

izv. prof. dr. sc. Petra Korać
Sunčica Remenar, prof.
Valerija Begić, prof.

Biologija 3

UDŽBENIK IZ BIOLOGIJE ZA TREĆI RAZRED GIMNAZIJE

3. izdanje



2022.



Nakladnik

ALFA d. d. Zagreb

Nova Ves 23a

Za nakladnika

Ivan Petric

Direktorica nakladništva

mr. sc. Daniela Novoselić

Urednica za Prirodu, Biologiju i Kemiju

mr. sc. Daniela Novoselić

Recenzija

prof. dr. sc. Ines Radanović

izv. prof. dr. sc. Maja Matulić

Snježana Đumlija, prof.

Lektura i korektura

Kristina Ferenčina

Likovno i grafičko oblikovanje

Edita Keškić

Ivan Herceg

Ilustracija

Igor Bojan Vilagoš

Marija Magda Radanović

shutterstock.com

Fotografija

arhiva Alfe

shutterstock.com

Digitalno izdanje

Alfa d. d.

Mozaik Education Ltd.

Tisak

Og grafika d. o. o.

Proizvedeno u Republici Hrvatskoj, EU

Udžbenik je uvršten u Katalog odobrenih udžbenika rješenjem Ministarstva znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske:

KLASA: **UP/I-602-09/20-03/00007**, URBROJ: **533-06-20-0002**, od **30. travnja 2020. godine**.

CIP-zapis dostupan je u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem **001125326**.

OPSEG PAPIRNATOG IZDANJA	MASA PAPIRNATOG IZDANJA	KNJIŽNI FORMAT	CIJENA
120 str.	265 g	265 mm (v) x 210 mm (š)	115,00 kn

Digitalno izdanje dostupno je na digitalnoj platformi *mozaLearn* na internetskoj adresi **www.mozaweb.com/hr** pod identifikacijskim brojem **HR-ALFA-BIO3-2055**.

©Alfa

Ova knjiga, ni bilo koji njezin dio, ne smije se umnožavati ni na bilo koji način reproducirati bez nakladnikova pismenog dopuštenja.

Mozaik Education Ltd. zadržava intelektualno vlasništvo i sva autorska prava za komercijalne nazive *mozaBook*, *mozaWeb* i *mozaLearn*, digitalne proizvode, sadržaje i usluge proizvedene neovisno o nakladniku Alfa d. d.

SADRŽAJ

1. Živi svijet – usložnjavanje i specijalizacija

1.1. Građa živog svijeta	8
1.2. Održavanje i varijacija svojstava živih bića kroz generacije	21
1.3. Različitost kao temelj prilagodbi	34

2. Životni procesi i homeostaza

2.1. Energija za život	44
2.2. Procesi pretvorbe energije u stanici	52
2.3. Održavanje homeostaze stanice i organizma	69

3. Narušavanje homeostaze

3.1. Očuvanje funkcije stanice	102
3.2. Očuvanje funkcije organizma i populacija	108

Dragi učenice, draga učenice,

i ove školske godine, u trećem razredu gimnazije, na nastavi iz predmeta Biologija proširit ćeš i upotpuniti znanja iz različitih disciplina biologije – znanosti o životu. Stranice ovog udžbenika sadrže teme koje su povezane u tri tematski cjeline: *Živi svijet – usložnjavanje i specijalizacija*, *Životni procesi i homeostaza* te *Narušavanje homeostaze*. U tim tematskim cjelinama upoznat ćeš građu živog svijeta i njegovu različitost kao temelj prilagodbi, važnost energije za život te procese pretvorbe energije u stanici kao i važnosti održavanja homeostaze stanice i organizma.

Svaka tematska cjelina u ovom udžbeniku počinje ilustracijom ili fotografijom s pitanjem koje će te motivirati na promišljanje, istraživanje i uočavanje različitih bioloških procesa. Zatim slijedi popis tema koje su dio tematske cjeline, zajedno s ključnim konceptima te ishodima učenja.

U tekstu su tamnije otisnuti važni (ključni) pojmovi koji su bitni za izgradnju bioloških koncepata i koji ti mogu pomoći pri izradi strukturiranih bilješki.

Između glavnih dijelova teksta nalaze se tekstovi pod nazivom *BioInfo*, koji obrađuju zanimljivosti iz biologije. Oni će ti pomoći u povezivanju bioloških tema sa svakodnevnim životom i vjerujemo da će te potaknuti na daljnje istraživanje i pobuditi tvoje zanimanje za biologiju.

Pitanja u rubrici *Provjeri znanje* omogućuju ti provjeru razumijevanja sadržaja nastavne teme. Rubrika *Sažetak* kratak je prikaz najvažnijih informacija nastavne teme.

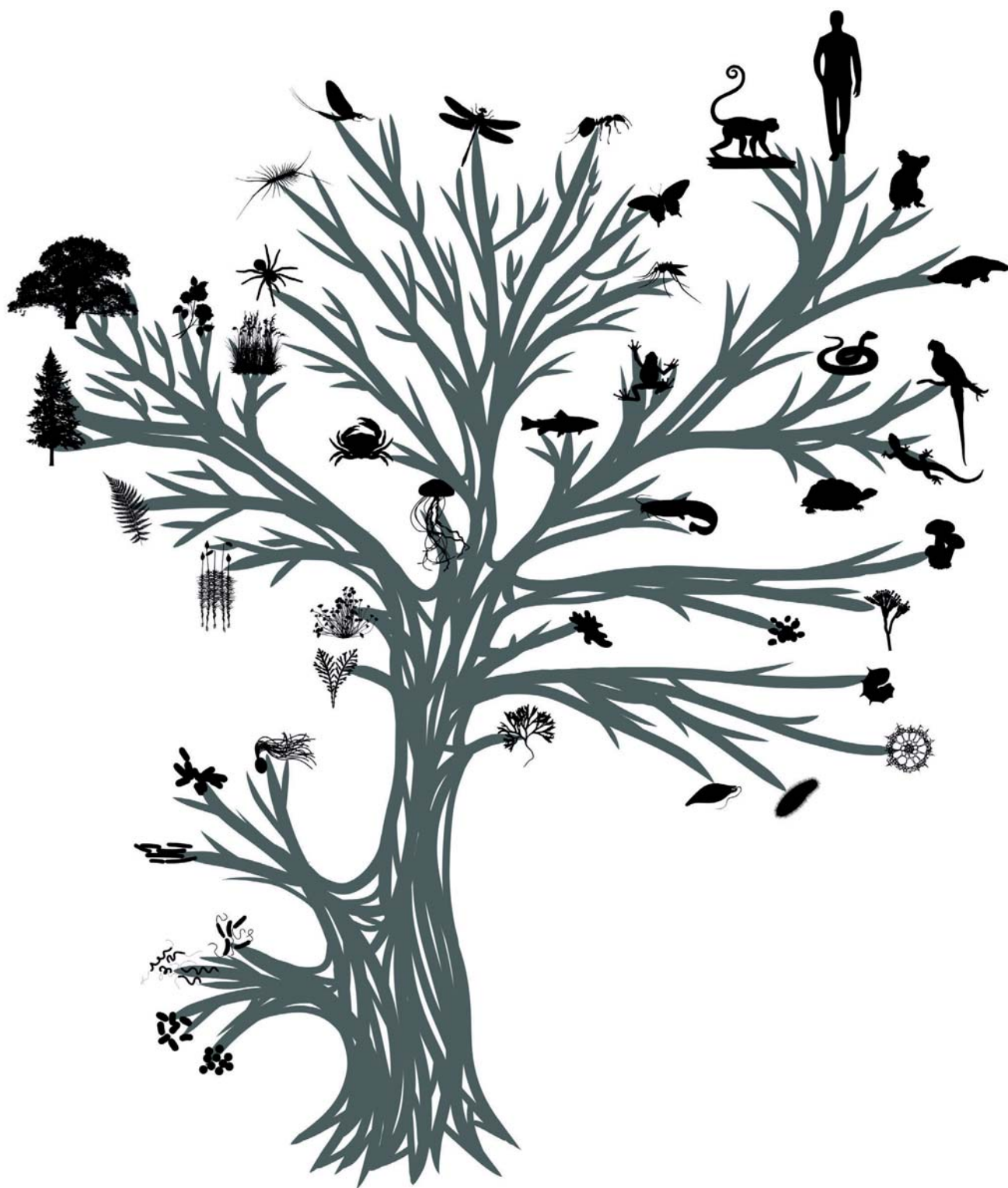
Prirodnoznanstveni pojmovnik sadrži kratak opis pojmova koji se spominju u tekstu i proširuju spoznaje o temi. Uvršteni pojmovi mogu ti pomoći kao smjernice za daljnje istraživanje nastavne teme.

Elektronički udžbenik sadrži videozapise, animacije i dinamičke 3D modele s prikazima, animacijama i kvizovima.

Uz pomoć i iskustvo tvog nastavnika, koji će te provesti zanimljivim sadržajima ovog udžbenika te uz tvoju marljivost u učenju sigurne smo u uspješnu novu školsku godinu!

Autorice

1. ŽIVI SVIJET – USLOŽNJAVANJE I SPECIJALIZACIJA



1.1. Građa živog svijeta

1.2. Održavanje i varijacija svojstava živih bića kroz generacije

1.3. Različitost kao temelj prilagodbi

KLJUČNI KONCEPTI



- ★ sva živa bića građena su od stanica
- ★ sve stanice nastaju iz postojećih stanica
- ★ živa bića imaju istu osnovnu građu, ali se razlikuju specifičnom građom koja čini prilagodbu specifičnom okolišu
- ★ svojstva živih bića održavaju se kroz generacije, ali se i mijenjaju tako da prevladavaju ona koja u ključnom trenutku omogućuju najuspješniju prilagodbu određenom okolišu
- ★ sličnost i različitost živog svijeta temelji se na istim procesima.

Kad proučiš ovu cjelinu, moći ćeš:



- ★ povezati pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice i objasniti specijalizaciju stanica u složenijim sustavima (A. 3. 1.)
- ★ analizirati evolucijsko usložnjavanje stanica s obzirom na način njihova funkcioniranja (B. 3. 4.)
- ★ analizirati principe iskorištavanja energije na razini stanice (C. 3. 2.)
- ★ primijeniti osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate te opisati posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti (D. 3. 1.).

1.1. GRAĐA ŽIVOG SVIJETA



► Što je slično, a što različito kod svih živih bića?

Kad proučiš ovu temu, moći ćeš:

- ★ prepoznati zajednička svojstva živih bića
- ★ objasniti sličnosti i razlike prokariotske stanice i eukariotskih stanica
- ★ povezati procese nastanka novih vrsta stanica s njihovom ulogom u organizmu
- ★ usporediti pojedine funkcije stanice s funkcioniranjem sustava u složenim organizmima
- ★ argumentirati važnost poznavanja građe i funkcije virusa i priona.

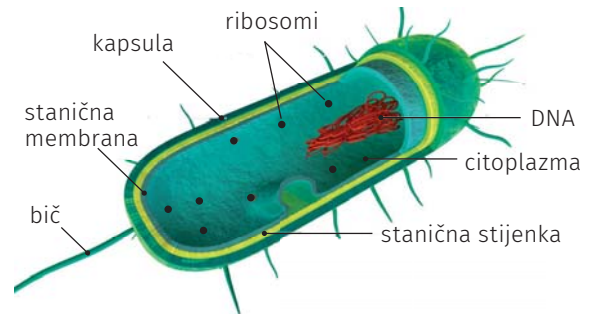
Ako izađemo u park i promotrimo koja živa bića tamo možemo naći, vidjet ćemo različite oblike života. Čovjek koji se za ljetnog dana sklonio u hlad stabla kako bi ručao okružen je velikim brojem različitih živih bića. Samo neka od njih jesu bakterije koje se nalaze na svim površinama oko nas iako su tako male da ih ne možemo vidjeti, kvasac koji je ključan u nastajanju kruha i hrast koji pruža zaštitu od Sunca. Ono što je svima zajedničko, baš kao i čovjeku, jest to da imaju staničnu građu, da dišu, kreću se, imaju sustave obrane i hrane se, razmnožavaju se, reagiraju na podražaje, rastu i razvijaju se, izmjenjuju tvari i energiju i u međusobnoj su interakciji. Ono po čemu se razlikuju jesu staništa u kojima žive i načini na koji obavljaju zajedničke funkcije, a time i prilagodbe koje imaju s obzirom na okoliš u kojem žive.

Stanične strukture i njihove funkcije

Svuda oko nas nalaze se bakterije. One prekrivaju gotovo sve površine koje možemo naći, a nalaze se i u svim složenijim organizmima s kojima žive u simbiozi. Malene su, ali zato iznimno brojne.

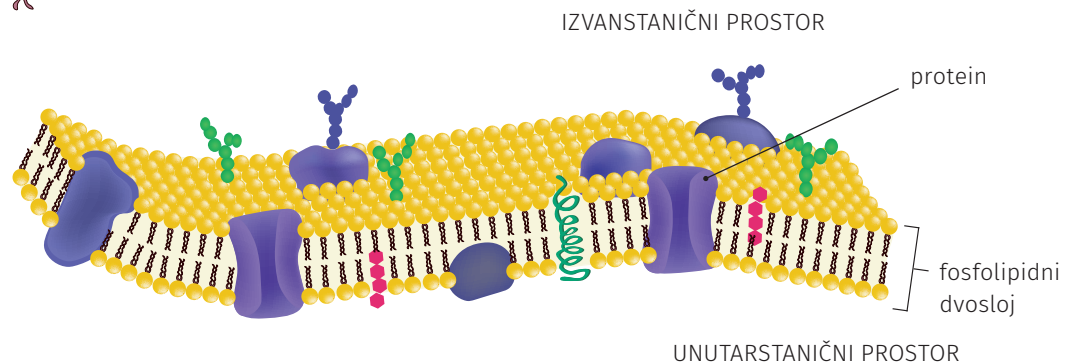
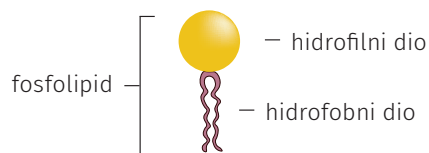
Svaka bakterija, bez obzira kojoj vrsti pripada, građena je na isti osnovni način. (Slika 1.1.1)

Cijeli je njen organizam **jedna stanica** koja u većini slučajeva za vanjski sloj ima staničnu stijenku – čvrstu ovojnicu koja joj služi kao zaštita. Ispod stijenke nalazi se **stanična membrana**. Ona se sastoji od dvostrukog sloja fosfolipida, molekula koje su građene tako da imaju i polarni i nepolarni dio. Fosfolipidi su smješteni tako da je hidrofilni, polarni dio jednog sloja okrenut prema okolišu stanice, a isti takav dio drugog prema unutrašnjosti stanice, dok se hidrofojni, nepolarni dijelovi obaju slojeva susreću u sredini same membrane. Unutar lipidnog dvosloja nalaze se i proteini. (Slika 1.1.2) Membrana je polupropusna, a služi kao filter i zaštita – omogućuje bakteriji da kroz nju iz okoliša uzima tvari koje su joj potrebne, kao i to da kroz nju izbacuje tvari koje su joj suvišne te na taj način sudjeluje u procesima pretvorbe energije.



► Slika 1.1.1. Građa bakterijske stanice.

Osim toga proteini koji su dio membranskog sustava služe stanici za komunikaciju s okolinom – putem njih dobiva informacije i tvari iz okoliša, ali isto tako pomoću njih izlučuje tvari koje joj služe za obranu ili upozorenje na opasnost. Transport tvari kroz membranu može se odvijati bez potrebe za dodatnom energijom pa se tada naziva **pasivni transport**. No transport se može odvijati kroz membranu i tako da je za njega potrebna dodatna energija pa se tada naziva **aktivni transport**. Aktivni transport uključuje procese potrebne za prolazak tvari kroz membranu s mjesta njihove manje koncentracije na mjesto njihove veće koncentracije, prijenos molekula koje su prevelike da bi prošle kroz membranu spontano ili prijenos pozitivno nabijenih molekula. Zbog toga većina ovih procesa uključuje proteine koji su sastavni dio membrane. Membrana ima i potpurnu funkciju – na nju se veže stanična stijenka.



► Slika 1.1.2. Građa stanične membrane.

Stanična membrana obavlja **citoplazmu**. To je gusta masa različitih tvari od kojih najveći dio čini voda. U citoplazmi se nalaze sve strukture kao i sve molekule potrebne bakteriji za život. Strukture nalik kuglicama jesu **ribosomi**. Njihova je funkcija osigurati stanici stvaranje proteina. Unutar bakterijske stanice nalazi se struktura nalik klupku – to je **molekula DNA** koja nosi informaciju o građi i funkciji stanice. DNA bakterijske stanice građena je kao dvolančana, kružna molekula koju nazivamo **nukleoid**. Osim navedenih dijelova, različite vrste bakterija mogu imati i dodatne strukture poput izdanaka nalik dlačicama ili bič koji im služe za učvršćivanje na površinu stanice domaćina i za pokretanje, dodatne male kružne DNA koje nose informaciju za specifična svojstva, npr. rezistenciju (otpornost) bakterije na neke antibiotike, kapsulu koja obavlja čitavu bakteriju, a služi kao dodatna zaštita i dr. Bakterije često navodimo kao predstavnike skupine **prokariota**. Osim bakterija u skupinu prokariota pripadaju i arheje. Arheje su također jednostanični organizmi. One se od bakterija razlikuju po građi stanične stijenke i nekim metaboličkim reakcijama. Neke arheje mogu živjeti u okolišu ekstremnih uvjeta.

BIOINFO

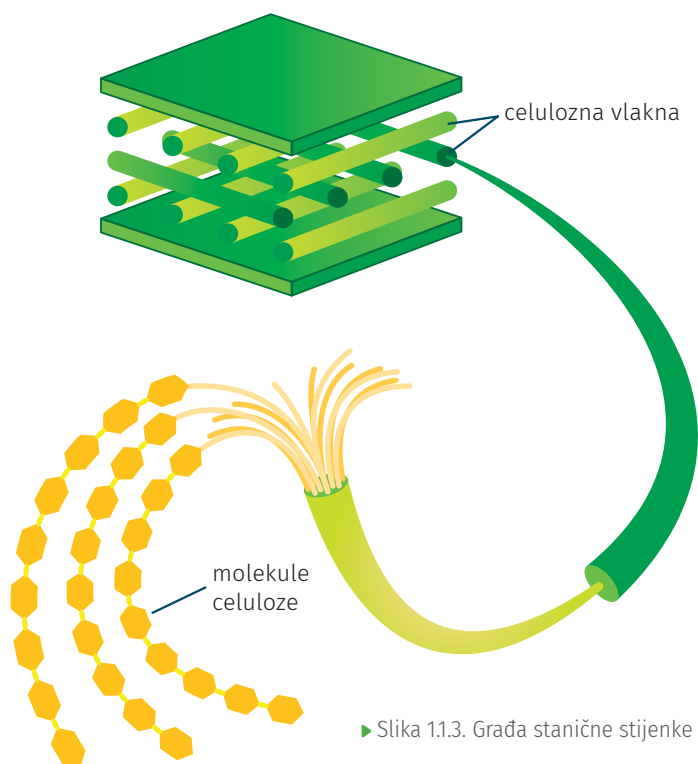
– Vrste stanica

Naziv prokarioti dolazi od grčkih riječi *pro* i *karyon*, što u prijevodu znači „prije jezgre”. Naziv eukarioti također dolazi iz grčkog. Riječi *eu* i *karyon* daju značenje „prava jezgra”.

BIOINFO

– Alkoholno vrenje

Kvasac u procesu alkoholnog vrenja (fermentacije) koristi šećer za oslobađanje energije pri čemu nastaju etanol i ugljikov dioksid. Ugljikov dioksid u pekarstvu omogućuje dizanje tijesta u pripremi kruha, da bi kruh bio mekan i prozračan. Kvasac se koristi i u proizvodnji piva jer osim dobivanja alkohola omogućuje i stvaranje pjene pomoću ugljikova dioksida.



► Slika 1.1.3. Građa stanične stijenke biljne stanice.

Prokarioti nisu jedini jednostanični organizmi. Kvasac koji je najčešće poznat zbog uloge u proizvodnji kruha i piva isto je jednostanični organizam. On je predstavnik skupine **eukariota**.

Osim kvasca, eukarioti su u našem primjeru i čovjek i hrast, ali oni su višestanični organizmi. Eukariotske stanice mogu i ne moraju imati staničnu stijenku. Biljne stanice imaju staničnu stijenku koja se od bakterijske razlikuje po kemijskom sastavu, dok životinjske stanice nemaju stijenku. (Slika 1.1.3)

Kao i prokariotske stanice, eukariotske se sastoje od citoplazme okružene staničnom membranom. Stanična membrana kod eukarota koji su višestanični organizmi, osim osnovnih funkcija, može imati i neke dodatne. Na primjer, kod čovjeka epitelne stanice crijeva imaju membranu koja omogućuje prijenos produkata probave u krv, stanice želuca imaju membranu koja omogućuje izlučivanje klorovodične kiseline u želučanu šupljinu, živčane stanice (neuroni) imaju membranu koja omogućuje prijenos električnog i kemijskog signala čime je omogućena kontrola svih funkcija čitavog organizma, membrana stanica srčanog mišića omogućuje njegove kontrakcije, itd.

U citoplazmi eukariota, osim ribosoma, nalaze se i neke druge strukture, **organele**, koje imaju specifične funkcije. Te su strukture omeđene membranama, a najveća je od njih **jezgra** unutar koje se nalaze molekule DNA. Kod eukariota DNA je prisutna kao najmanje dvije linearne dvolančane molekule koje su namotane na specifične proteine. Jezgrina ovojnica sastoji se od dviju membrana, a omogućuje neometano i precizno dupliciranje molekula DNA kao i ispravno korištenje informacija koje ona nosi. Osim jezgre, u eukariotskoj stanici nalaze se **mitohondriji** - organele odgovorne za stanično disanje, tj. pretvorbu energije potrebne za život stanice, npr. razgradnjom molekula glukoze. Mitohondriji u svojoj unutrašnjosti imaju veći broj uglavnom kružnih molekula DNA.

Veliku membransku mrežu koja se proteže kroz stanicu čine **endoplazmatski retikulum** i **Golgijev aparat**. Endoplazmatski retikulum je mreža membranskih kanalića koja je povezana s jezgrom. Dio mreže koji se nalazi uz jezgru na sebi ima ribosome, što mu daje neravan izgled pa ga nazivamo **hrapavi endoplazmatski retikulum**. Proteini koji nastanu na tim ribosomima ulaze u kanaliće endoplazmatskog retikuluma gdje se dorađuju i većinom pripremaju za ugradnju u staničnu membranu ili izlučivanje iz stanice pa služe kao membranski proteini ili signalne molekule. Dio endoplazmatskog retikuluma koji na sebi nema ribosome ima ravnu površinu pa ga nazivamo **glatki endoplazmatski retikulum**. U njemu najvećim dijelom nastaju lipidi koji su osnovna građevna jedinica membrane.

Golgijev aparat izgleda kao nakupina valjkastih vrećica koje se nastavljaju na glatki endoplazmatski retikulum i protežu prema staničnoj membrani. U njemu se dodatno obrađuju makromolekule pristigle iz endoplazmatskog retikuluma koje se onda pakiraju u mjehuriće. Izlučene molekule mogu izgrađivati stanični okoliš ili služe kao komunikacijski signali – npr. hormoni. Druga je mogućnost da mjehurići ostanu unutar stanice i sudjeluju u izgradnji **lizosoma**. Lizosomi sadrže enzime pa služe za razgradnju tvari koje su u stanicu ušle endocitozom.

BIOINFO

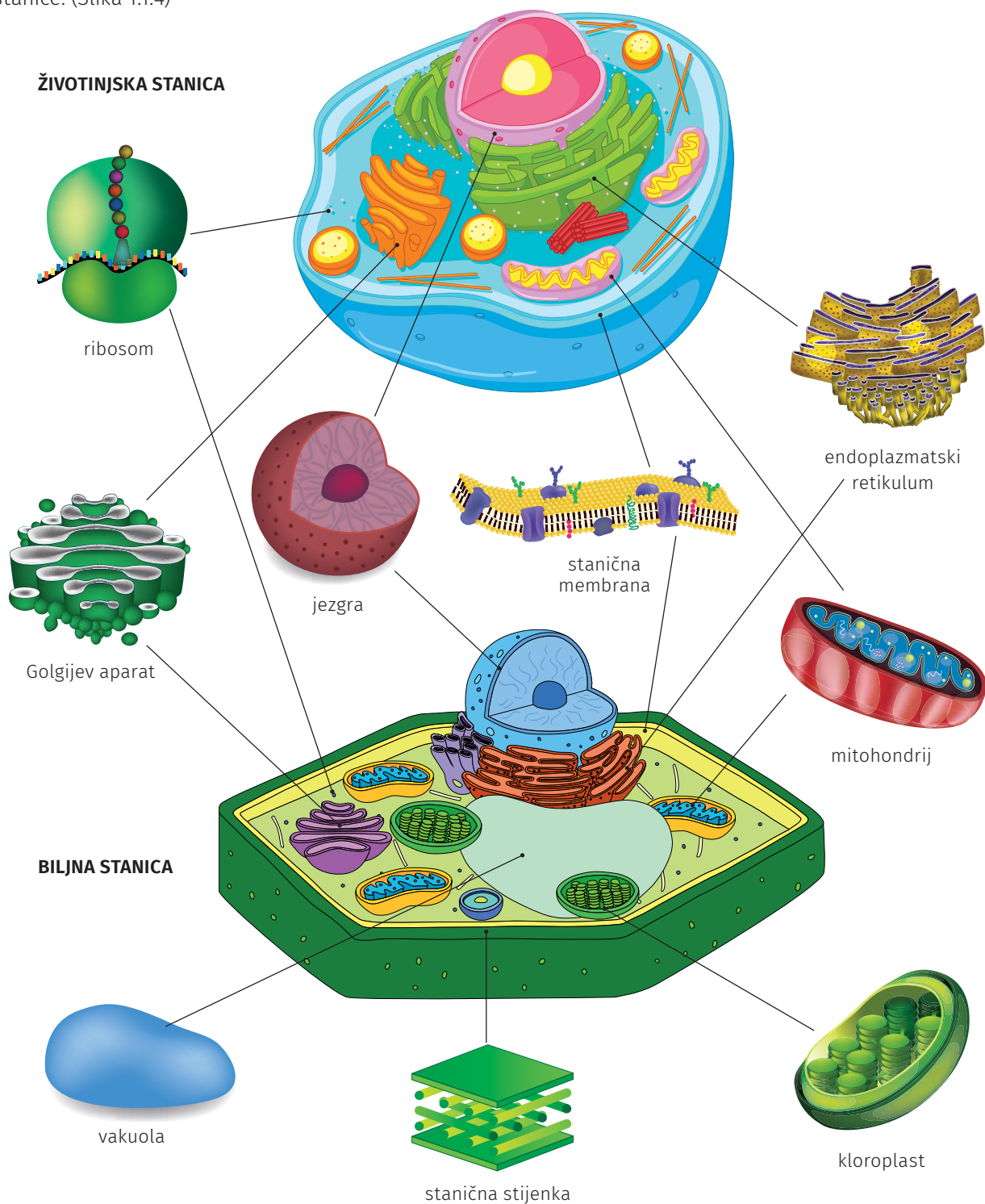
– Camillo Golgi

Golgijev aparat dobio je naziv po talijanskom liječniku i biologu Camillu Golgiju. Camillo Golgi rođen je sredinom 19. stoljeća, a poznat je po istraživanjima strukture živčanog sustava za koja je 1906. godine, s kolegom Santiagom Ramónom y Cajalom, dobio i Nobelovu nagradu.

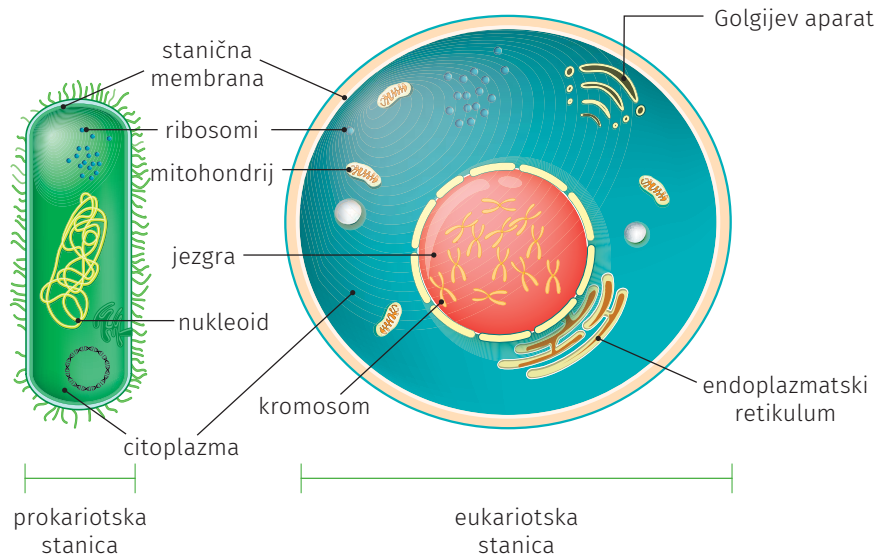
U citoplazmi biljnih stanica vide se i plastidi i vakuola. **Plastidi** su strukture od kojih je najpoznatiji kloroplast. Kloroplast je organela koja u svojem membranskom sustavu ima proteine na kojima se odvija fotosinteza. Baš kao i mitohondriji, u svojoj unutrašnjosti imaju više kopija kružne molekule DNA. Druge vrste plastida uglavnom služe za pohranu hranjivih tvari, poput onih u gomolju krumpira. Plastidi su i mjesta na kojima možemo naći pigmente. Pigmenti su molekule u boji koje proizvodi biljna stanica, a koje imaju različite uloge poput omogućavanja fotosinteze ili privlačenja kukaca na cvjetove, što pospješuje oprašivanje. Na primjer, žuta boja latica narcise ili narančasta boja korijena mrkve potječu od pigmenata prisutnih u plastidima.

Vakuola je velika struktura u središtu stanice koja služi kao skladište raznovrsnih tvari: za pohranu rezervnih hranjivih tvari, kao i za pohranu otrovnih tvari kojima se biljka štiti. Biljne stanice mogu vrlo brzo rasti zahvaljujući povećanju volumena vakuole. Vakuola unutrašnjim tlakom prema staničnoj stijenci učvršćuje stanicu i biljne organe.

Ako pogledamo pod mikroskopom, vidjet ćemo da su bakterijske stanice i stanice kvasca, hrasta i čovjeka različite i veličinom. Veličina stanice ovisi o njejoj funkciji i rezultat je prilagodbe, baš kao i funkcija stanice. (Slika 1.1.4)



► Slika 1.1.4. Građa životinjske i biljne stanice.

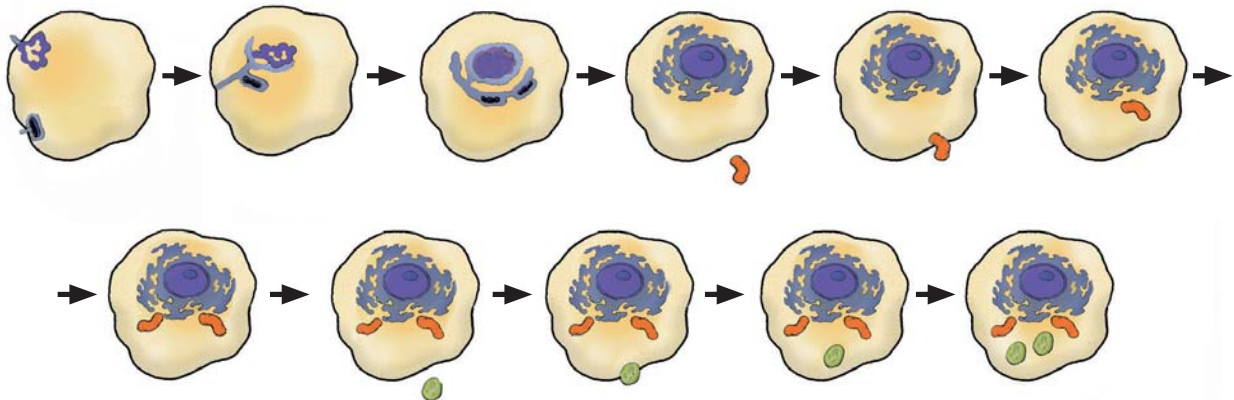


► Slika 1.1.5. Sličnosti i razlike prokariotske i eukariotske stanice. (Napomena: bakterijska stanica razlikuje se od eukariotske po svojoj građi, no potrebno je imati na umu da je najveća razlika ona u njihovoj veličini – bakterijske stanice većinom su veličine kloroplasta ili mitohondrija eukariotske stanice.)

Kad usporedimo stanice svih navedenih organizama, možemo opaziti da su im zajedničke citoplazma, stanična membrana, ribosomi i molekula DNA. (Slika 1.1.5) Eukariotske su stanice u odnosu na prokariotske kompleksnije, a organele koje sadrže nastale su tijekom evolucije kao dio procesa usložnjavanja. Danas nastanak eukariotske stanice objašnjavamo **endosimbiotskom teorijom**.

Endosimbiotska teorija

Prema endosimbiotskoj teoriji eukariotske stanice nastale su iz prokariotskih i to tako da je uvrnućem stanične membrane nastala jezgra i membranski sustavi, dok su kloroplasti i mitohondriji nastali iz drugih prokariota koji su ušli u već promijenjenu inicijalnu prokariotsku stanicu. (Slika 1.1.6)



► Slika 1.1.6. Nastanak eukariotske stanice.

Mitohondriji su nastali od bakterija koje su koristile kisik – aerobnih bakterija, a kloroplasti od cijanobakterija koje su imale mogućnost obavljanja fotosinteze. Budući da i mitohondriji i kloroplasti veličinom odgovaraju prokariotskim stanicama, sadrže vlastite kružne molekule DNA i vlastite ribosome koji veličinom odgovaraju onima prokariota, možemo utemeljeno pretpostaviti da je tijekom evolucije ovaj niz događaja doveo do nastajanja eukariotske stanice.

Gdje se nalazi uputa za izgradnju stanica i njihovu funkciju?

Osnovna je građa svih živih bića ista, ali su neka od njih po svojoj specifičnoj građi više, a neka manje složena. Osim toga varijacije u građi i funkciji različitih vrsta stanica dosta su velike. Kvasac i bakterija pripadaju posve različitim domenama, ali u oba slučaja sve funkcije obavlja samo jedna stanica, koja je ujedno cijeli organizam. Kod hrasta i čovjeka, ali i kod većine drugih živih bića (psa, pčele, mačuhice, mahovine, gljiva, ...), možemo naći velik broj različitih vrsta stanica od kojih pojedina vrsta ima specifičnu funkciju i strukturu. Tako je kod svih višestaničnih organizama. Sve informacije potrebne jednom organizmu da može funkcionirati nalaze se zapisane u njegovoj DNA. Ako je riječ o višestaničnom organizmu, sve vrste stanica tog organizma imaju istu informaciju koja se u obliku molekula DNA nalazi u njihovim jezgrama. Jedna kopija svih informacija kojima je određen neki organizam ili virus naziva se **genom**. Dio genoma koji nosi informaciju za neki produkt čine geni. **Gen** je dakle dio DNA koji sadrži informaciju za neki produkt, npr. određeni protein.

Molekula DNA sastoji se od dvaju lanaca. Oni su polimeri, što znači da se sastoje od velikog broja ponavljajućih jedinica – monomera. U slučaju DNA monomeri su **nukleotidi**. Jedan nukleotid sastoji se od šećera pentoze, fosfatne skupine i dušične baze. (Slika 1.1.7)

BIOINFO

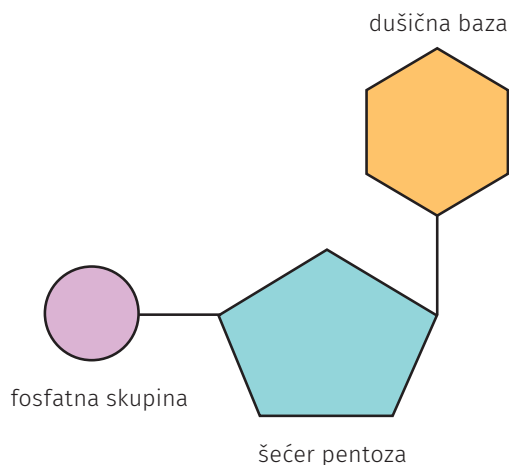
– Lynn Margulis

Lynn Margulis rođena je 1938. godine. Završila je studij genetike i zoologije kako bi mogla raditi u području svog interesa – povezanosti genetike i stanice. Tijekom rada uočila je da se kod biljaka nasljeđuju neke osobine koje se ne mogu povezati s genima u jezgri pa je zaključila da u stanici mora još negdje postojati DNA. Otkrila je molekule DNA i u mitohondrijima i u kloroplastima te je postavila endosimbiotsku teoriju.

BIOINFO

– Struktura DNA

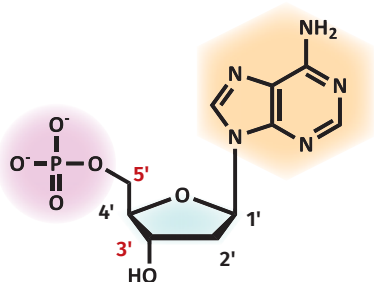
Francis Crick, James Watson i Maurice Wilkins dobili su 1962. godine Nobelovu nagradu za otkriće strukture molekule DNA i njeno značenje za prijenos informacija u živim bićima. Njihovo otkriće objavljeno je 1953. godine, a nastalo je na temelju kristalografskih podataka (slike strukture i rasporeda atoma u molekuli) koje je omogućila Rosalind Franklin.



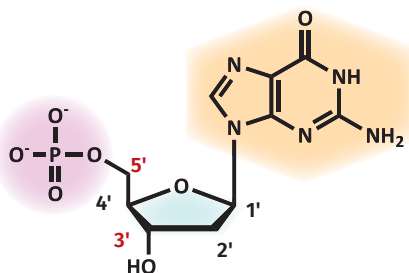
► Slika 1.1.7. Građa nukleotida.

U molekuli DNA možemo naći četiri različita nukleotida. Međusobno se razlikuju po dušičnim bazama: adeninu (A), timinu (T), gvaninu (G) i citozinu (C). Informacija o funkciji i strukturi pojedinih dijelova organizma zapisana je u redosljednu nukleotida.

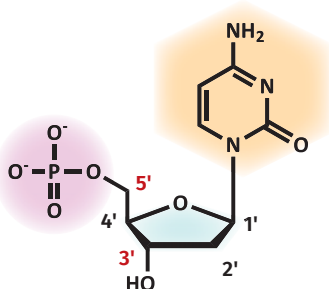
Redosljed nukleotida stvara kôd koji stanici služi kao informacija za proizvodnju proteina. Nukleotidi se u oba lanca nalaze spojeni u smjeru 3' prema 5', gdje su 3 i 5 položaji na ugljikovim atomima šećera na koje su vezane dušične baze. (Slika 1.1.8)



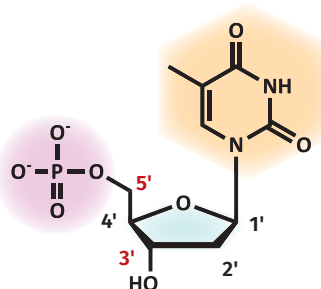
nukleotid s dušičnom bazom adeninom
(deoksiadenozin-monofosfat)



nukleotid s dušičnom bazom gvaninom
(deoksigvanozin-monofosfat)

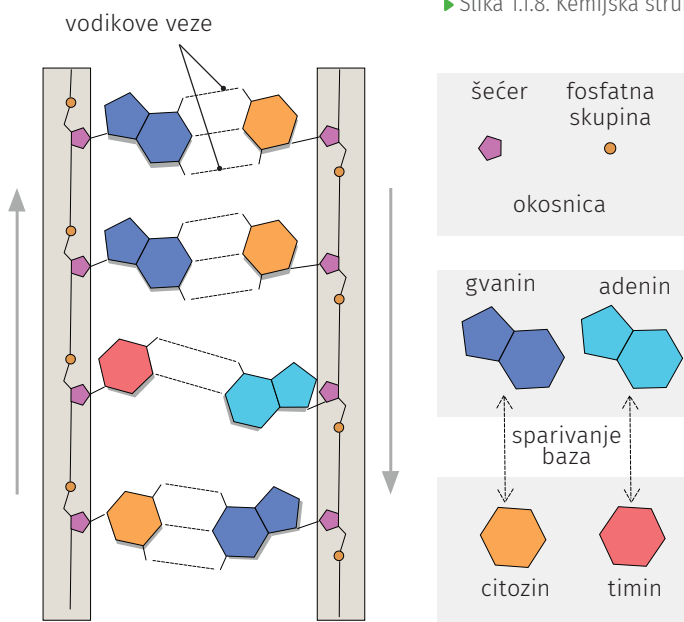


nukleotid s dušičnom bazom citozinom
(deoksicitidin-monofosfat)



nukleotid s dušičnom bazom timinom
(deoksitimidin-monofosfat)

► Slika 1.1.8. Kemijska struktura nukleotida.



Jedan lanac molekule DNA **antiparalelan** je drugomu pa naizgled jedan ima smjer 3'-5', drugi 5'-3' iako je njihov smjer identičan, samo su obrnuto smješteni u prostoru. Međusobno su lanci spojeni vodikovim vezama koje nastaju između dušičnih baza, a povezuju se uvijek A i T odnosno G i C što nazivamo **komplementarnost**. (Slika 1.1.9)

► Slika 1.1.9. Antiparalelnost i komplementarnost molekule DNA.

BIOINFO

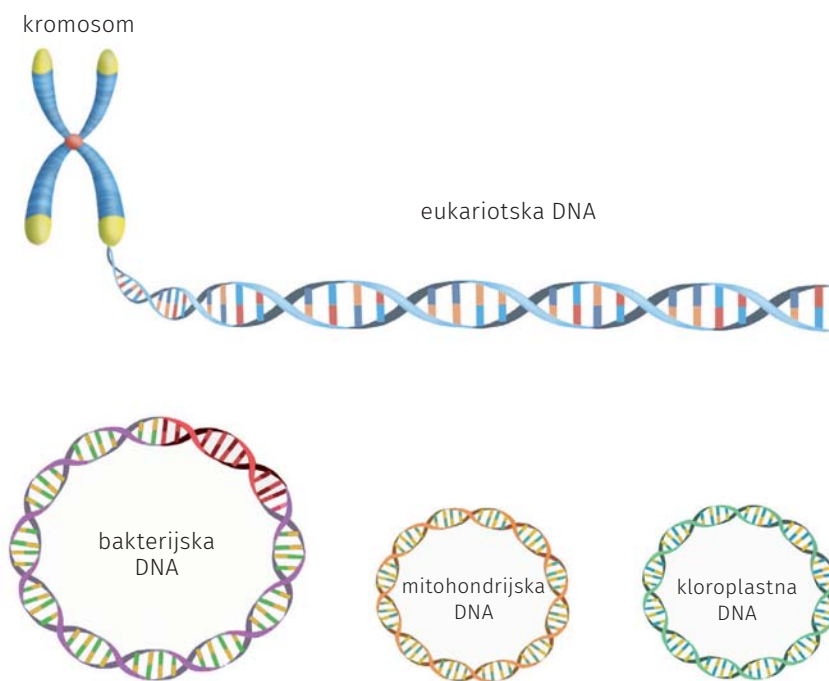
– Chargaffovo pravilo

Erwin Chargaff bio je kemičar rođen početkom 20. stoljeća u dijelu Austro-Ugarske koji je danas Ukrajina. Utvrdio je da molekula DNA u svakoj stanici bilo kojeg organizma ima jednak omjer dviju skupina baza. Broj gvanina uvijek je jednak broju citozina, a broj adenina uvijek je jednak broju timina. To otkriće doprinijelo je Watsonovu i Crickovu razjašnjavanju strukture molekule DNA.

Molekule DNA imaju istu strukturu u svim organizmima. Razlika je u njihovom obliku, brojnosti i redoslijedu nukleotida. (Slika 1.1.10) Tako kod prokariota jedna stanica ima jednu kružnu molekulu DNA smještenu u citoplazmi, dok eukariotske stanice, ovisno o vrsti organizma, imaju najmanje dvije linearne molekule DNA koje su smještene u jezgri.

Kružna molekula DNA u prokariotskoj stanici, za razliku od linearne molekule DNA u eukariotskoj stanici, povezana je s malim brojem proteina.

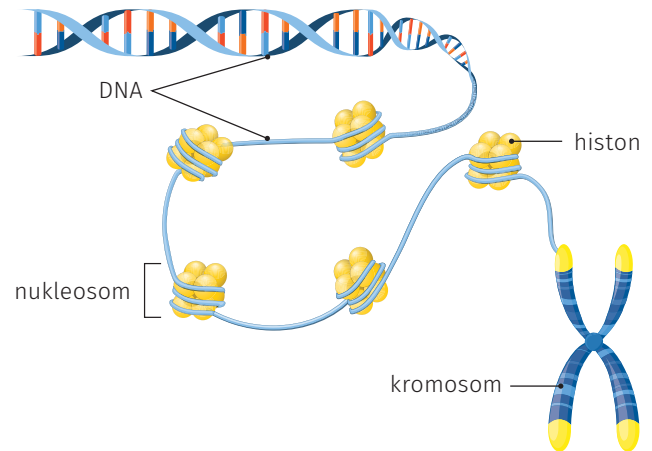
Molekule DNA u eukariotskoj stanici su dulje pa se one, da bi stale u jezgri, moraju smotati na precizno zadan način. Kod eukariota se molekula DNA omata oko kompleksa proteina pa zajedno čine strukturu koju nazivamo **nukleosom**. Nukleosom se sastoji od osam proteinskih podjedinica, od kojih su po dvije iste, i od DNA koja ih dvostruko obavija. Takva struktura često se naziva „perlice na niti”. Podjedinice čine proteini koji se zovu **histoni**. Dodatni histon povezuje šest nukleosoma u još gušće vlakno pa za njega kažemo da je još više kondenzirano. Molekule DNA namotane na histone jednom riječju nazivamo **kromatin**. U dijelu života pojedine stanice u kojem se ona ne dijeli, već obavlja određenu funkciju unutar organizma (u interafazi) molekule DNA su u obliku kromatina smještene unutar jezgre. Drugi dio života stanice onaj je u kojem se stanica dijeli da bi nastale nove stanice. Taj dio života stanice zovemo dioba. Dioba kojom nastaju stanice s istim brojem molekula DNA kao ona koja se dijeli zove se **mitoza**, a dioba kojom nastaju stanice s polovičnim brojem molekula DNA u odnosu na onu koja se dijeli zove se **mejoza**.



► Slika 1.1.10. Različiti oblici molekula DNA u živom svijetu.

U oba slučaja molekule DNA dodatno se kondenziraju, tj. još se kompaktnije vežu s proteinima da bi u najkondenziranijem obliku bile dijelovi **kromosoma**. (Slika 1.1.11) Kromosomi su strukture koje možemo vidjeti samo tijekom diobe stanice. Budući da su kromosomi puno kompaktniji, kraći i deblji od kromatina, omogućuju jednostavniju i bržu raspodjelu molekula DNA u nove stanice čime je osiguran točno određen broj molekula DNA svake novonastale stanice nakon diobe.

Slijed dušičnih baza u bilo kojoj od molekula DNA stvara specifičan kôd u kojem je zapisana informacija o organizmu, tj. funkciji i strukturi pojedinih dijelova organizma kojem ta DNA pripada. Taj kôd mora se očuvati da bi svaka novonastala stanica nosila istu informaciju, ali se vremenom mora i mijenjati da bi varijacije informacija omogućile promjene svojstava pripadnicima vrste, što posljedično omogućuje veći broj varijanti pripadnika iste vrste i preživljenje onima koji su najbolje prilagođeni okolišu u kojem žive.



► Slika 1.1.11. Kondenzacija molekule DNA pomoću proteina.

Stanične strukture jednostaničnih organizama / organski sustavi višestaničnih organizama

Na primjerima organizama koje vidimo u parku uočavamo da su vrlo različiti prema svojoj složenosti. Oni najjednostavnije građe sastoje se od samo jedne stanice i za njih znamo da su se pojavili najranije u povijesti. Oni složenije građe razvijali su se tijekom vremena pa danas možemo naći velik broj vrsta čiji su organizmi vrlo složeni višestanični organizmi. Samo usložnjavanje organizama događalo se evolucijom. Usložnjavanje je pratilo i proces specijalizacije pojedinih dijelova organizama kako bi ti dijelovi što preciznije i točnije i u zadanom vremenskom okviru obavljali svoje definirane funkcije.

Ako usporedimo bakteriju, hrast i čovjeka (ili samo jednu ljudsku stanicu i cijeli organizam), vidjet ćemo da su osnove funkcije stanica i čitavog organizama vrlo slične.

Jedna stanica kod bakterija sačinjava cijeli organizam, dok je kod čovjeka i hrasta jedan organizam sačinjen od velikog broja stanica, a u oba je slučaja osnovna građevna i funkcionalna jedinica – stanica.

I čovjek i bakterija kreću se u okolišu u kojemu žive. Kretanje im služi za pronalaženje hrane i sigurnog okoliša. Bakterija za kretanje koristi izdanke - bičeve ili se kreće pomoću sluzi, dok se kod čovjeka sustav kretanja temelji na koštano-mišićnom sustavu.

I bakterije i čovjeka mogu ugroziti virus ili drugi organizmi. Bakterije za obranu imaju staničnu stijenku, unutarstanične mehanizme obrane od virusa, a mogu izlučivati i tvari otrovne ili opasne za druge organizme. Čovjek ima tijelo prekriveno kožom, stvara velik broj enzima u sluznicama i ima imunostni sustav.

Kao i sav živi svijet, nove bakterije i potomci ljudi nastaju od postojećih bakterija odnosno ljudi. Bakterije se dijele i tako stvaraju nove organizme, a ljudi se razmnožavaju i rastu procesima koji se također temelje na diobi stanica.

Da bi živi svijet mogao obavljati bilo koju od svojih funkcija i preživjeti, treba energiju. Bakterije ju osiguravaju korištenjem resursa iz prirode baš kao i kvasac i čovjek i hrast. Jedina je razlika u tome što bakterije iz okoliša uzimaju tvari koje odmah pretvaraju u druge oblike molekula pri čemu dolazi do pretvorbe energije. Većina bakterija kroz membranu unosi nutrijente koje razgrađuje enzimima pa iz njih dobiva energiju, dok kvasac unosi nutrijente na isti način, ali pretvorbu energije većim dijelom obavlja u mitohondrijima. Čovjek putem hrane uzima potrebne tvari, ali najčešće u obliku koji je prvo potrebno razgraditi pa apsorbirati i tek onda preraditi kako bi dobio energiju za što koristi procese hranjenja, probave i disanja koje omogućuju probavni, krvožilni i dišni sustav. Hrast koristi Sunčevu svjetlosnu energiju koju pomoću klorofila pretvara u kemijsku energiju pohranjenu u specifičnim molekulama.

Bakterije, ljudi i sav živi svijet dio su prirode s čijim ostalim dijelovima komuniciraju kako bi opstali. Za komunikaciju koriste različite načine slanja i primanja poruka. Komunikacija se kod bakterija svodi na izlučivanje specifičnih molekula i njihovo detektiranje u okolišu. Kod čovjeka, uz komunikaciju s ostatkom prirode, pojedini organski sustavi međusobno šalju poruke te se usklađuju stvaranjem i slanjem molekula u druge dijelove organizma, i detekcijom tih poruka putem receptora u drugim vrstama stanica.

BIOINFO

– Komunikacija među bakterijama

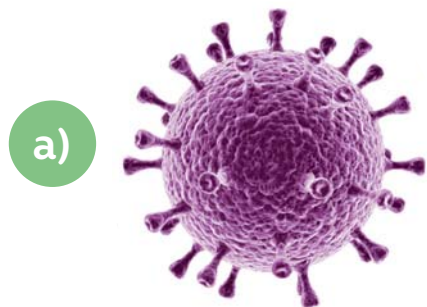
Neke bakterije mogu međusobno komunicirati u procesu koji se naziva opažanje gustoće (od eng. *quorum sensing*). Nakupljanjem signalnih molekula u svome mikrokolišu, bakterije mogu procijeniti koliko ih sveukupno ima i prema tome modificirati svoje funkcije.

Komunikacija u živom svijetu ključna je za ugođeno, uravnoteženo i pravodobno reagiranje i funkcioniranje tjelesnih sustava, organizama, vrsta i populacija.

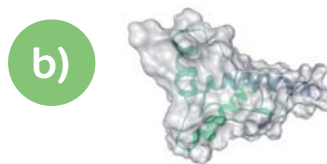
Komuniciranje signalnim molekulama kod životinja, osim među jedinkama, moguće je i unutar jednog organizma. Npr. kada antilopa vidi lava njene nadbubrežne žlijezde počinju izlučivati adrenalin. On krvotokom odlazi do stanica jetre gdje ga prepoznaju specifični receptori putem kojih se prenosi poruka koja za posljedicu ima poticanje procesa kojima se iz glikogena počne stvarati glukoza. Adrenalin krvotokom dolazi i do mišića čije stanice također imaju specifične receptore koji ga prepoznaju. Ti receptori u mišićnim stanicama potiču procese koji uzrokuju ubrzani rad srca i proširenje krvnih žila u mišićima. Na taj način, signalnom molekulom koja prenosi različite informacije različitim tkivima jednoga organizma, antilopa može u vrlo kratkome vremenu osigurati potrebnu energiju i njeno pravovremeno iskorištenje u skeletnim mišićima kako bi pokušala pobjeći od opasnosti.

Virusi i prioni

U živom svijetu važnu ulogu imaju i infektivne čestice koje ne pripadaju živom svijetu. To su **virusi** i **prioni**. (Slika 1.1.12)



d ≈ 20-500 nm



l ≈ 5-10 nm

► Slika 1.1.12. Prikaz a) virusa i b) priona.

Oba tipa infektivnih čestica mogu narušiti čovjekovo zdravlje, a to čine tako da koriste njegove stanične strukture i procese. Virusi mogu zaražavati i bakterije i biljke i životinje. Osnovna građa virusa jest proteinski omotač, **kapsida**, unutar kojega se nalazi nasljedna informacija (genom) u obliku nukleinske kiseline.

Neki virusi mogu imati dodatnu vanjsku ovojnicu koja se uglavnom sastoji od lipida i glikoproteina, a bakterijski virusi u većini slučajeva imaju strukture nalik nožicama koje imaju funkciju učvršćivanja virusa na bakterijskoj membrani pa virusi poput svrdla otvarača za boce u bakteriju unose svoj genom. Biljni i životinjski virusi ulaze u stanicu tako da se na nju pričvrste receptorima i onda različitim mehanizmima unose svoj genom u nju. U stanici se događa niz procesa, ovisno o vrsti virusnoga genoma, tijekom kojih virus korištenjem vlastitoga genoma stvara svega nekoliko proteina, dok sve ostale potrebne proteine i tvari koristi iz stanice domaćina. Činjenica da nemaju svoj metabolizam, već koriste stanične procese domaćina za vlastitu replikaciju, osnovna je značajka zbog koje ih ne smatramo živih bićima.

Prioni su infektivne čestice koje se sastoje samo od proteina, nemaju DNA ni RNA tj. nemaju genom, a koje mogu zaraziti čovjeka i ostale životinje. Uzrokuju propadanje dijelova malog i velikog mozga. Mogu se umnožavati iako nemaju genom i otporni su na ultraljubičasto i ionizirajuće zračenje koje čovjek inače koristi za dezinfekciju. Nastaju promjenom specifične strukture (konformacije) proteina koje domaćini sami proizvode prema informaciji u vlastitom genomu. Najpoznatija ljudska bolest uzrokovana prionima jest Creutzfeldt-Jakobova bolest (CJB). Prionske bolesti mogu se prenositi i između vrsta. Tako se čovjek može zaraziti uzročnikom bolesti poznate pod nazivom „kravlje ludilo”, koja se službeno zove goveđa spongiformna encefalopatija. Ljudi ne mogu oboljeti od kraljeg ludila već njegov uzročnik u našoj vrsti uzrokuje bolest poznatu pod nazivom varijanta Creutzfeldt-Jakobove bolesti (vCJB).

BIOINFO

– Genom virusa

U stanicama živih organizmima genom čini dvolančana molekula DNA, dok molekule RNA, koje su kod živog svijeta jednolančane, imaju različite funkcije: prenose informaciju potrebnu za stvaranje proteina, sudjeluju u procesu nastanka proteina i mogu imati regulacijsku ulogu. Kod virusa, genom može biti dvolančana molekula DNA kao i kod živih organizama, ali i jednolančana DNA ili čak jednolančana ili dvolančana molekula RNA. Na primjer, virus HIV za svoj genom ima molekulu RNA.

BIOINFO

– Cijepljenjem protiv malignog tumora

Cijepljenje je umjetno stvaranje imunosnog odgovora. U organizam se unose umrtnjeni ili modificirani uzročnici zarazne bolesti (najčešće virusi ili bakterije) kako bi se izazvala reakcija imunosnog sustava kojom će organizam stvoriti antitijela. Tako stvorena antitijela pružit će zaštitu od infektivnog uzročnika za koji su specifična pa je cijepljena osoba zaštićena od određene bolesti dulje razdoblje, a ponekad i doživotno.

Jedno od poznatijih cjepiva ono je protiv ljudskog papiloma virusa (HPV) koje se smatra učinkovitom mjerom protiv nastanka karcinoma vrata maternice.

BIOINFO

– Prioni

Prioni su otkriveni tek 1982. godine, a naziv su dobili iz engleskog izraza za infekciju uzrokovanu zaraznom proteinskom česticom – ***proteinacious infectious particle infection***.

Sažetak

Sav živi svijet građen je od stanica koje imaju citoplazmu, staničnu membranu, ribosome i molekule DNA. Ovisno o vrsti stanice ili organizma osnovna stanična građa više je ili manje nadopunjena pa je i složenost živog svijeta vrlo različita. Prve stanice koje su nastale bile su prokariotske pa su iz njih nastale eukariotske stanice, što danas objašnjavamo endosimbiotskom teorijom.

Sve se stanice dijele kako bi nastale nove stanice određene vrste, a informacija o njihovoj građi i funkciji zapisana je u njihovoj DNA tj. genomu.

Na živi svijet imaju utjecaj i virusi i prioni koje ne smatramo organizmima, ali koji su građeni od istih makromolekula kao i organizmi.

PROVJERI ZNANJE



1. Usporedi građu i ulogu dijelova prokariotske stanice i eukariotskih stanica.
2. Argumentiraj teoriju kojom se objašnjava nastanak eukariotske stanice.
3. Kako je mogućnost povremene promjene slijeda nukleotida u molekuli DNA povezana s opstankom neke vrste?
4. Razmisli o omjeru površine i volumena stanica te objasni zašto se volumen stanice ne može neograničeno povećavati, već dolazi do njene diobe, što je preduvjet rasta višestaničnog organizma.
5. Zašto, za razliku od bakterija, virusi mogu preživjeti isključivo u stanici domaćina?



Riješi zadatke u radnoj bilježnici.

PRIRODOZNAJSTVENI POJMOVNIK

Prokarioti su najjednostavnije građena živa bića. Cijeli organizam sastoji se od jedne stanice, koja nema organele obavijene membranom, već samo ribosome. Genom čini kružna DNA smještena u citoplazmi. U prokariote ubrajamo bakterije i arheje.

Eukarioti su organizmi koji mogu biti jednostanični ili višestanični. Nastali su nakon prokariota, a imaju kompleksne stanice s organelama obavljenim membranama. Genom eukariota nalazi se u jezgri, a čine ga linearne molekule DNA. U eukariote ubrajamo biljke, životinje, gljive i protiste.

Genom je jedna kopija ukupne nasljedne informacije određenog organizma ili virusa. U živom svijetu genome čine molekule DNA, a kod virusa molekule DNA ili RNA.

Konformacija makromolekula pojam je što označava oblik makromolekule koji se može mijenjati u ovisnosti o njejoj interakciji s drugim molekulama.

Endocitoza je proces za koji je potrebna energija, a kojim stanica u sebe unosi tvari iz okoliša. Proces se odvija stvaranjem mjehurića (vezikula) iz stanične membrane, koji se zajedno s tvarima iz okoliša unose u citoplazmu.

Egzocitoza je proces za koji je potrebna energija, a kojim stanica izlučuje tvari u okoliš. Proces se odvija tako da mjehurići (vezikule) koje obavijaju tvari što ih stanica izlučuje dođu do stanične membrane, stope se s njom, a sadržaj se izbacuje u okoliš.

Hipoteza je pretpostavka o ishodu istraživanja koju je moguće testirati.