



**PRIPREMNA NASTAVA ZA
POLAGANJE PRIJEMNOG ISPITA
IZ PREDMETA BIOLOGIJA**

-ZOOLOŠKI DEO-



POLJOPRIVREDNI
FAKULTET
UNIVERZITET U NOVOM SADU



DEPARTMAN ZA FITOMEDICINU
I ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE

ZOOLOGIJA

prof. dr Aleksandra Petrović

Departman za fitomedicinu
i zaštitu životne sredine

aleksandra.petrovic@polj.edu.rs



Dragi maturanti,

U ovom delu pripreme nastave fokus je na temama iz **zoologije** koje se nalaze od 101. do 200. pitanja u zbirci „*Pitanja i zadaci za prijemni ispit*“ (str. 18–30).

Ova prezentacija vam daje smernice i pomaže da samostalno dođete do rešenja zadataka, uz prvi korak u razumevanju sveta biologije koji vas čeka na studijama.

Ako vas zanima kako funkcioniše život oko nas – od mikrosveta u zemljištu i vodi do organizama koji oblikuju biljnu i životinjsku proizvodnju – onda ste već na putu ka profesiji koja hrani svet i pokreće budućnost.

Ukoliko vam neki delovi gradiva budu nejasni, dodatna objašnjenja ćete dobiti na časovima **besplatne** pripreme nastave koje organizuje naš Fakultet.

Za sva pitanja, dileme ili nedoumice u vezi sa zoološkim delom pripreme nastave, možete mi se obratiti putem elektronske pošte ili tokom konsultacija.

Srećno u pripremi – vidimo se na fakultetu!

Ćelija i njena građa



- **Ćelija** je osnovna jedinica građe i funkcije svih živih bića.
- Ćelija je najmanja jedinica života koja poseduje sopstvenu organizaciju, metabolizam i nasledni materijal, sposobna je da održava životne procese, reaguje na promene u sredini i učestvuje u razmnožavanju.
- Skup ćelija sličnog ili istog izgleda, embrionalnog porekla i funkcije naziva se tkivo.
- Nauka koja proučava ćelije naziva se **citologija**, dok se nauka koja proučava tkiva naziva **histologija**.

Ćelija i njena građa



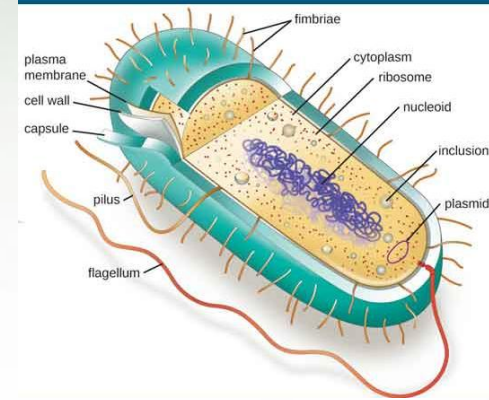
Prokariotska ćelija:

- Nema jasno formirano jedro (jedarnu membranu)
- DNK se nalazi slobodno u citoplazmi (nukleoid)
- Nema membranske organele
- Jednostavnije građe
- Tipični predstavnici: bakterije

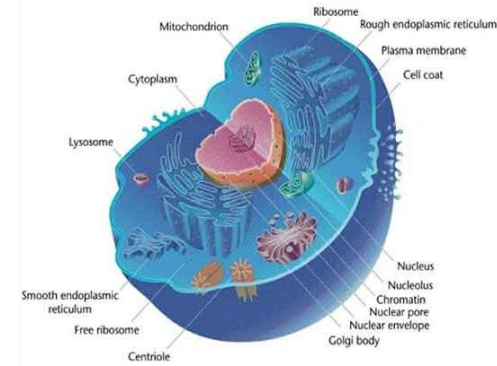
Eukariotska ćelija:

- Ima jasno formirano jedro okruženo jedarnom membranom
- DNK je smeštena u jedru
- Sadrži membranske organele (mitohondrije, ER, Goldžijev aparat...)
- Složenije organizacije
- Prisutna kod životinja, biljaka, gljiva

Prokaryotic cell



Eukaryotic cell

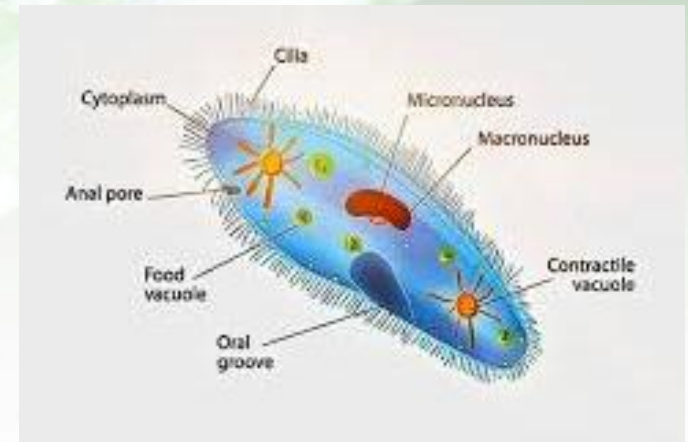


Ćelija i njena građa



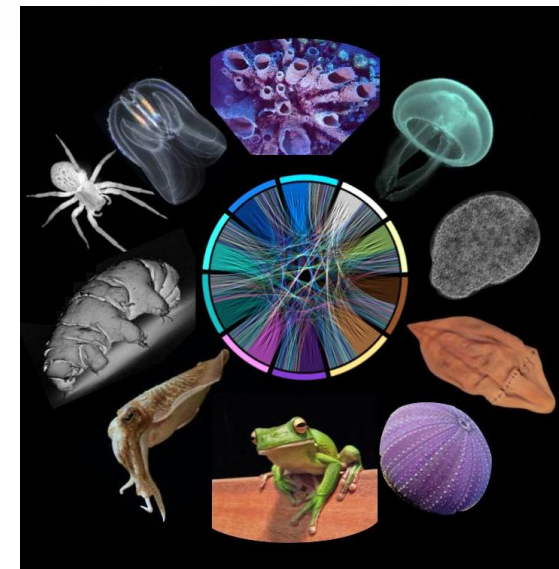
Protozoa (praživotinje):

- Jednoćelijski organizmi
- Jedna ćelija obavlja sve životne funkcije
- Nemaju tkiva i organe
- Najčešće mikroskopske veličine
- Žive u vodi ili vlažnim sredinama
- Primeri: ameba, paramecijum



Metazoa (višećelijske životinje):

- Višećelijski organizmi
- Ćelije su specijalizovane i organizovane u tkiva i organe
- Imaju složenu građu tela
- Uglavnom vidljivi golim okom
- Različiti načini života i staništa
- Primeri: insekti, ribe, ptice, sisari



Ćelija i njena građa

Proverite naučeno

- Eukariotsku građu ćelije imaju (zaokruži tačan odgovor):
 - biljne ćelije
 - životinjske ćelije
 - bakterije
 - biljne i životinjske ćelije

Deoba ćelija

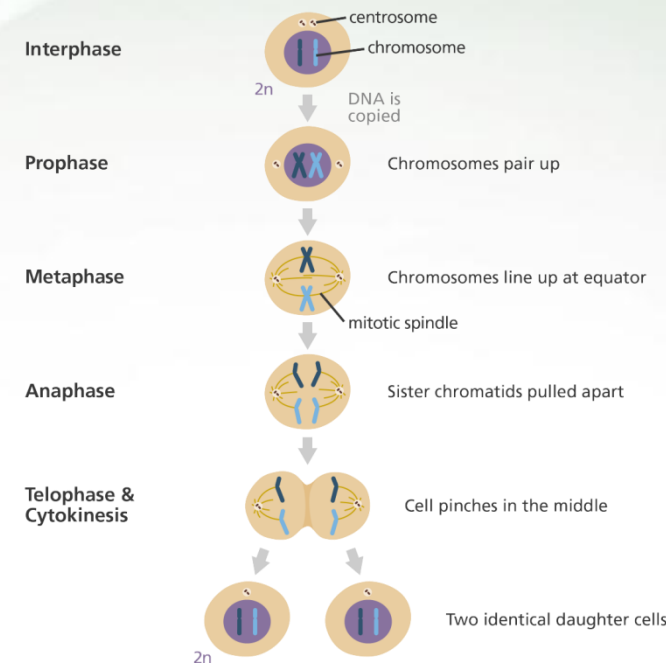


Deoba ćelija

- Eukariotske ćelije se dele na dva načina: **mitozom**, kojom se obnavlja telo, i **mejozom**, kojom se omogućava produžetak vrste.

1. Mitoza (deoba telesnih - somatskih ćelija)

- Mitoza je proces u kojem od **jedne majke-ćelije** nastaju **dve identične ćerke-ćelije**.
- Svrha:** Rast organizma i regeneracija tkiva.
- Gde se dešava:** U svim telesnim (somatskim) ćelijama (primer: koža, mišići, jetra).
- Broj hromozoma:** Ostaje isti. Ako majka-ćelija ima diploidan broj ($2n$) i ćerke-ćelije će imati $2n$.
- Rezultat:** 2 diploidne ($2n$) ćelije, genetički identične roditelju.



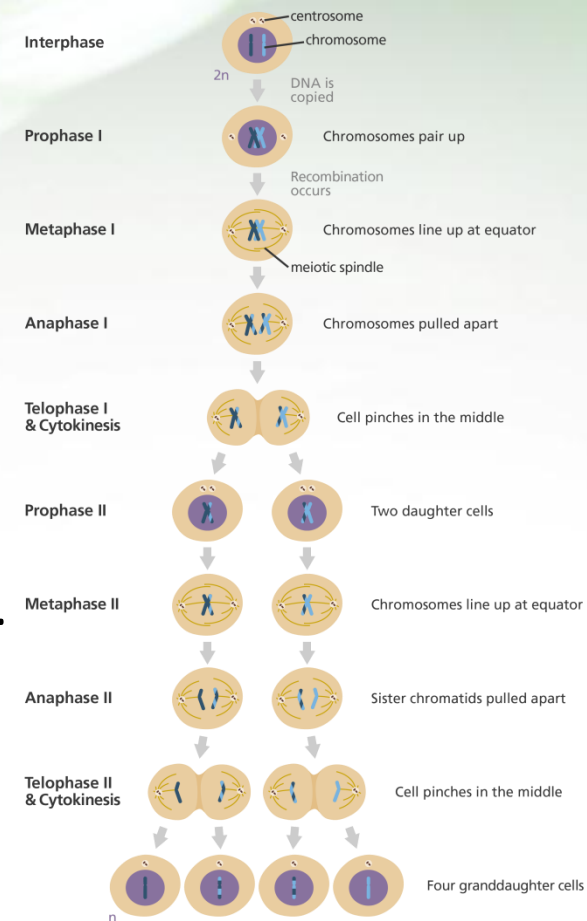
Deoba ćelija



Deoba ćelija

2. Mejoza (redukciona deoba)

- Mejoza je složeniji proces koji se sastoji od dve uzastopne deobe (mejoza I i mejoza II).
- **Svrha:** Stvaranje polnih ćelija (**gameta**) za polno razmnožavanje.
- **Gde se dešava:** Samo u polnim organima (testisi i jajnici).
- **Broj hromozoma:** Smanjuje se na polovinu (redukcija). Iz diploidne ($2n$) ćelije nastaju haploidne (n) ćelije.
- **Genetička varijabilnost:** Tokom mejoze dolazi do razmene genetičkog materijala (*crossing-over*), pa su potomci genetički drugačiji od roditelja.
- **Rezultat:** 4 haploidne (n) polne ćelije (spermatozoidi ili jajne ćelije).



n - haploid $2n$ - diploid

Deoba ćelija

Proverite naučeno

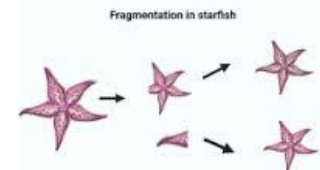
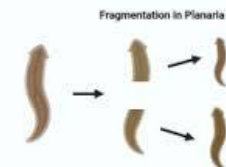
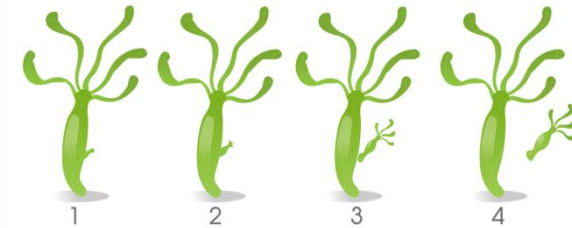
- Polne ćelije - gameti stvaraju se (zaokruži tačan odgovor):
 - mejozom
 - mitozom
 - partenogenezom
 - regeneracijom

Razmnožavanje



Bespolno (aseksualno) razmnožavanje

- Glavna karakteristika je da učestvuje samo **jedan roditelj**, a potomci su genetički identični njemu (**klonovi**).
- **Tipovi bespolnog razmnožavanja:**
 - **Prosta deoba (binarna fisija):** ćelija se podeli na dva jednaka dela (karakteristično za jednoćelijske organizme poput amebe i bičara).
 - **Pupljenje:** na telu roditelja formira se pupoljak koji raste, a zatim se odvaja ili ostaje u koloniji (hidra, sunđer).
 - **Fragmentacija (regeneracija):** telo se deli na više delova, a iz svakog dela se regeneriše nova jedinka (morska zvezda, pljosnate gliste).
 - **Partenogeneza:** razviće nove jedinke iz neoplođene jajne ćelije (zglavkari)

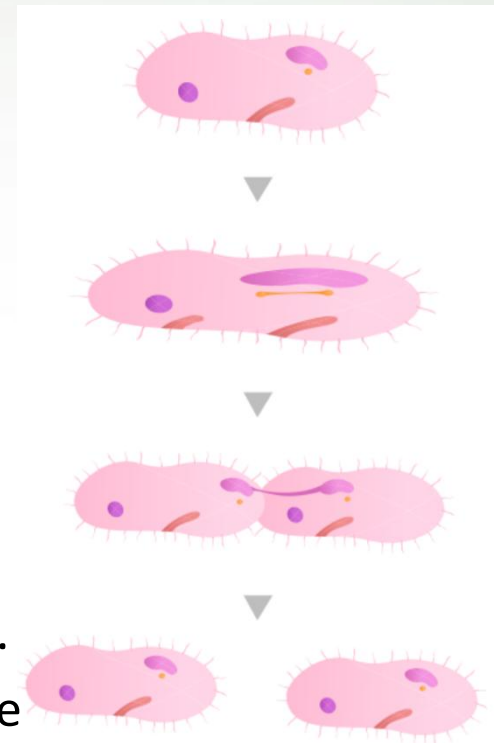


Razmnožavanje



Polno (seksualno) razmnožavanje

- **Kod protozoa** (praživotinja) **postoji polno razmnožavanje**, iako je bespolno razmnožavanje češće i primarno.
- Polni procesi kod ovih jednoćelijskih organizama mogu se podeliti u tri osnovna tipa:
- **Singamija (kopulacija)**: Predstavlja potpuno spajanje dve jedinice koje u tom procesu funkcionišu kao gameti. Ako su jedinice iste veličine i oblika, proces se naziva **izogamija**, a ako su različite (sitniji muški i krupniji ženski gamet), reč je o **anizogamiji**.
- **Konjugacija**: Dve jedinice se privremeno spajaju citoplazmatičnim mostićem i razmenjuju delove svog genetičkog materijala (mikronukleuse), nakon čega se razilaze.
- **Autogamija**: Predstavlja proces "samooplođenja" unutar jedne iste ćelije, gde dolazi do spajanja dva sopstvena haploidna jedra kako bi se uspostavila diploidnost.

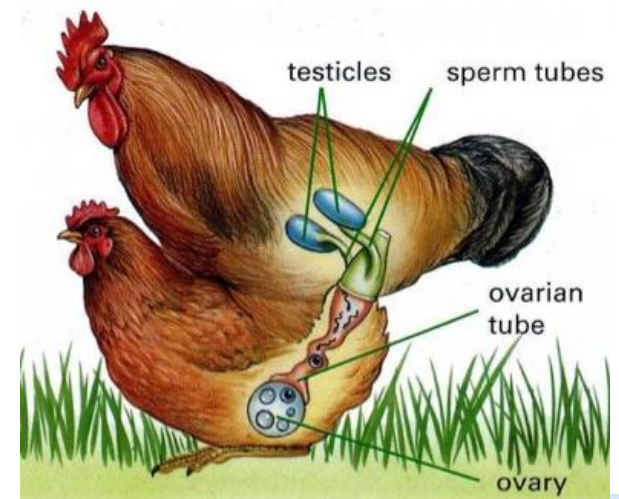
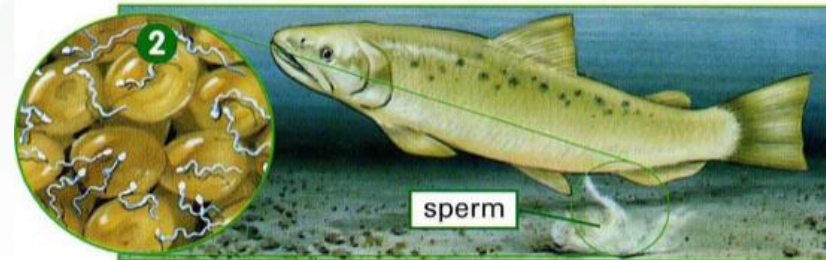
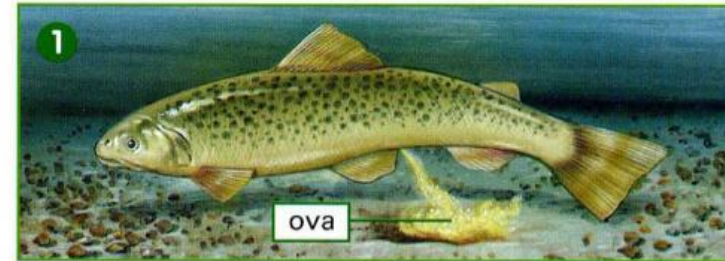


Razmnožavanje



Polno (seksualno) razmnožavanje

- Osnovna karakteristika je spajanje dve polne ćelije (**gameta**) – muške (spermatozoid) i ženske (jajna ćelija).
- Potomstvo je genetički jedinstveno, jer nastaje mešanjem gena oba roditelja, što omogućava bolju prilagođenost promenama u okolini.
- **Tipovi polnog razmnožavanja:**
 - **Spoljašnje oplodjenje:** Gameti se spajaju u vodi, van tela roditelja (kod većine riba i vodozemaca)
 - **Unutrašnje oplodjenje:** Spajanje gameta se dešava unutar tela ženke kod gmizavaca, ptica i sisara)



Razmnožavanje



Polno (seksualno) razmnožavanje

- S obzirom na to gde se odvija razviće embriona i na koji način mladi dolaze na svet, životinje sa unutrašnjim oplodjenjem delimo u tri osnovne grupe:

1. Oviparnost (polaganje jaja)

- Kod ovih životinja embrion se razvija u **spoljašnjoj sredini**, unutar jajeta.
- **Hranljive materije:** Embrion koristi isključivo žumance iz jajeta.
- **Zaštita:** Jaja su zaštićena ljuskom (krečnjačkom ili kožastom) koja sprečava isušivanje.
- **Primeri:** ptice, većina gmizavaca, insekti i dva specifična sisara (kljunar i ehidna).



Razmnožavanje



2. Viviparnost (rađanje živih mladunaca)

- Embrion se razvija **unutar tela majke**, koja mu direktno obezbeđuje sve što je potrebno za život.
- **Hranljive materije:** Embrion dobija hranu i kiseonik direktno iz majčinog krvotoka (kod sisara preko **posteljice** ili placente).
- **Zaštita:** Maksimalna zaštita unutar materice.
- **Primeri:** Većina sisara (uključujući čoveka)

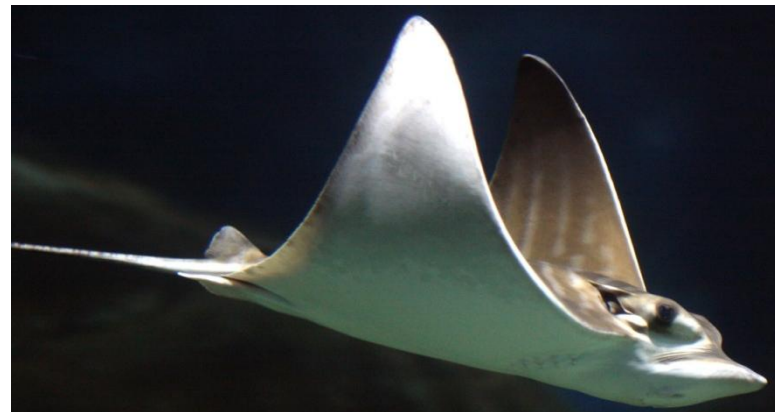


Razmnožavanje



3. Ovoviviparnost (jaja koja se "legu" unutra)

- Ovo je prelazni oblik gde se jaja zadržavaju u telu majke do trenutka izleganja, pa se čini da ženka rađa žive mlade.
- **Hranljive materije:** Iako je jaje unutar majke, embrion se i dalje hrani isključivo **žumancetom**, a ne preko majčinog krvotoka. Majka služi samo kao zaštitni inkubator.
- **Primeri:** Neke zmiје (šarka), određene vrste guštera, morske raže, ajkule.



Razmnožavanje

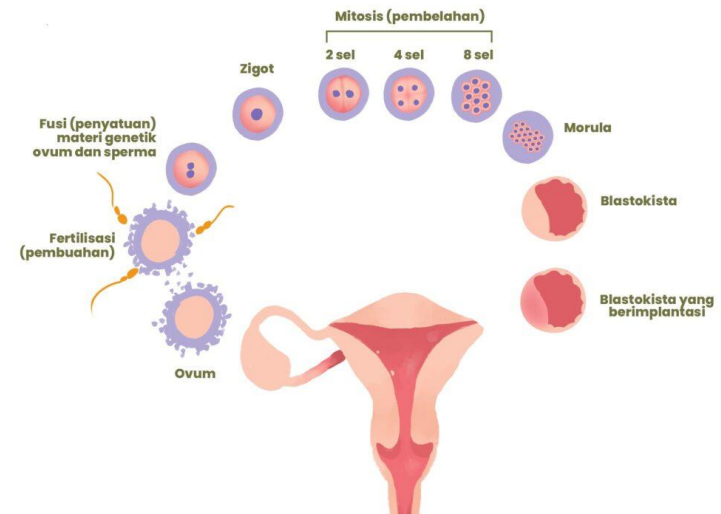
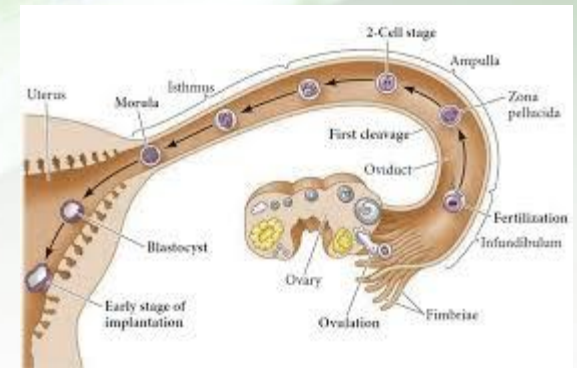
Proverite naučeno

- Nabrojati najmanje dva načina bespolnog razmnožavanja.
- Da li postoji polno razmnožavanje kod protozoa?
- Životinje sa unutrašnjim oplodjenjem razvile su tri načina embrionalnog razvića i dolaska mladunaca na svet (povezati način razvića sa grupom organizama):
 - oviparnost
 - većina sisara
 - viviparnost
 - ptice, žabe
 - ovoviviparnost
 - ajkula
- Sisari se razmnožavaju (zaokružite tačan odgovor):
 - partenogenezom
 - mitozom
 - polnim putem
 - bespolnim putem

Oplodnja, polne žlezde i polne ćelije



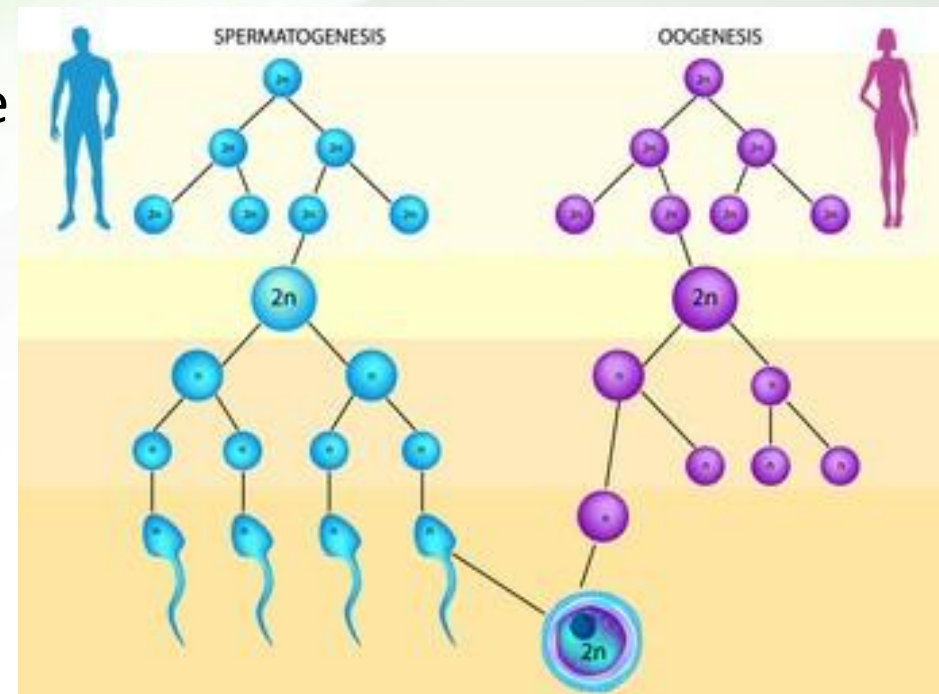
- Proces oplodnje kod sisara dešava se u **jajovodu (oviduct)**.
- Kod sisara je oplodnja **unutrašnja**, što znači da se spajanje muške polne ćelije (spermatozoida) i ženske polne ćelije (jajne ćelije) odvija unutar polnih organa ženke.
- Nakon što se jajna ćelija oslobodi iz jajnika tokom ovulacije, ona dospeva u jajovod gde čeka susret sa spermatozoidima.
- Ukoliko dođe do spajanja, nastaje **zigot** koji se zatim spušta u matericu radi daljeg razvoja.



Oplodnja, polne žlezde i polne ćelije



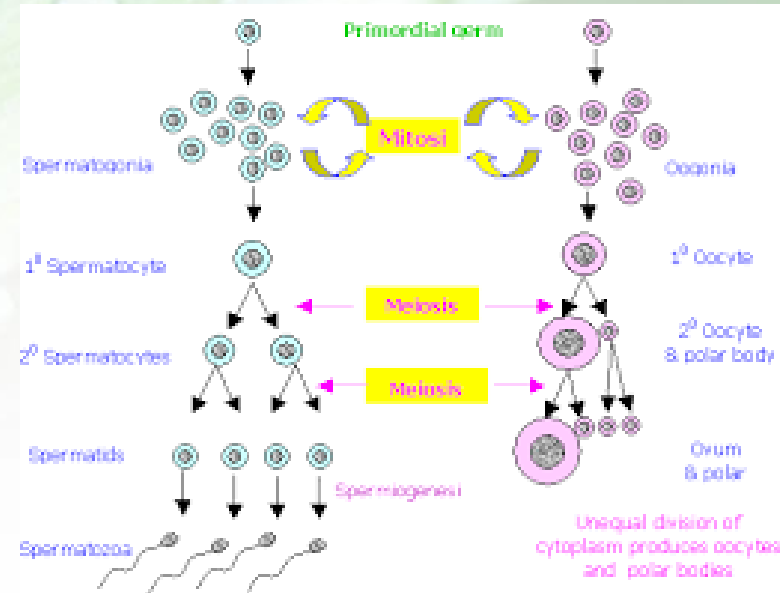
- **Gametogeneza** je proces u kom se iz matičnih ćelija zametnog epitela gonada (jajnika i testisa) razvijaju visoko specijalizovane polne ćelije ili **gameti**.
- Glavni cilj gametogeneze je prelazak ćelije iz **diploidnog** ($2n$) u **haploidni** (n) broj hromozoma putem **mejoze**.
- Ovaj proces osigurava da se prilikom oplodnje, spajanjem dva gameta, ponovo uspostavi diploidan broj ($2n$) hromozoma karakterističan za vrstu.



Oplodnja, polne žlezde i polne ćelije



- Zavisno od pola, gametogeneza se deli na dva procesa:
 - **Spermatogeneza**: proces stvaranja muških polnih ćelija (**spermatozoida**) u testisima. Iz jedne primarne spermatocite nastaju **četiri** funkcionalna, pokretna spermatozoida.
 - **Oogeneza**: proces stvaranja ženskih polnih ćelija (**jajnih ćelija**) u jajnicima. Iz jedne primarne oocite nastaje **samo jedna** funkcionalna jajna ćelija i tri polocita (zakržljala telašca koja propadaju).



Oplodnja, polne žlezde i polne ćelije



- S obzirom na to da se jajna ćelija sisara (kao i drugih životinja) često karakteriše neravnomernim rasporedom citoplazme, razlikujemo dva pola:
 - **Animalni pol:** predstavlja gornji deo jajne ćelije u kojem se nalazi **jedro** i najveći deo aktivne citoplazme. Ovaj pol je metabolički aktivniji i iz njega će se primarno **razvijati tkiva samog embriona**. Na ovom polu se obično izbacuju polociti (polarna telašca) tokom mejoze.
 - **Vegetativni pol:** predstavlja donji deo jajne ćelije u kojem je koncentrisana najveća količina **žumanceta (hranljivih materija)**. Pošto je žumance gušće od citoplazme, ovaj pol je "teži". Kod vrsta sa mnogo žumanceta, ovaj deo ćelije se sporije deli tokom brazdanja.



Oplodnja, polne žlezde i polne ćelije



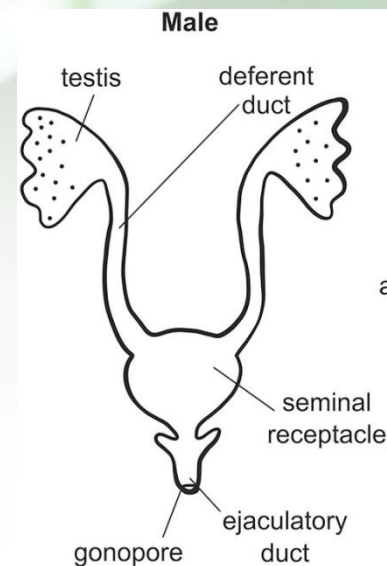
- **Količina i raspored žumanceta (vitelusa)** direktno određuju način na koji će se embrion deliti (brazdati).
- **Prema količini žumanceta jaja se dele na:**
 - **Alecitna jaja:** skoro uopšte nemaju žumance (npr. kod čoveka i većine sisara, jer se embrion hrani preko placente).
 - **Oligolecitna jaja:** sadrže malu količinu žumanceta (npr. kod morskog ježa i amfioksusa).
 - **Mezolecitna jaja:** srednja količina žumanceta (npr. kod vodozemaca).
 - **Polilecitna jaja:** velika količina žumanceta koja služi za dugotrajan razvoj van tela majke (npr. kod ptica, gmizavaca i insekata).
- **Prema rasporedu žumanceta jaja se dele na:**
 - **Izolectina (homolecitna):** žumance je ravnomerno raspoređeno po celoj citoplazmi. Karakteristična su za alecitna i oligolecitna jaja.
 - **Telolecitna:** žumance je nagomilano na **vegetativnom polu**, dok je na animalnom polu citoplazma sa jedrom:
 - *umereno telolecitna:* kod vodozemaca.
 - *izrazito telolecitna:* kod ptica i gmizavaca (žumance zauzima skoro celu ćeliju, a citoplazma je samo mali disk na vrhu).
 - **Centrolecitna:** žumance je u samom centru ćelije, a citoplazma se nalazi u tankom sloju oko njega (npr. kod insekata).

Oplodnja, polne žlezde i polne ćelije



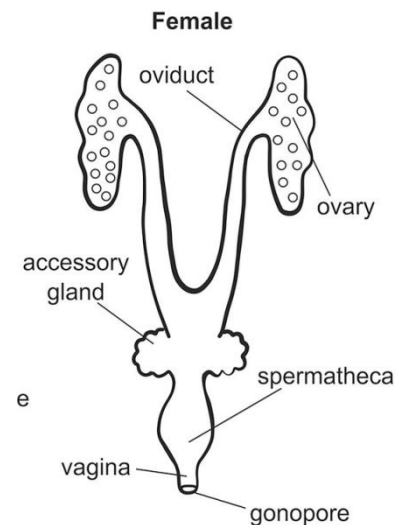
- **Muški polni organi**

- **Glavni organi (gonade): testisi = semenici** – proizvode spermatozoide i hormone.
- **Sistem kanala: pasemenik (sazrevanje), semevodi (transport) i mokraćovod (izbacivanje).**
- **Pomoćne žlezde i kopulatorni organ: prostata, semena kesica i penis**



- **Ženski polni organi**

- **Glavni organi (gonade): ovarijumi = jajnici** – proizvode jajne ćelije i hormone.
- **Mesto oplodnje: jajovodi** – sprovode jajnu ćeliju i tu se sreće sa spermatozoidom.
- **Mesto razvoja i izlaska: materica (gde raste plod) i vagina (porođajni kanal i mesto prijema sperme).**



Oplodnja, polne žlezde i polne ćelije



- **Polne žlezde (gonade)** su žlezde koje imaju dve ključne uloge:
 - egzokrinu (proizvodnja gameta – polnih ćelija) i
 - endokrinu (produkcija polnih hormona).
- **Muški polni hormoni (androgeni)**
 - Glavni predstavnik je **testosteron**.
 - **Mesto lučenja:** Lejdigove (intersticijalne) ćelije u testisima.
- **Ženski polni hormoni**
 - Rade u ciklusima i njihova koncentracija varira tokom meseca.
 - **Estrogeni - mesto lučenja:** ćelije folikula u jajniku.
 - **Progesteron - mesto lučenja:** žuto telo (*corpus luteum*), a kasnije u trudnoći i placenta.

Oplodnja, polne žlezde i polne ćelije



- U biologiji razmnožavanja, životinje delimo prema tome da li su polovi razdvojeni ili spojeni u jednoj jedinki:

1. Hermafroditi (dvopolne životinje)

- To su jedinke koje poseduju i muške i ženske polne organe (stvaraju i jajne ćelije i spermatozoide).
- **Karakteristike:** često se praktikuje **unakrsno oplodjenje** (dve jedinke razmenjuju polne ćelije), mada je kod nekih moguće i samooplođenje.
- **Primeri:** kišna glista, većina puževa, metilji, pantljičare, sunđereri i dupljari (mnogi).



2. Gonohoristi (razdvojeni polovi)

- To su vrste kod kojih je jedna jedinka ili muškog ili ženskog pola (poseduje samo jednu vrstu gonada).
- **Karakteristike:** za produkciju potomstva neophodno je učešće dve jedinke različitog pola. Često je prisutan **polni dimorfizam** (razlika u izgledu mužjaka i ženke).
- **Primeri:** većina zglavkara (insekti, rakovi), svi kičmenjaci (ribe, vodozemci, gmizavci, ptice, sisari) i glavonošci.



Oplodnja, polne žlezde i polne ćelije

Proverite naučeno

- Proces oplodnje kod sisara događa se u _____.
- Kao rezultat oplodnje nastaje _____.
- Koliko se jajnih ćelija dobije od jedne oogonije u procesu oogeneze?
- Zaokruži tačan odgovor:
 - vegetativni pol je deo jajne ćelije u kome su smeštene hranljive materije za razviće embriona
 - vegetativni pol je deo jajne ćelije u kome nisu smeštene hranljive materije za razviće embriona i iz njega će se razviti samo embrion
- Zaokruži tačan odgovor:
 - animalni pol je deo jajne ćelije iz koje će se razviti embrion
 - animalni pol je deo jajne ćelije u kome su smeštene hranljive materije za razviće embriona
- Jaja sa malom količinom žumanceta nazivaju se:
 - telolecitna
 - oligolecitna
 - centrolecitna
 - izolecitna

Oplodnja, polne žlezde i polne ćelije

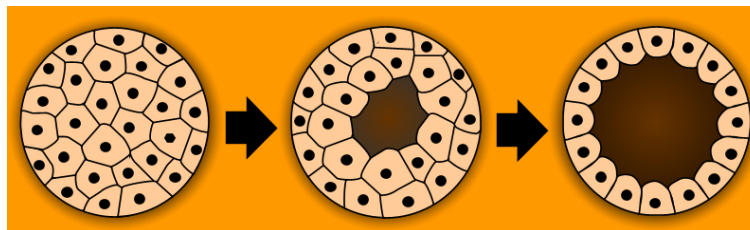
Proverite naučeno

- Nabrojati ženske polne organe sisara.
- Navedite dve osnovne funkcije polnih žlezda: _____ i _____ .
- Androgeni su (zaokruži tačan odgovor):
 - muški polni hormoni
 - ženski polni hormoni
 - muški i ženski polni hormoni koje luče testisi i jajnici
- Muške polne hormone luče (zaokruži tačan odgovor):
 - testisi i u manjoj meri nadbubrežna žlezda
 - jajnici
 - hipofiza
- Ženski polni hormoni su: _____ i _____ .
- Među datim odgovorima zaokruži predstavnike koji su hermafroditi:
 - metilji
 - kišna glista
 - pčela
 - škorpija

Embriologija



- U ranoj embriogenezi sisara, nakon oplodnje, embrion prolazi kroz sledeće stadijume:
 - **Zigot**: jednoćelijski stadijum koji nastaje spajanjem jajne ćelije i spermatozoida. On je totipotentan, što znači da iz njega može nastati ceo organizam.
 - **Brazdanje (segmentacija)**: serija brzih mitotičkih deoba zigota. Ćelije koje nastaju nazivaju se **blastomere**. Ukupna zapremina embriona se ne povećava, već ćelije postaju sve manje.
1. **Morula**: stadijum koji podseća na plod dudu. To je kompaktna loptica od 16 do 32 (ili više) gusto zbijenih blastomera.
 2. **Blastula**: šuplja lopta ispunjena tečnošću. Sastoji se iz dva dela:
 - **Trofoblast**: spoljašnji omotač koji će učestvovati u formiranju placente.
 - **Embrioblast (unutrašnja masa ćelija)**: grupa ćelija iz kojih će se direktno razviti telo embriona.
 3. **Gastrula - gastrulacija**, proces u kojem se formiraju tri klicina (embrionalna) lista.



Embriologija



1. Ektoderm (spoljašnji sloj)

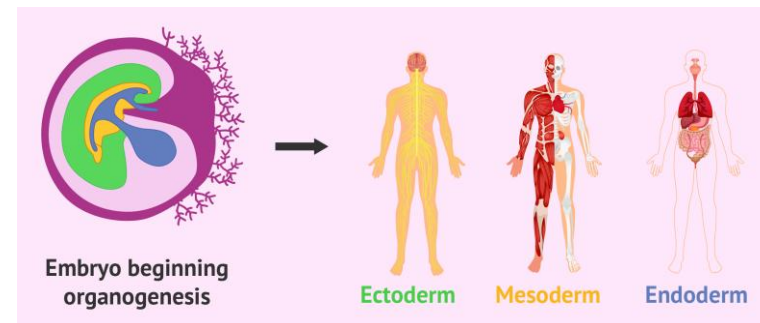
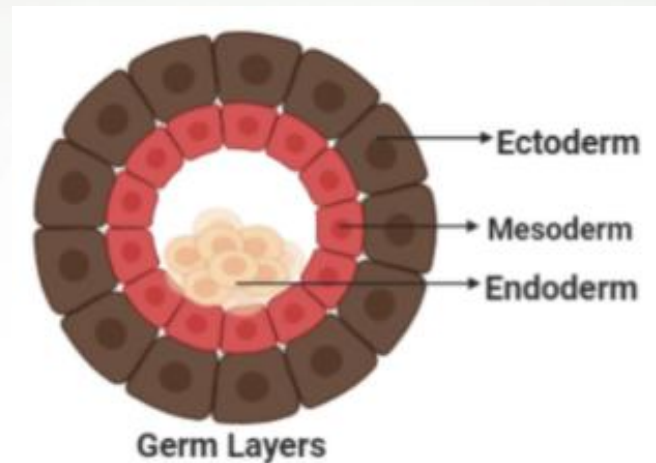
- Iz njega nastaju delovi koji su u kontaktu sa spoljašnjom sredinom i sistem koji upravlja telom:
 - **Nervni sistem** (mozak, kičmena moždina, periferni nervi).
 - **Čula** (oko, uho, nos).
 - **Epidermis kože** i njegovi derivati (dlaka, nokti, perje, rogovi, kožne žlezde).
 - **Gledj zuba**.

2. Endoderm (unutrašnji sloj)

- Iz njega nastaju unutrašnji organi, uglavnom oni za varenje i disanje:
 - **Epitel digestivnog trakta** (creva, želudac).
 - **Žlezde digestivnog sistema** (jetra i pankreas).
 - **Sistem za disanje** (pluća, traheja).
 - **Štitna žlezda** i timus.

3. Mezoderm (srednji sloj)

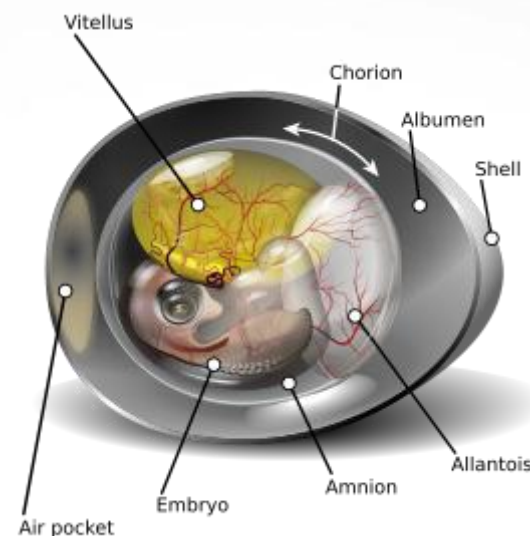
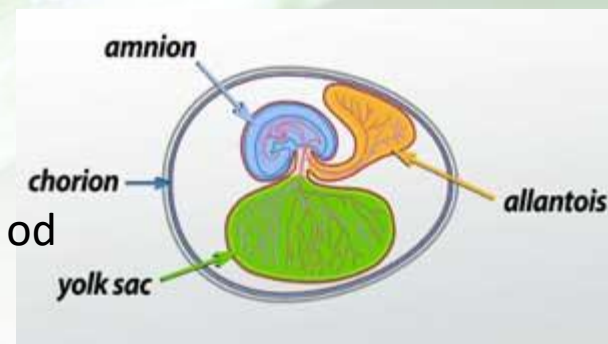
- Iz njega nastaje sve ono što "popunjava" prostor između kože i creva:
 - **Skelet** (kosti i hrskavica).
 - **Mišićni sistem**.
 - **Krvni sudovi i srce** (cirkulatorni sistem).
 - **Ekskretorni sistem** (bubrezi i mokraćni kanali).
 - **Reproduktivni sistem** (gonade i njihovi izvodi).
 - **Dermis kože** (ispod površinskog sloja).



Embriologija



- Kod sisara i ostalih kopnenih kičmenjaka (amniota), tokom razvoja se formiraju **četiri embrionalne ovojnice** koje omogućavaju preživljavanje embriona van vodene sredine:
1. **Amnion**: Unutrašnja opna koja direktno okružuje embrion. Ispunjena je **amnionskom tečnošću** (vodenjak) koja štiti plod od isušivanja, mehaničkih potresa i omogućava mu kretanje.
 2. **Horion**: Spoljašnja ovojnica koja obavija ceo embrion i ostale ovojnice. Kod sisara, horion direktno učestvuje u izgradnji **placente** (posteljice) preko koje se embrion hrani i diše.
 3. **Alantois**: Nastaje kao izbočina zadnjeg creva.
 - Kod ptica i gmizavaca služi za odlaganje otpadnih materija (mokraćna kiselina).
 - Kod sisara je veoma značajan, jer njegovi krvni sudovi formiraju krvotok **pupčane vrpce**, povezujući plod sa placentom.
 4. **Žumančana kesa**: Kod sisara je mala (jer nema mnogo žumanceta), ali je važna jer se u njenom zidu stvaraju **prve krvne ćelije** i prve polne ćelije embriona.



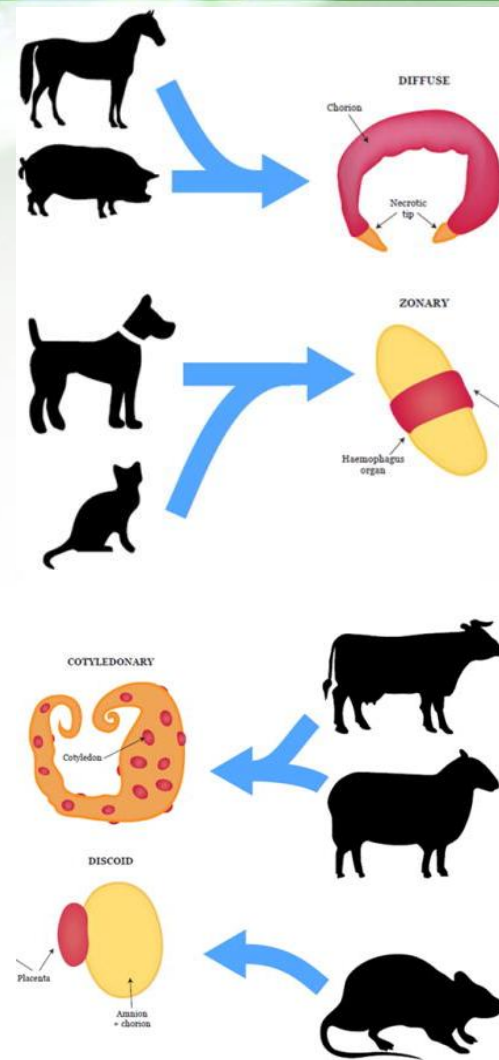
Embriologija



- **Placenta** (posteljica) je privremeni organ nastao od tkiva majke i ploda. Njena glavna uloga je razmena materija: ona snabdeva plod kiseonikom i hranom, a uklanja CO₂ i štetne produkte, dok istovremeno luči hormone koji održavaju trudnoću.

- Prema obliku i površini horiona (placentnog dela ploda) koja je u kontaktu sa sluzokožom materice, razlikujemo četiri osnovna tipa placente:

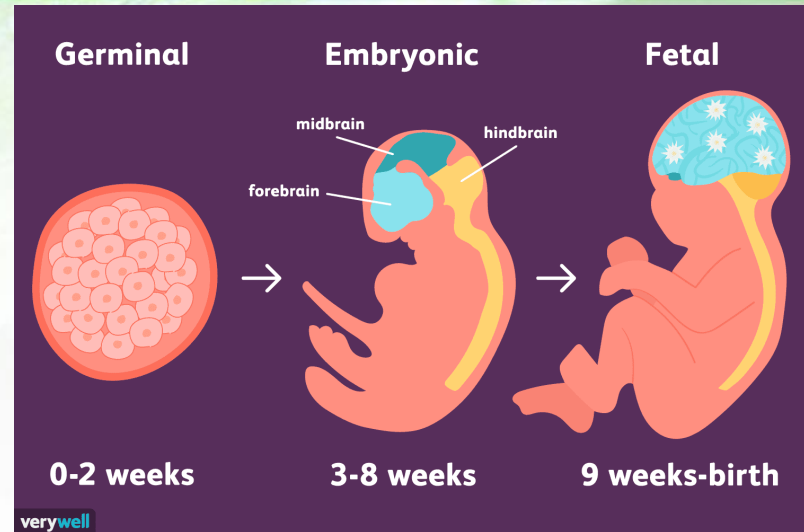
1. **Difuzna placenta:** horionske resice su ravnomerno raspoređene po celoj površini horiona (npr. kod **svinje** i **konja**).
2. **Kotiledonarna placenta:** resice su grupisane u vidu ostrvaca koja se zovu kotiledoni (npr. kod **goveda**, **ovaca** i **koza**).
3. **Zonarna placenta:** resice su raspoređene u obliku prstena ili pojasa oko središnjeg dela embriona (npr. kod **pasa** i **mačaka**).
4. **Diskoidalna placenta:** resice su koncentrisane na jednom ograničenom polju u obliku diska (npr. kod **čoveka**, **majmuna** i **glodara**).



Embriologija



- Tokom graviditeta (trudnoće), razvoj novog organizma deli se na dve ključne faze:
- **Embrionalni period (period embriona):**
 - Traje od oplodnje do završetka **organogeneze** (formiranja osnova svih organa).
 - Kod čoveka ovaj period obuhvata prvih **8 nedelja**.
 - U ovoj fazi plod je najosetljiviji na spoljašnje uticaje.
- **Fetalni period (period fetusa):**
 - Traje od završetka organogeneze pa sve **do rođenja**.
 - Karakteriše ga intenzivan **rast** tela i funkcionalno sazrevanje već formiranih organa i sistema.



Embriologija

Proverite naučeno

- Osnovni razvojni stadijumi ranog embriona su: _____ , _____ i _____.
- Nabrojati embrionalne listove.
- Od ektoderma se obrazuje:
 - nervni sistem
 - sistem krvnih sudova
 - srce
 - skelet
- Od mezoderma se formira:
 - nervni sistem
 - crevni sistem
 - mišićni sistem
 - jetra
- Od endoderma se formira:
 - crevni sistem
 - koža
 - urinarni trakt
 - rožnjača

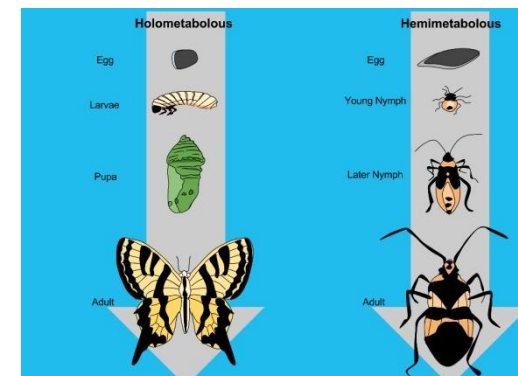
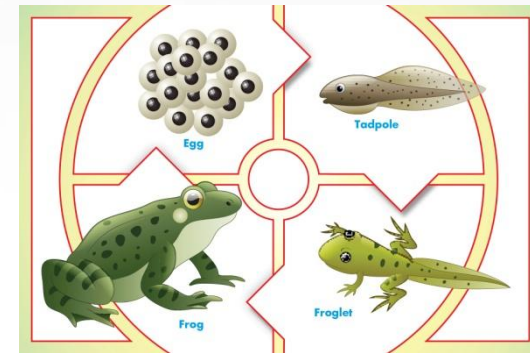
Embriologija

Proverite naučeno

- Embrionalne ovojnice su: _____ , _____ , _____ i _____ .
- Prema obliku i površini kojom su povezane sa uterusom placentе mogu biti: _____ , _____ , _____ i _____ .
- Navesti oblike placentе:
 - kod pacova i čoveka placenta je: _____
 - Kod pasa i mačaka placenta je: _____
- Navesti oblike placentе:
 - kod konja i svinja placenta je: _____
 - Kod krave placenta je: _____
- Dve osnovne faze razvoja ploda tokom gravidnosti su: _____ i _____ .

Postembrionalni razvoj i starenje

- **Postembrionalno razviće** (period od izleganja/rođenja do polne zrelosti) delimo na:
 1. **Direktno razviće:** mlada jedinka liči na odraslu (npr. sisari).
 2. **Indirektno razviće (metamorfoza):** postojanje larvalnog oblika (npr. žaba, insekti).
 3. **Rast:** povećanje dimenzija i mase tela (može biti ograničen ili neograničen)
 4. **Remodeliranje:** kontinuirano menjanje i obnavljanje struktura tkiva i organa tokom života (npr. stalna razgradnja i formiranje koštanog tkiva).
- Kod **insekata** metamorfozu dodatno delimo na:
 - **Nepotpuna (hemimetabolija):** Jaje → Larva → Odrasla jedinka (imago) (primer: skakavac)
 - **Potpuna (holometabolija):** Jaje → Larva → **Lutka** → Odrasla jedinka (imago) (primer: leptir)



Postembrionalni razvoj i starenje



- **Starenje** je univerzalan i ireverzibilan biološki proces koji karakteriše postepeno opadanje fizioloških funkcija, smanjenje sposobnosti održavanja homeostaze i povećana osetljivost na bolesti i spoljašnje činioce.
- **Teorije starenja** možemo podeliti u dve osnovne grupe:
 - 1. Genetičke teorije (teorije programiranog starenja):**
 - **Teorija „biološkog sata“:** starenje je genetički programirano; geni određuju maksimalni životni vek vrste.
 - **Teorija telomera:** prilikom svake deobe ćelije, krajevi hromozoma (telomere) se skraćuju. Kada postanu kritično kratke, ćelija prestaje da se deli i umire.
 - 2. Teorije akumulacije oštećenja (stohastičke teorije):**
 - **Teorija slobodnih radikala:** visokoaktivni molekuli (slobodni radikali) oštećuju ćelijske membrane, proteine i DNK, što vremenom dovodi do propadanja tkiva.
 - **Teorija grešaka u sintezi proteina:** akumulacija grešaka tokom transkripcije i translacije vodi do stvaranja nefunkcionalnih proteina, što remeti metabolizam.
 - **Teorija mutacija:** nagomilavanje somatskih mutacija na DNK tokom života oštećuje genetički materijal ćelija.

Postembrionalni razvoj i starenje

Proverite naučeno

- Navesti tipove posleembrionalnog razvića: _____ , _____ , _____ i _____.
- Navesti bar tri teorije starenja: _____ , _____ i _____.



Tkiva i histologija



- Tkiva predstavljaju grupe ćelija zajedničkog porekla, slične građe i specifične funkcije.
- Četiri osnovne grupe životinjskih tkiva su:

1. Epitelno tkivo (epitel)

- Pokriva površinu tela i oblaže unutrašnje organe i telesne duplje.
- **Podela po funkciji:** pokrovni, žlezdani (lučenje hormona i sokova) i čulni epitel.
- **Podela po obliku ćelija:** pljosnat, kockast i cilindričan.
- **Podela po broju slojeva:** jednoslojan i višeslojan.

2. Vezivna tkiva

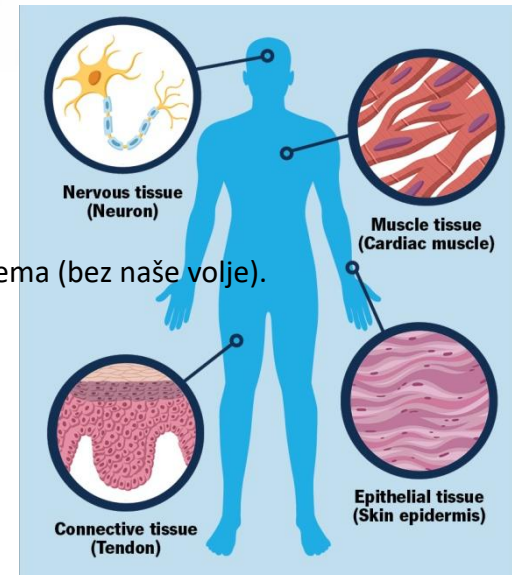
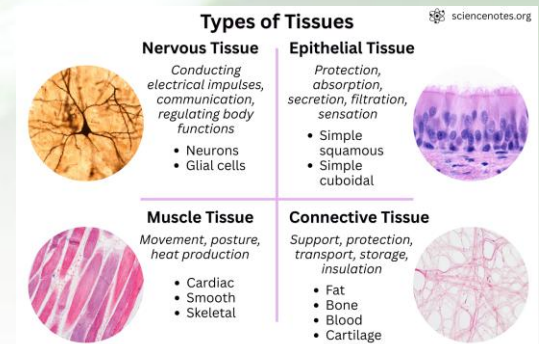
- Najraznovrsnija grupa; povezuju organe, daju potporu i skladište energiju. Karakteriše ih dosta **međucelijske supstance**.
- **Tečna:** krv i limfa.
- **Vlaknasta:** rastresito i gusto vezivo (tetine, ligamenti).
- **Skeletna:** hrskavičavo i koštano tkivo.
- **Masno tkivo:** skladištenje masti.

3. Mišićno tkivo

- Specijalizovano za kontrakciju zahvaljujući proteinima **aktinu i miozinu**.
- **Glatko mišićno tkivo:** u zidovima unutrašnjih organa; radi pod dejstvom autonomnog nervnog sistema (bez naše volje).
- **Poprečno-prugasto (skeletno):** vezano za kosti; omogućava kretanje i pod uticajem je naše volje.
- **Srčano mišićno tkivo:** poprečno-prugasto, ali radi automatski (bez naše volje).

4. Nervno tkivo

- Omogućava prijem informacija, njihovu obradu i prenošenje impulsa. Sastoji se od:
- **Neurona (nervnih ćelija):** glavne ćelije zadužene za prenos impulsa.
- **Glijalnih ćelija (glija):** pomoćne ćelije koje ishranjuju, štite i daju potporu neuronima.



Postembrionalni razvoj i starenje

Proverite naučeno

- Koje od navedenih tkiva NE pripada vezivnom tkivu (zaokruži tačne odgovore):
 - nervno tkivo
 - koštano tkivo
 - mišićno tkivo
 - hrskavičavo tkivo



Organi i sistemi organa



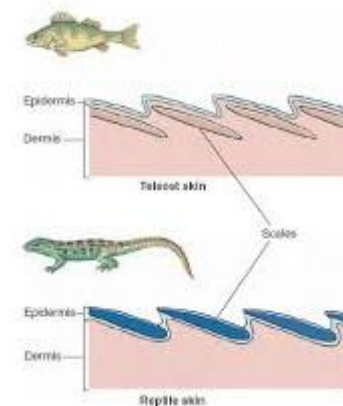
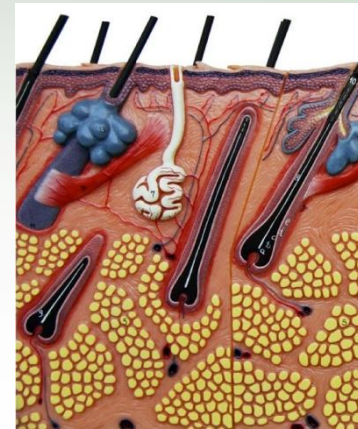
- Sisteme organa kod životinja možemo podeliti na:
 1. **Sistem organa za zaštitu tela (integumentni):** koža i njeni derivati (dlaka, perje, krljušti).
 2. **Sistem organa za kretanje:** skeletni sistem (potpora) i mišićni sistem (pokret).
 3. **Sistem organa za varenje:** organi koji učestvuju u unosu, obradi hrane i izbacivanju nesvarenih ostataka.
 4. **Sistem organa za disanje (respiratorni):** organi za razmenu gasova (koža, škrge, traheje ili pluća).
 5. **Sistem organa za cirkulaciju (transportni):** srce i krvni sudovi koji raznose materije kroz telo.
 6. **Sistem organa za izlučivanje (ekskretorni):** organi koji eliminišu štetne produkte metabolizma i regulišu nivo vode.
 7. **Sistem organa za koordinaciju i regulaciju:**
 - **Nervni sistem:** brza regulacija putem električnih impulsa.
 - **Endokrini sistem:** sporija regulacija putem hormona (žlezde).
 8. **Sistem organa za razmnožavanje (reproduktivni):** polne žlezde i njihovi izvodni kanali za produkciju potomstva.
 9. **Sistem čulnih organa:** Prijem informacija iz spoljašnje i unutrašnje sredine.



Integument



- **Integument** (omotač tela) kod životinja evoluirao od jednoslojnog epitela beskičmenjaka do složene višeslojne kože kičmenjaka, prilagođavajući se prelasku iz vodene u suvozemnu sredinu.
- **Derivati kože** su tvorevine nastale radom epidermisa ili dermisa:
 - **Rožni (epidermalni):** perje ptica, dlake, nokti, kopita i rogovi sisara.
 - **Koštani (dermalni):** krljušti riba i koštane ploče (npr. oklop kornjača).
 - **Žlezdani:** sluzne (ribe, vodozemci), znojne, lojne i mlečne žlezde (sisari).
- **Dermalni kožni skelet (kod riba):** riblje krljušti su pravi primer koštanog kožnog skeleta jer nastaju u krznu (dermu). One su, u suštini, ostaci nekadašnjeg masivnog koštanog oklopa koji su imale prastare grupe riba.
- **Epidermalni kožni skelet (kod gmizavaca):** njihove rožne krljušti čine zaštitni površinski omotač koji takođe funkcionalno pripada spoljašnjem skeletu (egzoskeletu), ali je izgrađen od keratina, a ne od kosti.



Integument

Proverite naučeno

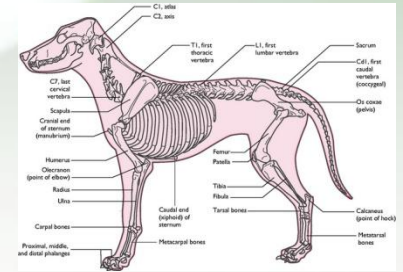
- Krljušti riba i gmizavaca pripadaju:
 - kožnom skeletu
 - viscelarnom skeletu
 - osovinskom skeletu
- Koje žlezde NISU karakteristične za sisare:
 - sluzne
 - znojne
 - lojne
 - mlečne



Skeletni – koštani sistem



- **Skeletni sistem kičmenjaka** (endoskelet) evoluirao je od **vezivne**, preko **hrskavičave** strukture ka potpuno **koštanoj**, pružajući potporu telu i zaštitu unutrašnjim organima.
- **Osnovna podela skeleta:**
 - **Osovinski skelet:** lobanja i kičmenica.
 - **Skelet udova:** rameni i karlični pojas sa kostima ekstremiteta.
- **Uporedni pregled po grupama:**
 - **Ribe:** kičmenica je nepokretno povezana sa lobanjom. Imaju trupne i repne pršljenove. Skelet udova čine **parna peraja** (grudna i trbušna) i **neparna** (leđno, repno i analno - podrepno).
 - **Vodozemci:** Prvi put se javlja **vratni pršljen** (omogućava pokretanje glave) i **krsni pršljen** (veza sa karlicom). Udovi su petoprсни, prilagođeni kretanju na kopnu.
 - **Gmizavci:** Jači skelet sa više vratnih pršljenova (atlas i aksis – omogućavaju okretanje glave). Imaju **grudni koš** (rebra se spajaju sa grudnom kosti), što je važno za efikasnije disanje.
 - **Ptice:** Kostu su **pneumatične** (šuplje, ispunjene vazduhom) radi lakšeg leta. Grudna kost ima **grebenu kost** za koju se vezuju snažni mišići letači.
 - **Sisari:** Diferenciran vratni deo (skoro uvek **7 vratnih pršljenova**). Prvi pršljen se naziva **atlas**, a drugi **epistrofeus**. Lobjanja je uvećana (veći mozak). Udovi su postavljeni ispod tela (ne sa strane kao kod gmizavaca), što omogućava brže i efikasnije kretanje.
- Kod kičmenjaka, **dentin** (ili zubna kost) je ključna komponenta zuba. Dentin je čvrsto, potporno tkivo koje čini **najveći deo mase zuba**. Po sastavu je sličan kostima (sadrži kalcijumove soli), ali je **tvrdi od kosti**, a mekši od gleđi. Nastaje od ćelija mezodermnog porekla (odontoblasta).



Skelet – koštani sistem

Proverite naučeno

- Navesti stupnjeve kroz koje je skelet kičmenjaka prolazio tokom filogeneze: _____ , _____ i _____ .
- Kako se naziva prvi vratni pršljen kod kičmenjaka?
- Peraja predstavljaju ekstremitete riba mogu biti parna i neparna (zaokruži tačan odgovor): TAČNO NETAČNO
- Glavna masa zuba kod kičmenjaka sačinjena je od zubne kosti ili _____ .

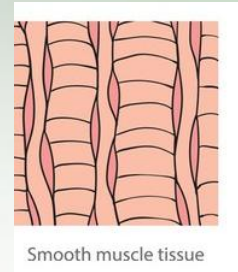


Mišićni sistem

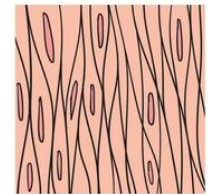


- **Histološka podela (prema građi)**

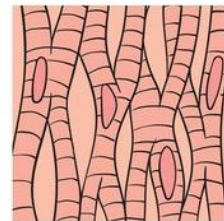
1. **Glatko mišićno tkivo:** izgrađeno od vretenastih ćelija sa jednim jedrom, nalazi se u zidovima unutrašnjih organa (creva, krvni sudovi, mokraćni kanali).
2. **Poprečno-prugasto (skeletno) mišićno tkivo:** izgrađeno od dugih mišićnih vlakana sa više jedara, jasno se vide tamne i svetle pruge (aktin i miozin), čini aktivni deo sistema za kretanje (mišići vezani za skelet).
3. **Srčano mišićno tkivo:** poseban tip; po građi je poprečno-prugasto, ali su ćelije međusobno povezane (razgranate) što omogućava brz prenos impulsa kroz celo srce.



Smooth muscle tissue



Skeletal muscle tissue



Cardiac muscle tissue

- **Funkcionalna podela (prema kontroli rada)**

1. **Voljni mišići:** Radom upravlja naša volja (cerebrospinalni nervni sistem). To su isključivo **poprečno-prugasti (skeletni)** mišići.
2. **Nevoljni mišići:** Rade automatski, pod kontrolom autonomnog (vegetativnog) nervnog sistema. Tu ubrajamo **glatke mišiće** i **srčani mišić**.

- **Podela prema mestu u telu kod životinja**

1. **Somatski mišići:** mišići telesnog zida i udova (uglavnom poprečno-prugasti).
2. **Visceralni mišići:** mišići unutrašnjih organa (uglavnom glatki).

- **Sinergisti:** mišići koji rade zajedno na istom pokretu.

- **Antagonisti:** mišići koji vrše suprotne pokrete (npr. biceps savija, a triceps opružá ruku).

Mišićni sistem

Proverite naučeno

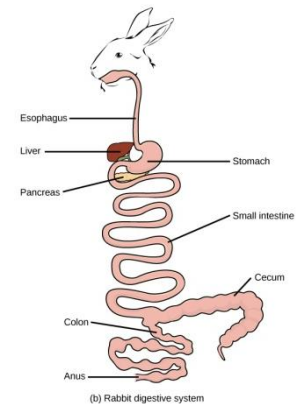
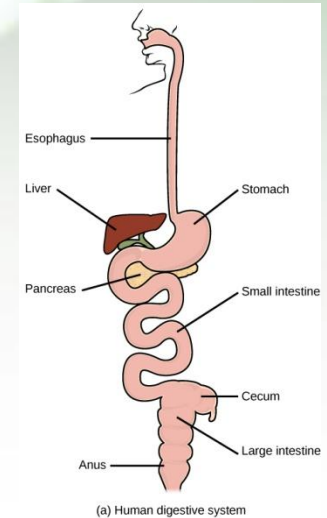
- Mišićni sistem kičmenjaka ima značajnu ulogu u:
 - kretanju organizma
 - ishrani
 - cirkulaciji krvi
 - u svim navedenim funkcijama



Sistem organa za varenje



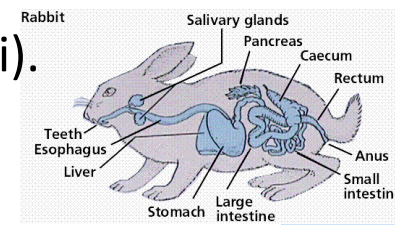
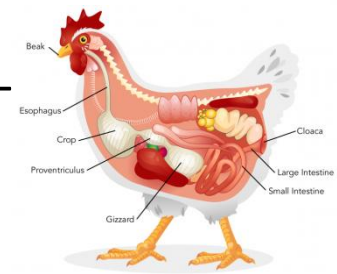
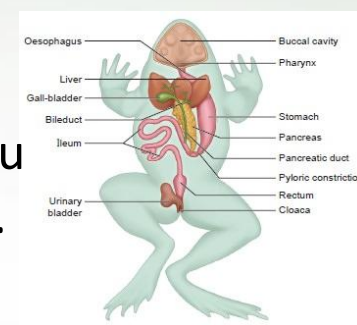
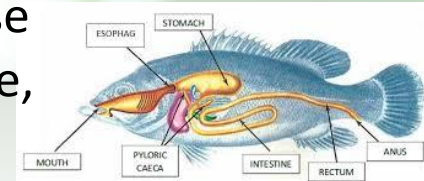
- Sistem organa za varenje (digestivni sistem) služi za mehaničku i hemijsku obradu hrane, apsorpciju hranljivih materija i eliminaciju nesvarenih ostataka.
- Kod većine kičmenjaka, ovaj sistem čini **crevna cev** koja se deli na:
 - **usna duplja**: prijem hrane, mehanička obrada (zubi) i početak hemijskog varenja (pljuvačne žlezde).
 - **ždrelo i jednjak**: transportni putevi do želuca.
 - **želudac**: prošireni deo cevi gde se hrana skladišti i vari pod dejstvom enzima i kiseline.
 - **crevo (tanko i debelo)**: glavno mesto varenja i resorpcije materija, kao i formiranje izmeta.
 - **pridodate žlezde**: **jetra** (stvara žuč) i **pankreas** (luči jake digestivne enzime).
- **Jetra** je najveća žlezda u organizmu kičmenjaka koja luči **žuč**, neophodnu za emulgovanje i varenje masti u tankom crevu. Pored digestivne uloge, ona je ključni laboratorijski centar koji neutrališe toksine, skladišti glikogen i sintetiše važne proteine krvi.



Sistem organa za varenje (digestivni sistem)



- **Ribe:** imaju kratak jednjak i često nediferenciran želudac. Crevo se završava analnim otvorom ili **kloakom** (zajednički otvor za varenje, izlučivanje i razmnožavanje).
- **Vodozemci:** imaju dugačak i lepljiv jezik za hvatanje plena. Crevo se uvek završava **kloakom**.
- **Gmizavci:** prvi put se jasno uočava **slepo crevo** na prelazu iz tankog u debelo. Kod zmija je sistem izuzetno rastegljiv. Završava se **kloakom**.
- **Ptice:** Specifična građa zbog leta i nedostatka zuba:
 - **voljka:** proširenje jednjaka za omekšavanje hrane.
 - **želudac iz dva dela:** žlezdani (hemijsko varenje) i mišićni (bubac – mehaničko mlevenje hrane pomoću kamenčića). Završava se **kloakom**.
- **Sisari:** imaju najsloženiju usnu duplju sa usnama, obrazima i **specijalizovanim zubima** (sekutići, očnjaci, predkutnjaci i kutnjaci). Crevo je veoma dugačko (naročito kod biljojeda), a završava se **analnim otvorom** (izuzev kljunara).



Sistem organa za varenje (digestivni sistem)

Proverite naučeno

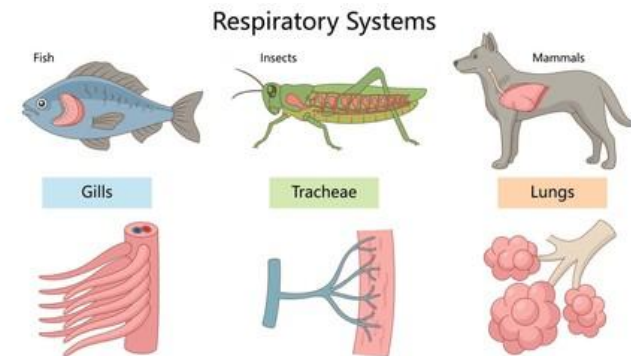
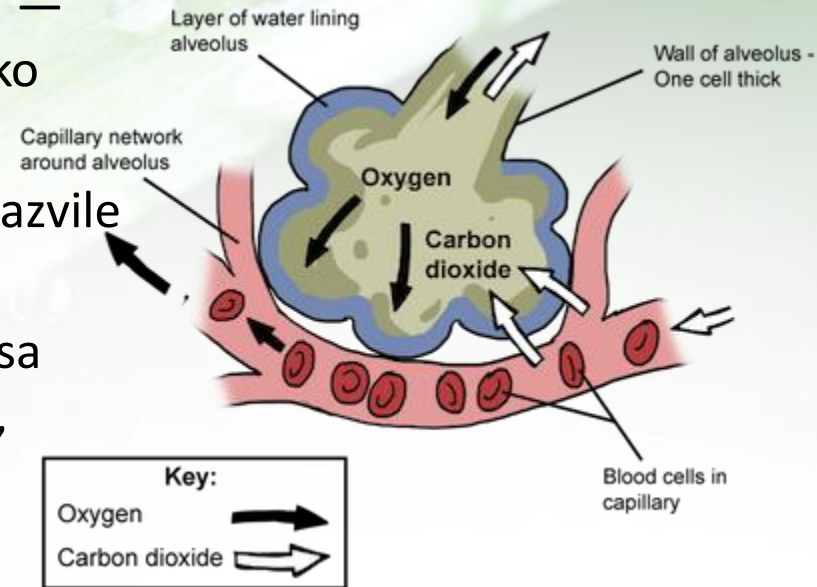
- Završni deo creva gmizavaca i ptica u koji se izlivaju odvodi ekskretornog i polnog sistema naziva se _____ .
- Najveća žlezda kičmenjaka je _____ .



Sistem organa za disanje (respiratorni sistem)



- Sistem za disanje omogućava razmenu gasova — uzimanje kiseonika (O_2) neophodnog za ćelijsko disanje i izbacivanje ugljen-dioksida (CO_2).
- U zavisnosti od sredine u kojoj životinje žive, razvile su se različite respiratorne površine:
 - **Preko kože (kožno disanje):** kod životinja sa vlažnom i tankom kožom (npr. kišne gliste, vodozemci).
 - **Traheje:** sistem razgranatih cevčica koje dovode vazduh direktno do ćelija (kod insekata).
 - **Škrge:** organi za disanje u vodi; bogati su kapilarima koji preuzimaju kiseonik rastvoren u vodi (ribe).
 - **Pluća:** unutrašnji organi za vazdušno disanje kod kopnenih kičmenjaka

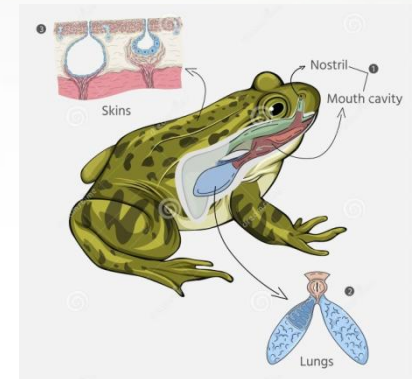
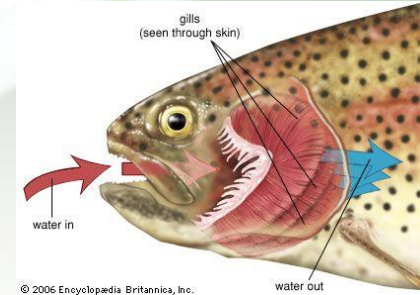


shutterstock.com · 2698263211

Sistem organa za disanje (respiratorni sistem)



- **Ribe:** dišu pomoću **škrga** koje se nalaze na škržnim lukovima. Kod košljoriba su zaštićene škržnim poklopcima.
- **Vodozemci:** larve dišu na škrge, a odrasli **plućima i preko kože**. Pluća su im prosta, u obliku dva tankozidna mehura.
- **Gmizavci:** dišu isključivo **plućima** koja imaju unutrašnje pregrade za veću površinu. Prvi put se javlja grudni koš koji aktivno učestvuje u disanju.
- **Ptice:** imaju najsavršeniji sistem zbog visokog utroška energije. Pored pluća, imaju **vazdušne kese** koje omogućavaju "dvostruko disanje" (kiseonik prolazi kroz pluća i pri udisaju i pri izdisaju).
- **Sisari:** pluća su sunderasta, a njihova površina je maksimalno povećana prisustvom ogromnog broja **plućnih mehurića (alveola)**. Imaju **dijafragmu** – mišić koji odvaja grudnu od trbušne duplje i pomaže pri disanju.



Sistem organa za dihanje (respiratorni sistem)

Proverite naučeno

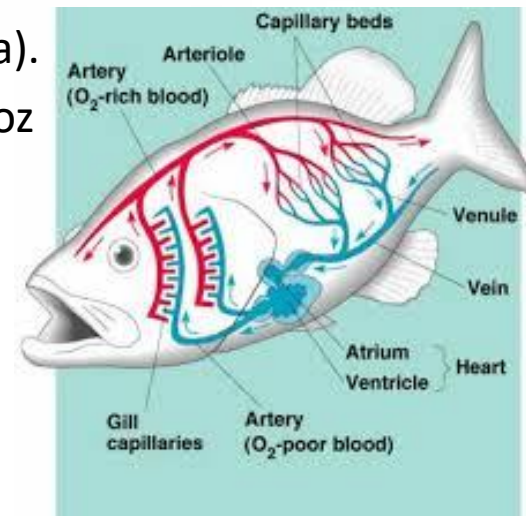
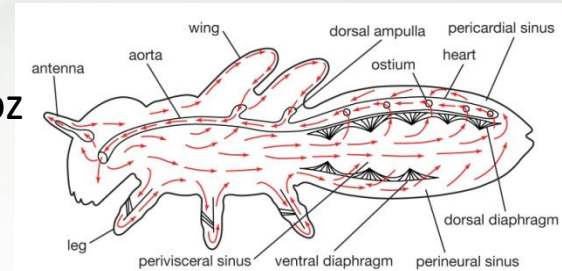
- Zaokružite tačan odgovor, respiratorni organi insekata su:
 - traheje
 - jednoslojni epidermis



Sistem organa za cirkulaciju



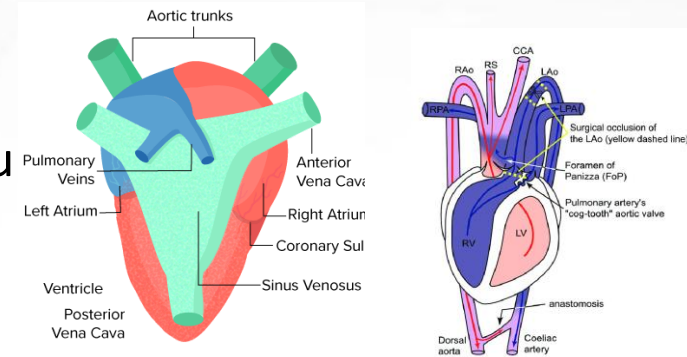
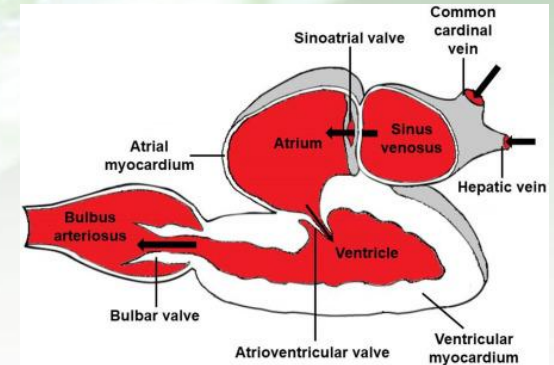
- Sistem organa za cirkulaciju (krvni sistem) služi za transport gasova, hranljivih materija, hormona i produkata metabolizma kroz telo.
- **Cirkulatorni sistem nemaju** životinje koje su jednostavne građe, kod kojih se transport materija vrši direktno putem difuzije ili kroz sistem kanala unutar tela: sunđerari, dupljari, parenhimatične i valjkaste gliste.
- **Osnovni tipovi sistema organa za cirkulaciju:**
 - **Otvoren krvni sistem:** hemolimfa se izliva u šupljine oko organa (kod većine beskičmenjaka poput insekata i mekušaca).
 - **Zatvoren krvni sistem:** krv (hemolimfa) se kreće isključivo kroz sistem zatvorenih sudova (kod kičmenjaka i nekih crva).
- **Glavni organi:**
 - srce (pumpa)
 - krvni sudovi:
 - **arterije** – odvođe krv iz srca,
 - **vene** – vraćaju krv u srce i
 - **kapilari** – razmena materija.



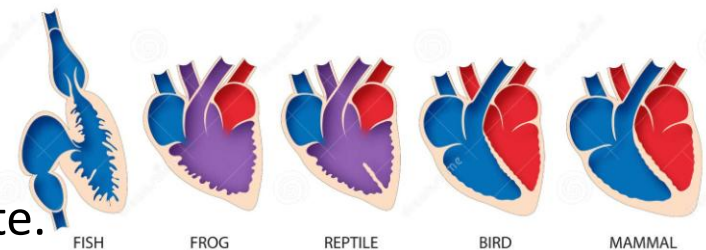
Sistem organa za cirkulaciju



- **Ribe:** srce je **dvokomorno** (jedna pretkomora i jedna komora). Kroz srce prolazi isključivo venska krv.
- **Vodozemci:** Srce je **trokomorno** (dve pretkomore i jedna komora). Javlja se **dvostruki krvotok** (mali – plućni i veliki – telesni). U komori dolazi do mešanja arterijske i venske krvi.
- **Gmizavci:** srce je **trokomorno**, ali sa **nepotpunom pregradom** u komori (kod krokodila je pregrada skoro potpuna). Mešanje krvi je smanjeno u odnosu na vodozemce.
- **Ptice i sisari:** srce je **četvorokomorno** (dve pretkomore i dve komore). Komora je potpuno podeljena pregradom, pa nema mešanja venske i arterijske krvi. To omogućava stalnu telesnu temperaturu (**homeotermija**).
- Kod ptica je očuvan **desni**, a kod sisara **levi** luk aorte.



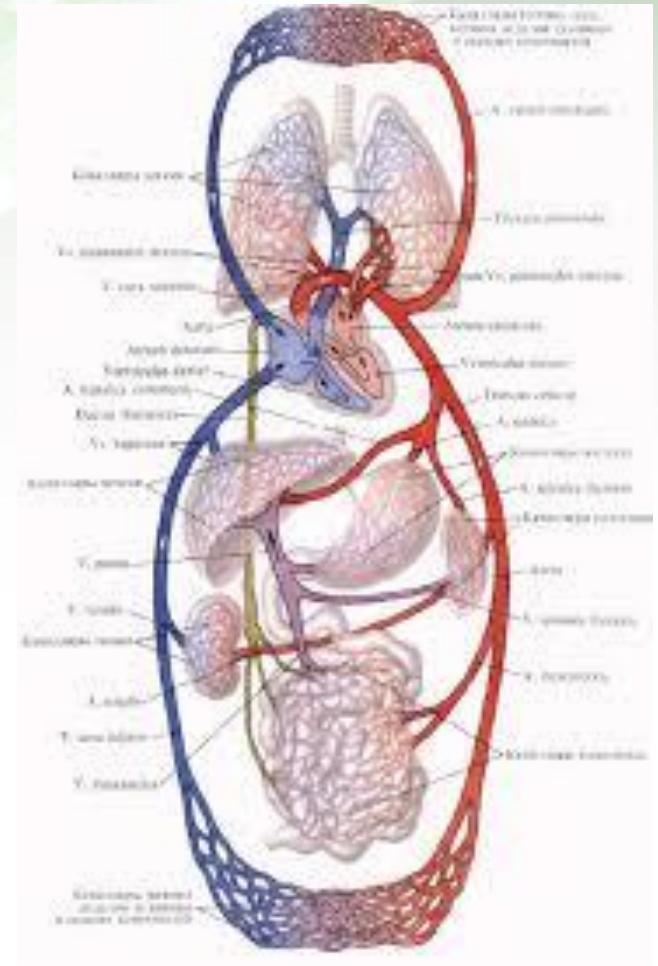
Anatomy of heart in vertebrates



Sistem organa za cirkulaciju

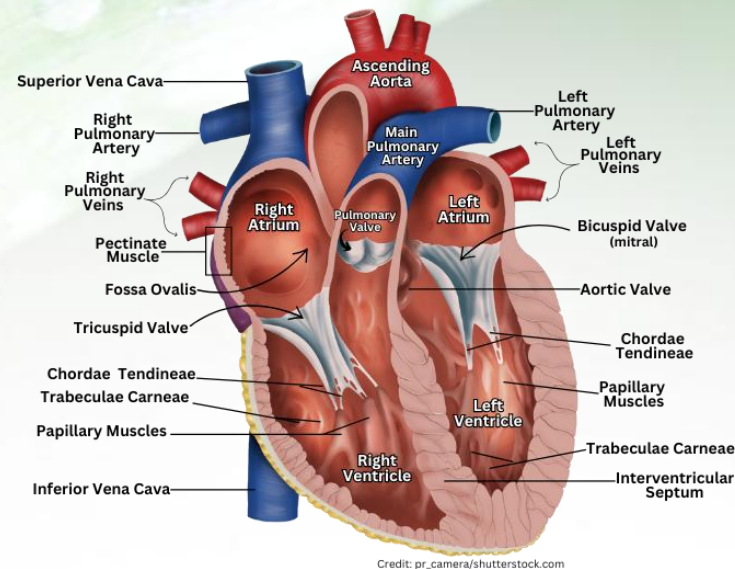


- Kod **riba** krvotok je **jednostruk** (srce → škrge → telo → srce), dok se kod **vodozemaca** prvi put javlja mali krvotok zahvaljujući pojavi pluća.
- Dvojni krvotok karakterističan je za **kopnene kičmenjake** i sastoji se od dva povezana puta kroz koje krv prolazi:
- **Mali (plućni) krvotok:**
 - **Put:** srce (desna komora) → pluća → srce (leva pretkomora).
 - **Uloga:** krv odlazi u pluća da bi se oslobodila ugljen-dioksida (CO_2) i obogatila kiseonikom (O_2).
- **Veliki (telesni) krvotok:**
 - **Put:** srce (leva komora) → čitavo telo (organi i tkiva) → srce (desna pretkomora).
 - **Uloga:** raznosi kiseonik i hranljive materije do svih ćelija, a preuzima ugljen-dioksid i produkte metabolizma.

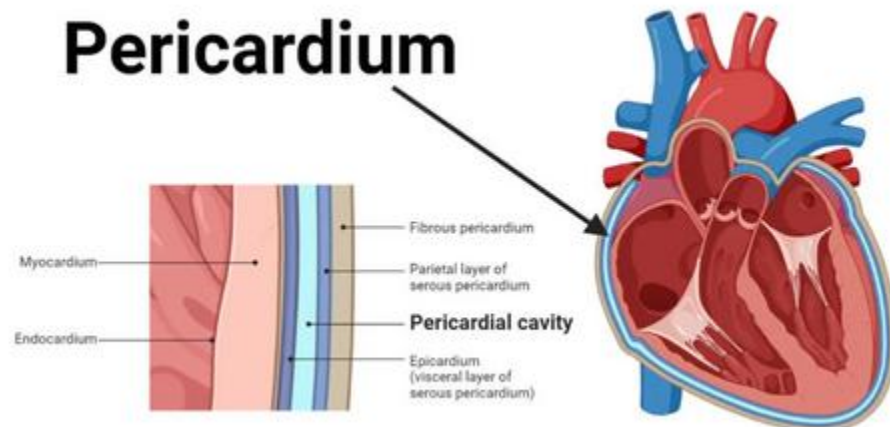


Sistem organa za cirkulaciju

- Srce je šuplji mišićni organ koji deluje kao pumpa, održavajući stalni protok krvi kroz organizam.
- Kod većine kičmenjaka srce je smešteno u prednjem delu trupa, u posebnoj zaštitnoj kesi koja se zove **perikard** (srčana maramica).
- **Kod riba:** Nalazi se veoma blizu škrge, u predelu ždrela.
- **Kod kopnenih kičmenjaka:** Smešteno je u grudnoj duplji (**medijastinumu**), između dva plućna krila, neposredno iznad dijafragme. Kod čoveka je dve trećine srca pomerenom ulevo.
- **Endotel** je specifičan tip jednoslojnog pljosnatog epitela koji oblaže unutrašnjost svih krvnih i limfnih sudova, kao i unutrašnjost samog srca (endokard).



Pericardium



Sistem organa za cirkulaciju

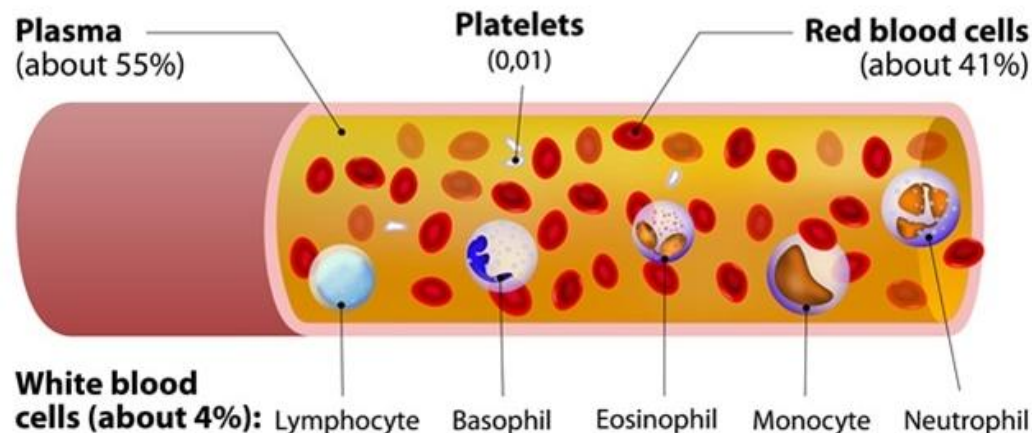
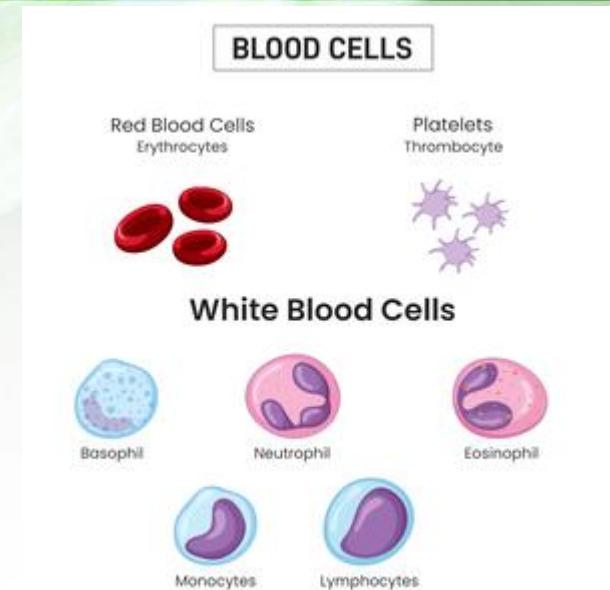


- Krvne ćelije čine oko 45% zapremine krvi i suspendovane su u **krvnoj plazmi**.
- 1. Crvena krvna zrnca (eritrociti)**
- **Izgled:** Kod sisara su to ćelije bez jedra, oblika bikonkavnog diska (povećava površinu). Kod ostalih kičmenjaka imaju jedro.
- **Uloga:** Sadrže protein **hemoglobin** koji vezuje kiseonik (O_2) i transportuje ga od pluća do tkiva.
- 2. Bela krvna zrnca (leukociti)**
- **Izgled:** Imaju jedro i veći su od eritrocita, ali ih ima znatno manje.
- **Uloga: Odbrana organizma** od mikroorganizama (bakterija, virusa). Neki uništavaju neprijatelje proždiranjem (**fagocitoza**), a drugi stvaraju **antitela**.
- **Podela:** Dele se na granulocite i agranulocite (limfociti i monociti).
- 3. Krvne pločice (trombociti)**
- **Izgled:** delovi (fragmenti) većih ćelija (kod sisara – nemaju jedro). Kod ostalih kičmenjaka su to ćelije sa jedrom (trombociti).
- **Uloga:** Ključni su za **zgrušavanje krvi (koagulaciju)**. Na mestu povrede sudova stvaraju ugrušak i sprečavaju gubitak krvi.
- Kod odraslih kičmenjaka sve krvne ćelije nastaju u **crvenoj koštanoj srži**.

Sistem organa za cirkulaciju



- **Krvna plazma** je tečni deo krvi (oko 55% zapremine) i njena uloga je:
 - **Transport:** raznosi hranljive materije (glukozu, aminokiseline), hormone, vitamine i otpadne produkte metabolizma (ureu).
 - **Održavanje homeostaze:** reguliše krvni pritisak, kiselost (pH vrednost) i telesnu temperaturu.
 - **Odbrana i zgrušavanje:** sadrži proteine **antitela** (za imunitet) i **fibrinogen** (neophodan za zaustavljanje krvarenja).



Sistem organa za cirkulaciju

Proverite naučeno

- Krvni sistem NE postoji kod:
 - dupljara
 - većine parenhimatičnih glista
 - valjkastih glista
 - svih navedenih beskičmenjaka
- Kod kojih životinja se mešaju arterijska i venska krv u srcu (zaokružite tačan odgovor):
 - pastrmka
 - žaba
 - zmija
 - patka
 - nilski konj
 - majmun
- Dvodelno srce imaju:
 - vodozemci
 - ribe
 - neki gmizavci
 - kljunari

Sistem organa za cirkulaciju

Proverite naučeno

- Srce vodozemaca je građeno od (navesti broj pretkomora i komora): _____ i _____ .
- Srce gmizavaca je građeno od (navesti broj pretkomora i komora): _____ i _____ .
- Srce ptica je građeno od (navesti broj pretkomora i komora): _____ i _____ .
- Zaokruži tačan odgovor:
 - srce ptica je potpuno podeljeno na levu i desnu polovinu
 - ptice imaju samo jedan aortin luk i to desni
 - sve navedene tvrdnje su tačne
- Zaokruži tačan odgovor:
 - srce sisara građeno od dve pretkomora i dve komore
 - kod sisara postoji samo levi aortin luk
 - sve navedene tvrdnje su tačne
- Mali i veliki krvotok postoji kod:
 - gmizavaca
 - ptica
 - sisara
 - svih navedenih klasa
- Kod gmizavaca, ptica i sisara veliki krvotok počinje u _____ , a mali krvotok u _____ .

Sistem organa za cirkulaciju

Proverite naučeno

- Srce kičmenjaka je smešteno u posebnom delu celomske duplje koji se naziva srčana kesica ili _____ .
- Kako se naziva epitel koji pokriva površinu unutrašnjih telesnih šupljina i krvnih sudova?
- Koje krvne ćelije sisara imaju jedro:
 - eritrociti
 - leukociti
 - trombociti
 - sve krve ćelije
- Uloga pojedinih elemenata krvi je:
 - leukociti:
 - eritrociti:
- Uloga pojedinih elemenata krvi je:
 - plazma:
 - trombociti:

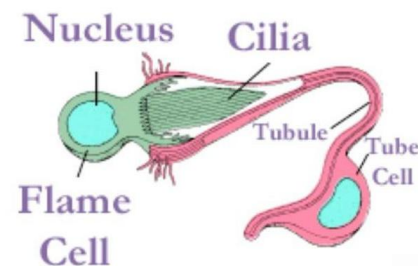


Sistem organa za ekskreciju

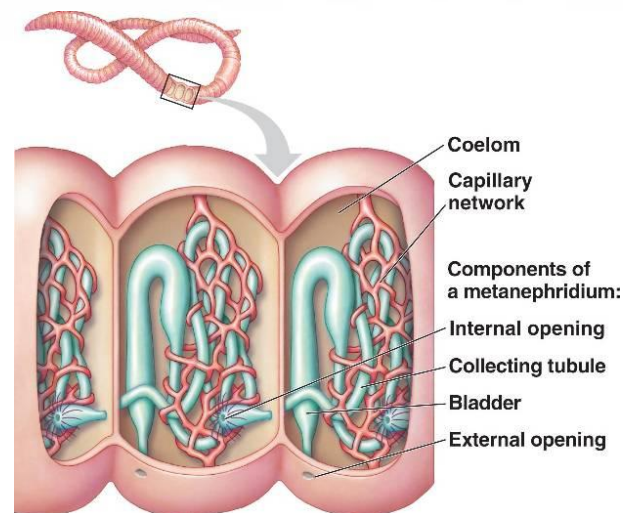


- **Sistem organa za izlučivanje (ekskretorni sistem)** služi za uklanjanje štetnih produkata metabolizma (naročito azotnih jedinjenja) i održavanje stalnog sastava telesnih tečnosti (osmoregulacija).
- **Osnovni tipovi kod životinja (evolutivni razvoj)**
 - **Protonefridije:** sistem cevčica sa „trepljastim ćelijama“ koje potiskuju tečnost (kod pljosnatih crva).
 - **Metanefridije:** cevčice otvorene na oba kraja; jednim krajem crpe tečnost iz telesne duplje (kod prstenastih crva – kišna glista i mekušaca).
 - **Malpigijevi sudovi:** cevčice koje se izlivaju direktno u crevo (kod insekata i paukova).
 - **Bubrezi:** Najsloženiji organi sastavljeni od velikog broja nefrona (kod kičmenjaka).

Protonephridia



Flatworm flame cell



Sistem organa za ekskreciju

Proverite naučeno

- Ekskretorni organi pljosnatih crva su: _____ .
- Ekskretorni organi kišne gliste su: _____ .

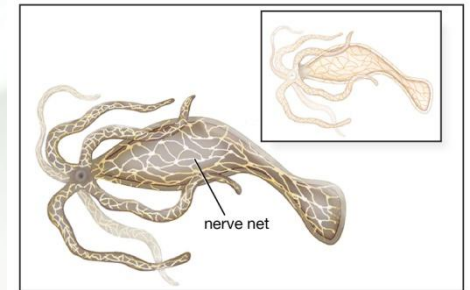


Nervni sistem

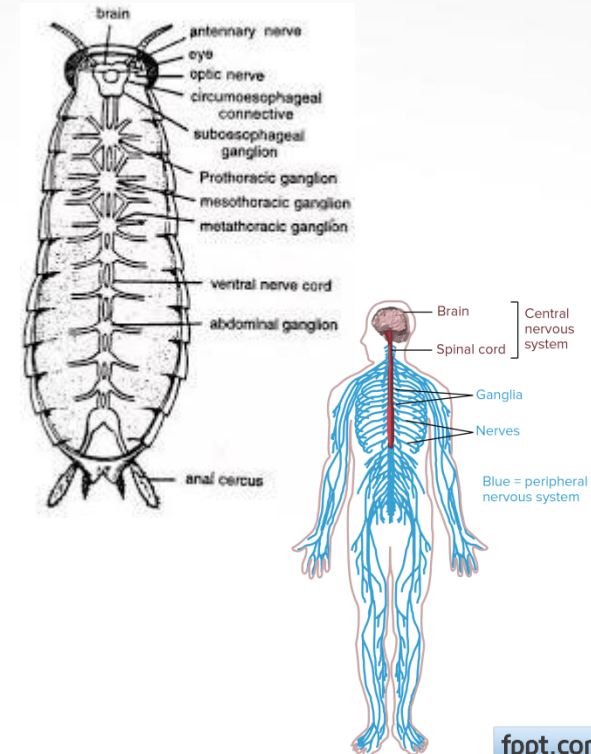


- Nervni sistem omogućava organizmu da prima informacije, obrađuje ih i adekvatno reaguje.
- **Tipovi nervnih sistema kod životinja:**
 - **Mrežast (difuzan):** najprostiji tip; nervne ćelije su povezane u mrežu po celom telu (npr. hidra/dupljari).
 - **Vrpčast i lestvičast:** nervne ćelije se grupišu u vrpce i čvorove (**ganglije**). Kod insekata i rakova podseća na lestvice.
 - **Cevast:** karakterističan za hordate (kičmenjake). Nastaje od ektoderma i pruža se duž leđne strane tela.
- **Nervni sistem kičmenjaka** deli se na dva glavna dela:
 - **Centralni nervni sistem (CNS):** mozak i kičmena moždina.
 - **Periferni nervni sistem (PNS):** svi nervi koji izlaze iz CNS-a i idu ka organima.
- **Autonomni (vegetativni) sistem:** Deo nervnog sistema koji kontroliše rad unutrašnjih organa bez naše volje (deli se na **simpatikus** i **parasimpatikus**).

Nervous system of the cnidarian (*Hydra*)



© 2014 Encyclopædia Britannica, Inc.



Nervni sistem

- Mozak kičmenjaka se tokom embrionalnog razvoja formira od pet delova, čiji se značaj i veličina menjaju kroz evoluciju.

- **Delovi mozga i njihove primarne funkcije**

1. Prednji mozak (veliki mozak):

- **Funkcija:** Centar više nervne delatnosti, čula mirisa, inteligencije i pamćenja.
- **Evolucija:** Kod riba je mali i mirisni; kod sisara dostiže vrhunac razvoja sa pojavom kora i vijuga.

2. Međumozak:

- **Funkcija:** Glavni centar za homeostazu, metabolizam i rad endokrinih žlezda (sadrži hipotalamus i talamus).

3. Srednji mozak:

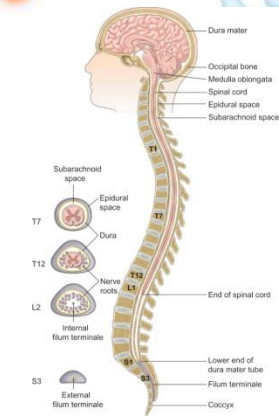
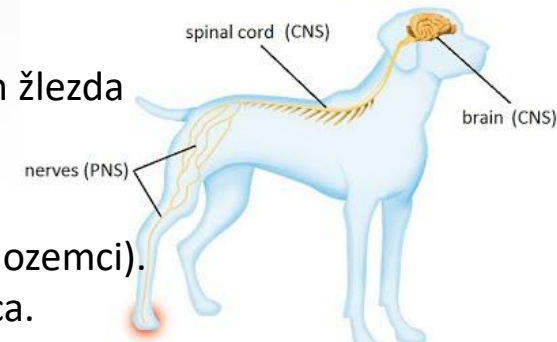
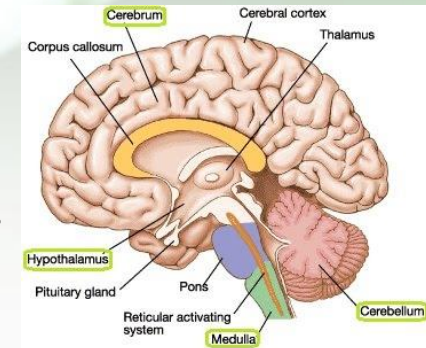
- **Funkcija:** Primarni centar za vid i sluh kod nižih kičmenjaka (ribe, vodozemci). Kod viših kičmenjaka gubi dominantnu ulogu i služi kao relejna stanica.

4. Mali mozak:

- **Funkcija:** Koordinacija pokreta i održavanje ravnoteže.
- **Evolucija:** Najrazvijeniji je kod životinja sa brzim i složenim kretanjem (ribe, ptice, sisari).

5. Produžena moždina:

- **Funkcija:** Centar za vitalne funkcije — disanje, rad srca, gutanje i kašljanje. Spaja mozak sa kičmenom moždinom.



Nervni sistem



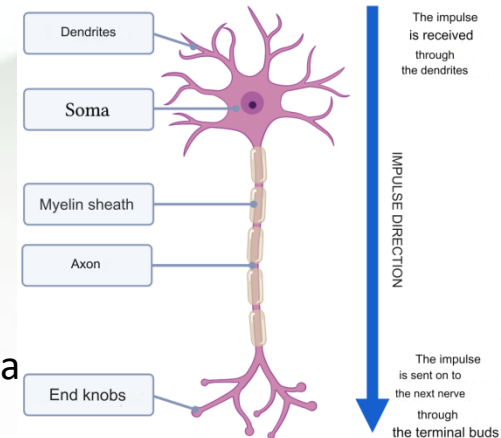
Kratak uporedni pregled kod kičmenjaka

- **Ribe:** dominiraju mirisni reznjevi i srednji mozak.
- **Vodozemci i gmizavci:** prednji mozak postaje veći, ali je još uvek gladak.
- **Ptice:** specifično razvijen mali mozak (zbog leta) i delovi za vid srednjeg mozga.
- **Sisari:** prednji mozak pokriva sve ostale delove i kod viših sisara postaje naboran (**kora velikog mozga**).

U okviru nervnog sistema, **neuron** je osnovna gradivna jedinica, a njena građa je prilagođena funkciji prenošenja električnog impulsa. Građen je od:

- **Telo ćelije (soma):** centralni deo koji sadrži jedro i većinu organela (mitohondrije, ribosome). Tu se odvija metabolizam ćelije.
- **Dendriti:** kratki, razgranati nastavci koji liče na grane drveta. Njihova uloga je da **primaju** signale od drugih neurona ili čulnih ćelija i prenose ih ka telu ćelije.
- **Aksoni (neuriti):** jedan dugački nastavak koji **odvodi** impuls od tela ćelije ka drugim neuronima, mišićima ili žlezdama.
- **Mijelinski omotač:** masni sloj koji obavija akson kod većine kičmenjaka i omogućava znatno brže putovanje impulsa.

Sinaptički završeci su krajevi aksona preko kojih se ostvaruje veza (**sinapsa**) sa drugim ćelijama.



Nervni sistem

Proverite naučeno

- Vrpčast nervni sistem poseduju (zaokružite tačne odgovore):
 - Echinodermata, Pisces
 - Spongia, Cnidaria, Trematodes
 - Platodes, Nematoda
 - Nemertina, Turbellaria
- Cevast nervni sistem imaju (zaokružite tačne odgovore):
 - Amphibia i Rodentia
 - Crustacea, Echinodermata, Chordata
 - Aves, Mammalia
 - Cephalochordata, Agnatha
- Kod zglavkara nervni sistem je _____ tipa.
- Centar za ravnotežu i pokrete tela kod kičmenjaka nalazi se u _____ mozgu.
- Dugački nastavci nervnih ćelija koji odvođe impulse od tela nervne ćelije nazivaju se:
 - neuroni
 - neuriti
 - dendriti
 - neuroglije

Čula



- Čulni sistem omogućava životinjama da primaju draži iz spoljašnje sredine i unutrašnjosti tela, pretvarajući ih u nervne impulse.
- **Podela čulnih organa (prema vrsti draži):**
 - **Mehanoreceptori:** reaguju na dodir, pritisak, vibracije i zvuk (čulo dodira, bočna linija kod riba, čulo sluha).
 - **Hemoreceptori:** reaguju na hemijske materije (čulo ukusa i mirisa).
 - **Fotoreceptori:** reaguju na svetlost (oči).
 - **Termoreceptori:** reaguju na promene temperature.
- Osnovna čula kod kičmenjaka dele se prema vrsti draži koje primaju na pet glavnih grupa:
 1. **Čulo vida (fotoreceptori):** organ je **oko**. Prima svetlosne draži i omogućava formiranje slike, prepoznavanje boja i procenu udaljenosti.
 2. **Čulo sluha i ravnoteže (mehanoreceptori):** organ je **uho**. Kod kopnenih (viših) kičmenjaka sastoji se iz spoljašnjeg, srednjeg i unutrašnjeg uha. Unutrašnje uho sadrži i receptore za ravnotežu i orijentaciju u prostoru.
 3. **Čulo mirisa (hemoreceptori):** smešteno je u **nosnoj duplji**. Detektuje hemijske čestice u vazduhu ili vodi (kod riba).
 4. **Čulo ukusa (hemoreceptori):** nalazi se uglavnom na **jeziku** i u usnoj duplji u vidu čulnih kvržica. Reaguje na rastvorene hemijske materije iz hrane.
 5. **Čulo dodira (mehanoreceptori i termoreceptori):** smešteno je u **koži**. Omogućava osećaj pritiska, dodira, toplote, hladnoće i bola.
- **Dodatak za ribe:** Pored ovih, ribe poseduju i specifično **čulo bočne linije** koje registruje strujanje i pritisak vode.

Čula

- **Oko** kičmenjaka funkcioniše po principu fotografskog aparata i sastoji se od tri glavna sloja i optičkog sistema koji fokusira svetlost na fotoreceptore.

1. Tri sloja očne jabučice

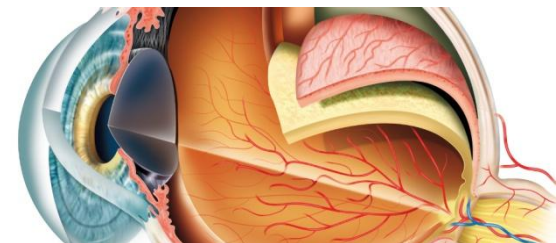
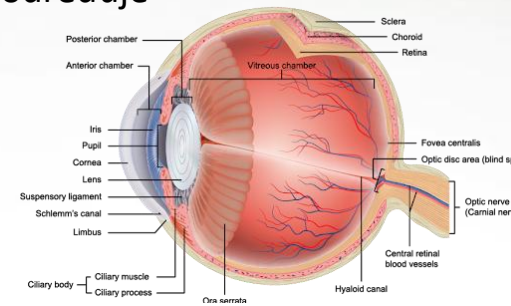
- **Spoljašnji sloj (beonjača):** čvrsta zaštitna opna bele boje. Na prednjem delu postaje providna i naziva se **rožnjača**.
- **Srednji sloj (sudovnjača):** bogat krvnim sudovima koji ishranjuju oko. Na prednjem delu obrazuje **dužicu (iris)** sa otvorom u sredini — **zenicom**. Dužica sadrži pigment koji određuje boju očiju.
- **Unutrašnji sloj (mrežnjača/retina):** **sadrži fotoreceptore:**
 - **štapići:** za crno-beli vid i vid pri slaboj svetlosti.
 - **čepići:** za dnevni vid i razlikovanje boja.

2. Optički sistem - ovi delovi prelamaju svetlost kako bi se slika jasno fokusirala na mrežnjaču:

- **Očno sočivo:** menja svoj oblik (akomodacija) da bismo videli predmete na različitim udaljenostima.
- **Staklasto telo:** pihtijasta masa koja ispunjava unutrašnjost očne jabučice i daje joj oblik.
- **Očna vodica:** tečnost između rožnjače i sočiva.

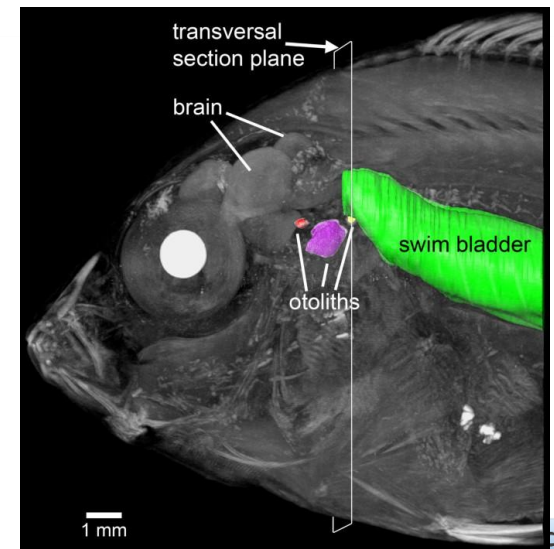
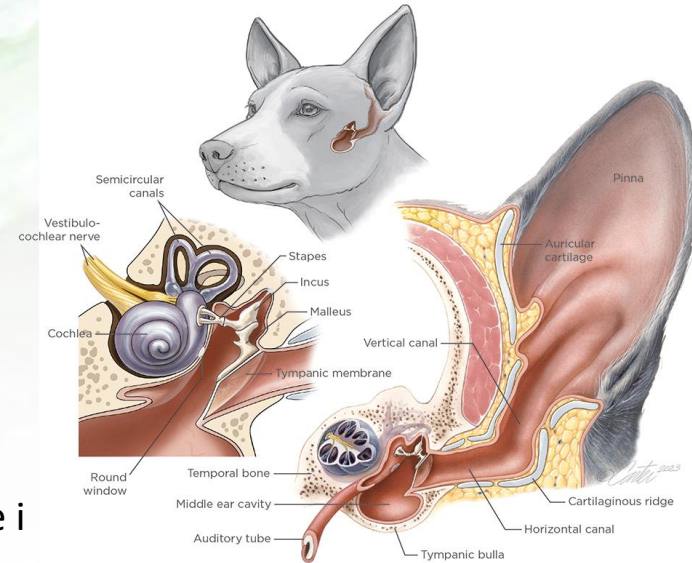
3. Pomoćni organi oka

- **Očni mišići:** pokreću oko u svim pravcima.
- **Očni kapci i trepavice:** mehanička zaštita.
- **Suzne žlezde:** vlaže oko i štite ga od infekcija (prisutne kod kopnenih kičmenjaka).



Čula

- Čulo sluha je specijalizovani sistem mehanoreceptora koji omogućava detekciju zvučnih talasa iz vazduha ili vode i njihovo pretvaranje u nervne impulse, dok istovremeno kod većine kičmenjaka služi i kao primarni organ za održavanje ravnoteže.
- **Unutrašnje uho:**
 - Poseduju ga **svi kičmenjaci** (od riba do sisara).
 - Kod riba je to ujedno i **jedini** deo uha koji imaju (služi im i za sluh i za ravnotežu).
- **Srednje uho:**
 - Poseduju ga **kopneni kičmenjaci** (vodozemci, gmizavci, ptice i sisari).
 - Prvi put se javlja kod **vodozemaca**.
 - Vodozemci, gmizavci i ptice imaju samo **jednu** slušnu košćicu (uzengiju), dok sisari imaju **tri** (čekić, nakovanj i uzengija).
- **Spoljašnje uho:**
 - U punom smislu (sa ušnom školjkom) poseduju ga samo **sisari**.
 - **Ptice** i neki **gmizavci** imaju spoljašnji slušni kanal, ali nemaju hrskavičavu ušnu školjku.



Čula

Proverite naučeno

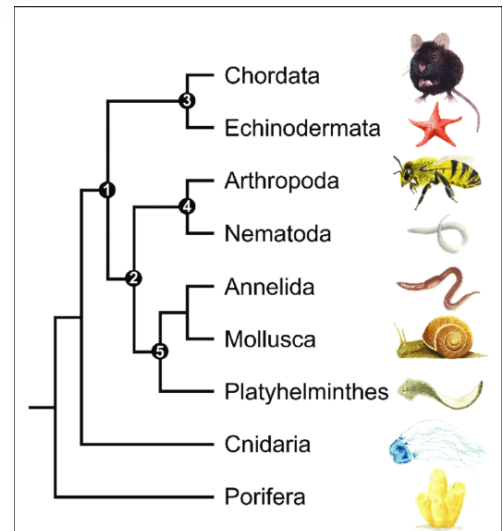
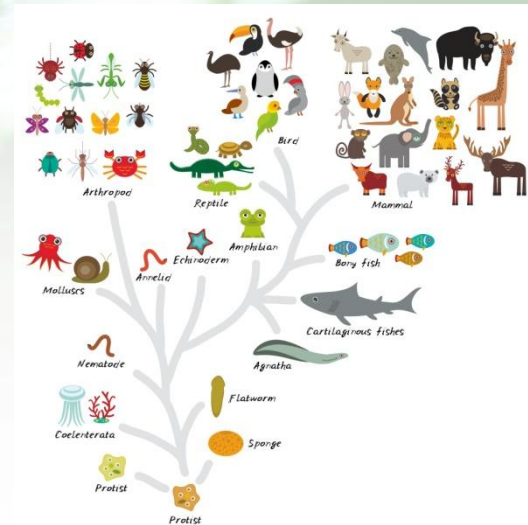
- U oku kičmenjaka čulne ćelije su prisutne u:
 - rožnjači
 - dužici
 - sočivu
 - ni u jednom od navedenih delova oka
- Spoljašnje uvo je razvijeno kod:
 - vodozemaca
 - gmizavaca
 - ptica
 - svih viših kičmenjaka



Osnovni životinjski taksoni

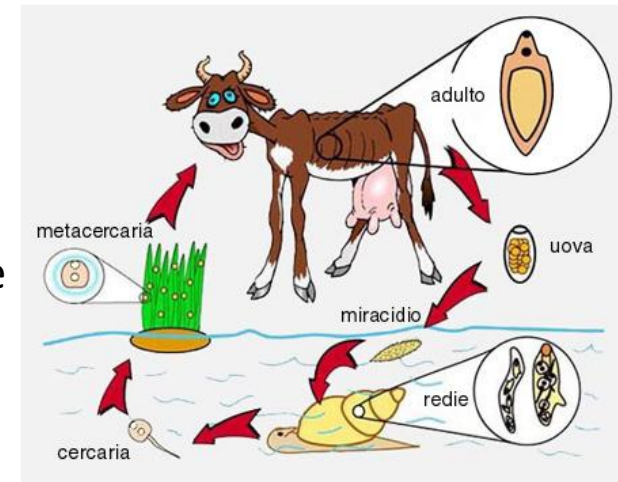


- U kontekstu životinjskog carstva (Animalia), filumi (tipovi) predstavljaju najkрупnije grupe podeljene prema osnovnom planu građe tela. Ovde su izdvojeni samo neki od osnovnih:
- **Suđeri (Porifera):** najprostije višecelijske životinje bez tkiva i organa.
- **Dupljari (Cnidaria):** radijalno simetrične životinje sa žarnim ćelijama (npr. meduze, korali, hidra).
- **Pljosnati crvi (Platyhelminthes):** bilateralno simetrični, bez telesne duplje (npr. planarija, metilji, pantljičare).
- **Valjkasti crvi (Nematoda):** nesegmentisani crvi sa lažnom telesnom dupljom – **pseudocelom** (npr. dečja glista, trihina).
- **Prstenasti crvi (Annelida):** segmentisano telo i prava telesna duplja – **celom** (npr. kišna glista, pijavica).
- **Mekušci (Mollusca):** meko telo, najčešće sa ljušturom (npr. puževi, školjke, glavonošci).
- **Zglavkari (Arthropoda):** **najbrojniji filum**; imaju hitinsko-krečnjački skelet i člankovite noge (npr. insekti, pauci, rakovi, šugarci).
- **Bodljokošci (Echinodermata):** Isključivo morski organizmi sa radijalnom simetrijom odraslih jedinki (npr. morske zvezde i ježevi).
- **Hordati (Chordata):** životinje koje bar u embrionalnom periodu imaju osovinski skelet – hordu. Ovde se ubrajaju i svi **kičmenjaci**.



Osnovni životinjski taksoni

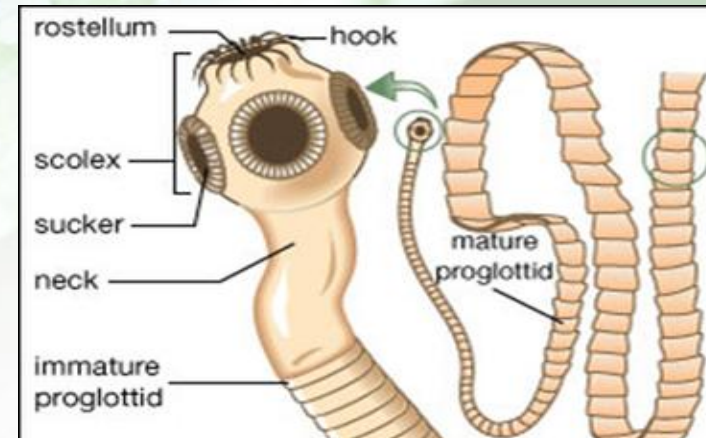
- **Metilji** su grupa parazitskih **pljosnatih crva** - **Platyhelminthes**, koji žive u unutrašnjim organima domaćina (endoparaziti).
- **Građa:** Telo im je listoliko, nesegmentisano i prekriveno zaštitnom kutikulom.
- Poseduju dve mišićne **pijavke** (usnu i trbušnu) kojima se drže za tkiva domaćina.
- **Razmnožavanje:** Većina su **hermafroditi**. Imaju veoma složen razvojni ciklus koji uključuje smenu domaćina (obično barski puž kao prelazni i sisar kao stalni domaćin).
- **Najpoznatiji primer: veliki metilj** (*Fasciola hepatica*), koji parazitira u žučnim kanalima jetre ovaca i goveda (ponekad i čoveka).
- Razvojni ciklus velikog metilja (*Fasciola hepatica*) je veoma složen i obuhvata nekoliko različitih larvenih stadijuma koji se smenjuju kroz dva domaćina: **miracidijum, sporocist, redija, cerkarija, metacerkarija (infektivni stadijum)** kojim se zaražava stalni domaćin (npr. ovca ili čovek) putem hrane ili vode.



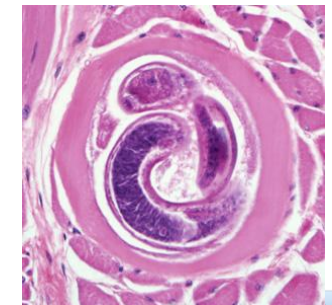
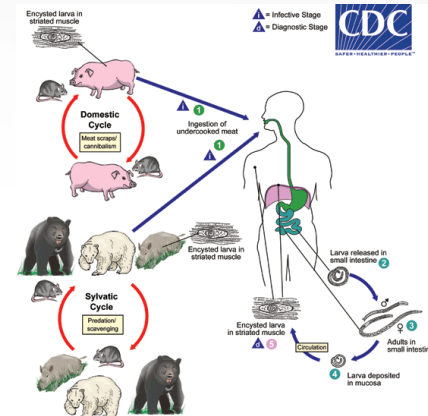
Osnovni životinjski taksoni



- **Pantličare** su klasa parazitskih **pljosnatih crva** (Cestoda) koji su se potpuno prilagodili životu u crevnom traktu domaćina.
- **Građa tela:** Telo je dugačko, trakoliko i podeljeno na tri dela:
 - **Skoleks (glava):** prednji deo sa organima za pričvršćivanje (pijavke i često venac kukica).
 - **Vrat:** embrionalna zona stalnog rasta gde se pupljenjem stvaraju novi članci.
 - **Strobila:** niz članaka (**proglotisa**). Najstariji članci na kraju tela su ispunjeni oplođenim jajima i otkidaju se.
- Nemaju sistem za varenje (hranu upijaju celom površinom tela) niti čulne organe, prilagođene su anaerobnom disanju, jer žive u stabilnoj sredini unutar domaćina.
- **Razmnožavanje:** Hermafroditi su; u svakom članku se nalaze i muški i ženski polni organi.
- **Razviće:** Obavezno uključuje smenu domaćina.



Osnovni životinjski taksoni

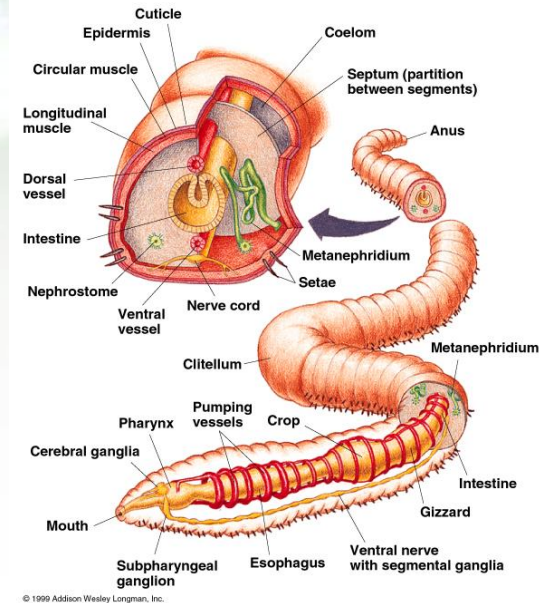


- Valjkaste gliste (**Nematoda**) su nesegmentisani, bilateralno simetrični crvi prepoznatljivi po izduženom obliku tela.
- Poseduju **pseudocelom** (lažnu telesnu duplju) ispunjenu tečnošću pod pritiskom, koja služi kao hidroskelet.
- Prvi put se u evoluciji javlja **potpun crevni sistem** sa dva otvora (usni i analni).
- Telo im je prekriveno debelom, elastičnom **kutikulom** koja ih štiti od sokova domaćina.
- **Razmnožavanje:** Većinom su **gonohoristi** (razdvojenih polova), a čest je polni dimorfizam (ženke su veće od mužjaka).
- **Primer: Trihina (*Trichinella spiralis*):**
- Veoma opasna parazitska glista koja uzrokuje bolest **trihinelozu**.
- **Način zaraze:** Čovek se zaražava konzumiranjem nedovoljno termički obrađenog **mesa** (najčešće svinjskog) u kojem se nalaze učaurene larve.
- **Ciklus:** Odrasle jedinice žive u crevu, dok njihove larve putem krvi odlaze u **poprečno-prugaste mišiće** domaćina, gde se spiralno uvijaju i formiraju zaštitnu čauru (cistu).

Osnovni životinjski taksoni



- Prstenasti crvi (**Annelida**) predstavljaju najsloženije građene gliste čija je glavna karakteristika **segmentacija**.
- **Telesna duplja:** Prvi put se u evoluciji javlja **celom** (prava telesna duplja).
- **Sistemi:** Imaju zatvoren krvni sistem i lestvičast nervni sistem.
- **Kretanje:** Pomoću mišića i često uz pomoć čekinja (**heta**), osim kod pijavica.
- **Pijavice (Hirudinea):**
- **Stanište:** Većinom su slatkovodni organizmi, ali ih ima i u morima i na vlažnom kopnu.
- **Građa:** Specifične su po tome što **nemaju čekinje (hete)**. Na prednjem i zadnjem kraju tela imaju **pijavke** koje im služe za pričvršćivanje i kretanje.
- **Ishrana:** Većina su ektoparaziti koji se hrane krvlju domaćina (hematofagi), dok su neke grabljivice.
- **Medicinski značaj:** Prilikom ishrane luče supstancu **hirudin**, koja sprečava zgrušavanje krvi domaćina kako bi lakše mogle da je usisaju.
- **Razmnožavanje:** Kao i kišne gliste, pijavice su **hermafroditi**, a oplođena jaja polažu u kokone.



Osnovni životinjski taksoni

- Zglavkari (**Arthropoda**) su najbrojniji i najraznovrsniji filum životinja. Njihove ključne odlike su **člankoviti ekstremiteti** i **egzoskelet** od hitina.

1. Paukoliki zglavkari (**Chelicerata**)

- Telo im je podeljeno na **prozomu** (glavogrudni deo) i **opistozomu** (trbuh). Nemaju antene, a prvi par ekstremiteta su **helicere** (čeljusti).
- **Predstavnici: pauci, škorpije, krpelji (šugarci) i grinje...**



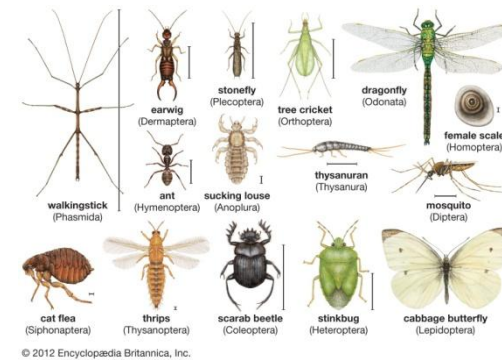
2. Rakovi (**Crustacea**)

- Većinom vodeni organizmi. Imaju dva para antena i dišu na škrge. Telo je pokriveno čvrstim hitinskim oklopom prožetim krečnjakom.
- **Predstavnici: rečni rak, jastog, kraba, dafnija (vodena buva), kozice (škampi)**



3. Uniramia (stonoge i insekti)

- Zajednička odlika su im nerazgranati (jednokraki) ekstremiteti i jedan par antena.
- **Stonoge (Myriapoda):** Imaju izduženo telo sa mnogo sličnih segmenata (npr. obična stonoga, striga).
- **Insekti (Insecta):** Najbrojnija klasa. Telo je podeljeno na **glavu, grudi i trbuh**. Imaju 3 para nogu i najčešće 2 para krila (pčela, komarac, mrav, muva, komarac, leptir, skakavac, vilin konjic, buva, stenica, vaš...)



© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Osnovni životinjski taksoni



1. Ribe (Pisces)

- Hrskavičave (ajkule i raže)
- Košljoribe (najbrojnije):
 - Slatkovodne: šaran, pastrmka, som, štika, smuđ
 - Morske: oslić, skuša, sardina, tuna



2. Vodozemci (Amphibia)

- Repati: Daždvenjak, mrmoljak (triton)
- Bezrepi (žabe): gatalinka (zelena žaba), krastača, livadska žaba



3. Gmizavci (Reptilia)

- Kornjače: šumska kornjača, barska kornjača
- Gušteri: zelembać, zidni gušter, slepić
- Zmije: belouška, smuk
- Krokodili: nilski krokodil, aligator
- U Srbiji žive tri vrste zmija otrovnica:
 - šarka (*Vipera berus*)
 - poskok (*Vipera ammodytes*)
 - šargan (*Vipera ursinii*)



Osnovni životinjski taksoni



4. Ptice (Aves)

Delimo ih prema načinu života i stepenu razvoja mladunaca:

- **Trkačice:** noj (Afrika), emu (Australija), kivi (Novi Zeland) – ptice koje ne lete
- **Plivačice:** pingvini – krila preobražena u peraja
- **Letačice (najbrojnije):**
 - *Grabljivice:* orao krstaš, sivi soko, sova ušara
 - *Pevačice:* slavuj, lasta, vrabac.
 - *Plovuše:* divlja patka, labud.



5. Sisari (Mammalia)

Dele se na tri grupe prema načinu donošenja mladih na svet:

- **Sisari sa jajima (Monotremata):** kljunar (legu jaja, ali hrane mlade mlekom)
- **Torbari (Marsupialia):** kengur, koala (mladi se rađaju prevremeno i dovršavaju razvoj u torbi).
- **Placentalni sisari (najrazvijeniji):**
 - *Bubojedi:* jež, krtica, rovčica
 - *Slepi miševi:* potkovičar (jedini sisari koji aktivno lete).
 - *Glodari:* veverica, dabar, pacov.
 - *Zverovi:* vuk, medved, ris, lav.
 - *Papkari:* srna, divlja svinja, žirafa
 - *Kopitari:* konj, magarac, zebra
 - *Kitovi:* plavi kit, delfin (stalno u vodi).
 - *Primati:* šimpanza, gorila, čovek.



Osnovni životinjski taksoni

Proverite naučeno

- Označite kom organizacionom tipu pripadaju navedeni paraziti čoveka:
 - pseća pantljičara
 - trihina
 - šugarac
 - srdoboljna ameba
 - praživotinje
 - pljosnata glista
 - valjaksta glista
 - zglavkar
- Najbrojniji organizacioni tip životinja su:
 - praživotinje
 - mekušci
 - zglavkari
 - hordati
- Nematoda poseduju telesnu duplju koja se zove _____ .
- Polno zrela (odrasla) jedinka velikog metilja živi u: _____ , _____ , _____ .
- Larva miracidija se javlja kao razvojni stadijum kod:
 - goveđe pantljičare
 - velikog metilja
 - trihine
 - pseće pantljičare



Osnovni žvotinjski taksoni

Proverite naučeno

- Prednji deo tela pantljičare u obliku glave čiode zove se: _____ .
- Koji region predstavlja embrionalnu zonu to jest mesto obrazovanja novih proglotisa kod pantljičare:
 - proglotisi kod pantljičare se ne obrazuju
 - glaveni region, skoleks
 - vratni region
 - zadnji kraj strobile
- Za pantljičaru je karakteristično:
 - da je prilagođena aerobnom disanju
 - da je prilagođena anaerobnom disanju
 - da ima nervni sistem difuznog tipa
- Trihina (*Trichinella spiralis*) pripada grupi:
 - pljosnatih crva
 - prestenastih crva
 - valjkastih crva
- U pljuvačnim žlezdama pijavice luči se antikoagulans: _____ .
- Izazivač šuge, šugarac pripada:
 - stenicama
 - praživotinjama
 - insektima
 - krpeljima

Osnovni životinjski taksoni

Proverite naučeno

- Zaokružite slova sa tačnim odgovorima koje se od navedenih predstavnika ubrajaju i insekte:
 - krpelj, buva, stenica
 - pauk, krpelj, komarac
 - vaš, komarac, stenica
 - škorpija, komarac, krpelj
 - stonoga, pauk, krpelj
- Najčešća zmija otrovnica u našim krajevima je:
 - šarka
 - zvečarka
 - udav
- Papkari (Artiodactyla) su veliki red sisara koji imaju (zaokruži tačan odgovor):
 1. paran broj prstiju na nogama, kao i karakterističnu građu kostiju skočnog zgloba
 2. neparan broj prstiju na nogama, kao i karakterističnu građu kostiju skočnog zgloba



Osnovni životinjski taksoni

Proverite naučeno

- Koje od navedenih životinja pripadaju klasi Aves (zaokružite slovo sa tačnom kombinacijom odgovora):
 1. golub
 2. jelen
 3. sup
 4. voluharica
 5. šumski miš
 6. orao

A. 1, 3, 4
B. 1, 2, 3
C. 2, 3, 6
D. 1, 3, 6
E. 2, 4, 5
F. 3, 4, 5
- Koje od navedenih životinja se ubrajaju u klasu Mammalia (zaokružite slovo sa tačnom kombinacijom odgovora):
 1. srna
 2. gorila
 3. mrmoljak
 4. krpelj
 5. kit
 6. kornjača

A. 1, 2, 5
B. 1, 2, 4
C. 2, 4, 6
D. 3, 4, 5
E. 1, 2, 6
F. 2, 5, 6

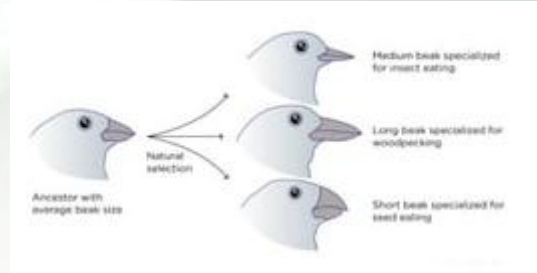


Osnovi evolucije



- Evolucija je promena genetičkog sastava populacije kroz generacije. Glavni mehanizmi su:

- **mutacije:** primarni izvor nasledne varijabilnosti (promene u DNK).
- **prirodna selekcija:** preživljavanje i reprodukcija onih jedinki koje su najbolje prilagođene uslovima sredine (Darvinova teorija).
- **genetički drift:** slučajne promene učestalosti gena u malim populacijama.
- **protok gena:** razmena gena između populacija putem migracija.



- **Načini postanka vrsta = specijacija**

- Nova vrsta nastaje kada se jedna populacija podeli i između njih se uspostavi **reproduktivna izolacija** (više ne mogu da se ukrštaju).

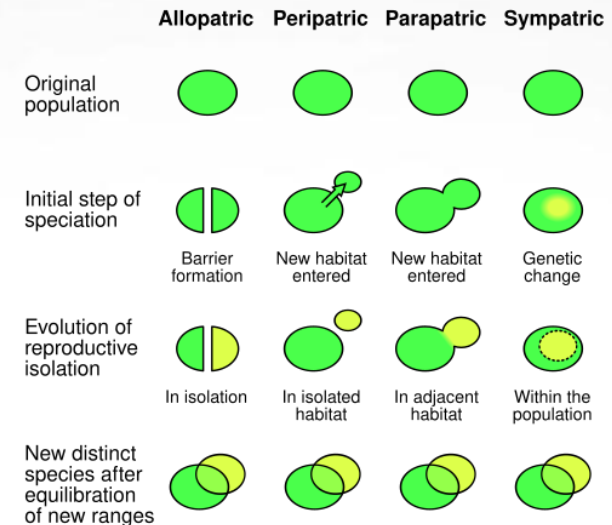
- **Alopatrička specijacija (geografska):**

- Nastaje usled fizičke prepreke (planina, reka, more) koja deli populaciju na dva dela.
- *Primer:* Različite vrste kornjača na Galapagosu.

- **Simpatrička specijacija:**

- Nastaje unutar istog staništa bez geografske izolacije.
- Često se dešava usled genetičkih ili promene u ponašanju (npr. izbor drugog izvora hrane ili vremena parenja).

- Paleontologija je nauka koja proučava razvoj života na Zemlji putem **fosila** (ostataka ili tragova organizama iz prošlosti).



Osnovi evolucije

Proverite naučeno

- Najčešći način postanka novih vrsta je putem alopatričke i simpatričke specijacije (zaokruži tačan odgovor): TAČNO NETAČNO
- Nastanak novih vrsta naziva se:
 - specijalizacija
 - specijacija
 - hibridizacija
- Nauka koja se bavi proučavanjem fosila naziva se:
 - histologija
 - paleontologija
 - sinekologija



Osnovi ekologije



- **Ekologija** je nauka koja proučava uzajamne odnose između živih bića i njihove životne sredine, kao i odnose između samih organizama unutar te sredine.

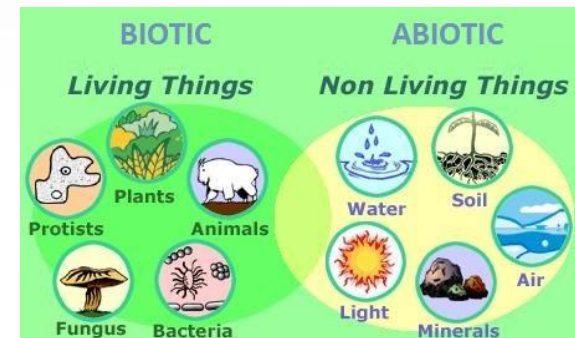
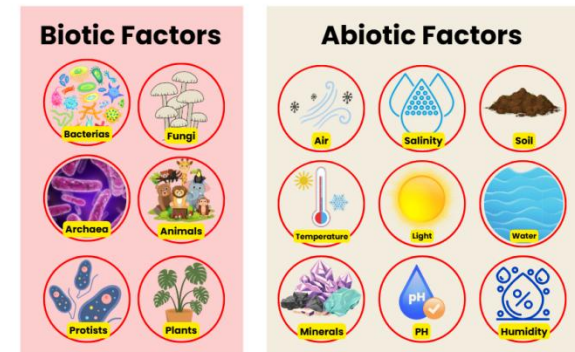
- **Podela ekoloških faktora:**

1. Abiotički faktori (faktori nežive prirode)

- **Klimatski:** svetlost, temperatura, vlažnost, strujanje vazduha - vetar
- **Edafski:** sastav i osobine zemljišta.
- **Orografski:** osobine reljefa (nadmorska visina, nagib terena, ekspozicija).

2. Biotički faktori

- **Antropogeni faktor** (posebna kategorija biotičkog faktora koja obuhvata **uticaj čoveka** na ekosisteme, koji može biti direktan (lov, ribolov) ili indirektan (zagađenje, uništavanje staništa).



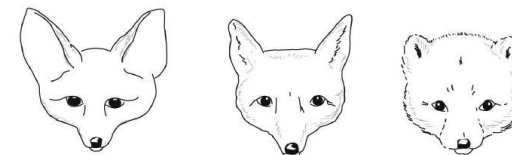
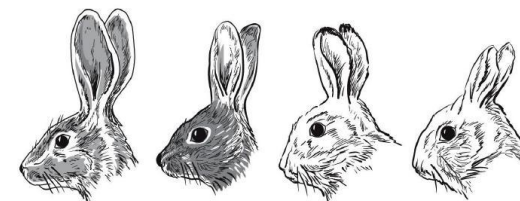
Osnovi ekologije



- U ekologiji postoje tri ključna pravila koja objašnjavaju kako se morfologija (izgled) životinja menja u zavisnosti od temperature i klime:
- **Bergmanovo pravilo:**
 - Jedinke iste ili srodnih vrsta su **krupnije** u hladnijim predelima, a sitnije u toplijim.
 - **Logika:** Veće telo ima manju površinu u odnosu na zapreminu, pa sporije gubi toplotu.
 - *Primer:* Polarni medved je znatno krupniji od mrkogog medveda.
- **Alenovo pravilo:**
 - Životinje u hladnijim krajevima imaju **kraće isturene delove tela** (uši, repovi, ekstremiteti), dok su u toplijim krajevima ti delovi znatno duži.
 - **Logika:** Dugi ekstremiteti služe za brže hlađenje organizma.
 - *Primer:* Pustinjska lisica (fenek) ima ogromne uši, dok polarna lisica ima sasvim male uši.
- **Glogerovo pravilo:**
 - Životinje toplijih i vlažnijih predela su **tamnije pigmentisane** (imaju više melanina) od srodnih vrsta u hladnim i suvim oblastima.
 - *Primer:* Ptice u tropskim šumama su tamnije i intenzivnije obojene od onih na severu.

Bergmann's rule

Bergmann's rule is an eco geographic principle that states that within a broadly distributed taxonomic clade, populations and species of larger size are found in colder environments and species of smaller size are found in warmer regions.



Osnovi ekologije



- Podela životinjskih organizama u zavisnosti od načina na koji regulišu telesnu temperaturu u odnosu na temperaturu spoljašnje sredine:

1. Poikilotermni organizmi („hladnokrvni“)

- To su organizmi koji **nemaju stalnu telesnu temperaturu**, već ona direktno zavisi od temperature okruženja.
- **Karakteristike:** Njihov metabolizam je sporiji. Kada je hladno, postaju neaktivni (ulaze u zimski san ili anabiozu). Toplotu dobijaju uglavnom iz spoljašnjih izvora (npr. sunčanjem).
- **Primeri:** beskičmenjaci (insekti, rakovi), **ribe, vodozemci i gmizavci.**



2. Homeotermni organizmi („toplokrvni“)

- To su organizmi koji održavaju **stalnu telesnu temperaturu** bez obzira na promene u spoljašnjoj sredini.
- **Karakteristike:** Imaju visok nivo metabolizma koji proizvodi unutrašnju toplotu. Poseduju izolatore poput perja, dlake ili masnog tkiva koji sprečavaju gubitak toplote.
- **Primeri:** **ptice i sisari.**



Osnovi ekologije



- Klasifikacija životinja prema stepenu njihove povezanosti sa životom u zemljištu:
 - **Edafobionti:** organizmi kojima je zemljište **trajno i jedino stanište**. Oni ne mogu da prežive van njega (npr. kišna glista, neke vrste grinja i beskrilnih insekata).
 - **Edafofili:** organizmi koji preferiraju zemljište jer u njemu nalaze optimalne uslove, ali deo životnog ciklusa mogu provesti i van njega (npr. neke stonoge).
 - **Edafokseni:** organizmi koji u zemljište dospevaju **slučajno** ili tu borave samo privremeno, tražeći zaklon ili hranu, ali im ono nije primarno stanište (npr. neki insekti koji se kriju ispod kamenja).



Osnovi ekologije

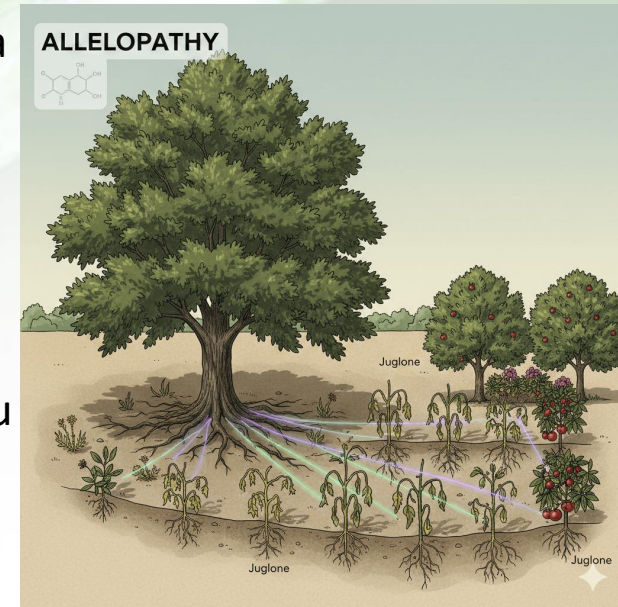


- Biotički faktori obuhvataju sve interakcije koje se ostvaruju između živih bića, a dele se prema tome da li se odvijaju unutar iste ili između različitih vrsta:
- 1. Unutar vrste = intraspecijski odnosi**
 - Odnosi između jedinki iste vrste:
 - **Saradnja (kooperacija):** zajednički život u kolonijama, krdima ili porodicama radi lakše odbrane ili lova.
 - **Konkurencija (kompeticija):** borba za iste resurse – hranu, prostor ili partnera za razmnožavanje.
 - 2. Između vrsta = interspecijski odnosi**
 - Odnosi između pripadnika različitih vrsta, koji mogu biti:
 - **Simbioza (obostrana korist):** bliska zajednica dva organizma gde oba imaju korist (npr. lišaj koji čine alga i gljiva).
 - **Komensalizam:** jedan organizam ima korist, a drugi je neutralan (npr. ptice koje grade gnezda u dupljama drveća).
 - **Predatorstvo (grabljivica–plen):** jedan organizam (predator) ubija i jede drugi (plen) (npr. vuk i zec).
 - **Parazitizam:** jedan organizam živi na račun drugog (domaćina), nanoseći mu štetu, ali ga obično ne ubija odmah (npr. krpelj na psu ili metilj u jetri).
 - **Amensalizam:** jedan organizam ispušta materije koje štete drugom, dok on sam nema ni korist ni štetu (npr. gljiva penicilijum koja luči antibiotik i ubija bakterije).

Osnovi ekologije



- **Alelopatija** predstavlja poseban vid biotičkog faktora (uticaja živih bića) kod kojeg jedan organizam luči specifična hemijska jedinjenja u spoljašnju sredinu, direktno utičući na rast, preživljavanje ili razmnožavanje drugih organizama u svojoj blizini
- Najizraženija je kod biljaka, gljiva i mikroorganizama
- **Mehanizam:** Biljke preko korena, listova ili plodova ispuštaju **alelohemikalije** (sekundarne metabolite) koje mogu delovati inhibitorno (sprečavaju rast konkurencije) ili, ređe, stimulatивно
- **Primeri:**
 - **Orah (*Juglans nigra*):** Luči supstancu **juglon** koja sprečava rast mnogih drugih biljaka ispod njegove krošnje
 - **Pelin:** Svojim izlučevinama onemogućava razvoj drugih zeljastih biljaka u neposrednoj blizini
 - **Gljiva *Penicillium*:** Luči antibiotik penicilin koji ubija bakterije.



Osnovi ekologije



Životna forma

- Životna forma je skup morfoloških i fizioloških osobina koje su nastale kao **prilagođenost organizma na specifične uslove staništa**.
- Različite vrste koje žive u sličnim uslovima često imaju sličan izgled (životnu formu), iako nisu srodne (konvergentna evolucija).
- **Primeri kod životinja:**
 - *Plivačka forma:* (riba, delfin, pingvin) – vretenasto telo, peraja.
 - *Podzemna (kopačka) forma:* (krtica, rovac, slepo kuće) – kratki udovi, zdepasto telo.
 - *Letačka forma:* (ptice, slepi miševi, insekti) – krila, lagane kosti.



Teritorija

- Teritorija je **deo životnog prostora koji jedinka ili grupa aktivno brani** od drugih pripadnika iste vrste (ponekad i drugih vrsta).
- **Svrha:** obezbeđivanje dovoljno resursa za opstanak i produžetak vrste:
 - **Hrana:** lovna teritorija.
 - **Razmnožavanje:** mesto za gnezdo ili jazbinu
 - **Sigurnost:** zaklon od predatora
- **Obeležavanje:** životinje markiraju svoju teritoriju na različite načine: mirisom (mokraća, žlezde), zvukom (pesma ptica, zavijanje vukova) ili vizuelno (grebanje drveća - medvedi).
- **Razlika koju treba znati: životni prostor (areal)** je šira oblast u kojoj se životinja kreće, dok je **teritorija** uži, branjeni deo tog prostora.



Osnovi ekologije

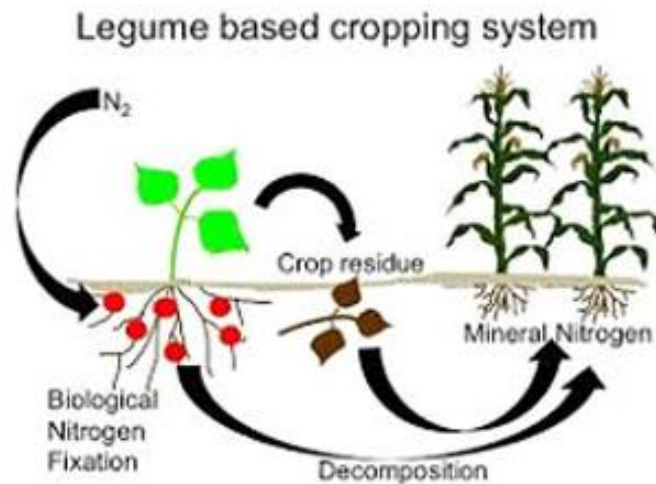


- U okviru **ekosistema**, svi organizmi su povezani u lance ishrane prema načinu na koji dolaze do energije i učestvuju u kruženju materije.
- 1. Proizvođači = producenti (autotrofni organizmi)**
 - Oni su osnova svakog ekosistema jer jedini imaju sposobnost da stvaraju organsku materiju iz neorganske.
 - Koriste sunčevu energiju (proces **fotosinteze**) da bi proizveli hranu.
 - **Ko su oni?** Zelene biljke, alge i neke vrste bakterija.
- 2. Potrošači = konzumenti (heterotrofni organizmi)**
 - Organizmi koji se hrane gotovom organskom materijom (drugim živim bićima). Dele se na:
 - **Potrošači I reda (biljojedi / herbivori):** hrane se direktno proizvođačima (npr. zec, skakavac, srna).
 - **Potrošači II reda (mesojedi / karnivori):** hrane se biljojedima (npr. žaba koja jede skakavca, lisica koja jede zeca).
 - **Potrošači III reda (svaštojedi / omnivori i vrhunski grabljivci):** hrane se potrošačima drugog reda ili kombinuju hranu (npr. vuk, orao, čovek).
- 3. Razlagači = reducenti**
 - Oni imaju ključnu ulogu u kruženju materije u prirodi.
 - **Šta rade?** Razlažu ostatke biljaka, životinja i njihove izlučevine na prosta neorganska jedinjenja (minerale).
 - **Zašto su važni?** Vraćaju te minerale u zemljište, čime ih čine ponovo dostupnim proizvođačima.
 - **Ko su oni?** Prvenstveno **bakterije** i **gljive**, ali i neki sitni beskičmenjaci (npr. kišna glista).

Osnovi ekologije



- **Azotofiksatori** su specifične grupe bakterija (i modrozelenih algi) koje imaju jedinstvenu sposobnost da **atmosferski azot (N_2)**, koji je u gasovitom obliku neupotrebljiv za biljke, pretvore u **amonijak i druge organske oblike** koje biljke mogu da usvoje.
- U ekosistemu ih delimo na dve grupe:
 - **Slobodni azotofiksatori**: žive samostalno u zemljištu ili vodi (npr. *Azotobacter*).
 - **Simbiotski azotofiksatori**: žive u simbiozi sa korenjem biljaka, najčešće iz porodice mahunarki (pasulj, detelina, grašak), gde formiraju karakteristične **kvržice** (npr. bakterije roda *Rhizobium*).



Osnovi ekologije



Zagađenje životne sredine i monitoring

- **Zagađenje** je svaka promena fizičkih, hemijskih ili bioloških svojstava sredine koja dovodi do narušavanja prirodne ravnoteže i zdravlja živih bića.
- **Koje je zagađenje najopasnije?**
Iako su sva zagađenja štetna, najopasnijim se smatra **radioaktivno zagađenje** zbog trajnih oštećenja genetičkog materijala i somatskih efekata.
- Pored toga, danas su značajna i zagađenja **teškim metalima** (olovo, živa) i **pesticidima**, jer se oni ne razlažu, već se nagomilavaju kroz lance ishrane (**biakumulacija**).
- Takođe, globalno najkritičnije je zagađenje koje menja klimu, poput prekomerne emisije **CO₂** (efekat staklene bašte).

Monitoring životne sredine: hemijski i biološki

- **Hemijski monitoring** je sistematsko, kontinuirano **praćenje kvalitativnih i kvantitativnih promena i stanja** životne sredine (vazduha, vode, zemljišta ili hrane).
- **Biološki monitoring** podrazumeva upotrebu bioindikatora - živa bića kao pokazatelje čistoće sredine. Na primer, **lišajevi** su najbolji bioindikator čistoće vazduha (ne rastu tamo gde ima sumpor-dioksida). **Pastrmka**: indikator hladne, bistre vode sa visokom koncentracijom kiseonika.

Osnovi ekologije

Proverite naučeno

- Abiotički faktori su svrstani u tri grupe (zaokruži tačan odgovor):
 - edafske, klimatske i biotičke faktore
 - klimatske, edafske i orografske faktore
 - biotičke i orografske faktore
- Nadmorska visina spada u:
 - edafske faktore
 - klimatske faktore
 - biotičke faktore
 - orografske faktorre
- Navesti dva najznačajnija ekološka pravila koja su u vezi sa promenom klimatskih uslova:
 - _____ pravilo
 - _____ pravilo



Osnovi ekologije

Proverite naučeno

- Zaokružite slovo sa tačnom kombinacijom odgovora, u homeotermne organizme se ubrajaju:
 1. zmije
 2. delfin
 3. krokodil
 4. slon
 5. anakonda
 6. pingvin

A. 1, 3, 4
B. 1, 2, 4
C. 2, 3, 6
D. 1, 5, 6
E. 2, 4, 6
F. 2, 4
- Koje od navedenih životinja su homeotermni organizmi:
 - jegulja i pastrmka
 - kornjača i šaran
 - kokoška i lav
 - golub, štuka i divlja svinja
- Edafobionti su:
 - stanovnici tla
 - životinje koje veliki deo života provode u vazduhu
- Međusobni odnosi organizama u biocenozi sa drugim organizmima koji pripadaju istoj vrsti onačeni su kao: _____ .
- Međusobni odnosi organizama u biocenozi sa drugim organizmima koji pripadaju različitim vrstama onačeni su kao: _____ .

Osnovi ekologije

Proverite naučeno

- Pojava da različiti organizmi proizvode različita hemijska jedinjenja kako bi se zaštitili od drugih organizama iz biocenoze označena je kao:
 - mimikrija
 - alelopatija
- Slepo kuče, rovac i krtica imaju zajedničko sledeće:
 - sistematsku grupu
 - životnu formu
 - način ishrane
 - način razmnožavanja
- Deo areala aktivnosti branjen od strane grupe životinja naziva se:
 - teritorija
 - biocenoza
 - biotop
 - ekološka niša
- U kruženju materije u ekosistemu učestvuju:
 - proizvođači
 - potrošači
 - razlagači
 - svi navedeni organizmi



Osnovi ekologije

Proverite naučeno

- U ekosistemu jedini članovi proizvođači su:
 - životinje
 - gljive
 - zelene biljke
 - bakterije
- Sposobnost usvajanja atmosferskog azota imaju:
 - eukariotski organizmi
 - prokariotski organizmi
 - eukariotski i prokariotski organizmi
- Najopasnije zagađenje u pogledu genetičkih i somatskih efekata je:
 - hemijsko
 - radioaktivno
 - biohemijsko
 - biološko
- Kontinuirano praćenje kvalitativnih i kvantitativnih promena u uzorcima vazduha, vode, zemljišta i hrane pomoću različitih instrumenata i laboratorijskih postupaka naziva se: _____ .

