

Evolūcija

16. tēma

Evolūcijas etapi

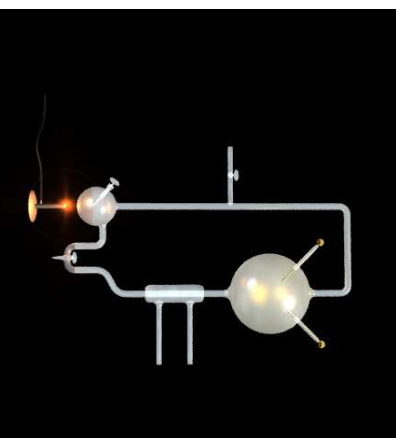
- organisko vielu izveidošanās
- organisko vielu polimēru izveidošanās
- organisko vielu kompleksu izveidošanās
- protošūnu izveidošanās
- metabolismo ceļu izveidošanās
- dzīvu šūnu izveidošanās
- endosimbioze
- sekundārā endosimbioze

Organisko vielu izveidošanās

- S.L.Millera rezultāti:
- No: CH_4 , NH_3 , H_2O un H_2 noslēgtā sistēmā izveidojas:
- urīnviela, aminoskābes (glicīns, alanīns u.c.), pienskābe, etiķskābe un formaldehīds.

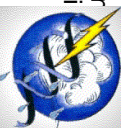


www.cbs.dtu.dk/dave/rao/ke/ bio101/ch19a.htm



Organisko vielu izveidošanās

- No: HCN (cianīda), CH_4 , NH_3 , H_2O un H_2 noslēgtā sistēmā izveidojas:
- urīnviela, aminoskābes (glicīns, alanīns u.c.), pienskābe, etiķskābe, formaldehīds, cukuri, purīni, pirimidīni un porfirīni.
- Aminoskābes un citas organiskās vielas ir atrastas meteorītos.
- Haleja komētas astes spektroskopiskā ar parādīja daudzu organisko vielu klātbūtni



Organisko polimēru izveidošanās

- Ūdens vidē parasti notiek nukleīnskābju, proteīnu, lipīdu un ogļhidrātu hidrolīze un sadalīšanās monomēros.
- Paaugstināta temperatūra un ūdens izvaikošana ļauj rasties polimēriem



Organisko polimēru izveidošanās

- Aminoskābēs 120°C – 200°C veido garus polipeptīdus, (proteinoīdus).
- Proteinoīdu veidošanos ūdens vidē stimulē arī cianīda un metālu klātbūtne



Organisko polimēru izveidošanās

- Nukleīnskābēs veidojas no nukleotīdiem polifosfātu klātbūtnē.
- Polifosfāti veidojas no fosfātiem 200°-350 °C.



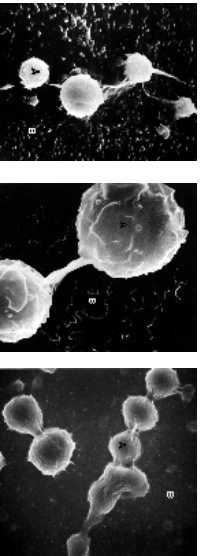
Organisko vielu kompleksu izveidošanās

- koacervācija
- proteinoīdu mikrosfēras
- lipīdu dubultslānis
- virsmu adsorbēcija

Koacervācija

- Polipeptīdi šķīdumā apvienojas pilienos $d=1-500\mu\text{m}$.
 - To nodrošina disulfīdu saites, hidrofobā mijiedarbība u.c.
 - Bieži izveidojas filmveida slānis.
 - Ja tas ir veidots no enzīmiem, tad var notikt enzimātiskas reakcijas.
- Oparins parādīja cietes veidošanos no cietes fosforilāzes, glikozes-1-fosfāta klātbūtnē.

Proteinoīdu mikrosfēras



Fokss demonstrēja, ka proteinoīdi ūdens vidē paugstinātā temperatūrā veido mikrosfēras.
Tās saglabā vāju enzimatisko aktivitāti.
Elektronmikroskopiski pētījumi parāda, ka tās spēj pumpuroties.

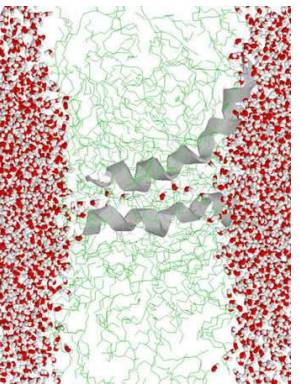
Lipīdu dubultslānis

- Fosfolipīdi un daži citi lipīdi ūdens vidē veido dubultslāni. Tas ir saistīts ar polāro ūdens molekulu ledarību uz nepolārajiem lipīdu molekulu daļām.
- Bieži izveidotais dubultslānis veido nelielas lodveida struktūras.
- Vezikulu virsmas kalpo vielu adsorbēcijai. Citas vielas var uzkrāties vezikulu iekšienē.
- Iespējama primitīva vezikulu reprodukcēšanas mehānisku spēku ietekmē (vijņi u.c.).
- Hipotētiskie apstākļi uz Zemes nebija piemēroti fosfolipīdu veidošanai. Tāpēc augsta fosfolipīdu koncentrācija, piemērota dubultslāņa veidošanai, liakas anšaiuhāma

Virsmu adsorbcija

- Zemes reģionos, kur bija seklāki ūdens slāņi, augsta temperatūra un nelielas silikātu daļiņas, varēja notikt aktīva organisko vielu rašanās un uzkrāšanās.

Protošūnas



- Ir pēdīts polipeptīds, kas veidots no sešma un leicīna atkārtojumiem. Eksperimentālajā sistēmā bija oktāna slānis starp diviem ūdens slāņiem.
- Peptīdu molekulas – pelēkas, ūdens :
 - H – sarkans, O balts.
- Struktūra rāda, ka caur membrānu var pārvietot ūdens molekulas.

Protošūnas

- Vezikulas varēja pārveidoties par protošūnām.
- Tām jāvar:
 - transportēt jonus un organiskās vielas;
 - uzvert un transformēt enerģiju;
 - sintezēt molekulas.

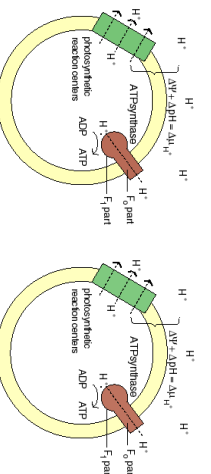
Lai to realizētu ir jābūt vezikulas apvalkam, kura centrālā daļa ir pildīta ar hidrofobām molekulu daļām un ārpusē ar hidrofilām. Šajā slānī jābūt ievietotiem polipeptīdiem, lai tie kā enzīmi vai transporta olbaltumvielas palīdzētu veikt iepriekšminētās funkcijas.

- Daudzi polipeptīdi spēji spontāni ievietojies membrānā un

Metaboliskie ceļi

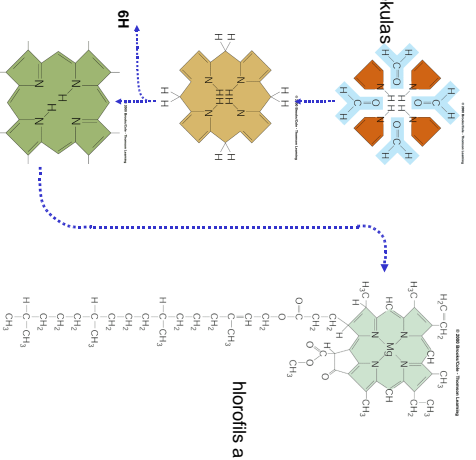
- Pirmās vielas, kuras varētu izmantot elektronu transportam protošūnās, bija **porfīni**.
- Veidojas Millera aparatā HCN klātbūtnē.

Metaboliskie ceļi



- <http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Node/5345/>

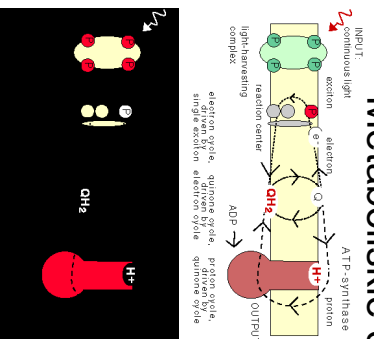
- 4 pirola gredzeni
- 4 formaldehīda molekulas



- porfīna gredzeni

hlorofils a

Metaboliskie ceļi



• <http://www.geocities.com/Research/Trinagle/Node/5343/>

Metaboliskie ceļi

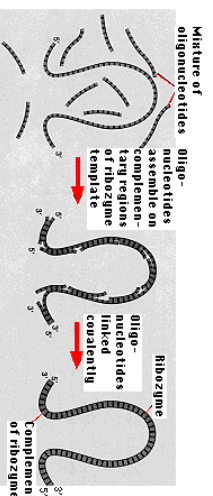
- RNS molekulas glabāja pirmos gēnus un darbojās kā enzīmi.
- Ribozīms – RNS molekula, kura darbojas kā enzīms.
- Vienlācīgi protošūnās atradās ribozīmi un polipeptīdi.
- RNS varētu veidoties par DNS, ja protošūnā būtu enzīms reversā transkriptāze
- Protošūna kura satur RNS vai DNS gēnus, veic replikāciju un proteīnu sintēzi ir saucama pa Tstu šūnu.
- **Ribozīmus atklāja T. Čečs un S. Almans un 1989 Ieguva Nobela prēmiju ķīmijā.**

Metaboliskie ceļi



- Primitīva zīlaļģe (*Chroococcidiopsis*), kura spēj uzturēties sāļā vidē un zemā temperatūrā.
- NASA mages <http://www.solstation.com/ife.htm>

Metaboliskie ceļi



• www.ultra.net.com/.../Biology/Pages/AAbioticSynthesis.html

Protošūnu izcelšanās

- Galvenā problēma ir tā, ka mūsdienu šūnām sastāvdaļas nerodas *de novo*.
- Membrānas veidojas ET
- Centriolas daļās

Šūnas sastāvdaļu veidošanai vajadzīga matricē!!!

Protošūnu izcelšanās

- Mūsdienu šūnas radušās no protošūnām.
- Protošūnas radušās uz Zemes.
- Protošūnas vai to daļas ir atnestas ar meteorītiem.
- Kosmosā atrodamas dzīvās šūnas.

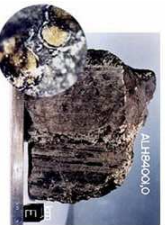
Protošūnas radušās uz Zemes

3,8 miljardus gadu atpakaļ uz Zemes bija:

- Gāzu maisījums atmosfērā un ūdenī.
(H_2 , N_2 , CO , CO_2 , H_2O)
- Augstāka temperatūra kā mūsdienās
- Augstāka radiācija kā mūsdienās.
- Vairāk ultravioletās radiācijas kā mūsdienās.



Protošūnas vai to daļas ir atnestas ar meteorītiem.



The scientific community's automatic denial of the possibility of alien life changed when an analysis of a meteorite from Mars (above) showed structures (inset) that may have been produced by organisms that once lived on the red planet. The debate on whether the globules are of biological or chemical origin continues.

- http://popularmechanics.com/science/space/1999/7/alien_world2/index5_d.html

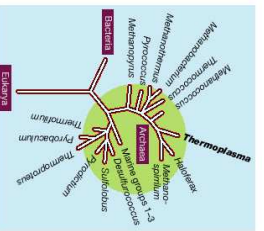
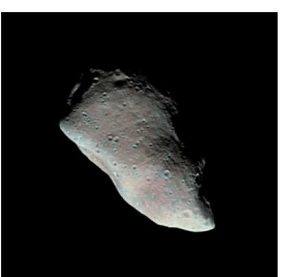


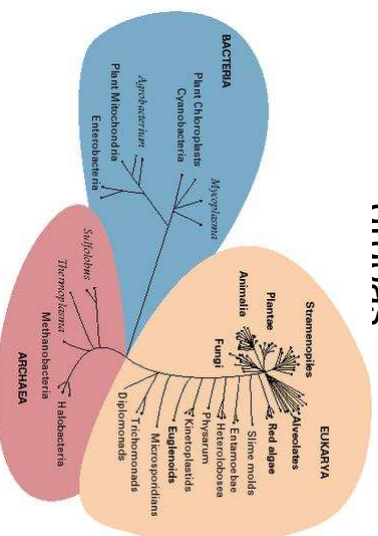
Figure 1 The three domains of life, showing how *Thermoplasma acidophilum* — the most ancient archaeon known — fits into the evolutionary scheme of things. On the basis of its primitive morphology and the presence of what seem to be several primitive cellular structures, *T. acidophilum* was once thought to be an ancestor of eukaryotic cells. But details of its genome sequence make this unlikely. This phylogenetic tree is based on 16S ribosomal RNA sequences (modified from ref. 12).

NATURE | VOL 401 | 28 SEPTEMBER 2000 | www.nature.com



- Viena no visvecākajām fosilijām.
- 3,85 miljardi gadu veca. Atrasta Grenlandē. Prokariotu šūnas ir izmantojušas ar ūdeņraði bagātus savienojumus.
- NASA <http://www.solarsystem.com/life.htm>

Galvenās dzīvo organismu grupas



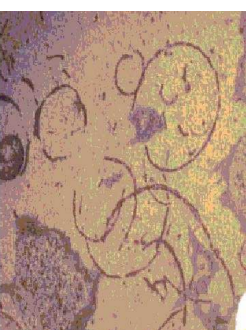
Evolūcijas etapi

- Pirmās prokariotu šūnas parādījās 3,8 milj.d.g. atpakaļ.
- Pirmās pierādāmās eikariotu šūnas parādījās 1,2 milj.d.g. atpakaļ.
- Senākās iespējamo eikariotu fosilās atliekas konstatētas 2,1 milj.d.g. vecos ležos.
- Ievērojama skābekļa daudzuma palielināšanās atmosfērā notikusi 2,1 milj.d.g. atpakaļ.



© 2000 Brooks/Cole - Thomson Learning

Stromatolīti - paveidienvēida zilaļģes.
3,4 miljardus gadu veci iēži



Eikarioti

Miġigana, Gripaniā, ~2. 1 miljardi gadu atpakaļ, šūna ar kodolu.

earth.usc.edu/~geol150/evolution/precambrian/rossis.html

Endosimbiozes teorija

Eikariotu šūnu rašanās izskaidro endosimbiozes teorija (L. Margulis).

Eikariotu šūnas ir endosimbioisks prokariotu šūnu komplekss.

Eikariotu šūnu priekšteči ir iekļāvuši šūnu iekšienē prokariotiskus simbiotus:

- aerobas baktērijas;
- fotosintezējošas baktērijas.

Svarīgākās eikariotu šūnu sastāvdaļas

- Iekšējo membrānu sistēma: kodols, endoplazmatiskais tīkls, Goldži komplekss.
- Lizosomas (Vakuolas).
- Peroksisomas.
- Plastīdas.
- Mitohondriji.
- Veiņas un skropstiņas.
- Citoskelets: mikrocaurulītes, mikrofilamenti, starpfilamenti.

Šūnu evolūcijas jautājumi:

- cistoskeleta (eksociitozes un endociitozes) parādšanās???
- eikariotu viciņu izveidošanās ???
- kodola un endomembrānu sistēmas izveidošanās ???
- DNS saistīšanās ar histonu olbaltumvielām (hromosomas) ???
- sterolu sintēze ???
- mitohondriju parādīšanās ???
- mējozes un mitozes izveidošanās ???
- plastīdu parādīšanās ???

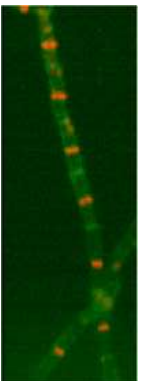
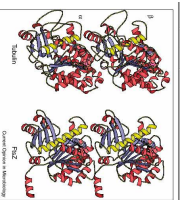
Fakti, kas atbalsta hloroplastu un mitohondriju endosimbioistisko izcelsmi

- Ultrastruktūra.
- Divu apvalka membrānu klātbūtne.
- Reakcija uz antibiotikām.
- Daļšanās nav atkarīga no kodola.
- Prokariotiem līdzīga DNS, RNS un ribosomas.
- Molekulārā filogēnēze.

Endosimbiozes teorija

- Prokariotiskā saimniekšūna ir bijusi līdzīga mūsdienu *Thermoplasma*, kura sastopama karstos un skābos ūdeņos (Margulis and Sagan 1987).
- Mitochondriju un peroksisomu priekšteči ir mūsdienu *Daptobacter* un *Bdellovibrio* līdzīgi prokarioti, kuri efektīvi izmanto skābekli (Margulis and Sagan 1987). Peroksisomu čāperoni atgādina mitochondriālos un tiek kodēti kodolā.
- Plastīdu priekšteči ir mūsdienu zilaļģēm *Cyanobacteria* līdzīgi organismi.
- Eikariotiem tipisko viciņu priekšteči varētu būt mūsdienu *Spirochetes* līdzīgi organismi.

Tubulīnam līdzīgie proteīni

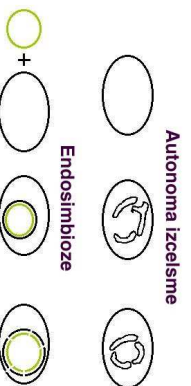


FtsZ novietojums eksponenciāli augošās *B. subtilis* šūnās.

FtsZ-sarkans, šūnas sienīņa - zaļa.

www.bbb.org.wustl.edu/levni/petracellis.html

Hipotēzes par kodola izcelsmi



Viciņu priekšteči



- Garas izstieptas šūnas, kuru diametrs ir 1µm, bet garums – 5-200µm.
- Tām ir aksāli filamentī, kas atgādina baktēriju viciņas. Tie ir novietoti starp protoplazmu un ārējo membrānu
- Atēļa redzama *Treponema* sp. šūna, kurai nav raksturīga ārējā membrāna.
- Tikai jāatceras, ka viciņas veido tubulīns.

Tubulīnam līdzīgie proteīni un hloroplastu dalīšanās

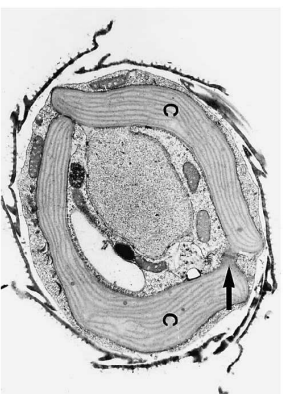
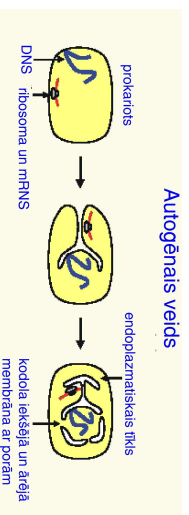
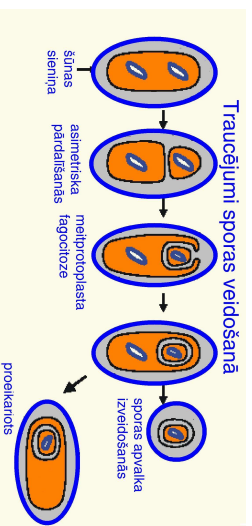


Figure 1. Transmission electron micrograph of *Medicago sativa* mesophyll chloroplasts. Transverse sections of the chloroplast are shown. The two lobes of the chloroplast (C) connected by an isthmus are indicated by an arrow (arrow head) (arrow) ($\times 15,000$).

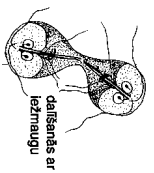
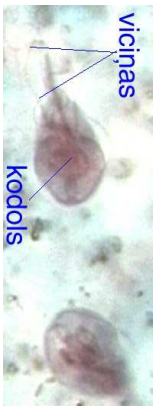
Probst, Vol 151, 11–16, May 2000. © Urban & Fischer Verlag
<http://www.urbanfischer.de/journals/probst>

Autogēnais veids





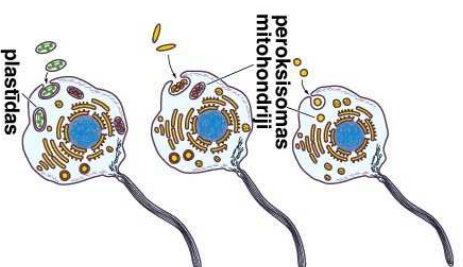
Eikarioti, kuriem nav mitohondriju un hloroplastu



http://www.ferns.edu/hmlts/academics/course_offering/cimlabb/courses/cils225/PARSTOULgltroimg.htm

Hloroplastu un mitohondriju ārējās membrānas

- Eikariotu šūnās kopīga izcelsme ir :
- abām kodola membrānām
- endoplazmatiskā tīkla membrānām
- mitohondriju ārējai membrānai
- hloroplastu ārējai membrānai



Membrānas

- Daudzi pētīnēki uzskata, ka ir kopīgs lumens, kas apvieno:
- kodola starpmembrānu telpu
- endoplazmatiskā tīkla telpu
- mitohondriju starpmembrānu telpu
- hloroplastu starpmembrānu telpu

Gēnu pārnese no organelām uz kodolu

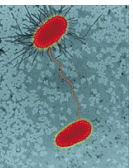
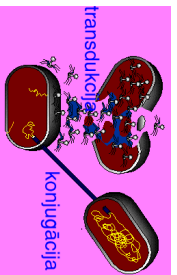
- Mitohondriji un hloroplasti kodē līdz 70 olbaltumvielām.
- Peroksisomām nav DNS, bet vairojas daloties
- Centriolas vairojas daloties.

Gēnu transports no plastīdām un mitohondrijiem uz kodolu

DNS uz kodolu var pārnest tieši vai ar RNS starpniecību.
Raugu šūnās mitohondriju gēnu pārnese ir 1 uz 10⁵ paaudzēm (Thorsness and Fox 1990 Blanchard and Schmidt 1995).

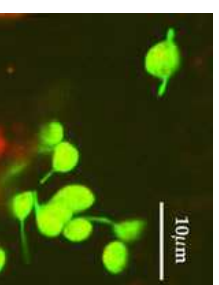
DNS pārnese baktēriju šūnās

- konjugācija
- transdukcija



DNS pārnese starp hloroplastiem

Hloroplastu izaugumi (stromules). Tās savieno hloroplastus vienotā tīklā, transportē proteīnus, var transportēt pat DNS.



Gēnu transports no plastīdām un mitohondrijiem uz kodolu

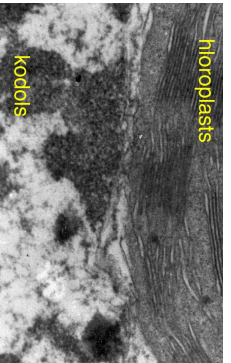
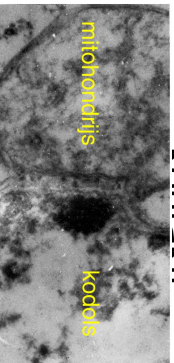
- Dinofitaļģēs (*Heterocapsa triquetra*) ir DNS minigredzeni 2-3 kbp lieli. Katram ir konservatīvs nekodējošs reģions (Zhang et al. 1999).
- Tos var viegli iesaiņot transportam un ar to izskaidro mazo hloroplastu genomu dinofitaļģēs (McFadden, 1999).

Gēnu transports no plastīdām un mitohondrijiem uz kodolu

- Gēnu pārnešana var notikt arī bez transporta caur citosolu, jo šūnās iespējami kodola ārējās membrānas kontakti ar hloroplastu un mitohondriju ārējām membrānām.

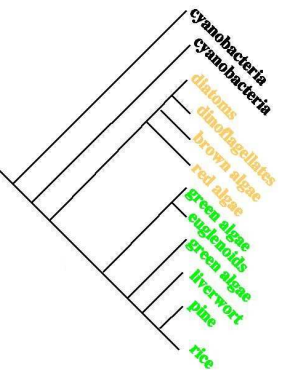
Organellu ārējo membrānu

kontakti



Sekundārā endosimbioze

Plastīdu filogēneze



Sekundārā endosimbioze

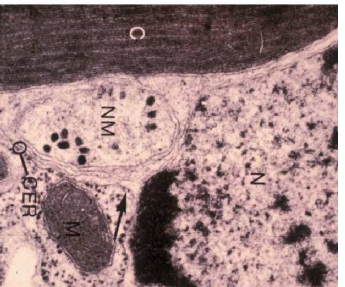
Daudzveidīgās plastīdas liek domāt par paralēlu evolūciju vai savstarpēji atšķirīgu izcelsmi. Pēcās galvenās grupas:

- *Rhodophyta* - hlorofīti a, 2 membrānas.
- *Heterokonts* - hlorofīti a un c, 4 membrānas.
- *Dinoflagellates* - hlorofīti a un c, 3 membrānas.
- *Euglenoids* - hlorofīti a un b, 3 membrānas.
- *Chlorophyta* - hlorofīti a un b, 2 membrānas.

Sekundārā endosimbioze

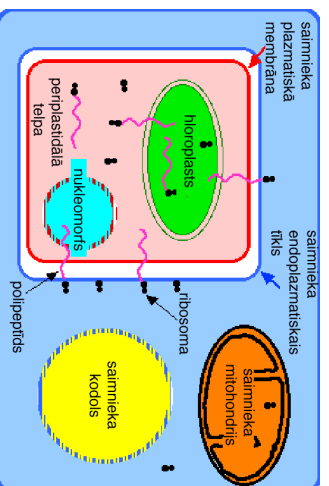
nukleomorfs
NM

chloroplasts
C



Nukleomorfs satur 3 hromosomas un kodē nedaudzu olbaltumvielu sintēzi.

Sekundārā endosimbioze



Kriptomonādes - eikariotiskas, vicinās šūnas, kuras ar endocitozes palīdzību iekļāvušās sārtajās.

Hromosīdas dinoftaljģēs

- Šīs primitīvās aļģu grupas kodola sistēmai ir prokariotu un eikariotu iezīmes. Šūnas satur endoplazmatisko tīklu, mitohondrijus, hloroplastus u.c. organelas līdzīgi kā augstāko augu šūnas. To ģenētisko materiālu ietver kodola apvalks. Kodola iekšienē ir 12 - 400 sīki baktēriju nukleotīdiem līdzīgi veidojumi. Tos sauc par **hromosīdām**. Hromosīdu diametrs ir 3 - 8 nm. Dinoftaljģēm, tāpat kā baktērijām, DNS ir saistīta ar histoniem līdzīgām olbaltumvielām. Taču tās atšķiras gan no prokariotu, gan eikariotu olbaltumvielām. DNS molekulas ir novērojama eikariotiem līdzīga īpašība - to DNS satur lielus nekodējošus reģonus.

- Daļēnās laikā mikrocaunulītes caur atvērumiem kodola membrānā saistās ar hromosomām un nodrošina mitotisku hromosomu pārdalīšanu.

Sekundārā endosimbioze

