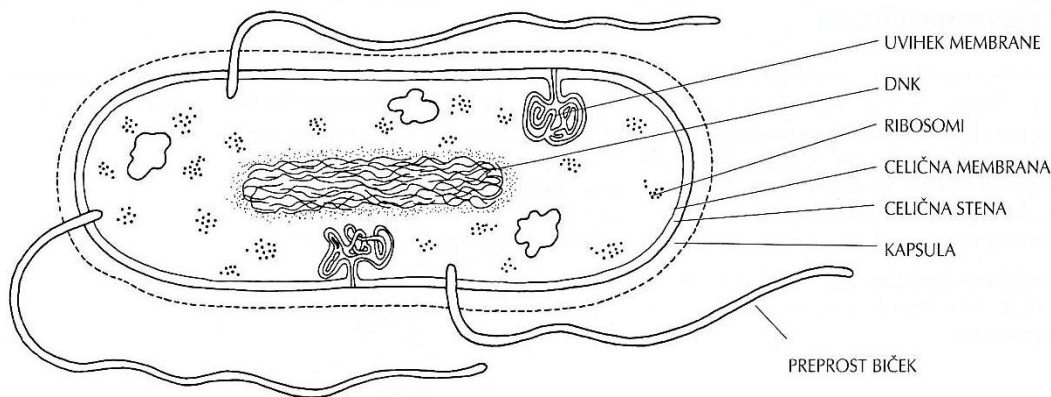


# BIOLOGIJA CELICE

	Prokariotska celica	Eukariotska celica
<b>Velikost celic</b>	0,5 – 8 $\mu\text{m}$	10 – 100 $\mu\text{m}$
<b>Dedni zapis</b>	V eni krožno oblikovani molekuli DNK, ki ni povezana z beljakovinami	v številnih linearno oblikovanih molekulah DNK, povezanih z beljakovinami histoni
<b>Jedrni ovoj</b>		✓
<b>Jedrce</b>		✓
<b>Delitev</b>	cepitev	mitoza, mejoza
<b>Ribosomi</b>	manjši	večji

## PROKARIOTSKÉ CELICE



Fotosintetske bakterije (modrozelené cepljivke) so edine z membranskimi strukturami, ki celico razdeljujejo na predelke.

**Uvihki membran** imajo funkcije drugih celičnih struktur – kloroplast ali mitohondrij.

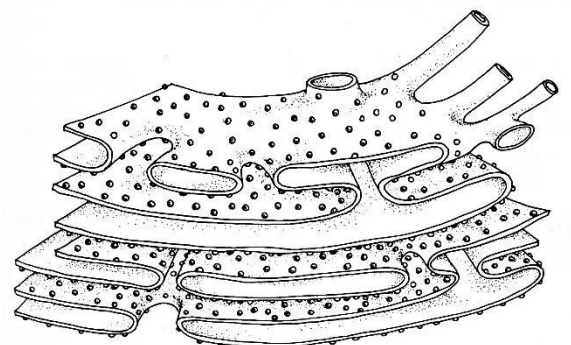
## ORGANELI

### JEDRO

- jedro usmerja dogajanje v celici na podlagi informacij v molekulah DNA
- **jedna ovojnica**: iz dveh membran (zunanja se nadaljuje v zrnati ER), objedni prostor med membranama, pore (nadzorujejo izmenjavo snovi med citoplazmo in jedrom)
- molekule DNK so povezane s jedrnimi beljakovinami, histoni
- **kromatin**: nitast preplet molekul DNK (pri celični delitvi se zvijejo v kromosome)
- **jedrce**: ima dedni zapis za RNK in sintetizira osnovne dele za ribosome

### ENDOPLAZEMSKI RETIKULUM

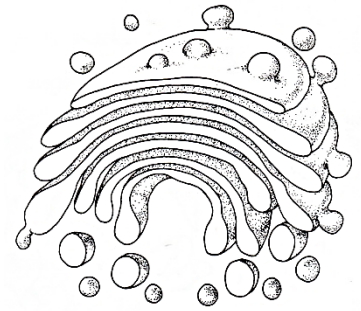
- splet cevastih ali mehurjastih prostorov (**cistern**), obdanih z membrano



- **zrnati ER:** na njem so ribosomi → sintetizira beljakovine, je podaljšek membrane jedrnega ovoja
- **gladki ER:** transport po celici, nastanek membranskih fosforilidov

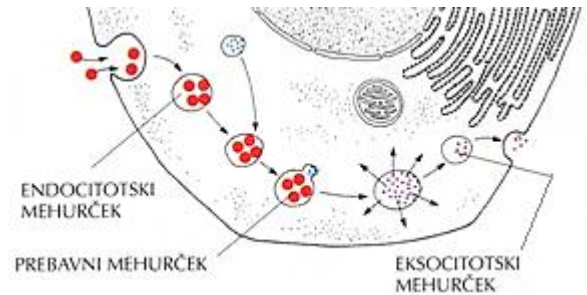
## GOLGIJEV APARAT

- membrane tvorijo **cisterne**
- kemično preoblikuje in sortira produkte, ki jih celica izloča, jih zapakira v mehurčke (**vezikle**) in odda
- pripravlja membrane za obnavljanje celične membrane



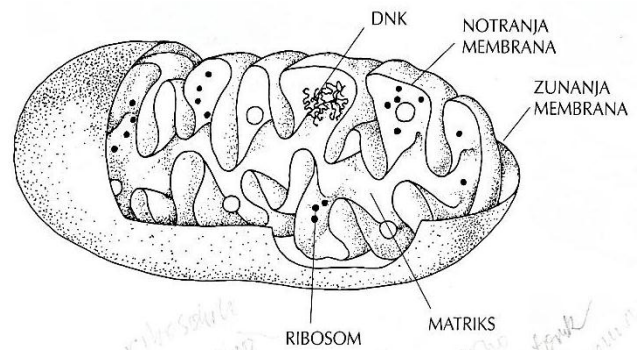
## LIZOSOM → Ž

- vezikli, ki vsebujejo prebavne encime
- nastajajo z odcepljanjem od Golgijevega aparata (imajo membrano)
- sodelujejo pri znotrajcelični prebavi → **endocitotski vezikel** (snovi-hrana iz okolice) + lizosom = **prebavna vakuola** (sekundarni lizosom)
- samo v živalskih celicah, pri rastlinskih vlogo včasih prevzame vakuola



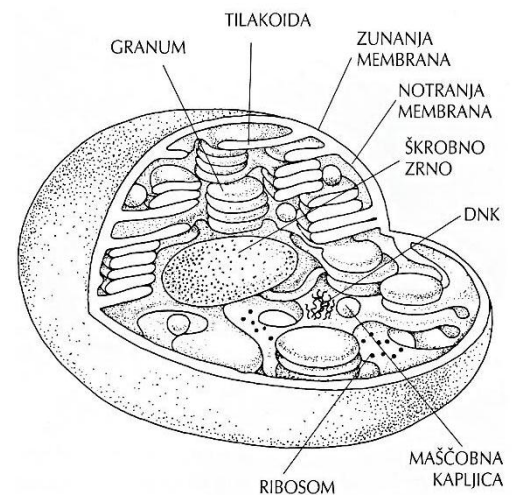
## MITOHONDRIJ

- ima dve membrani: zunanja gladka, notranja pa močno nagubana (gube so **kriste**/grebeni ali **tubuli**/cevke)
- **matriks:** tekočina med membranama
- izvaja celično dihanje: sproščanje ATPja
- mitohondrijska DNK (mDNK)
- ribosomi → sinteza nekaterih beljakovin



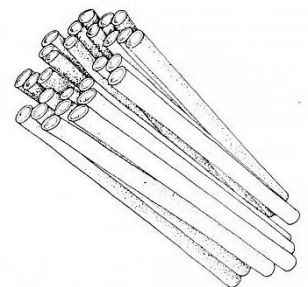
## KLOROPLAST → R

- spada med plastide (**levkoplasti** so plastidi, kjer celica shranjuje rezervne snovi, če je to škrob, jih imenujemo **amiloplasti**)
- ima dve membrani: notranja se guba v **tilakoide** (**grane** so skladovnice diskastih delov tilakoid)
- **stroma:** tekočina med tilakoidami
- **klorofil:** fotosintetsko barvilo v membranah tilakoid (tu so tudi encimi za fotosintezo)
- v notranjosti: kloroplastna DNK, encimi, ribosomi



## CENTRIOL → Ž

- sodeluje pri celični delitvi → sproži niti delitvenega vretena



## VAKUOLA → R

- skladiščenje in odstranjevanje odpadnih snovi, rast
- membrana je imenovana **tonoplast**, vsebina pa **celični sok** (vodna raztopina z ioni)

## CELIČNA MEMBRANA

- lipidni dvosloj in beljakovinske molekule
- fosfolipidi:
  - hidrofilni del: topen v vodi (glavica) glicerol + fosfatna skupina
  - hidrofobni del: vodoodbojen (dva repa) 2 maščobni kislini
  - v membrani se obrnejo hidrofilni deli navzven, hidrofobni pa drug k drugemu
- **liposomi**: kroglice iz lipidnega dvosloja
- organeli brez membrane: jedrce, centrioli, ribosomi

## SNOVI, KI SESTAVLJAJO CELICO

### VODA – 80%

- medij, v katerem potekajo kemične reakcije
- polarna – topilo polarnih molekul
- **hidratacijski ovoj** oz. vodni plašč:
  - pri ionih je različno velik (večji ioni manjši plašč, manjši večji)
  - vpliva na prehajanje ionov preko membrane
  - vodi, ki se v obliki hidratacijskih ovojev veže okoli ionov, pravimo vezana voda
- počasi se segreva in ohraja → večja temperaturna stabilnost

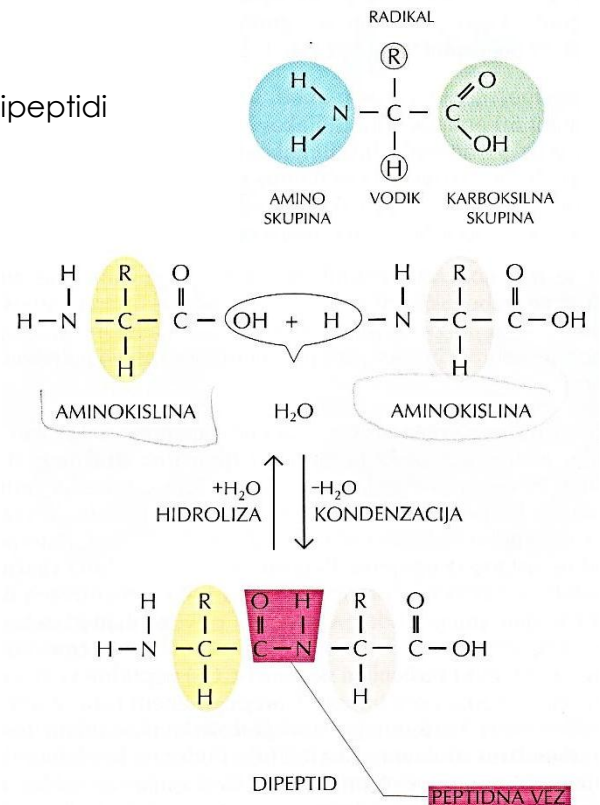
### OGLJIKOVI HIDRATI – 2-3%

- nastajajo pri fotosintezi,
- so vir in zaloga energije ter gradbena sestavina
- prek kisika tvorijo **glikozidno vez**, ki jo cepijo encimi
- MONOSAHARIDI:
  - glukoza, grozdni sladkor
  - fruktoza, sadni sladkor
  - galaktoza
  - riboza in deoksiriboza (pri deoksiribozi je namesto ene -OH skupine samo -H)
- DISAHARIDI
  - saharoza (glu+fru)
  - maltoza, sladni sladkor (glu+glu)
  - laktoza, mlečni sladkor (glu+gal)
- POLISAHARIDI
  - ZALOŽNA POLISAHARIDA – rezervna hrana
    - rastline: **škrob** (gomolji, plodovi, korenine; encim je amilaza) – dokazujemo z jodovico
    - živali: **glikogen** (v jetrih in mišicah)
  - STRUKTURNA POLISAHARIDA
    - **celuloza**: celična stena (encim je celulaza, imajo ga le glive)
    - **hitin** (členonožci, raki, glive) = polisaharid + krajše beljakovinske molekule

## BELJAKOVINE – 10%

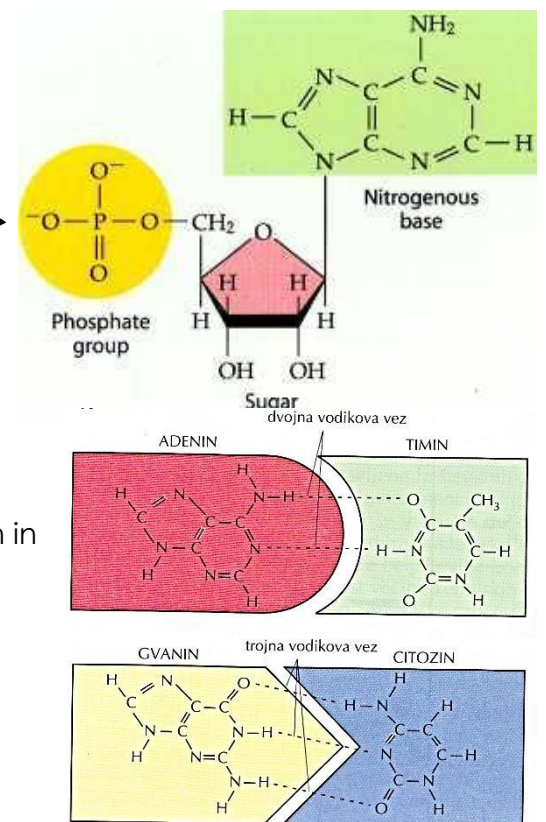
- **aminokislina** so monomeri beljakovin
- splošna formula aminokislina →
- aminokislina se vežejo z **peptidno vezjo** in tvorijo se polipeptidi
- polipeptidi so beljakovine, če je vsaj 50 aminokislin
- obstaja 20 različnih vrst aminokislin

- STRUKTURA BELJAKOVIN - konfiguracija
  - **primarna** → zaporedje aminokislin: določa obliko in delovanje beljakovine
  - **sekundarna** → kako se zvije v ravnini (vijačnica/**helikse** ali cikcakast prepogojem trak/**prepogojen list**)  
vzrok: medmolekulske vezi
  - **terciarna** → kako se zvije v prostoru
  - **kvarternarna** → povezava večih polipeptidnih verig (**kroglasta oblika**-hemoglobin ali **nitasta oblika**-kolagen)
- **anfoternost**: dvojni značaj beljakovin, da lahko oddajajo protone (kot kisline) ali jih sprejemajo (kot baze)



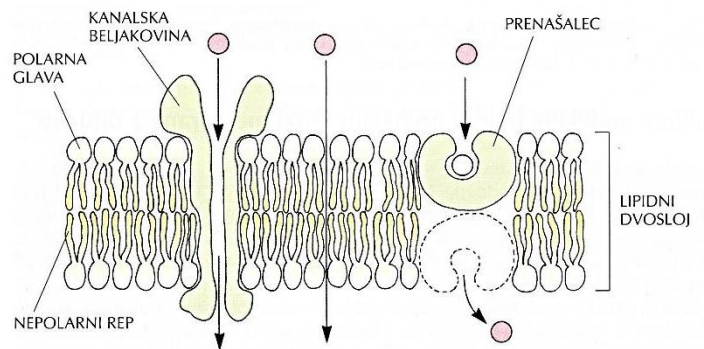
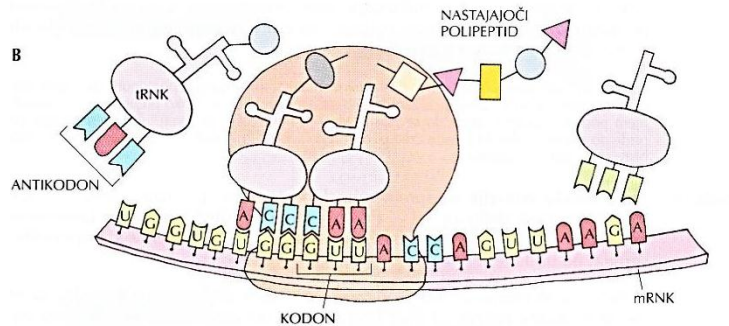
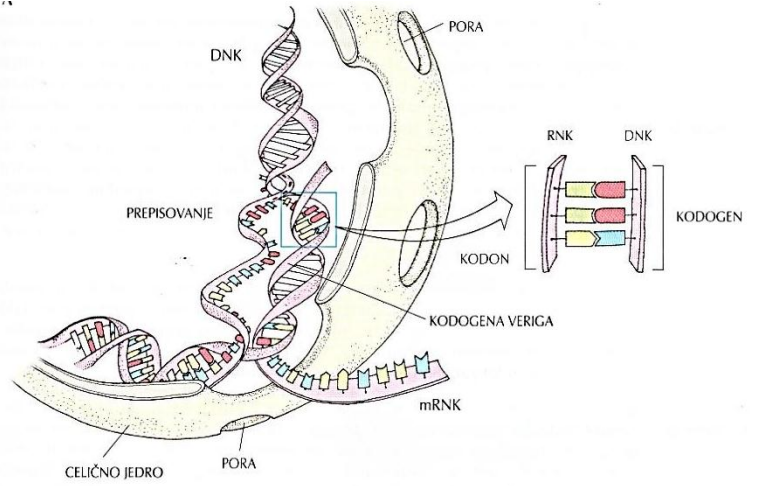
## NUKLEINSKE KISLINE

- odkrite 1869 v jedrih ribjih semenčic, ato tudi v ribosomih, mitohondrijih in plastidih
- prenos dednih sporočil in določanje, katere beljakovine bodo nastale v celicah in kdaj
- **nukleotidi**: osnovni gradniki
  - **sladkor** – pentoza (RNK- riboza, DNK – deoksiriboza)
  - **dušikova baza** – adenin, gvanin, citozin, uracil (RNK), timin (DNK)
  - **fosfatna skupina**
- **NAD<sup>+</sup>** - dinukleotid
- med nukleotidi so **diestrške vezi** preko fosfatnih skupin
- med sladkorjem in bazo je **glikozidna vez**
- **dvojna vijačnica/helix** – dve polinukleotidni verigi (Watson in Crick 1953)
- **PODVAJANJE DNA**
  1. encim helikaza cepi vezi med bazami in verigi se razpirata
  2. na proste baze se vežejo nukleotidi iz citoplazme (sintetizirani iz mRNA)
  3. nastanek dveh enakih molekul DNA:
    - **semikonzervativno podvajanje** z delom stare in nove verige
- **GENSKI KOD** – vsi zapisi, kodirani v DNK
  - katera beljakovina nastaja, ja odvisno od zaporedja nukleotidov v verigi DNK
  - **kodogen**: zaporedje treh nukleotidov, ki določa eno aminokislino



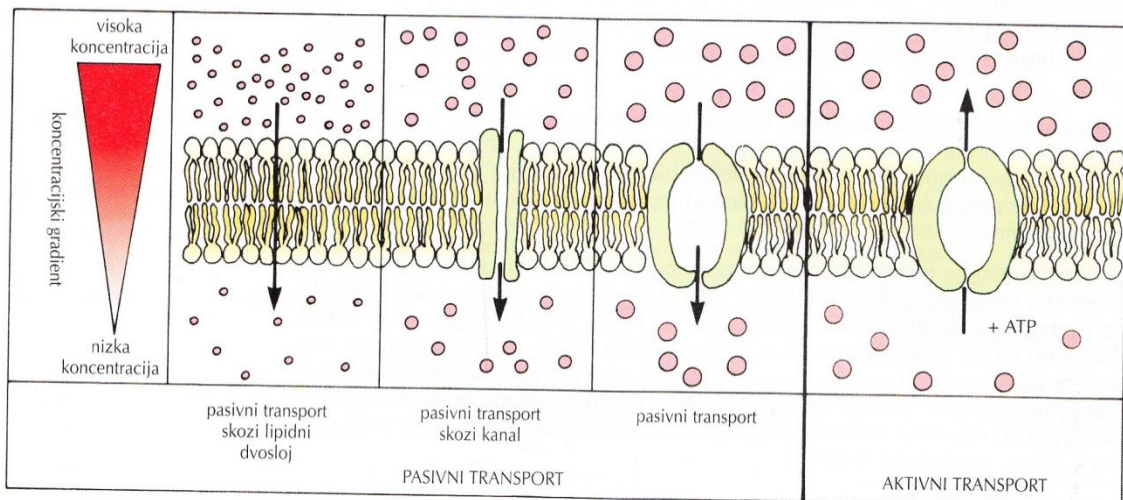


- **gen:** zaporedje kodogenov, ki določa zapis za en peptid
- **genom:** vsi geni v celici
- **PREPISOVANJE** ali transkripcija
  - DNK se razpre in nanjo se veže **obveščevalna RNK** (mRNK) - (komplementarna delu verige DNK) kodogen → **kodon** (na mRNK)
  - mRNK se odcepi od DNK in preide v citoplazmo in se veže na ribosome
  - vezavo omogoča **ribosomska RNK** (rRNK), sestavni del kromosomov
  - **prenašalna RNK** (tRNK) na ribosom prinese aminokislino in se veže na mRNK: kodon → antikodon (zapis na tRNK)



## IZBIRNA PREPUSTNOST MEMBRANE

- celica spreminja propustnost membrane – je **izbirno propustna**
- skozi lipidni dvosloj z lahkoto prehajajo  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$  in majhne organske molekule
- snovi prehajajo skozi membrano na dva načina: **pasivno** in **aktivno**
- načini pasivnega prehajanja:
  - skozi lipidni dvosloj
  - skozi pore v **kanalskih beljakovinah**
  - skozi **prenašalce** (beljakovine, na katere se delci začasno vežejo)
- pri aktivnem transportu je potrebna dodatna energija, saj največkrat prehajajo delci z območja z nižjo proti območju z višjo koncentracijo



## DIFUZIJA

**Difuzija** je usmerjeno gibanje delcev v smeri padajočega **koncentracijskega gradienta**, ki poteka zaradi:

- razlike v koncentraciji snovi
- kinetične energije delcev topljenca

Je temeljni način transporta skozi membrane.

Anorganski ioni lahko tako prehajajo skozi pore kanalskih beljakovin – ti prehodi so hidrofilni, kar omogoča prehajanje ionov – so selektivno propustni.

## OSMOZA

- selektivna difuzija, kjer prehaja skozi membrano le topilo
- **osmotski tlak**: sila, ki zaradi koncentracijskih razlik povzroči dvig stolpca sladkorne raztopine
- **hipotonična raztopina**: raztopina z manjšo koncentracijo topljenca kot v celici → lahko povzroči, da (živalska) celica nabrekne in počni zaradi prevelike količine vode
- **citoliza**: celični razpad, ko celica počni (**hemoliza**: rdeče krvničke počijo v destilirani vodi) → zaradi tega imajo organizmi nepropustno zunanje ogrodje
- živalske celice so večinoma v izotoničnem okolju
- rastlinske celice imajo močno celično steno: notranjost celice je hipertonična in obstaja turgorski tlak/**turgor**, zaradi katerega je celotna rastlina vzravnana
- **plazmoliza**: pojav, ko se celica zaradi osmoze tako skrči, da membrana odstopi od stene

## BELJAKOVINSKI PRENAŠALCI

- polarne molekule in ioni prehajajo skozi membrano skozi kanalske beljakovine
- **membranski prenašalci**: začasno vežejo delce med prehajanjem → **pospešena difuzija**
- vedno le v smeri koncentracijskega gradienta → pasivni transport
- voda prehaja skozi posebne vodne kanale

## AKTIVNI TRANSPORT

- potreben je dotok dodatne energije (ATP)
- posebne prenašalne beljakovine: **membranske črpalke**
- natrij-kalijeva črpalka črpa iz celice  $\text{Na}^+$  in v celico  $\text{K}^+$  (prevelika sta za pasivni transport zaradi hidratacijskega ovoja)

## ENDO- IN EKSOCITOZA

- **endocitoza**: proces, ko celica zajame večje količine snovi zunaj nje (**fagocitoza**: žretje celice, **pinocitoza**: pitje celice)
- nastanek endocitotskega vezikla, ki se združi v prebavno vakuolo z lizosomi
- **eksocitoza**: endocitozi obraten proces izločanja uporabnih snovi in neuporabnih razkrojkov

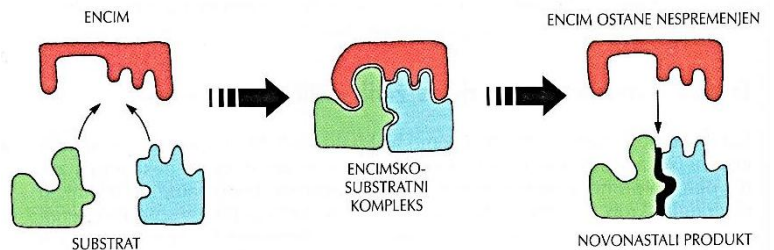
## ORGANIZEM KOT ENERGIJSKI SISTEM

- **biotsko delo**: delo, ki poteka v organizmih (mehansko, električno in kemijsko delo)
- **avtotrofni** organizmi sami sintetizirajo organske snovi iz anorganskih: **biosinteza** (procesi, pri katerih se sintetizirajo snovi z višjo energijsko vrednostjo) → najpomembnejša je **fotosinteza**
- **heterotrofni** organizmi energijo dobijo iz organskih snovi v hrani
- celica energijsko bogate molekule (glukoza,...) razgrajuje postopno in **kemijsko potencialno energijo** hrani v primernejših molekulah → spojine s **fosfatnimi vezmi** (adenozin trifosfat **ATP**)
- metabolizem (presnova) → katabolizem (razgrajevanje) + anabolizem (izgrajevanje)

## ENCIMI

- **biokatalizatorji** v živih bitjih: zmanjšajo aktivacijsko energijo
- zgradba encimov natančno ustreza določeni substratni molekuli, zapisana je na DNA
- **substrat**: podlaga, s katero reagira encim in se z njim združi v kompleks **encim-substrat**
- **aktivni center**: del encima, ki se prostorsko prilaga substratu (+ **koencim** – nebeljakovinski del molekule, vitamini, mikroelementi)
- VPLIVI NA DELOVANJE ENCIMOV:

- **pH**: odvisen od encima
- **temperatura**: optimalna 37°, pri previsoki temperaturi **denaturalizira** – poruši se struktura encima
- **koncentracija** encima in substrata



## GLIKOLIZA

- začetni proces sproščanja energije
- iz glukoze nastaneta 3 piruvata
- v citoplazmi
- nastanejo 4 molekule ATP, 2 se porabita pri fosforilaciji

1. aktivacija glukoze = **fosforilacija** (vežeta se fosfatni skupini iz dveh molekul ATP)
2. razcepi se na dve triози gliceraldehid z eno fosfatno skupino
3. H<sub>2</sub> se odcepi iz vsake → izguba dela proste energije (na NAD<sup>+</sup> → prenašalec vodikov)
4. na prosti mesti se vežeta fosfatni skupini iz citoplazme → aktivacija trioznih molekul
5. odcep fosfatnih skupin, nastanek 2 **piruvatov**

## VRENJE

- proces sproščanja energije na anaeroben način
- **mlečnokislinsko** → mlečna kislina (piruvat sprejme vodike), živali in mlečno-kislinske bakterije
- **alkoholno** → etanol (najprej se odcepi CO<sub>2</sub>, nato se vežejo vodiki), rastline in kvasovke
- vodiki od NADH+H<sup>+</sup> → produkti vsebujejo več energije
- porabi se 5% E glukoze, ostala je v produktih
- potrebni so encimi in ATP
- poteka v citosolu

## CELIČNO DIHANJE

- dokončna oksidacija organskih snovi
- kisik sprejme elektrone, se veže z  $H^+$  in nastane  $H_2O$
- $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + (38 \text{ ATP})$

### 1. Nastanek aktivirane očetne kisline (Acetil koencim)

PIRUVAT  $\rightarrow$   $CO_2 + 2H +$  Acetil CoA

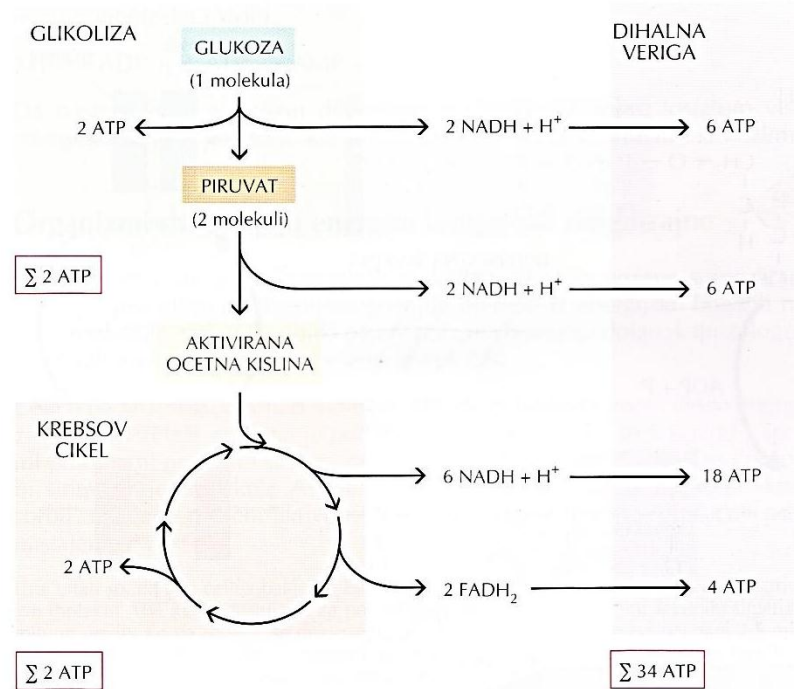
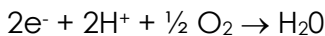
### 2. Kребсов cikel – cikel citronske kisline: 2 ATP

Acetil CoA se veže z oksacetatom, postopno se odcepljajo  $CO_2$  in  $2H$ , dokler ne nastane spet oksacetat. Prenos energije iz preostanka sladkorne molekule na  $NAD^+$ .

### 3. Dihalna veriga

Prenašanje  $e^-$  in  $p^+$  z  $NADH+H^+$  in  $FADH_2$  na kisik

Vodik se razdeli na elektrone in protone (prenašalci elektronov so na notranj membrani mitohondrijev)



## FOTOSINTEZA

- fotosinteza in kemosinteza (žveplove bakterije)
- fotoni rdeče in modre svetlobe
- v tilakoidnih membranah so molekule koloplasta a in b  $\rightarrow$  fotosintetske enote
- $6CO_2 + 12H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$
- prvi produkt fotosinteze je fruktoza
- **klorofil** je organska spojina z ionom magnezija

### 1. Svetlobne reakcije fotosinteze

Pretvorba svetlobne energije v kemično: ko rdeča ali modra svetloba obseva kloroplast, elektron klorofila prevzame energijo fotona

Fotoelektronska transportna veriga: neciklična (cepitev vode do  $NADH+H^+$ , ATP in  $O_2$ , ki izhaja), ciklična (nastanek ATP)

### 2. Temotne reakcije fotosinteze

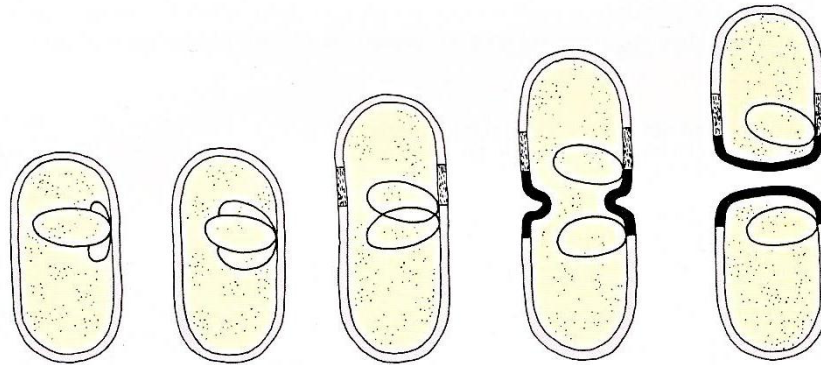
Calvinov cikel; vezava  $CO_2$  in nastanek glukoze



## DELITEV CELICE

### CEPITEV PROKARIONTSKIH CELIC

- kromosom se pritrdi na celično membrano,
- podvojevanje kromosoma, profaza
- med kromosoma prične rasti membrana, kromosoma se razmakneta, anafaza



### MITOZA – DELITEV TELESNIH CELIC

#### 1) DELITEV JEDRA

##### a) profaza

##### i) zgodnja

- oblikovanje kromosomov – **SPIRALIZACIJA DNA** iz kromatina. Vsak kromosom je sestavljen iz dveh enakih podolgovatih **kromatid**, od katerih vsako tvori ena zvita molekula DNK. Kromatidi sta med seboj združeni s **centromerom** (zažetek med dvema kromosomoma).
- pojavn niti delitvenega vretena. V citoplazmi v bližini centriolov začnejo nastajati mikrotubuli (niti) nastajajočega delitvenega vretena.

##### ii) pozna ali prometafaza

- razpad jedrne molekule  
Jedrni ovoj razpade na membranske mešičke, centriola dosežeta pola. Niti delitvenega vretena se zato lahko podaljšajo in se na posameznem kromosomu pritrdijo na **kinetohor**, t.j. skupek beljakovin na centromeru.

##### b) metafaza - kratek trenutek

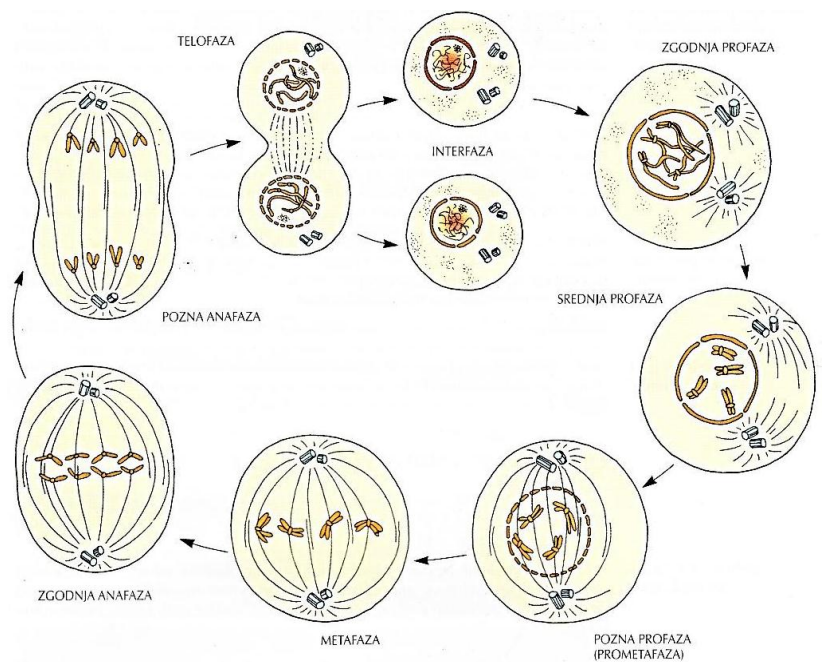
- kromosomi so na ekvatorju celice (najlažje opazovanje!)

##### c) anafaza

- skrčitev niti delitvenega vretena, ločitev kromatid

##### d) telofaza

- nastanek dveh novih jeder z enakim številom kromosomov  
Delitveno vreteno postopoma izgine, začne se oblikovati jedrni ovoj. Kromosomi se despiralizirajo do svoje funkcionalne oblike, istočasno pa se znotraj jedra oblikuje jedrce. Praviloma sledi delitev citoplazme.



## 2) citokineza – DELITEV CITOPLAZME

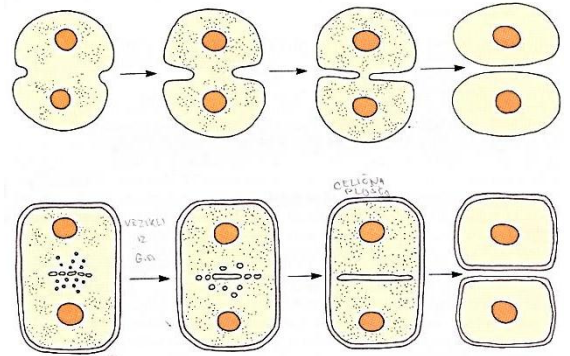
Ni del mitoze, temveč ločen proces, ki se začne hkrati z telofazo in je nujen za delitev celice.

### i) živalska celica:

nastane **delitvena brazda**, ki citoplazmi nazadnje preščipne

### ii) rastlinska celica:

nastane **delitvena plošča** (vezikli, ki vsebujejo iste snovi kot celična stena) na ekvatorju materinske celice, ki se širi od sredine navzven – celici ostaneta skupaj in sta povezani skozi pore v celični plošči – **plazmodezmami**. Nastaneta dve celični membrani in osrednja lamela.



## 3) interfaza

G1 – nastanek novih celičnih struktur

S – podvajanje dednega zapisa (tik pred mitozo!)

G2 – priprava na novo mejotsko delitev

## MEJOZA

Redukcijska delitev! Celica  $2n \rightarrow 4x$  celica  $n$

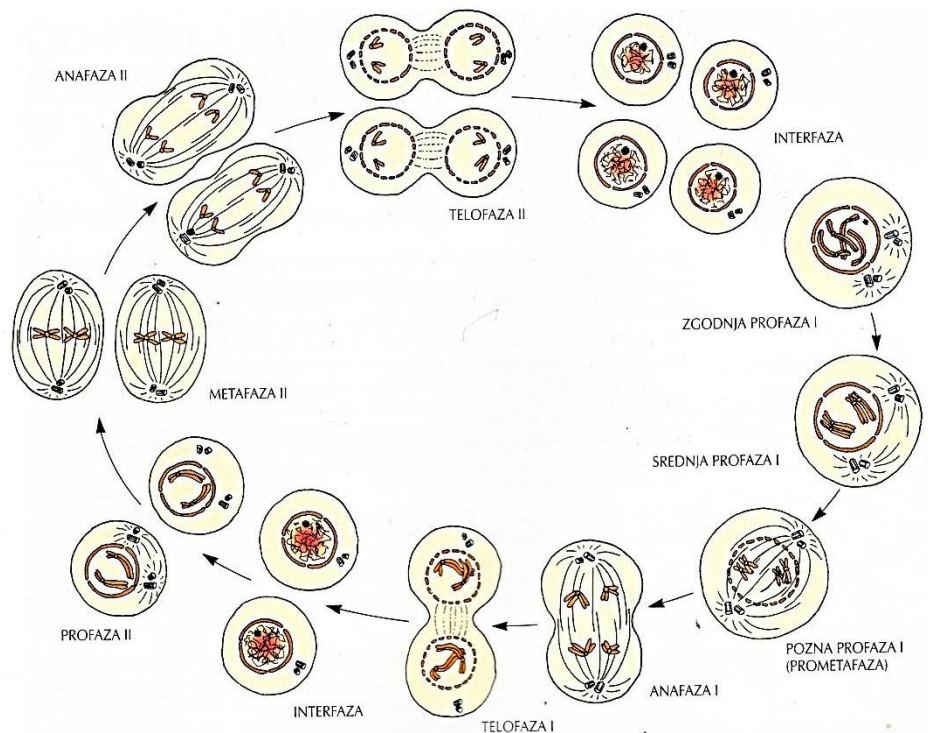
**živali:** spolne celice

**rastline:** trosi (spore) – nespolne razmnoževalne celice

**MEJOZA 1** redukcija števila kromosomov

- nastanek **bivalentov** ali kromatidnih tetrad (23) – združitve homolognih kromosomov
- crossing over/**prekrižanje** – zamenjava delčkov homolognih kromosomov
- pri anafazi potujejo celotni kromosomi, ne le ena kromatida

**MEJOZA 2** navadna mitoza



Evkariotska celica se je razvila iz prokariotske

- več teorij o tem, kako se je to zgodilo.
- nekateri mislijo, da so notranje membranske strukture nastale z uvihavanjem celične membrane
- **endosimbiontska hipoteza**: z endocitozo vključitev prokariota v drug prokariot in življenje v simbiozi – mitohondriji in kloroplasti naj bi bili nekoč samostojno živeči organizmi

## MNOGOCELIČNOST

- **prednosti večjih organizmov**: hranjenje z manjšimi, odvzemanje svetlobe
- **zakaj so celice majhne**: razmerje med prostornino in površino. Večja ko je površina, več hrane lahko sprejme, večja ko je prostornina, več je porabi. Poleg tega jedro lahko nadzoruje dogajanje le v določeni količini citoplazme.
- nekatere celice (nekateri alge, glive, živali) imajo več jeder – mnogojedrne celice, ki lahko dosežejo velikost tudi nekaj decimetrov
- pri mnogocelični algi spirogiri so vse celice enake, vse se lahko razmnožujejo
- pri mnogocelični algi volvoks nekatere celice opravljajo vegetativno vlogo, druge pa se razmnožujejo: delitev življenjskih funkcij med celicami – diferenciacija
- pri večini mnogoceličnih organizmov so se skupine celic **diferenciirale** in s tem **specializirale** za opravljanje določenih funkcij. Take celice so navadno odvisne druge od drugih.