti zatvara tijelo. Ljuštura je prožeta krečnjakom, koja može biti dobro sačuvana u fosilnom stanju, pa su, kao i foraminifere, značajni za stratigrafska istraživanja – istraživanja nataloženi slojeva u podlozi i stijenama na osnovu kojih se određuje starost Zemlje i potencijalni resursi fosilnih goriva. Rasprostranjeni su u morskoj vodi, ali ih ima i u slatkim vodama.

Classis Maxillopoda

Subclassis Copepoda - veslonošci

Uglavnom su marinske, ali ima i slatkovodnih vrsta. Veliki broj vrsta su paraziti na ribama. Veličine su od 0,5 do 2 mm. Tijelo ovih rakova odlikuje se konstantnim brojem segmenata, kojih ima 16. Segmenti prednjeg dijela su spojeni i obrazuju cefalotoraks (*cephalothorax*), koji nosi dva para antena, gornje vilice (*mandibulae*) i dva para maksila (*maxillae*), kao i jedan par viličnih nožica (*pedes maxillares*). Prvi par antena je znatno duži od drugog i sadrži čulne čekinje za primanje draži. Osim toga ovi nastavci služe za plivanje, a kod mužjaka i za prihvatanje ženke za vrijeme oplodnje. Nemaju složene oči, već samo jedno naupliusovo oko. Na toraksu imaju šest pari pljosnatih račvastih nogu koje služe za veslanje pri plivanju. Abdomen je sužen i nema nikakve ekstremitete. Posljednji abdominalni segment nosi jedan par viljuškastih nastavaka, zvanih furka. Najpoznatiji rod ove grupe je *Cyclops* (slika 58).



Slika 58. *Cyclops* sp. - opšti plan građe tijela
(prema: Žikić i sar., 2012)

Subclassis Branchiura

Pretežno su paraziti riba i vodozemaca. Njihovo tijelo je usljed parazitskog načina života izmijenjeno u odnosu na opšti plan građe rakova. Tijelo je izgrađeno od spljoštenog, ovalnog cefalotoraksa i kratkog nesegmentisanog, dvorežnjeviteg abdomena. Usni ekstremiteti su transformisani u pijavke i kukice pomoću kojih mogu da se pričvrste za kožu domaćina. Najpoznatija vrsta je šaranova vaš *Argulus* sp.

Subclassis (Cirripedia) - vitičari

Isključivo su morski organizmi koji se razlikuju se od svih drugih rakova po sesilnom načinu života. Najveći broj vrsta živi pričvršćen za čvrste predmete u moru (stijene, brodove) ili za druge žive organizme (korale, velike kitove, prije svih za grbave kitove). Preostale vrste su komensali i paraziti beskičmenjaka i kičmenjaka. Pričvršćuju se glavom, direktno ili preko drške (pedunculus), a tijelo im je zaštićeno višedjelnom ljuštrom koja je prožeta krečnjakom i veoma je čvrsta. Vitičari su hermafroditi, a razviće se odvija preko larve nauplius koja nakon nekoliko presvlačenja

prelazi u *cypris* larvu. Najpoznatije vrste u Jadranskom moru pripadaju rodovima *Balanus* sp. i *Chthamalus* sp.

Classis Malacostraca – viši rakovi

Viši rakovi obuhvataju krupne vrste rakova koji naseljavaju mora, slatke vode, a ima i kopnenih predstavnika. Imaju stalan broj tjelesnih segmenata, po formuli $5+8+6/7$.. Svaki tjelesni segment, sem posljednjeg, nosi po jedan par ekstremiteta. Glaveni i torakalni segmenti djelimično ili potpuno srastaju u jedan zajednički glavenogrudni dio (*cephalothorax*). Cefalotoraks je pokriven vrlo čvrstim karapaksom koji ne pokriva abdomen. Glaveni region nosi dva para antena, jedan par gornjih i dva para donjih vilica (*mandibulae* i *maxillae*). Torakalni ekstremiteti viših rakova su većinom jednograni i služe za kretanje po podlozi. Obično je prvi par torakalnih ekstremiteta naročito dobro razvijen, završava se kliještima (*chelipedeae*) i modificovan je za hvatanje plijena i odbranu, kao i čišćenje tijela. Prva dva para trbušnih ekstremiteta kod mužjaka su izmjenjena u kopulatorne organe – gonopode. Posljednji par trbušnih ekstremiteta je jako dorzoventralno spljošten (*uropodeae*) i zajedno sa telzonom formira repnu lepezu.

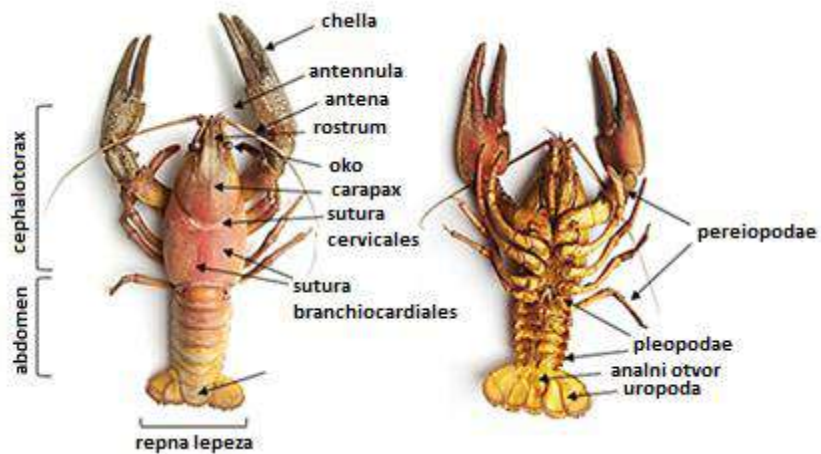
Klasa Malacostraca je heterogena grupa u morfološkom i ekološkom pogledu, i klasifikovana je na veći broj redova od kojih su najbrojniji: Isopoda (mokrice), Amphipoda (rakušci) i Decapoda (dekapodni rakovi).

Ordo Isopoda – mokrice su kosmopolitski rasprostranjene. Uglavnom nastanjuju mora, slatke vode, mada ima i kopnenih predstavnika koji su ipak ograničeni na vlažna staništa. Tijelo je dorzoventralno spljošteno. Sastavljeno je iz 20 segmenata, po formuli $6 + 7 + 7$, pošto je prvi torakalni segment spojen sa glavom. Toraks sadrži sedam pari ekstremiteta za koračanje po podlozi i plivanje. Abdomen je jako skraćten, sastavljen od međusobno stopljenih segmenata sa obimnim štitastim telzonom. Česta vrsta je vodena mokrica, *Asellus aquaticus*.

Ordo Amphipoda – rakušci žive u slatkim vodama i morima, a neki u podzemnim vodama i pećinama. Tijelo ovih rakića je bočno spljošteno, a leđna strana lučno savijena. Sastavljeno je iz 20 segmenata, po formuli $6 + 7 + 7$, pošto je prvi torakalni segment spojen sa glavom. Četiri prednja para grudnih ekstremiteta su usmjereni ka naprijed, a posljednja tri para u suprotnom pravcu. U osnovi grudnih ekstremiteta nalaze se škrge. Prva tri para trbušnih ekstremiteta služe za plivanje, a tri zadnja za skakanje u

vodi. Česta vrsta u potocima i čistim vodama je obični rakušac, *Gammarus pulex*.

Ordo Decapoda – dekapodni rakovi žive u morima, ali ih ima i u slatkim vodama, dok su neki prilagođeni i kopnenom načinu života. Glaveni i grudni region međusobno su dobro spojeni i sačinjavaju jedinstven glavenogrudni dio (*cephalothorax*). Cefalotoraks je odozgo pokriven hitinskim oklopom (*carapax*), koji je inkrustriran krečnjakom. Na prednjem dijelu karapaks je izvučen u šiljati nastavak - *rostrum*. Glavenogrudni region nosi na ventralnoj strani tijela pet pari ekstremiteta za hodanje (*thoracopodae* ili *pereiopodae*), po čemu je red i dobio ime. Česte vrste u našim slatkim vodama su riječni rak (*Astacus astacus*) (slika 59) i potočni rak (*Austropotamobius torrentium*).



Slika 59. Riječni rak - morfologija: dorzalna (lijevo) i ventralna strana tijela (desno) (orig. foto)

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati makroskopske i mikroskopske preparate Crustacea uz pomoć mikroskopa i lupe

Korak 2. U predviđeni prostor upisati odgovarajuće taksonomske kategorije.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Artemia salina*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Daphnia pulex*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Cyclops* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Asellus aquaticus*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Gammarus* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Astacus astacus*

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA:

1. Rakovi imaju:

- a) jedan par antena
- b) dva para antena
- c) nemaju antene

2. Prema građi usnih ekstremiteta, rakovi se svrstavaju u:

- a) Mandibulata
- b) Chelicerata
- c) Uniramia

3. Ostrakodni rakovi su:

- a) indikatori termalnih voda
- b) indikatori fosilnih goriva
- c) indikatori ruda metala

4. Najveći kitovi se hrane:

- a) fokama
- b) ajkulama
- c) rakovima

NEŠTO VIŠE

Artemija je branhiopodni račić koji živi u baricama koje ostaju od morskih talasa, u plitkim kamenitim lokvama gdje isparavanjem salinitet dostiže i 50% zasićenosti, a i temperatura vode može biti prilično visoka. U takvim uslovima osim bakterija i nekih algi, život drugih organizama nije moguć. Jaja ovog račića mogu da prežive duge periode isušivanja, zato je posljednjih godina veoma popularan za kućne eksperimente gajenja ovih organizama poznatijih kao „Sea-Monkeys”

LABORATORIJSKA VJEŽBA

DETERMINACIJA AUTOHTONIH I ALOHTONIH DEKAPODNIH RAKOVA

Cilj vježbe: savladavanje tehnike rukovođenja dvogranim, to jest dihotomim ključem, koji služi za prepoznavanje slatkovodnih dekapodnih rakova.

Potreban materijal: suvi i mokri preparati rakova, lupa, stručna literatura sa crtežima i fotografijama koja će pomoći u određivanju slatkovodnih rakova.

Primjer ključa odnosi se na autohtone slatkovodne rakove.

1. a) Karapaks sa jednim parom postorbitalnih grebena 2
 - b) Karapaks sa dva para postorbitalnih grebena 3
2. a) Iza cervikalne brazde prisutne male bodlje ili ih nema, rostrum kratak, u obliku jednakostraničnog trougla, egzopodit drugih antena sa nazubljenim ventralnim ivicama; dužine do 9 cm. Stanište: izvorišni i gornji dijelovi potoka sa kamenitim dnom, čiste rijeke i jezera: *Austropotamobius torrentium* (potočni ili rak kamenjar)
 - b) Iza cervikalne brazde postoje velike bodlje, ivice rostruma dorzalno postavljene, egzopodit drugih antena sa glatkim ventralnim ivicama; dostižu dužinu do 12 cm. Stanište: izvorišni dijelovi rijeka: *Austropotamobius pallipes* (bjelonogi ili primorski rak)
3. a) Rostrum dobro razvijen sa glatkim ivicama i nazubljenim srednjim grebenom; apeks rostruma je izražen i dugačak; postorbitalni grebeni jasno uočljivi; kliješta velika i široka sa granulastom dorzalnom površinom i obično crvenom ventralnom stranom; abdominalne pleure na distalnom kraju zaobljene bez trnova; dužine do 15 cm. Stanište: rijeke i jezera sa muljevitim i šljunkovitim dnom: *Astacus astacus* (riječni ili plemeniti rak)
 - b) Rostrum dobro razvijen sa nazubljenim ivicama; kliješta duga i tanka 4

4. Rostrum dugačak i uzan sa 5 do 6 bočnih zubića; karapaks bogat bodljama, posebno na cervikalnim brazdama; kliješta dugačka, uska i svijetla sa ventralne strane; abdominalne pleure završavaju šiljatim bodljama; dužine do 15 cm. Stanište: rijeke, jezera i močvare: *Pontastacus leptodactylus* (dunavski ili barski rak)

Primjer ključa odnosi se na alohtone slatkovodne rakove.

1. a) Postoje trnovi ispred i iza cervikalne brazde, kliješta naizgled granulirana, ali na dodir glatka; na unutrašnjoj strani članka, prije kliješta, imaju 1 do 2 medijalno postavljena trna; abdomen/rep sa dorzalne strane sa poprečnim bordo (crveno-smeđim) prugama; dužine do 12 cm. Stanište: tekuće vode: *Faxonius limosus* (bodljobradi rak)
- b) Ne postoje trnovi ispred i iza cervikalne brazde..... 2
2. a) Nema trnova iza cervikalne brazde, površina kliješta glatka, intenzivnim bjeličastim ili plavim mrljama obojena na spoju pokretnog i nepokretnog prsta kliješta; dužine do 25 cm. Stanište: tekuće vode: *Pacifastacus leniusculus* (signalni rak)

STONOGE (MYRIAPODA)

Grupa Myriapoda ili stonoge obuhvata suvozemne zglavkare sa izraženom homonomnom segmentacijom tijela. Tijelo stonoga građeno je od glavenog regiona i višesegmentisanog trupa. Na svakom segmentu se nalaze jedan ili dva para jednogranih ekstremiteta. Na glavi se nalaze jedan par antena, par mandibula i dva para maksila. Izuzev nekoliko vrsta, nemaju složene oči. Ako imaju oči, to su grupe ocela. Razmjenu gasova obavljaju preko trahejnog sistema, čiji su otvori, ili stigme, raspoređeni na bočnim stranama tijela. Crijevo je prava cijev, bez krupnih crijevnih žlijezda. Cirkulatorni sistem je otvoren, a srce je na dorzalnoj strani tijela, sa po parom ostija u svakom segmentu. Ekskreciju obavljaju pomoću Malpigijevih sudova. Nervni sistem je ljestvičastog tipa sa po parom ganglija u svakom segmentu tijela. Stonoge se od neprijatelja brane tako što proizvode materije neprijatnog mirisa. Mnoge stonoge su noćne životinje.

Grupa Myriapoda obuhvata četiri klase: Diplopoda, Chilopoda, Pauropoda i Symphyla.

Classis Diplopoda

Veličine su od 2 mm do 25 cm i sve se karakterišu udvojenim trupnim segmentima sa po dva para ekstremiteta, kao rezultat fuzionisanja susednih segmenata u toku embrionalnog razvića. Spore su i uglavnom se hrane biljnom hranom. Žive pretežno na vlažnim mjestima ispod kamenja i opalog lišća. Najpoznatije vrste su *Glomeris sp.*, *Polydesmus sp.* i *Julus sp.*

Classis Chilopoda

Ovo su hitre i brze stonoge koje se hrane drugim organizmima. Poznati predstavnici su strige (iz roda *Scolopendra*), kućna stonoga (iz roda *Scutigera*) i druge.

Classis Pauropoda

Veličine su od 0,5 do 2 mm i žive šumskoj stelji. Poznat rod je *Pauropus*.

Classis Symphyla

Veličine su od 2 do 10 mm. Žive u zemlji i lišću koje trune. Poznata vrsta je *Scutigera immaculatus*.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati makroskopske preparate Myriapoda.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati odgovarajuće taksonomske kategorije.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Polydesmus* sp.

Phylum _____

Classis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Julus* sp.

Phylum _____

Classis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Scolopendra* sp.

Phylum _____

Classis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Geophilus* sp.

Phylum _____

Classis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Lithobius* sp.

Phylum _____

Classis _____

Familia _____

Genus _____

Species *Pauropus* sp.

INSEKTI

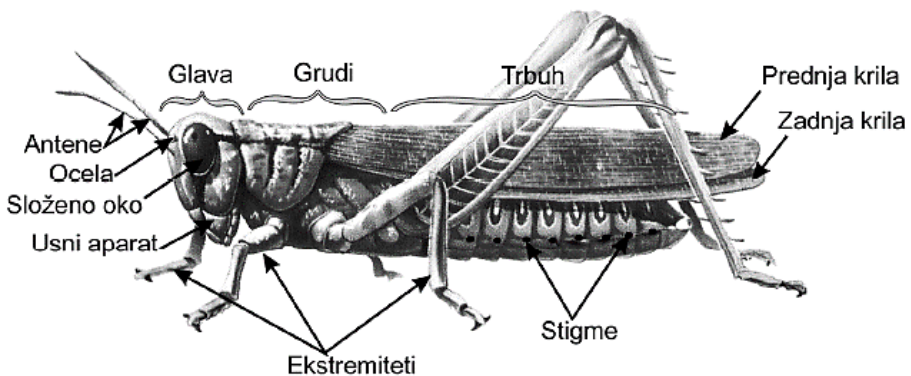
(CLASSIS INSECTA) – I DIO

Insekti ili Hexapoda (grč. *hex* = šest i *pous* = noga) sačinjavaju najbrojniju i najraznovrsniju grupu životinja. Do danas je opisano preko milion vrsta insekata i neprestano se otkrivaju nove, te se njihov broj stalno povećava.

Veličina tijela insekata kreće se od 0,2 mm kod najsitnijih, pa do preko 30 cm, ali najčešća veličina tijela je od 1 do 3 cm.

Insekti naseljavaju sve tipove suvozemnih staništa, mada neke vrste žive i u slatkoj vodi, a samo mali broj vrsta prilagođen je životu u morskoj vodi. Postoji niz razloga zašto su insekti ovako uspješna grupa zglavkara, a i životinja uopšte. Jedna od osnovnih adaptacija na suvozemni način života je formiranje voštanog sloja u epikutikuli koji je dobro razvijen i veoma efikasno štiti tijelo od isušivanja, kao i trahejni sistem za disanje, Malpigijeve cjevčice i kasnije krila za osvajanje vazdušne sredine.

Tijelo im je podjeljeno na tri regiona: glava (*cephalon*), grudi (*thorax*) i trbuh (*abdomen*) (slika 60).



Slika 60. Morfologija skakavca *Locusta migratoria* (prema: Petrov i sar., 2005)

Glava insekata je masivna, jako sklerotizovana i formira je šest segmenata, koji su međusobno čvrsto srasli i njihov hitinski omotač obrazuje glavenu čauru. Na glavi se nalaze čulni organi i usni aparat. Čulo vida se sastoji od prostih ocela i složenih facetovanih očiju. Proste oči, ako ih ima, nalaze se između složenih (facetovanih) očiju. Složene oči

se sastoje od velikog broja sitnih okaca (omatidija), čije se šestougaone rožnjače vide na površini složenog oka (facete). Ispod rožnjače je izduženo staklasto tijelo, a ispod ovoga čulne ćelije koje grade mrežnjaču. U svakom oku stvara se lik samo jednog dijela predmeta, a skup likova pojedinih omatidija gradi jedinstven mozaičan lik čitavog predmeta koji vide. Insekti na glavi imaju jedan par jednogranih antena, koje, kao i ostali ekstremiteti, nose brojne dlačice koje imaju ulogu čula dodira i hemijskih čula. Usni aparat čine mandibule i dva para maksila, koje mogu biti različito modificovane, zavisno od načina ishrane, tako da obrazuju različite tipove usn aparata: za grickanje (kod skakavaca i bubašvaba), bodenje i sisanje (kod komaraca), sisanje (kod leptira), lizanje (kod muva) i srkanje (kod pčela). Glava je vratnim suženjem odvojena od grudi, koje su građene od tri segmenta prednjeg (*prothorax*), srednjeg (*mesothorax*) i zadnjeg (*metathorax*). Na grudima se nalaze tri para člankovitih nogu i najčešće dva para krila. Noge insekata mogu biti prilagođene za hodanje, trčanje, skakanje, kopanje, plivanje ili hvatanje plijena.

Krila insekata predstavljaju tanke duplikature tjelesnog zida. Ona su najčešće membranozna, a kod leptira su prekrivena ljuspicama. Kod nekih insekata prednji i zadnji par krila se prilikom leta spajaju u jedinstvenu površinu koja olakšava letenje. Krila insekata variraju po veličini, nervaturi i položaju kada je insekt u mirovanju. Najveći broj insekata ima dva para krila, i to po jedan par na drugom i trećem grudnom segmentu. Redukcija i gubitak krila uočava se kod nekih grupa insekata (na primjer buve i vaši), i najčešće je prilagođenost na specifičan način života kao što je parazitizam. Međutim, kod primitivnih insekata, koji su svrstani u potklasu beskrilnih insekata (Apterygota), krila se ne javljaju ni u razviću, pa su ovo primarno beskrilni insekti.

Na trbuhu nema ekstremiteta, ali se na njemu mogu nalaziti posebne strukture, kao na primjer legalica ili žaoka.

Crijevni sistem insekata je u vidu cijevi, koja se sastoji od prednjeg, srednjeg i zadnjeg crijeva. Kod insekata je specifično to da se ispred želuca često diferencira voljka ili predželudac, koja im služi za privremeno skladište hranu. Ekskreciju obavljaju pomoću brojnih Malpigijevih cjevčica koje su smještene na granici između srednjeg i zadnjeg crijeva. One kod insekata imaju takav mehanizam obrazovanja ekskreta (mokraćne kiseline) koja nije toksična kao amonijak i ne mora biti razblažena vodom, tako da dolazi do minimalnog gubitka vode iz tijela. Respiraciju obavljaju traheje, organi u vidu cjevčica koje na grudima i trbuhu parnim otvorima

(spirakulumima ili stigmama) komuniciraju sa spoljašnjom sredinom. Traheje nastaju kao invaginacije epidermisa, pa su zbog toga obložene kutikulom. Spiralna ojačanja od kutikule (tenidije) u trahejama onemogućavaju sljepljivanje njihovih zidova. Najsitnije traheje se granaju u traheole u kojima se nalazi tečnost i koje su u kontaktu sa ćelijama tj. u međućelijskim prostorima. Tu se direktno vrši razmjena gasova. Larve insekata koje žive u vodi imaju spoljašnje škrge. U vezi sa ovakvim respiratornim sistemom, transportni sistem gubi funkciju u transportu gasova. Zbog toga je ovaj posljednji relativno jednostavno građen. Posjeduju cjevasto srce u vidu leđnog suda. Krvni sudovi posebno su dobro vidljivi u krilima, gdje sa trahejama čine krilnu nervaturu. Nervni sistem insekata je ljestvičast. Mozak čine tri para spojenih ganglija. Od mozga polazi nervni prsten koji ide ka trbušnoj strani, spušta se ispod ždrijela i pruža se ventralnom stranom u vidu nervne ljestvice. Čula su im dobro razvijena, posebno čulo vida, čula ravnoteže, receptori za primanje zvučnih signala, taktilna čula, čula mirisa i ukusa. Insekti su gonohoristi, često sa izraženim polnim dimorfizmom. Oplođenje je unutrašnje, a razviće različito. Ono može biti bez preobražaja, sa nepotpunim preobražajem ili sa potpunim preobražajem.

Osim većine insekata koji posjeduju krila (Pterygota), postoje i primitivni insekti bez krila (Apterygota) grupisani u četiri reda: Collembola, Protura, Thysanura i Diplura.

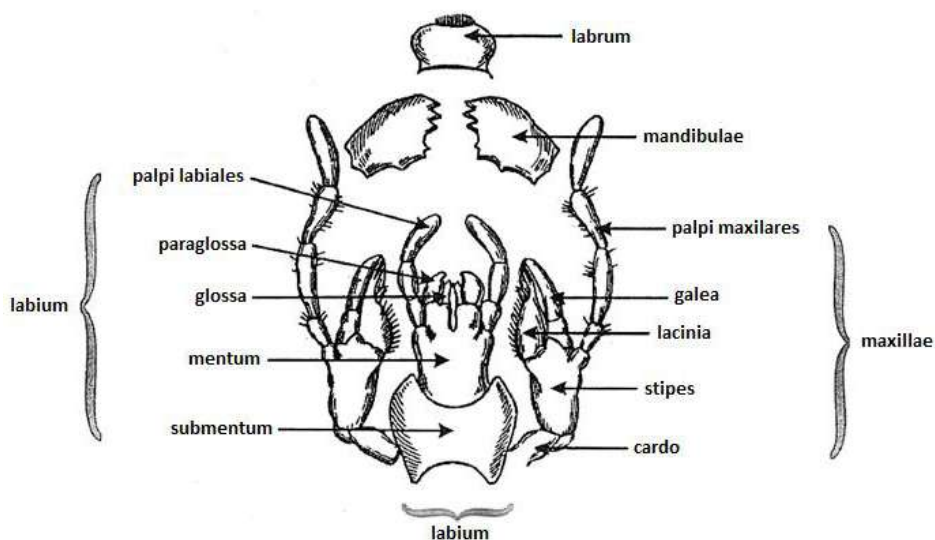
INSEKTI

(CLASSIS INSECTA) - II DIO

USNI APARAT INSEKATA

Usni aparat insekata je vrlo složen i većinom je dobro razvijen. On je različito građen u pojedinim grupama insekata, što zavisi od načina ishrane. Građen je, u principu, kao i kod ostalih Mandibulata: iz jednog para gornjih vilica (*mandibulae*) i dva para donjih vilica (*maxillae*). Iznad gornjih vilica leži gornja usna (*labrum*) u obliku male hitinske pločice. Prvi par donjih vilica predstavlja maksile u užem smislu, dok je drugi par uzdužno srastao i obrazuje donju usnu ili *labium*.

Osnovni oblik usnog aparata predstavlja **aparatus za grickanje hrane** (slika 61) (kod Coleoptera - tvrdokrilaca, Orthoptera - pravokrilaca, Odonata - vilinih konjica, Dermaptera - uholaza i drugih). Fitofagne vrste imaju nazubljene gornje vilice i obično dodatne površine za drobljenje, dok karnivorne imaju gornje vilice sa oštrim zubima za sečenje.



Slika 61. Usni aparat za grickanje (prema: Petrov i sar., 2005)

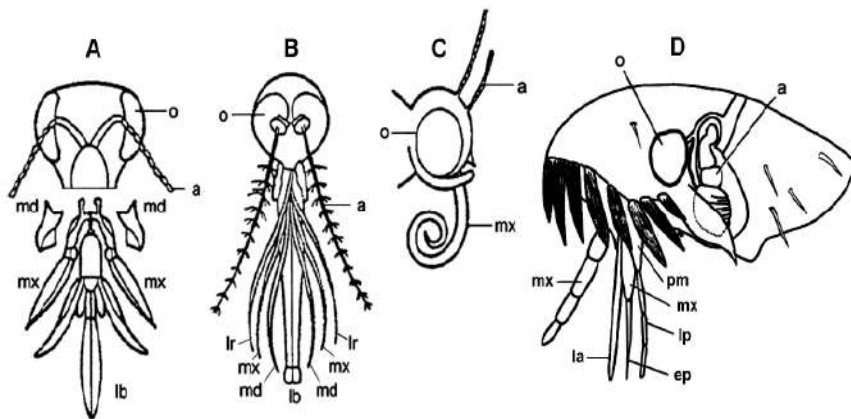
Usni aparat za srkanje imaju pčele i bumbari (Hymenoptera – opnokrilci) i on je po svojoj strukturi sličan aparatu za grickanje, osim što su oba para donjih vilica jako izdužena i mogu se ispod glave sklopiti i ispružiti. Pomoću izduženih dijelova uzimaju cvjetni nektar i polen. Gornje vilice su manje u odnosu na aparat za grickanje, te mnoge vrste mogu grickati polen

gornjim vilicama, tako da se ovaj tip usnog aparata često označava kao usni aparat za grickanje i srkanje (slika 62A).

Usni aparat za bodenje i sisanje imaju komarci i stjenice (slika 62B). Skoro svi usni dijelovi su jako izduženi i oštri i formiraju rilicu kojom sijeku tkivo da bi dospeli do biljnih ili životinjskih sokova kojima se hrane (slika 62D).

Usni aparat za sisanje imaju leptiri i pomoću njega uzimaju cvjetni nektar (slika 62C). Sisajuća surlica je u vidu jedne dugačke cijevi, koja je tokom mirovanja zavijena i leži smotana na ventralnoj strani glave, dok se prilikom sisanja cvjetnog nektara ispruži i zavuče u kunicu cvijeta. Sisajuću surlicu leptira čine dijelovi prvog para donjih vilica, dok su svi ostali dijelovi usnog aparata vrlo slabo razvijeni.

Usni aparat za lizanje imaju mnoge muve i njihovi srodnici. Njegov glavni dio je mesnata donja usna, sastavljena iz dva režnja. Ostali dijelovi, kao što je gornja vilica i prvi par donje vilice, većinom su atrofirani, dok se njihovi palpisi održavaju. Režnjevi donje usne sadrže potpune hitinske elemente. Ovi režnjevi služe za lizanje tečne i sočne hrane, koja se usmjerava prema kanalu koji obrazuju gornja usna i *hypopharynx*. Ovi insekti mogu i da bodu.



Slika 62. Usni aparati: A - za grickanje i srkanje (pčela), B - za bodenje i sisanje (komarac), C - sisanje (leptir), D - za bodenje i sisanje (buva);
 md - mandibula, mx - maksila, lr - labrum, la - labium, lp - labijalni palpus, pm - prementum, ep - epifarinks, a - antena, o - oko (prema: Žikić i sar., 2012)

U zavisnosti od položaja usnog aparata u odnosu na uzdužnu osu glavene čaure, razlikuju se tri osnovna tipa glave kod insekata: hipognatan tip – usni aparat je usmjeren naniže (kod Orthoptera - pravokrilaci, Hymenoptera - opnokrilaci), prognatan tip – glavu odlikuje horizontalna

uzdužna osa i usni aparat naprijed u produžetku (kod Isoptera - termiti) i opistognatan tip – usni aparat je usmjeren unazad (kod Hemiptera - riličari) (slika 63).



Slika 63. Osnovni tipovi glave kod insekata (izvor:

https://cosm.georgiasouthern.edu/biology/biohome/harvey/lect/lectures.html?ccode=en&mda=scrn&flnm=en_morph&ttl=Arthropodhology)

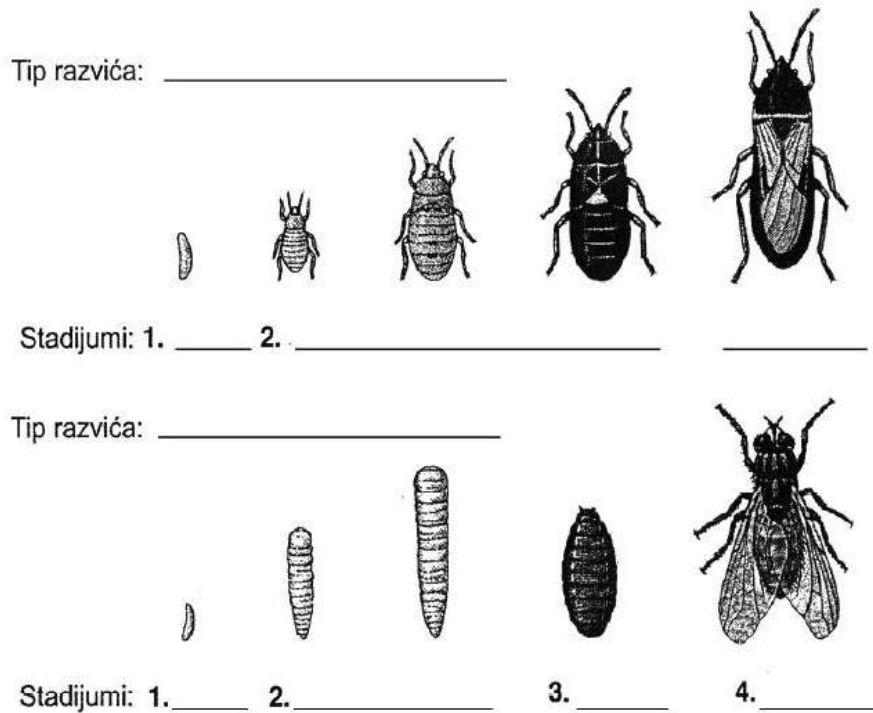
TIPOVI RAZVIĆA I STADIJUMI RAZVIĆA INSEKATA

Najprimitivniji insekti imaju direktno razviće, bez preobražaja – metamorfoze, ali su mnogo brojniji oni kod kojih se javlja metamorfoza koja je pod kontrolom neuro-endokrinog sistema. Kod insekata se razlikuju različiti tipovi postembrionskog razvića:

Direktno razviće – kod primarno beskrilnih insekata, po izlijeganju iz jajeta direktno se izleže mladi insekt koji se od odraslih razlikuje samo po veličini, polnoj nezrelosti i nekim skoro beznačajnim morfološkim razlikama. Ovi insekti su, prema tome, insekti bez preobražaja (ametabolno razviće).

Nepotpuni preobražaj – kod mnogih insekata sa nepotpunim preobražajem po izljanju iz jajeta se izleže larva, koja može, ali i ne mora da liči na adulte. Ukoliko larva naseljava isto stanište kao i adulti i vodi sličan način života, odnosno, ukoliko je u svemu slična adultima, osim što nema razvijena krila i reproduktivni aparat, razviće je paurometabolno (slika 64). Ukoliko larva živi u vodi i diše na škrge, a adult vodi suvozemni način života, razviće je hemimetabolno.

Potpuni preobražaj – najveći broj insekata ima potpuni preobražaj, gdje se iz jajeta izleže larva koja je sasvim različita od adulta, morfološki ali i po načinu života. Zatim se larva preobražava u lutku, iz koje se izleže adultni organizam. Ovakvo razviće označeno je kao holomentabolno i ono je tipično za veliku većinu insekata (slika 64).



Slika 64. Postembrionalno razviće insekata
(prema: Petrov i sar., 2005)

INSEKTI

(CLASSIS INSECTA) - III DIO

Klasa insekata (Insecta) se dijeli na potklase: primarno beskrilne insekte (Apterygota ili Ametabola), i krilate insekte (Pterygota ili Metabola).

Subclassis Apterygota (Ametabola)- beskrilni insekti

Potklasa Apterygota obuhvata primitivne i primarno beskrilne insekte. Razvijaju se bez metamorfoze. Mladi su poslije izlijeganja slični adultima, od kojih se razlikuju samo po veličini i genitalnom aparatu koji nije razvijen. Iako su široko rasprostranjeni, postoji relativno mali broj vrsta. Žive u stelji, na vlažnim i tamnim mjestima. U ovu potklasu se svrstavaju redovi: Protura, Diplura, Collembola i Thysanura.

Ordo Protura – ovoj grupi pripadaju relativno sitni insekti, veličine do 2,5 mm bez antena i očiju. Tijelo im je diferencirano na glavu i nejasno odvojen grudni i trbušni region. Usni aparat im je uvučen u glavenu čauru i prilagođen za bodenje i sisanje. Na grudnom regionu imaju tri para nogu od kojih je prednji par usmjeren naprijed i ima čulnu funkciju, a kreću se pomoću zadnja dva para. Trbušni region im je sastavljen iz 12 segmenata i na prednja tri segmenta nalaze se rudimentirani ekstremiteti. Cerci ne postoje. Žive u stelji, trulom drveću, pod korom starog drveća i na drugim mračnim i vlažnim mjestima. Česte su vrste *Acerentomon balcanicum* i *Eosentomon transitorium*.

Ordo Diplura– tijelo im je izduženo, veličine do nekoliko centimetara. Odlikuju se jasno izdvojenom glavom, na kojoj se nalaze višečlane duge končaste antene, a usni aparat im je uvučen i prilagođen za grickanje. Oči i ocele su potpuno redukovane. Grudni region je jasno odvojen od abdomena. Na kraju abdomena koji je građen od 11 segmenata, nalaze se parni cerci. Žive najčešće na vlažnim mjestima: u stelji, trulom drveću, mravinjacima i slično. Kosmopolitski su rasprostranjeni, najbrojniji u tropskom i subtropskom regionu. Česte su vrste *Japyx solifugus* i *Campodea (Dicampa) campestre*.

Ordo Collembola – tijelo im je uglavnom zdepasto, dok je kod nekih izduženo. Obuhvataju sitne insekte čija se veličina tijela kreće do 10 mm. Glava im je jasno odvojena od grudi, sa prognatnim (ili hipognatnim) tipom usnog aparata, prostim očima i antenama građenim od 4 do 6

članaka. Grudni region nije jasno odvojen od abdomena. Abdomen je građen od šest segmenata, sa viljuškastim nastavkom koji služi za skakanje. Prva tri abdominalna segmenta nose ekstremitete. Kosmopoliti su, naseljavaju čak i polarne predjele. Žive najčešće na vlažnim mjestima, stelji i travnatim staništima.

Ordo Thysanura – tijelo im je vretenasto, uglavnom dorzoventralno spljošteno, obično pokriveno ljuspicama sa metalnim sjajem. Veličina tijela se kreće od 1 do 2 cm. Glava je hipognatna (ili prognatna), sa usnim aparatom za grickanje koji nije uvučen u glavenu kapsulu (ektognatna glava, za razliku od prethodnih redova). Na glavi se nalazi par dugih čekinjastih antena. Većina vrsta ima složene oči, dok se kod nekih javljaju i ocele. Grudni region je širok, nosi par nogu koje završavaju kandžicama, što im omogućava trčanje u vertikalnom pravcu. Abdomen gradi 11 segmenata sa cercima i centralnim filamentima. Kosmopolitski su rasprostranjeni, uglavnom se zadržavaju u staništima sa povećanom vlažnošću. Najpoznatije vrste su: *Lepismachilis (Berlesilis) targionii*, *Atelura formicaria*, koja živi u mravinjacima, *Lepisma saccharina* i *Thermobia domestica*, kao sinantropne vrste.

Subclassis Pterygota (Metabola) krilati insekti

Ova potklasa obuhvata krilate insekte, mada kod nekih krila mogu biti sekundarno redukovana. Razviće je uvek sa preobražajem, nepotpunim ili potpunim. Ova obimna grupa insekata se dijeli na veliki broj redova, od kojih će se pomenuti samo neki najvažniji.

Ordo Ephemeroptera (vodeni cvjetovi) – larve ovih insekata žive u vodi dvije do tri godine, hrane se algama i detritusom, a dišu trahejnim škrigama. Život adultnih oblika je veoma kratak (svoga nekoliko sati). Tijelo im je izduženo, sa jasno izdvojenim glavenim, grudnim i trbušnim regionom. Usni aparat je prilagođen za grickanje, kod adulta je znatno redukovan i uglavnom nefunkcionalan. Antene su u obliku šila, a između složenih očiju nalaze se tri prosta oka (*ocelli*). Prednji kraj membranoznih krila znatno je razvijeniji od zadnjeg. Na završetku tijela se nalaze tri duga nastavka (parni cerci i između njih jedna kaudalna čekinja). Razviće je hemimetabolno. Neke od poznatijih vrsta u našim vodama su *Ephemera danica* (nastanjuje jezera, rijeke i potoke sa šljunkovitim i pjeskovitim dnom) i *E. vulgata* (nastanjuje potoke i rijeke sa muljevitim dnom).

Ordo Odonata (vilinski konjici) – kao i vodeni cvjetovi relativno su krupni insekti koji su razvićem larvi vezani za slatke vode. Odrasle jedinke zadržavaju se uglavnom uz vodu zbog parenja, ali mogu da odlete

daleko u potrazi za hranom. Tijelo im je izduženo. Adultne jedinke imaju veoma krupnu glavu, krupne složene oči, usni aparat prilagođen za grickanje i kratke čekinjaste antene. Na grudnom regionu imaju dva para membranoznih krila koja su slična po obliku i veličini. Abdomen je izdužen i tanak. Mužjaci se razlikuju od ženki življim bojama. Razviće je hemimetabolno. Jedna od poznatijih naših vrsta je *Coenagrion mercuriale* koja nastanjuje čiste potoke sa mnogo vegetacije.

Ordo Blattodea (bubašvabe) – tijelo dorzoventralno spljošteno. Prednja krila su kožasta, skraćena, a zadnja opnasta, spakovana ispod prednjih za vrijeme mirovanja. Rijetko lete. Zadnja krila ponekad odsustvuju, naročito kod ženki. Antene su jako dugačke, usni aparat prilagođen je za grickanje, noge za trčanje, obrasle čekinjama i dlačicama. Razviće je paurometabolno. Jaja grupišu u pakete (ooteke) koje ženke nekih vrsta nose sa sobom na cercima do izlijeganja larvi. Većina predstavnika su termofilni i negativno fototropni insekti. Kod nas su česte dvije vrste *Blatta orientalis* (bubašvaba) i nešto izduženija, svjetlijeg tijela *Blattella germanica* (buba rusa).

Ordo Mantodea (bogomoljke) – relativno krupni insekti. Tijelo je izduženo, uglavnom zelene ili mrke boje, u skladu sa obojenošću sredine u kojoj žive (mimikrija). Isključivo su karnivorni insekti, veoma su grabljivi, plijen hvataju nazubljenim femurima i tibijama prednjih nogu koje sklapaju kao makaze. Protoraks im je izdužen, glava mala, trouglasta, jako pokretljiva, oči krupne. Usni aparat prilagođen je za grickanje. Razviće je paurometabolno. Najpoznatija vrsta koja živi kod nas je bogomoljka *Mantis religiosa*.

Ordo Orthoptera (pravokrilci) – od dva para dobro razvijenih krila prednji par krila je uzak, znatnim dijelom hitinizovan, pa je usljed toga očvrstao i dobio kožast izgled (tegmine ili pokrila), dok su zadnja krila široka, kratka, membranozna i spakovana ispod prednjih kao lepeza. Usni aparat im je prilagođen za grickanje. Ekstremiteti su dobro razvijeni i diferencirani za razne načine kretanja. Ženke mnogih pravokrilaca imaju na kraju abdomena legalicu. Mužjaci posjeduju aparat za proizvodjenje zvuka, dok slušne organe imaju i mužjaci i ženke. Razviće je paurometabolno. Jedna od poznatijih vrsta je rovac *Gryllotalpa gryllotalpa*.

Ordo Phthiraptera, Subordo Anoplura (vaši) – parazitski insekti koji se hrane krvlju. Tijelo im je sitno i spljošteno. Nemaju sposobnost letenja. Jaja, koja se nazivaju gnjide, polažu uz korijen dlake. Naročito je opasna bijela vaš *Pediculus humanus vestimenti*, koja prenosi uzročnike tifusa.

Ordo Hemiptera – subordo Homoptera (jednakokrilci) – prednja i zadnja krila su membranozna i sasvim slična među sobom, što pokazuje i sam naziv ovog reda. Tokom mirovanja krila su sklopljena iznad tijela u obliku krova. Kod nekih su zadnja krila manja, ponekad su redukovana i kod njih beskrilnost nije rijetka pojava. Noge su prilagođene za skakanje, a kod nekih su redukovane. Usni aparat prilagođen je za bodenje i sisanje, i povijen je unazad. Hrane se biljnim sokovima i nanose štete biljkama, a često su i prenosnici virusnih oboljenja. Razviće je paurometabolno. Jednakokrilcima pripadaju poznate vrste, *Cicada* plebeja cvrčak i *Cercopis vulnerata*.

Ordo Coleoptera (tvrdokrilci) – prednji par krila je hitiniziran i pretvoren u tvrda pokrilca (*elytrae*) koja nemaju aktivnog učešća pri letenju, već služe za zaštitu zadnjeg para tankih i nježnih membranoznih krila pomoću kojih ovi insekti lete. Prvi grudni segment je širok i pokretan. Usni aparat je prilagođen za grickanje i drobljenje biljne hrane. Noge primarno služe za hodanje, ali mogu biti prilagođene za kopanje, trčanje i plivanje. Razviće je holometabolno. Jedan od najkrupnijih naših tvrdokrilaca je jelenak *Lucanus cervus*, koji je čest u hrastovim šumama. Kod nas su česte vrste: *Cetonia aurata*, *Coccinella septempunctata*, *Melolontha melolontha*, *Morimus asper funereus* i *Leptinotarsa decemlineata*.

Ordo Hymenoptera (opnokrilci) – imaju dva para opnastih krila (po čemu je red dobio ime), sa slabo izraženom nervaturom. Prednji par krila je veći od zadnjeg, dok se na prednjoj ivici zadnjih krila nalazi sistem kukica (*hamuli*) koji spajaju krila u jedinstvenu površinu za letenje. Usni aparat je prilagođen za grickanje, srkanje ili sisanje. Ženke imaju dugu legalicu za polaganje jaja ili žaoku koja je povezana sa otrovnom žlijezdom i služi za napad i odbranu od predatora. Razviće je holometabolno. Najpoznatije vrste su: *Formica rufa*, *Polistes gallicus*, *Vespa crabro*, *Apis mellifera* i *Bombus terrestris*.

Ordo Diptera (dvokrilci) – najuočljivija morfološka karakteristika dvokrilaca je razvijenost samo jednog para krila (i to prednjeg para), dok je zadnji transformisan u njihalice ili haltere čija je osnovna uloga u održavanju ravnoteže pri letenju. Dobri su letači. Glava je jasno odvojena od tijela, veoma pokretna, nosi krupne facetovane oči i dvije do tri ocele koje se često međusobno dodiruju. Usni aparat prilagođen je za lizanje, sisanje ili bodenje. Razviće je holometabolno. Najpoznatiji rodovi su: *Musca*, *Culex* i *Tabanus*.

Ordo Lepidoptera (leptiri) – imaju dva para krila približno iste veličine i sličnog oblika, čija je površina gusto pokrivena ljuspicama koje se prekrivaju kao crijepovi na krovu. Ljuspice su bezbojne, ali se na njima vrše fizičke pojave difrakcije i interferencije svetlosti, što daje strukturnu obojenost krilima. U toku letenja, prednja i zadnja krila spojena su pomoću posebnog aparata za prikopčavanje. Kod većine usni aparat prilagođen je za sisanje (i u obliku je surlice), za uzimanje cvjetnog nektara, a samo je kod najprimitivnijih vrsta prilagođen za grickanje. Antene su dobro razvijene, naročito kod mužjaka noćnih leptira. Glava je jasno odvojena od trupa. Složene oči su velike. Razviće je holometabolno. Njihove larve su gusjenice, imaju usni aparat prilagođen za grickanje, lažne nožice (*pedes spurii*) i hrane se lišćem i drugim organskim materijama. Prema periodu aktivnosti, dijele se u dvije velike grupe - dnevne i noćne leptire. Dnevni su živo obojeni, dok su noćni leptiri često zaštitno obojeni, prekriveni dlakama, sa rudimentiranim očima i perastim antenama. Neke od poznatijih vrsta dnevnih leptira su *Papilio machaon*, *Iphiclydes podalirius* i *Pieris brassicae*.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati makroskopske preparate insekata.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati odgovarajuće taksonomske kategorije.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Japyx* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Campodea (Dicampa)campestre*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Coenagrion* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Blatta orientalis*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Gryllotalpa* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Lucanus cervus*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Cetonia aurata*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Vespa crabro*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Apis mellifera*

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Bombus* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Tabanus* sp.

Phylum _____

Classis _____

Ordo _____

Familia _____

Genus _____

Species *Pieris* sp.

LABORATORIJSKA VJEŽBA

DETERMINACIJA INSEKATA

Cilj vježbe: savladavanje tehnike rukovođenja dvogranim, tj. dihotomim ključem, koji omogućuje prepoznavanje insekata, barem do nivoa reda.

Potreban materijal: insekti, lupa, stručna literatura sa crtežima i fotografijama koja će pomoći u određivanju redova insekata. Primjer ključa odnosi se na odrasle insekte, a ne na njihove larve.

- | | |
|---|--------------|
| 1. a) Insekt ima krila | 2 |
| b) Insekt nema krila | 3 |
| 2. a) Postoji jedan par krila | 4 |
| b) Postoji dva para krila | 5 |
| 4. a) Postoje njihalice iza krila | Diptera |
| b) Ne postoje njihalice iza krila | Strepsiptera |
| 5. a) Tijelo je dugo i tanko, zadnje noge duže od ostalih | Orthoptera |
| b) Tijelo je drugačijeg izgleda | 6 |
| 6. a) Tijelo i krila su prekrivena ljuspicama | Lepidoptera |
| b) Tijelo je drugačijeg izgleda | 7 |
| 7. a) Prednja krila su tvrda, kožasta | 8 |
| b) Tijelo je drugačijeg izgleda | 9 |

8. a) Prednja krila su čvrsta i prekrivaju veći dio tijela i na leđima se dodiruju po pravoj liniji Coleoptera
 b) Na kraju tijela nalaze se klještoliki nastavci Dermaptera
9. a) Oba para krila su membranozna, na kraju trbuha su nastavci 10
 b) Tijelo je drugačijeg izgleda 11
10. a) Prednji par krila veći od zadnjeg, trbuh tanak, nosi dva ili dosta češće tri nastavka Ephemeroptera
 b) Krila su sličnog izgleda i veličine, trbuh je dug i tanak, oči krupne, usni aparat sa dobro razvijenom donjom usnom Odonata
11. a) Tijelo je spljošteno, s trouglastim štitom na leđima Heteroptera
 b) Tijelo je drugačijeg izgleda 12
12. a) Zadnja krila su manja od prednjih, krila su sa smanjenom nervaturom Hymenoptera
 b) Tijelo je drugačijeg izgleda 13
13. a) Tijelo je izduženo, glava odvojena dugim vratom, prednje noge u položaju molitve Mantodea
 b) Tijelo je spljošteno, antene duge Blattodea
3. a) Tijelo je sitno, bez složenih očiju, s dugim nastavcima Apterygota
 b) Sa usnim aparatom za bodenje i sisanje, sekundarno beskrilni Phthiraptera

LABORATORIJSKA VJEŽBA

DETERMINACIJA INSEKATA

Cilj vježbe: savladavanje tehnike rukovođenja dvogranim, tj. dihonomim ključem, koji omogućuje prepoznavanje insekata, barem do nivoa reda.

Potreban materijal: insekti, lupa, stručna literatura sa crtežima i fotografijama koja će pomoći u određivanju redova insekata. Primjer ključa odnosi se na larve vodenih insekata, a ne na njihove adulte.

1. a) Na nogama ponekad postoje nečlankoviti mesnati izdanci (lažne noge). Zadnji abdominalni segmenti sa različitim nastavcima Diptera
- b) Tri para člankovitih nogu na grudnom dijelu 2

2. a) Nema izraženih nastavaka na abdomenu Coleoptera
- b) Nastavci na abdomenu dobro vidljivi 3

3. a) Nastavci kratki, različitog oblika 4
- b) Jedan do dva duga nitasta ili listasta nastavka 6

4. a) Donja vilica preobražena u lovnu masku..... Odonata
- b) Donja vilica nije preobražena u lovnu masku 5

5. a) Trahealne nitaste škrge na grudima i abdomenu ili samo na abdomenu. Glava i grudi hitinizovani, abdomen mekan. Žive u kućicama izgrađenim od ostataka biljaka ili od neorganskih čestica, ili žive slobodno ispod kamenja Trichoptera
- b) Trahealne škrge ne postoje. Ne žive u kućicama Coleoptera

6. a) Na kraju abdomena jedan dugi nitasti nastavak Megaloptera
b) Na kraju abdomena dva ili tri nitasta ili listolika nastavka 7
7. a) Tri listasta nečlankovita nastavka (škrge). Donja usna preobražena u lovnu lopaticu (labijalnu masku) Odonata
b) Dva ili tri nitasta člankovita nastavka. Donja usna nije preobražena u lovnu lopaticu (labijalnu masku)..... 8
8. a) Dva zadnja nastavka. Na abdomenu nema škrge. Noge sa dvije kandže Plecoptera
b) Tri (izuzetak dva) zadnja nastavka. Na abdomenu su dobro vidljive škrge. Noge sa jednom kandžom Ephemeroptera

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA:

1. Insekti imaju:

- a) jedan par antena i jednograne ekstremitete
- b) dva para antena i jednograne ekstremitete
- c) jedan par antena i dvograne ekstremitete

2. Larve vodenih insekata dišu:

- a) trahejama
- b) trahejnim škragama
- c) plućima

3. Usni aparat kod muva prilagođen je za:

- a) srkanje
- b) grickanje
- c) lizanje

4. Gundelj (*Melolontha* sp.) pripada:

- a) pravokrilcima
- b) stenicama
- c) tvrdokrilcima

NEŠTO VIŠE

Neki insekti kao što su mravi, termity, pčele i ose imaju složeno organizovana društva. Te insekte zbog toga nazivamo socijalnim insektima. Kod termity kolonija može da broji i milion članova. Najveći broj članova pripada kasti radnika koju čine polno nezreli i beskrilni mužjaci i ženke. Oni nabavljaju hranu i vodu, čiste gnijezdo, kopaju tunele i brinu o mladima. Vojnici su krupniji sa snažnim mandibulama, i o njima se brinu radnici. Reproductivni članovi kolonije su kralj i kraljica koji imaju krila samo u vrijeme parenja. Odnosi u koloniji i pripadnost pojedinoj kasti kao i zadaci koji će se obavljati zavise od posebnih hemijskih supstanci koje luče kralj i kraljica i koji se zovu feromoni.

BODLJOKOŠCI (PHYLUM ECHINODERMATA)

Bodljokošci žive isključivo u morskoj vodi, sa rasprostranjenjem u svim svjetskim morima, od plićaka pa do velikih dubina. Oblik i veličina tijela im veoma variraju. To su uglavnom slabo pokretni organizmi, kreću se puzanjem ili su zariveni u podlogu, ali ima i sesilnih vrsta.

Za razliku od drugih beskičmenjaka, skelet bodljokožaca je mezodermalnog porijekla, i gradi ga veliki broj skeletnih ploča ili pojedinačnih tuberkula, trnova ili spikula.

Bodljokošce odlikuje radijalna simetrija, koja je najčešće petozračna. Zbog slabe pokretljivosti nije došlo do cefalizacije (obrazovanja glavenog regiona) ni do segmentacije. Na njihovom tijelu se razlikuju oralna (usna) i aboralna (analna) strana. Oralna strana je kod većine vrsta orijentisana prema podlozi, a nasuprot njoj nalazi se aboralna strana. Izuzetak su morski krastavci (Holothuroidea) kod kojih je oralno-aboralna osa tijela paralelna sa podlogom, za razliku od ostalih, kod kojih je orijentisana upravno na podlogu. Kod morskih krinova (Crinoidea) oralna strana je orijentisana prema površini vode.

Karakteristika koju posjeduju isključivo bodljokošci je ambulakralni sistem ili vodeno-vaskularni sistem koji je nastao od celoma i kod većine bodljokožaca se otvara madreporom pločom kroz koju ulazi voda. Od madreporne ploče polazi jedan prav (pješčani) kanal koji se uliva u kružni kanal, sa diferenciranim proširenjima (Polijevi miješkovi), koja služe kao rezervoari tečnosti. Od kružnog kanala polaze radijalni kanali koji nose male mjehurove (ampule). Od ampula kroz otvore na skeletu prolaze kanalići koji se završavaju ambulakralnim nožicama, pomoću kojih se ovi organizmi kreću. Ambulakralne nožice su smještene u ambulakralnim žlijebovima.

Digestivni sistem je različito građen kod pojedinih grupa, a hrane se algama, filtraciono ili čak drugim životinjama. Ekskretorni sistem im nije razvijen i izlučivanje se obavlja cijelom površinom tijela, ali i preko zidova škrge i crijeva. Kod nekih ovu ulogu preuzimaju i ambulakralne nožice. Respiraciju mogu obavljati cijelom površinom tijela, preko ambulakralnih nožica ili mogu imati razvijene žbunaste škrge. Transportni sistem je otvoren i slabo je razvijen. Čine ga dva suda (jedan na oralnom, a drugi

na aboralnom polu), koji su međusobno povezani. Nervni sistem im je difuzno-vrpčastog tipa. Čine ga tri neuralna prstena od kojih polaze vrpce koje inervišu određene dijelove tijela. Čulni organi su im slabo razvijeni. Taktilna čula su najbolje razvijena na ambulakralnim nožicama. Neki imaju razvijene ocele, pomoću kojih mogu da razlikuju samo intenzitet svjetlosti.

Bodljokošci su gonohoristi sa slabo izraženim polnim dimorfizmom, mada se kod nekih po boji polnih žlijezda mogu razlikovati mužjaci i ženke. Oplođenje je spoljašnje. Razviće se odvija složenom metamorfozom. Tek izlegla larva je dipleurula, koja metamorfozira u naredni larveni oblik karakterističan za svaku klasu bodljokožaca: doliolaria – larva morskih krinova i morskih krastavaca, bipinnaria, kasnije brachiolaria – larve morskih zvijezda, auricularia – larva morskih krastavaca (prethodi stupnju doliolarije), echinopluteus - larva morskih ježeva, ophiopluteus – larva morskih zmijuljica i vitellaria – larva karakteristična za morske krinove. Razvoj larve kod bodljokožaca je relativno brz. Potpuno formirana bilateralno simetrična larva je pokretna i slobodno pliva trepljama, koje su raspoređene u obliku cilijatnih traka na površini. Poslije perioda planktonskog načina života, bilateralno simetrična larva se spušta na dno i metamorfozira u radijalno simetričnu adultnu jedinku koja uglavnom vodi slabo vagilan ili sesilan način života. Kod većine je izražena i velika moć regeneracije i odbacivanje dijelova tijela radi pasivne odbrane (autotomija).

Bodljokošci se, na osnovu načina života i morfološke građe, klasifikuju na subfilum Pelmatozoa, kod kojih je oralna strana okrenuta nagore, i obično su sesilne životinje (klasa Crinoidea – morski krinovi), i subfilum Eleutherozoa, koji obuhvata pokretljive bodljokošce kod kojih je oralna strana okrenuta nadole tj. prema podlozi ili naprijed (klase: Asteroidea – morske zvijezde, Ophiuroidea – morske zmijuljice, Echinoidea – morski ježevi i Holothuroidea – morski krastavci).

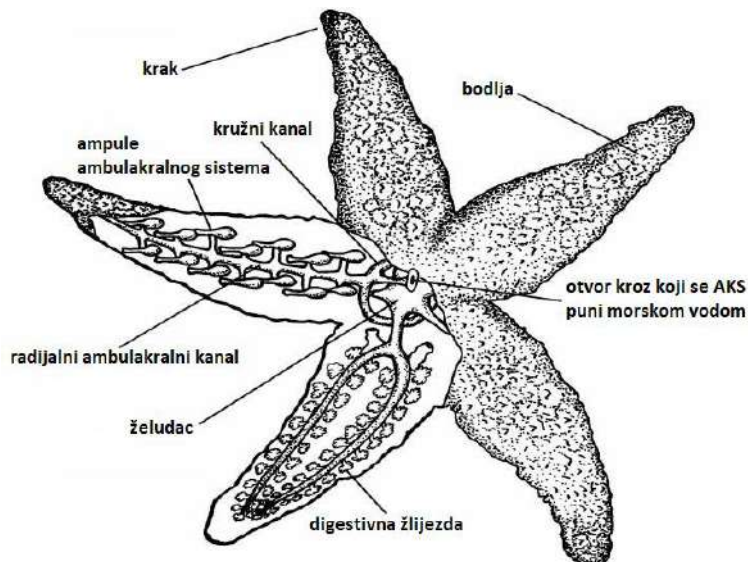
Subphylum Pelmatozoa

Classis Crinoidea (morski krinovi) – karakterišu se dugom, člankovitim drškom kojom se pričvršćuju za podlogu. Drška nosi mnogobrojne razgranate ručice, ali je njihov broj uvijek djeljiv sa pet. Između ručica smješten je usni otvor koji je okrenut ka površini vode. Hrane se filtriranjem vode pomoću ručica. Smatraju se najstarijim bodljokošcima i bili su mnogo brojniji u geološkoj prošlosti. Predstavnik koji je zastupljen u Jadranskom moru je dlakavica - *Antedon mediterranea*.

Subphylum Eleutherozoa

Classis Asteroidea (morske zvijezde) – slobodnoživeći i pokretni organizmi. Tijelo je dorzoventralno spoljošteno, sastoji se od jednog centralnog diska i najčešće pet ručica (krakova). Usni otvor je u centralnom disku na strani okrenutoj ka podlozi (oralni pol). Grabljivice su, imaju sposobnost da, nakon što plijen uhvate ručicama, izbace želudac, te da odmah započnu varenje. Zatim uvlače plijen zajedno sa želucem. Prema vrhovima ručica pruža se po jedan žlijeb sa ambulakralnim nožicama (slika 65). Crijevni sistem zalazi u krake. Izlučivanje se obavlja površinom tijela. Dišu uz pomoć kožastih škrge. Transportni sistem je bez respiratornih pigmenata i služi za prenos hranljivih materija. Nervni sistem je predstavljen nervnim prstenovima povezanim nervnim vrpčama, pa se takav nervni sistem označava kao difuzno-vrpčast. Čula nisu posebno razvijena. Ipak, na kraju svake ručice se nalazi po jedna očna jamica koja može da razlikuje svjetlost od tame. Receptori za prijem hemijskih i mehaničkih draži sa nalaze raspoređeni po cijelom tijelu, ali sa nešto većom brojnošću oko usnog otvora i na ručicama.

Razdvojenih su polova, oplodjenje je spoljašnje, a razviće se odvija preko stadijuma bilateralno simetrične larve. Gonade su smještene u centralnom disku, između ručica. Predstavnik koji je zastupljen u Jadranskom moru je crvena zvijezda – *Asterias rubens*.



Slika 65. Građa morske zvijezde

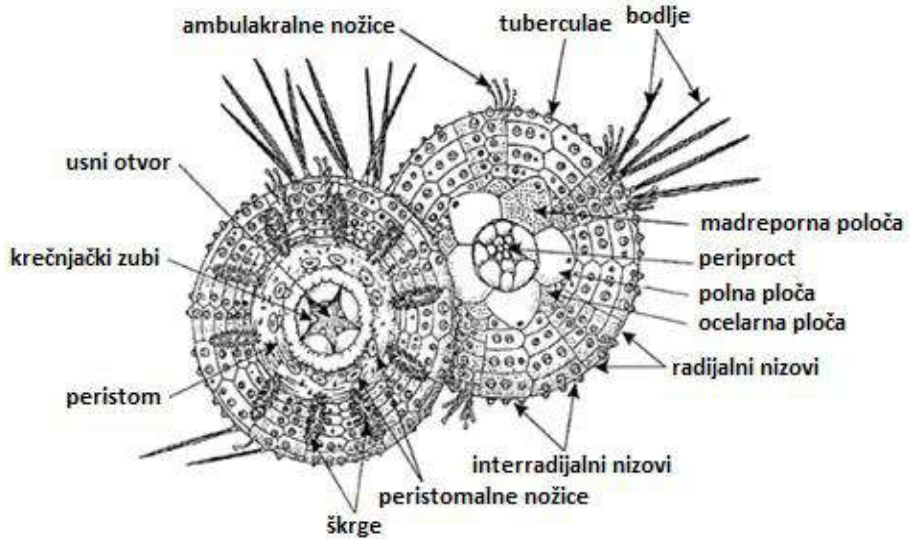
(IZVOR: <https://www.purposegames.com/game/29bf3eb8f9?l=35098>)

Classis Ophiuroidea (morske zmijuljice) – izgledom su dosta slični morskim zvijezdama, ali se od njih razlikuju po ručicama (kracima). Kraci su jasno odvojeni od centralnog diska, veoma su tanki i pokretljivi. Nemaju ambulakralnih žlijebova. Imaju jednostavno građen crijevni sistem koji ne zalazi u krake.

Kod ovih organizama usni otvor funkcioniše i kao analni, jer crijevni sistem čine usni otvor, ždrijelo i želudac, dok crijevo i analni otvor odsustvuju. Sa oralne strane nalazi se pet pari mješkolikih kožnih proširenja. To su burse za koje se smatra da učestvuju u razmjeni gasova i u izlučivanju. Zmijuljice imaju veliku sposobnost regeneracije; njihove ručice, koje su inače mnogo pokretljivije nego kod morskih zvijezda, mogu da se u opasnosti odbace, i da ih kasnije regenerišu.

Predstavnik koji je zastupljen u Jadranskom moru je velika zmijuljica - *Ophioderma longicaudum*.

Classis Echinoidea (morski ježevi) – obuhvata organizme koji se karakterišu prisustvom skeletne kapsule loptastog ili jajolikog oblika (slika 66). Kapsulu obrazuju naizmjenično raspoređeni dupli nizovi krečnjačkih pločica (radijalni i interradijalni nizovi), koji su međusobno čvrsto spojeni, čineći jedinstvenu kapsulu. Na svim pločicama se nalaze mala ispupčenja, tuberkule, za koje su zglobljene bodlje, koje prekrivaju čitavu površinu tijela, pokretne su, te osim za odbranu služe i za kretanje. Između bodlji nalaze se pedicelarije i otvori za ambulakralne nožice. Pedicelarije su modifikovane bodlje i služe za čišćenje tijela, ali se na nekima nalaze i otrovne žlijezde. Sa aboralne strane se uočava pentamerni raspored pločica koje formiraju radijalne i interradijalne nizove. U centru aboralne strane je periprokt sa analnim otvorom. Oko ovog dijela je pet pločica (u interradijumu), od kojih je jedna nešto krupnija od ostalih, i pored genitalnog ima više sitnih otvora ambulakralnog sistema. To je madrepora ploča. Na sitnim pločicama nalaze se brojni otvori za ambulakralne nožice, po kojima se ovi nizovi pločica nazivaju ambulakralnim ili radijalnim, jer se ispod njih nalaze radijalni kanali i ampule ambulakralnog sistema. Krupniji (interradijalni) nizovi nisu perforirani i nose samo bodlje. Na oralnoj strani tijela imaju posebnu usnu strukturu koja se označava kao Aristotelova lampa. To je kalcifikovan aparat za sitnjenje, struganje i žvakanje hrane. Ona se sastoji od 25 skeletnih elemenata, od kojih pet čine krupni trouglasti zubi. Oni vire iz centra oralne strane, okruženi usnim otvorom. Predstavnik koji je zastupljen u Jadranskom moru je crni jež - *Arbacia lixula*.



Slika 66. Građa morskog ježa (prema: Petrov i sar., 2005)

Classis Holothuroidea (morski krastavci) – većinom žive u litoralnoj zoni mora na pijesku ili zariveni u podlozi, ali to nije uvijek slučaj. Nekoliko vrsta vodi planktonski način života. Tijelo je cilindrično, izduženo u pravcu glavne (oralno-aboralne) ose, i bočno su položeni na podlozi. Imaju gotovo kožasto tijelo, jer im je skelet prilično redukovan na pet pari nizova krečnjačkih iglica. Imaju pet uzdužnih nizova ambulakralnih nožica (tri niza nožica sa ventralne strane tijela su dobro razvijena i okrenuta ka podlozi, dok se druga dva niza nalaze dorzalno i znatno su redukovana). Oko usnog otvora nalazi se vijenac većinom razgranatih, uvlačivih tentakula, a njihov broj se kreće od 10 do 30 tentakula. Gonohoristi su, a polni dimorfizam nije izražen. Razviće se odvija preko larve aurikularije. Imaju visoko razvijenu sposobnost regeneracije svih dijelova tijela. U opasnosti mogu izbaciti gotovo čitavo crijevo i kasnije ga regenerirati. Hrane se detritusom ili aktivno izvlače organizme iz pješčane podloge morskog dna pomoću oralnih ručica (tentakula).

Neke od poznatijih vrsta su: *Cucumaria* sp. i *Holothuria tubulosa*.

UPUTSTVO ZA RAD:

Korak 1. Posmatrati makroskopske preparate bodljokožaca.

Korak 2. U predviđeni prostor upisati odgovarajuće taksonomske kategorije.

Korak 3. Nacrtati i obilježiti sve elemente koji se mogu vidjeti na preparatu.

Phylum _____

Subphylum _____

Classis _____

Genus _____

Species *Antedon mediterranea*

Phylum _____

Subphylum _____

Classis _____

Genus _____

Species *Asterias rubens*

Phylum _____

Subphylum _____

Classis _____

Genus _____

Species *Marthasterias glacialis*

Phylum _____

Subphylum_____

Classis _____

Genus _____

Species *Peltaster placenta*

Phylum _____

Subphylum_____

Classis _____

Genus _____

Species *Ophioderma longicaudum*

Phylum _____

Subphylum_____

Classis _____

Genus _____

Species *Ophiothrix fragilis*

Phylum _____

Subphylum_____

Classis _____

Genus _____

Species *Arbacia lixula*

Phylum _____

Subphylum_____

Classis _____

Genus _____

Species *Cucumaria* sp.

Phylum _____

Subphylum_____

Classis _____

Genus _____

Species *Holothuria tubulosa*

LABORATORIJSKA VJEŽBA

DISEKCIJA MORSKOG JEŽA

Cilj vježbe: savladavanje tehnike disekovanja i upoznavanje sa spoljašnjom i unutrašnjom morfologijom morskog ježa.

Potreban materijal: morski jež, 70% alkohol etanol, lupa, pinceta, makaze.

UPUTSTVO ZA RAD :

Korak 1. Sakupiti morske ježeve u priobalnom dijelu mora i fiksirati u 70% etanolu. Posmatranje spoljašnje morfologije se obavlja pod lupom.

Korak 2. Izučavanje spoljašnje morfologije – za upoznavanje spoljašnje morfologije potrebno je ukloniti bodlje i sastrugati epitel kako bi se vidjeli nizovi radijalnih i interradijalnih nizova skeletnih pločica i aboralni pol (slika 66). Po upoznavanju skeletnih ploča, vrši se disekcija makazama po ekvatorijalnoj liniji, pri čemu se odvajaju oralna od aboralne polovine.

Korak 3. Izučavanje unutrašnje morfologije – sistem organa za varenje počinje ustima sa zubima Aristotelove lampe. Između elemenata Aristotelove lampe prolazi ždrijelo na koji se nastavlja jednjak i želudac (srednje crijevo), koje, gledano sa oralne strane, obrazuje dvije ili tri spirale, prelazi u kratko zadnje crijevo, koje se završava analnim otvorom na aboralnom polu.

Ambulakralni sistem morskog ježa nastaje na račun celoma. Gradi ga sistem kanala, cjevčica i mješkova u kojima se nalazi tečnost pod pritiskom, čiji je hemijski sastav veoma sličan morskoj vodi.

Ambulakralni sistem morskog ježa se sastoji od pet radijalnih kanala. Oni se pružaju ispod nizova ambulakralnih pločica. Radijalni kanali se spajaju u jedan kružni okoždrijelni kanal koji ima pet proširenja koji se nazivaju Polijevi mješkovi (mjehuri). Kružni kanal je pješčanim kanalom povezan sa madreporom pločom, a samim tim ostvaruje kontakt sa spoljašnjom sredinom. Preko pješčanog kanala voda ulazi kroz pore madreporne ploče, dolazi u kružni, a iz njega u radijalne kanale. Od svakog radijalnog kanala polaze bočni kanalići koji se proširuju u ampule. Ambulakralni sistem se završava na površini tijela sa ambulakralnim nožicama sa

pijavkama. Ambulakralne nožice zahvaljujući svojoj muskulaturi imaju mogućnost kontrahovanja, odnosno skraćivanja po dužini. Primarna uloga ambulakralnog sistema kod morskog ježa je lokomocija, a sekundarna ekskrecija i respiracija.

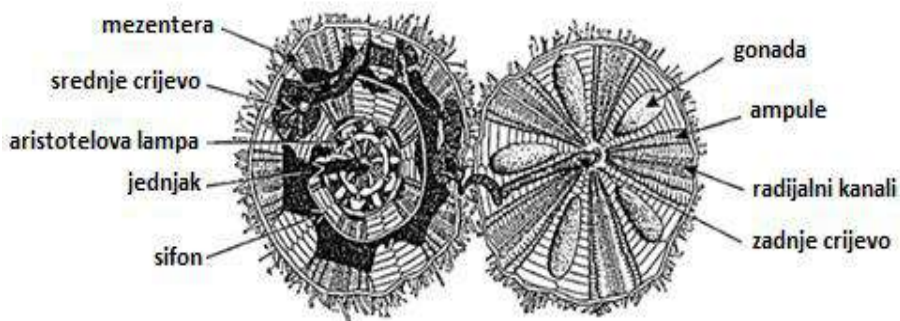
Organi za respiraciju morskog ježa predstavljeni su žbunastim škrgama. Ima ih ukupno pet pari i nalaze se na oralnom polu oko peristomalnog polja. Pored njih, respiracija se obavlja i cijelom površinom tijela.

Transportni sistem kod morskih ježeva je otvorenog tipa. Građen od hemalnog prstena koji se pruža iznad Aristotelove lampe, od kojeg polaze meridionalni sudovi do aboralnog hemalnog prstena. Oralni prsten sa aboralnim prstenom se spaja jednim vertikalnim sudom. Za ovu klasu bodljokožaca je karakteristično da imaju dobro razvijen sistem hemalnih sudova crijeva.

Kao i drugi bodljokošci, ježevi nemaju razvijen ekskretorni sistem i ekskrecija se obavlja čitavom površinom tijela.

Nervni sistem je građen od tri nervna prstena: oralnog ektoneuralnog, oralnog hiponeuralnog i aboralnog endoneuralnog nervnog prstena. Od njih polaze nervi do svih dijelova tijela. Nervni sistem se ne vidi na disekovanom objektu.

Polni sistem je gonohoristički, polni dimorfizam nije izražen. Postoji pet gonada koje su smještene bliže aboralnom polu u nivou interradijalnih kanala. Od svake gonade polazi gonodukt i oni se otvaraju na genitalnim pločama na aboralnom polu. Gonade se dobro uočavaju (slika 67).



Slika 67. Unutrašnja građa morskog ježa (prema Petrov i sar.2005)

SAMOSTALNA PROVJERA ZNANJA:

1. Organski sistem koji karakteriše bodljikošce:

- a) nervni sistem
- b) transportni sistem
- c) ambulakralni sistem

2. Larva bodljokožaca je:

- a) radijalno simetrična
- b) bilateralno simetrična
- c) sferično simetrična

3. Veliku sposobnost regeneracije imaju:

- a) zmijuljice i krastavci
- b) zvijezde i zmijuljice
- c) krastavci i ježeви

NEŠTO VIŠE

Smatra se da su morski krinovi, slični današnjim, naseljavali mora i okeane još prije 450 miliona godina. Samim tim, fosili morskih krinova predstavljaju jedne od najstarijih fosila na Zemlji. Krinovi su prekrivali plitka morska dna u vidu podvodnih livada, dostizali su dimenzije i preko 40 metara i bili su toliko brojni da su živjeli bukvalno jedni na drugima. U današnjim morima živi svega jedna desetina vrsta koje su nekada naseljavale ondašnja mora. Njihovi fosili su dobro očuvani jer je morska sredina za to pogodna, a i prisustvo čvrstog i otpornog krečnjaka u njihovom skeletu doprinijelo je tome da morski krinovi budu dobro očuvani i predmet detaljnih paleontoloških istraživanja.

RAD NA TERENU

SAKUPLJANJE ŽIVOTINJSKIH ORGANIZAMA

Terenske radove treba izvoditi prema unaprijed pripremljenom planu. Metode koje će se koristiti zavise od toga na kojim terenima će se vršiti sakupljanje (na livadi, u šumi, rijeci, jezeru ili moru), kao i od toga koja grupa životinja će se sakupljati. Prije početka rada na terenu, potrebno je u radnu svesku (terenski dnevnik) unijeti naziv šireg i užeg lokaliteta, datum, naziv zajednice u kojoj se sakuplja, vremenske prilike (temperatura i dr.).

Za uspješan rad na terenu, pored adekvatne odjeće i obuće, potrebno je imati i odgovarajuću opremu.

Od opreme uvijek treba imati terensku svesku (dnevnik), grafitnu olovku, gumicu za brisanje, lupu, pincete, makaze, skalpel, pumpice, četkice, etikete za unošenje podataka, razne morilke, bočice sa fiksativom, flakone, epruvete, odgovarajuće tegle, eter, alkohol, formalin, termometar i odgovarajuću opremu za odlaganje i pakovanje sakupljenog materijala za transport. Osim toga, zavisno od toga koja grupa životinja će se loviti, treba imati i više različitih mreža ili druga sredstva, za lov insekata (platno-čaršav, sito, svjetiljke), razne mreže za lov u vodi (insekata i drugih akvatičnih životinja). Osim toga, u nekim slučajevima, potrebno je imati lopaticu, plastične vreće i bocu sa rezervnim fiksativom. Za višednevni terenski rad, potrebno je ponijeti i boce za odlaganje i konzervisanje ulovljenog materijala, literaturu za pomoć pri identifikaciji, kao i stalak za transport.

Na teren treba ponijeti fotografski aparat, GPS uređaj, kompas i geografsku kartu.

Prema prirodi na terenu treba biti pažljiv i obziran. Rijetke i zaštićene vrste NE treba sakupljati, već samo fotografisati!!!

TERENSKA VJEŽBA

SAKUPLJANJE INSEKATA NA OTVORENIM STANIŠTIMA

Cilj vježbe: savladavanje tehnika sakupljanja insekata na otvorenim staništima.

Potreban materijal: entomološka mreža, morilka, kutija za čuvanje insekata, čiode, legatorske kartice.

UPUTSTVO ZA RAD :

Korak 1. Opis entomološke mreže –entomološka mreža se sastoji od drške, rama i vreće. Drška mreže treba da bude dugačka oko 1 m. Rama mreže je od lakog metala (žice 6-8 mm), dovoljno čvrstog da se pri upotrebi ne deformiše. Prečnik rama je 30-40 cm. Platno entomološke mreže treba da bude od sintetičkog materijala (markizet, til) ako sakupljamo leteće insekte, odnosno od čvršćeg bijelog platna za čvršće i krupnije insekte. Za ovakav lov je najprikladnija vreća od perlona, jer perlon ima dovoljnu gustinu da insekti ne mogu da pobjegnu iz mreže, a i dovoljnu čvrstinu, da se ne pocijepa na granama ili trnju. Vreća treba da bude dva i po puta duža od prečnika rama da bi se prilikom hvatanja insekata mogla saviti preko okvira. Na taj način onemogućava se izlaženje insekata iz mreže. Veličina okaca na mreži zavisi od grupe insekata koja se želi sakupljati. Za sakupljanje sitnijih insekata okca na mreži moraju biti gusta, dok za sakupljanje krupnijih insekata (leptira, vilinskih konjica) okca moraju biti krupnija da bi uhvaćeni insekti u mreži bili uočljivi.

Korak 2. Upotreba entomološke mreže na terenu – mreža se može upotrebljavati tako što se može loviti svaki uočeni i dostupan insekt, ili se njom može zamahivati lijevo-desno iznad vegetacije i loviti sve što leti iznad vegetacije. Na prvi način se obično love veći insekti. Na drugi način se ulovi veći broj različitih insekata. Kada se ulove insekti, vreću treba okrenuti tako da se presavije preko rama, što onemogućava bijeg insekta iz mreže.

Korak 3. Izdvajanje insekata iz entomološke mreže – insekti se mogu vaditi iz mreže i prebacivati u morilku direktno rukom ili pincetom, ili ubacivanjem morilke u vreću mreže sa otvorom okrenutim prema insektu. Međutim, ako u mreži ima više insekata, ovakvim vađenjem insekata iz mreže neki mogu pobjeći.

Korak 4. Svaki pojedinačno prikupljeni i preparovani primjerak obavezno etiketirati. Svaka legatorska etiketa treba da sadrži podatke:

- o lokalitetu i nazivu države gdje je sakupljen organizam;
- datum sakupljanja;
- ime legatora, odnosno onog ko je uzorak sakupio;

Korak 5. Poslije obrade sakupljenih primjeraka u laboratoriji i njihove determinacije, svakom primjerku dodati i takozvanu determinatorsku etiketu. Ova etiketa sadrži pun naziv determinisane vrste i ime onoga ko je izvršio determinaciju.

Korak 6. Insekte čuvati u drvenoj ili kartonskoj kutiji. Unutar kutije na dno postaviti stiropor debljine oko 1 cm. Preko stiropora treba čiodama fiksirati ili zalijepiti bijeli papir. Radi preglednosti zbirke insekte u kutiju složiti u redove. Ispod svakog insekta staviti legatorsku karticu. U jedan ugao kutije staviti naftalin ili neki drugi preparat radi zaštite od nepoželjnih organizama.

TERENSKA VJEŽBA

SAKUPLJANJE VODENIH INSEKATA I DRUGIH BESKIČMENJAKA

Cilj vježbe: savladavanje tehnike sakupljanja vodenih insekata i drugih vodenih beskičmenjaka (rakova, puževa, pijavica, maločekinjastih glista).

Potreban materijal: Surberova mreža, staklene posudice, 96% alkohol, hamer papir, grafitna olovka, pinceta, stereomikroskop.

UPUTSTVO ZA RAD :

Korak 1. Opis Surberove mreže – Ovom mrežom se mogu sakupljati vodeni insekti, ali i drugi akvatični organizmi. Površina zahvata je 34 x 33.5 cm, a dijametar okaca 350 µm. Ona može biti ojačana rubom od markizeta ili gajtana, ali može biti obložena i platnom za jedra radi zaštite od oštećenja. Okca mreže su mala tako da insekti i drugi akvatični beskičmenjaci ne mogu da prođu kroz njih.

Korak 2. Kvalitativno prikupljanje makrozoobentosa u plitkim vodenim ekosistemima (izvorima, potocima, rijekama) vrši se duž riječnog profila, od obale ka središtu korita, tako da se smjenjuju tipovi podloge.

Korak 3. Uzete uzorke odložiti u staklene posudice sa originalnim zatvaračem, fiksirati uzorke 96% alkoholom.

Korak 4. Svaki pojedinačno prikupljeni i preparovani uzorak obavezno etiketirati. Etiketnu ispisati grafitnom olovkom na hamer papiru i potopiti u posudicu sa fiksiranim uzorkom. Svaka legatorska etiketa treba da sadrži podatke:

- lokalitet i naziv države gdje je sakupljen organizam;
- datum sakupljanja;
- ime legatora, odnosno onog ko je uzorak sakupio;

Korak 5. Laboratorijsku obradu uzoraka obaviti pod stereomikroskopom. Obrada obuhvata postupak identifikacije, brojanje i mjerenje prikupljenih akvatičnih organizama.

TERENSKA VJEŽBA

SAKUPLJANJE BESKIČMENJAKA U STELJI

Cilj vježbe: savladavanje tehnike uzorkovanja beskičmenjaka u stelji (paukolike životinje: pauci, opilioni, pseudoskorpije i skorpije, ali i stonoge, insekti, krpelji, puževi, kišne gliste)

Potreban materijal: bijela mušema, tri sita različitog dijametra okaca, Tulgrenov lijevak, 70% alkohol, pinceta, lupa

UPUTSTVO ZA RAD :***Sakupljanje beskičmenjaka u stelji pomoću sita***

Korak 1. Za sakupljanje organizama iz stelje potrebna su entomološka sita sa različitim dijametrom okaca i bijelo platno ili mušema površine oko 1 m².

Korak 2. Izdvajanje organizama iz šumske stelje obavlja se tako što se dvije šake stelje stave na sito i zatim se prosijava. Prilikom prosijavanja organizmi koji se nalaze u stelji propadaju kroz okca mreže na bijelo platno, dok se supstrat zadržava na rešetki sita.

Korak 3. Izdvojene insekte sa bijelog platna pincetom prenijeti u flakone ili teglice i fiksirati 70% alkoholom etanolom.

Sakupljanje beskičmenjaka u stelji pomoću Tulgrenovog ljevka

Za sakupljanje sitnih insekata i drugih zglavkara iz stelje se može koristiti i Tulgrenov lijevak. Lijevak je uglavnom metalni, plastični ili staklen. Na granici ljevkastog i cilindričnog dijela nalazi se sito. Na rešetku se ravnomjerno rasporedi sakupljeni uzorak šumske stelje, a iznad je postavljena sijalica kao izvor svjetlosti i toplote. Svi organizmi usljed svjetlosti i toplote iz gornjih slojeva stelje povlače se sve niže u hladnije, vlažnije i mračnije slojeve. Insekti bježeći naniže propadaju kroz rešetku i upadaju u fiksativ (70% alkohol etanol). Pored alkohola može se dodati 5% glicerina, koji je slabo isparljiv i koji će spriječiti raspadanje jedinki u slučaju da alkohol ispari.

LITERATURA:

- Brajković, M. (2004). Zoologija invertebrata, II deo. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd. 1-497.
- Brajković, M. (2006). Zoologija invertebrata, I deo, II izdanje. Biološki fakultet Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1-360.
- Đukić, N., Horvatić, A., Kataranovski, D., Maletin, S., Matavulj, M., Pujin, V., Sekulić, R., Jurišić, A. (2018). Poljoprivredna zoologija. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, 1-639.
- Golub, D. (2022). Zoološki praktikum. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka, 1-138.
- Hadžiahmetović Jurida, E., Terzić, Z. (2022). Ekologija čovjeka. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Tuzli, 1-159.
- Kerovec, M. (1986). Priručnik za upoznavanje beskralješnjaka naših potoka i rijeka, SNL, Zagreb, 1-127.
- Krunić, M., Brajković, M., Šapkarev, J., Tomanović, Ž., Stanisavljević, Lj. (1999). Sistematika invertebrata sa praktikumom II deo. Biološki fakultet, Univerziteta u Beogradu, 1-292.
- Krunić, M., Savić, I. (1992). Biologija – za drugi razred srednje škole. Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1-241.
- Krunić, M., Vidović, V., Pujin, V., Petrović, Z., Šapkarev, J., Stevanović, D., Horvatić, A., Brajković, M. (1990). Sistematika invertebrata sa praktikumom I deo. Naučna knjiga, Beograd, 1-379.
- Maguire, I. 2010. Slatkovodni rakovi, Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 1-44.
- Nikolić, V., Miličić, D. (2020). Zoologija beskičmenjaka. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1-288.
- Nikolić, Z., Živić, I., Ćurčić, S. (2010). Praktikum iz anatomije i morfologije beskičmenjaka sa radnom sveskom. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1-134.
- Petrov, B., Radović, I., Miličić, D., Nikolić, V., Petrov, I. (2005). Opšta i sistematska zoologija, Praktikum sa radnom sveskom, II izdanje. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1-263.
- Škrijelj, R., Trožić-Borovac, S., Žujo Zekić, D., Mušović, A., Vesnić, A. (2014). Priručnik iz sistematike nižih ahordata: repertorijum i radna sveska. Prirodno- matematički fakultet, Univerzitet u Sarajevu, 1-104.
- Tomanović, Ž., Živić, I., Petrović, A. (2018). Entomološki praktikum. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1-137.

- Trožić-Borovac, S., Škrijelj, R.S., Mušović, A., Vesnić, A., Gajević, M. (2017). Priručnik iz sistematike viših ahordata – repititorij i radna sveska. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Sarajevu, 1-170.
- Žikić, V., Stanković, S.S., Ilić-Milošević, M., Petrović, A. (2012). Praktikum iz zoologije beskičmenjaka. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu, 1-305.
- Živić, I., Marković, Z. (2017). Zoobentos kopnenih voda. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1-181.

On line izvori:

1. <https://animalandia.educa.madrid.org/ficha.php?id=101>
2. <https://www.purposegames.com/game/29bf3eb8f9?l=35098>
3. [https://cosm.georgiasouthern.edu/biology/biohome/harvey/lect/lectures.html?ccode=en&mda=scrn&flnm=en_morph&ttl=Arthropodhology,](https://cosm.georgiasouthern.edu/biology/biohome/harvey/lect/lectures.html?ccode=en&mda=scrn&flnm=en_morph&ttl=Arthropodhology)

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна и универзитетска библиотека
Републике Српске, Бања Лука

592(075.8) (0.034.2)

РОЉИЋ, Рајко

Zoologija beskičmenjaka [Електронски извор] : praktikum sa radnom sveskom / Rajko Roljić, Vera Nikolić . - Onlajn izd. – Banja Luka : Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet, 2022

Системски захтјеви: Нису наведени. - Начин приступа (URL) : https://pmf.unibl.org/wp-content/uploads/2022/09/zoologija_beskičmenjaka_praktikum.pdf . - Ел. књига. - Ел. публикација у ПДФ формату опсега 201 стр. - Насл. са насл. екрана. - Опис извора дана 05.09.2022.

ISBN 978-99976-86-04-6



ISBN 978-99976-86-04-6