**PROBAVA I DISANJE**

* i tijekom dana i noći uzimamo hranu koja je potrebna za životne procese 🡪 energija (nastala fotosintezom – pretvorba iz sunčeve u kemijsku energiju )
* DISANJE – proces kojim se iz hrane energija oslobađa i iskoristi za stanične procese
* **aerobno i anaerobno disanje**
* odvija se na razini stanice
* **udisaj i izdisaj** 🡪 samo izmjena plinova (ventilacija)
* **i biljke trebaju disati!** 🡪 imaju potrebu za energijom (trebaju energiju u svrhu oslobađanja energije iz hrane) 🡪 trebaju ju i danju i noću
* **fotosinteza ≠ disanje** 🡪 fotosinteza je način na koji si biljka pravi hranu
* i heterotrofni i autotrofni org. na razini stanice dišu jednako i potreban im je kisik
* ATP (adenozin 3 fosfat) 🡪 energija za direktan stanični rad
* ODNOS POVRŠINE I VOLIMENA
* tajna veličine jednostaničnih org. krije se u omjeru površine i volumena njihovih stanica
* manja stanica 🡪 veći omjer površine i volumena 🡪 **učinkovitija izmjena tvari s okolinom** (jer se u jedinici vremena može unositi puno više tvari) i **iskorištavanje energije**
* povećanjem veličine zahtijevali bi više energije 🡪 smanjili bi omjer P i V (volumen bi se povećao više nego površina) 🡪 **problem!** 🡪 otežava upijanje dodatnih količina hranjivih tvari i opskrbu stanice potrebnom energijom
* veća relativna površina u odnosu na volumen 🡪 **evolucijska prednost**
* DIFUZIJA 🡪 spontano kretanje tvari iz područja veće koncentraciju u područje manje ili niz tzv. koncentracijski gradijent (pr. širenje kisika u krvotoku)
* što je razlika u koncentracijama veća difuzija će biti brža (i usporavat će se kako se bliži izjednačavanju)
* najbrža u plinovima, sporija u tekućinama i najsporija u čvrstim tvarima
* difuzijom se **malene, nepolarne i nabijene čestice** otopljenih tvari slobodno kreću kroz membranu 🡪 to su najčešće **O2 i CO2**
* OLAKŠANA DIFUZIJA 🡪 difuzija koju omogućavaju **proteinski kanali** u membrani koji specifično propuštaju pojedine tvari (nabijene čestica poput iona natrija, kalija i klorida ili polarnih poput aminokiselina, vode i glukoze 🡪 teže prolaze između molekula fosfolipida)
* **zajednički prijenos glukoze i natrija kroz membranu**: glukoza i natrij djeluju sa zajedničkim prijenosnikom na staničnoj membrani, tj. glukoza potiče vezanje natrija na prijenosnik i time povećava ulazak natrija u stanicu crijeva
* OSMOZA 🡪 kretanje otapala kroz membranu, oblik difuzije (voda se kreće iz područja gdje otopljene tvari (soli) ima manje u područje gdje ga ima više, čime će se razrijediti)
* HIPERTONIČNA OTOPINA 🡪 ima veću koncentraciju čestica nego što je u stanici
* HIPOTONIČNA OTOPINA 🡪 ima manju koncentraciju čestica nego što je u stanici
* IZOTONIČNA OTOPINA 🡪 ima jednaku koncentraciju čestica nego što je u stanici i izvan nje
* **biljna stanica:**
* u hipertoničnoj otopini 🡪 neće se smežurati jer stanična stijenka održava njezin oblik, a vakuola nadoknađuje gubitak vode 🡪 ipak, volumen citoplazme se može smanjiti i stanična membrane se tada odvaja od stanične stijenke – **plazmoliza**
* u hipotoničnoj otopini 🡪 stanica ne puca zbog stijenke, no zbog uvećane količine vode u stanici raste pritisak – **turgor**, a stanica postaje napeta i čvrsta

**RAZVOJ PROBAVNOG I DUŠNOG SUSTAVA**

* biomasa i sadržaj energije se na svakoj razini hranidbenog lanca postupno smanjuju 🡪 biljke imaju najveću moguću količinu energije, a zadnja karika u lancu najmanju
* dva tipa prehrane:

1. **AUTOTROFNI** 🡪 bića složenim kem. procesima stvaraju sami sebi hranu te osiguravaju energiju potrebnu za životne procese (fotosinteza)
2. **HETEROTROFNI** 🡪 bića koja svoju hranu pronalaze u okolišu

* skupine fotoautotrofnih organizama: **cijanobakterije** (najučinkovitije u produkciji kiska), alge i biljke
* biološke makromolekule koje unosimo hranom su:
* **ugljikohidrati** 🡪 izvori energije
* **proteini** 🡪 sudjeluju u izgradnji tijela, prijenosu tvari te procesu razgradnje hrane
* **lipidi** 🡪 izvori i spremišta energije
* osim njih i: nukleinske kiseline (DNA), vodu, vitamine minerale…
* iz ugljikohidrata, masti, proteina i šećera (mozak prihvaća samo glukozu kao izvor energije) je moguće osloboditi kemijsku energiju za stanični rad i rad čitavog organizma 🡪 STANIČNO DISANJE – proces oslobađanja energije iz hrane
* PROBAVA:
* hrana se mora razgraditi na manje dijelove – hranjive tvari koje se moraju apsorbirati u krvne i limfne žile 🡪 optjecajnim sustavom se prenose do svake stanice kako bi se oslobodila energija za životne procese 🡪 ostatke hrane koji nisu probavljivi probavni sustav izbacuje iz tijela
* vrste probave:
* unutarstanična 🡪 izravni unos hrane u stanicu (često procesom difuzije ili fogocitoze)
* izvanstanična 🡪 hrana se razgrađuje u probavnom kanalu, a potom se pomoću optjecajnog sustava prenose do stanica
* **pr. spužve** 🡪 kroz male otvore unose vodu s česticama hrane, a kroz jedan veliki otvor na svom tijelu neprobavljene tvari s vodom izbacuju iz šupljine (nemaju probavni sustav)
* **pr. žarnjaci** 🡪 nakon što lovkama hranu unose u probavnu šupljinu i tamo je enzimima razgrade na manje dijelove njih potom unose u stanice gdje se nastavlja razgradnja bez posredovanja dr. sustava kao što je krvotok
* vrste probavila:
* neprohodno 🡪 ima samo jedan otvor za unos hrane i izbacivanje neprobavljenih ostataka (plošnjaci) 🡪 **razgranato crijevo** - omogućuje veću učinkovitost neprohodnog probavila jer lakše donosi potrebne stvari svim stanicama
* prohodno 🡪 probavni kanal koji ima usni i crijevni otvor
* javlja se prvo kod **oblića**
* kod **mekušaca** se probavni kanal još više razvija jer potreba za energijom i hranjivim tvarima postaje veća zbog aktivnog načina života te se javlja i želudac (tvari se mehanički obrađuju već u ustima, a u želucu i u crijevu se uz pomoć enzima učinkovitije razlažu, a time se tvari bolje iskorištavaju i može se osloboditi više energije)
* kod **kralježnjaka** dolazi do podjele crijeva na tanko i debelo te se time još više povećava učinkovitost probavnog sustava 🡪 dolazi do jasne podjele uloga u različitim dijelovima probavnoga kanala
* crijevne resice u tankom crijevu kralježnjaka (čovjeka) služe za apsorbiranje tvari u krvotoku i limfu te ih time šalju u krvotok
* debelo crijevo je naborano zbog povećanja površine za upijanje hranjivih tvari
* u debelom crijevu čovjeka živi simbiont bakterija **Escherichia coli** 🡪 razgrađuje celulozu i sintezira vitamin K
* PLUĆNO DISANJE 🡪 odvija se u plućima i morski sisavci (npr. dupin) koji dišu plućima pod vodom mogu provesti kraće vrijeme pod vodom te moraju izaći na površinu kako bi uzeli kisike (jer ne mogu koristit kisik koje je otopljen u vodi)
* STANIČNO DISANJE 🡪 proces važan za živa bića kojim se oslobađa energija potrebna za životne procese (koristi se kisik otopljen u vodi)
* kisikom je zasićena voda 🡪 iz nje se razvio život
* vodeni organizmi kisik i CO2 s vodom izmjenjuju:
* preko površine tijela (pr. spužve)
* škrgama – vanjske i unutarnje (pr. rakovi)
* plućima (pr. kornjače)
* prilagodbe životinja koje preko površine tijela izmjenjuje plinove:
* veća površina životinje u odnosu na volumen tijela
* manje pokretne životinje 🡪 oslobađaju manje energije
* **spužve, žarnjaci, plošnjaci, oblići**
* VANJSKE ŠKRGE 🡪 rasperjane kako bi se povećala površina i kako bi se učinkovitije izmjenjivali plinovi (mekušci, rakovi, bodljikaši, ličinke kukaca 🡪 manji omjer P i V)
* UNUTARNJE ŠKRGE 🡪 voda ulazi kroz tijelo ribe te iz okoline donosi otopljeni kisik, zatim ta voda prolazi kroz škrge koje su dobro prokrvljene te kisik difuzijom ulazi u optjecajni sustav
* u škrgama dolazi do izbacivanja CO2 iz krvi te CO2 s vodom izlazi iz tijela ribe
* ribe koštunjače za razliku od hrskavičnjaća imaju **škržni poklopac** 🡪 štiti škrge

**RAZVOJ OPTJECAJNOG SUSTAVA**

* **stanica → tkivo → organ → organski sustav → organizam**
* održavanje stabilnosti svih tjelesnih tekućina
* pravilan rad i zdravlje organizma
* HOMEOSTAZA – uravnoteženo stanje na razini stanice i cijelog organizma
* vanjski nepovoljni utjecaji → narušavanje homeostaze → bolest → smrt?
* uloga org. sustava u održavanju homeostaze:
* **dišni sustav** 🡪 izmjena O2 i CO2 između organizma i okoline
* **probavni sustav** 🡪 enzimatska razgradnja hrane do jednostavnijih molekula (hranjivih tvari)
* **optjecajni sustav** 🡪 prijenos plinova i tvari u stanice (hranjive) i iz stanica (štetne)
* **živčani sustav** 🡪 komunikacija među stanicama, obrada podražaja i reakcija na njih
* **sustav za regulaciju tjelesnih tekućina** 🡪 izlučivanje viška vode iz tijela, izlučivanje otpadnih i štetnih tvari iz organizma (produkata metabolizma)
* OPTJECAJNI SUSTAV
* prijenos plinova i ostalih tvari u stanice (O2, hranjive tvari) i iz stanice (CO2, štetne tvari)
* održavanje tjelesne temperature
* održavanje pH vrijednosti tjelesnih tekućina
* **JEDNOSTANIČNI ORGANIZMI**
* cijeli organizam **= jedna stanica**
* prijenos tvari i plinova – pasivni (**difuzija**) i aktivni transporti kroz membranu
* pr. ameba, papučica, euglena
* **SPUŽVE I ŽARNJACI**
* **bez razvijenog optjecajnog sustava**
* **spužve:** voda (pore) → stanice (difuzija)
* **žarnjaci:** difuzija preko površine tijela
* pr. promjenjiva sumporača i crvena moruzgva (hrani se planktonom)
* **VIRNJACI** (pripadaju **plošnjacima**)
* **nemaju razvijen specijalizirani optjecajni sustav**
* **difuzija** preko površine tijela (staničnom membranom) 🡪 moguća samo kod sitnih org. (P > V)
* pr. mnogoruka puzavica (planarija), goveđi metilj
* RAZVOJ SPECIJALIZIRANOG OPTJECAJNOG SUSTAVA
* **povećanje obujma tijela i smanjenje P/V** 🡪 **neučinkovitost difuzije** (male udaljenosti, nepovoljno velik P/V) 🡪 **razvoj krvotoka** (smanjenje udaljenosti i povećanje učinkovitosti prijenosa tvari)
* vrste optjecajnih sustava:

|  |  |
| --- | --- |
| **OTVORENI** | **ZATVORENI** |
| * arterije i vene **nisu** povezane kapilarama * hemolimfa (hemocijanin) * **srce** → **arterije** (oksigenirana hemolimfa) → **međustanični prostor** (O2, CO2) → **vene** (deoksigenirana hemolimfa) → **škrge** (oksigenacija) * mali tlak = mala brzina optjecanja = spori   prijenos tvari | * arterije i vene povezane kapilarama * krv (hemoglobin) * **srce** → **arterije** (oksigenirana krv) → **kapilare** (difuzija) → **vene** (deoksigenirana krv) → **srce** * učinkovitiji prijenos tvari na **veće udaljenosti** * potiskivanje krvi srcem = veći tlak = brži i   usmjereniji prijenos tvari |

* **MEKUŠCI**
* pr. školjkaši, glavonošci puževi
* **hemolimfa**
* **školjkaši i puževi:** srce → arterije → međutkivne šupljine → vene → škrge → srce
* **glavonošci:** srce → arterije → kapilare → vene → škrge → srce
* zatvoreni optjecajni sustav = veća aktivnost
* **BODLJIKAŠI**
* slabo razvijen otvoreni **optjecajni sustav**
* **vodožilni sustav** (sustav povezanih cjevčica ispunjenih morskom vodom)
* izmjena plinova i prijenos hranjivih tvari
* izlučivanje produkata metabolizma
* kretanje
* **ČLANKONOŠCI (RAKOVI)**
* **otvoreni optjecajni sustav** (pomaže pri izmjeni plinova)
* srce se nalazi s leđne strane iznad crijeva u prostoru odijeljenom od ostale tjelesne šupljine
* **KRALJEŽNJACI**
* kod ptica i sisavaca se ne miješa venska i arterijska krv 🡪 **srčana pregrada** (poboljšan prijenos kisika)
* **usložnjavanje građe** (podjela srca na lijevu i desnu stranu 🡪 pregrada)
* održavanje **stalne tjelesne temperature**
* **RIBE**
* **vensko srce (dvodijelno):** jedna pretklijetka i jedna klijetka
* srce (venska, deoksigenirana krv, CO2) 🡪 škrge (oksigenacija krvi) 🡪 arterije (oksigenirana krv, O2) 🡪 kapilare (izmjena tvari – difuzija) 🡪 vene (deoksigenirana krv, CO2)
* TERMOREGULACIJA
* održavanje **stalne tjelesne temperature** (ptice i sisavci)
* **srčana pregrada** – nema miješanja arterijske i venske krvi
* brži i učinkovitiji prijenos tvari optjecajnim sustavom (hranjive tvari, kisik)
* veći broj mitohondrija u stanicama
* intenziviran proces staničnog disanja = veća količina oslobođene E (**toplina**)
* ODRŽAVANJE PH VRIJEDNOSTI TJELESNIH TEKUĆINA
* normalna enzimska aktivnost
* **niski pH želuca** → **narušavanje građe proteina** (denaturacija) i **aktivacija pepsinogena** → enzim **pepsin razgrađuje proteine** (kidanje peptidnih veza između AK)

**REGULACIJA VODE I KOLIČINA MINERALA U TIJELU**

* REGULACIJA SASTAVA TIJELESNIH TEKUĆINA
* obuhvaća:
* izlučivanje **viška vode** iz tijela

**PRODUKTI METABOLIZMA**

* izlučivanje **otpadnih i štetnih spojeva** iz tijela
* **višak soli** (minerala)
* **dušični ostaci** (npr. **amonijak, NH3** (vodene životinje))
* regulacija sastava tjelesnih tekućina odvija se kod:
* **jednostaničnih organizama** (praživotinje) 🡪 koordiniranim radom staničnih struktura
* **višestaničnih organizama** (od plošnjaka do kralježnjaka) 🡪 radom specijaliziranog sustava organa za izlučivanje; npr. kralježnjaci – bubreg u sastavu mokraćnog sustava
* OSMOREGULACIJA – regulacija **količine vode** u tijelu 🡪 omogućuje **održavanje homeostaze** na razini svake stanice i cijelog organizma
* **tjelesne tekućine:** unutarstanična tekućina (citoplazma) + međustanična tekućina
* **različitog kemijskog sastava** (važno kod bioloških procesa, poput **prijenosa tvari kroz membranu**)
* promjena u sastavu tjelesnih tekućina → **narušavanje homeostaze**
* NASTANAK DUŠIĆNIH OSTATAKA
* unos biomolekula (prehrana): **ugljikohidrati, lipidi, proteini**
* **razgradnja biomolekula**: aerobni metabolizam → **CO2 i H2O**
* **razgradnja proteina** → **NH3**
* **proteini** (razgradnja proteina 🡪 kidanje peptidnih veza) 🡪 **aminokiseline** (deaminacija aminokiselina 🡪 uklanjanje aminoskupina – NH2 ) 🡪 **amonijak (NH3)**
* vrste dušičnih ostataka:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **amonijak** | **urea (mokraćevina)** | **mokraćna kiselina** |
| * za izlučivanje potrebno mnogo vode 🡪 glavni dušični ostatak vodenih organizama * spužve, žarnjaci, bodljikaši, ribe koštunjače, vodozemci | * nastaje u jetri preradom amonijaka * za izlučivanje potrebno mnogo vode (ali manje nego za amonijak) * ribe hrskavičnjače, kopneni vodozemci, sisavci | * za izlučivanje potrebno manje vode (karakteristika org. s prilagodbama čuvanja vode u tijelu – vrste suhih staništa, npr. pustinjske vrste) * kukcu, kopneni puževi, gmazovi, ptice |

* smanjenje količine potrebne vode za izlučivanje pojedine vrste dušičnog ostatka
* izbacivanje dušičnih ostataka metabolizma 🡪 **gubitak vode iz organizma**
* **nadoknađivanje izgubljene vode**
* **JEDNOSTANIČNI ORGANIZMI - PRAŽIVOTINJE**
* pr. zeleni bičaš (euglena), papučica, ameba
* **stezljivi mjehurić** (**kontraktilna vakuola**) 🡪 izbacivanje viška vode iz stanice (regulira količinu vode u stanici)
* slatkovodne praživotinje imaju, a morske ne 🡪 zbog ujednačene koncentracije (izotoničnosti) morske vode i unutrašnjosti stanice
* **pr. stanica papučice**: u otopini soli (NaCl) velike koncentracije voda izlazi iz stanice, a u otopini destiliran vode ulazi u stanicu
* **SPUŽVE I ŽARNJACI**
* bez specijaliziranog sustava za regulaciju sastava tjelesnih tekućina
* **difuzija**
* **spužve:** višak vode s otpadnim tvarima (amonijak (NH3)) izbacuju kroz **veliki otvor** (oskulum)
* **žarnjaci:** tvari difundirajun preko tjelesne stijenke
* **PLOŠNJACI**
* izbacivanje vode s otpadnim tvarima metabolizma:
* **difuzija** 🡪 preko površine tijela
* **protonefridije** 🡪 sustav cjevčica, koji završava ekstretornim porama napovršini tijela
* **OBLIĆI**
* **izlučivanje vode:** prednja i stražnja ekskretorna cjevčica → ekskretorna pora
* **izlučivanje amonijaka**: preko crijeva i tjelesne stijenke
* **MEKUŠCI I KOLUTIĆAVCI**
* **metanefridije** 🡪 sustav cjevčica

1. trepetljikavi lijevak – skupljanje produkata metabolizma iz tjelesne šupljine → **MOKRAĆA**
2. prolaz mokraće kroz usku cjevčicu
3. sakupljanje mokraće u mjehuru
4. zbacivanje mokraće kroz otvor metanefridija **(poru)**

* **ČLANKONOŠCI (RAKOVI)**
* **ticalne (antenalne) žlijezde** (po postanku odgovaraju metanefridijima)

1. vršna vrećica (**filtracija → nastanak mokraće**)
2. labirint
3. mokraćna cjevčica
4. mjehur
5. mokraćni otvor (**izlučivanje mokraće s dušičnim ostacima**)

* **KRALJEŽNJACI**
* **najsloženiji mokraćni sustav**
* razvoj **pravog bubrega** 🡪 izlučivanje vode i dušičnih ostataka
* **nefron** 🡪 osnovna građevna jedinica bubrega (u njemu se odvija filtracija krvi i nastanak mokraće)

1. bubreg (nastanak mokraće)
2. mokraćovodi (odvođenje mokraće do mjehura)
3. mokraćni mjehur (sakupljanje mokraće)
4. mokraćni otvor (izbacivanje mokraće)

* REGULACIJA SASTAVA TJELESNIH TEKUĆINA U MORSKIH I SLATKOVODNIH RIBA

|  |  |
| --- | --- |
| 1. **OSMOREGULACIJA KOD MORSKIH RIBA KOŠTUNJAČA:** | 1. **OSMOREGULACIJA KOD SLATKOVODNIH RIBA KOŠTUNJAČA:** |
| * primjer: **tuna** * tjelesne tekućine morskih riba imaju manju koncentraciju otopljenih tvari (**hipotonično**) u odnosu na morsku vodu koja ima veću koncentraciju otopljenih tvari (**hipertonično**) * voda **osmozom izlazi** iz područja manje koncentracije otopljenih tvari (**tjelesne tekućine ribe**) u okolnu morsku vodu → **gubitak vode iz tijela morske ribe kroz škrge i kožu** * nadoknađivanje izgubljene vode → **pijenjem morske vode** * …ali morska je voda jako slana (puno soli), stoga ione soli moraju učinkovito gubiti putem škrga ili defekacijom (izmetom) | * primjer: **šaran** * tjelesne tekućine slatkovodnih riba imaju veću koncentraciju otopljenih tvari (**hipertonično**) u odnosu na okolnu vodu koja ima manju koncentraciju otopljenih tvari(**hipotonično**) * voda **osmozom ulazi** iz područja manje koncentracije otopljenih tvari (**okolna voda**) u tjelesne tekućine ribe (škrge, koža, usta) → **voda konstantno u tijelo slatkovodnih riba ulazi** * gubitak viška vode → **jako razrijeđeni urin** * …ali urinom gube veliku količinu soli, stoga škrge slatkovodnih riba apsorbiraju (upijaju) ione soli iz okolne vode i tako ih nadoknađuju! |

**KRETANJE I PRIČVRŠĆIVANJE ZA PODLOGU**

* KRETANJE JEDNOSTANIČNIH ORGANIZAMA:
* **pokretljivost** omogućuje brzo rasprostranjivanje i pronalazak hrane
* bakterije 🡪 kretanje sitnim **bičevima** ili još sitnijim **nitastim pilima**
* sluzavci (praživotinje) 🡪 kretanje **pseudopodijima**
* bičaši 🡪 kretanje **bičevima** (duži za razliku od trepetljika)

**organele vezane za staničnu membranu** (ista građa)

* trepetljikaši 🡪 kretanje **trepetljikama**
* **PSEUDOPODIJI (lažne nožice)** – predstavljaju privremene i povremene stanične izdanke koje služe za kretanje, uzimanje hrane i/ili pribavljanje materijala za izgradnju zaštitne ljušture
* vanjski podražaj (npr. čestica hrane) na membranu stanice 🡪 strujanje citoplazme koja uzrokuje promjenu oblika stanice 🡪 **stvaranje lažnih nožica** i kretanje prema hrani
* SIMETRIJA TIJELA:
* pokretne životinje 🡪 **dvobočna simetrija tijela** – tijelo se može podijeliti na dvije zrcalno simetrične polovice s jednom ravninom simetrije koja prolazi sredinom tijela (prednji i stražnji dio tijela, leđna i trbušna te lijeva i desna strana tijela)
* sjedilačke životinje 🡪 **zrakasta simetrija tijela** – svaka ravnina koja se položi kroz središte tijela dijeli ga u dvije zrcalne polovice (gornja i donja strana tijela, a organi kružno raspoređeni oko središnje tjelesni osi)
* većina bodljikaša (npr. ježinci i zvjezdače) 🡪 peterozrakasta simetrija
* bodljikaši 🡪 razvili se iz dvobočno simetričnih oblika (danas: samo ličinke imaju dvobočnu simetriju)
* POTPORNI SUSTAV
* **hidroskelet** – jednostavan tip potpornog sustava kojemu je osnovna tekućina koja ispunjava tjelesne šupljine ili međustanične prostore organizama i pruža oslonac mišićima
* kod virnjaka 🡪 omogućuje valovite pokrete tijela
* kod oblića 🡪 savijanje tijela
* kod kolutićavaca 🡪 aktivno puzanje po podlozi
* **egzoskelet** – krute strukture na površini tijela koje imaju ulogu vanjskog potpornog sustava 🡪 hitin
* kod člankonožaca ulogu potpornog sustava imaju **uvrati egzoskeleta** (za njih se pričvršćuju mišići i unutarnji organi)
* **kostur** – središte mu je kralježnica (pokretljivi koštani stup tijela sastavljen od kralježaka koji su međusobno spojeni zglobovima) 🡪 razvijen kod većine pokretnih org. poput kralježnjaka
* kod ptica 🡪 sastavljen od vrlo laganih kostiju koje imaju velike šupljine ispunjene zrakom (smanjena tjelesna masa i olakšan let)
* kod riba hrskavičnjača 🡪 izgrađen od elastičnijeg hrskavičnog tkiva
* kod riba koštunjača, vodozemaca, gmazova, sisavaca 🡪 izgrađen od čvršćeg koštanog tkiva
* KRETANJE
* zbog razvoja sposobnosti kretanja organizmi su stekli niz prednost:
* aktivna **potraga za hranom** smanjila ovisnost o raspoloživosti hrane u bliskom okolišu
* pronalaženje i odabir **partnera** 🡪 veća genetska raznolikost
* **sposobnost bijega** od grabežljivaca 🡪 povećani izgledi za preživljavanje i opstanak
* kretanje u životinja nadzire **živčani sustav** kontrolom stezanje (kontrakcije) i opuštanja (relaksacije) mišića 🡪 potrebna energija
* načine kretanja pokretnih organizama na dnu:
* virnjaci (mnogooka puzavica) 🡪 puzanje snagom mišića
* puževi (veliki bačvaš) 🡪 puzanje mišićnim stopalom
* školjkaši (jakobova kapica) 🡪 odgurivanje mišićnim stopalom
* rakovi (riječni rak) 🡪 hodanje člankovitim nogama
* bodljikaši (crvena zvjezdača i obični ježinac) 🡪 prionjivim nožicama vodožilnog sustava
* kretanje kod bodljikaša:
* pri kretanju koriste **prionjive nožice vodožilnog sustava** (sastoji se od pravilno raspoređenih cjevčica i mjehurića ispunjenih morskom vodom, izvan tijela pružaju se cjevčice s prianjaljkama) 🡪 kretanje se odvija koordiniranim radom nožica tako da se, zbog promjene tlaka vode u sustavu, nožice ispruže, pianjaljkom prihvate za podlogu i zatim skrate te pri tom povuku tijelo
* potporu za ovakav način kretanja daje unutarnji potporni sustav – **egzoskelet** (izgrađen od vapnenih pločica 🡪 kod ježinaca srasle u čahuru)
* kod većine bodljikaša 🡪 veće ili manje bodlje (podupiranje tijela prilikom kretanja i obrana od grabežljivaca)
* kretanje kod virnjaka:
* kreću se puzanjem po podlozi pomoću kožno-mišićnog sloja koji se oslanja na tkivo ispunjeno tekućinom – **hidroskelet**
* dodatno olakšanje kretanja 🡪 trepetljike i izlučivanje sluzi za podmazivanje podloge
* kretanje kod puževa i školjkaša:
* imaju razvijeno **mišićno stopalo** 🡪 uloga: kretanje puzanjem ili odgurivanjem, hvatanje plijena ili obrana
* tijelo (mekano) im je zaštićeno egzoskeletom, tj. **ljušturom** 🡪 na njoj vezani mišići, čijim stezanjem mogu uvući stopalo i dr. dijelove tijela u ljušturu
* kretanje kod rakova:
* rakovi su člankonošci čije je tijelo oklopljeno čvrstim egzoskeletom
* kreću se **člankovitim nogama** koje pokreću **poprečnoprugasti mišići** vezani uz skelet
* mišići djeluju u parovima, naizmjenično (dok se jedan steže drugi se opušta) 🡪 suprotni pokreti
* kretanje kod glavonožaca:
* u predjelu vrata imaju utvor kroz koji uvlače vodu u plaštanu šupljinu, a stezanjem mišića istiskuju vodu u mlazu kroz lijevak 🡪 na taj način **pomoću pritiska vode plivaju**
* **redukcija ljušture** na manje i lakše potporne strukture i razvitak peraja i lijevka omogućuje im **otiskivanju u slobodnu vodu** te brzo i spretno kretanje
* kod sipa je ljuska reducirana u laganu, šupljikavu **sipovinu**
* kod lignji u tanki prozirni listić – **perce**
* kod hobotnica je ljuštura potpuno zakržljala i nestala
* kretanje kod prvih vodenih kralježnjaka (riba):
* kralježnjaci – životinje koje imaju unutarnji kostur izgrađen od čvrstog koštanog tkiva ili hrskavice (lubanja, kralježnica, kosti udova)
* tako građen kostur omogućuje dobru pokretljivost, ali i povećanje gustoće tijela
* prilagodbe riba za život u vodi:
* kostur građen od **tankih laganih kostiju** (ribe koštunjače)
* kostur građen od **hrskavice** koja je lakša od kosti (ribe hrskavičnjače)
* **nakupljanje ulja i drugih masnoća** u tkivima organa, npr. jetri
* **regulacija gustoće** pomoću obujma plinskog ili ribljeg mjehura 🡪 mijenja sa gustoća ribe (prilagodba plivanja na različitim dubinama) 🡪 ribe hrskavičnjače ga nemaju
* **hidrodinamički oblik tijela** s odgovarajućim **oblikom i rasporedom peraja**
* oblik tijela uvjetovan je načinom života i okolišem (brzi plivači imaju vretenasti oblik tijela, ribe na dnu su leđno-trbušno spljoštene)
* parne (prsne i trbušne) peraje služe za održavanje ravnoteže i za brzo zaustavljanje
* neparne (repna, leđna, podrepna) peraje imaju pokretačku ulogu (repna – glavna pokretačka, leđna i podrepna – održavanje ravnoteže i promjena smjera)
* važnost života u skupinama i migracija riba:
* životom u **plovama** (manje ribe, lignje i neki sisavci) **troše** **manje energije** za plivanje, lakše uočavaju i zbunjuju grabežljivce, pronalaze plijen i partnera za razmnožavanje
* **selidbama (migracijama)** povećavaju izglede za opstanak 🡪 odvijaju se između između područja hranjenja i područja razmnožavanja (pr. lososi žive u moru, a na mriješćenje odlaze u rijeku; jegulje žive u kopnenim vodama, a mrijeste se u moru)

SNALAŽENJE U OKOLIŠU – RAZVOJ ŽIVČANOG SUSTAVA I OSJETILA

* RAZVOJ VIDA
* kod jednostaničnih organizama (zelena euglena):
* **sinteza vidnog pigmenta** - proteinska molekula koja reagira na svjetlost stvaranje električnog signala
* ranim jednostaničnim organizmima omogućila kretanje prema svjetlu (izvor energije za fotosintezu)
* u ranih životinja vidni pigment nakupljao se i sintetizirao u površinskim stanicama tijela 🡪 s vremenom su pojedine stanice počele sintetizirati više pigmenta i tako se specijalizirale za opažanje svjetlosti – **fotoreceptorske stanice**, a ostale su ga stanice prestale sintetizirati
* kod mekušaca (puževi, školjkaši, glavonošci):
* raspon složenosti osjetila vida 🡪 svima je zajedničko da mogu opažati svjetlost, tj. imaju osjet vida
* kod brojnih vrsta s jednostavnim osjetilom vida pokazalo se da su dovoljna za zadovoljavanje njihovih potreba
* **složene oči** su evoluirale postupno, nizom prilagodbi različitih vrsta stanica 🡪 organ koji donosi prednost u postojećim uvjetima okoliša
* REGENERACIJA
* sposobnost regeneracije imaju neke pokretne životinje koje žive na dnu vodenih staništa
* virnjaci poprečnim dijelenjem mogu podijelti tijelo u više dijelova, od kojih će svaki regenerirati dio koji nedostaje
* zvjezdače se mogu regenerirati iz samo jednog kraka
* AUTOTOMIJA
* javlja se u nekih životinja koje imaju veliku sposobnost regeneracije ili samosakaćenja – voljno otkidanje dijelova vlastitog tijela
* **odbacivanje krakova** kod zvjezdača i zmijača ili **utrobe** u trpova mehanizmi su obrane od grabežljivaca
* odbačeni krakovi gibanjem privlače grabežljivca te zvjezdači ili zmijači omogućuju **bijeg**