

# Botanika

3+2

Predmetni nastavnik: Profesor Danijela Stešević,  
[danijela.stesevic@ucg.ac.me](mailto:danijela.stesevic@ucg.ac.me)

Saradnici: mr Milica Stanišić-Vujačić, mr Olivera Delević

Oglasna tabla

<http://www.ucg.ac.me/predmet/17/1/1/2019/2850-botanika>

## Literatura:

### Udžbenik:

- *Kojić, M., Pekić, S., Dajić. Z. 2004: Botanika, „Draganić“, Beograd*
- *Ranđelović, V. 2008: Botanika, Biološko društvo „Dr Sava Petrović“, 2008, Niš*

### Praktikum:

- *Stešević, D. & Petrović, D. 2011. Osnovni praktikum iz Anatomije biljaka, Univerzitet Crne Gore*

### Pomoćna literatura:

- *Stešević, D. 2020. Botanički pojmovnik, Univerzitet Crne Gore*

## Provjere znanja:

2 KOLOKVIJUMA po 15 poena

TEST 10 poena

HERBARSKA ZBIRKA (10 poena)

ZAVRŠNI ISPIT (praktični dio 15 poena + teorijski 35 poena).

# Obaveze studenata

Poželjno je redovno prisustvovanje predavanjima, vježbama i oblicima provjere znanja.

Primjereno vladanje ....

U slučaju nedoličnog ponašanja o statusu studenta će odlučivati disciplinska komisija.

- **Fizičko prisustvo predavanjima se ne boduje. Aktivnost uščešća u nastavi će se uzeti u obzir u formiranju konačne ocjene!**
- **Na Završnom ispitu student maksimalno može dobiti 50 poena. Poeni osvojeni na kolokvijumima i testu se ne mogu popraviti dodatnim odgovorom na Završnom ispitu.**
- **Prelazna ocjena se dobija kumulativnim sakupljanjem 51 poena.**
- **Ocjene: E (51-60), D (61-70), C (71-80), B (81-90), A (91-100)**

# BOTANIKA

- botane= trava, biljka
- botanika= fitologija (nauka o biljkama, biljnom svijetu ili „nauka o životu u obliku biljaka“)

# BILJKE JE MOGUĆE IZUČAVATI NA VIŠE NIVOVA, PA SE STOGA U OKVIRU BOTANIKE IZDVAJAJU DISCIPLINE ...

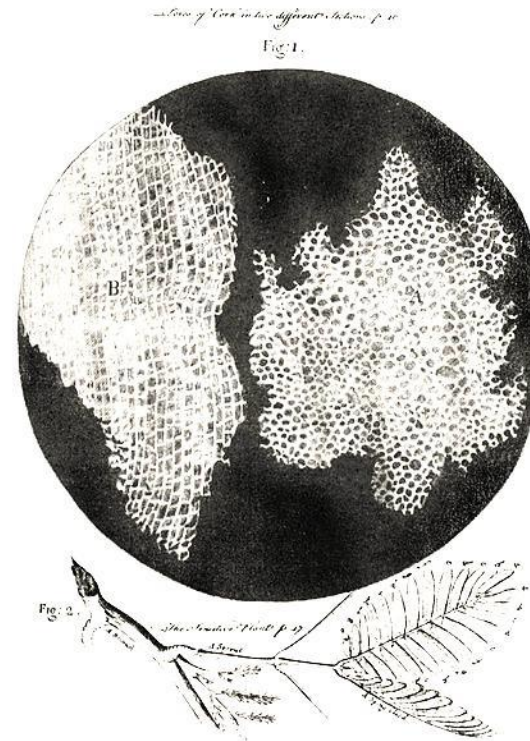
- **ANATOMIJA I MORFOLOGIJA**- bave se proučavanjem građe i oblika biljnog tijela (proučavanjem građe ćelije se bavi *citologija*, tkiva-*histologija* i organa- *organografija*),
- **FIZIOLOGIJA BILJAKA**- bavi se životnim procesima kod biljaka (razmjena materije, rastenje, razviće ...),
- **SISTEMATIKA BILJAKA**- bavi se klasifikacijom biljaka po srodnosti i porijeklu (taksonomija, nomenklatura),
- **GEOBOTANIKA**- bavi se zakonitostima rasprostranjenja biljaka i odnosima između biljaka i spoljašnje sredine (*fitoekologija*- uzajmni odnosi biljaka i spoljašnje sredine, *fitocenologija*- uzajamni odnosi biljnih zajednica i spoljašnje sredine, *fitogeografija*- rasprostranjenje biljaka),
- **PALEOBOTANIKA**- proučava biljni svijet pređašnjih geoloških perioda na račun fosilnih ostataka biljaka.

# CITOLOGIJA

NAUKA O ĆELIJI, NJENOM RAZVIĆU, GRAĐI FUNKCIJI I SVIM ŽIVOTNIM PROCESIMA KOJI SE U NJOJ ODVIJAJU

...

- *Otkriće ćelije: XVII vijek- Robert Huk*





- *1839. ćelijska teorija Šlajdena i Švana “Ćelija je osnovna jedinica građe i funkcije žive materije, odnosno svakog živog organizma”.*
- 1858. Virhov daje dopunu teorije:
  - 1. Ćelije nastaju diobom matične ćelije i svaka od njih sadrži nasledni materijal dobijen u procesu diobe.*
  - 2. Sve osnovne hemijske i fiziološke funkcije se odvijaju u ćeliji.*
  - 3. Aktivnosti ćelije su uslovljene aktivnošću subćelijskih struktura (organele, plazma membrane, jedra- ako postoji)*

- **Podjela na osnovu građe ...**

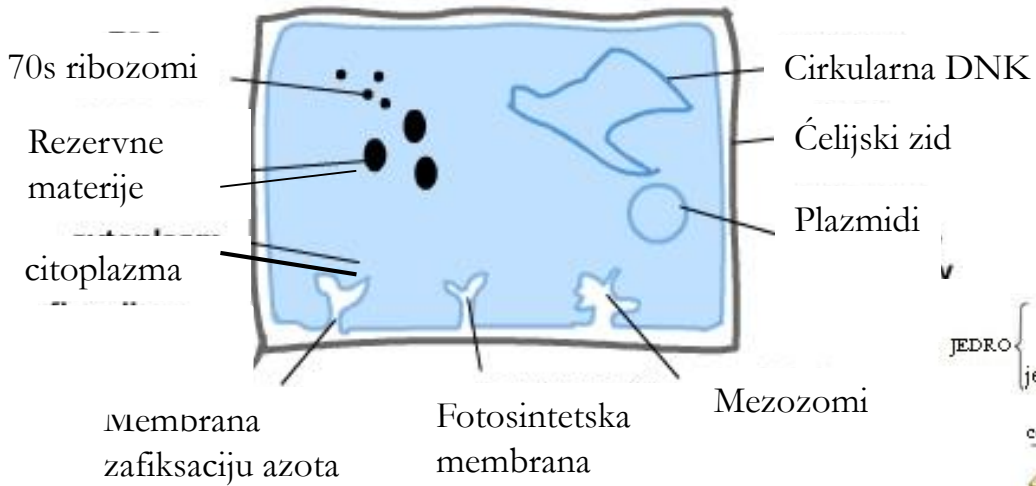
## Prokariotske

- Ćelijski zid mureinske prirode
- Nema jedra
- Nema membranskih struktura ni tipičnih organela

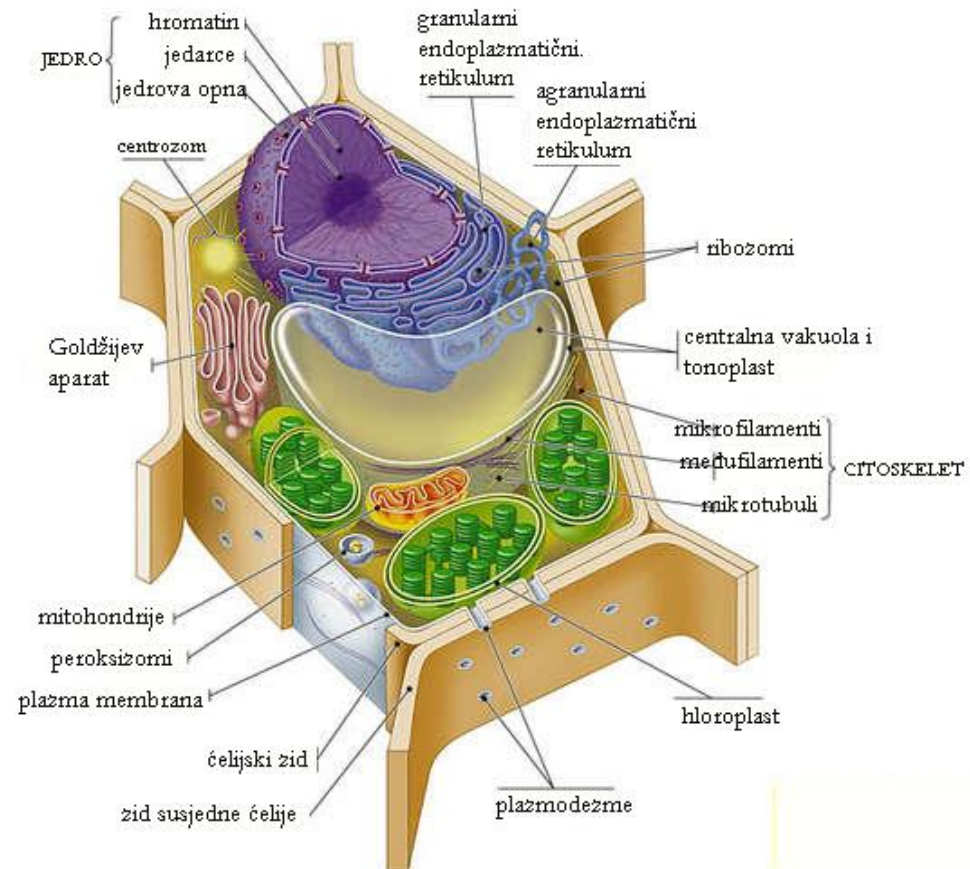
## Eukariotske

- Ćelijski zid celulozno-pektinske prirode
- Definisano jedro
- Organele sa membranskim strukturama

# Prokariotska

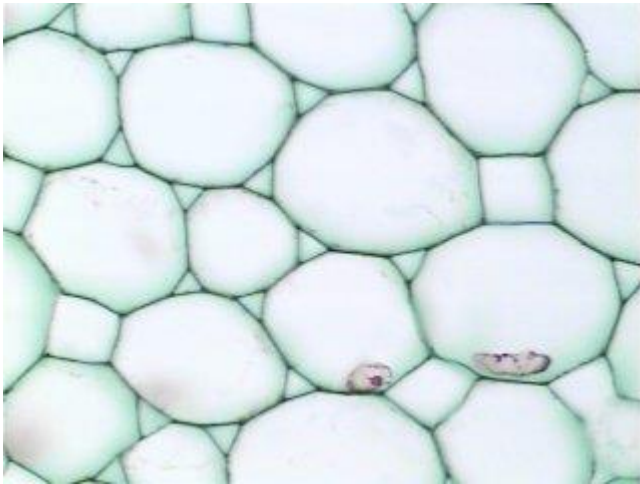


# Eukariotska

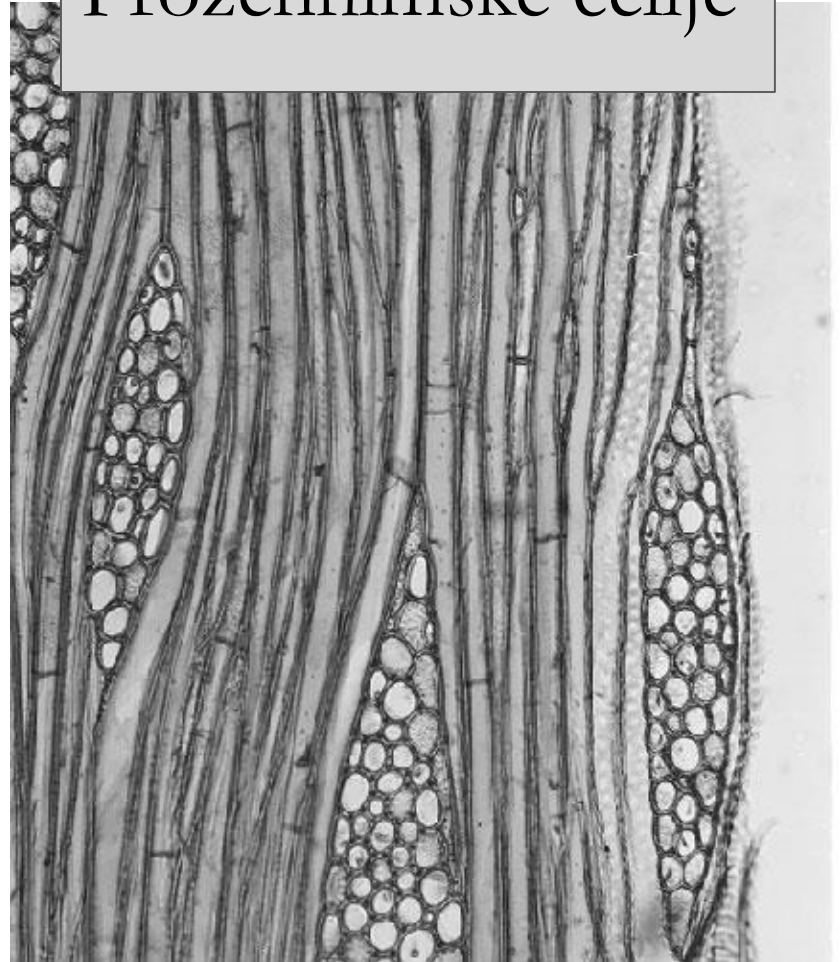


- Podjela ćelija po obliku ...

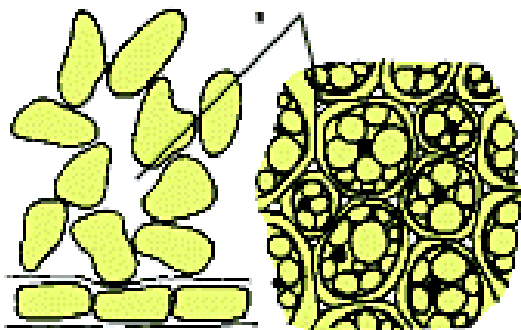
Parenhimske



Prozenhimske ćelije



## Parenhimske ćelije

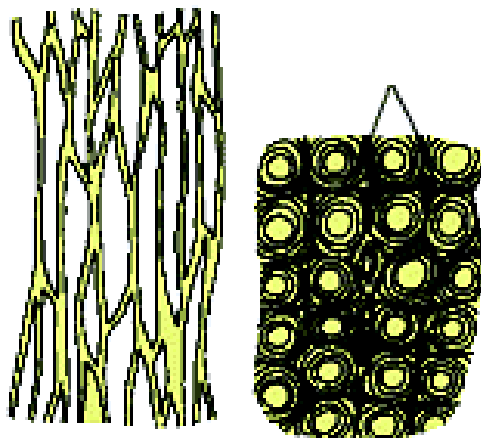


a)

b)

- a) Uzdužni presjek
- b) Poprečni presjek

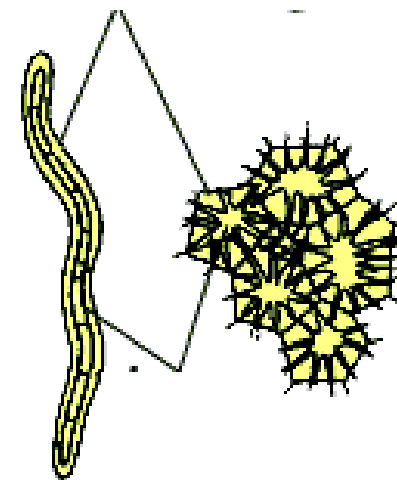
## Ćelije kolenhima....



a)

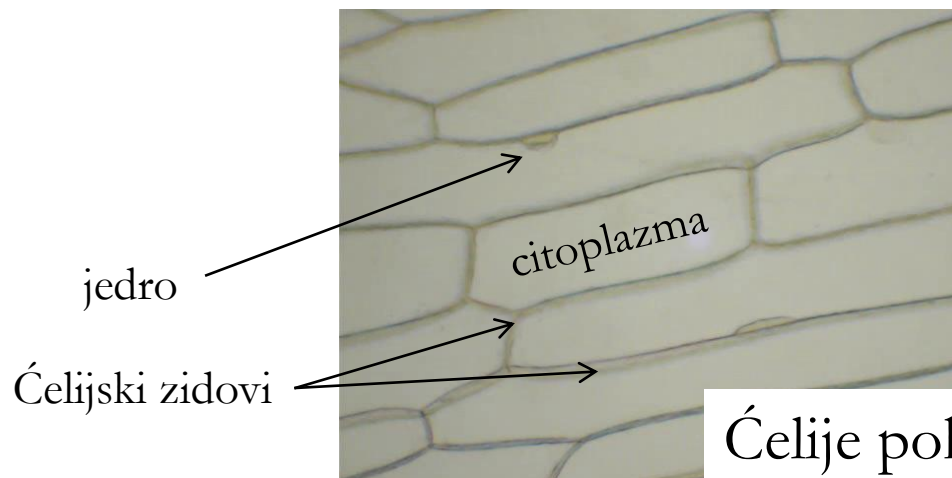
b)

## Ćelije sklerenhima



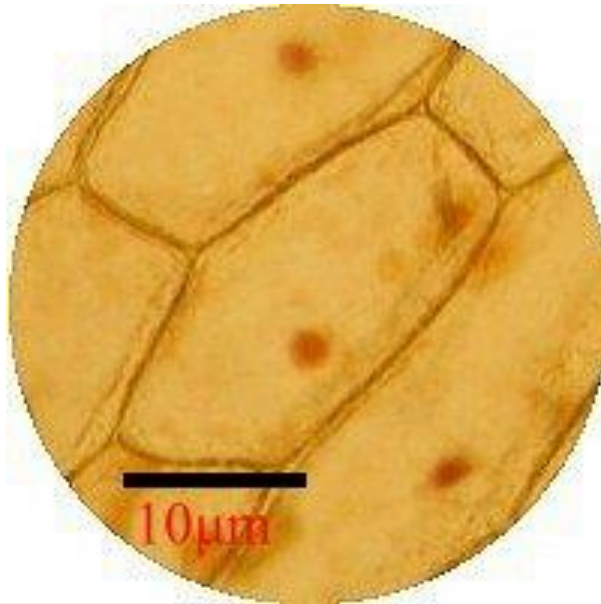
a)

b)



Ćelije pokožice luka

- *Veličina ćelija ....*



Ćelija pokožice luka



Jednoćelijska alga  
*Caulerpa* sp.

0 10 20 cm

# Eukariotska ćelija

**1. Protoplast**  
(unutrašnji i „živi”  
dio ćelije)

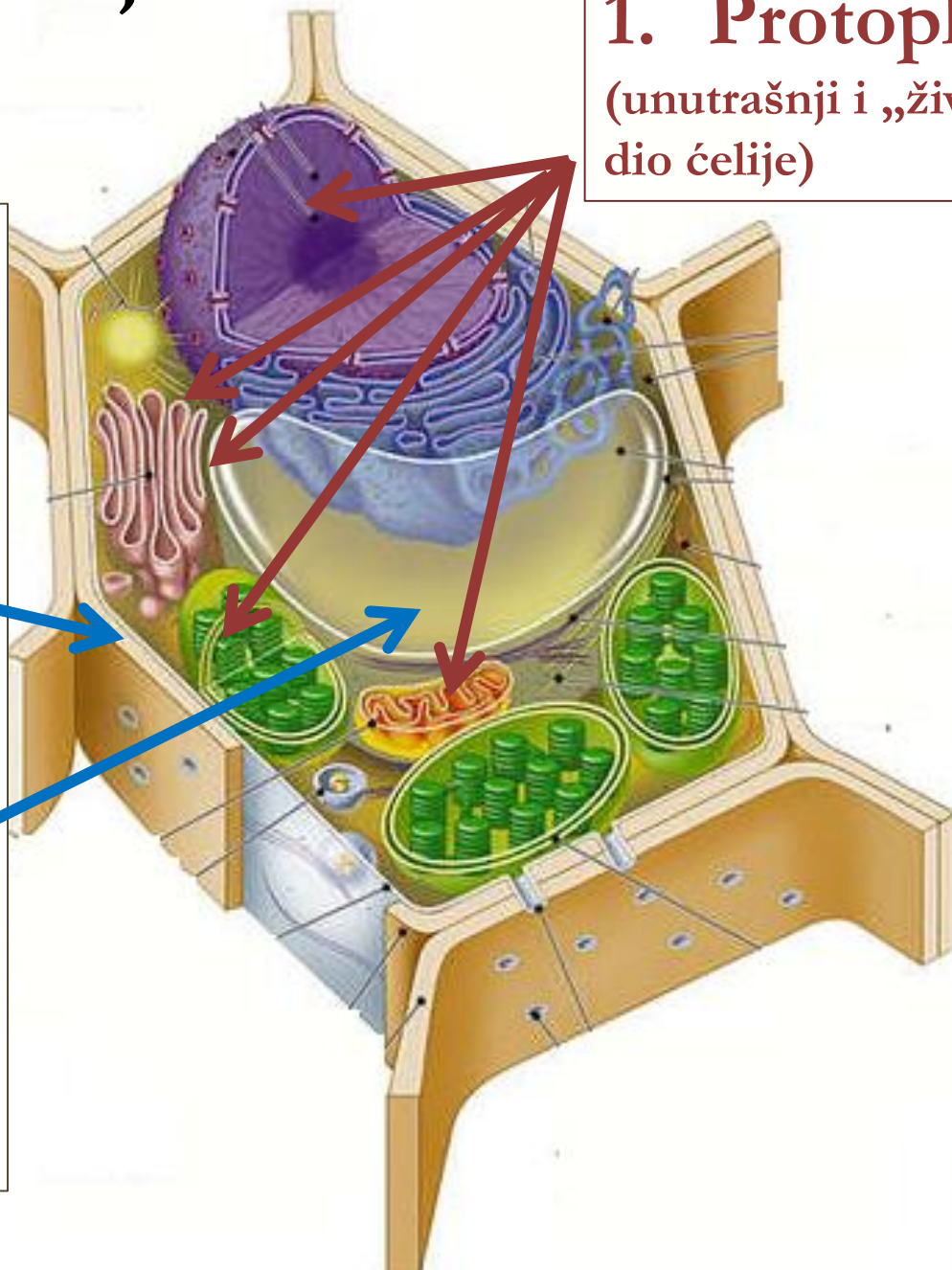
**2. Produkti  
protoplasta:**

**Ćelijski zid**

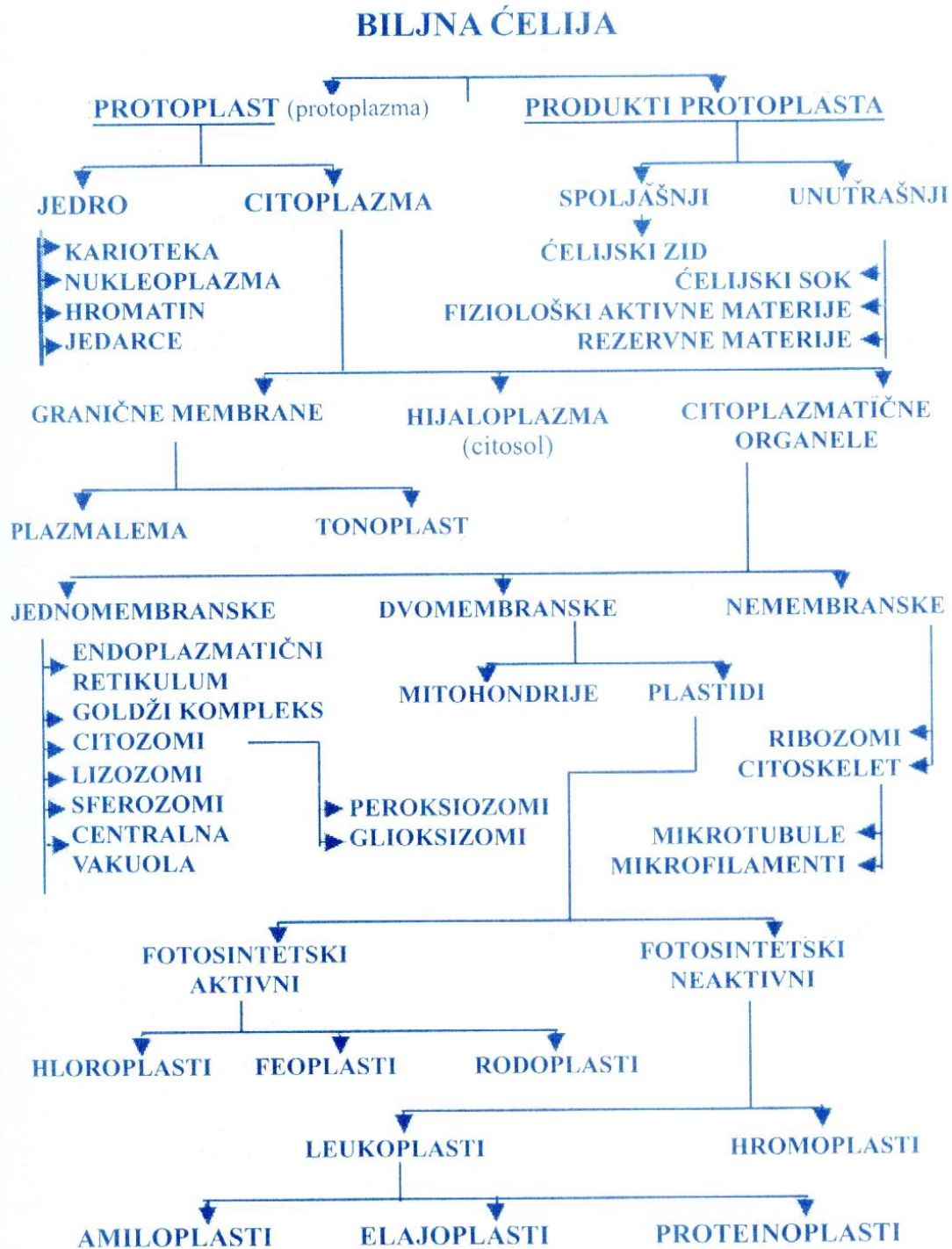
(spoljašnji produkt  
protoplasta, koji opkoljava  
unutrašnjost ćelije)

**Ćelijski sok**

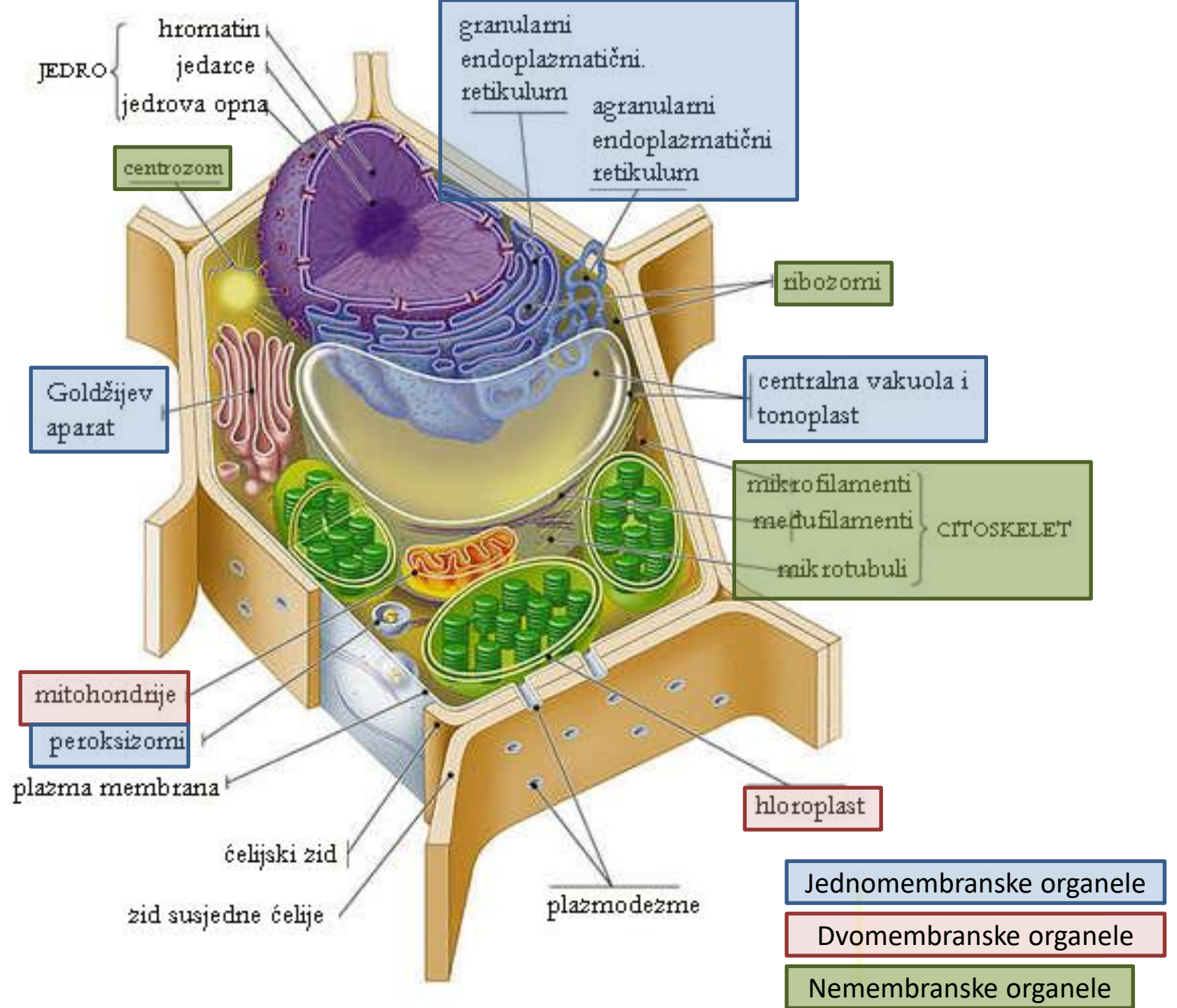
(unutrašnji produkt  
protoplasta, koji se nalazi u  
vakuoli!)



# Klasifikacija komponenti eukariotske ćelije







# HEMIJSKI SASTAV ĆELIJE

- C, O, H, N- *makroelementi elementi* koji izgrađuju 96% ukupnog elementarnog sadržaja ćelije
- Na, Mg, K, Ca, Cl, P, S, J- *mikroelementi* koji izgrađuju 3%
- Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Mo- *ultramikroelementi*, koji izgrađuju 1%
- *Neophodni elementi* (P, K, Ca, S, Mg, Fe, Bor, Mn, Zn, Cu, Mo, Co) i *korisni elementi* (Na, Cl, Si itd.)

## NEORGANSKA JEDINJENJA:

1. **voda** (5)-60-85 (95)% i
2. **mineralne soli** (rastvorene, čvrste)

## ORGANSKA JEDINJENJA:

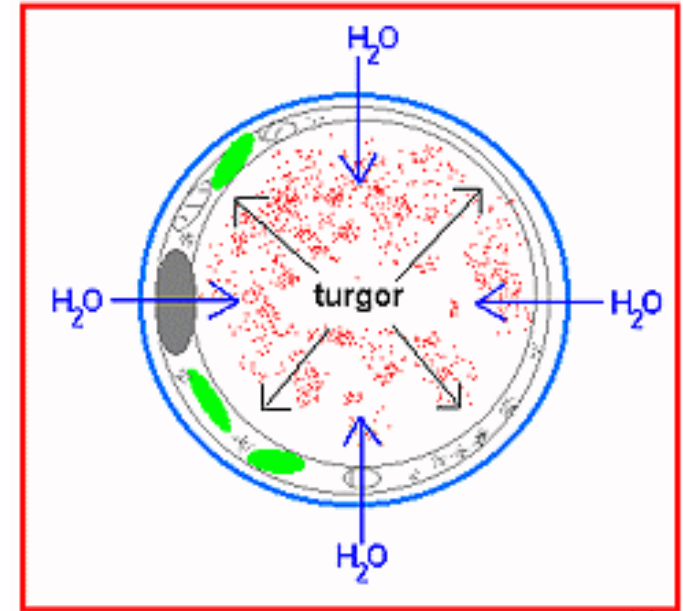
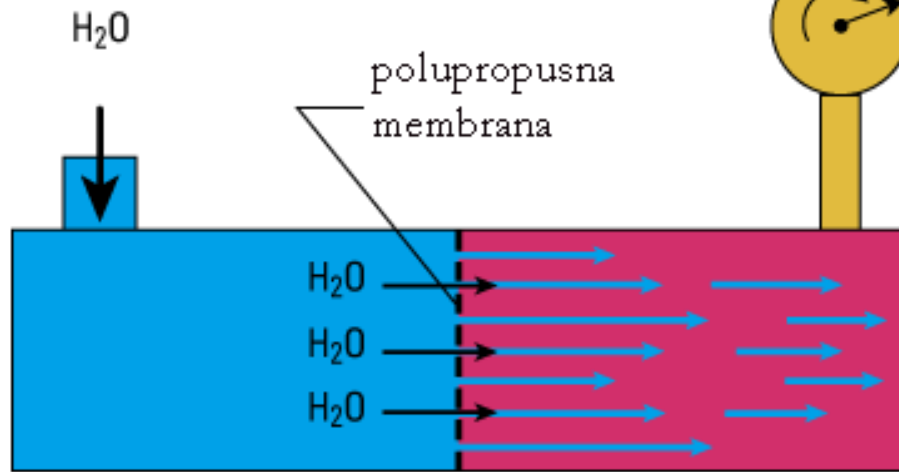
1. **ugljeni hidrati** (mono-oligo-, polisaharidi)  
(gradivna uloga, energentska, rezervne materije),
2. **masti** (prave masti, voskovi, složene masti),  
(izvor energije, rezervne materije, gradivna, zaštitna uloga)
3. **bjelančevine** (proste, složene),  
(gradivna uloga, rezervne materije, enzimi)
4. **nukleinske kiseline** (DNK, RNK)  
(nasledjivanje)

# PROTOPLAST

(unutrašnji i visokoproduktivni dio ćelije!!!)

- ***Koloidni rastvor*** koji se odlikuje promjenljivim viskozitetom, elastičnošću, ***osmotskim pritiskom***, akcionim potencijalom, kretanjem, pH (3-8). Plazmolemom je odvojen od ćelijskog zida, a tonoplastom od ćelijskog soka ...
- ***Sadrži citoplazmu sa organelama*** - citoplazmatične strukture, koje mogu biti ***jednomembranske*** (ER, GA, lizozomi, sferozomi, mikrotijela, vakuola), ***dvomembranske*** (mitohondrije i hloroplasti) i ***nemembranske*** (ribozomi, centrozomi, mikrotubuli) i
- ***Jedro***

osmotski  
pritisak



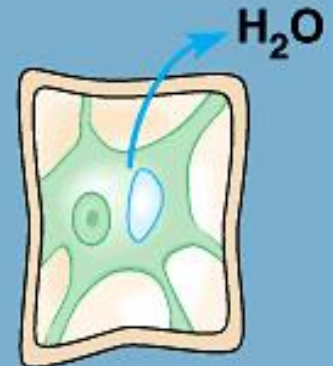
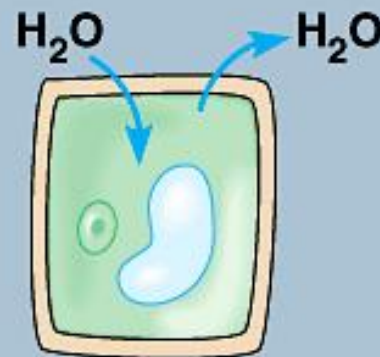
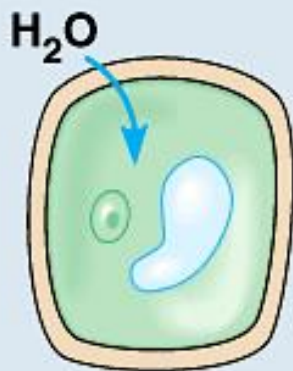
hipotonična  
sredina

hipertonična  
sredina

hipotonična sredina

izotonična sredina

hipertonična sredina



citoplazma vakuola

ćelijski zid plazma membrana

primanje vode



(a) turgidna ćelija



gubitak vode



(b) plazmolizirana ćelija



# PROTOPLAST STVARA PRODUKTE:

## UNUTRA:

- *Ćelijski sok*
- *Fiziološki aktivne materije* - fermenti ili enzimi, vitamini, fitohormoni, fitoncidi i antibiotici
- *Rezervne materije- skrob, masti, bjelančevine.*

## SPOLJA:

- *Ćelijski zid*

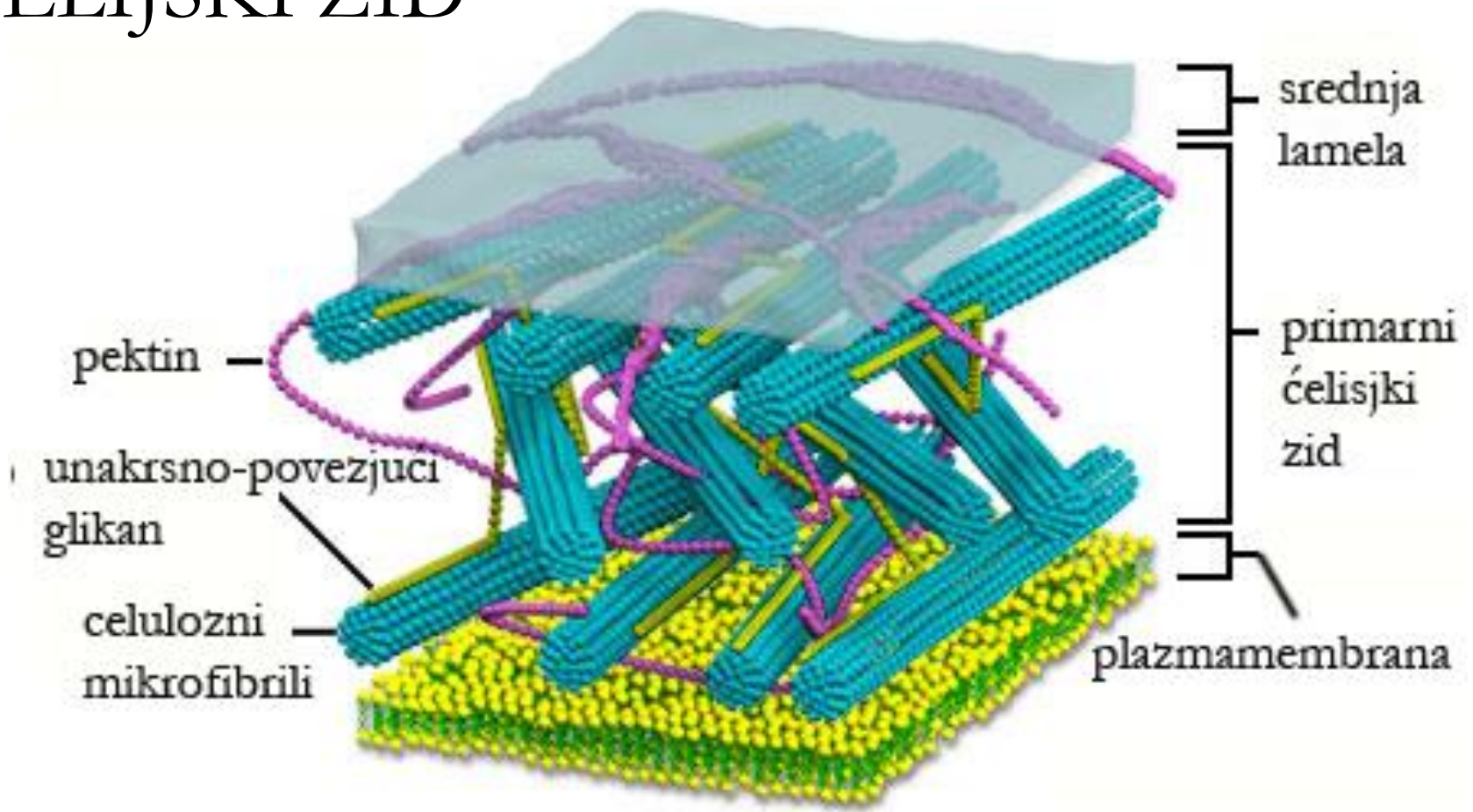
# VAKUOLA



- Ćelijski sok .... vodeni rastvor razliĉitih organskih i neorganskih supstanci ...
- Turgorscentnost ćelije (održava stalan osmotski pritisak)
- Magacioniranje razliĉitih materija (pr. proteina-aleuronska zrna ...)
- Hidroliza “otrovnih” materija ili makromolekula ...
- Stvaranje kristala (rafidi, druze, kristalni pijesak ...)



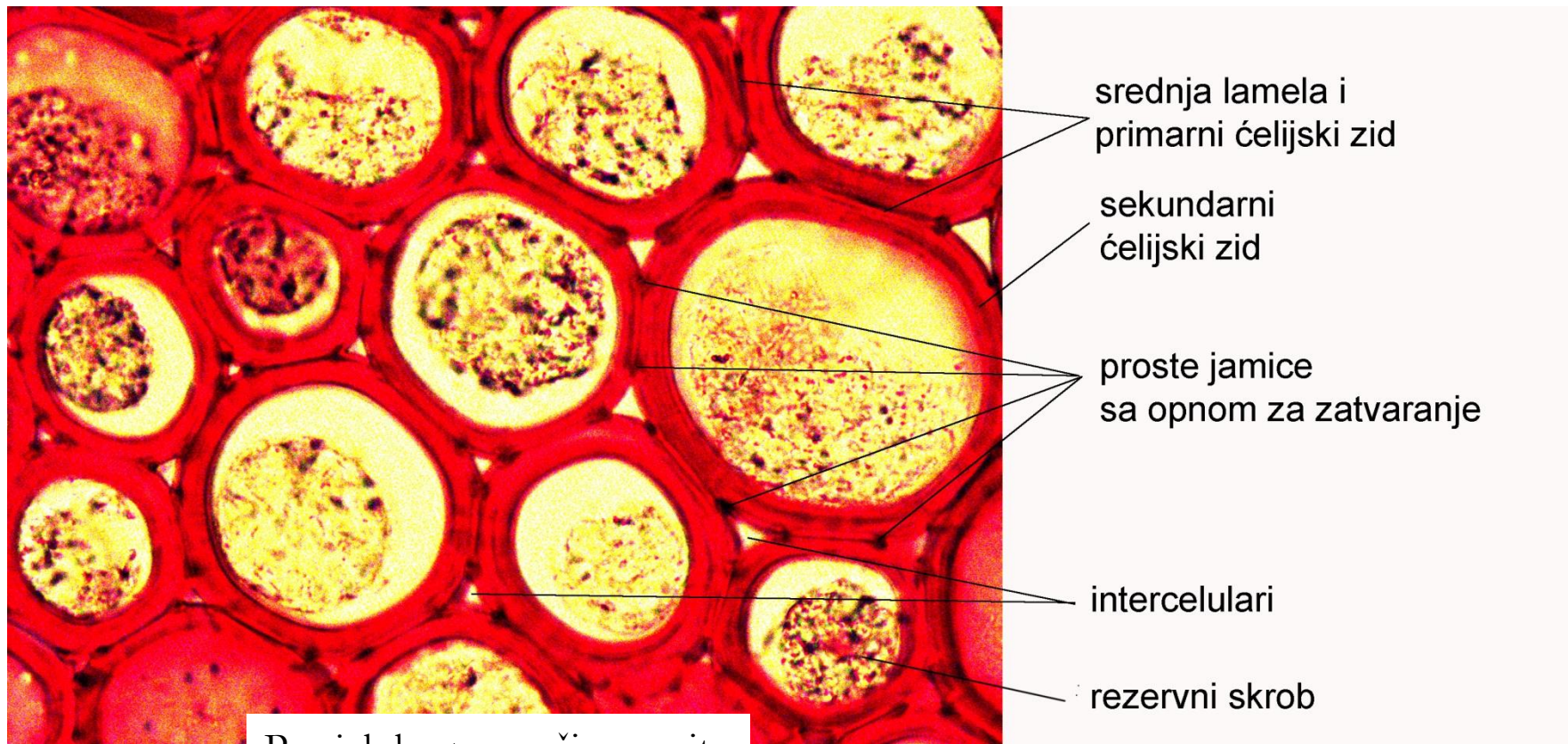
# ĆELIJSKI ZID



**Primarni ćelijski zid: celuloza+hemiceluloza+pektin+glikoproteini**

**Srednja lamela: pektin+hemiceluloza**

**Sekundarni ćelijski zid- celuloza + lignin (kutin, suberin ...)**



Presjek kroz grančicu pavita

srednja lamela i  
primarni ćelijski zid

sekundarni  
ćelijski zid

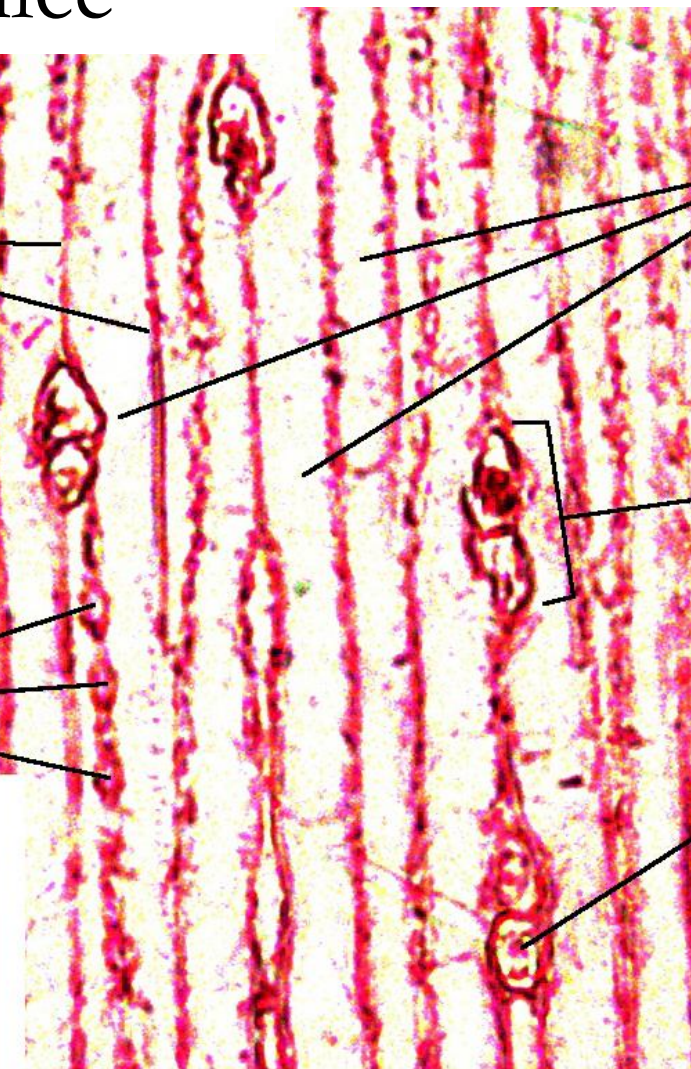
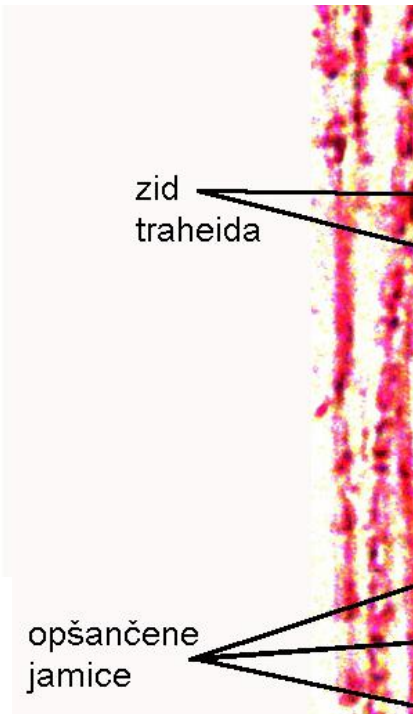
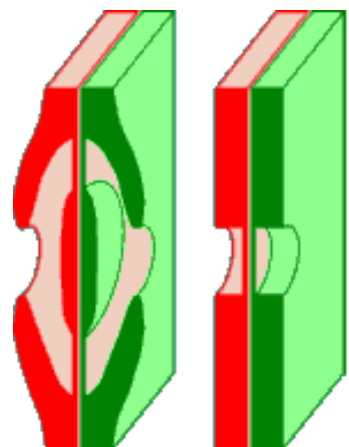
proste jamice  
sa opnom za zatvaranje

intercelulari

rezervni skrob

**Plazmodezme (protoplazmatične niti),  
Simplast (povezani protoplasti)  
Apoplast (povezani prazni unutar- i međucelijski  
prostori)**

# Opšančene jamice



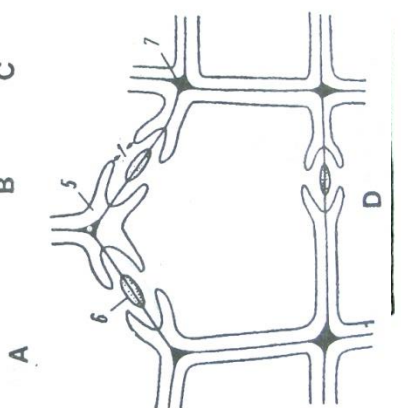
opšančene jamice

zid traheida

lumen traheida

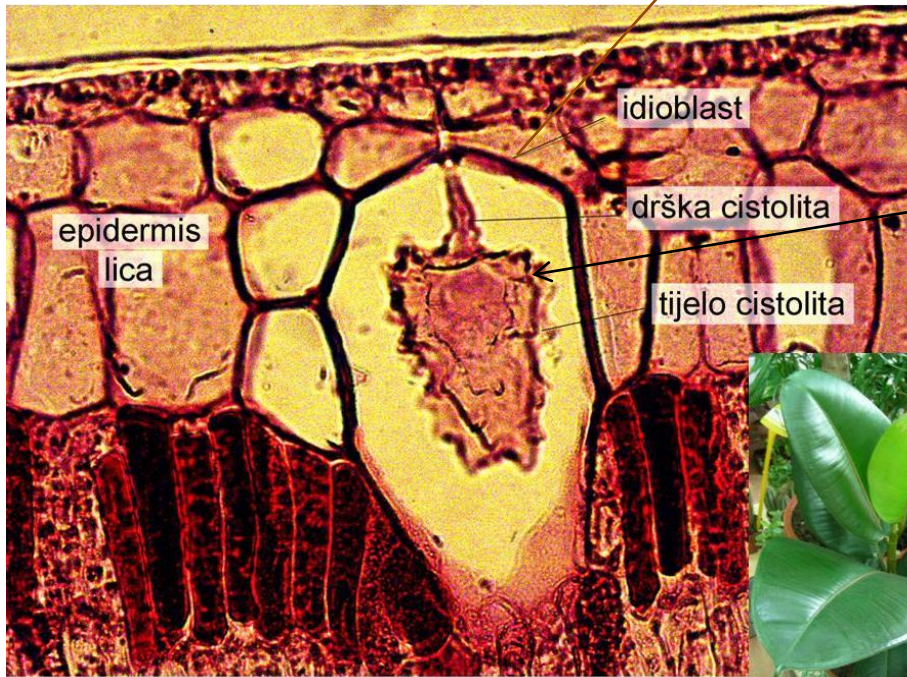
drveni zrak

ćelije sa skrobom u drvenom zraku



# Debljanje ćelijskog zida (lokalna)

Idioblast

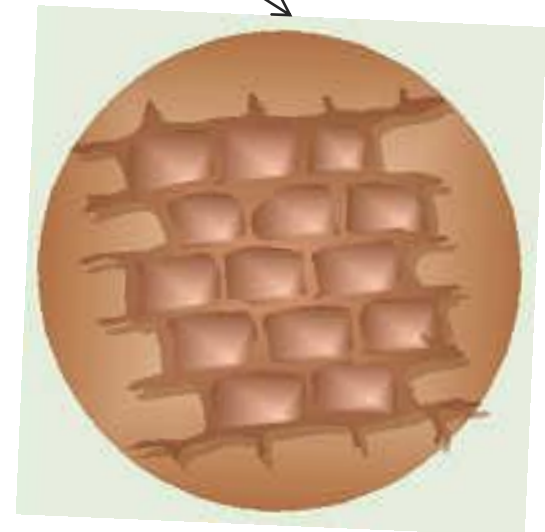
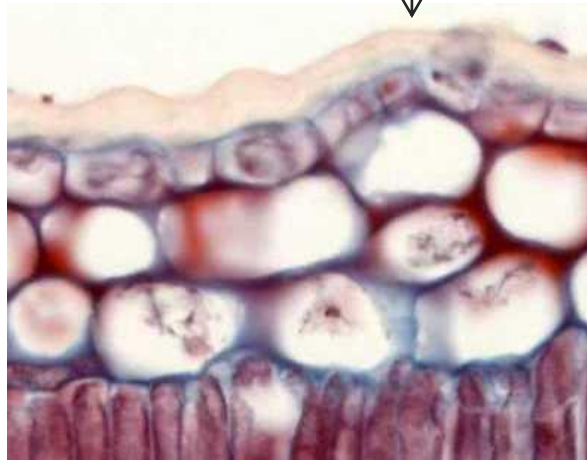
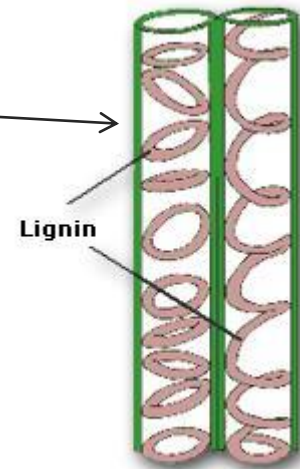


Centripetalna (unutrašnja)  
Centrifugalna (spoljašnja)  
zadebljanja ćel.zida



# SEKUNDARNE PROMJENE ĆELIJSKOG ZIDA:

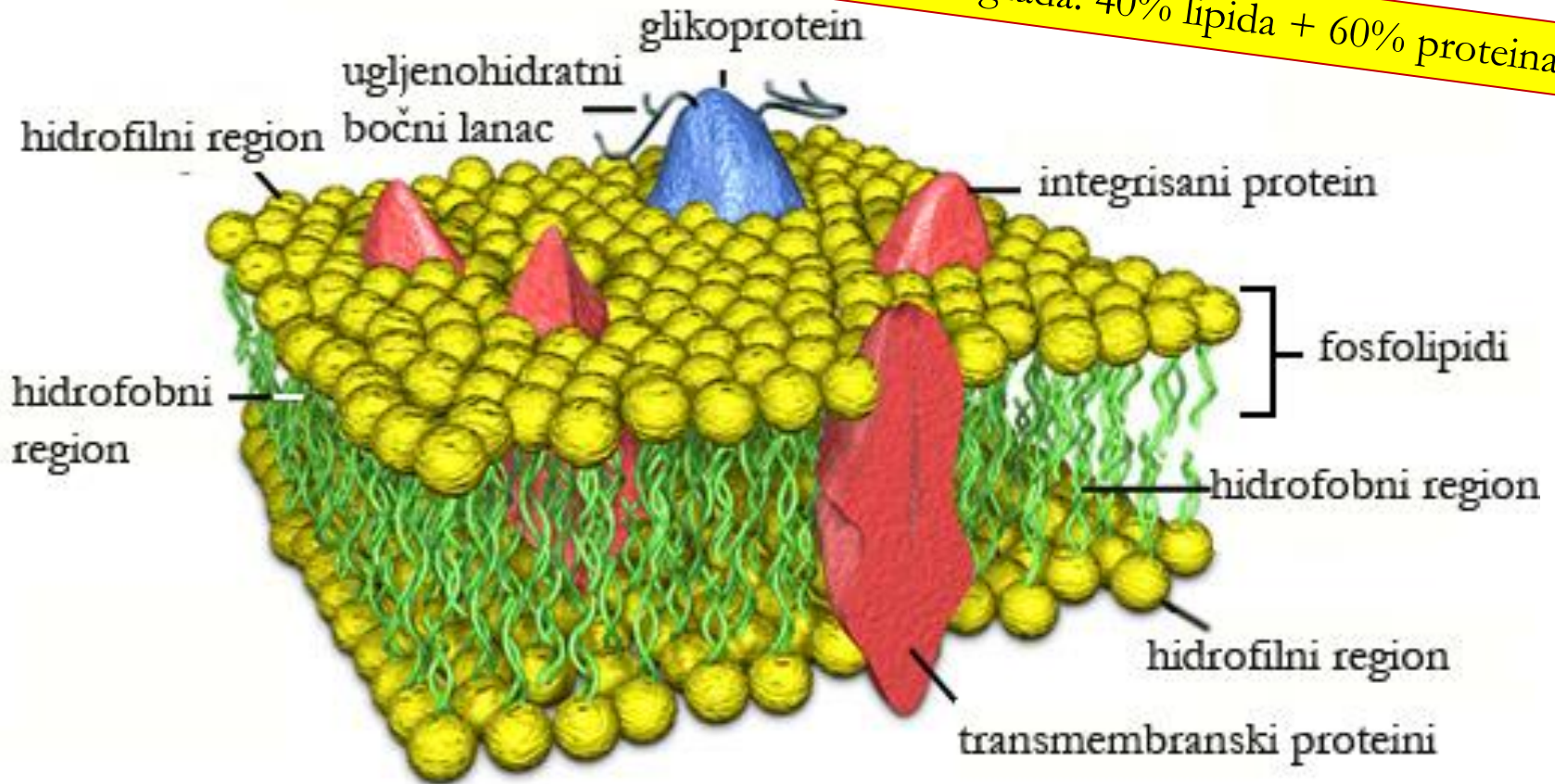
- a) Odrvenjevanje- lignifikacija
- b) Oplutnjavanje- suberinifikacija
- c) Kutinizacija
- d) Mineralizacija
- e) Osluznjavanje



# Citoplazmatične membrane-

opšti model građe plazmaleme, funkcija plazmaleme

Lipoproteinska građa: 40% lipida + 60% proteina



1. Selektivni transport (kretanje jona i malih molekula- pasivni ili aktivni; kretanje velikih molekula i partikula pomoću membranskih vezikula- egzocitoza i endocitoza- fago- i pinocitoza)
2. Receptor- prenosioac signala primljenih iz spoljašnje sredine
3. Kontroliše rast i diferencijaciju ćelije, i sintezu i deponovanje celuloznih mikrofibrila ćel. zida

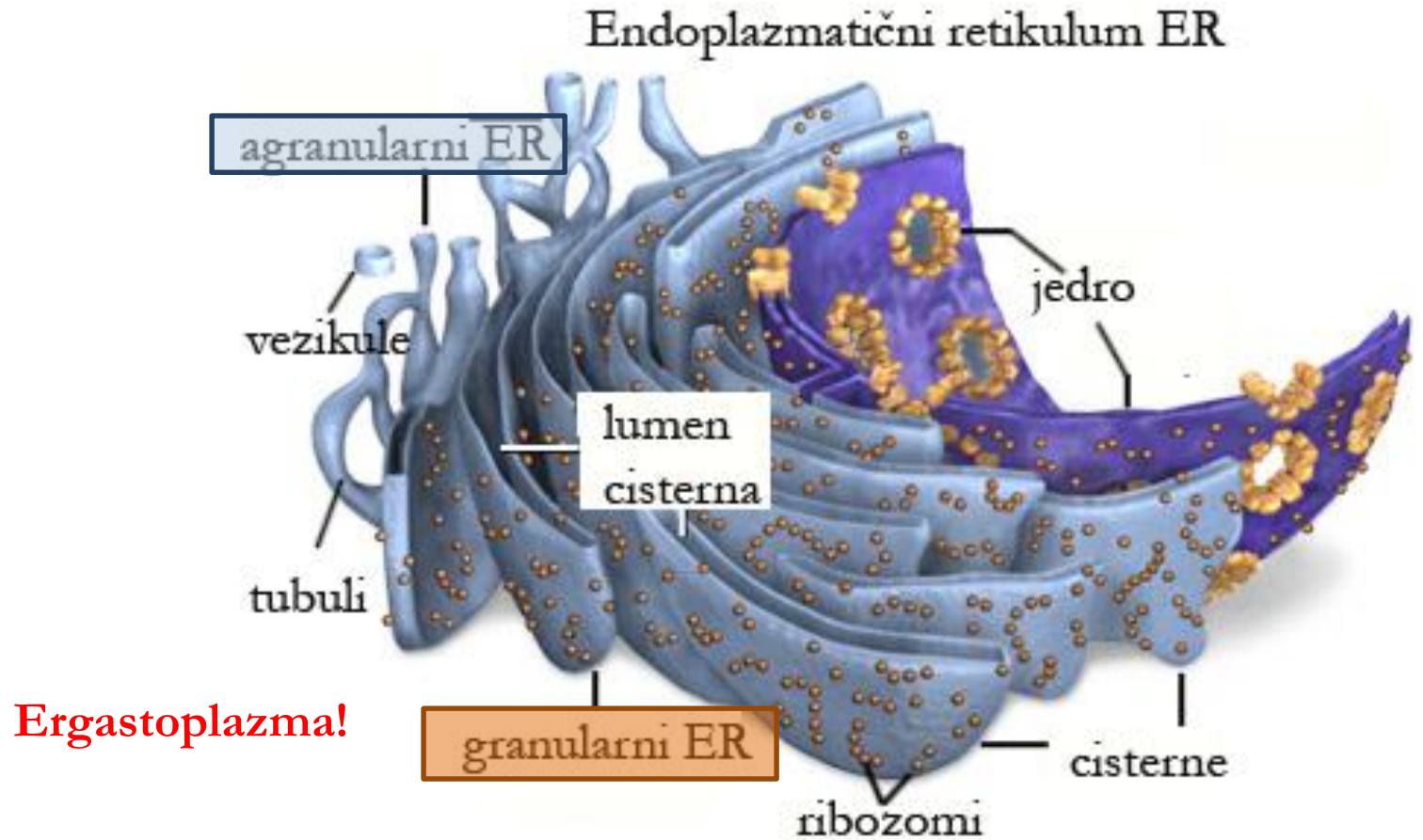
**Tonoplast**- opkoljava vakuolu. Sadržaj lipida je znatno veći u odnosu na plazmalemu i to je čini polupropustljivom čak i kada protoplast više nije živ!

## *Membranske strukture:*

*Vakuolarni sistem*= *jednomembranske strukture* (ER, GA, lizozomi, sferozomi, mikrotijela, vakuola)

*Dvomembranske strukture*= mitohondrije i hloroplasti

# ER

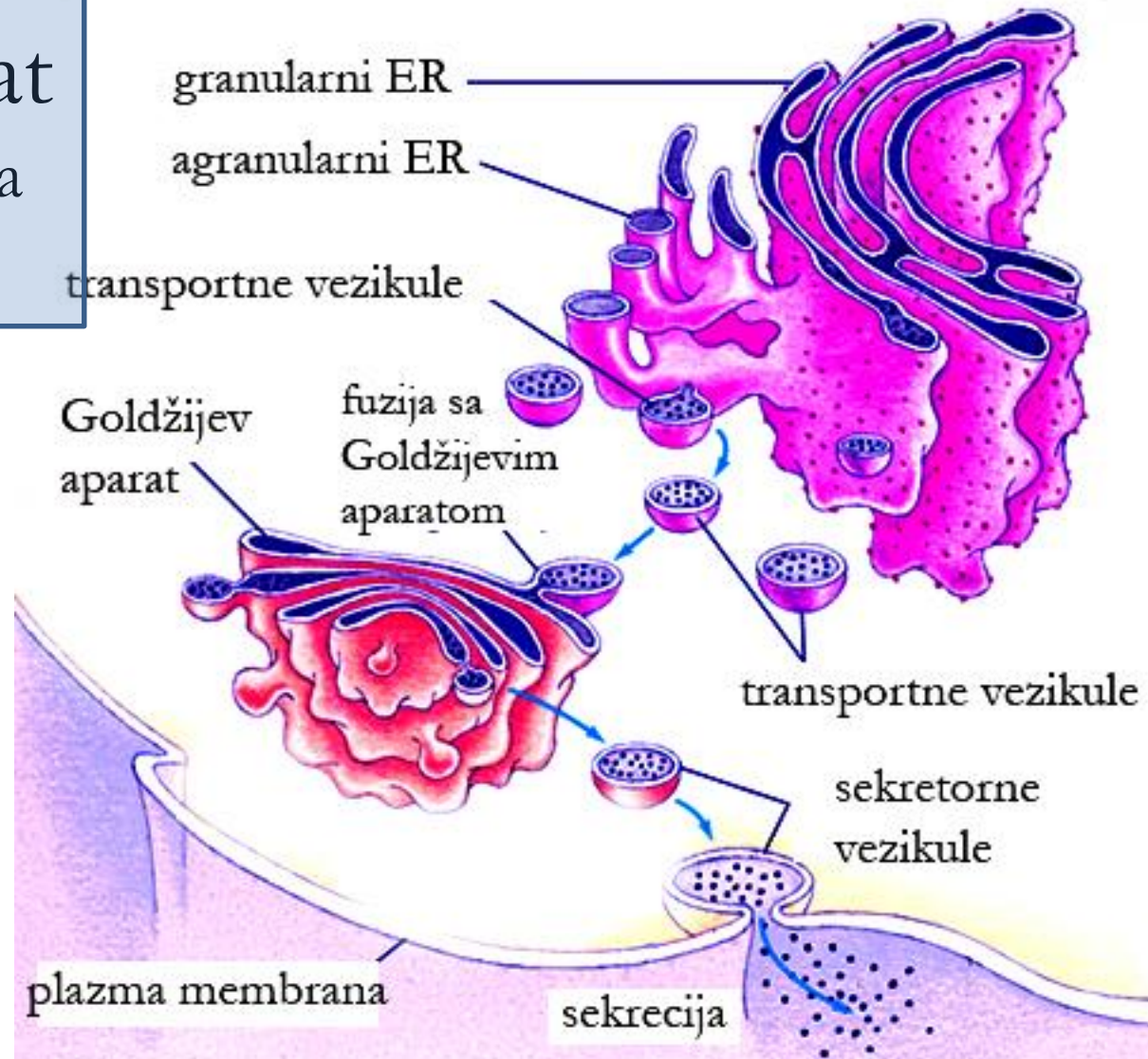


**Ergastoplazma!**

1. Mjesto sinteze bjelačevina (gER).
2. Transport materija unutar i između ćelija.
3. Centar stvaranja ćelijskih membrana (aER- sinteza fosfolipida i lipida) i začetak stvaranja većeg broja organela (lizozoma, sferozoma, citozoma).



# Goldžijev aparat = agregat diktiozoma



1. Konačna sinteza proteina i lipida, stvaranje komponenti ćelijskog zida
2. Sekrecija

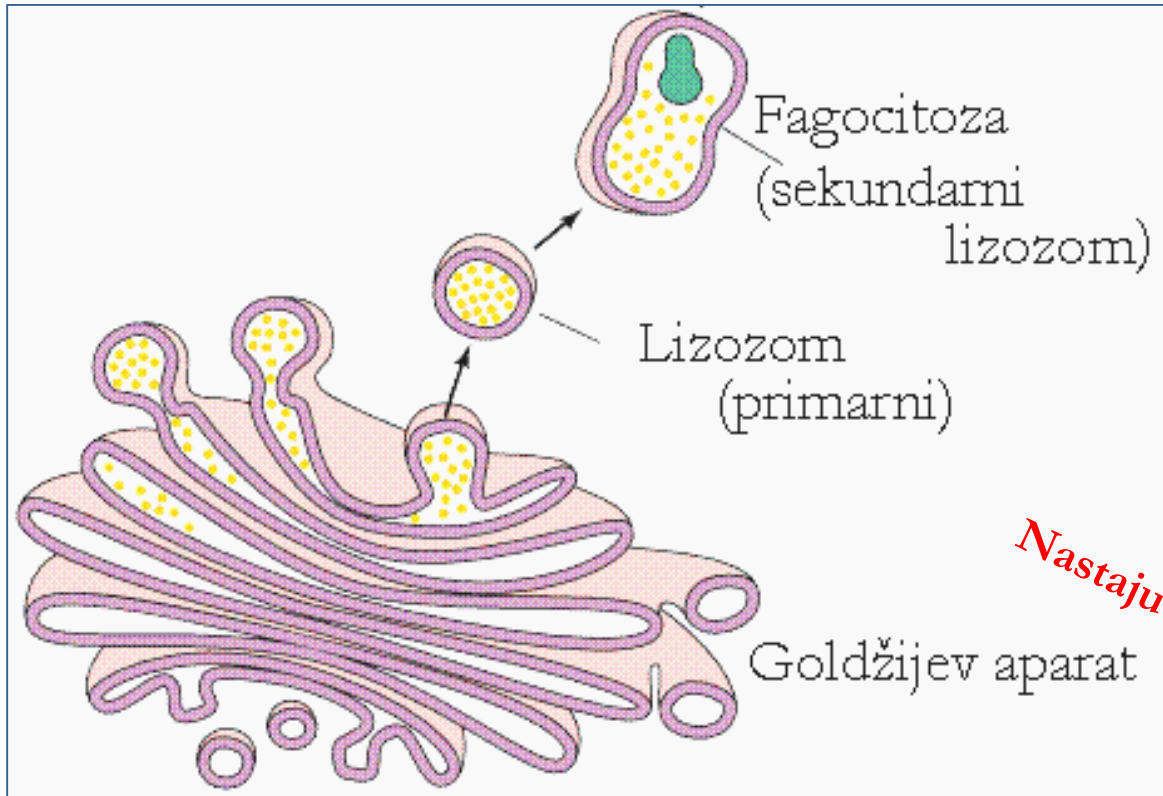
# Lizozomi

(organele za varenje)

Razgradnja materija nastalih u metaboličkim procesima ili razgradnja egzogenih materija ...

Enzimi: proteaze, lipaze, nukleaze, fosfataze....

Primarni lizozom + fagozom = sekundarni lizozom



*Nastaju od ERa odvajanjem sitnih tjelašaca ...*

# Sferozomi

Sinteza masti ....

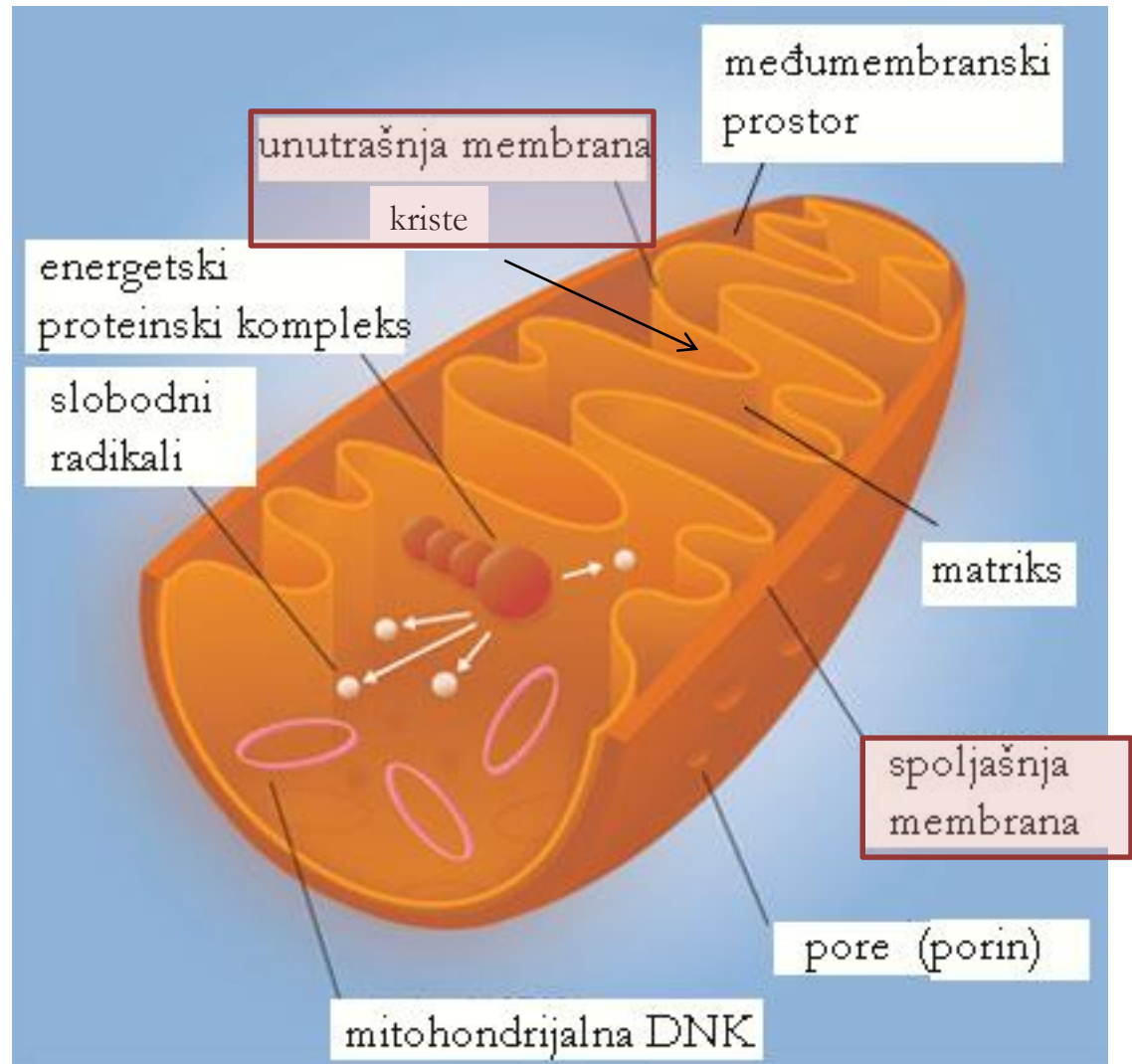
# Mikrotijela= Citozomi (peroksizomi, glioksizomi)

- ***Pričvršćeni su za kanale ER!***
- ***Peroksizomi-*** u fotosintetski aktivnim ćelijama (sadrži enzime važne u procesu fotorespiracije, imaju ulogu u detoksifikaciji, razlaganju vodonikperoksida ... Prostorno se nalaze u blizini hloroplasta i mitohondrija!
- ***Glioksizomi-*** u velikom broju se nalaze u ćelijama koje deponuju masne materije, sadrže enzime za glioksilatni ciklus (omogućava upotrebu masti u sintezi ugljenih hidrata) i enzime za razlaganje masnih kiselina.

# Mitochondrije

Perimitochondrijalni prostor =  
međumembranski prostor

Matriks= stroma= hondrioplazma:  
proteini+lipidi+enzimi+  
mitochondrijalna DNK + ribozomi



- Centri disanja i izvor energije (oksidacija organskih jedinjenja, stvaranje ATP- oksidativna fosforilacija)

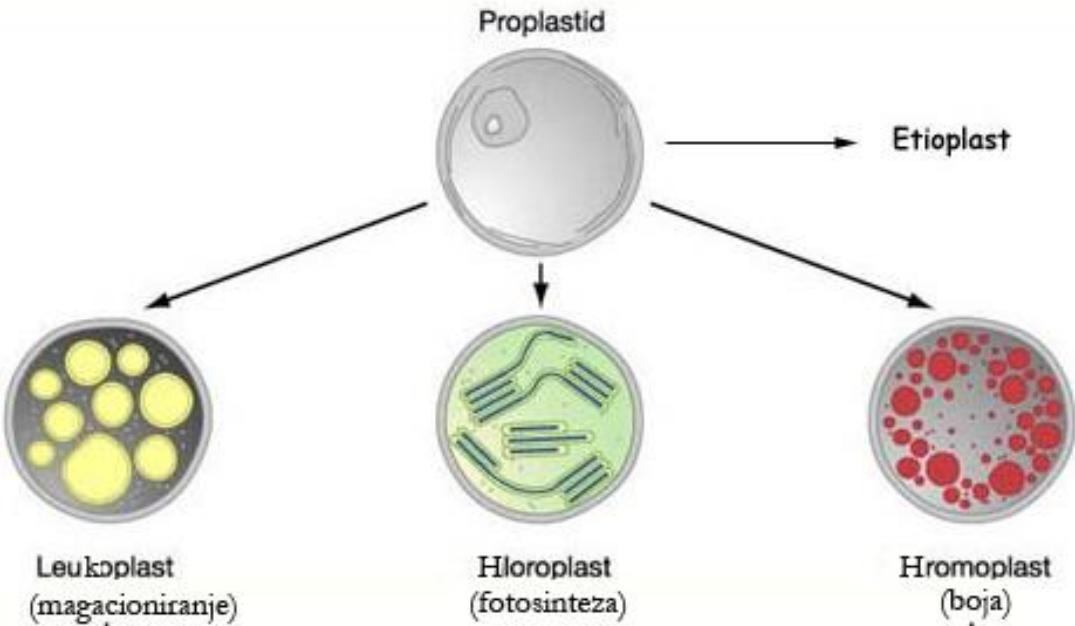
# Plasitidi

1. Bezbojni (etioplast, leukoplast)

2. Obojeni

fotosintetski aktivni (hloroplast)

nefotosintetski neaktivni (hromoplast)



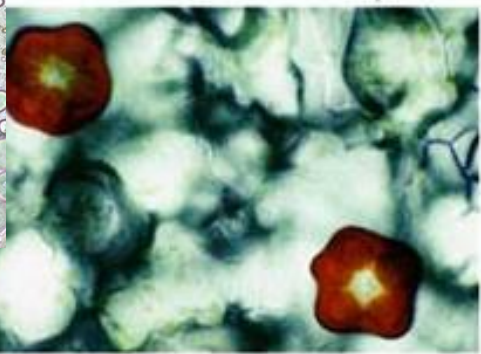
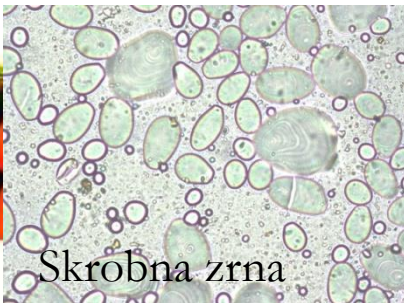
## Opšta građa

- Spoljašnja i unutrašnja membrana
- Stroma (lipidi, proteini, enzimi, NK, ribozomi 70s, pigmenti- kod obojenih!)

Leukoplast (magacioniranje)

Hloroplast (fotosinteza)

Hromoplast (boja)



Amiloplast  
Elajoplast  
Proteinoplast



hlorofil

karoteoidi

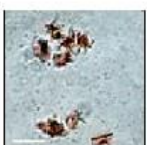
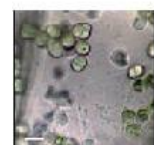


MG

B+1

B+3

B+7

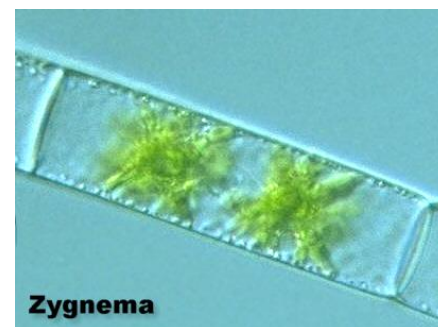
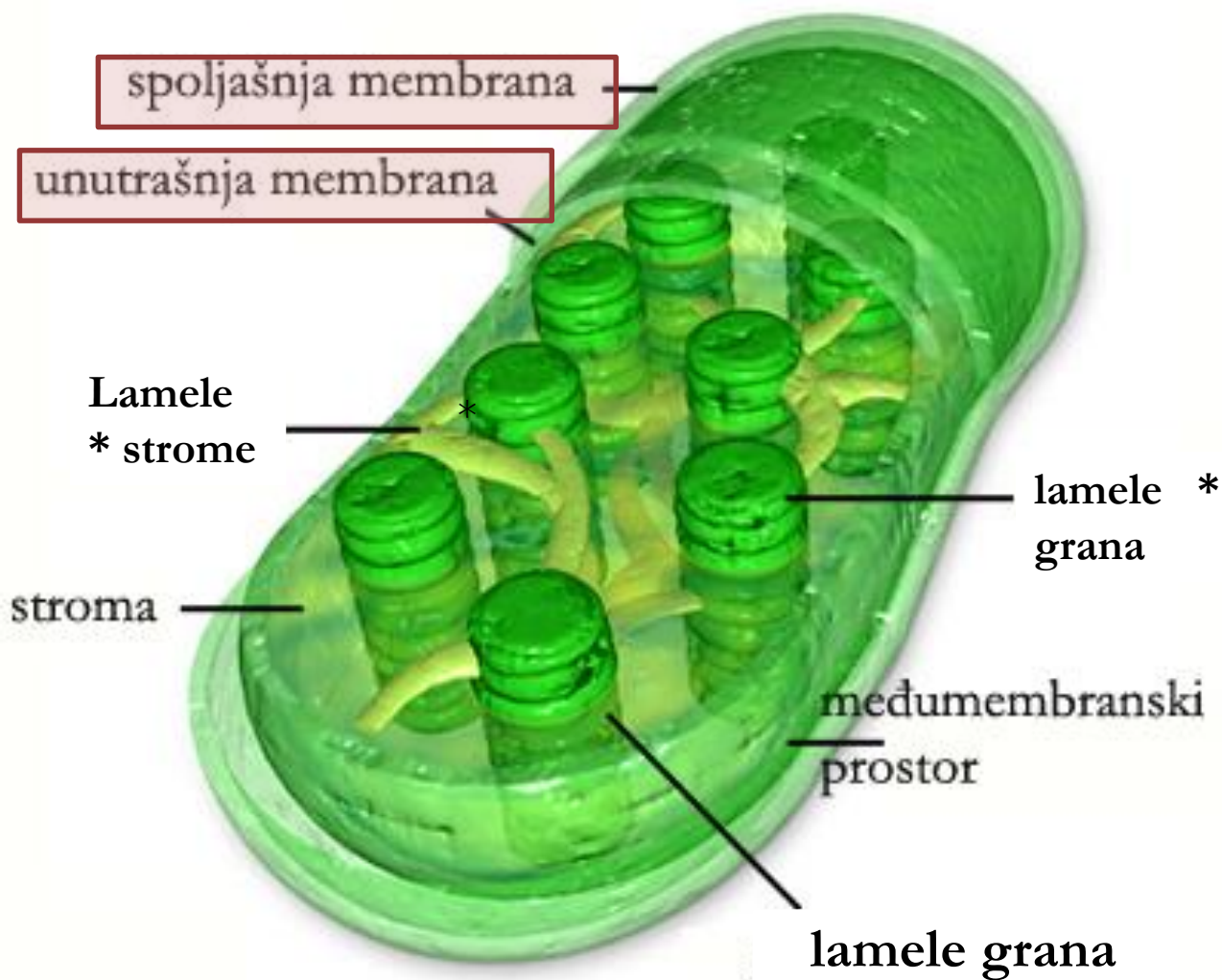


Skrobna zrna

chlorophyll, starch

carotenoids

# Hloroplasti



\* tilakoidi

Pigment hlorofil  
a, b, c, d

# Opšta formula fotosinteze



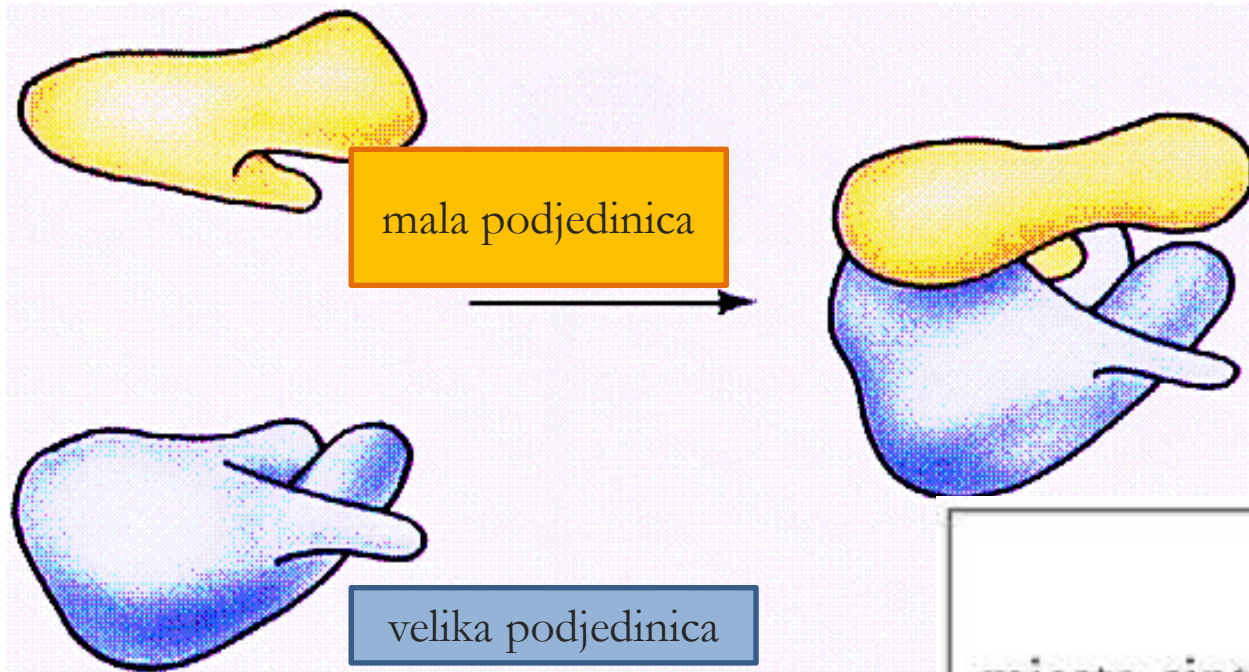
## Dvije faze:

*Svijetla* (u membrani tilakoida), fotoliza vode, stvaranje kiseonika, redukcionog kompleksa i energetski bogatog jedinjenja- ATP

*Tamna faza* (u stromi), redukcija  $\text{CO}_2$  i stvaranje šećera

# Ribozomi

Sinteza proteina

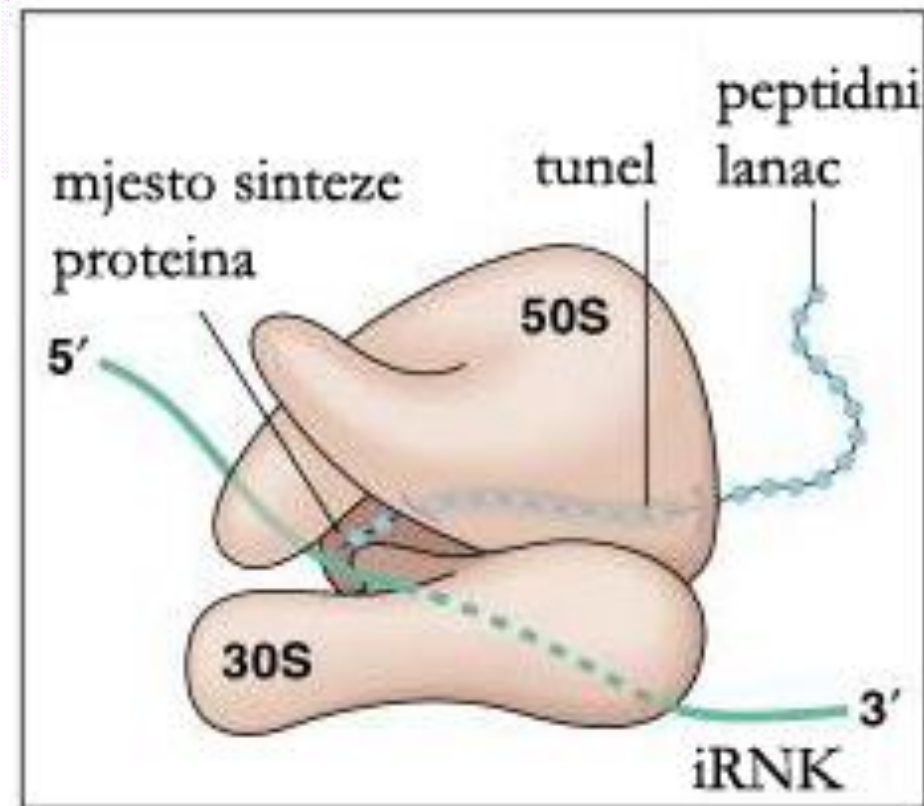


Velika+mala podjedinica + rRNK

Svedbergov (s) indeks

Eukarioti (80s): 60s i 40s

Prokarioti (70s): 50s i 30s



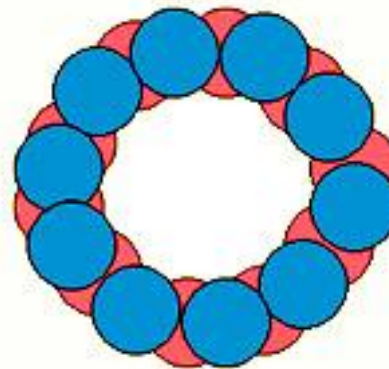
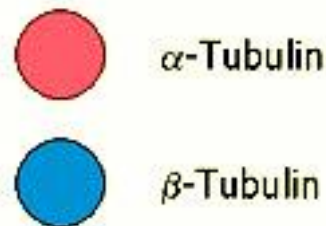
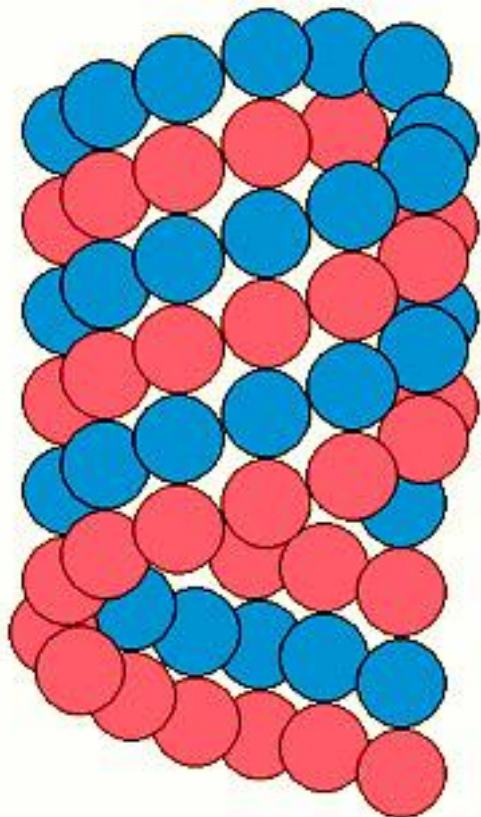


# CITOSKELET

## Mikrotubuli

Održavanje oblika ćelije, intracelularni transport, diobeno vreteno ...

Tubilinski proteini u formi heliksa izgrađenog od 13 filamenata

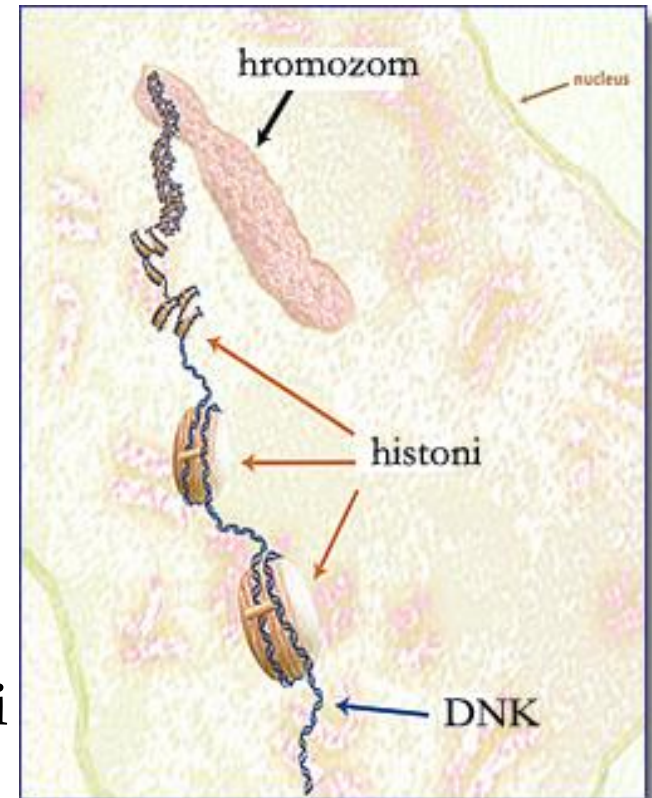
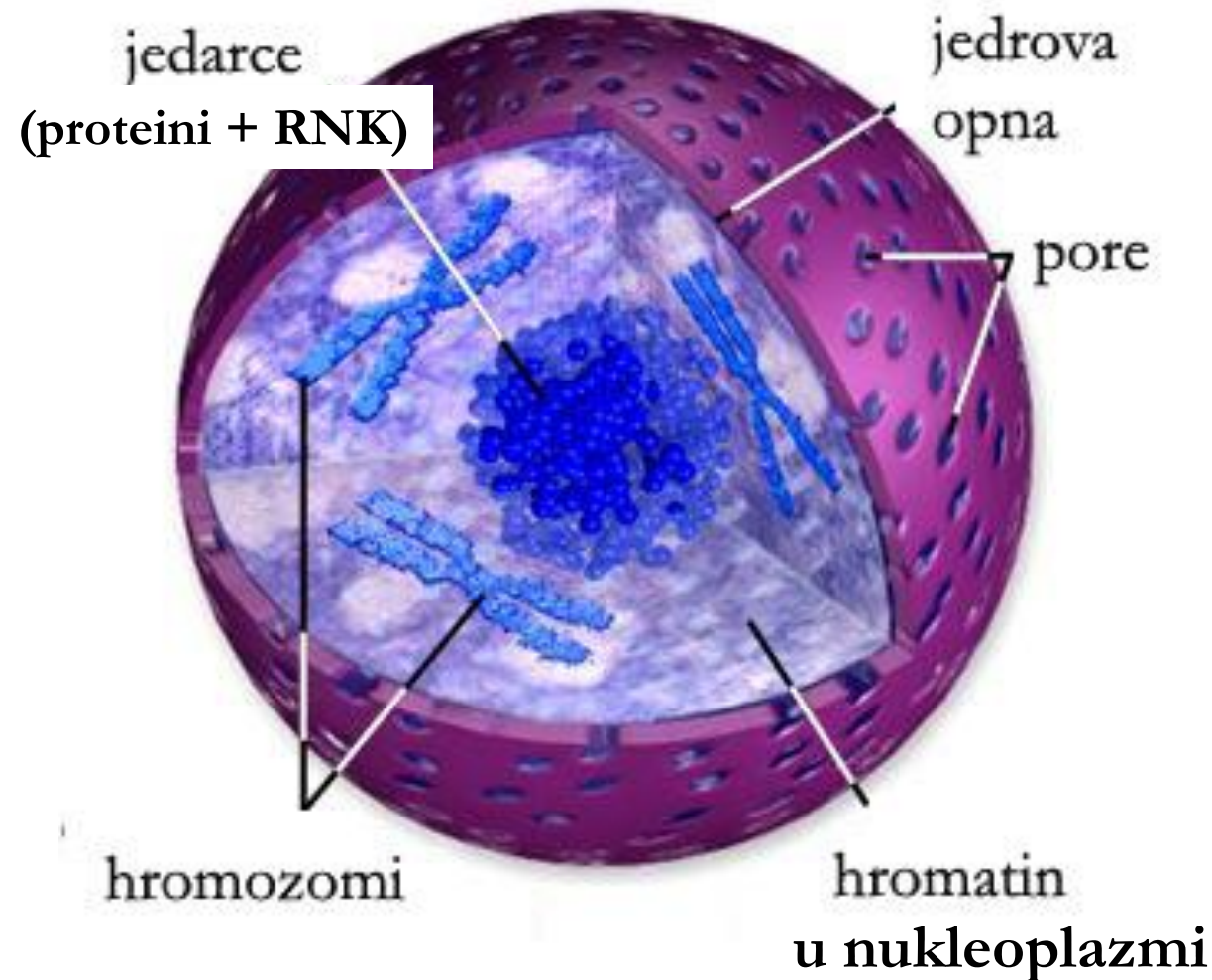


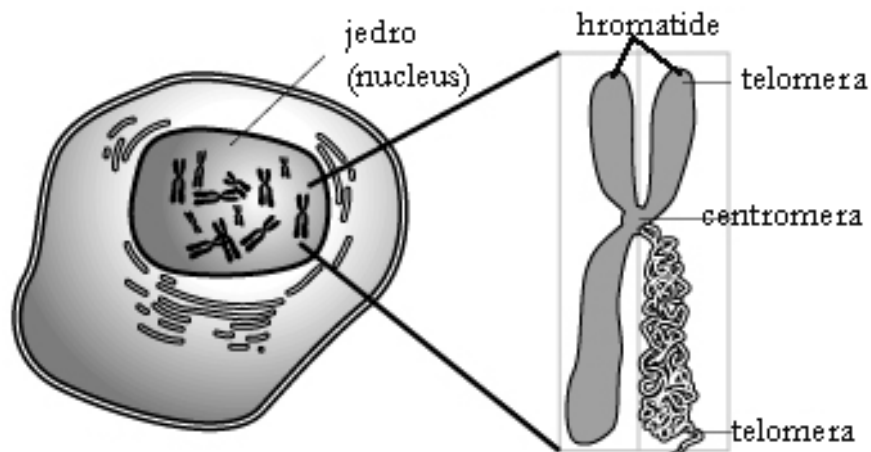
Mikrofilamenti ..

# JEDRO (nukleus, karion)

## Elementi interfaznog jedra:

Nasledni materijal  
Stimuliše sintezu proteina  
Procene ćelijskog disanja  
Reguliše sve vitalne procese..

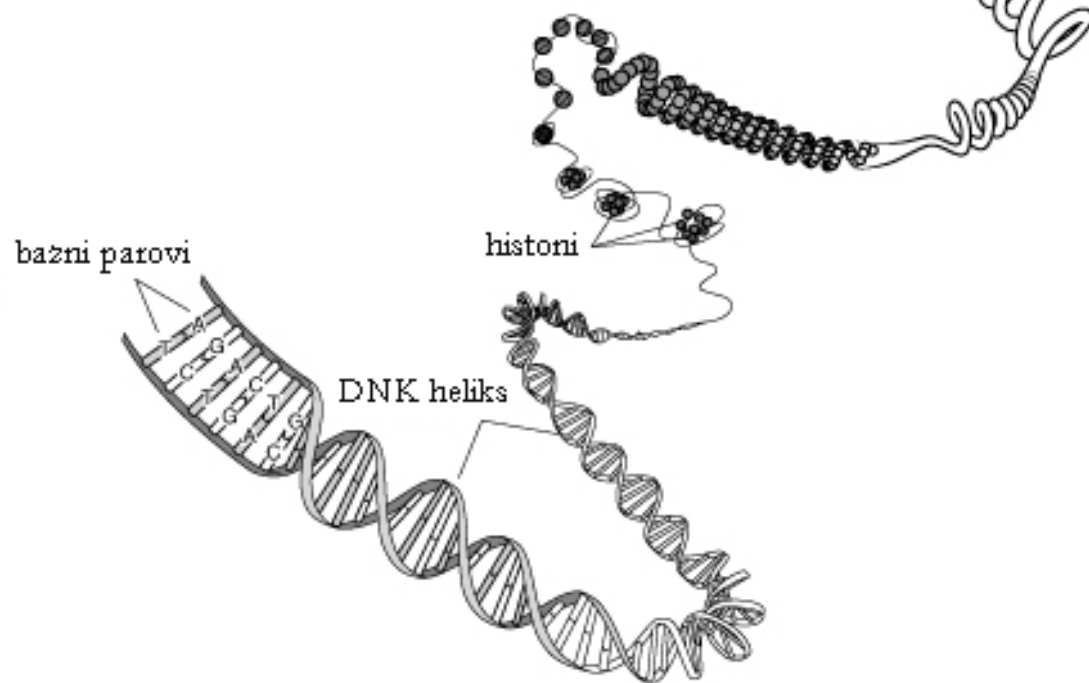




Metafazni hromozom  
(2 sestrinske hromatide)

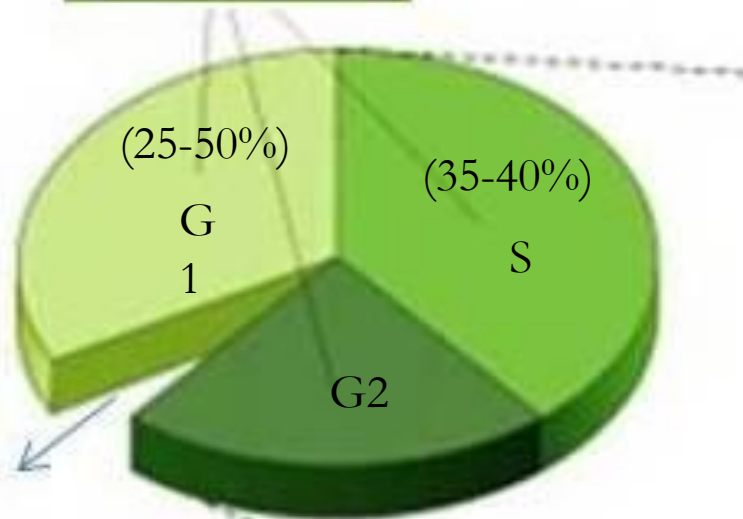
Broj hromozoma u jedru je stalan i karakterističan za vrstu. Skup svih hromozoma u jedru označen je kao ***kariotip***.

Vegetativne (somatske) ćelije sadrže dvije garniture hromozoma- ***diploidne***, a reproduktivne sadrže za pola manje- ***haploidne***.



# Ćelijski ciklus

interfaza



mitoza

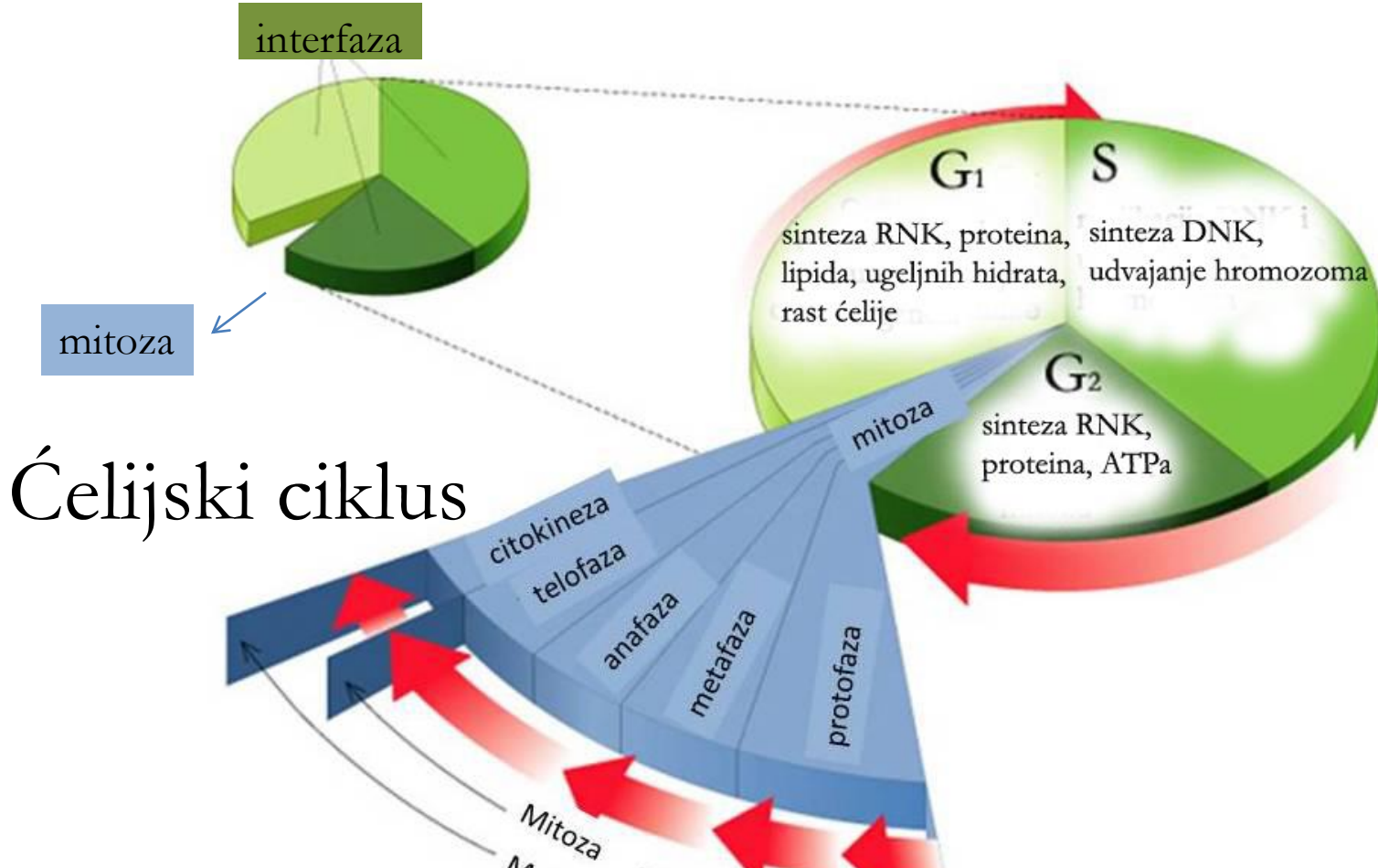
**INTERFAZA:** Sinteza proteina, nukelinskih kiselina, replikacija DNK, udvajanje hromozoma, sinteza ATPa. Odvija se kroz 3 faze:

**G1 persintetički period:** sinteza RNK i proteina, lipida i ugljenih hidrata praćena rastom ćelije

**S sintetički period:** sinteza DNK, udvajanje hromozoma ( $2 \times 2n$ ), sinteza histona

**G2 postsintetički period:** sinteza RNK, proteina, i ATPa potrebnog za mitozu

**MITOZA:** dioba ćelije uz istovremenu diobu jedra (**kariokineza**) i citoplazme (**citokineza**). Odvija se kroz 4 faze: profazu, metafazu, anafazu, telofazu, a **rezultat su 2 identične ćerke ćelije.**



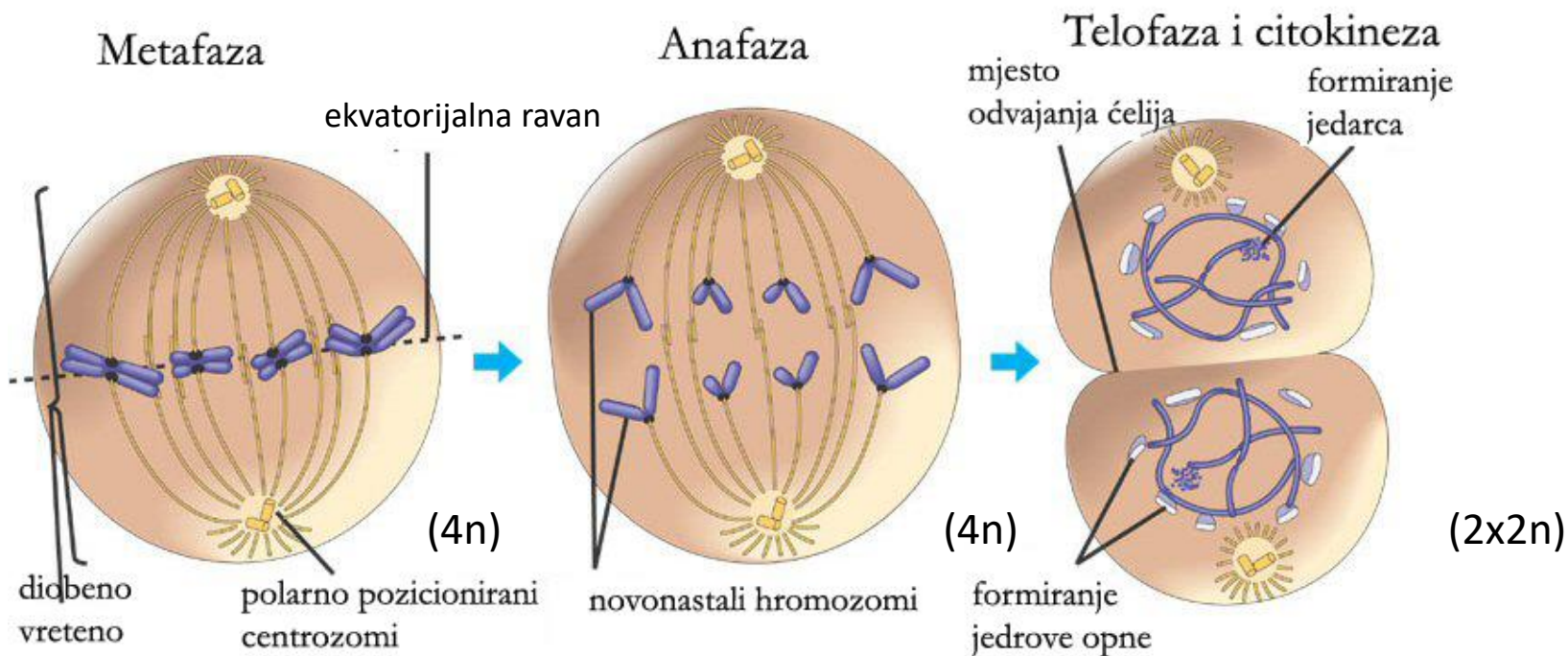
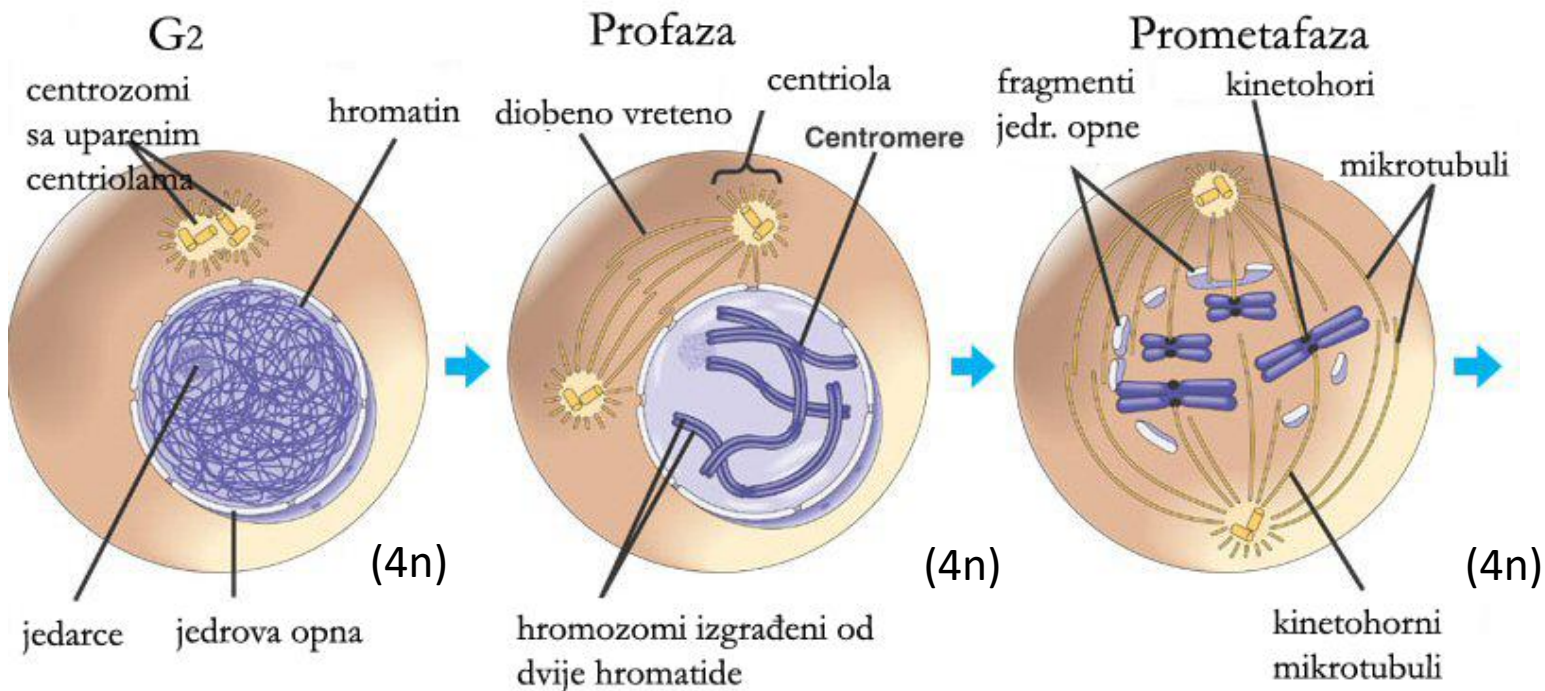
# Ćelijski ciklus

**Profaza-** skraćivanje hromozoma, iscezavanje jedarca, fragmentacija jedrove opne, početak stvaranja diobenog vretena.

**Metafaza-** stvaranje diobenog vretena, potpuna fragmentacija jedrove opne, rasporedjivanje hromozoma u ekvatorijalnu ploču, početak razdvajanja sestrinskih hromatida.

**Anafaza-** dijeljenje centromera i odvajanje hromatida ka polovima.

**Telofaza-** hromoneme se despiralizuju- razmotavaju i hromozomi se izdužuju i formiraju se jedarce i jedrova opna.



Klip o mitozu je dostupan na linku

<https://www.youtube.com/watch?v=4govZdjEBrs>

Mejoza- redukciona dioba, svojstvena  
reproduktivnim ćelijama

Ishod mejoze su 4 haploidne ćelije!



# Mejoza 1

interfaza

PROFAZA 1

METAFAZA 1

ANAFAZA 1

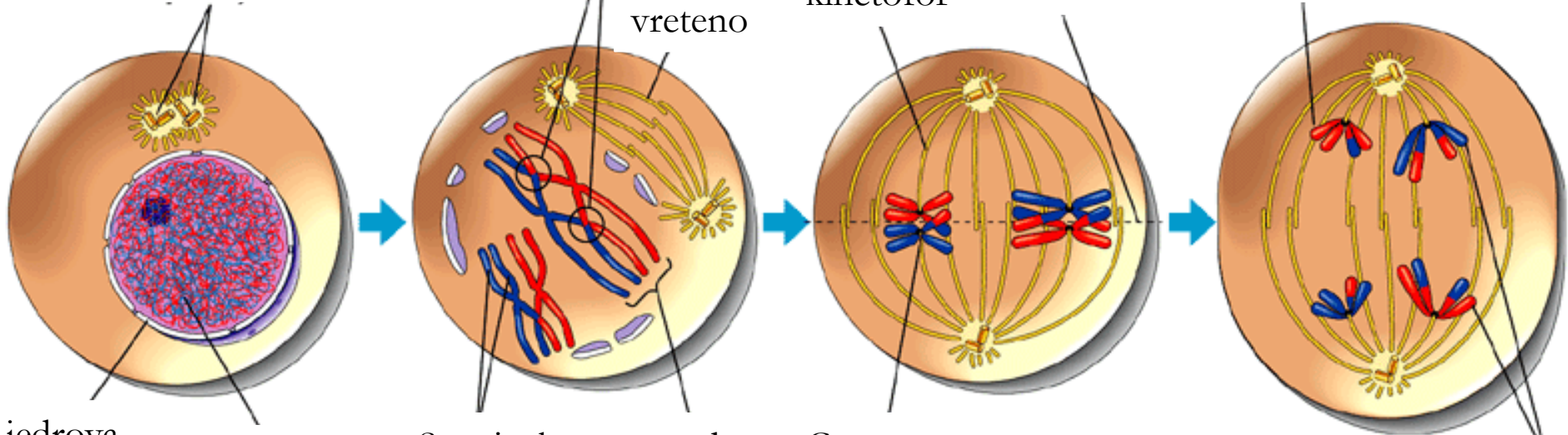
Centrozom sa parom centriola

hijazma  
diobeno vreteno

Mikrotubuli zakačeni za kinetofor

Ekvatorijalna ravan

Sestrinske hromatide



Sestrinska hromatida  
tetrade  
(4n)

Centromere sa kinetoforom  
(4n)

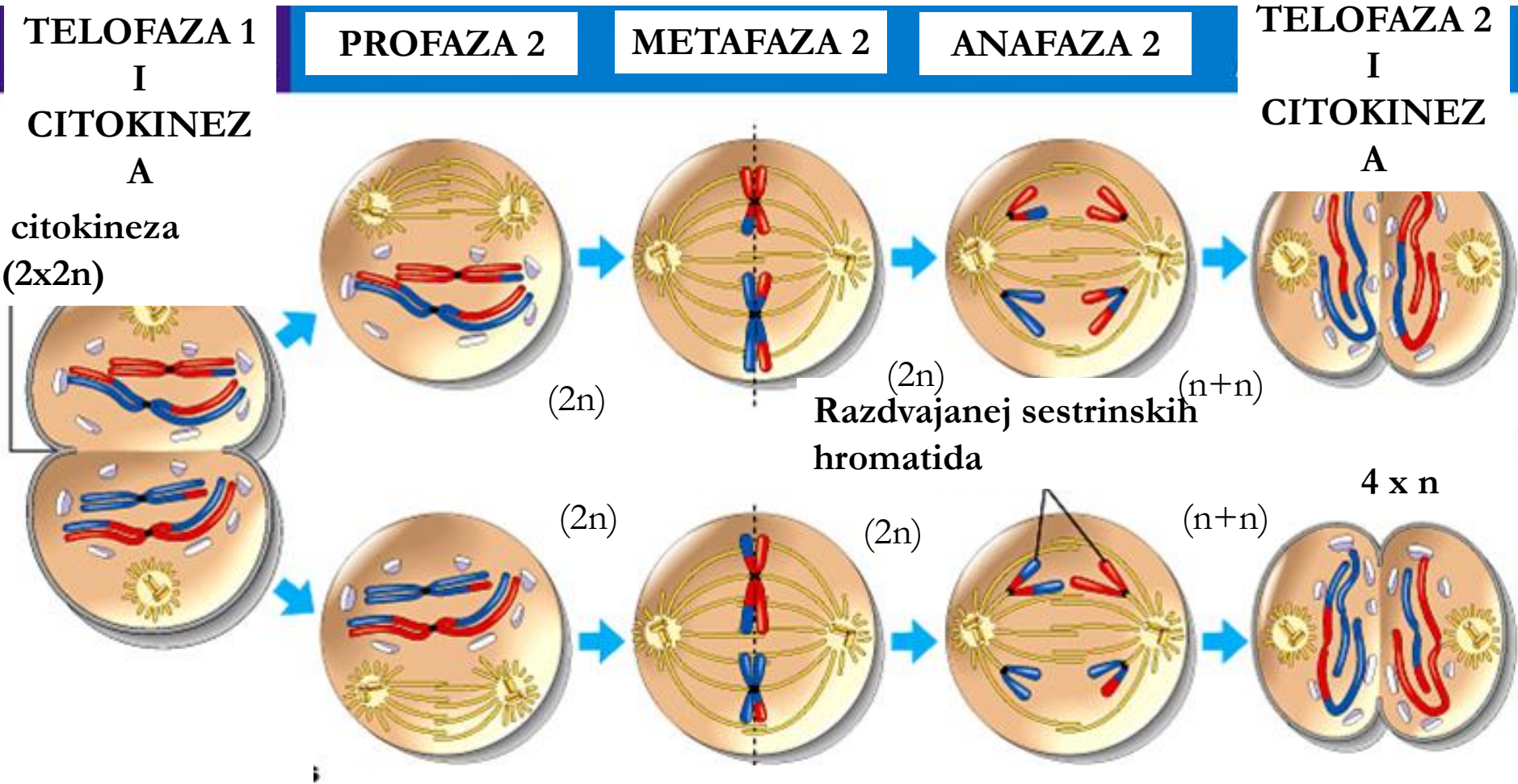
Odvajanje homologih hromozoma  
(2n+2n)

Duplikacija hromozoma (4n)

Crossing over- razmjena genetskog materijala između homologih hromozoma

Ekvatorijalna ravan

# Mejoza 2



Razdvajanje sestrinskih hromatida i nastanak 4 haploidne ćelije

Klip o mejozi je dostupan na linku:

[https://www.youtube.com/watch?v=D1\\_mQS\\_FZ0](https://www.youtube.com/watch?v=D1_mQS_FZ0)