

Grada i funkcija biljne ćelije

Biljna ćelija

Citologija

- nauka o ćeliji, o njenoj građi, razviću i životnoj aktivnosti

Ćelija

- osnovna gradivna jedinica svih živih organizama
- autonomni živi sistem nastao u procesu evolucije

Tipovi ćelijske organizacije

- Prokarioti

- Eukarioti

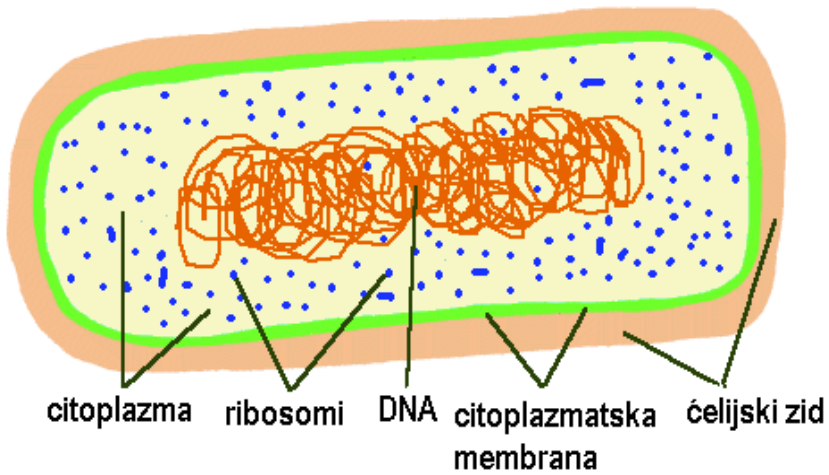
Prokarioti

- imaju ćelijsku strukturu (omeđeni citoplazmatskom membranom i ćelijskim zidom)
- nemaju diferencirano jedro, genetički materijal (DNK) - slobodan u citoplazmi
- nemaju diferencirane organele
- bakterije, modrozelenne alge

Eukarioti

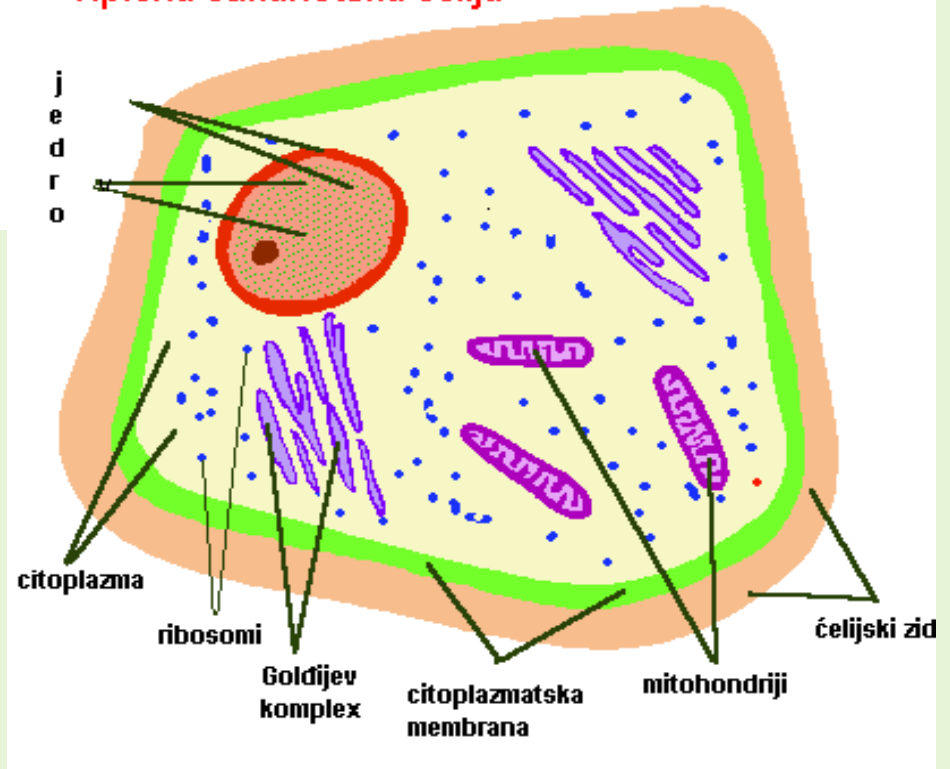
- imaju ćelijsku strukturu
- jasno diferencirano jedro
- izražena morfološko-fiziološka diferencijacija svih ćelijskih komponenti organela

Tipična prokariotska ćelija



Prokarioti - bakterije, modrozelenne alge

Tipična eukariotska ćelija

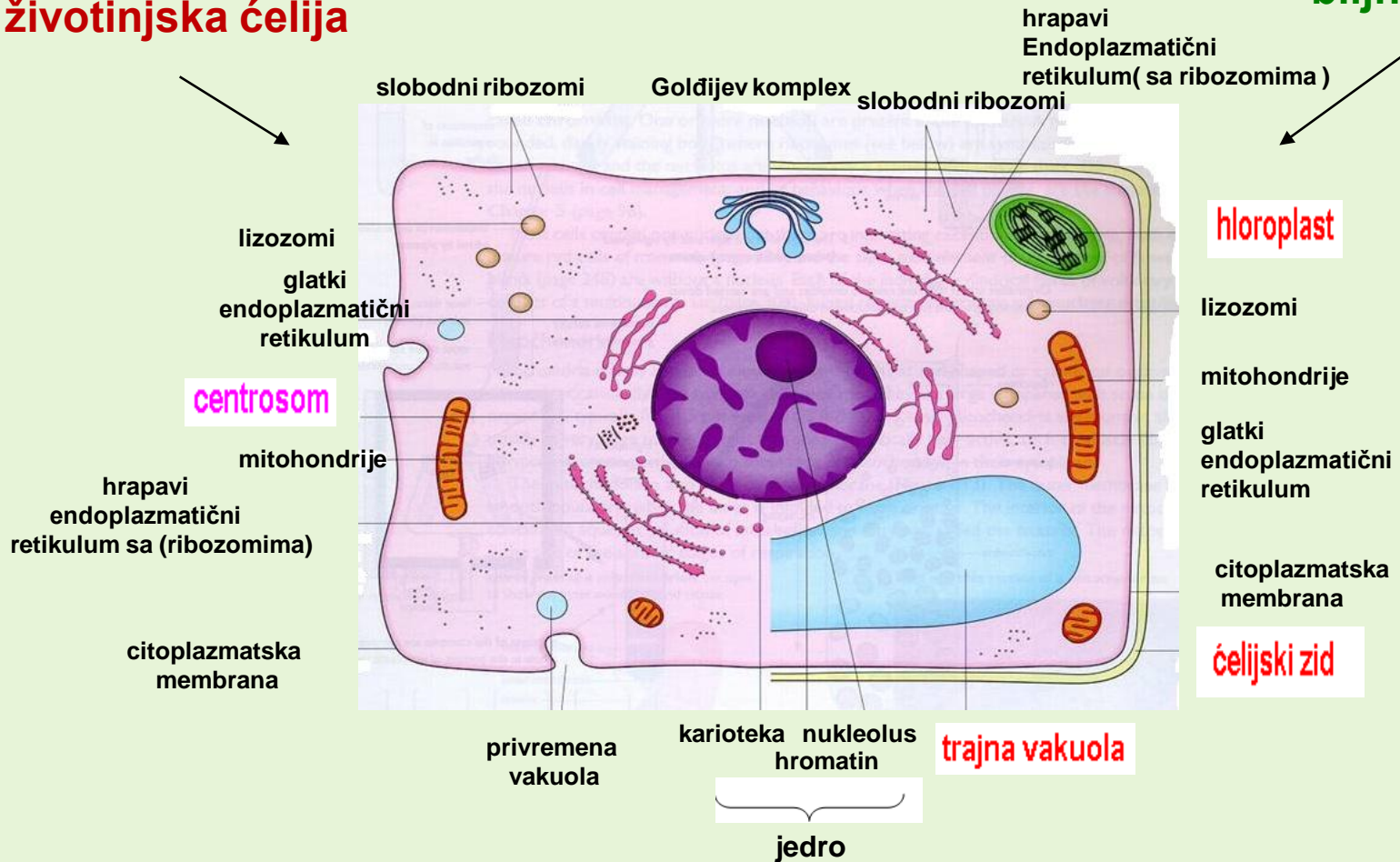


Eukarioti - svi organizmi izuzev prokariota i virusa

Razlike između biljne i životinjske ćelije

životinjska ćelija

biljna ćelija



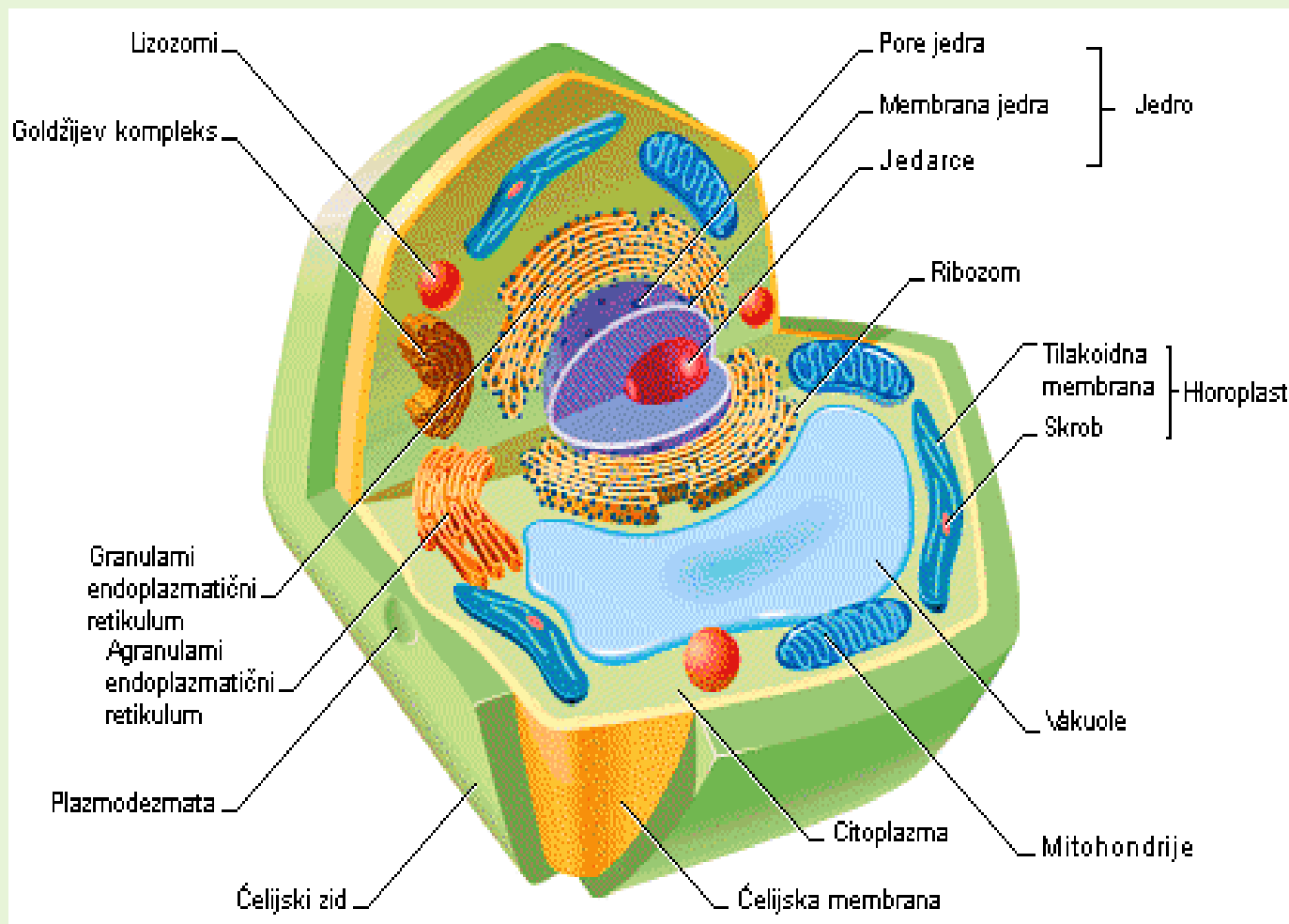
Razlike između biljne i životinjske ćelije

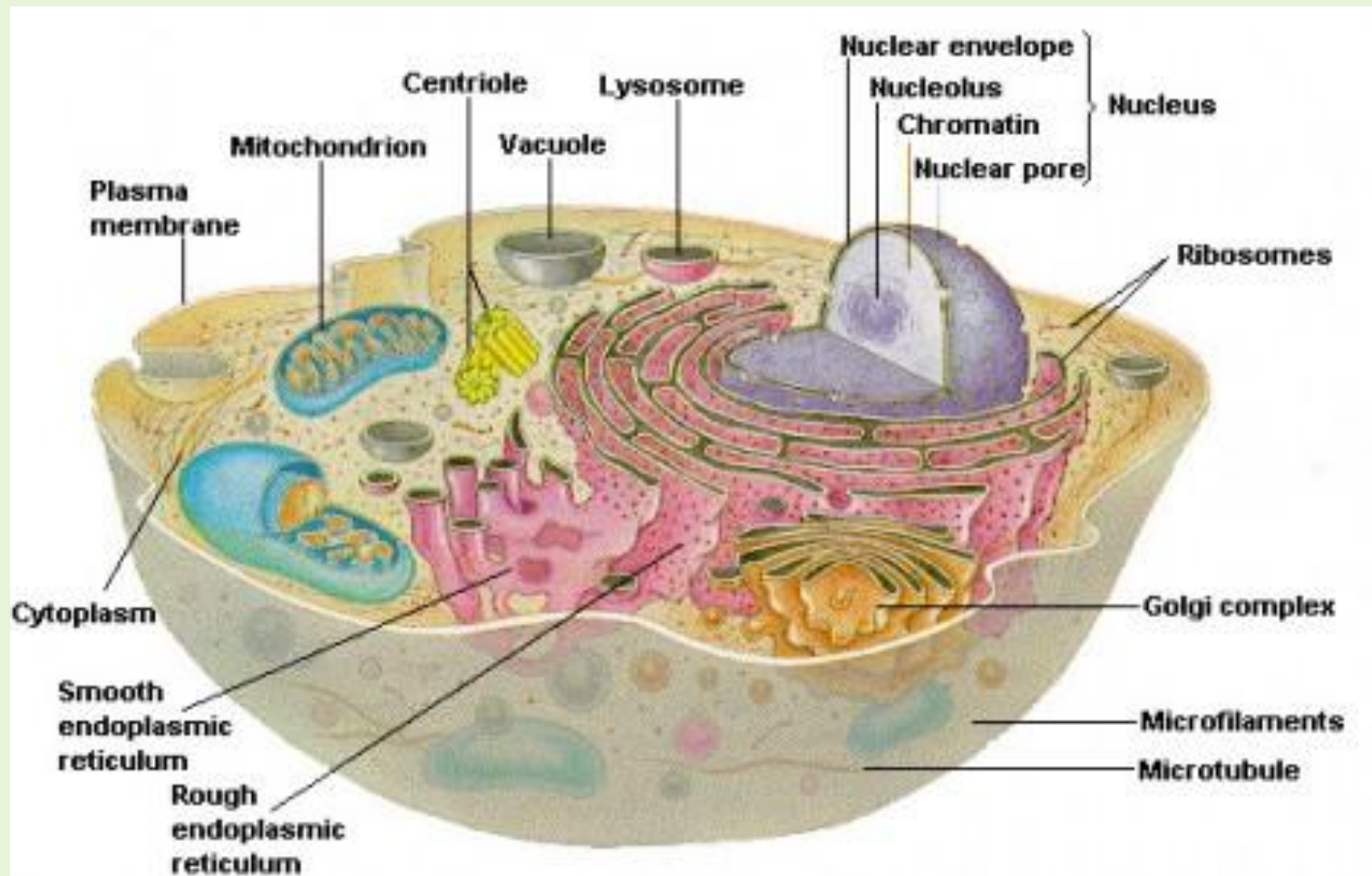
<i>Biljna ćelija</i>	<i>Životinjska ćelija</i>
sadrže hlorofil, vrše fotosintezu	ne sadrže hlorofil, ne vrše fotosintezu
imaju ćelijski zid	nemaju ćelijski zid
vakuola - trajnog karaktera	vakuola - privremena
sposobnost rasta - neograničeno	sposobnost rasta - genetski ograničeno
životni vijek - neodređen	životni vijek - genetski određen
Sintetizuju vitamine i aminokiseline	ne sintetizuju vitamine i aminokiseline
čvrsto pričvršćene za podlogu	imaju razvijeno svojstvo kretanja

Razlike između biljne i životinjske ćelije

<i>Biljna ćelija</i>	<i>Životinjska ćelija</i>
nemaju nervni sistem, koordinacija između ćelija - putem fitohormona	razvijen nervni sistem
nemaju razvijen probavni i disajni sistem	razvijen probavni i disajni sistem
vegetativno razmnožavanje vrlo često	nema vegetativnog razmnožavanja
veliki broj mrtvih ćelija (ksilem, pluto, vlakna)	mali broj mrtvih ćelija
vrlo sporo reaguju na nadražaje	Brzo reaguju na nadražaje
mehanička potpora putem tkiva	mehanička potpora putem skeleta

Grada biljne ćelije





Simplast - živi sadržaj ćelije (**protoplast**)

Apoplast - neživi sadržaj ćelije (**ćelijski zid, vakuola i njen sadržaj**)

Protoplasma ili protoplast

- živi sadržaj ćelije (sastoji se od citoplazme i jedra)
- citoplazma se sastoji od osnovne citoplazme (hijaloplazme) i citoplazmatičnih membrana: plazmaleme i tonoplasta

Hijaloplazma sadrži organele:

- dvomembranske organele: plastidi (hloroplasti, hromoplasti, leukoplasti) mitohondrije, jedro
- jednomembranske organele: endoplazmatični retikulum (granularni i agranularni)
Goldžijev kompleks
lizozomi
sferozomi
- nemembranske organele: ribozomi i mikrotubule

PROTOPLAST

Hemijski sastav protoplasta

U hemijskom pogledu protoplast nije jedinstven već predstavlja bezbojnu, žitku ili elastičnu organizovanu koloidnu smjesu vode sa brojnim organskim i neorganskim supstancama koji mogu biti rastvoreni ili djelimično u čvrstom stanju.

- **voda**

najveći dio protoplasta (obično od 70-90%)

- **organske materije**

najvažnije organske materije u sastavu protoplasta:

proteini

nukleinske kiseline

lipidi

polisaharidi

- **neorganske materije**

u vidu soli

u vidu jedinjenja sa organskim materijama

Voda

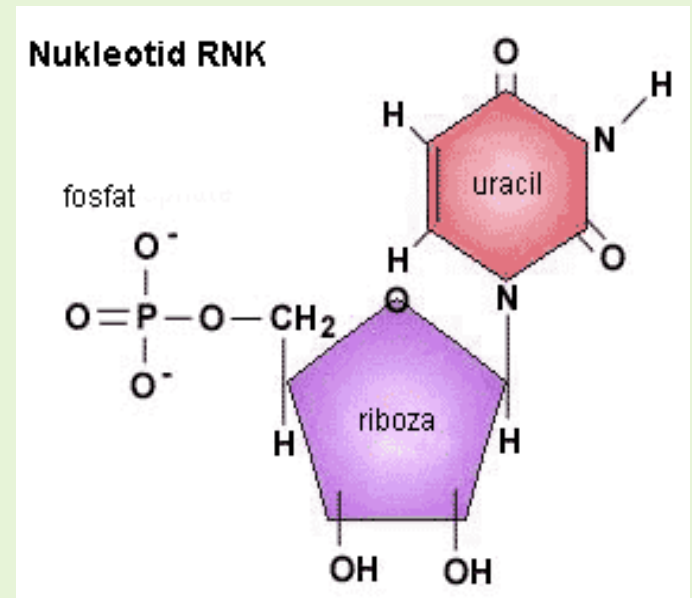
- osnovni sastavni dio svih biljnih organizama i čini od 50 - 95% težine ćelije
- potrebna je za održavanje strukturnog jedinstva ćelije
- univerzalni rastvarač
- sredina u kojoj se obavlja transport organskih i neorganskih materija i značajni metabolički procesi
- učestvuje u termoregulaciji i osmoregulaciji

Organske materije

- u svom sastavu sadrže ugljenik
- nukleinske kiseline
- proteini
- lipidi
- ugljeni hidrati

Nukleinske kiseline (DNK i RNK)

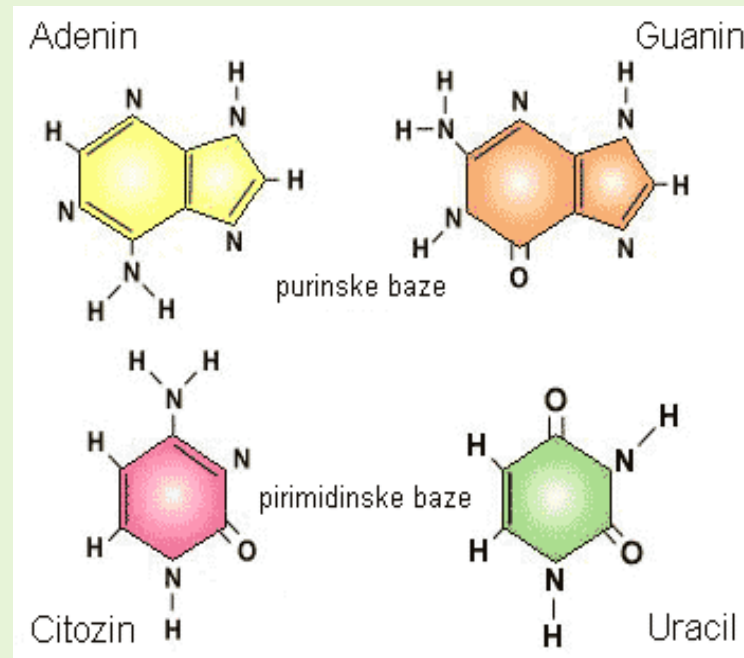
- sastoje se od nukleotida povezanih fosfodiesterskim vezama u polinukleotidni lanac
- **nukleotid** se sastoji od:
 - **šećer** (pentoza)
 - **azotna baza**: purinska (adenin i guanin)
pirimidinska (citozin i timin)
 - **fosforna kiselina**



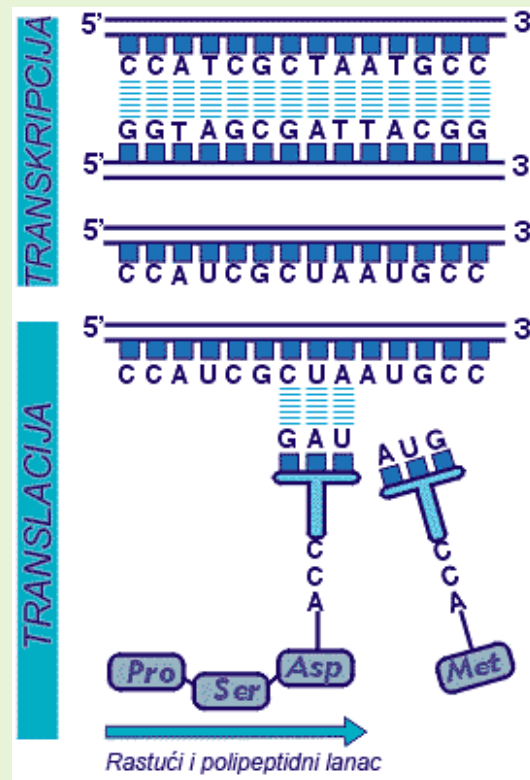
Nukleinske kiseline (DNK i RNK)

nukleotidi DNK i RNK se razlikuju:

- po šećeru (kod DNK je to deoksiriboza, a kod RNK je riboza)
- po pirimidinskoj bazi (umjesto timina RNK ima uracil)

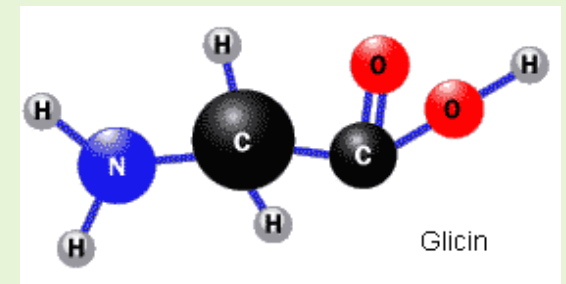
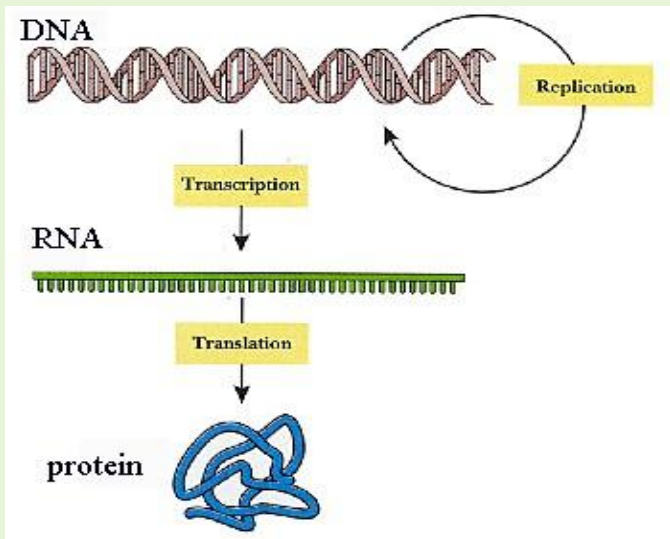


- sve ćelije jednog organizma imaju istu DNK
- tri vrste RNK; informaciona– i RNK, transportna - t RNK, ribozomna– r RNK
- DNK ima dva, a RNK jedan polinukleotidni lanac zato što nastaje prepisivanjem (transkripcijom) dijela jednog lanca DNK, odnosno gena



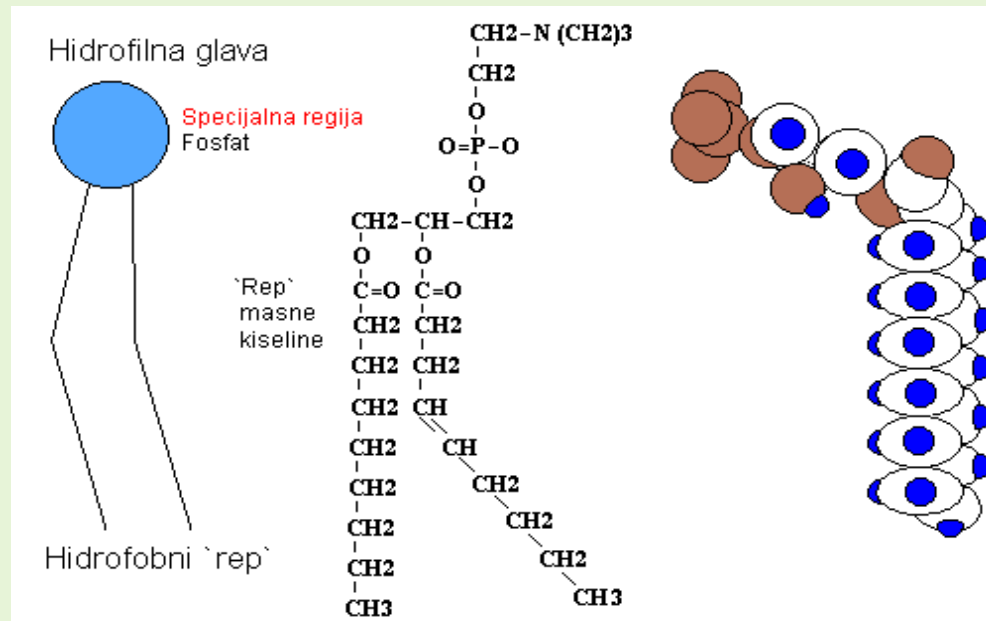
Proteini

- sastoje se od velikih broja aminokiselina povezanih peptidnim vezama u polipeptidne lance
- broj, vrsta i redoslijed aminokiselina čine primarnu strukturu proteina koja je uslovljena genima
- proteini se sintetizuju prema uputstvima zapisanom u genima , to uputstvo se prvo prepiše sa gena na RNK (**transkripcija**) a zatim se sa RNK (**translacija**) prevede u redoslijed aminokiselina u proteinu



Lipidi

- energetski najbogatija jedinjenja koji se ne rastvaraju u vodi
- Jednostavni lipidi
sastoje se od alkohola glicerola i viših masnih kiselina (zasićenih i nezasićenih)
- Složeni lipidi
uz ove sadrže i druge komponente (fosfolipidi sadrže na pr. fosfatnu grupu)



Ugljeni hidrati

- Monosaharidi
- Oligosaharidi
- Polisaharidi

Monosaharidi

- jednostavni šećeri i hidrolizom se ne mogu rastaviti na prostija jedinjenja
- dijele se na trioze, tetroze, pentoze (riboza i dezoksiriboza) i heksoze (glukoza i fruktoza)

Oligosaharidi

- izgrađeni od 2 - 10 monosaharida
- najznačajniji disaharidi (maltoza, laktoza i saharoza)

Polisaharidi

- makromolekule nastale povezivanjem većeg broja monosaharida u dugačke lance
- najvažniji - celuloza (gradivni polisaharid kod biljke)

Neorganske materije

- u vidu soli
- u vidu jedinjenja sa organskim materijama

Važnost nekih biogenih elemenata za biljnu ćeliju

- **Ca^{2+} i K^+** vrlo važni za viskoznost protoplazme, **Ca^{2+} i Mg^{2+}** oksalati za jačanje ćelijske membrane
- **azot, magnezijum** - sastavni dio hlorofila
- **fosfor** sastavni dio organskih jedinjenja (nukleotidi ADP, ATP, NADP, polifosfati) koji učestvuju u mnogim fiziološkim procesima (fosforilacija, sinteza nukl. kis.)
- **sumpor** sastavni dio koenzima A i mnogih karboksilaza i transaminaza
- **željezo** učestvuje u sintezi hlorofila, sastavni dio citohroma i ferodoksina...

FIZIČKE OSOBINE ČELIJE

- **Selektivna propustljivost** je važna osobina protoplazme (membrane) na kojem se temelji primanje i iznošenje materija iz ćelije

- **Plazmoliza** - pojava pri kojoj dolazi do skupljanja protoplazme i njenog postepenog odvajanja od ćelijskog zida.

Do plazmolize dolazi kada se živa ćeliju stavi u hipertonični rastvor (veća koncentracija rastvorene supstance), pri čemu koncentrovani vanjski rastvor izvlači iz ćelije vodu .

- **Bubrenje** - povećanje zapremine jedne visoko molekularne supstance pri usvajanju tečnosti ili pare

• **Turgor** - pritisak ćelijskog zida na unutrašnji sadržaj ćelije

Kretanje protoplasta

Rotaciono

protoplasma smještena uz ćelijski zid, a središnji dio zauzima velika vakuola

Cirkularno

protoplast se nalazi uz ćelijski zid, ali i u vidu protoplazmatičnih niti koje presijecaju vakuolu

Fluktuacijsko

- ritmičko strujanje čitavog sadržaja ćelije

JEDRO

Jedro (nucelus)

nosilac genetskih informacija koje kontrolišu i regulišu značajne procese u životu ćelije

oblik, veličina i hemijski sastav jedra

oblik

- većinom loptast ili elipsoidan

veličina

- promjer jedra varira od 5-50 mikrometara (zavisno od veličine i funkcije ćelije)

hemijski sastav

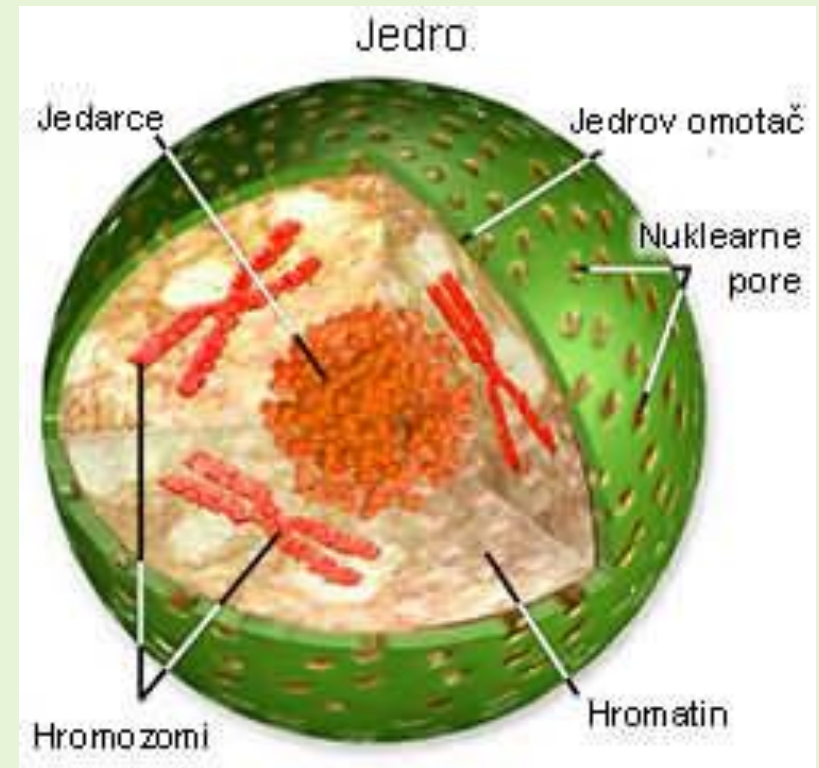
- proteini
- nukleinske kiseline
- fosfolipidi

funkcija jedra

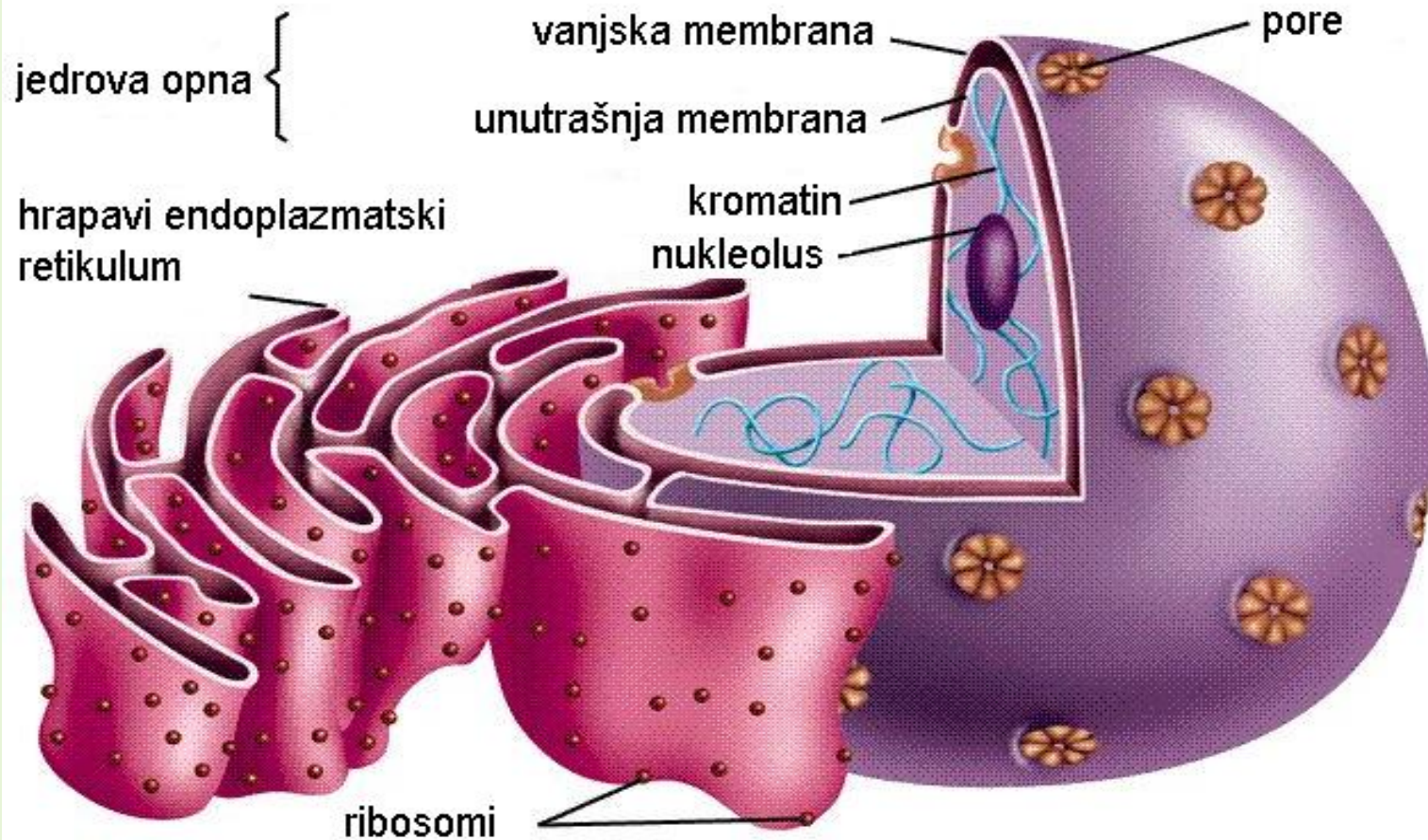
- memorisanje i prenošenje nasljednih informacija
- sinteza RNK i njen transport u citoplazmu
- metabolizam fosfata i fosforilacija (sinteza ATP-a i NAD)
- kontrola procesa rastezanja ćelije

građa jedra

- jedrova opna (karioteka)
- nukleoplazma (karioplazma)
- nukleolus (jedarce)
- hromatin



JEDRO

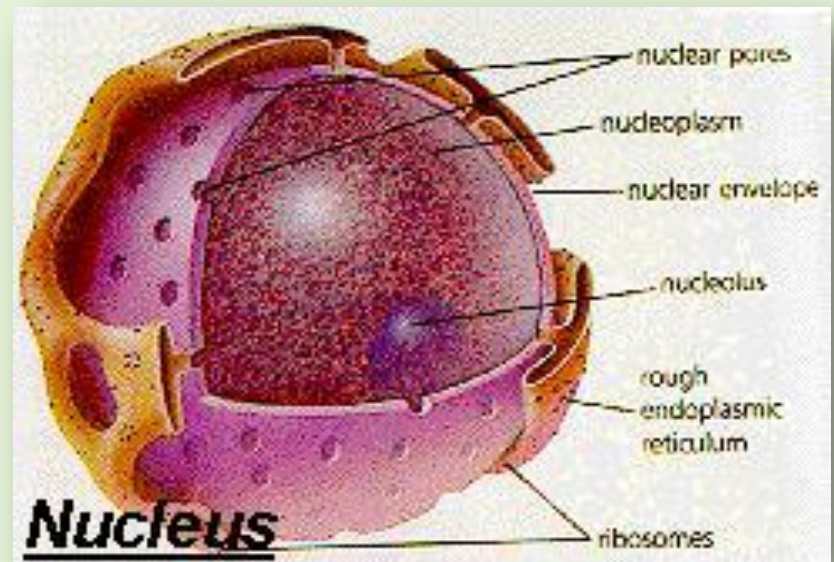


jedrova opna (karioteka)

- odvaja nukleoplazmu od citoplazme
- sastoji se od dvoslojne membrane sa porama
- kroz pore se obavlja razmjena materijala između nukleoplazme i citoplazme (molekule RNK se transportuju u citoplazmu)
- postoji neposredna povezanost između ER i jedrove opne

nukleoplazma (karioplazma)

- unutrašnjost jedra
- jedrov sok u kojem se nalaze jedarca i hromatin

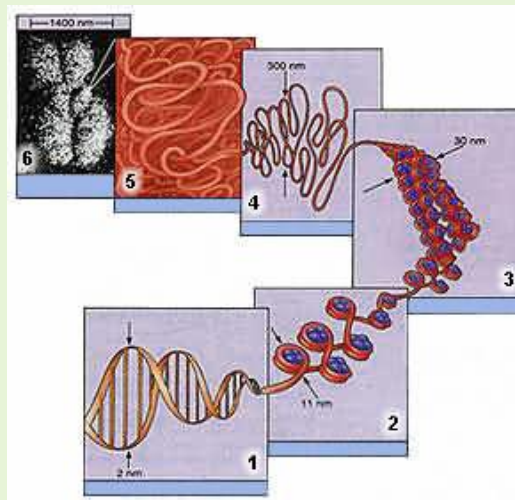


jedarce

- nalazi se u nukleoplazmi od koje nije odvojen membranom
- u jedru može biti jedno ili više jedarca
- sastoji se od bjelančevina i RNK
- funkcija - vezana za sintezu RNK

hromatin

- osnovu hromatina čine tanke fibrile koje se u toku diobe jedra spajaju u posebne jedrove komponente (hromosome)
- hromatin se sastoji od DNK i nešto RNK, histona i nehistonskih proteina
- hromozom čuva genetske informacije šifrovane prema banci podataka DNK



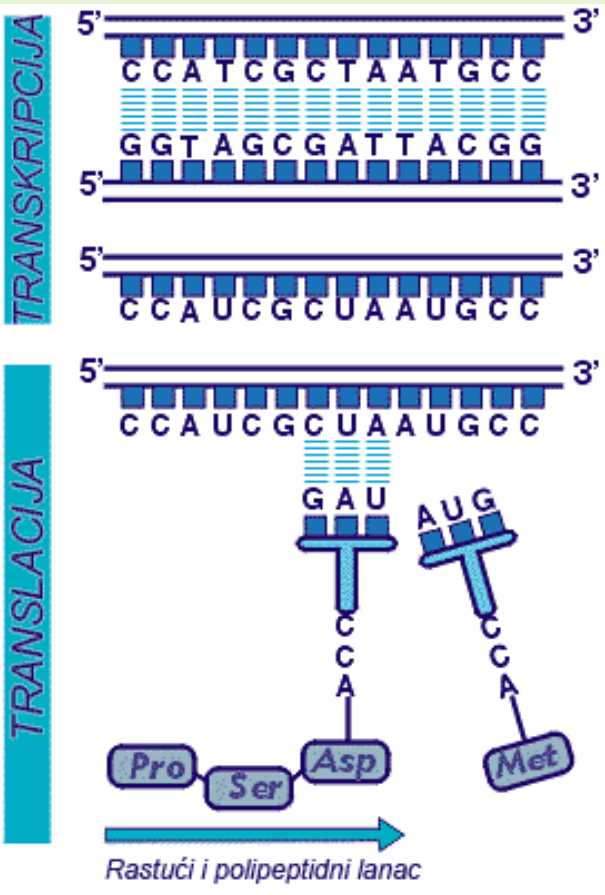
- 1. molekula DNK; 2,3,4 i 5 - kondenzacija; 6-hromosom

replikacija DNK

- replikacija DNK odvija se prije svake ćelijske diobe i omogućava kasniju podjelu svakog hromosoma na dvije hromatide
- započinje odmotavanjem lanaca DNK i njihovim razdvajanjem
- za oslobođene baze u svakom od lanaca vežu se komplementarne baze koje međusobno poveže DNK polimeraza
- na taj način na svakom lancu nastane jedan novi lanac i cijela se DNK udvostruči
- sve ćelije jednog organizma imaju istu DNK

Transkripcija

- sinteza RNK kao kopije dijela jednog lanca DNK (gena) koju katalizuje enzim RNK polimeraza



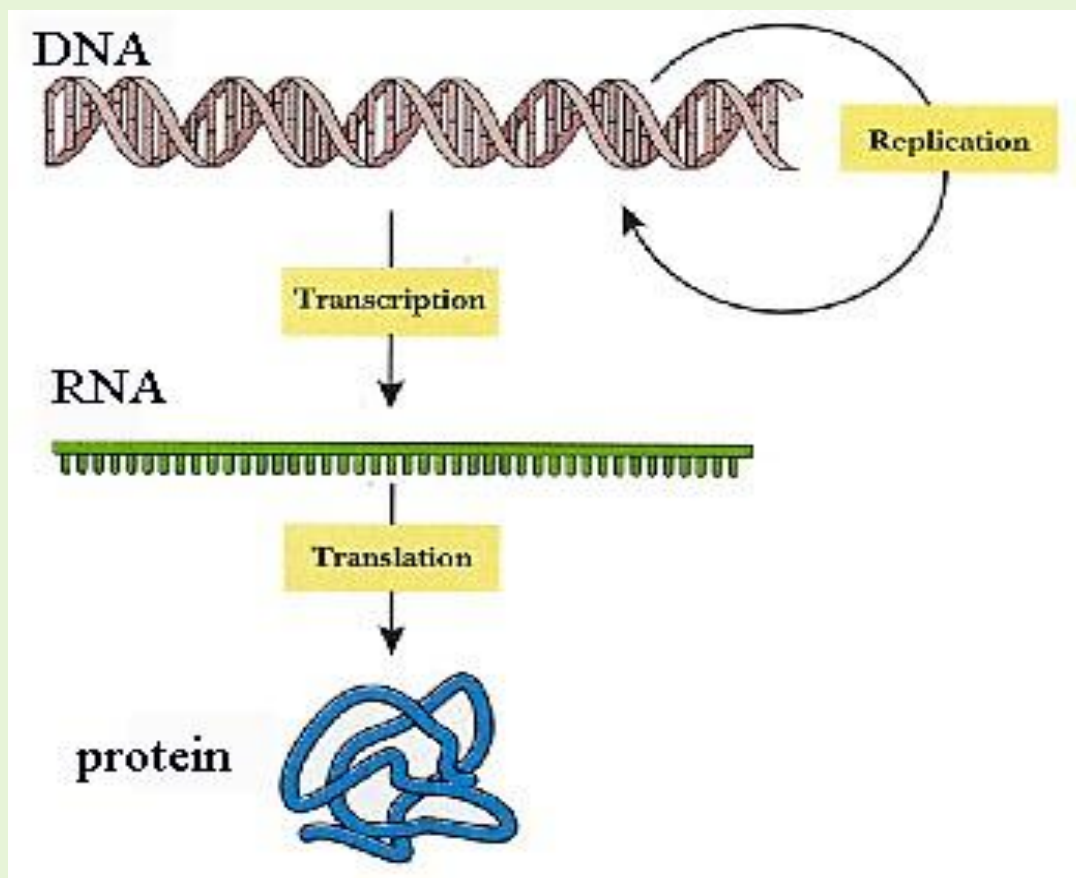
- DNK ima dva, a RNK jedan polinukleotidni lanac zato što nastaje prepisivanjem (transkripcijom) dijela jednog lanca DNK, odnosno gena

tri vrste RNK

- informaciona- i RNK
- transportna - t RNK
- ribozomna - r RNK

Translacija

- proteini se sintetizuju prema uputstvima zapisanom u genima.
- to uputstvo se prvo prepíše sa gena na RNK (**transkripcija**), a zatim se sa RNK (**translacija**) prevede u redosljed aminokiselina u proteinu



CITOPLAZMA

dijelovi citoplazme

- osnovna citoplazma (**hijaloplazma**)
- citoplazmatične membrane: **plazmalema** i **tonoplast**

plazmalema

- lipoproteinske strukture
- semipermeabilna

tonoplast

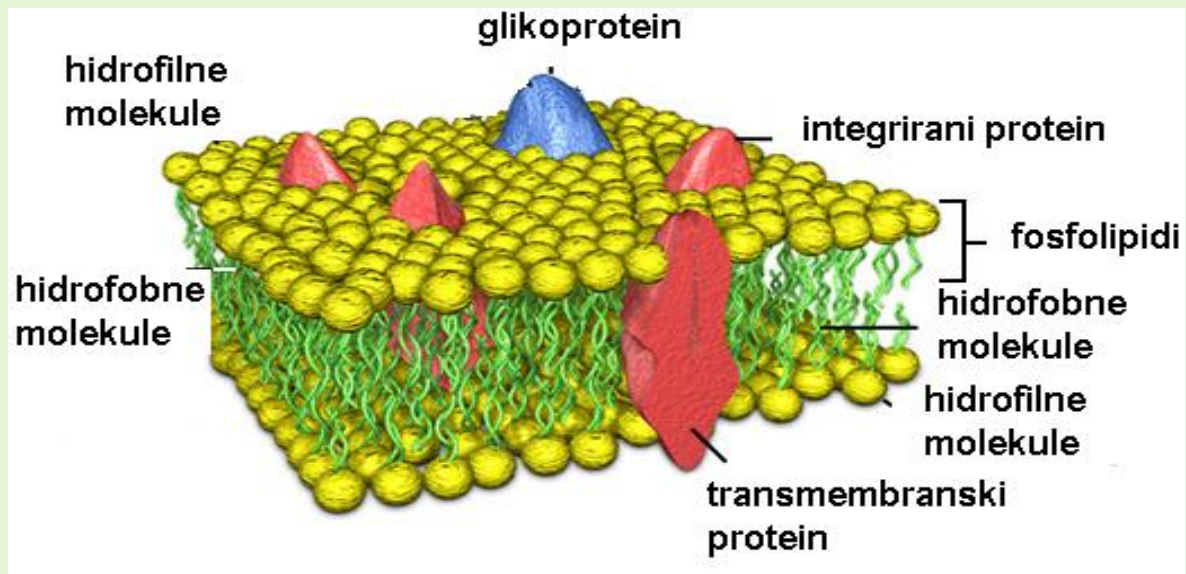
- citoplazmatična semipermeabilna membrana koja okružuje vakuolu
- reguliše ulazak i izlazak materija iz vakuole

hijaloplazma

- središnji dio citoplazme u kojoj se nalaze organele

PLAZMALEMA

- tanki, vanjski sloj citoplazme koji obavija protoplast ćelije, definiše njen oblik i veličinu
- u osnovnoj strukturi sadrže **lipide i proteine**
- plazmalema predstavlja jednu dinamičnu viskoznu sredinu u kojoj su lipidi polarizovani tako da su hidrofilni krajevi (glicerol + fosfat) okrenuti prema vani, a hidrofobni krajevi molekula lipida („rep“ masne kiseline) prema unutra
- Proteini nisu organizovani u posebnim subjedinicama već se slobodno kreću
- pri tome se razlikuju dva tipa proteina: **periferni i integrirani**

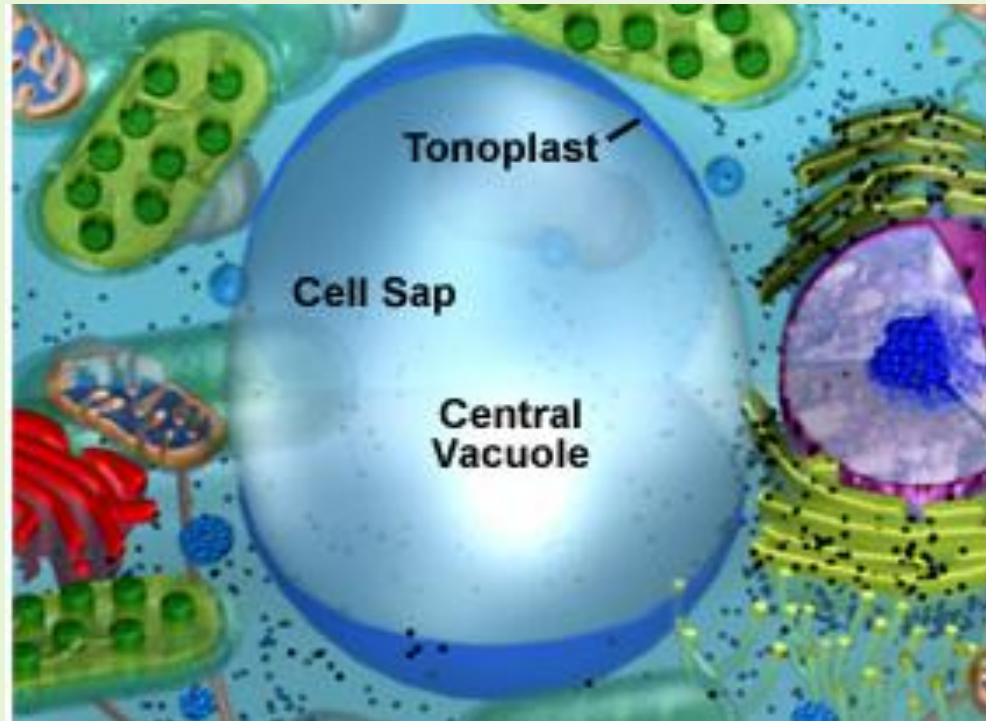


Funkcija plazmaleme

- regulacija prometa materija kroz membranu koja zavisi od hemizma i strukture membrane, ali i potrebi ćelije za određenim supstancama
- omogućavanje komunikacije ćelije sa vanjskom sredinom
- osiguravanje unutrašnje ćelijske organizacije jer membrane razdvajaju pojedine organele, ali ih zahvaljujući selektivnoj propustljivosti istovremeno i povezuju
- primanje signala iz vanjske okoline i učestvovanju odgovoru ćelije na signale
- na površinama ćelijskih membrana odvijaju se vrlo značajni fiziološko – biohemijski procesi
- održavanje određene gustoće, osmotskog i električnog potencijala unutrašnjeg sadržaja ćelije

TONOPLAST

- citoplazmatična semipermeabilna membrana koja okružuje vakuolu
- reguliše ulazak i izlazak materija iz vakuole
- svojstva selektivne propustljivosti su znatno izražajnije kod tonoplasta u odnosu na plazmalemu



HIJALOPLAZMA

U hijaloplazmi nalaze se organele:

dvomembranske organele

- plastidi (hloroplasti, hromoplasti, leukoplasti)
- mitohondrije

jednomembranske organele

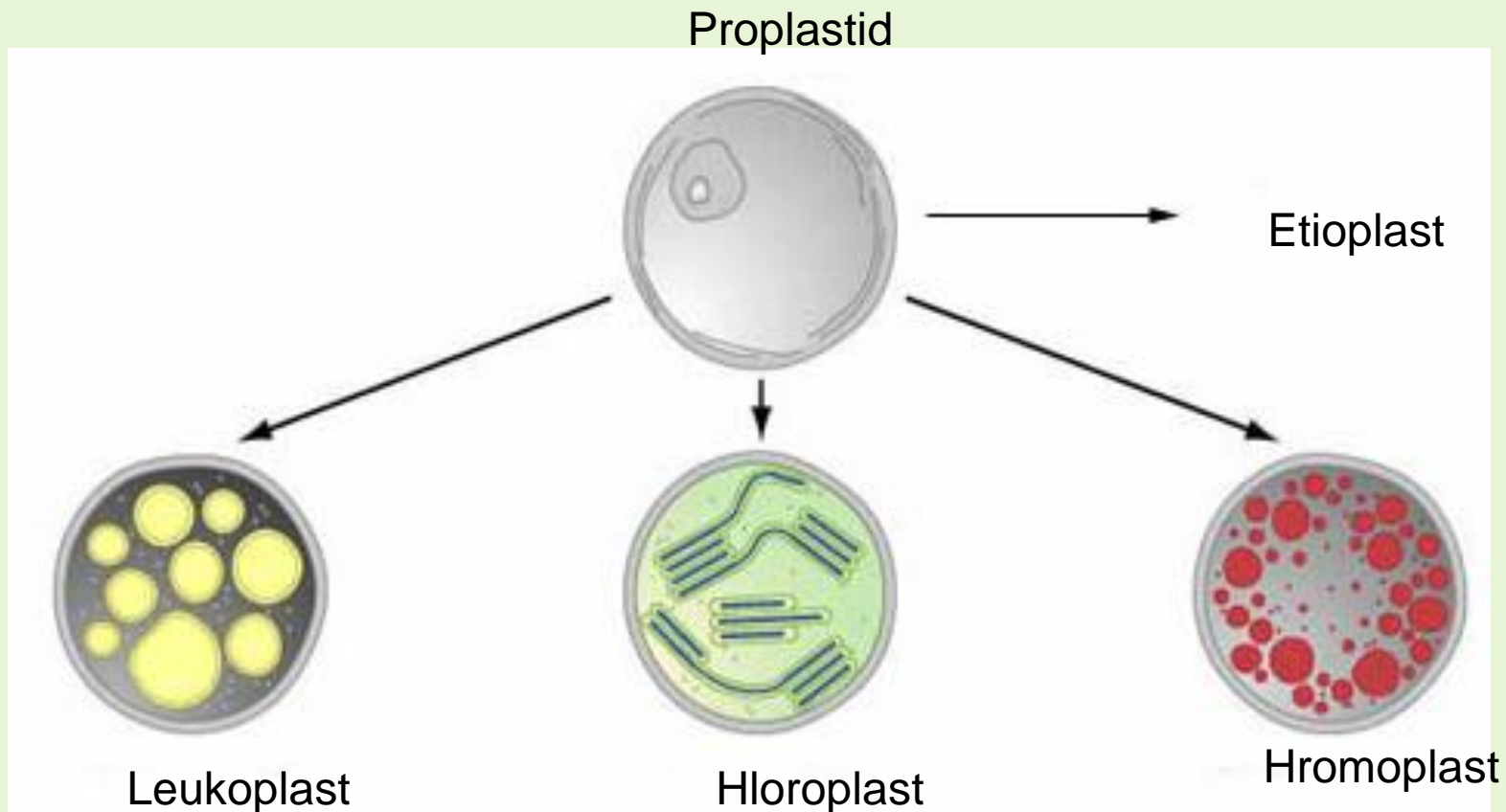
- endoplazmatski retikulum (granularni i agranularni)
- Goldžijev kompleks
- lizozomi
- sferozomi.

nemembranske organele

- ribozomi
- mikrotubule

PLASTIDI

- za razliku od animalne ćelije, biljna ćelija osim ćelijskog zida sadrži i plastide, te trajnu vakuolu
- u plastide spadaju *hloroplasti, hromoplasti i leukoplasti*



Hloroplasti

- *fotosintetski aktivni plastidi*

Oblik hloroplasta

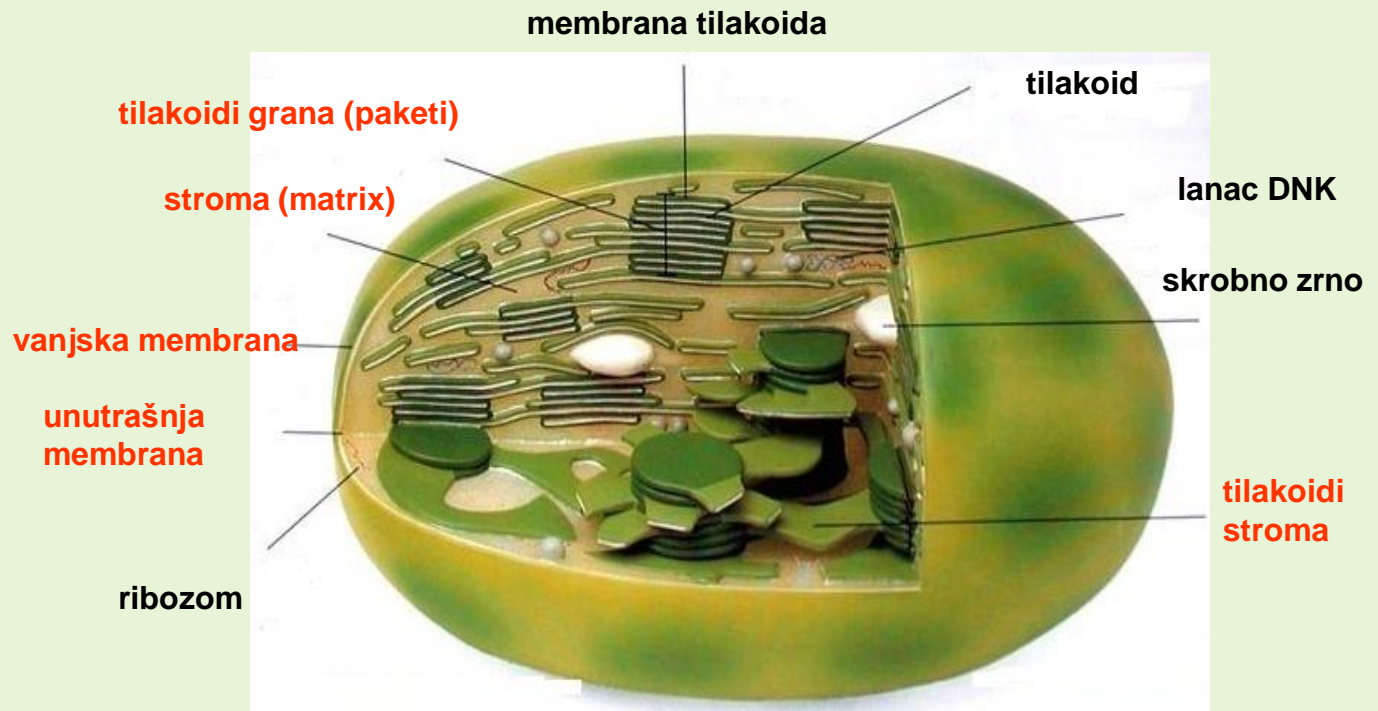
- kod viših biljaka najčešće elipsoidni oblik

Hemijski sastav hloroplasta

- proteini (najveći dio)
- lipidi
- pigmenti
hlorofil A (modrozeleni) i hlorofil B (žutozeleni) i karotenoidi u manjem omjeru

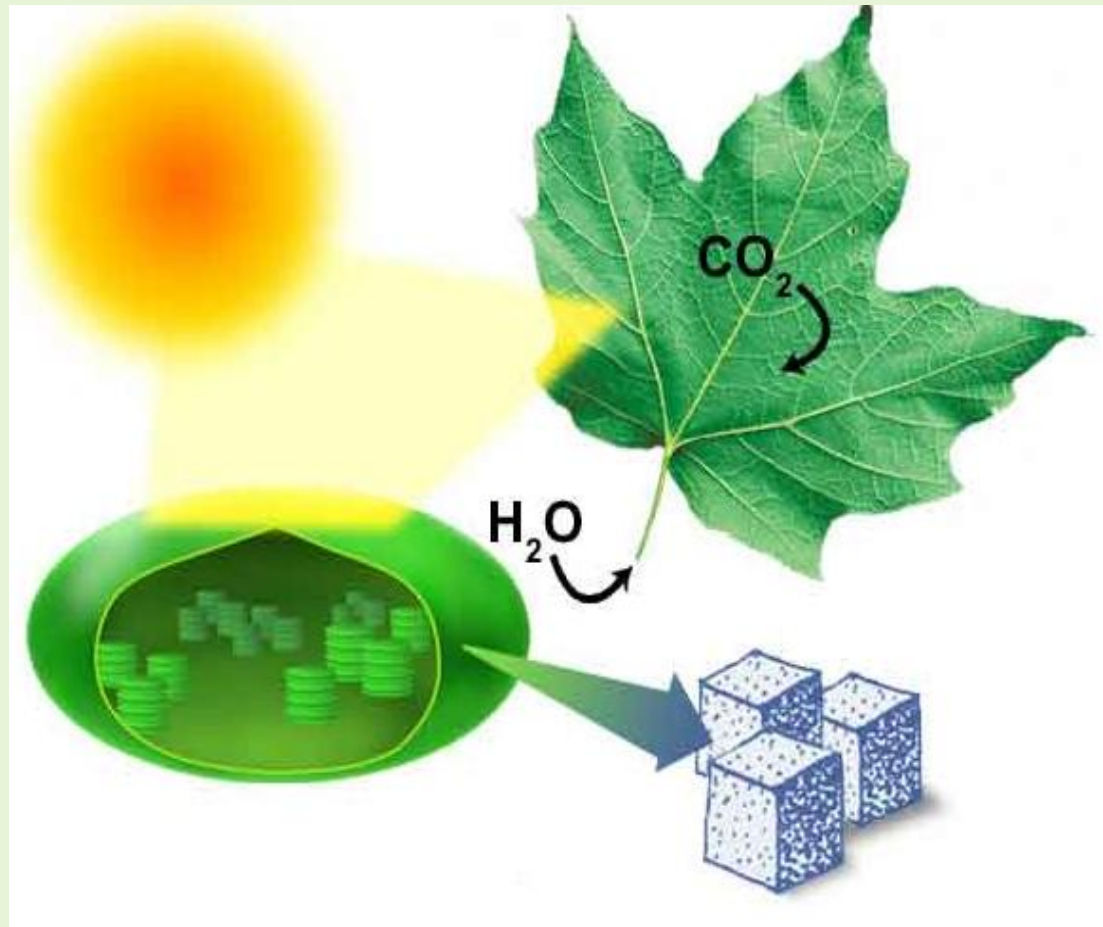
Građa hloroplasta

- dvojna membrana
- stroma
- složeni lamelarni sistem



Funkcija hloroplasta

- u hloroplastima se odvija proces fotosinteze
- ključna organela u procesima stvaranja hrane u biljci



Hromoplasti

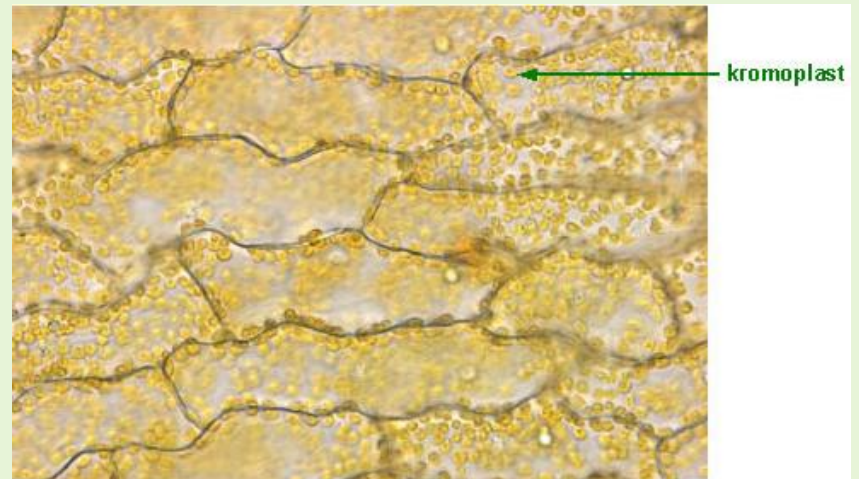
- fotosintetski neaktivni plastidi

Oblik i veličina hromoplasta

- kod viših biljaka najčešće elipsoidni oblik
- kod nekih biljnih vrsta mogu biti loptasti, pločasti, trakasti, režnjeviti
- dužine 2-20 mikrometara, širine (promjera) 1-5 mikrometra

Hemijski sastav hromoplasta

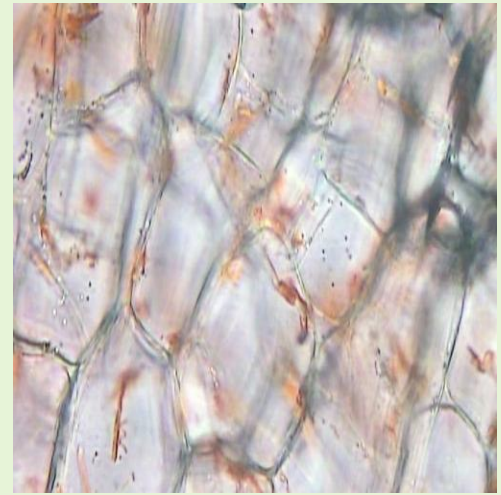
- lipidi (najveći dio)
- proteini
- pigmenti
 - karoten (narandžasti) ksantofil (žuti)
- neznatna količina RNK i DNK



Hromoplasti

Građa hromoplasta

- dvojna membrana
- stroma
- jednostavniji lamelarni sistem u odnosu na hloroplast



Funkcija hromoplasta

- generativni značaj
- daju boju laticama ili plodovima i time doprinose privlačenju insekata i oprašivanju, te rasijavanju sjemenki

Leukoplasti

- *fotosintetski neaktivni, bezbojni, skladišni plastidi*

Oblik leukoplasta

- oblik različit; najčešće loptast, vretenast i izdužen

Hemijski sastav leukoplasta

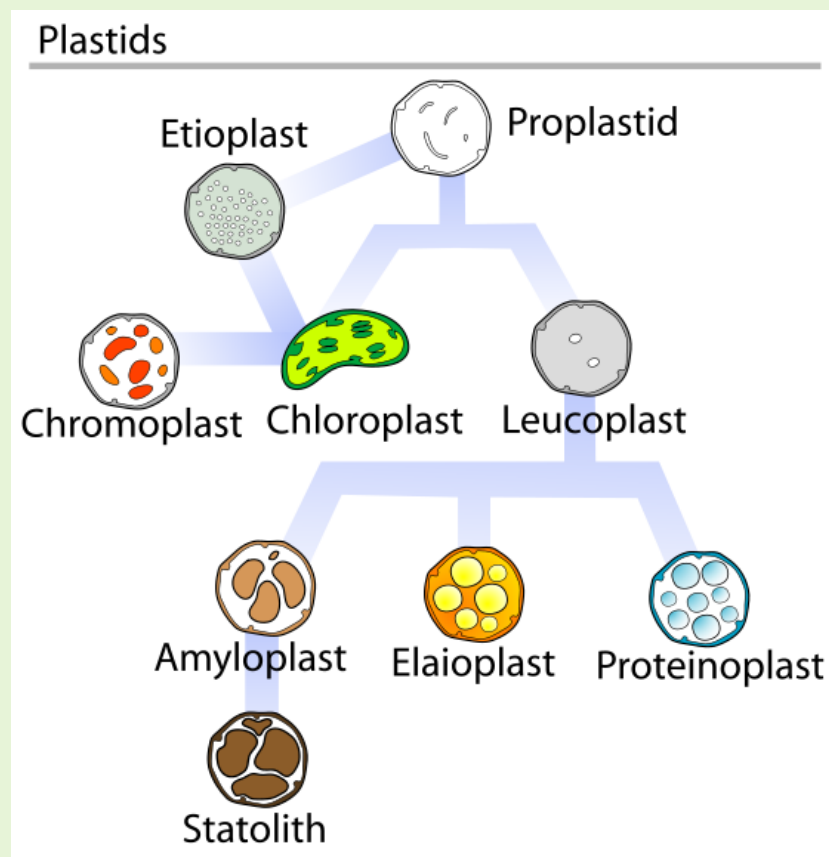
- proteini
- lipidi
- ne sadrže pigmente
- skladišna materija

Funkcija leukoplasta

- skladišni plastidi
 - amiloplasti** - leukoplasti sa skrobom
 - ejaloplasti** - leukoplasti sa uljima
 - proteinoplasti** - leukoplasti sa rezervnim proteinima

Građa leukoplasta

- slična hloroplastima, finija lamelarna građa



MITOHONDRIJE

- organele u kojima se odvija proces **disanja** i oslobađa **energija** u obliku ATP-a
- generatori i transformatori energije u ćelijama

Oblik mitohondrija

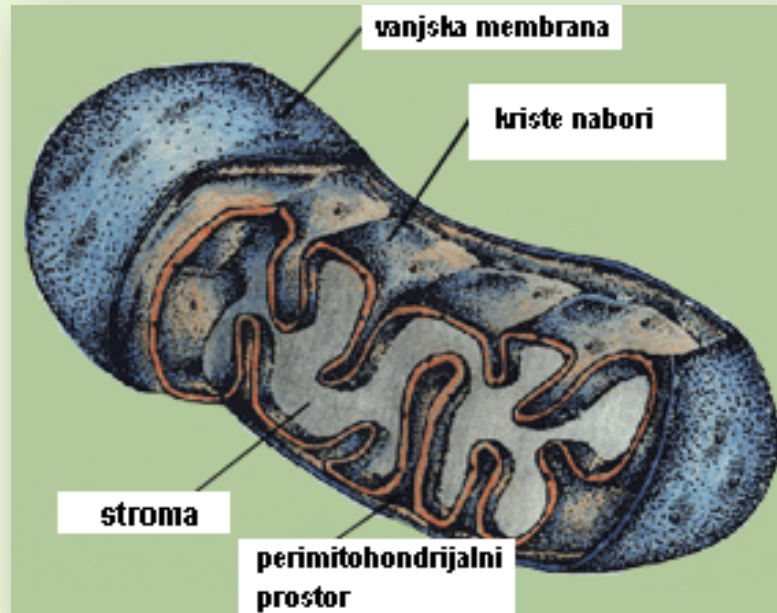
- oblik različit; najčešće loptast, eliptičan, cilindričan ili končast

Hemijski sastav mitohondrija

- proteini (60-70%)
- fosfolipidi (20-30%)
- RNK i DNK (0,5%)
- brojni enzimi koji učestvuju u procesima aerobnog disanja

Građa mitohondrija

- dvomembranska organela
- vanjska glatka, unutarašnja naborana
- nabori čine “izrasline” nazvane cristae mitochondriales
- unutrašnji dio - stroma (ispunjena matriksom)



Funkcija mitohondrija

- stvaranje energije u obliku **ATP** molekula (oksidativna fosforilacija) nužne za odvijanje svih fizioloških procesa u ćeliji

Aerobno disanje

Funkcija mitohondrija

- najznačajnija funkcija mitohondrija u fiziološkim procesima jeste stvaranje energije neophodne za odvijanje svih fizioloških procesa u ćeliji
- navedena energija dobiva se tokom **aerobnog disanja**

Aerobno disanje

- biološki proces u kojem se složena, organska jedinjenja, nizom enzimskih reakcija postepeno razlažu u jednostavnija jedinjenja
- pri tome se oslobađa velika količina energije koja se ugrađuje u energetske bogata jedinjenja, ATP molekule

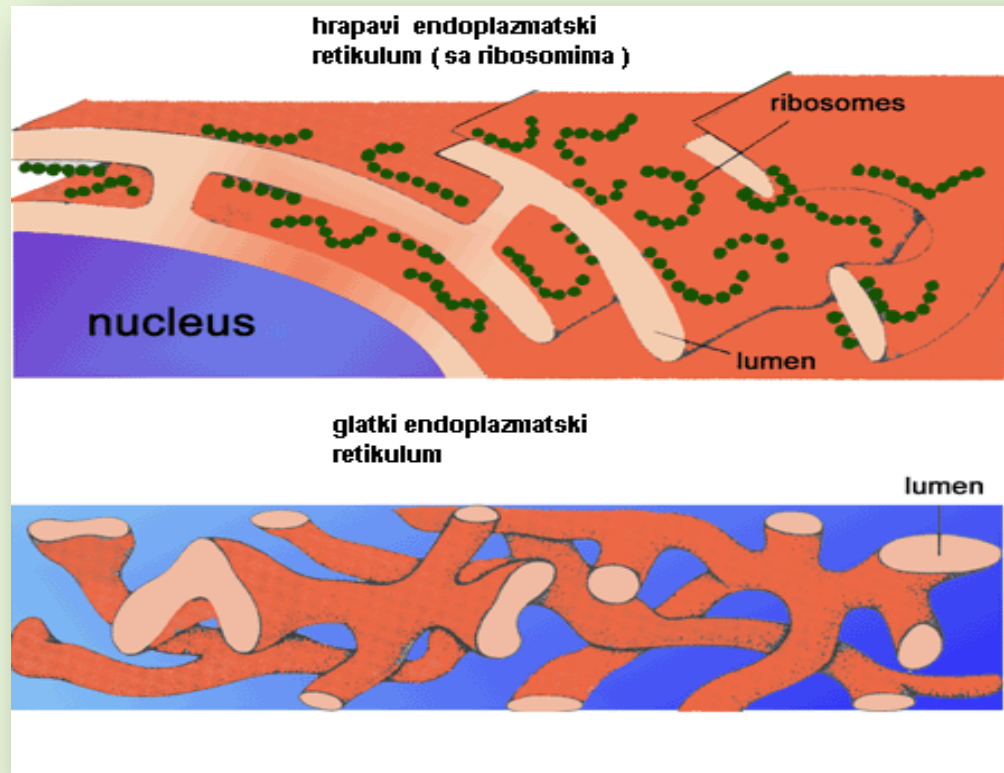
Sam proces aerobnog disanja može se podijeliti u tri dijela:

- *Glikoliza*
- *Krebsov ciklus*
- *transport elektrona u respiracionom lancu*



ENDOPLAZMATIČNI RETIKULUM

- neprekidna mreža međusobno povezanih kanalića koji prožimaju hijaloplazmu svih eukariotskih ćelija
- razlikuju se dva tipa endoplazmatskog retikuluma (ER):
 - **hrapavi** (na njemu se nalaze **ribozomi**)
 - **glatki**



Građa ER

- jednomembranska organela
- osnovni elementi ER; tubuli, cisterne i vezikule
- granularni ER obično ima izgled “cisterni”
- membrane ER se nastavljaju na jedrovu opnu

Funkcija ER

Hrapavi end. retikulum (granularni) na sebi sadrži ribosome u kojima se odvija sinteza proteina

Glatki end. retikulum (agranularni)

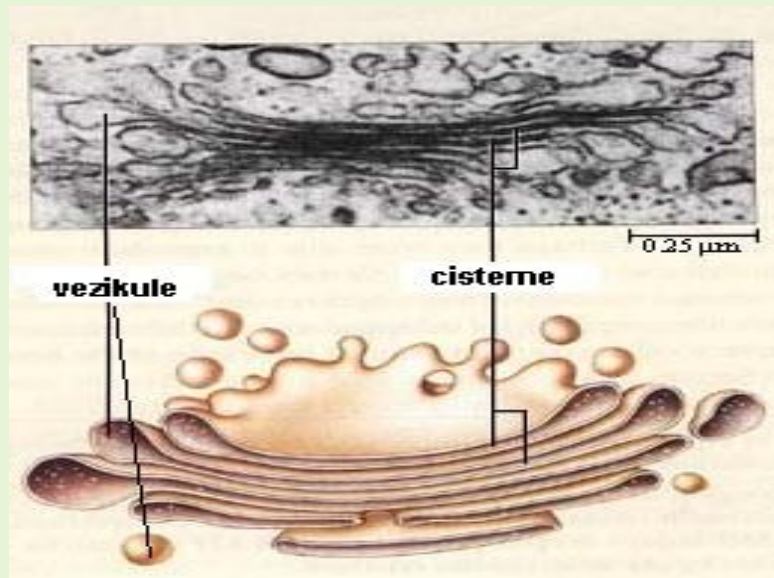
- učestvuje u izgradnji ćelijskog zida i u izgradnji membrana
- mjesto sinteze lipida koji grade membrane mitohondrija i peroksizoma

GOLDŽIJEV KOMPLEKS

- kompleks intracelularnih membrana koji je sastavljen od “cisterni” ograničenih glatkim membranama, na periferiji sa sitnim vezikulama
- jednomembranska organela
- u njima se odvija sinteza pektina

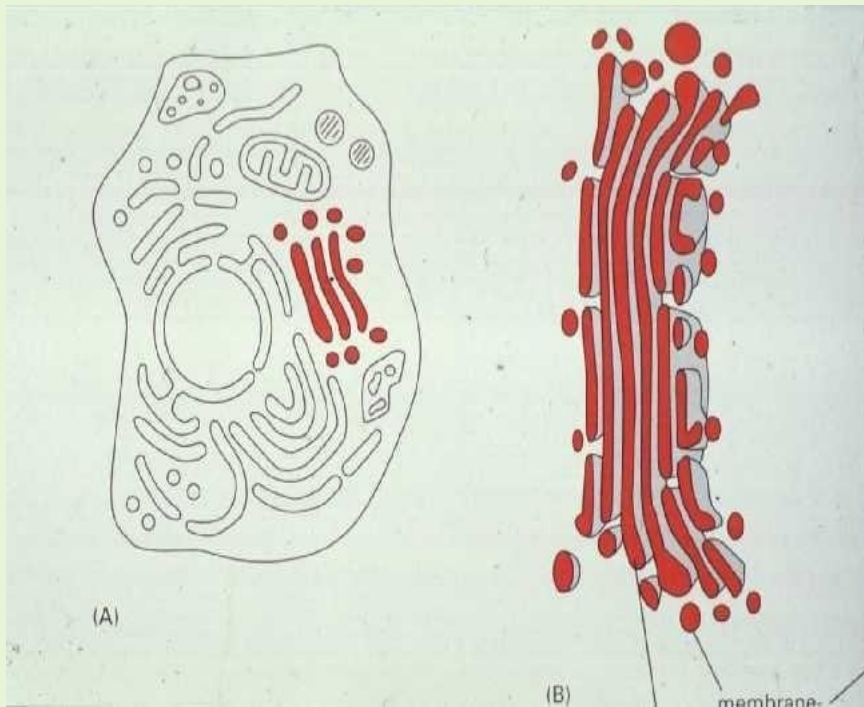
Građa Goldžijevog kompleksa

- osnovni elementi G. kompleksa
- “**cisterne**” naslagane jedne iznad druge i ograničene glatkim membranama od cisterni se na periferiji G. kompleksa odvajaju **sitne i krupne vezikule**

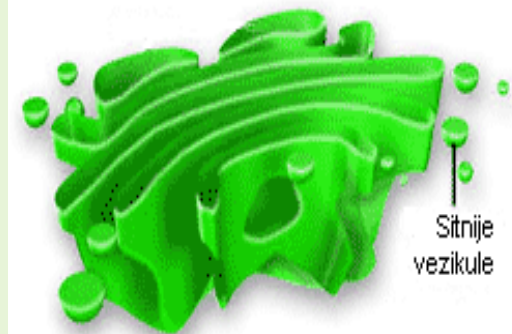


Funkcija Goldžijevog kompleksa

- u njima se odvija **sinteza pektina**
- sa strane sadrži vezikule putem kojih se pektini transportuju do ćelijskog zida



Goldžijev kompleks



LIZOZOMI

- jednomembranske organele u kojima se nalaze brojni hidrolitički enzimi koji mogu razgraditi mnoga jedinjenja; proteine, nukleinske kiseline, masti...

Oblik lizozoma

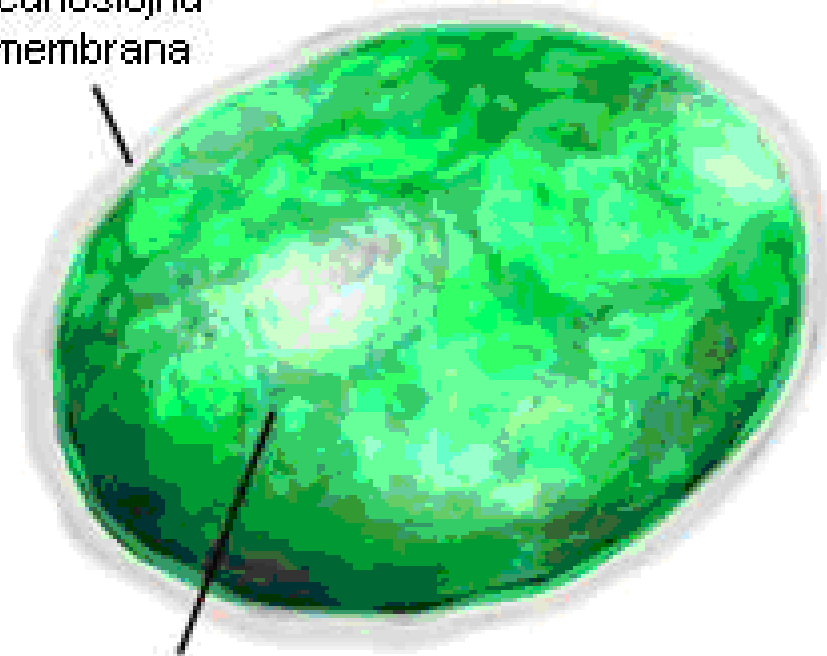
- oblik različit; najčešće okruglast ili ovalan, često nepravilnog oblika

Građa lizozoma

- jednomembranska organela, lipoproteinske prirode
- membrana stabilne i čvrste građe - otporna prema djelovanju vlastitih enzima, u suprotnom enzimi bi se izlili u ćeliju i počeli razgrađivati njen sadržaj
- lizozomi sadrže i proteine neenzimatske prirode koji učestvuju u odbrani ćelije

Lizozom

Jednoslojna
membrana



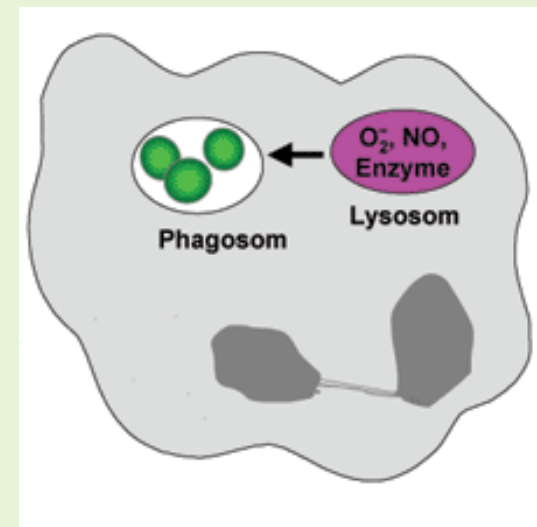
Kompleksi
enzima

Funkcija lizosoma

- razgradnja makromolekula i organela nepotrebnih ćeliji

Način razgradnje

- u razgradnji makromolekula učestvuju **primarni i sekundarni lizozomi**
- primarni lizozomi su tek formirane organele ispunjene enzimima
- u primarnim lizozomima nema supstrata na koje enzimi deluju pa su oni **neaktivni**
- oko supstrata, koji treba da bude razgrađen, obrazuje se vezikula nazvana **fagozom**
- kada se primarni lizozom spoji sa fagozomom, nastaje **sekundarni lizozom** u kome enzimi deluju na supstrat i razgrađuju ga



SFEROSOMI

- jednomembranske organele bogate mastima

Oblik sferosoma

- najčešće sferičnog oblika

Hemijski sastav sferosoma

- lipidi čine 80-98%
- proteini
- enzimi (fosfataza, lipaza...)

Grada sferosoma

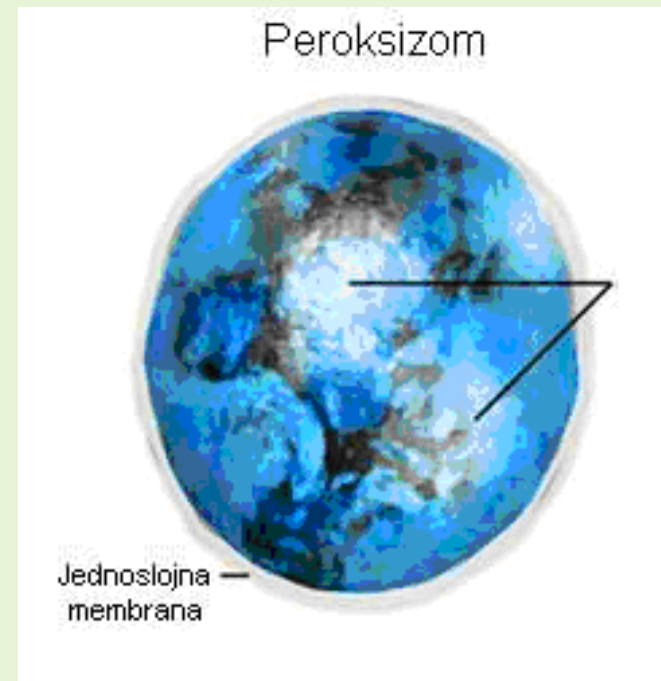
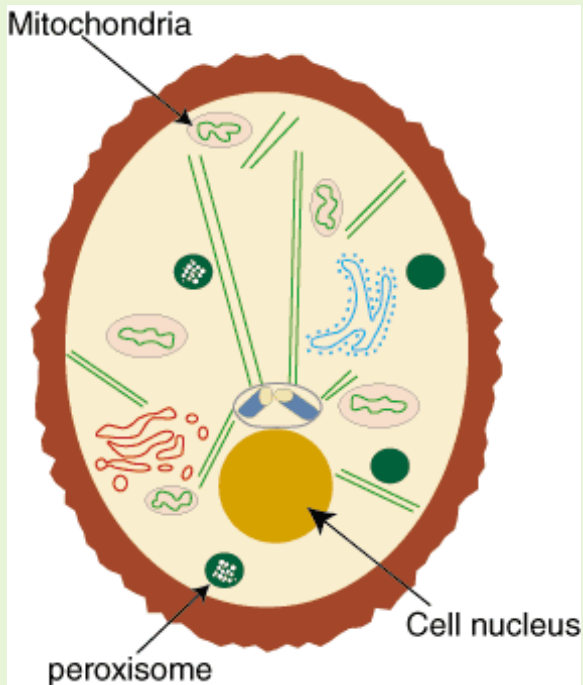
- organele obavijeni jednoslojnom membranom lipoproteinske prirode
- unutrašnjost ispunjena granuliranom proteinskom stromom i lipidima

Funkcija sferosoma

- u njima se skladište lipidi
- na membranama sferosoma su vezane molekule lipaze čija aktivnost dolazi do izražaja pri klijanju sjemena bogatih mastima
- u sferosomima se nalazi i enzim fosfataza čija je aktivnost usko vezana uz sintezu masti

CITIZOMI

- okruglaste organele obavijene jednoslojnom membranom lipoproteinske prirode
- u citozome ili mikrotjelešca spadaju *peroksisomi* i *glioksisomi*



Peroksizomi

Funkcija peroksizoma

- vrlo su brojni u fotosintetski aktivnim ćelijama lista, učestvuju u procesu fotorespiracije
- u peroksizomima nalaze se enzimi katalaze koji razlažu vodik-peroksid na vodu i kiseonik i štite ćeliju od razaranja

Glioksizomi

- jednomembranske organele
- brojne u tkivima koja sadrže lipide kao rezervne materije
- sadrže vrlo specifične enzime koji učestvuju u pretvaranju masnih kiselina u ugljene hidrate

RIBOZOMI

- nemembranske organele u kojima se odvija sinteza proteina

Oblik ribosoma

- male organele loptastog oblika

- najvećim dijelom su smješteni u citoplazmi, gdje mogu biti slobodni ili vezani za endoplazmatski retikulum

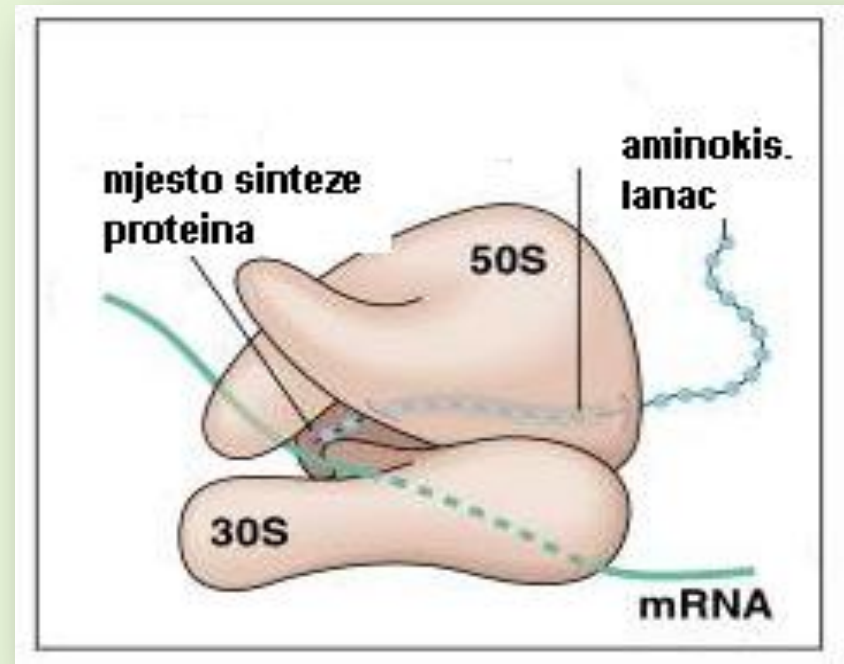
- nalaze se i u jedru, plastidima i mitohondrijima

Hemijski sastav ribosoma

- proteini (50-60%)
- nešto lipida i velika količina RNK (40-50%)
- katjoni dvovalentnih jona Ca^{2+} , Mg^{2+}

Funkcija ribosoma

- sinteza proteina



CITOSKELET (“kostur ćelije”)

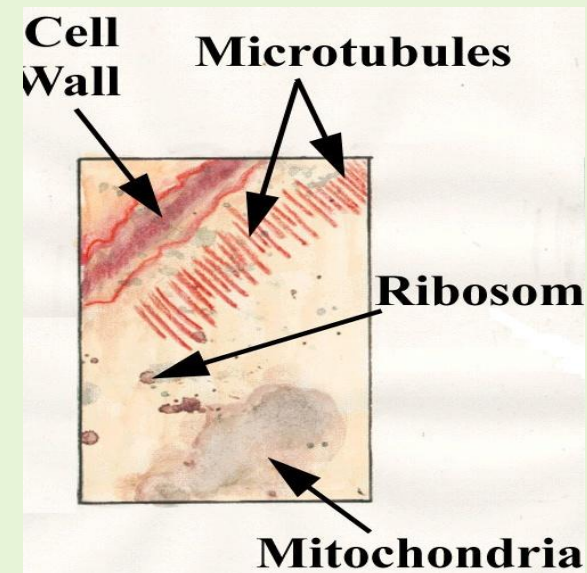
- trodimenzionalna mreža proteina koja se pruža kroz citoplazmu

Funkcija:

- važna uloga u mitozu, mejozi, citokinezi i održavanju oblika ćelije

Citoskelet sačinjavaju:

- mikrotubule
- mikrofilamenti
- intermedijarni filamenti (uži od mikrotubula, a širi od mikrofilamenata)

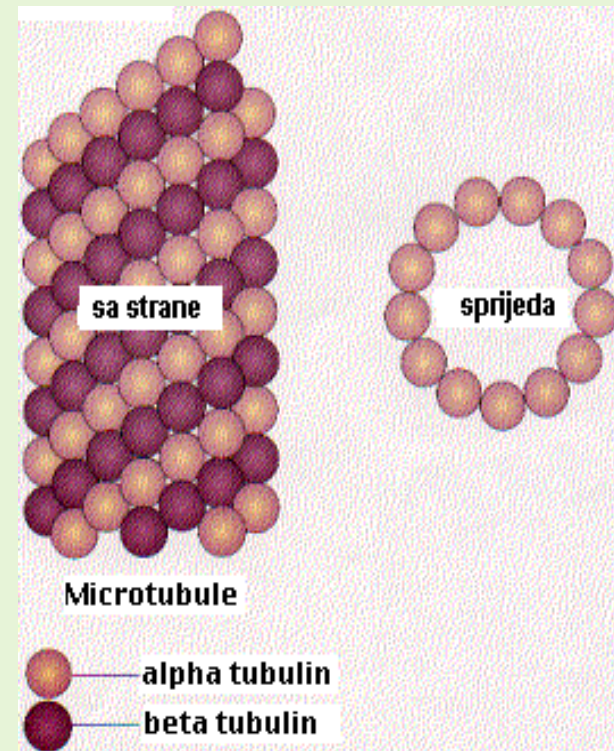


MIKROTUBULE

- mikrotubule imaju oblik tankih, šupljih izduženih cjevčica, a imaju važnu ulogu u unutarćelijskom transportu kao i u morfogenezi ćelije
- smješteni su na periferiji citoplazme, bliže ćelijskom zidu

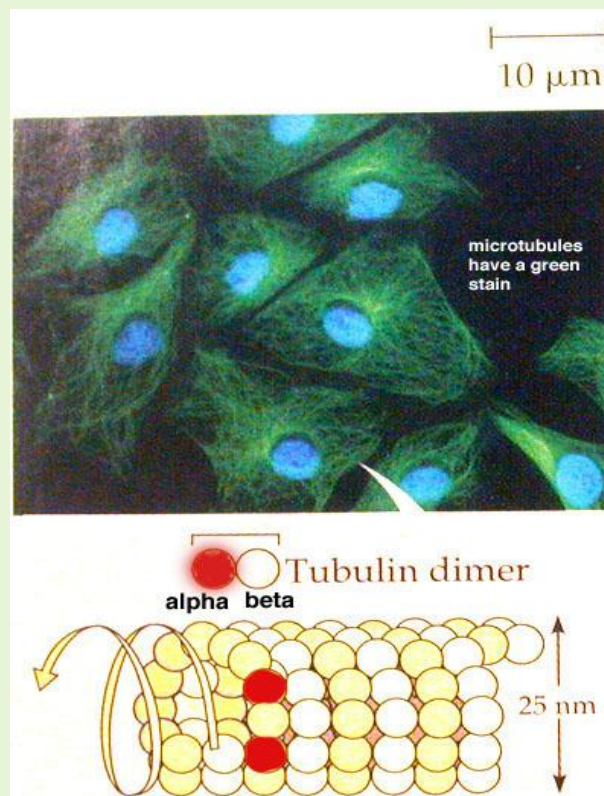
Hemijski sastav mikrotubula

- osnovna supstanca protein tubulin



Funkcija mikrotubula

- kod diobe ćelije snopići mikrotubula učestvuju u izgradnji diobenog vretena
- usmjeravaju kretanje nekih molekula; regulišu kretanje Gol. vezikula koje sadrže materijal potreban za izgradnju ćelijskog zida (pektin, hemicelulozu...)



MIKROFILAMENTI

- građeni su od globularnih proteina

Funkcija:

- važnu ulogu imaju u strujanju citoplazme,u stvaranju diobenog vretena i rastu polenove cijevi



VAKUOLA

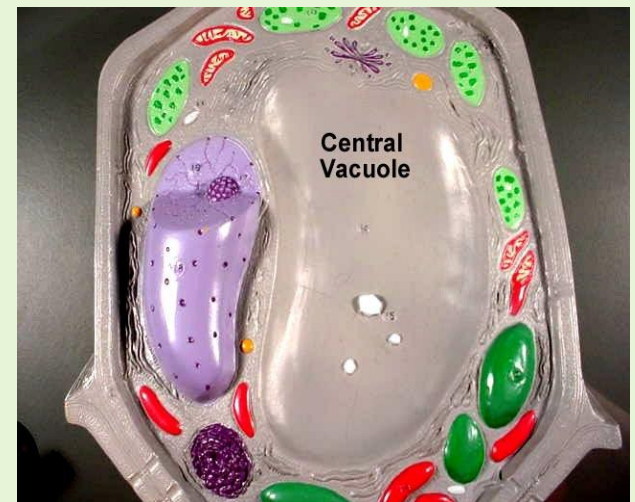
- unutrašnjost vakuole ispunjena je ćelijskim sokom
- vakuolu od citoplazme odvaja tonoplast

ćelijski sok

- vodeni rastvor raznih produkata životne aktivnosti protoplasta

sastavni dijelovi ćelijskog soka

- voda (oko 90%)
- biljne boje
- alkaloidi
- glikozidi
- tanini
- pektini
- rastvoreni uglj.hidrati ,masti...

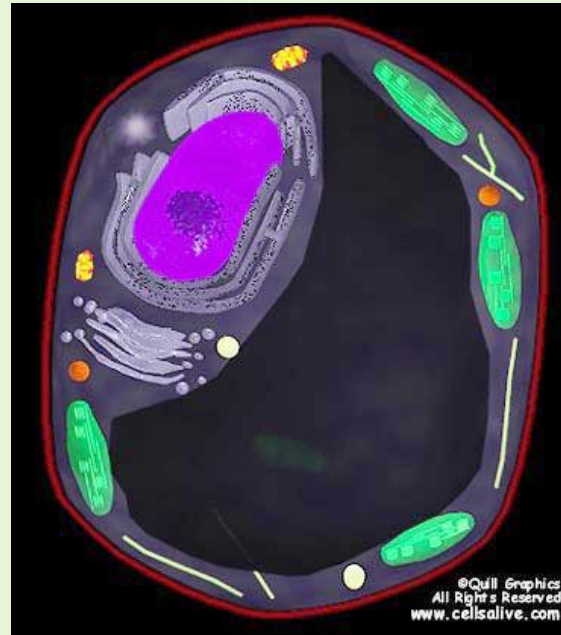


Funkcija

skladištenje hranljivih materija (šećeri-mono i disaharidi, organske kiseline, rezervni proteini)

čuvanje sekundarnih produkata metabolizma (alkaloidi, tanini, glikozidi...)

Tečni sadržaj vakuole, kao i rezervni produkti metabolizma koji se u njoj nakupljaju, šećeri, aminokiseline i drugo, doprinose održavanju visokog sadržaja osmotskog potencijala, odnosno održavanju *visokog turgora* u ćeliji



ĆELIJSKI ZID

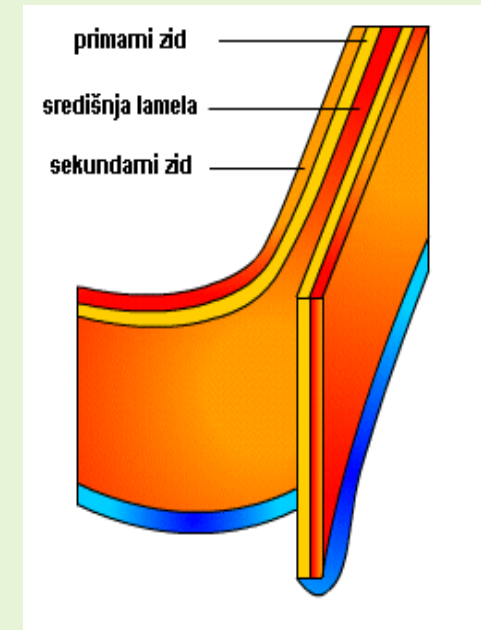
- neživi dio ćelije
- karakterističan samo za biljne ćelije

Hemijski sastav ćelijskog zida

- osnovna materija celuloza (50-60%), kod gljiva hitin
- hemiceluloza
- pektin
- sastavni dio ćelijskog zida može biti: suberin, lignin

Dijelovi ćelijskog zida

- srednja lamela
- primarni zid
- sekundarni zid



Formiranje ćelijskog zida

- u posljednjoj fazi diobe ćelije (telofaza), iz fragmoplasta između dvije buduće ćelije formira se primordijalni zid ili *srednja lamela*
- srednja lamela je zajednička objema ćelijama
- još za vrijeme telofaze srednja lamela se povećava zahvaljujući Goldžijevim vezikulama koji ugrađuju pektin u srednju lamelu
- na srednju lamelu protoplast svake ćelije ugrađuje novi sloj zida - *primarni zid* izgrađen većinom od hemiceluloze i pektina, a manjim dijelom od celuloze
- tokom daljnjeg rasta na primarni zid protoplast ćelije ugrađuje nove slojeve celuloze - *sekundarni zid*

Rast ćelijskog zida

- u površinu

umetanje novih molekula celuloze između već postojećih

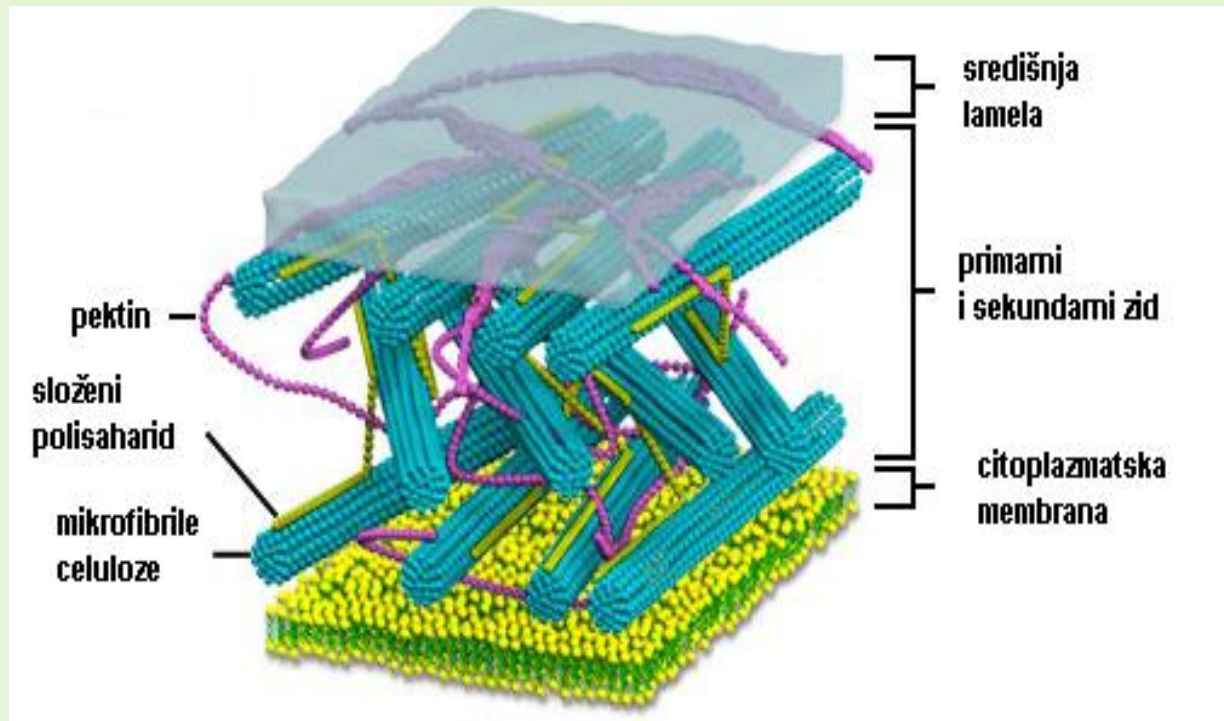
- u debljinu

naslaganje novih slojeva celuloze na već postojeće – **apozicija** na ovaj način se formira sekundarni zid

- pri rasteњу ćelijskog zida ostaju pojedina mjesta nezadebljala
- ta mjesta poprimaju oblik cjevastih kanalića - **jamice** (sitni ovari)
- perforacije su krupniji otvori nastali djelovanjem enzima, a omogućavaju lakše provođenje materija kroz ćelije
- perforacije su česte kod ćelija provodnih tkiva (sitaste cijevi, traheje)

Funkcija ćelijskog zida

- omogućava vezu u pogledu kretanja materija iz jedne ćelije u drugu
- štiti protoplast od nepovoljnih uticaja vanjske sredine
- ćeliji daje određen oblik



- ćelijski zid - apoplast (neživi dio ćelije) je slobodno propustljiv za vodu i rastvorene supstance
- kroz otvore na ćelijskom zidu prolaze plazmodezme, citoplazmatske niti, koji povezuju protoplaste susjednih ćelija u jedinstvenu cjelinu – simplast (živi dio ćelije)

