

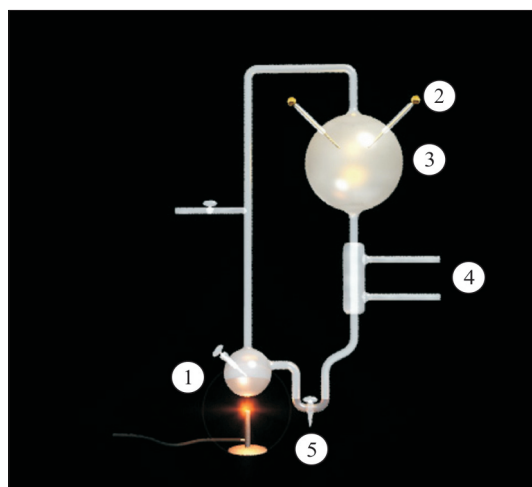
# 18. EVOLŪCIJA

## 18.1. Bioķīmiskā evolūcija

Bioķīmiskās evolūcijas hipotēze apgalvo, ka reducējošos apstākļos var veidoties sarežģītas organiskās vielas. Pirms 4,4 miljardiem gadu Zemes atmosfērā un ūdenī atradās  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ . Vides temperatūra bija augstāka nekā mūsdienās. Arī ultravioleto staru radiācija bija stiprāka nekā mūsdienās. Uz daudzām planētām Visumā šādi apstākļi pastāv vēl joprojām. Bioķīmiskās evolūcijas hipotēzi apstiprina arī kosmisko objektu analīze. Meteorītos ir konstatētas aminoskābes un citas organiskās vielas. Haleja komētas astes spektrālā analīze parādīja ļoti lielu organisko vielu daudzveidību. Organiskās vielas konstatētas arī starpzvaigžņu telpā.

Lai rastos šūna, nepieciešami vairāki posmi: organisko vielu izveidošanās, organisko vielu kompleksu izveidošanās, vezikulu izveidošanās, metabolisko sistēmu izveidošanās, pašreplīcējošu molekulu izveidošanās un protošūnu izveidošanās.

Stenlijs Millers un Harolds Jūrijs 1953. gadā izveidoja iekārtu, kura modelēja reducējošu atmosfēru (18.1. att.). Hermētiski noslēgtā sistēmā tika ievietotas galvenās reducējošas atmosfēras sastāvdaļas – ūdens, metāns, amonjaks un ūdeņradis. Karsējot izdalījās ūdens tvaiks un sasniedza iekārtas daļu, kurā veidojās gāzu maisījums. Šajā daļā notika elektriskās izlādes. Dzesēšanas sistēma nodrošināja gāzu atdzišanu un pārvēršanos šķidrumā, kurā tika pārbaudīta izveidoto vielu daudzveidība.



18.1. att. Iekārta reducējošas atmosfēras modelēšanai. 1 – ūdens sildīšana; 2 – elektrodi elektriskās izlādes nodrošināšanai; 3 – gāzu maisījums; 4 – dzesēšanas sistēma; 5 – kondensēto galaproduktu uzkrāšana

*No dzēstiem tīmekļa resursiem*

No organiskajām vielām pārsvarā varēja konstatēt urīnvielu, aminoskābes (glicīns un alanīns), pienskābi, etiķskābi un formaldehīdu.

Huans Oro 1961. gadā pierādīja, ka HCN klātbūtne nodrošina arī cukuru, purīnu, pirimidīnu un porfirīnu veidošanos. Purīni un piramidīni ir galvenā nukleotīdu sastāvdaļa, savukārt porfirīni ir to enzīmu galvenā daļa, kas šūnā ir saistīti ar enerģijas pārvēršanu no viena veida citā.

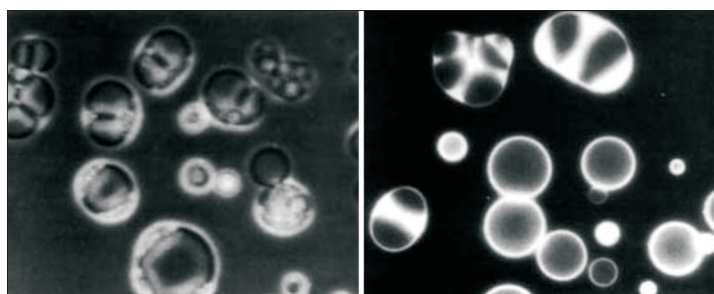
Ūdens vidē parasti notiek nukleīnskābju, proteīnu, lipīdu un ogļhidrātu hidrolīze un sadalīšanās monomēros. Paaugstināta temperatūra un ūdens iztvaikošana ļauj rasties polimēriem.

Ūdens vidē 120–200 °C temperatūrā HCN klātbūtnē aminoskābes apvienojas un izveidojas **proteinoīdi** (mākslīgi radīti proteīni). Nukleīnskābes veidojas no nukleotīdiem polifosfātu klātbūtnē. Polifosfāti veidojas no fosfātiem 200–350 °C temperatūrā.

Polipeptīdi šķīdumā apvienojas un veido plānu plēvīti, ko nodrošina disulfīdu saites, hidrofobā mijiedarbība u. c.

Sidnijs Fokss 1957. gadā demonstrēja, ka proteinoīdi ūdens vidē paaugstinātā temperatūrā veido mikrosfēras ar diametru 1–500 μm. Tās saglabā vāju enzimatisko aktivitāti. Elektronmikroskopiskie pētījumi parāda, ka mikrosfēras spēj pumpuroties. No tā var secināt, ka **dalīšanās nav tikai dzīvām šūnām raksturīga īpašība**.

Vezikulāras struktūras veidojas arī, ja šķīdina ūdenī no meteorītiem izdalītas organiskās vielas (18.2. att.). Mūsdienu šūnu membrānu galvenā sastāvdaļa ir lipīdi. Tāpēc šo eksperimentu rezultātus ir grūti izmantot šūnu veidošanās procesa izskaidrošanai.



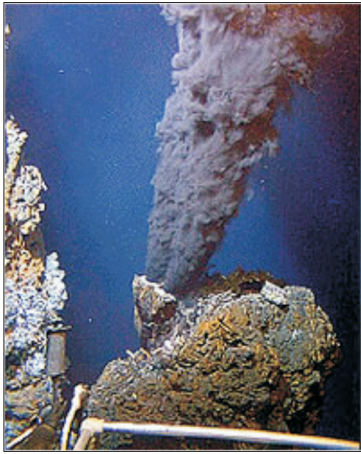
18.2. att. Vezikulu veidošanās no Murčisonas meteorīta policikliskajiem ogļūdeņražiem.  
Pa kreisi – fāžu kontrasta mikroskopija. Pa labi – fluorescences mikroskopija  
*No dzēstiem tīmekļa resursiem*

Fosfolipīdi un daži citi lipīdi ūdens vidē veido dubultslāni. Tas ir saistīts ar polāro ūdens molekulu iedarbību uz nepolārajām lipīdu molekulu daļām. Bieži izveidotais dubultslānis veido nelielas lodveida struktūras. Vezikulu virsmas nodrošina vielu adsorbciju. Citas vielas var uzkrāties vezikulu iekšienē. Iespējama primitīva vezikulu reproducēšanās mehānisku spēku ietekmē (viļņi u. c.). Hipotētiskie apstākļi uz Zemes pirms 3 miljardiem gadu nebija piemēroti fosfolipīdu veidošanai. Tāpēc augsta fosfolipīdu koncentrācija, kas piemērota dubultslāņa veidošanai, liekas apšaubāma.

Pagājušā gadsimta 80. gados Ginters Vehtershoizers izvirzīja dzelzs-sēra pasaules hipotēzi, kas postulēja, ka evolūcijas pamatā ir bioķīmisko ceļu evolūcija. Organisko vielu un dažāda lieluma organisko vielu oligomēru veidošanas enerģijas avots ir dzelzs sulfīda pārvēršanās atbrīvotā *red-oks* enerģija. Pētniekiem eksperimentāli izdevās iegūt dipeptīdus un tripeptīdus apstākļos, kas līdzinās zemes dzīlēs esošajiem apstākļiem.

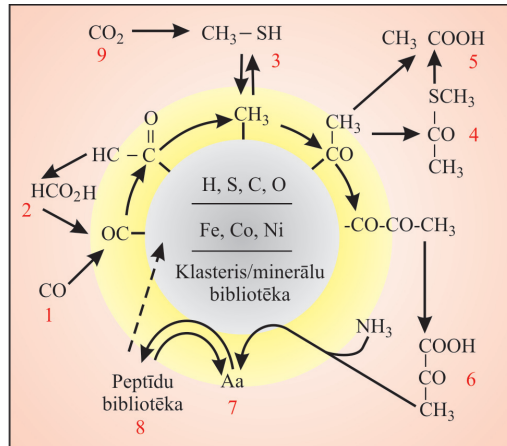
Okeānos esošie sēra avoti arī satur sulfīdus (18.3. att.). Šajos avotos ir augsta temperatūra un spiediens. Laboratorijās ir konstatēts, ka šādos apstākļos no CO<sub>2</sub> var veidoties etiķskābe, pirovīnogskābe un citi Krebsa ciklam raksturīgi savienojumi (18.4. att.). Ir pierādīts, ka no pirovīnogskābes pakāpeniski var veidoties vairākas aminoskābes, piemēram, alanīns, serīns.

Okeāna sēra avotu ieži ir poraini. Tas ļauj metabolītiem uzkrāties un veidot plānu plēvīti, kas norobežo poru, tādējādi veicinot organisko vielu uzkrāšanos un protošūnu veidošanos. Pēc šī modeļa no fosfolipīdiem veidotas membrānas būtu viens no pēdējiem posmiem protošūnu evolūcijā. Šis arguments izskaidro arī, kāpēc baktēriju, arhibaktēriju un eikariotu membrānām ir izveidojies atšķirīgs lipīdu sastāvs.



18.3. att. Sēra avots

[www.marinegpc.ucsb.edu/research/geology/black\\_smoker.jpg](http://www.marinegpc.ucsb.edu/research/geology/black_smoker.jpg)



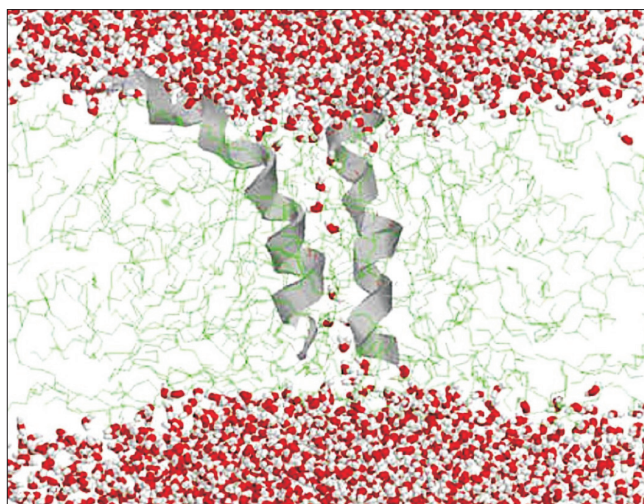
18.4. att. Ķīmiskās reakcijas, kas ir iespējamas sēravotu apstākļos

<http://ajdubre.tripod.com/Sci-Read-0/y-OriginLife-82500/OriginLifeSci-82500.html>

## 18.2. Protošūnas

Par protošūnām, kurām jāvar transportēt jonus un organiskās vielas, uztvert un transformēt enerģiju, sintezēt molekulas, varēja pārveidoties vezikulas. Lai to realizētu, ir jābūt vezikulas apvalkam, kura centrālā daļa ir pildīta ar hidrofobām molekulu daļām, bet ārpusē – ar hidrofilām molekulu daļām. Šajā slānī jāatrodas polipeptīdiem, lai tie kā enzīmi vai transporta olbaltumvielas palīdzētu veikt minētās funkcijas.

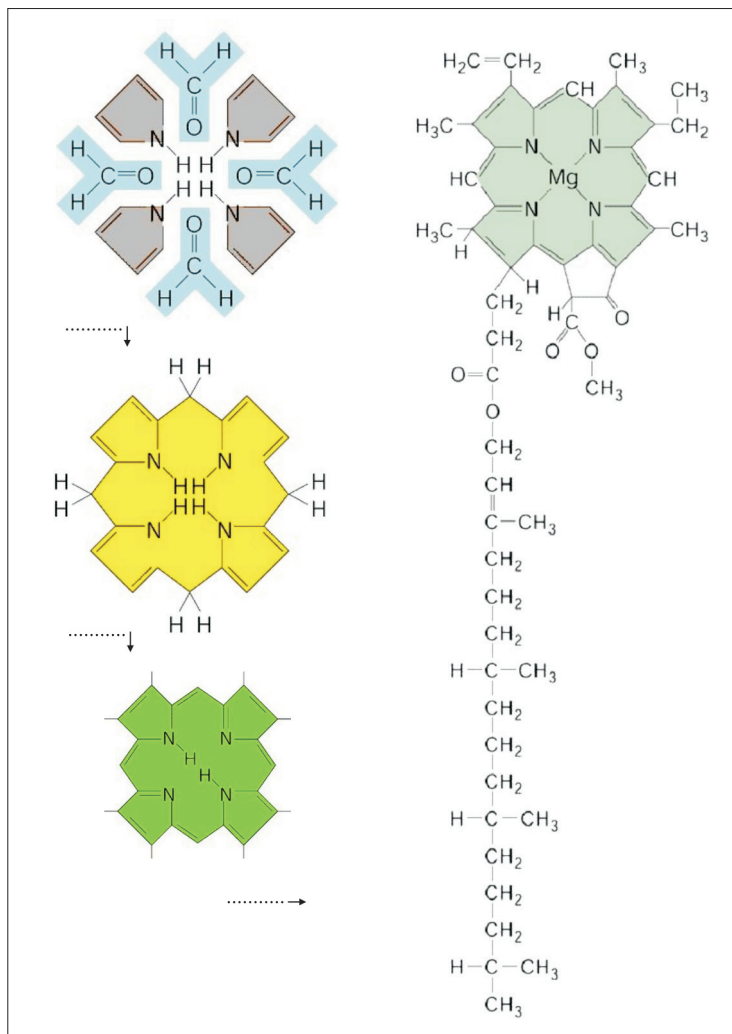
Daudzi polipeptīdi ūdens vidē spēj spontāni ievietoties membrānā un veidot kanālus. Ir veikti pētījumi, kā hidrofobā oktāna slānī novietojas polipeptīds, kas veidots no serīna un leicīna atkārtojumiem (18.5. att.). Struktūra rāda, ka caur membrānu var pārvietot ūdens molekulas.



18.5. att. Oktāna slānī ievietots peptīds transportē ūdens molekulas. Peptīdu molekulas – pelēkas, ūdens: H – sarkans, O balts, oktāna slānis – zaļš

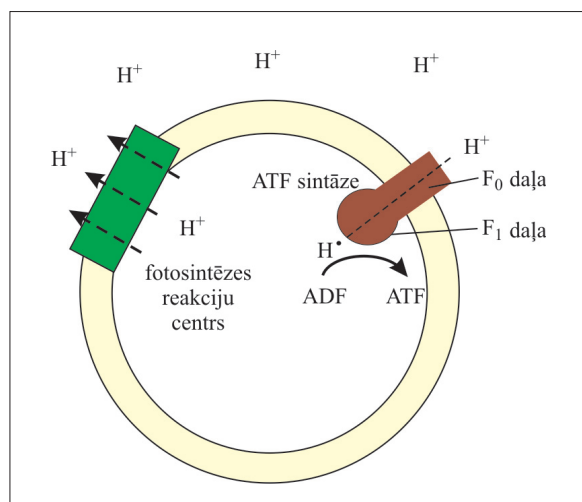
*No dzēstiem tīmekļa resursiem*

Pirmās vielas, kuras varēja izmantot elektronu transportam protošūnās, bija **porfirīni** (18.6. att.). Porfirīni veidojas Millera aparātā HCN klātbūtnē.



**18.6. att.** Hlorofila veidošanās posmi. Apvienojas četras pirola un četras formaldehīda molekulas, veidojot porfirīna gredzenus. Ja atņem  $H^+$  jonus un centrā ievieto  $Mg^{2+}$  jonu, tad izveidojas hlorofila molekulas aktīvais centrs

*Tūrs Selga LU BF*

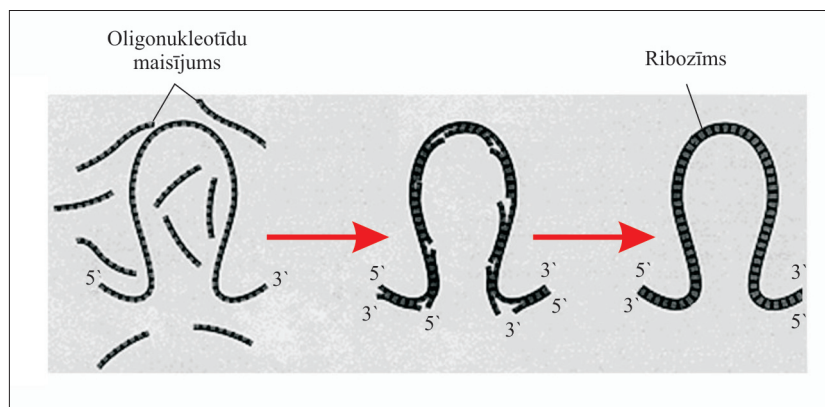


**18.7. att.** Vielmaiņa šūnā, izmantojot gaismas enerģiju  
<http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Node/5345/>

Nepieciešams, lai membrānā būtu iebūvēti divu veidu enzīmi. Pirmkārt, protošūnā ir vajadzīga elektronu pārnese membrānā, kas nodrošina aktīvu H<sup>+</sup> eksportu. Otrkārt, ir jābūt enzīmam, kas nodrošina ūdeņraža jonu difūziju saistībā ar ATF sintēzi.

Apskatīsim fotosintezējošas baktērijas piemēru. Membrānā ir iebūvēta fotosistēma, kas izmanto gaismas enerģiju, lai eksportētu H<sup>+</sup>, kā arī tajā atrodas ATF sintāze, kura izmanto H<sup>+</sup> difūziju, lai ražotu ATF (18.7. att.).

Protošūna var pārvērsties par šūnu, ja tajā ir gēni (DNS vai RNS molekulā) un tā veic olbaltumvielu sintēzi. Tiek uzskatīts, ka protošūnās parādījās RNS molekulas, kas spēja veikt olbaltumvielu sintēzi un replicēties (18.8. att.). Šādas RNS molekulas sauc par **ribozīmiem**. Tomass Čehs un Sidnijs Altmans par ribozīmu atklāšanu 1989. gadā saņēma Nobela prēmiju ķīmijā. Lai no RNS varētu izveidoties DNS, bija nepieciešams enzīms *reversā transkriptāze*.



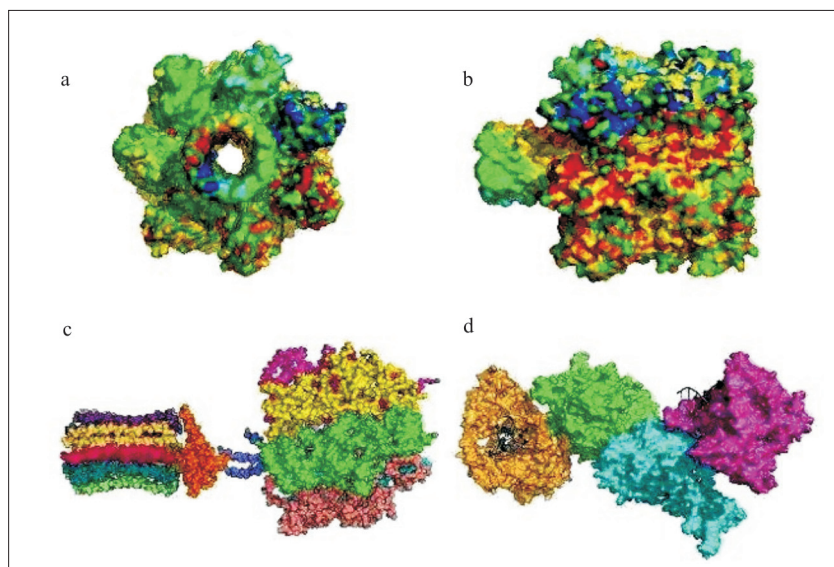
18.8. att. Ribozīms, izmantojot komplementaritātes principu, no oligonukleotīdiem veido jaunu RNS ķēdi  
[www.ultranet.com/.../BiologyPages/A/AbioticSynthesis.html](http://www.ultranet.com/.../BiologyPages/A/AbioticSynthesis.html)

Bioķīmiskās evolūcijas teorijas galvenā problēma ir tā, ka mūsdienu šūnām sastāvdaļas nerodas no jauna (*de novo*). Membrānas veidojas endoplazmatiskā tīkla augšanas rezultātā. Kodoli, mitohondriji, plastīdas un centriolas dalās. Augšanas procesā tie uzņem olbaltumvielas un lipīdus. Šūnas sastāvdaļu veidošanai vajadzīga **matrica!**

Tomēr eksperimentiem, kas tika veikti, lai pierādītu bioķīmiskās evolūcijas teoriju, ir liela nozīme ķīmijas, nanotehnoloģiju un molekulārās bioloģijas attīstībā.

### 18.3. Protošūnu modeļi

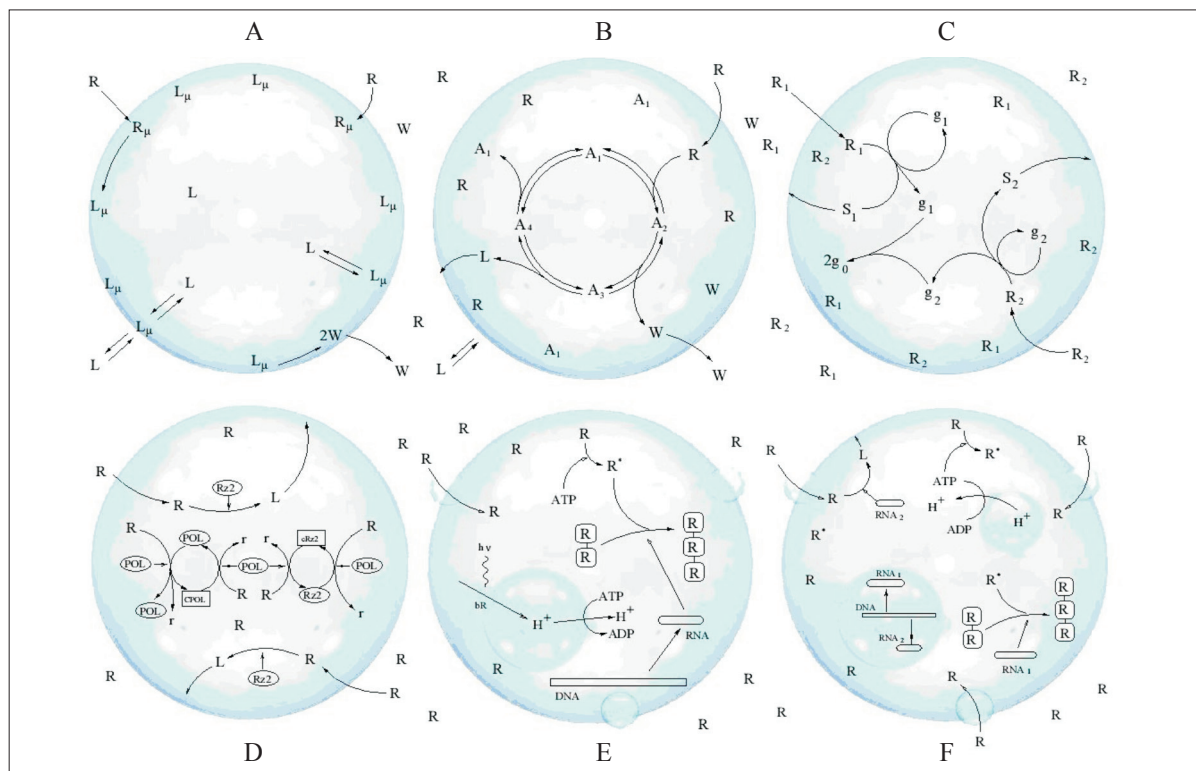
Daudzās laboratorijās tiek veikti pētījumi, lai izveidotu mākslīgo šūnu. Tie norisinās divos virzienos: no augšas (*top down*) un no lejas (*bottom up*). Pirmais veids paredz izpētīt vismazākos dzīvo šūnu genomus un to metaboliskās sistēmas. Otrajā gadījumā tiek pētīts, kādi elementi spēj **pašsavākties**, izveidot protošūnu, nodrošināt tajā noteiktas metaboliskās reakcijas un dalīšanos. Pētījumos tiek veidoti šūnu uzbūves matemātiskie modeļi vai arī laboratorijas apstākļos izveidotas protošūnas no elementiem, kas spontāni var grupēties atbilstoši to ķīmiskajām un fizikālajām īpašībām. Protošūnas veidošanai nepieciešamos lipīdus DNS, RNS un proteīnu sintēzes mašīnēriju sintezē no mākslīgām sastāvdaļām vai izmanto no šūnām izdalītas vielas (18.9. att.).



**18.9. att.** Protošūnu veidošanai izmantojamās makromolekulas: a un b – poras veidojošais proteīns hemolizīns. To izmanto, lai panāktu no fosfolipīdiem veidoto vezikulu membrānu selektīvu caurlaidību; c – ATF sintāze. Tā spontāni var ievietoties liposomu membrānās, sūknēt protonus un nodrošināt primitīvu metabolismu; d – T7 RNS polimerāze ar DNS fragmentu. Tā spēj protošūnās nodrošināt RNS sintēzi

*Mol. Syst. Biol., 2006, 2, 45*

Mūsdienās ir izveidoti vairāki darbīgi protošūnu modeļi un notiek mēģinājumi izveidot protošūnas ar efektīvu un precīzu dalīšanās sistēmu, vielu transporta, replikācijas un metabolisko reakciju sistēmām (18.10. att.).

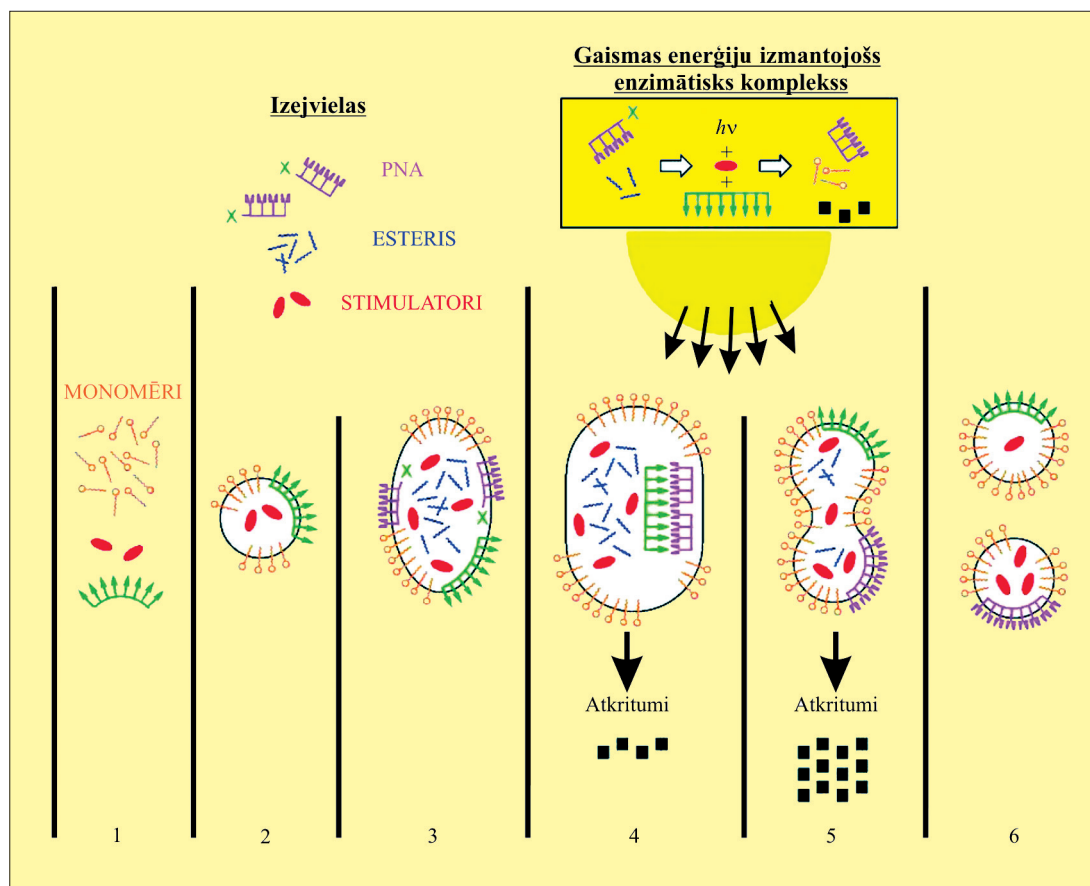


**18.10. att.** Protošūnu veidi. A – modelis, kurā var notikt replikācija un pārdalīšanās; B – modelis ar telpisku nestabilitāti un spēju mainīt membrānu konformāciju; C – modelis, kurā darbojas galvenās vielmaiņā iesaistītās reakcijas (hemotons); D – sintezējošas protošūnas ar ribozīmiem; E – protošūna, ar nodalījumu enerģijas veidošanai; F – minimāla šūna ar visiem šūnai raksturīgajiem komponentiem

*Phil. Trans. Roy. Soc. Lond., Ser. B, 2007*

Minimālās šūnas izveidošanas piemērs ir “Los Alamos bug” (18.11. att.). Entonijs Forsters un Džordžs Čērčs ir aprēķinājuši, ka minimālais šūnas gēnu skaits ir 151. Protošunai “Los Alamos bug” ir 113 000 bāzu pāru, un tā satur 151 gēnu.

Pirmajā posmā sistēmā tiek ievadītas vielas, kas veido virsmu, katalizē reakcijas un darbojas kā genoms. Otrajā posmā izveidojas micellas, kurās ievietojas katalizatori un uz kuru virsmas piestiprinās genoma funkcijas veicošie biopolimēri. Trešajā posmā sistēmai pievieno izejvielas (virsmu veidojošās vielas, katalizatorus un nukleotīdu oligomērus). Esošā informācija ļauj nodrošināt protošūnas augšanu un replikāciju. Gaismas enerģija kalpo, lai protošūnas varētu uzņemt virsmas priekštečus, nukleotīdu oligomēru priekštečus un izveidotu virsmu un oligomērus. Šajā procesā veidojas atkritumprodukti. Kad protošūna sasniedz kritisko lielumu, tā pārdalās. Tas noslēdz pirmo dzīves cikla daļu, un meitšūnu augšana un dalīšanās var turpināties.



18.11. att. Protošūnas “Los Alamos bug” veidošanās posmi.

1 un 2 – pašsavākšanās, 3 un 4 – augšana, 5 un 6 – dalīšanās. PNA – peptīdu un nukleīnskābes komplekss

*Mol. Syst. Biol.*, 2006, 2, 45

## 18.4. Pirmās šūnas

Pirmās šūnas ir parādījušās uz Zemes pirms 3,8 miljardiem gadu (18.12. att.). Par to liecina fosilie atradumi (18.12.–18.14. att.). Fosilo atradumu vecumu nosaka, mērot radioaktīvo elementu daudzumu. Par šūnu klātbūtni spriež pēc to izdalīto gāzu atstātajiem iedobumiem. Iespējams, ka daudzos gadījumos iedobumi radušies ķīmiskās reakcijās, kas nav bijušas saistītas

ar dzīvības procesiem. Līdzīga uzbūve ir arī meteorītiem, kas nākuši no Marsa, un paraugiem, kas iegūti, pētot šīs planētas virsmu (18.14. att.). Senākās prokariotu un eikariotu fosilijas neļauj spriest par šūnu uzbūvi.



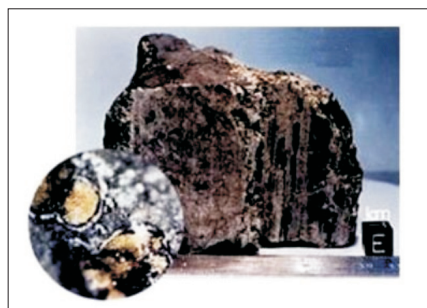
**18.12. att.** Viena no visvecākajām fosilijām atrasta Grenlandē. Tās vecums ir 3,85 miljardi gadu

<http://www.solstation.com/life.htm>



**18.13. att.** Stromatolīti – pavediņveida zilaļģes. 2,9 miljardus gadu veci ieži, Bolīvija

[http://www.fossilmuseum.net/Fossil\\_Galleries](http://www.fossilmuseum.net/Fossil_Galleries)

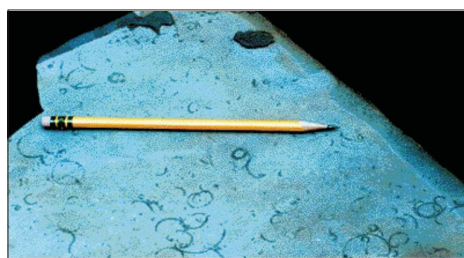


**18.14. att.** Marsa meteorīts, kas satur netiešus apstiprinājumus dzīvības procesā radītai iežu struktūrai

[http://popularmechanics.com/science/space/1999/7/alien\\_world2/index5.phtml](http://popularmechanics.com/science/space/1999/7/alien_world2/index5.phtml)

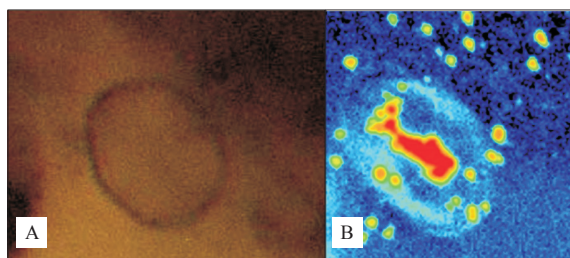
Pirmās eikariotu šūnas radušās pirms 2,1 miljardiem – 850 miljoniem gadu. Lielais laika diapazons izskaidrojams ar to, ka fosilajos organismos ir grūti pierādīt kodola klātbūtni. Savukārt minimālais vecums izriet no molekulārās evolūcijas aprēķiniem.

Vissenākās eikariotu fosilijas ir atrastas ASV Mičiganā (18.15. att.). To vecums ir 2,1 miljardi gadu. Paleontologi uzskata, ka tās ir vissenākās eikariotu šūnas, jo to garums var sasniegt 9 cm un tās pēc uzbūves atgādina Montanas štatā atrastās fotosintezējošu aļģu fosilijas. Mūsdienās var noteikt un vizualizēt elementu koncentrācijas fosilijās (18.15. un 18.16. att.). Tas ļauj atšķirt fosilijas no ķīmiskajos procesos veidotajām struktūrām.



**18.15. att.** Vissenākās eikariotu šūnu fosilijas

<http://www.lakesuperior.com/online/192/192strom.html>



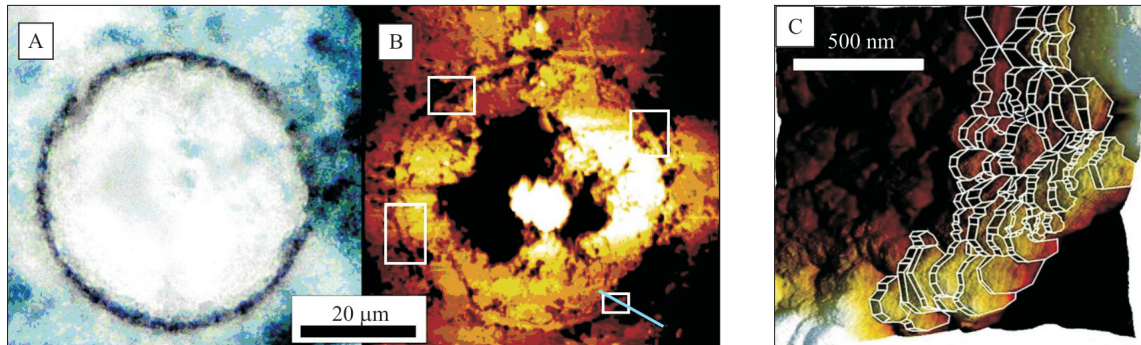
**18.16. att.** Organiskā oglekļa novietojums fosilijās. A – fosilija gaismas mikroskopā; B – fosilija Ramana mikroskopā. Baltā krāsa norāda oglekļa klātbūtni

*Lunar and Planetary Science XXXVI, 2005*

Pie vissenākajām šūnām pieder *Acritarchs* (18.17. att.). To vecums ir vairāk nekā 1,6 miljardi gadu, un raksturīga pazīme ir šūnas apvalks, kas veidots no policikliskiem aromātiskajiem ogļhidrātiem. Paleontologi uzskata, ka *Acritarchs* lielais šūnu diametrs un apvalka kompleksā uzbūve ļauj tos pieskaitīt eikariotiem. Lai raksturotu to daudzveidību un izplatību dažādos ģeoloģiskajos periodos, tiek pētīta šo šūnu apvalka uzbūve, izmantojot atomspēku mikroskopiju.

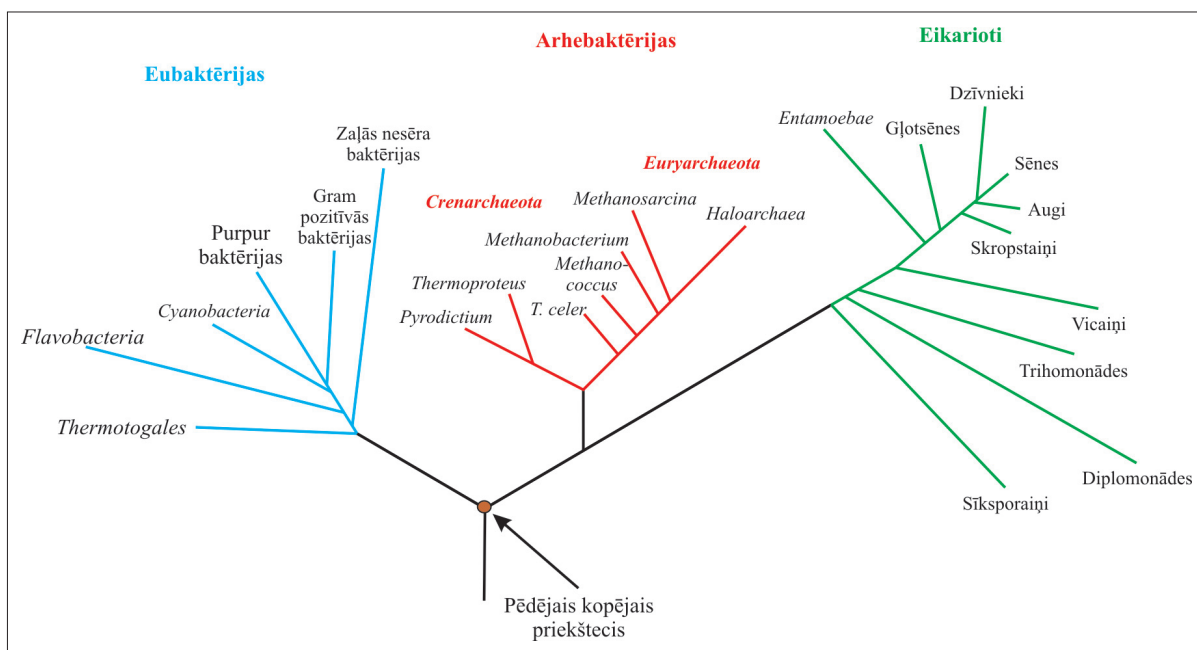
Nosakot šūnu radniecību un izcelsmi, tiek analizētas vairākas faktu grupas. Pirmkārt, tiek pētīta DNS molekulu homoloģija, vislielāko uzmanību pievēršot gēniem ar mazu mainību.





18.17. att. *Acritarchs* šūnu fosilijas. A – paraugs atstarotā gaismā; B – paraugs atomspēku mikroskopā; C – apvalka fragments ar plāksnītēm no policikliskajiem aromātiskajiem ogļhidrātiem  
PNAS, 2002, 99, 9117–9120

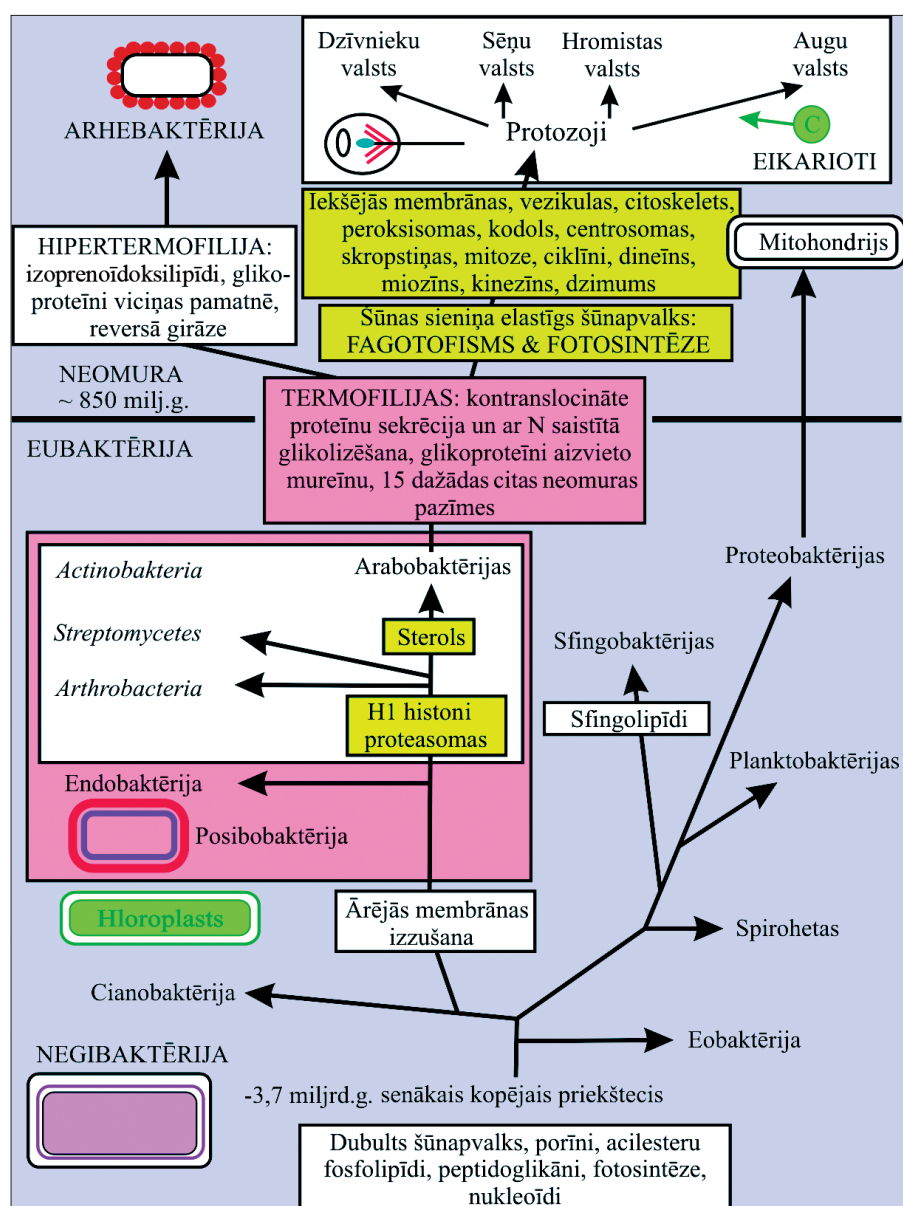
Tādi ir, piemēram, ribosomālo RNS kodējošie gēni. Diviem organismiem salīdzina viena gēna homologisku bāzu skaitu. Jo lielāka bāzu atšķirība, jo tālāka radniecība. (18.18. att.). Otrkārt, tiek pievērsta uzmanība aminoskābju secībai proteīnos. Arī šajā gadījumā analīzi sāk ar tiem proteīniem, kas evolūcijas procesā parādījušies visagrāk. Treškārt, tiek analizēta šūnu ultrastruktūra. Apkopojot visas trīs faktu grupas, var noteikt organisma vietu evolūcijas procesā. Daudzos gadījumos var konstatēt pretrunas, kas rodas tāpēc, ka atsevišķi gēni, olbaltumvielas vai organoīdi evolūcijas procesā parādījušies šūnās atkārtoti. Rezultātā veidojas pat atšķirīgas organismu klasifikācijas sistēmas, kuru piemērus aplūkosim tālāk.



18.18. att. Dzīvo organismu filoģenēze. Shēma veidota, izmantojot ribosomas mazās subvienības gēnu homoloģiju  
No dzēstiem tīmekļa resursiem

## 18.5. Prokariotu šūnu evolūcija

Viens no vispamatotākajiem ir Toma Kavaliera-Šmita evolūcijas koks (18.19. att.). Tas ir veidots pēc datiem, ko sniedz molekulārās evolūcijas, paleontoloģijas un šūnu bioloģijas pētījumi.



18.19. att. Toma Kavaliera-Šmita organismu filogēnēzes modelis  
*Int J Syst Evol Microbiol* (2002)

Vissenākajiem prokariotiem, kas radušies pirms 3,7 miljardiem gadu, bija nukleoīdi, no porīniem un esterus saturošiem fosfolipīdiem veidota plazmatiskā membrāna, kā arī šūnas sieniņa, kas saturēja peptidoglikānus un ārējo membrānu. Šūnas spēja veikt fotosintēzi.

Tālākajā evolūcijā no arheobaktērijas un eikariotus veidojošā zara atdalījās baktērijas un cianobaktērijas.

Evolūcijas gaitā arheobaktēriju un eikariotu priekštečiem attīstījās kompleksa enzīmu sistēma, kas nodrošināja ar aminoskābes "N" saistīto proteīnu glikozilēšanu. Tas ļāva atteikties no ārējās membrānas un aizstāt to mureīna, peptidoglikāniem un daudziem citiem komponentiem veidoto šūnas sieniņu ar vienkāršāku elastīgu šūnapvalku.

Tālāk sekoja lēcienveida evolucionāras izmaiņas, veidojot aktinobaktērijām līdzīgu šūnu. Šajās šūnās parādījās histonam H1 līdzīgi proteīni, kalmodulīnam līdzīgi proteīni, serīna/treonīna kināzes un enzīmātiska sistēma, kas sintezēja sterolus un fosfatidilinozitolu.

Arheobaktērijas, nezaudējot šūnas sieniņu, piemērojās arvien augstākai temperatūrai un sāļu koncentrācijai. Savukārt eikariotu priekšteči pazaudēja šūnas sieniņu. Tas deva eikariotiem

iespēju izveidot elastīgu šūnas apvalku un veikt fagocitozi. Dzīvesveida maiņa izraisīja daudzu citu īpašību maiņu: iekšējo membrānu sistēmas, peroksisomu, citoskeleta, poru kompleksa olbaltumvielu, kodola, centrosomas un viciņu izveidošanos, mitozes rašanos, motoro olbaltumvielu (dineīna, kinezīna, miozīna) un šūnas ciklu regulējošo ciklīnu parādīšanos, kā arī dzimumu nodalīšanos. Arhebaktēriju, baktēriju un eikariotu evolūcija noveda pie principiālām atšķirībām to genomos, uzbūvē un metabolismā (18.1. tabula).

18.1. tabula

## Arhebaktēriju, baktēriju un eikariotu salīdzinājums

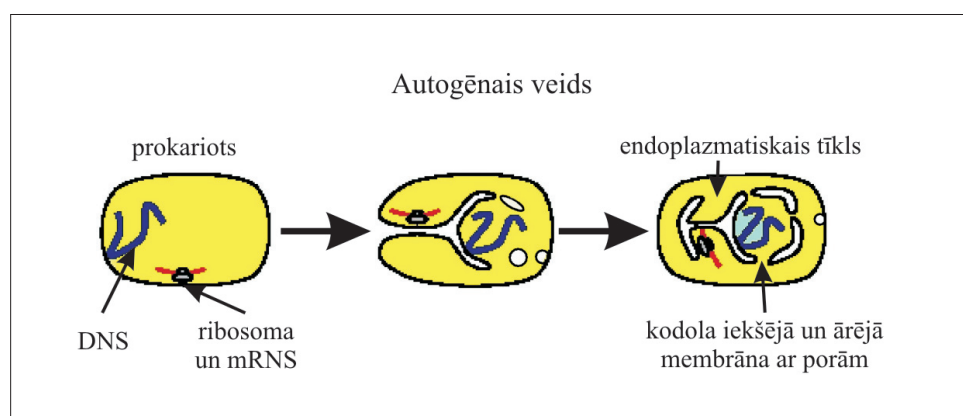
Īstās baktērijas ( <i>Eubacteria</i> )	Arhebaktērijas	Eikarioti
Nav kodola	Nav kodola	Ir kodols
Šūnas sienīnā ir mureīns	Šūnas sienīnā nav mureīna	Šūnas sienīnā nav mureīna
Nav konstatēta ar aminoskābi "N" saistīto proteīnu glikozilēšana	Konstatēta ar aminoskābi "N" saistīto proteīnu glikozilēšana	Konstatēta ar aminoskābi "N" saistīto proteīnu glikozilēšana
Membrānu lipīdos esteru saite	Membrānu lipīdos ēteru saite	Membrānu lipīdos esteru saite
RNS polimerāze ar 4 subvienībām	RNS polimerāze ar 8–12 subvienībām	RNS polimerāze ar 12–14 subvienībām
Iniciācijas tRNS kodē <i>formilMet</i>	Iniciācijas tRNS kodē <i>Met</i>	Iniciācijas tRNS kodē <i>Met</i>
Ribosomu sedimentācijas konstante 70S	Ribosomu sedimentācijas konstante 70S	Ribosomu sedimentācijas konstante 80S
rRNS sedimentācijas konstantes 23S, 16S, 5S	rRNS sedimentācijas konstantes 23S, 16S, 5S	rRNS sedimentācijas konstantes 28S, 18S, 5,8S un 5S
Nav intronu	Introni tRNS gēnos	Introni visā genomā
Viena RNS polimerāze	Viena RNS polimerāze	Trīs RNS polimerāzes
Nav poli-A secības mRNS 3' galā	Poli-A secība mRNS 3' galā	Poli-A secība mRNS 3' galā
Viena cirkulāra DNS molekula	Viena cirkulāra DNS molekula (?)	Daudzas lineāras DNS molekulas
Viens replikācijas sākumpunkts	Viens replikācijas sākumpunkts (?)	Vairāki replikācijas sākumpunkti
Haploīds genoms	Haploīds genoms	Diploīds un poliploīds genoms
Ribosomu darbību <b>neietekmē</b> difterijas eksotoksīns	Ribosomu darbību <b>ietekmē</b> difterijas eksotoksīns	Ribosomu darbību <b>ietekmē</b> difterijas eksotoksīns
Proteīnu sintēzi inhibē hloramfenikols	Proteīnu sintēzi <b>neietekmē</b> hloramfenikols	Proteīnu sintēzi <b>neietekmē</b> hloramfenikols
Proteīnu sintēzi <b>neietekmē</b> anisomicīns	Proteīnu sintēzi inhibē anisomicīns	Proteīnu sintēzi inhibē anisomicīns

## 18.6. Citosketa, kodola un mitozes rašanās

Eikariotu šūnu veidošanās procesā citoskelets, kodols un mitoze ir nesaraujami saistīti. Kodols nevar izveidoties, ja netiek nodrošināta DNS sadalīšana šūnas cikla laikā. DNS sadalīšana – mitoze – nav iespējama bez citoskeleta.

Eikariotu priekštečim bija izzudusi šūnas sienīņa un izveidojusies spēja veidot vezikulas. Membrānu ieliekšanās un vezikulu veidošanās evolūcijas gaitā nodrošināja pakāpenisku kodola apvalka membrānu izveidošanos (18.20. att.). Jau prokariotu šūnās DNS ir saistīta ar plazmatisko membrānu. Šajā daļā var būt piestiprināta arī RNS un ribosomas. Tādējādi šādas membrānas segmenta ieliekšanās rezultātā veidojas kodolam līdzīga struktūra.

Līdz ar kodola membrānu veidošanos notika arī poru kompleksa veidošanās. Šajā procesā liela nozīme bija plazmatiskās membrānas spējai veidot vezikulas, kuru membrānas satur olbaltumvielas ar poru veidojošo olbaltumvielu priekštečiem. Aprakstīto procesu sauc par **autogēno** kodola izveidošanās hipotēzi.



18.20. att. Kodola autogēna izveidošanās

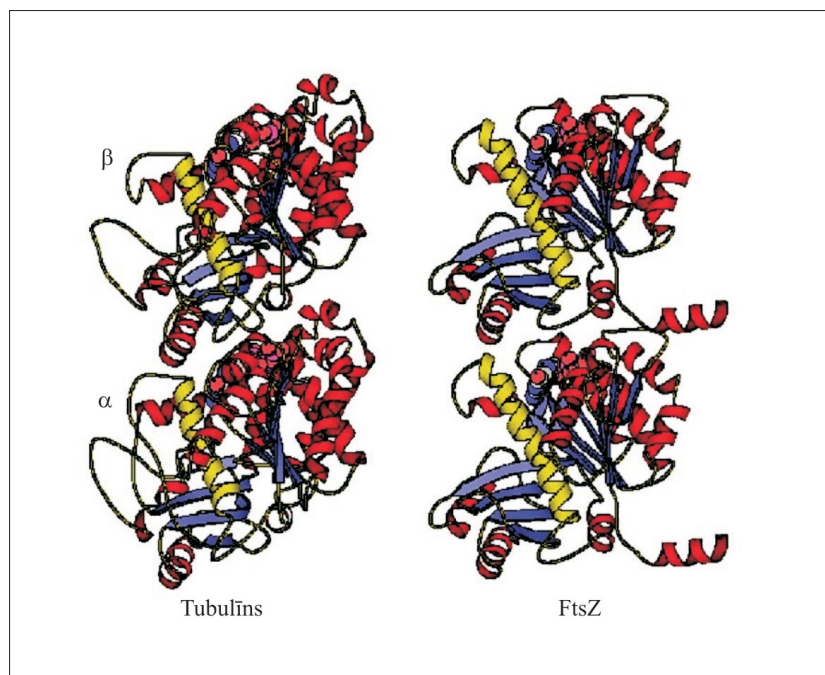
Tūrs Selga LU BF

Posibaktērijās ir proteīni, kas līdzinās eikariotu hromosomālajiem proteīniem. Abos gadījumos tie nodrošina DNS sadalīšanu. Vienam no šiem bakteriālajiem proteīniem – MukB – ir motorā funkcija. Prokariotos ir arī FtsZ proteīni, kas uzskatāmi par tubulīna priekštečiem (18.21. att.). Šo olbaltumvielu evolūcija ir saistāma ar centrosomu un citoskeleta veidošanos.

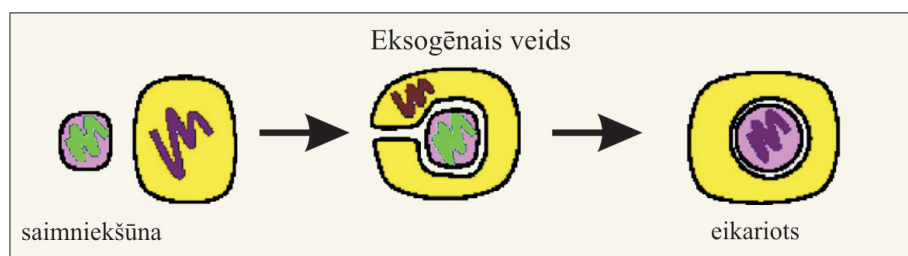
No bakteriālās serīna/treonīna kināžu sistēmas un 20S proteosomām eikariotu šūnās pakāpeniski izveidojās šūnas cikla kontroles sistēma, kas ļāva iestāties mitozes anafāzei un pēc tam šūnas cikla G1 fāzei. Ļoti svarīga bija B ciklīniem līdzīgu proteīnu parādīšanās, lai regulētu serīna/treonīna kināzes sistēmu, un kohezīniem līdzīgu proteīnu parādīšanās, lai nodrošinātu hromatīdu savienošanos ar iespēju tās mitozē atdalīt.

1996. gadā tika izteikta **eksogēnas** kodola izcelsmes hipotēze (18.22. att.). Saskaņā ar to eikariotiskās šūnas ir veidojušās divu prokariotisku šūnu – gramnegatīvas *Eubacteria* šūnas (saimnieks) bez šūnapvalka un *Archebacteria* šūnas (simbionts) – saplūšanas rezultātā, abiem organismiem dodot vienādu ieguldījumu jaunās šūnas genomā. Šādā veidā tika mēģināts izskaidrot to, ka eikariotu šūnu kodolos ir gan baktērijām, gan arhibaktērijām līdzīgi gēni. Šīs hipotēzes trūkums ir tas, ka netiek ņemtas vērā pārējās šūnas izmaiņas, kas saistītas ar kodola

izveidošanos, t. i., endosimbionta šūnas sienīgas izžušana, DNS pārdaļīšana u. c.



18.21. att. FtsZ un tubulīna uzbūves līdzība  
*Current Opinion in Microbiology*



18.22. att. Kodola eksogēna izveidošanās  
*Tūrs Selga LU BF*

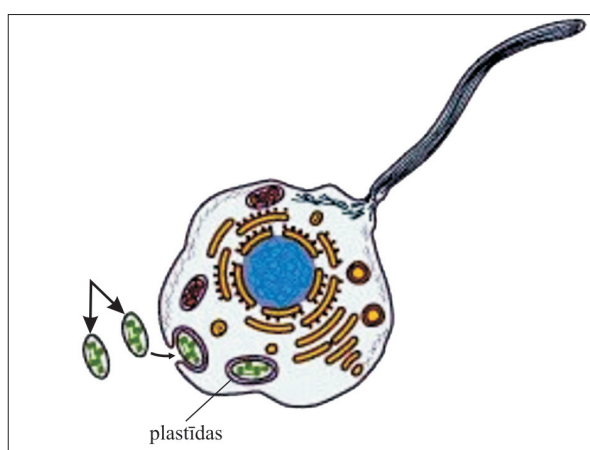
## 18.7. Endosimbiozes teorija

Krievu zinātnieks Konstantīns Meresčkovskis 1905. gadā rakstīja, ka augu šūnās redzamās plastīdas ir veidojušās no zilaļģēm līdzīgiem organismiem. Amerikāņu biologs Ivans Vallins 20. gs. 20. gados apgalvoja, ka mitohondriji ir veidojušies no aerobām baktērijām. **Endosimbiozes teoriju** 1981. gadā formulēja Linna Margulisa grāmatā “Simbioze šūnas evolūcijā”. Viņa uzskata, ka eikariotu šūnas radās kā prokariota mijiedarbība ar cita organisma šūnu. Ar laiku šī kompleksa sastāvdaļas kļuva par saimniekšūnas organellām. Organellas sencis varēja gūt labumu kā iekšējs parazīts. Endosimbiozes teorija postulē, ka mitohondrija senči bijuši brīvi dzīvojošas baktērijas, kas ir līdzīgas mūsdienu *Daptobacter* un *Bdellovibrio*; hloroplastu priekšteči bijuši pastāvīgi fotosintezējoši mūsdienu *Cyanobacteria* līdzīgi organismi; saimniekšūnas bijušas līdzīgas mūsdienu *Archaeobacterium* pārstāvim *Thermoplasma*. *Archaeobacterium* varēja izdzīvot augstā temperatūrā un skābos apstākļos, kas bija raksturīgi uz Zemes pirms vairāk nekā trīs miljardiem gadu. Endosimbiozes teorijas pierādīšanai ir veikti ļoti plaši zinātniski pētījumi.

## 18.8. Hloroplastu un mitohondriju izcelsme

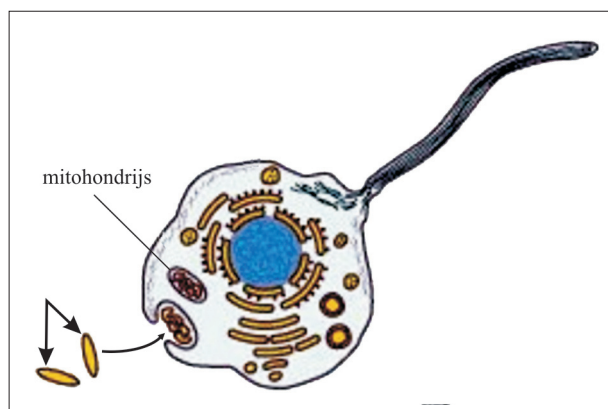
Plastīdas veidojušās no evolūcijas sākumā atdalītajām cianobaktērijām (zilaļģēm). Augu priekštecis bijusi aeroba, fagotrofa šūna ar divām viciņām (18.23. att.). Spriežot pēc rRNS homoloģijas, atdalīšanās notikusi pirms 600 000 gadu. Eikariotu šūnās iekļuvušās cianobaktērijas zaudēja šūnas sienīņu, bet saglabāja abas apvalka membrānas. Hloroplastu ribosomas ir daudz mazāk mainījušās nekā mitohondriju ribosomas. Savukārt, kā redzams no dažādu organismu plastīdu rRNS homoloģijas, rRNS ir ļoti strauji diverģējuši.

Evolūcijas gaitā mainījusies fotosintezējošo membrānu un hlorofila uzbūve. Fotosistēma I atgādina zaļo sēra baktēriju fotosistēmu. Kā primāro elektronu akceptoru tajā izmanto ferredoksīnu. Fotosistēma II atgādina purpura baktērijas. Tajā par elektronu akceptoru izmanto kvinonu. Baktērijās atrodas bakteriohlorofils. Savukārt hloroplastos ir hlorofils *a*, *b* vai *c*.

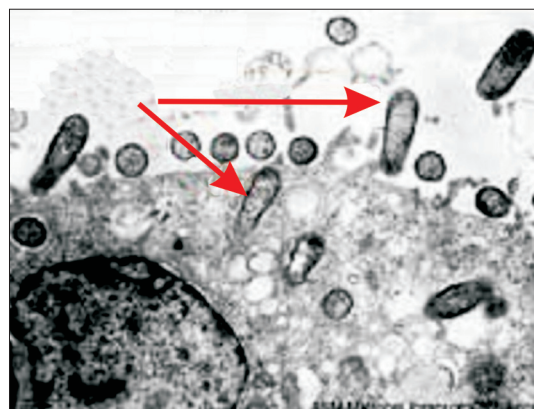


18.23. att. Plastīdu endosimbioze. Bultas norāda zilaļģes (cianobaktērijas)  
No dzēstiem tīmekļa resursiem

Mitohondriji šūnā var veidoties, tikai daloties, un kodola gēni kodē tikai daļu no proteīniem, kas nepieciešami šo organelu uzbūvei. Mitohondrijiem ir pašiem savs genoms – replikācijas, transkripcijas un proteīnu sintēzes mašīnērija, kas ir līdzīga prokariotiem. Tāpēc tiek uzskatīts, ka aerobas baktērijas ir iekļuvušās eikariotiskā saimniekšūnā (18.24. un 18.25. att.). Salīdzinot mitohondriālo DNS un dažādu baktēriju DNS, ir konstatēta liela homoloģija ar tīfu izraisīto baktēriju grupu *Rickettsia*.



18.24. att. Mitohondriju endosimbioze. Bultas norāda aerobās baktērijas  
No dzēstiem tīmekļa resursiem

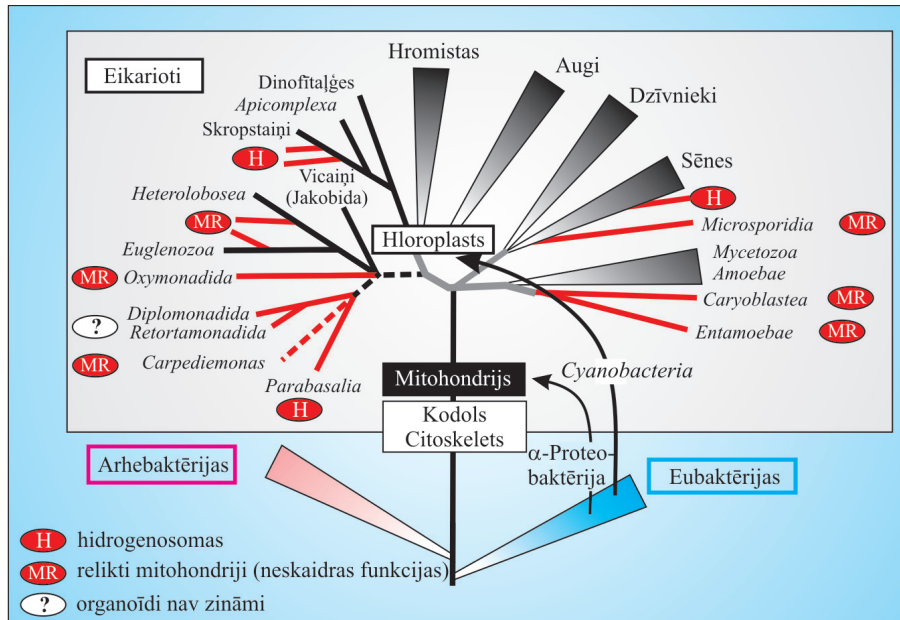


18.25. att. Mitohondrijiem radniecīgu baktēriju (*Rickettsia*) iekļūšana saimniekšūnā. Bultas norāda riketsijas

© D. H. Walker and V. Popov

Mitohondriju evolucionārā radniecība ar citām organismu grupām ir pētīta visplašāk. Tāpēc nākamajos piemēros sīkāk tiks apskatīti pētījumu rezultāti, kas atspoguļo evolucionāro pētījumu metodoloģiju.

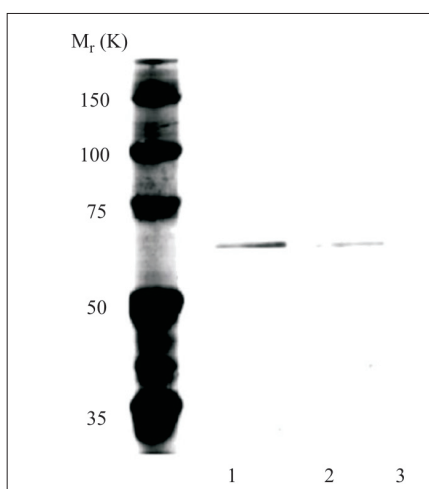
Sākotnēji endosimbiozes teorija paredzēja, ka pirmā ir izveidojusies eikariotu šūna ar kodolu, bet bez mitohondrijiem. Lai to pamatotu, tika meklēti organismi, kuriem nav mitohondriju. Mitohondriji nav atrodamī vairākos anaerobos apstākļos dzīvojošos organismos (18.26. att.).



18.26. att. Eikariotu šūnas ar mitohondrijiem un mitohondriju izcelsmi saistītām organellām. Ar melnu krāsu iezīmētie organismi satur eikariotiem tipiskus mitohondrijus

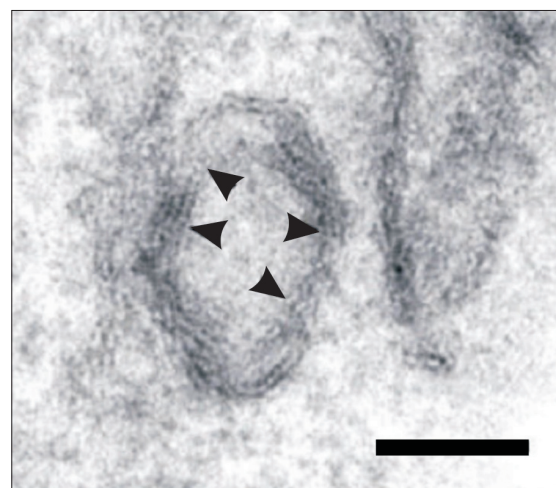
Nature, 2002, 418, 827–829

Lai pārbaudītu mitohondrijus nesaturošās šūnas, tika pētīts, vai tās satur mitohondrijiem raksturīgus proteīnus. Viens no viskonservatīvākajiem proteīniem ir *Hsp 70*, kas nodrošina olbaltumvielu importu mitohondrijos.



18.27. att. Mitohondriālā proteīna *Hsp70* atrašanās *Trachipleistophora hominis* šūnās. 1 – proteīnu ekstrakts no *T. hominis* sporām; 2 – proteīnu ekstrakts no *at T. hominis* inficētām RK šūnām; 3 – proteīnu ekstrakts no neinficētām RK šūnām. Gēla elektroforēze

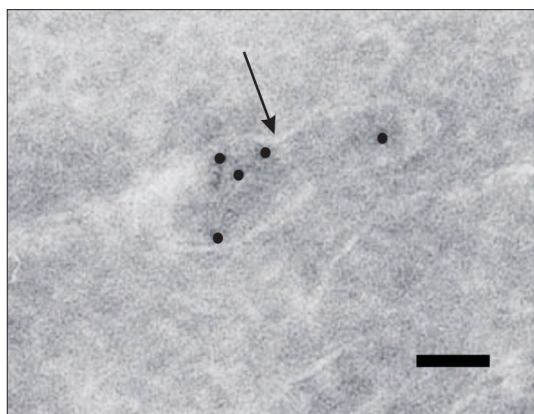
Nature, 2002, 418, 827–829



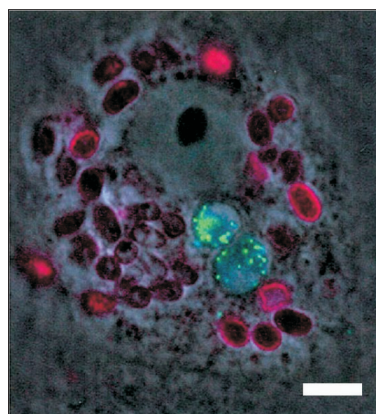
18.28. att. *Trachipleistophora hominis* inficētas šūnas. Bultiņa apzīmē patogēna membrānu

Nature, 2002, 418, 827–829

Evolucionārās radniecības pierādīšanai izmanto vairākas metodes (18.27.–18.30. att.). Tiek pārbaudīta interesējošo olbaltumvielu atrašanās audos (18.27. att.), pierādīta vēlamā šūnu tipa klātbūtne un tas, ka šūnas satur pētāmo olbaltumvielu, un, visbeidzot, noteikts proteīna novietojums šūnās (18.29. un 18.30. att.). Pētījumi pārliecinoši ir parādījuši, ka *T. hominis* šūnu priekšteči sākotnēji ir saturējuši mitohondrijus, un vēlāk tie reducējušies, dzīvojot anaerobos apstākļos.

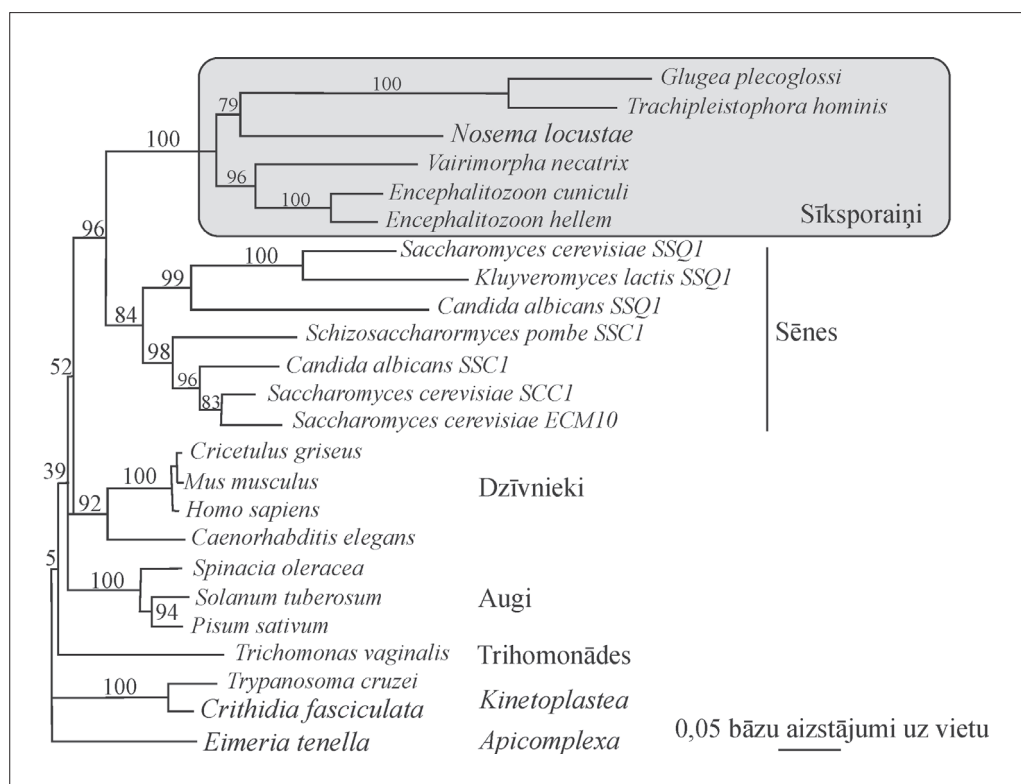


**18.29. att.** Mitohondriālā proteīna Hsp70 atrašanās *Trachipleistophora hominis* šūnās. Bultiņa apzīmē patogēna membrānu. Melnie plankumi ir antivielas un zelta daļiņu kompleksi  
*Nature*, 2002, 418, 827–829



**18.30. att.** Ar *Trachipleistophora hominis* inficētas truša nieru šūnas. Sarkanās – sporas, zilas – *T. hominis* šūnas, zaļie plankumi – Hsp 70 patogēna šūnās  
*Nature*, 2002, 418, 827–829

Lai noteiktu evolucionāro radniecību, tika analizēta *T. hominis* gēnu homologija ar citu organismu mitohondriālajiem gēniem. Pētījumā tika konstatēts, ka vislielākā homologija ir ar *Microsporida* mitohondriālajiem gēniem (18.31. att.).



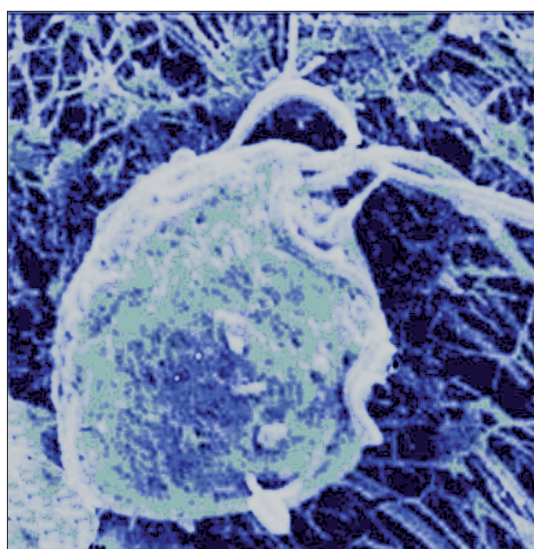
**18.31. att.** Mitohondriālo gēnu homologija ar *Trachipleistophora hominis* gēniem. Skaitļi norāda gēnu homologiju



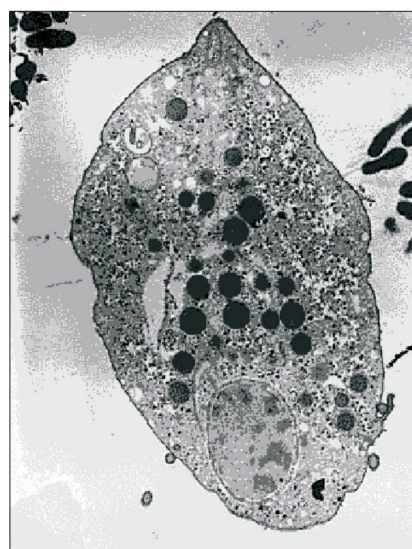
Citos pētījumos tika mēģināts noskaidrot, vai hidrogenosomām, kuras satur daudzi anaerobos apstākļos dzīvojoši viensūņņi, ir evolucionāra radniecība ar mitohondrijiem (18.32.–18.35. att.). Tika pārbaudītas divas hipotēzes:

- 1) sākotnējais mitohondriālais endosimbionts izveidojies par aerobi funkcionējošu mitohondriju, kas vēlāk ieguvis gēnus anaerobajam metabolismam un evolucionējis par hidrogenosomu;
- 2) mitohondriji un hidrogenosomas radušies no viena priekšteča – fakultatīvi anaeroba endosimbionta. Tas evolūcijas laikā specializējies gan aerobā, gan anaerobā virzienā.

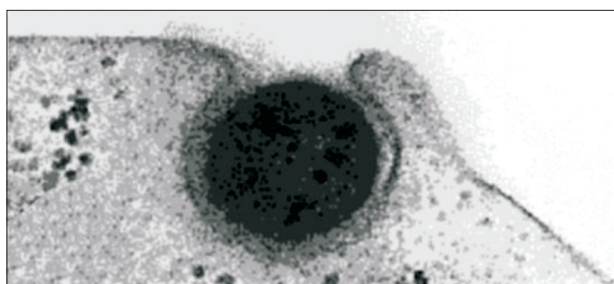
Pētījumos tika konstatēts, ka *Trichomonas vaginalis* šūnās ir daudz hidrogenosomu un šīs šūnas spēj fagocitēt baktērijas.



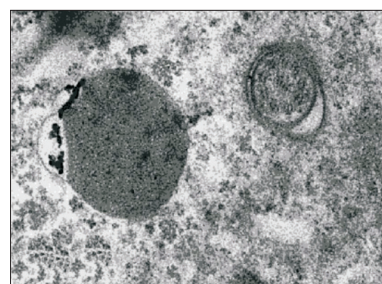
18.32. att. Ovāla *T. vaginalis* šūna (garums 6–28  $\mu\text{m}$ , platums 5–12  $\mu\text{m}$ ) ar 4 anteriori novietotām viciņām  
*Parasitol. di'a Santiago, 2001, 25, 3–4.*



18.33. att. Hidrogenosomas *T. vaginalis* šūnā  
*Parasitol. di'a Santiago, 2001, 25, 3–4.*

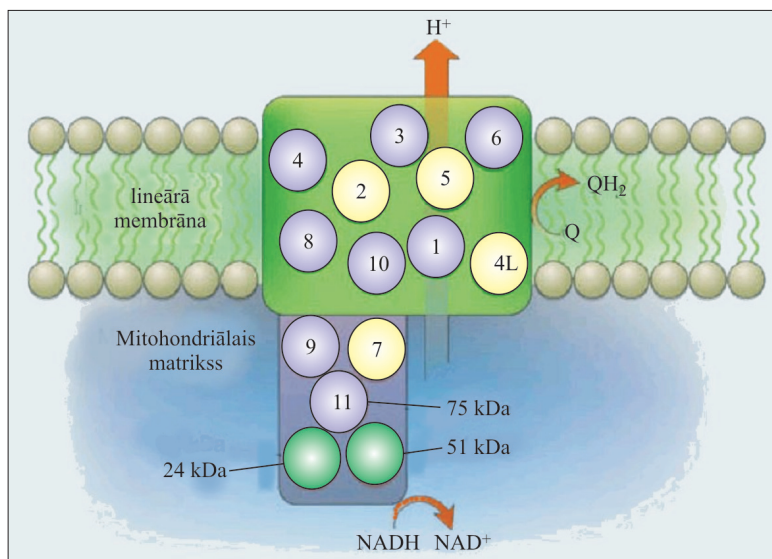


18.34. att. Hidrogenosoma *T. vaginalis* šūnās  
*Parasitol. di'a Santiago, 2001, 25, 3–4*



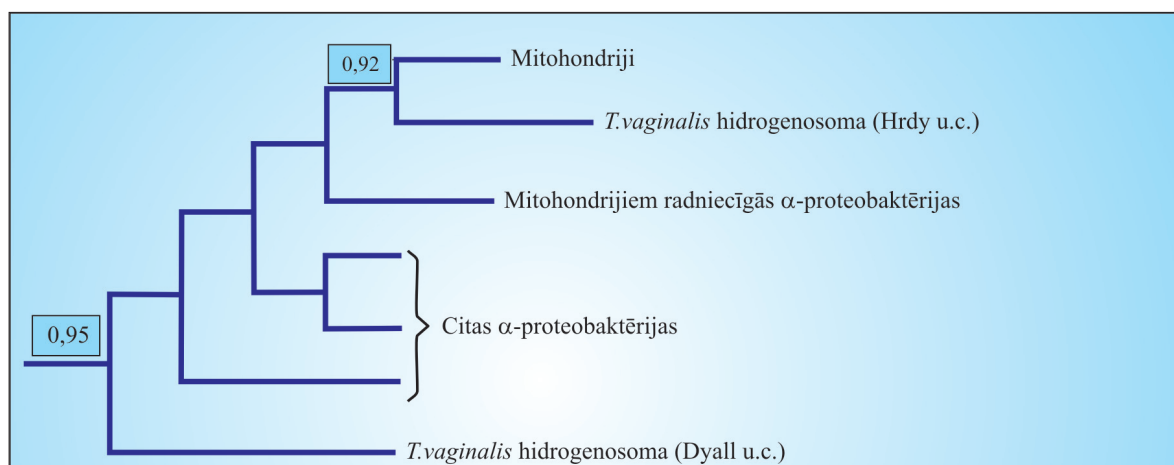
18.35. att. Hidrogenosoma *T. vaginalis* šūnā  
*Parasitol. di'a Santiago, 2001, 25, 3–4*

Tālākajos pētījumos tika analizēti gēni, kuri kodē elektronu pārnēsi mitohondriju iekšējā membrānā un hidrogenosomās. Tika konstatēts, ka daudzi polipeptīdi, kurus kodē mitohondriālais genoms, ir atrodami hidrogenosomās (18.36. att.).



**18.36. att.** Polipeptīdi mitohondriju elektronu pārnēsēšanas ķēdē un to evolucionārā radniecība ar *Nyctotherus ovalis* hidrozosomu polipeptīdiem  
*Nature*, 2005, 434, 29–31

Dzīvnieku mDNS kodē polipeptīdus 1–6 un 4L. Dzeltēnā krāsā atzīmēti hidrozosomu kodētie polipeptīdi. Šajās šūnās kodē arī hidrozosomās atrodamo 75 kDa polipeptīdu. Parādītie polipeptīdi var nodrošināt NADH oksidāciju, kā arī ATF un ūdens izveidošanu. Tālākajos pētījumos tika salīdzināta iepriekš apskatīto hidrozosomu polipeptīdus kodējošo gēnu evolucionārā radniecība ar mitohondrijiem (18.37. att.) un konstatēts, ka homoloģija ir ļoti cieša. Nelielas datu atšķirības rosina veikt papildu pētījumus, lai precizētu hidrozosomu un mitohondriju evolucionāro radniecību.



**18.37. att.** Mitohondriālo gēnu homoloģija ar *Trichomonas vaginalis* hidrozosomu gēniem.  
Skaitļi norāda gēnu homoloģiju  
*Nature*, 2005, 434, 29–31

Analizējot DNS sastāvu, konstatēts, ka mitohondriji un hloroplasti kodē tikai daļu no saviem polipeptīdiem. Dažādām organismu grupām ir lielas atšķirības mitohondrijos un hloroplastos saglabāto gēnu skaitā. Daudzos gadījumos mitohondriālo un plastīdu gēnu skaits ir salīdzināms ar visvienkāršākajās šūnās esošo gēnu skaitu (18.2. tabula).

DNS uz kodolu var pārnēsēt tieši vai ar RNS starpniecību. Raugu šūnās mitohondriju gēnu pārnese ir 1 uz 10<sup>5</sup> paaudzēm.

Gēnu pārnese starp organellām ir bieža parādība. Kodolos ir atrodami plastīdu un mitohondriju gēni, kuru analogi ir minētajās organellās. Mitohondrijos novērojami plastīdu gēni. Turklāt pierādīts, ka mitohondriji var ekspresēt plastīdu *Cys*, *Ser* un *Phe* tRNS gēnus.

Endosimbiozes teoriju atzīst daudzi zinātnieki, ņemot vērā plašos pētījumus, kuros saīdināti plastīdu, mitohondriju un baktēriju uzbūve, genoms un metabolisms (18.3. tabula).

18.2. tabula

## Organismu un organoīdu genomu atšķirības

Organisms/organoīds	Genoma lielums (bāzes)	Gēnu skaits
Cilvēka mitohondriji	16 569	37
Kukurūzas ( <i>Zea mays</i> ) mitohondriji	57 000	198
Kukurūzas ( <i>Zea mays</i> ) hloroplasti	140 384	151
Sārtaļģes <i>Cyanidium caldarium</i> hloroplasti	164 921	232
<i>Archaea</i> , <i>Carsonella ruddii</i>	159 662	182
<i>Bacteria</i> , <i>Mycoplasma genitalium</i>	580 000	500
<i>Archaea</i> , <i>Nanoarchaeum equitans</i>	490 885	536
<i>Bacteria</i> , <i>Bacillus subtilis</i>	4 214 814	4 779
Ziedaugi, <i>Arabidopsis thaliana</i> kodols	115 409 949	25 498
Cilvēka šūnas kodols	3 200 000 000	20 000–25 000

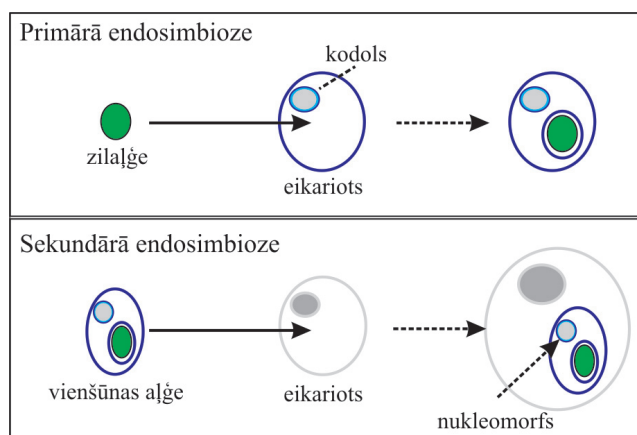
18.3. tabula

## Hloroplastu, mitohondriju, baktēriju un eikariotu atšķirības

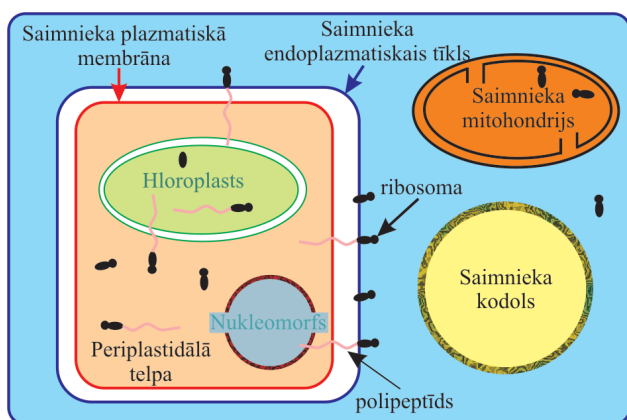
Hloroplasti	Mitohondriji	<i>Eubacteria</i>	Eikarioti
Divas membrānas	Divas membrānas	Viena membrāna	Viena membrāna
Proteīnu sintēzi <b>inhibē</b> hloramfenikols	Proteīnu sintēzi <b>inhibē</b> hloramfenikols	Proteīnu sintēzi <b>inhibē</b> hloramfenikols	Proteīnu sintēzi <b>neietekmē</b> hloramfenikols
Cirkulāra DNS	Cirkulāra DNS	Cirkulāra DNS	Lineāra DNS
Ribosomu sedimentācijas konstante 70S	Ribosomu sedimentācijas konstante 55S – 70S	Ribosomu sedimentācijas konstante 70S	Ribosomu sedimentācijas konstante 80S
rRNS sedimentācijas konstantes 23S, 16S, 5S	rRNS molekulas atšķiras dzīvniekiem, augiem un sēnēm	rRNS sedimentācijas konstantes 23S, 16S, 5S	rRNS sedimentācijas konstantes 28S, 18S, 5,8S un 5S
Dalīšanos nodrošina FtsZ proteīni	Dažām organismu grupām dalīšanos nodrošina FtsZ proteīni	Dalīšanos nodrošina Fts Z proteīni	Mitozi un citokinēzi nodrošina tubulīns un aktīns
Proteīnu transportu un 3D struktūras veidošanu nodrošina bakteriāli Hsp	Proteīnu transportu un 3D struktūras veidošanu nodrošina bakteriāli Hsp	Proteīnu transportu un 3D struktūras veidošanu nodrošina bakteriāli Hsp	Proteīnu transportu un 3D struktūras veidošanu nodrošina eikariotiski Hsp

## 18.9. Sekundārā endosimbioze

Sekundārās endosimbiozes procesā nelielas eikariotiskas šūnas ar plastīdām, mitohondrijiem un kodolu tika iekļautas citas eikariotiskas šūnas sastāvā (18.38.– 18.40. att.). Izveidojās kustīga, autotrofa šūna ar kodolu, mitohondrijiem, endoplazmatisko tīklu, kas ietver endosimbiontu. Endosimbiontam ir plazmatiskā membrāna, citoplazma, ribosomas, hloroplasti un **nukleomorfs** – endosimbionta šūnas kodola rudiments. Nukleomorfu iekļauj kodola membrānas, un tas satur nelielu, bet funkcionējošu genomu.

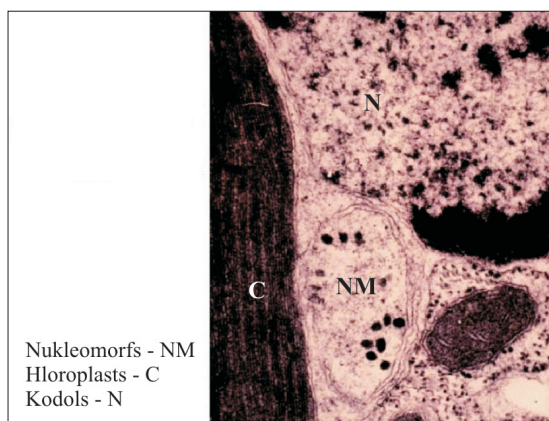


18.38. att. Primārās un sekundārās endosimbiozes atšķirības  
Tūrs Selga LU BF



18.39. att. Sekundārā endosimbionta shematiska uzbūve

Pēc [www.users.rcn.com](http://www.users.rcn.com)



18.40. att. Sekundārā endosimbionta ultrastruktūra

No dzēstiem tīmekļa resursiem

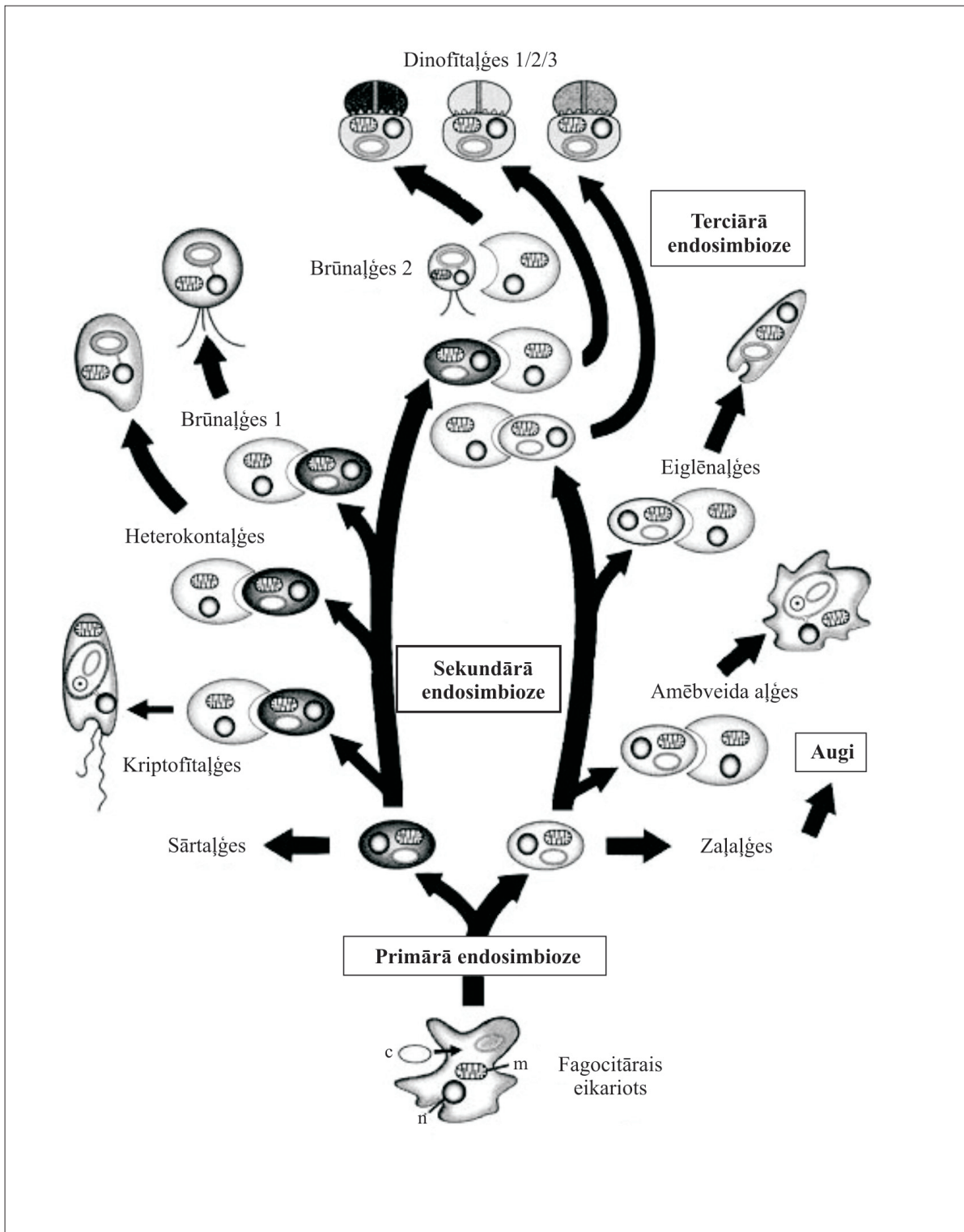
18.4. tabula

### Plastīdu atšķirības dažādās aļģu sistemātiskajās grupās

Sistemātiskā grupa	Hlorofila veidi	Membrānu skaits
<i>Rhodophyta</i>	hlorofils a	2 membrānas
<i>Heterokontophyta</i>	hlorofils a un c	4 membrānas
<i>Dinophyta</i>	hlorofils a un c	3 membrānas
<i>Euglenophyta</i>	hlorofils a un b	3 membrānas
<i>Chlorophyta</i>	hlorofils a un b	2 membrānas

Daudzas aļģes savas plastīdas ir ieguvušas nevis primārās endosimbiozes rezultātā – tieši iekļaujot savās šūnās cianobaktērijas, bet gan saplūstot ar autotrofām eikariotu šūnām. Daudzveidīgās plastīdas vedina domāt par paralēlu evolūciju vai savstarpēji atšķirīgu izcelsmi (18.4. tabula).

Daudzi pētījumi rāda, ka plastīdas laika gaitā daudzos organismos ir atkārtoti pazaudētas un iegūtas. To apstiprina gan gēnu homoloģija gan citoskeleta uzbūves īpatnības (18.41. att.).



18.41. att. Primārās, sekundārās un terciārās endosimbiozes shēma.  
 C – hloroplasta priekštecis, m – mitohondrija priekštecis, n – kodola priekštecis  
 Biosciences, 2005, 124

## 18.10. Simbioze un endosimbioze mūsdienās

Mūsdienās daudzi organismi spēj iekļaut citu organismu šūnas. Bieži izveidojas savstarpēja atkarība, kuras veidi un līmenis var būt ļoti daudzveidīgs.

Endosimbiozes ceļā radusies organella atrodama vienšūņu tipa *Apicomplexa* šūnās (piem., *Plasmodium falciparum* vai *Toxoplasma gondii*). Šīs organellas sauc par apikoplastiem. Apikoplastu genoms ir homologisks zaļāļģu genomam, tam ir sava genoma replikācija, transkripcija, translācija un reparācija. Šo organellu ietver četras membrānas, un tā satur cirkulāru DNS molekulu, kas kodē aptuveni 30 proteīnus. Laika gaitā izzudis zaļāļģes kodols (nav konstatēts nukleomorfs) un hloroplastu spēja fotosintezēt. Šie organismi bez apikoplastiem nevar eksistēt, jo ir atkarīgi no taukskābju sintēzes tajos.

Atkārtota endosimbioze novērojama koraļļu *Montastraea cavernosa* gadījumā (18.42.–18.44. att.). Šī zarndobumaiņa audos parasti atrodas dinofītaļģes, kas nodrošina visus saimniekšūnai nepieciešamos ogļhidrātus un mazmolekulāros lipīdus. Dinofītaļģu bojāejas gadījumā bojā aiziet arī saimniekšūnas. Nesen konstatēts, ka zilaļģes var iekļūt zarndobumaiņu šūnās un veikt dinofītaļģu funkcijas. Parasti šajos koraļļos ir gan dinofītaļģes, gan zilaļģes.



18.42. att. Korallis *Montastraea cavernosa*

[http://prs-sun-107-nyeh-peshr-hme0-39.digisle.net/science/science\\_news/articles/glowing\\_trio.html](http://prs-sun-107-nyeh-peshr-hme0-39.digisle.net/science/science_news/articles/glowing_trio.html)

Konstatēts, ka gliemju tipa pārstāvis *Ascoglossa* ir zaļš, jo satur hlorofilu. Sākotnēji uzskatīja, ka tajā atrodas simbiotiskas aļģes, taču vēlāk noskaidrojās, ka gliemis barojas ar aļģēm *Vaucheria litorea*. No sagremotajām aļģēm izdalās metaboliski aktīvi hloroplasti, un no gremošanas sistēmas tie pārvietojas uz šūnām, kas atrodas zem epidermas. Hloroplasti spēj veikt fotosintēzi un zināmu laiku izdzīvot. Ilgstošu eksistenci nepieļauj hloroplastiem atbilstoša kodola trūkums, kas nepieciešams hloroplastu proteīnu kodēšanai.

1991. gadā tika veikts mākslīgas endosimbiozes eksperiments. Par saimniekorganismu noderēja amēbas, bet endosimbionti bija baktērijas. Daļai amēbu šī inficēšana kļuva letāla, bet citas izdzīvoja un ar laiku kļuva atkarīgas no baktērijām.



**18.43. att.** Koraļļa *Montastraea cavernosa* griezumš. Bultas norāda dinofītaļģes  
*Appl. Environ. Microbiol.* 2004, 70, 6855–6864



**18.44. att.** Dinofītaļģe koraļļa iekšienē. Iedaļas  
garums 0,2 μm  
*Appl. Environ. Microbiol.* 2004, 70, 6855–6864

Mūsdienās ļoti plaši tiek pētītas arī simbiotiskās attiecības, kas veidojas starp tauriņziežu un citu augu sakņu šūnām un slāpekli fiksējošajām baktērijām.





# ŠŪNU BIOLOĢIJAS SKAIDROJOŠĀ VĀRDNĪCA

**A centrs; aminoacil-tRNS centrs** – vieta ribosomā, kurā piesaistās tRNS kopā ar kārtējo aminoskābi, kas tiks pievienota augošajai polipeptīdu ķēdei.

**A kināze** – enzīms, kas nodrošina glikogēna molekulas sadalīšanu.

**Absorbcijas spektrs** – ķīmisko savienojumu individuāli raksturojoša gaismas absorbcijas atkarība no krītošās gaismas viļņa garuma.

**Acetil-CoA; acetilkoenzīms A** – acetilēta koenzīma A forma, svarīgs savienojums citronskābes ciklā, taukskābju oksidācijā, sintēzē un citās vielmaiņas reakcijās.

**Acetilholīns** – holīna acetilēta forma. Plaši sastopams neiromediators, kas saistoties ar īpašiem receptoriem, izmaina nerva postsinaptiskās membrānas jonu caurlaidību un to hiperpolarizēj vai depolarizēj.

**Adenilātciklāze; adenilciklāze** – enzīms (enzīms), kas, atbildot uz ķīmiskas dabas signālu, pārvērš adenozintrifosfātu (ATF) par ciklisko adenozinmonofosfātu (cAMP); viens no membrānas proteīniem, kas šūnā veic signālu uztveršanas un pārvades funkciju.

**Adenozintrifosfāts; ATF; ATP** – adenīnu saturošs nukleozīdtrifosfāts; hidrolizējot tā fosfoanhidrīdu saites, izdalās brīvā enerģija, kas šūnā tiek izmantota endergonisku (enerģiju patērējošu) reakciju norisei.

**Adhēzija** – pielipšana; šūnu spēja piesaistīties dažādām virsmām.

**Adhēzijas josla** – neliels iecirknis, kurā savienotas blakus šūnu plazmatiskās membrānas.

**Adhēzijas plātnīte** – šūnas zona, kurā šūnu šķērso transmembrānas olbaltumvielu – integrīnu kompleksi un savieno šūnu citoskeletu ar ārpusšūnas matriksu.

**Aerobs** – skābekli saturošs, tāds, kura attīstībai vai norisei nepieciešams skābeklis.

**AIF** – apoptozi inducējošais faktors (olbaltumviela). Izdalās no mitohondrijiem, izraisa kodola DNS fragmentāciju un šūnas nāvi.

**Akrosoma** – organela spermatozoīda priekšgalā, kas nodrošina tā iekļūšanu olšūnā.

**Aksons** – garš nervu šūnas izaugums (nervu šķiedra). Nodrošina signāla pārraidīšanu uz citu nervu vai muskuļu šūnu.

**Aktīns** – globulārs proteīns, kas ir pamatā mikrofilamentiem, muskuļu miofilamentiem un citiem kontraktīliem šūnas struktūrelementiem.

**Aktivācija** – 1) regulatorā signāla (kairinātāja) ietekmē izraisīts šūnas vielmaiņas uzliesmojums; 2) spermatozoīda inducēta elpošanas un proteīnu sintēzes pastiprināšanās olšūnā; embrionālās attīstības pirmsākums.

**Aktīvais centrs** – enzīma (enzīma) molekulas rajons, pie kura ar vājam ķīmiskām saitēm piesaistās substrāts un kurā notiek katalizējamā bioķīmiskā reakcija.

**Aktīvais transports** – vielu transports cauri bioloģiskajām membrānām pret to koncentrācijas gradientu. Aktīvā transporta norisei nepieciešama enerģija, kā arī specifiski transporta proteīni.

**Aldehīds** – organisks savienojums, kas satur karbonilgrupu, kurā pie oglekļa atoma piesaistīts ūdeņraža atoms.

**Alfa spirāle** – viens no proteīnu sekundārās struktūras veidiem – polipeptīdu ķēdes spirāliska konformācija, kuru stabilizē daudzas regulāri izkārtotas ūdeņraža saites.

**Alosteriskais centrs; alosteriskais saits** – specifisks, no aktīvā centra atšķirīgs rajons enzīma (enzīma) molekulā, pie kura saistoties noteiktiem savienojumiem, mainās aktīvā centra konformācija, paaugstinot vai pazeminot tā tieksmi saistīt substrātu.

**Amfipātiska molekula** – molekula, kurā ir gan hidrofilis, gan arī hidrofobs rajons.

**Aminoacil-tRNS sintetāzes** – enzīmu grupa; vismaz viens enzīms katrai aminoskābei, kas katalizē aminoskābes piesaistīšanu pie tai specifiskās tRNS molekulas.

**Aminogrupa** – funkcionāla grupa, kuras sastāvā ietilpst slāpekļa atoms ar piesaistītiem diviem ūdeņraža atomiem. Šķīdumā aminogrupai piemīt bāziskas īpašības, tā var saistīt protonu, iegūstot pozitīvu lādiņu.

**Aminoskābe** – organisks savienojums, kura molekula vienlaikus satur karboksilgrupu un aminogrupu. Aminoskābes ietilpst polipeptīdu ķēdē kā monomēri.

**Aminoterminālais gals** – pirmās polipeptīdu veidojošās aminoskābes aminogrupa.

**Anabolisms** – savstarpēji saistītu biosintētisko procesu kopums šūnā, kas notiek, patērējot katabolismā iegūto enerģiju.

**Anaerobā elpošana** – citu galējo elektronu akceptoru izmantošana skābekļa vietā elektronu transporta ķēdē, veidojot transmembrānu protonu gradientu.

**Anaerobs** – bezskābekļa; tāds organisms vai bioķīmiskais process, kura attīstībai vai norisei skābeklis nav nepieciešams vai pat ir kaitīgs.

**Anafāze** – mitozes un mejozes fāze, kurā mikrocaurulītes atvelk hromosomas uz šūnas pretējiem poliem.

**Antenas komplekss** – hlorofila un citu pigmentu molekulu grupa, kas fotosintēzes procesā iesaistās gaismas uztveršanā.

**Antibiotika** – ķīmiskais savienojums, kas nonāvē baktērijas, vai inhibē to augšanu, visbiežāk – iedarbojoties uz transkripcijas vai translācijas regulāciju.

**Antigēns** – organismam sveša makromolekula, kas izraisa imūno atbildi.

**Antikodons** – nukleotīdu triplets tRNS molekulā, kas atpazīst komplementāru kodonu mRNS molekulā.

**Antiviela** – antigēnam atbilstoša olbaltumviela – imunoglobulīns, kuru producē nobrieduši attiecīgā kлона B-limfocīti (plazmocīti).

**Apaf-1** – enzīms, kas pēc citohroma *c* pievienošanas aktivē kaspāzes un šūnu nāvi.

**Apasuku hromosomas** – mejozes sākumā izveidotas hromosomas, kas nodrošina vienlaicīgu daudzu gēnu transkripciju. Sastāv no hromomēriem, hromomēriem piegulošā hromatīna un cilpām, kas atzarojas no hromomēriem.

**Apaugļošanās** – process, kurā saplūst haploidālas gametas, veidojot diploidālu zigotu.

**Apikālā meristēma; galotnes meristēma** – meristēma, kas atrodas sakņu un dzinumumu galos un nodrošina augu primāro augšanu.

**Apokrīnais signālu nodošanas mehānisms** – veids, kādā šūna uztver pašas sekretētās signālmolekulas vai radniecīgu šūnu grupa sekretē un uztver signālmolekulas.

**Apoplasts** – vienota augu audu telpa ārpus citoplazmas; sistēma, ko veido telpa starp plazmalemmu un šūnarpvalku, šūnarpvalki un starpšūnu telpa.

**Apoptosoma** – proteīnu komplekss, kuram programmētas šūna nāves laikā pievienojas no mitohondrijiem izdalītais citohroms *c*. Komplekss šūnās aktivē kaspāzes un izraisa citoplazmas proteīnu sašķelšanu.

**Apoptoze** – programmētas šūnu nāves veids. Šūnā tiek izraisīta kodola DNS fragmentācija, citohroma *c* izdalīšanās no mitohondrijiem, kaspāžu aktivēšana, citoplazmas olbaltumvielu sadalīšana un šūnas fragmentācija.

**Arhebaktērijas** – sena prokariotu grupa, kuru mūsdienās pārstāv dažādos ekstremālos vides apstākļos dzīvojošas baktērijas. Daži taksonomi uzskata, ka arhebaktērijas jānošķir no citām baktērijām, veidojot īpašu dabas valsti.

**Arheji** – arhebaktēriju domēna (nodalījuma) nosaukums.

**Ārpusšūnas matrikss** – olbaltumvielu, polisaharīdu u. c. vielu komplekss plazmatiskās membrānas ārpusē, kas palielina šūnu mehānisko izturību vai daudzšūnu organismos savstarpēji saista kaimiņu šūnas.

**Asins plātnītes; trombocīti** – sīkas bezkodola asins šūnas, kam ir būtiska nozīme asins sarecēšanā.

**ATF** – adenoīna 3' trifosfāts. Veidots no purīna bāzes adenīna, ribozes un trijiem fosforskābes atlikumiem. Kalpo enerģijas uzkrāšanai un pārvešanai, izmantojot ar enerģiju bāzētās kovalentās bāzes, kas ribozei pievieno fosforskābes atlikumus.

**ATF sintāze** – enzīms (enzīms) mitohondriju kristās un hloroplastu tilakoīdu membrānās, kas katalizē ATF sintēzi.

**Atmiņas šūnas** – ilgdzīvojošu limfocītu klons, kas tiek atkārtots primārās imūnatbildes laikā; šie limfocīti saglabājas limfmezglos un aktivējas, ja organismā atkārtoti nokļūst tas pats antigēns, kas izraisīja šī klona pavairošanu. Aktivētās atmiņas šūnas pastiprina un paātrina sekundāro imūnatbildi.

**Atpaliekošais pavediens** – no fragmentiem sintezēt DNS pavediens, kas veidojas DNS replikācijas punkta kustībai pretējā virzienā.

**Atvārsnītes slēdzējšūnas** – specializētas augu epidermas šūnas, kas sakārtotas pa pāriem un starp kurām atrodas atvārsnītes sprauga.

**Atvieglotā difūzija** – jonu un molekulu transports cauri membrānai ar īpašu pārnēsēju palīdzību to koncentrāciju gradienta virzienā, nepatērējot enerģiju.

**Audi** – strukturāli saistītu šūnu grupa ar kopīgu izcelsmi, kas organismā pilda noteiktu funkciju.

**Auglis** – zīdītāja organisms attīstības periodā pēc orgānu un orgānu sistēmu aizmetņu izveidošanās. Cilvēkam augļa periods sākas ar 9. attīstības nedēļu un ilgst līdz dzimšanai.

**Auglapa** – pārveidojusies lapa ziedā, uz kuras attīstās sēklaizmetņi.

**Auksīni** – fitohormonu grupa, kas aktivē šūnu dalīšanos un stiepšanos, stimulē sekundāro augšanu, regulē augu atbildes reakciju uz dažādiem kairinājumiem.

**Autofāģija** – mitohondriju, ribosomu u. c. citoplazmas organoīdu noārdīšana šūnu diferenciacijas gaitā, izmantojot lizosomu vai vakuolu hidrolītiskos enzīmus.

**Autofāģiskā vakuola** – citoplazmas nodalījums, kuru norobežo endoplazmatiskā tīkla membrānas, lai realizētu nodalījumā iesaiņoto organoīdu un citosola polimēru hidrolīzi.

**Autogēnā kodola izveidošanās hipotēze** – uzskats, ka eikariotu šūnu kodols veidojies no prokariota šūnas plazmatiskās membrānas. Pie plazmatiskās membrānas bijusi pievienota DNS, un šī membrānas daļa ieliekusies, izveidojot lodveida struktūru – kodolu.

**Autotrofs organisms** – organisms, kas vielmaiņai nepieciešamo organisko vielu sintēzi veic, izmantojot neorganiskās molekulas. Ja autotrofs organisms kā enerģijas avotu izmanto gaismu, to sauc par fotoautotrofu organismu, bet, ja tas enerģiju iegūst organisku vai neorganisku vielu oksidēšanas procesā, tad – par hemoautotrofu organismu.

**B šūna** – limfocīts, kas attīstās kaulu smadzenēs un, cirkulējot asinīs, nobriest par šūnu (plazmocītu), kas sekretē antivielas, nodrošinot t. s. imūnatbildi.

**Bacteria** – baktēriju domēna (nodalījuma) nosaukums.

**Baktērijas** – vienšūnas mikroorganismi, prokarioti, kuriem nav kodola. Baktērijas iedala divās grupās, pamatojoties uz šūnapvalka uzbūves atšķirībām, kuras nosaka ar Grama krāsošanas metodi.

**Barra ķermenītis; dzimumhromatīns** – inaktivētās X hromosomas (ja to šūnā ir vairāk par 1), kuras blīvu hromatīna sakopojumu veidā atrodas kodolā pie membrānas.

**Bazālā membrāna; bazālā plātnīte** – Starpšūnu olbaltumvielu pavedienu veidots tīkls (plēvīte), uz kura balstās epitēlija, endotēlija vai citu šūnu slānis.

**Bazālais ķermenis** – 1) diskveida olbaltumvielu komplekss, grampozitīvu un gramnegatīvu baktēriju membrānā un šūnas sienā un nodrošina viciņas pievienošanu un rotāciju; 2) no mikrocaurulītēm veidota šūnas struktūra, kas veido vici un skropstiņu pamatni.

**Bāzu pāra substitūcija; aizvietošana; nomaiņa** – punktveida mutācija – viena komplemetāra bāzu pāra aizvietošana ar citu bāzu pāri DNS dubultspirālē.

**Bāzu pāri; bp** – DNS molekulas garuma raksturošana, izmantojot bāzu pāru (nukleotīdu pāru) skaitu.

**Bezdzimumvairošanās** – vairošanās ar īpašiem orgāniem, daloties šūnām vai arī pumpurojoties. Bezdzimumvairošanās rezultātā nenotiek gēnu rekombinācija.

**Binārā dalīšanās** – šūnu dalīšanās veids, kurā prokariotu meitšūna saņem vienu mātšūnas hromosomu.

**Bioplēve** – 1) lipīgā, parasti polisaharīdu, slānī ietvertas mikroorganismu šūnas vai kolonijas uz kāda substrāta virsmas; 2) (filmveida slānis) – pēc bioķīmiskās evolūcijas teorijas tas ir plāns olbaltumvielu slānis, kas nodrošināja protošūnu izveidošanos.

**Biotehnoloģija** – dzīvo organismu un to produktu izmantošana tehnoloģijā (ražošanā).

**Blastocels** – ar šķidrumu pildīts dobums, kas veidojas embrija blastulas centrā.

**Blastocista** – zīdītāju embrija pūšļveida attīstības stadija; cilvēkam tā veidojas nedēļu pēc apaugļošanās.

**Blastula** – dīgļa lodveida stadija – vienslāņains dīglis, kas izveidojies drostalošanās rezultātā agrīnās embrionālās attīstības gaitā. Blastulas šūnas sauc par blastomēriem.

**Blīvais savienojums (kontakts)** – divu šūnu plazmatisko membrānu ciešas sasaistes vieta, kurā nav iespējama vielu pārnese no vienas šūnas uz otru.

**Buferis; buferšķīdums** – šķīdums, kurā vienlaikus atrodama gan vāja skābe, gan arī tai konjugētā (atbilstošā) bāze; stabilizē (samazina) pH izmaiņas, ja šķīdumam tiek pievienotas skābes vai bāzes.

**C3 tipa augi** – vairums mērenās klimata zonas augu, kam raksturīgas C3 tipa fotosintēzes bioķīmiskās reakcijas. C3 tipa augiem primārais fotosintēzes produkts ir savienojums ar trim oglekļa atomiem.

**C3 tipa fotosintēzes bioķīmiskās reakcijas** – Kalvina cikla reakcijas: CO<sub>2</sub> fiksācijas un pakāpeniskas reducēšanas reakcijas, kas noris hloroplastu stromā. Ribulozes difosfātam saistot CO<sub>2</sub>, veidojas nestabils 6C savienojums (savienojums ar sešiem oglekļa atomiem), kas uzreiz šķeļas divās triozēs, no kurām viena ir fosfoglicerīnskābe (PGS). PGS ar fotosintēzes fotoķīmiskajās reakcijās izveidojušos ATP un NADPH<sub>2</sub> tiek reducēta par fosfoglicerīnaldehīdu (PGA). PGA ir C3 tipa fotosintēzes bioķīmisko reakciju primārais produkts.

**C4 tipa augi** – vairums tropu un subtropu augu, kam raksturīgas C4 tipa fotosintēzes bioķīmiskās reakcijas. C4 tipa augiem primārais fotosintēzes produkts ir savienojums ar četriem oglekļa atomiem.

**C4 tipa fotosintēzes bioķīmiskās reakcijas** – Hetča – Sleka reakcijas: CO<sub>2</sub> fiksācijas un pakāpeniskas reducēšanas reakcijas, kurās CO<sub>2</sub> primārais akceptors ir fosfoenolpiruvāts, bet fotosintēzes primārie produkti – oksālacetāts, malāts un citi savienojumi ar 4 oglekļa atomiem. Šīs reakcijas ir atdalītas telpā – CO<sub>2</sub> saistās ar akceptoru fosfoenolpiruvātu lapas mezofila šūnās, un izveidojies malāts (C4 savienojums) tiek transportēts uz sietstobru šūnām, kurās CO<sub>2</sub> atbrīvojas un tiek reducēts līdz cukuriem.

**CAM tipa fotosintēzes bioķīmiskās reakcijas** – CO<sub>2</sub> asimilācijas tips, kas raksturīgs sukulentiem (*Crassula*, *Bryophyllum*). Tajā CO<sub>2</sub> asimilācija notiek tāpat kā C4 tipa augiem (*sk.* C4 tipa fotosintēzes bioķīmiskās reakcijas), vienīgi reakcijas atdalītas nevis telpā, bet laikā. Naktī šo augu mezofila šūnās CO<sub>2</sub> saistās ar akceptoru fosfoenolpiruvātu un veido organiskās skābes (C4). Dienā notiek malāta dekarboksilācija par CO<sub>2</sub> un piruvātu.

**Komplementārā DNS; cDNS** – DNS, kas nes hromosomālajā DNS atrodamā gēna kodējošo secību. Atšķirībā no hromosomālās DNS cDNS nesatur nekodējošos rajonus (intronus), tā ir iegūta ar sintēzes palīdzību, izmantojot mRNS matricu.

**Celuloze** – augu šūnapvalku strukturāls polisaharīds, kas sastāv no glikozes monomēriem, kuri savā starpā saistīti ar β-1,4 glikozīdsaiti.

**Centriola** – cilindriska šūnas struktūra, kas atrodas centrosomā. To veido deviņi mikrocaurulīšu tripleti.

**Centromēra** – hromosomas iežmauga, kurā savienotas māshromatīdas un pievienojas mikrocaurulītes.

**Centrosoma; šūnas centrs, mikrocaurulīšu organizācijas centrs** – sfēriska dzīvnieku šūnu organella, kurā atrodas centriolas. Centrosoma satur gamma tubulīnu, nosaka mikrocaurulīšu izvietojumu visā šūnā un mitozē veido dalīšanās vārpstu.

**Ceturtejā struktūra** – trīsdimensionāls vairāku polipeptīdu savstarpējais novietojums proteīnu kompleksā.

**Cianobaktērijas; zilalģes** – fotosintezējošas, skābekli veidojošas baktērijas.

**Ciete** – svarīgākais augu rezerves ogļhidrāts; glikozes polimērs.

**Ciklīnkarīgā kināze; Cdk** – proteīnkināze, kura ir aktīva tikai tad, ja ir saistījusies pie noteikta ciklīna.

**Cdk** – *sk.* ciklīnkarīgā kināze.

**Ciklīns** – šūnas cikla regulatorais proteīns, kura koncentrācija cikliski mainās.

**Cikliskā elektronu plūsma** – elektronu pāra plūsma no fotosistēmas I uz ferredoksīnu, citohromu kompleksu un atpakaļ uz fotosistēmu I. Rezultātā caur citohromu no stromas tilakoīdu lumenā tiek pārvietoti protoni, kuri tiks izmantī ATF sintēzei.

**Cikliskā fotofosforilēšana** – elektronu transports fotosintēzē, kurā piedalās tikai fotosistēma I un kuram funkcionējot veidojas ATP, bet neveidojas NADPH un neizdalās skābeklis.

**Cikliskais adenozinmonofosfāts; cAMP; cAMF** – nukleotīds, kas funkcionē kā iekššūnas signāls (mugurkaulnieku hormonālajā regulācijā, baktēriju *lac* operona regulācijā u. c.).

**Cilmšūna** – nediferencēta šūna, kas spēj dalīties, radot citas cilmšūnas, un veidot citus specializētu šūnu veidus.

**Cīpsla** – šķiedraino saistaudu veidojums, kas nodrošina muskuļa sasaisti ar kaulu.

**Citohromi** – hēma grupu saturoši proteīni, kas ietilpst mitohondriju, hloroplastu un baktēriju elektronu transporta ķēdes sastāvā.

**Citokinēze** – citoplazmas pārdalīšanās divās daļās, kuras rezultātā izveidojas divas meitšūnas. Ja nenotiek citokinēze, tad veidojas daudzkodolu šūnas.

**Citoplazma** – ar plazmatisko membrānu apņemta visa šūnas iekšējā dzīvā daļa, izņemot kodolu.

**Citoplazmas strāvošana** – citoplazmas riņķveida kustība dzīvā augu šūnā, kuru nodrošina mikrofilamentu kustības.

**Citoskelets** – no mikrofilamentiem, starpfilamentiem un mikrocaurulītēm veidots pavedienu tīkls, kas caurauj visu citoplazmu. Citoskelets nodrošina mehānisko izturību, transportu un kustības.

**Citosols** – citoplazmas pusšķidrā daļa, izņemot membrānu ietvertās organelas.

**Citotoksiskie T limfocīti; galētājšūnas** – imūnkompetenti T limfocīti, kas izraisa ģenētiski svešu vai inficētu šūnu neatgriezenisku bojāeju.

**Coatomērs** – olbaltumviela, kuras apvienošanās rezultātā membrāna izlokās un izveido lodveida struktūru – vezikulu. Nodrošina nespecifisku vezikulāro vielu transportu. Coatomēra molekulu apvienošanai ir nepieciešama GTF enerģija.

**Čaperoni; siltuma šoka olbaltumvielas; Hsp** – dzīvā šūnā sastopamu olbaltumvielu grupa, kas palīdz jaunsintezētajiem vai denaturētajiem proteīniem izveidot trīsdimensionālo struktūru.

**Čauganā parenhīma** – lapas mezofila parenhīma, kam labi izteikta starpšūnu telpa.

**Dabiskā galētājšūna** – limfocīts, kuram piemīt spēja nogalināt audzēja šūnas un inficētas šūnas.

**Dalīšanās vārpsta** – vārpstas formas mikrocaurulīšu komplekss, kas veidojas šūnu dalīšanās laikā. Dzīvnieku šūnās to veido no centrosomām atzarojošies mikrocaurulīšu kūlīši. Augu šūnās dalīšanās vārpstu veido šūnu polos novietotie mikrocaurulīšu organizēšanas centri.

**Daltoni; Da** – masas mērvienība molekulu, atomu un subatomu daļiņu masas izteikšanai.

**Darbības potenciāls** – uzbudinājumu vadošām šūnām raksturīgas straujas membrānas potenciāla izmaiņas, kuras izraisa no kāda noteikta stimula atkarīga selektīva membrānas nātrija vai kālija kanālu atvēršanās vai aizvēršanās.

**Dediferenciācija** – diferencijai pretējs process, kurā diferencētās šūnās vai audos atjaunojas meristemātiskā aktivitāte.

**Delēcija** – hromosomas fragmenta zaudēšana dalīšanās laikā vai nukleotīda zaudēšana mutācijas rezultātā.

**Denaturācija** – process, kurā bioloģiskās makromolekulas zaudē savu natīvo konformāciju un līdz ar to bioloģisko aktivitāti; denaturāciju izraisa ekstremālas pH, temperatūras un sāļu koncentrāciju vērtības.

**Dendrīts** – viens no (parasti) daudziem nervu šūnas īsajiem sazarotajiem izaugumiem.

**Depolarizācija** – pārejošas membrānas elektriskā potenciāla izmaiņas uzbudināmā šūnā, kuru rezultātā šūnas iekšiene kļūst pozitīvāka attiecībā pret āršūnas telpu, nekā tas ir miera stāvokļa potenciāla gadījumā.

**Desmīns** – visbiežāk muskuļu šūnās sastopamā starpfilamentus veidojošā olbaltumviela, kas nodrošina miofibrillu apvienošanu kūlīšos.

**Desmogleīns** – olbaltumviela, kas atrodas desmosomās un kompleksā ar desmokollīnu savieno abu šūnu plazmatiskās membrānas.

**Desmokollīns** – olbaltumviela, kas atrodas desmosomās un kompleksā ar desmogleīnu savieno abu šūnu plazmatiskās membrānas.

**Desmosoma** – diskveida struktūra dzīvnieku šūnās, kas ar desmogleīna, desmokollīna un kadherīna molekulu palīdzību savieno šūnu plazmatiskās membrānas un ar plakoglobīna palīdzību saista plazmatisko membrānu pie starpfilamentiem.

**Dezoksiribonukleīnskābe, DNS** – dezoksiribonukleotīdu lineārs polimērs; gandrīz visu dzīvo organismu (izņemot daļu vīrusu) ģenētiskās informācijas glabātāja. Divpavedienu DNS divi komplementāri DNS pavedieni (polimēri) veido DNS dubultspirāli; sastopama arī viena pavediena veidā.

**Dezoksiriboze** – pentoze – DNS ogļhidrātu komponents, kuram ir par vienu hidroksilgrupu mazāk nekā ribozei, ribonukleīnskābes (RNS) ogļhidrātu komponentam.

**Diakinēze** – mejozes pirmās dalīšanās profāzes beigu posms.

**Diferenciācija** – noteiktas organisma vai šūnu iekšējās uzbūves, gēnu ekspresijas un metabolisma izveidošanās organisma attīstības procesā.

**Difūzija** – molekulu spontāna pārvietošanās no vietas, kur to koncentrācija ir augstāka, uz vietu, kur to koncentrācija ir zemāka.

**Dīgļis** – 1) sēklā ieslēgts jaunā auga aizmetnis, kas sastāv no dīgļsaknes, dīgļstumbra un dīgļlapām; 2) dzīvnieka vai cilvēka organisms attīstības stadijā no olšūnas apaugļošanās (partenoģenēzes gadījumā – no olas aktivācijas momenta) līdz dzimšanai – izvietošanai no olas apvalkiem vai dīgļa apvalkiem. Zīdītāju dīgļa attīstībā izšķir divus periodus: 1) embrija periodu (cilvēkam tas ilgst līdz 8. attīstības nedēļai); 2) augļa periodu (cilvēkam tas sākas ar 9. attīstības nedēļu un ilgst līdz dzimšanai).

**Diktiosoma** – Goldži aparāta sastāvdaļa, veidota no 3–20 saplacinātām cisternām. Nodrošina sekretējamo olbaltumvielu modificēšanu, šķirošanu, oligosaharīdu veidošanu u. c. funkcijas.

**Dinaktīna komplekss** – olbaltumvielu komplekss, kurā apvienojas dineīns, aktīns, Arp u. c. olbaltumvielas. Nodrošina vezikulu pievienošanu un transportu. Saista savā starpā mikrocaurulīšu un mikrofilamentu sistēmu šūnā.

**Dineīns** – motorā olbaltumviela, kas, pievienojoties mikrocaurulītēm, nodrošina vielu un organoīdu transportu gar mikrocaurulītēm, kā arī viciņu un skropstiņu viļņveida kustību.

**Diploīda šūna** – šūna, kuras kodolā ir divi haploīdāli hromosomu komplekti (2n), pa vienam no katra vecāka.

**Diploīdēna** – mejozes pirmās dalīšanās profāzes posms, kurā hromosomas kondensējas.

**Disaharīds** – dimērs, kas veidojas, kondensējoties diviem monosaharīdiem.

**Divkārsā apaugļošanās** – segsēkliem raksturīga apaugļošanās, kuras gaitā divi spermiji apaugļo divas dīgļsošas šūnas, tādējādi izveidojot zigotu un endospermu.

**DNS metilēšana** – metilgrupu pievienošana DNS sastāvā esošajām bāzēm, kas notiek pēc DNS biosintēzes; var būt ilglaicīgs gēnu ekspresijas kontroles mehānisms.

**DNS polimerāze** – enzīms (enzīms), kas katalizē jaunsintezējamā DNS pavediena elongāciju (pagarināšanos, sintēzi) replikācijas atzarojumā 5'–3' virzienā, pievienojot nukleotīdus augošajai ķēdei.

**DNS** – sk. **dezoksiribonukleīnskābe**.

**Domēns** – par dabas valsti augstāka taksonomiska kategorija; trīs dabas domēni ir arheobaktērijas, baktērijas un eikarioti.

**Drostalošanās** – citokinēzes veids dzīvnieku šūnās, kuras rezultātā izveidojas blastocista.

**Drostalošanās iežmauga** – pirmā citokinēzes stadija dzīvnieku šūnās, kurā metafāzes plātnītes rajonā šūna sāk sašaurināties.

**Dubultspirāle** – DNS natīvā konformācija: divi komplementāri DNS pavedieni, kuri savā starpā saistījušies ar ūdeņraža saitēm un spirāliski savijušies.

**Dzimumhromosomas** – dažāda dzimuma pārstāvjiem atšķirīgās hromosomas. Zīdītāju gadījumā – X un Y hromosomas.

**Dzimumvairošanās** – vairošanās tips, kurā divi vecāki dod pēcnācējus ar unikālu gēnu kombināciju, ko tie iegūst no abu vecāku gametām.

**Eihromatīns** – DNS un kodola proteīnu komplekss, ar daļēji atšķetinātu telpisko struktūru, kurā var notikt transkripcija.

**Eikariotiskas šūnas** – šūnas, kas satur kodolu un membrānās ieslēgtas organellas. Raksturīgas aļģēm, sēnēm, augiem un dzīvniekiem.

**Ekskrēcija** – metabolisma galaproduktu izvadīšana no organisma.

**Eksocitoze** – veids, kādā šūnas izdala vielas. Transporta vezikulas saplūst ar plazmatisko membrānu, bet to saturs nokļūst šūnu ārpusē.

**Eksogēnas kodola izcelsmes hipotēze** – eikariotu šūnas ir veidojušās divu prokariotisku šūnu – gramnegatīvas *Eubacteria* šūnas (saimnieks) bez šūnapvalka un *Archeobacteria* šūnas (simbionts) – saplūšanas rezultātā, abiem organismiem dodot vienādu ieguldījumu jaunās šūnas genomā.

**Eksons** – eikariotu gēna kodējošā, ekspresētā daļa. Eksonus citu no cita atdala introni.

**Ekstensīns** – augu šūnu sienā sastopams glikoproteīns. Tas palīdz apvienot hemicelulozi un pektīnvielas.

**Ekstracelulārais matrikss; ārpusšūnas matrikss** – struktūras plazmatiskās membrānas ārpusē. Augu, sēņu un baktēriju gadījumā ārpusšūnas matriksu sauc par šūnapvalku.

**Ektoderma** – ārējā no trim embrija dīgļlapām, kas veidojas gastrulācijas procesā. Ontoģenēzē no tās attīstās ādas epitēlijs un tā derivāti (ādas dziedzeri, nagī, ragi, zvīņas, spalvas), nervu sistēma, maņu orgāni, gremošanas sistēmas atsevišķas daļas, ārējās žaunas.

**Elektriskā potenciāla (sprieguma) regulēti kanāli** – transmembrānu jonu kanāli, kuru atvēršanos un aizvēršanos regulē membrānas potenciāla vērtība, piem., nātrija un kālija kanāli.

**Elektroķīmiskais gradients** – jona difūzijas gradients, kura potenciālo enerģiju nosaka jona koncentrāciju starpība starp abām membrānas pusēm, kā arī jona tieksme pārvietoties transmembrānas elektriskā potenciāla starpības ietekmē.

**Elektronu mikroskops** – mikroskops, kurā redzamās gaismas vietā izmanto elektronu kūli, lai iegūtu no trīs tūkstošiem līdz vairākiem simtiem tūkstošu reižu lielu palielinājumu; izšķirtspēja 0,1 nm.

**Elektronu transporta ķēde** – vairāku paveidu telpiski savstarpēji saistītas molekulas – elektronu pārnēsēji, kas lokalizēti mitohondriju iekšējā membrānā, hloroplastu tilakoīdu membrānā un daudzu baktēriju citoplazmatiskajā membrānā; veic elektronu pārnēsi pa red.-oks. potenciāla gradientu. Tā rezultātā atbrīvotā enerģija tiek izmantota ATP sintēzei.

**Elongācija** – process, kurā tiek pievienoti monomēri, tādējādi pagarinot molekulas vai struktūras. Piem.: RNS elongācija transkripcijas laikā, mikrofilamentu elongācija, pievienojot jaunas G-aktīna molekulas, mikrocaurulišu elongācija, pievienojot jaunus  $\alpha$  un  $\beta$  tubulīna heterodimērus u. c.

**Embrijs** – dzīvnieka vai cilvēka dīgļis organisma agrīnā attīstības stadijā. Parasti par embriju sauc dīgļi no olšūnas apaugļošanās brīža līdz laikam, kad tas iegūst ārēju līdzību ar pieaugušu indivīdu. Cilvēkam – līdz dīgļa attīstības 8. nedēļai.

**Endocitoze** – šūnas vielu uzņemšanas veids, kurā vielas saistās ar plazmas membrānu, membrāna veido ielieku un vezikulu, vezikula atdalās plazmatiskās membrānas iekšpusē.

**Endoderma** – primārās mizas iekšējais šūnu slānis, kas apņem centrālo cilindru un norobežo to no primārās mizas.

**Endoplazmatiskais tīkls, ET** – nelielu kanālu un cisternu sistēma eikariotu šūnās. Ja uz tā virsmas atrodas ribosomas, tad to sauc par graudaino ET, bet, ja virsma ir gluda – par gludo ET. Šūnā ET veic olbaltumvielu modificēšanu un transportu. Dzīvnieku šūnās – vienīgā fosfolipīdu sintēzes vieta.

**Endosimbionts** – eikariotu šūnas organoīds, kuram ir endosimbiotiska izcelsme.

**Endosimbiozes teorija** – hipotēze par eikariotu šūnas izcelšanos: eikariotu šūnas pirmatnējā forma bijusi simbiotiska asociācija starp prokariotu šūnām, kuras dzīvojušas lielākos prokariotos.

**Endosoma** – ar vienu membrānu klāts eikariotu šūnu organoīds, kas veidojas, ja šūnas ārpusē cieta daļiņa saistās ar plazmatiskās membrānas receptoriem, izraisot membrānas ieliekšanos un noslēgtas vezikulas izveidošanos. Endosomas saplūst ar lizosomām un nodrošina heterofāģiju.

**Endosperma** – barības vielām bagāti sēklas audi, kas veidojas pēc divkārsās apaugļošanās, vienam no spermijiem saplūstot ar dīgļšomas sekundāro kodolu.

**Endospora** – izturīga, biezā apvalkā ietverta šūna, kas veidojas, ja baktērija nonāk nelabvēlīgos vides apstākļos.

**Endotēlijs** – šūnu (endoteliocītu) slānis, kas izklāj asinsvadu, limfvadu un sirds dobumu iekšējo virsmu; tā galvenās funkcijas ir fagocitoze, bioloģiski aktīvu vielu (galvenokārt enzīmu) un regulatoro vielu (hormonu) sekrēcija, ķīmisku un mehānisku informatīvu signālu recepcija.

**Entoderma** – iekšējā no trim daudzšūnu dzīvnieka embrija dīgļlapām, kas veidojas gastrulācijas procesā. Ontoģenēzē no tās attīstās aknas, aizkuņģa dziedzeris un gremošanas kanāla sienīņas iekšējais slānis.

**Enzīmi; fermenti** – proteīni, kas darbojas kā biokatalizatori un paātrina bioķīmiskās reakcijas, paši tajās nepārveidojoties.

**Epiderma** – augu primārie segaudi. Epiderma parasti sastāv no vienas blīvi sakārtotu šūnu kārtas.

**Epitēlijaudi** – daudzšūnu organisma audi, kas attīstās no visām trim dīgļlapām. Tie ietilpst ādas sastāvā, izklāj orgānu dobumus un serozos dobumus, veido dziedzerus.

**Eritrocīts** – sarkanā asins šūna (ķermenītis); piedalās skābekļa pārnēsē ar asinīm, jo satur daudz hemoglobīna, kas saista skābekli.

**Fagocitoze** – endocitozes veids, kuru izmanto, lai uzņemtu lielas vielu daļiņas.

**Fāgs** – vīruss, kas inficē baktērijas; saukts arī par bakteriofāgu.

**Fakultatīvi anaerobs organisms** – organisms, kas skābekļa klātbūtnē elpošanas procesā ģenerē ATF, bet anaerobos apstākļos pārslēdzas uz kādu no rūgšanas (anaerobā katabolisma) veidiem.

**Fenotips** – organisma morfoloģisko un fizioloģisko pazīmju kopums.

**Enzīmācija; rūgšana** – anaerobs katabolisma ceļš, kurā, substrātam noārdoties, rodas relatīvi nedaudz ATF un veidojas raksturīgi galaprodukti (piem., pienskābe vai spirts no glikozes).

**Fermenti** – *sk.* enzīmi.

**Fibrīns** – asins plazmas proteīna fibrinogēna aktivēta (šķelta) forma; fibrīna pavedienu tīkls ir asins recekļa pamatā.

**Fibroblasts** – saistaudu šūnu veids. Viena no fibroblasta pamatfunkcijām ir starpšūnu pavedienus veidojošo proteīnu sekrēcija.

**Fibronektīni** – vairāku līdzīgu glikoproteīnu grupa, kas piestiprinās pie kolagēna I, III, IV vai glikozaminoglikānu vai hialuronskābes molekulām.

**Fitohormoni; augu hormoni** – fizioloģiski aktīvi ķīmiskie savienojumi, kas regulē augu augšanu un attīstību. Fitohormoniem pieskaitāmi auksīni, gibberelīni, citokinīni, absciskābe, etilēns.

**Fitohroms** – gaismas jutīgs proteīnu dabas pigments augos, kam ir nozīme auga atbildes reakcijā uz gaismu.

**Flagelīns** – flagelīna molekulas prokariotu šūnās veido protofilamentus. Vienpadsmit protofilamentiem molekulu karboksilterminālā daļa apvienojas, veidojot cauruļveida filamentu. Savītie cauruļveida filamentu veido prokariotu viciņu.

**Flavīna adenīna dinukleotīds; FAD** – koenzīms, kas mitohondrijos piedalās substrāta oksidēšanā un ATF sintēzē.

**Floēma; lūksne** – vaskulāro augu vadaudu sistēma, pa kuru tiek transportēti galvenokārt organisko vielu šķīdumi; sastāv no sietstobriem, pavadītājšūnām, lūksnes parenhīmas un lūksnes šķiedrām. Pa lūksnes vadaudiem (sietstobriem) notiek organisko vielu šķīdumu transports organisma līmenī.

**Fluorescence** – bioloģiskajos pētījumos izmantojams luminiscences veids. Enerģijas izdalīšanās un spīdēšana notiek tikmēr, kamēr fluorescenta molekula saņem enerģiju. Fluorescences gadījumā molekula absorbē īsa viļņa garuma enerģiju (gaismu) un emitē garāka viļņa garuma enerģiju (gaismu).

**Folikuls** – neliels, apaļīgs, daudzkārtains, dobjš veidojums mugurkaulnieku dažādu orgānu audos; piem., olnīcu folikulos nobriest olšūnas un producējas estrogēnie hormoni, vairogdziedzera folikulos veidojas jodsaturošo hormonu priekšteči u. tml.

**Formas veidošana** – šūnu kārtošanās specifiskās trīsdimensiju struktūrās; dzīvībai svarīgo un specifisko daļu veidošana organisma attīstības gaitā.

**Fosfolipīdi** – galvenā bioloģisko membrānu sastāvdaļa; to molekulām raksturīga polāra, hidrofila galva un nepolāra hidrofoba aste. Fosfolipīdu molekulas visbiežāk veidotas no divām taukskābēm, kuras esterificētas ar glicerolfosfātu, pie kura savukārt piesaistīta kāda no daudzām iespējamām polārajām grupām (holīns, etanolamīns, serīns, inozitols).

**Fosforilēšana substrāta līmenī** – ATF veidošanās, kuras laikā fosfātu grupa tiek tieši pārnesta uz ADP no kāda fosforilēta katabolisma starpprodukta.

**Fotoautotrofs organisms** – organisms, kas sintezē organiskās vielas no CO<sub>2</sub> un H<sub>2</sub>O, izmantojot gaismas enerģiju.

**Fotoelpošana** – process, kurā C3 tipa augi saista O<sub>2</sub>, bet izdala CO<sub>2</sub>, ja enzīms ribulozes difosfātkarboksilāze darbojas kā oksigenāze. Fotoelpošana ir mazāk produktīva nekā CO<sub>2</sub> asimilācija C3 tipa fotosintēzes bioķīmiskajās reakcijās.

**Fotofosforilēšana** – ATF sintēze no ADP un fosfātiem, izmantojot enerģiju, kas rodas fotosintēzes fotoķīmisko reakciju laikā, protoniem pārvietojoties pa hloroplastu tilakoīdu membrānu.

**Fotons** – kvants vai diskrēta gaismas enerģijas daļa.

**Fotosintēze** – gaismas enerģijas pārveidošana ķīmiskajā enerģijā, izmantojot ūdeni un ogļskābo gāzi. Fotosintēze notiek fotoautotrofajos organismos, un tās gala produkti ir organiskās vielas. Fotosintēzē izdalās arī skābeklis. Fotosintēzes pirmais posms ir gaismas atkarīgās reakcijas (*sk.* fotosintēzes fotoķīmiskās reakcijas) un otrais posms – gaismas neatkarīgās reakcijas (*sk.* fotosintēzes bioķīmiskās reakcijas).

**Fotosistēma** – olbaltumvielu komplekss ar 200–400 palīgpigmentiem, kas saistīto gaismas enerģiju pārvada uz reakcijas centru. Izšķir divu tipu fotosistēmas – FS I un FS II.

**FtsZ** – eikariotu šūnu mikrocaurulītes veidojošajam tubulīnam līdzīga olbaltumviela, kas piedalās plastīdu un baktēriju pārdalīšanā.

**G proteīns** – membrānas proteīns, kas realizē saikni starp hormonu receptoriem un adenilātciklāzi; atkarībā no hormona veida G proteīns var stimulēt vai inhibēt cAMP veidošanu.

**G1 fāze** – interfāzes sākuma daļa pirms DNS sintēzes; šajā fāzē notiek aktīva transkripcija un šūnas augšana.

**G2 fāze** – interfāzes daļa pēc DNS sintēzes; sagatavo šūnu mitozei.

**Gaismas atkarīgās fotosintēzes reakcijas** – fotosintēzes pirmais posms, kurā zaļo plastīdu pigmenti saista gaismas enerģiju un to izmanto ūdens fotolīzē, kā arī akumulē NADPH<sub>2</sub> un ATF makroergisko saišu enerģijā. Tajā notiek visraksturīgākā fotosintēzes reakcija – fotofosforilēšana. Ūdens fotolīzē atbrīvojas skābeklis, bet ūdeņradis piesaistās NADP, veidojot tā reducēto formu NADPH<sub>2</sub>.

**Gaismas mikroskops** – optisks instruments, kurā ar lēcu sistēmas palīdzību, izmantojot redzamās gaismas refrakciju, tiek iegūts objekta palielināts attēls.

**Gaismas neatkarīgās fotosintēzes reakcijas** – fotosintēzes otrais posms: CO<sub>2</sub> pakāpeniskas reducēšanas reakcijas, izmantojot fotosintēzes fotoķīmiskajās reakcijās sintezēto NADPH<sub>2</sub> un ATF makroergisko saišu enerģiju. *Sk.* arī C3 tipa fotosintēzes bioķīmiskās reakcijas; C4 tipa fotosintēzes bioķīmiskās reakcijas; CAM tipa fotosintēzes bioķīmiskās reakcijas.



**Galvenais audu saderības komplekss; MHC** – šūnas virsmas antigēni, kas ir īpašas MHC gēnu kopas produkti; organismam sveši MHC antigēni izraisa imūnkompetentu šūnu aktivitātes reakciju, kuras bioloģiskā nozīme ir svešo audu (šūnu) atgrūšana (nonāvēšana).

**Gameta; dzimumšūna** – specializēta haploidāla dzimumiski vairojošos organismu šūna. Izšķir sievišķās un vīrišķās gametas, kuras apaugļošanās procesā savienojas un izveido diploidālu zigotu.

**Ganglijs; nervu mezgls** – nervu šūnu sakopojums ārpus centrālās nervu sistēmas.

**Gastrula** – daudzšūnu dzīvnieku embrionālās attīstības stadija, kurā, šūnām diferencējoties, dīglim izveidojušās divas dīgļlapas (sūkļiem, zarndobumaiņiem) vai trīs dīgļlapas (pārējiem dzīvniekiem un cilvēkam).

**Gastrulācija** – dīgļlapu veidošanās process, kas seko pēc drostalošanās.

**Gela elektroforēze** – metode nukleīnskābju vai proteīnu sadalīšanai pēc to izmēriem un elektriskā lādiņa, kas balstās uz atšķirībām to kustības ātrumā caur gelu elektriskā lauka ietekmē.

**Gelam līdzīgs tīklojums** – citosola daļa ar gelam līdzīgu konsistenci. Citosolā tas veidojas no aktīva mikrofilamentiem.

**Genoma bibliotēka** – genoma daudzskaitlīgu fragmentu kopa, kur katru atsevišķo fragmentu nes fāgs vai plazmīda.

**Genoms** – visu gēnu kopums, kuri ietilpst organisma haploidālajā hromosomu komplektā; genomu skaits šūnā atbilst tās ploīditātei.

**Genotips** – visu organisma hromosomālo gēnu kopums, iedzimtības konstitūcija; plašākā nozīmē – visu organisma iedzimtības faktoru kopums, ieskaitot ārpushromosomu gēnus.

**Gēns** – iedzimtās informācijas vienība, DNS vai RNS molekulu iecirkņi, kuri nosaka organisma pazīmes.

**Gēnu amplifikācija; gēnu daudzkāršošana** – DNS selektīva sintēze, kā rezultātā veidojas viena gēna daudzas kopijas, tādējādi sekmējot ekspresiju.

**Gēnu klonēšana** – process, kurā baktēriju šūna, kas nes rekombinantu, svešus gēnus saturošu plazmīdu, aug un veido identisku šūnu klonu, kas satur savairotu svešo gēnu.

**GFP** – zaļais fluorescentais proteīns. Pirmoreiz tā gēns izdalīts no medūzām. Mūsdienās zināmi vairāk nekā 20 gēni, kas kodē dažādas krāsas proteīnus.

**Glijas šūnas** – nervu sistēmas šūnu veids; tās balsta, aizsargā, izolē neironus un veic starpnieka funkciju starp kapilāriem un neironiem.

**Glikogēns** – polisaharīds, kas veidojas no glikozes un tiek izmantots kā ātri mobilizējams enerģētiskais savienojums. Mugurkaulniekiem uzkrājas galvenokārt aknās un skeleta muskuļos. Sastopams arī raugā, dažās ūdenszālēs, sēnēs, kukurūzas graudos.

**Glikokaliks** – 1) ogļhidrātiem bagāts slānis vairuma eikariotu šūnu virspusē, ko veido galvenokārt lipoproteīni un proteoglikāni; 2) kopējs apzīmējums polisaharīdu slāņiem, kas aptver mikroorganismu šūnas.

**Glikokortikoīdi** – kortikosteroīdie hormoni, kurus sekretē virsnieru dziedzeru garoza; regulē glikozes metabolismu un imūnsistēmu.

**Glikolīze** – glikozes noārdīšana līdz pirovīnogskābei, kas notiek visās šūnās kā glikozes katabolisma sākumposms.

**Glikozaminoglikāni** – no glikozamīnu vai galaktozamīnu monomēriem veidots polisaharīds; daļa no proteoglikāna molekulas.

**Glikozilēšana** – oligosaharīda pievienošana olbaltumvielas vai lipīdu molekulai. Izveidojas glikoproteīni un glikolipīdi.

**Gludais ET** – endoplazmatiskais tīkls, kas nesatur ribosomas; modificē olbaltumvielas un sintezē lipīdus.

**Gludie muskuļi** – muskuļu veids, kura šūnas ir vārpstveida un veido ciešus kontaktus cita ar citu. Gludie muskuļi atrodas orgānu sienās, izklāj iekšējo orgānu dobumus un nav pakļauti gribai.

**Gļotu slānis** – baktēriju šūnu vai šūnu kopu difūzi ietverošs polisaharīdu slānis.

**Goldži komplekss** – eikariotu šūnu organella, kas veidota no cisternu kaudzīšu (diktiosomu), vezikulu un kanāliņu tīkla. Modificē un šķīro vielas, ko saņem no ET.

**Gram krāsojums** – baktēriju krāsošanas metode, kas dod iespēju atšķirt grampozitīvas un gramnegatīvas šūnu sieniņas. Grampozitīvās baktērijas kristālvioletais nokrāso purpurkrāsā, bet gramnegatīvās baktērijas safranīns nokrāso sārtas.

**Grana** – tilakoīdu (membrānu cisternu) komplekss hloroplastā, kurā norisinās gaismas atkarīgās fotosintēzes reakcijas.

**Graudainais ET; granulārais ET** – endoplazmatiskā tīkla daļa, kurai ir pievienotas ribosomas; veic sekretējamo olbaltumvielu sintēzi un modificēšanu.

**Haploidāla šūna** – šūna, kurā katra no atšķirīgām hromosomām pārstāvēta tikai vienas kopijas veidā.

**Haversa sistēma; osteons** – kaula uzbūves mikroskopisku izmēru pamatvienība, kuru veido kaula pamatvielas un kaula šūnu cirkulāras plātnītes un kanāls ar asinsvadiem un nerviem centrā.

**Helikāze** – enzīms, kas replikācijas laikā atbīda vienu komplementāro DNS polinukleotīdu virkni no otras.

**Hemiceluloze** – polisaharīds, kura galvenā sastāvdaļa ir glikoze. Hemicelulozei ir dažāda garuma sazarotas sānu ķēdes, kas veidotas no ksilozes, galaktozes, mannozes, glikozes, glikozomannozes un citu veidu monomēriem.

**Hemidesmosoma** – diskveida struktūra dzīvnieku šūnās, kas ar integrīna molekulu palīdzību savieno šūnas ar ārpusšūnas matriksu.

**Hemiosmoze** – noteikta paveida biomembrānu (energosaļūdošo membrānu) spēja izmantot ķīmisko enerģiju, lai caur membrānu transportētu protonus un pēc tam izmantotu radītā protonu gradienta enerģiju ATF sintēzei vai cita šūnai derīga darba veikšanai.

**Hemoglobīns** – sarkans, dzelzs jonus saturošs asins un hemolimfas pigments; proteīns, kas atgriezeniski piesaista skābekli.

**Heterocista** – slāpekļa fiksēšanai specializēta šūna dažās pavedienveida cianobaktērijās.

**Heterofāģija** – heterofāģijas procesā endosomas, t. i., vezikulas, kas satur no šūnas ārpusē nākošās vielas, saplūst ar pirmējām lizosomām. Šādas lizosomas sauc par otrējām vai sekundārām lizosomām. Otrējās lizosomās aktivējas hidrolītiskie enzīmi, un lizosomu saturs tiek sadalīts. Citosolā izdalās aminoskābes monosaharīdi un citas mazmolekulāras vielas.

**Heterohromatīns** – blīvi savīts DNS un kodola proteīnu komplekss. Tajā nevar notikt transkripcija.

**Heterozigotisks** – indivīds, kura šūnu kodolā vienu vai vairākus gēnus pārstāv dažādas alēles.

**Hiazma** – X veida struktūra, ko veido divas māshromatīdas meiotiskās dalīšanās laikā.

**Hidrofils** – ar tieksmi pēc ūdens.

**Hidrofobā mijiedarbība** – vājā mijiedarbība, kura ūdens vidē izpaužas kā hidrofobo molekulu agregātu veidošana, izslēdzot no tiem ūdens molekulas.

**Hidrofobs** – ar tendenci nesajaukties ar ūdeni, ūdens vidē veidot norobežotus pilienus.

**Hydrogenosoma** – dažās eikariotisku organismu grupās novērojams organoīds, kas darbojas līdzīgi peroksisomām. Atšķirībā no peroksisomām hydrogenosomu elektronu akceptors ir ūdeņradis.

**Hidroksilgrupa** – funkcionālā grupa, kuru veido skābekļa atoms un tam ar polāru kovalento saitī piesaistīts ūdeņraža atoms; molekulas, kurās ir hidroksilgrupas, pieskaita spirtiem; hidroksilgrupas veicina vielas šķīdību ūdenī.

**Hidrolāzes** – enzīmi, kas nodrošina organisko vielu polimēru hidrolizēšanu, t. i., sadalīšanu monomēros. Hidrolīzes procesā pie polimēra pievienojas ūdens molekula, tiek pārrauta kovalentā saite un atdalās monomērs.

**Hidrolīze** – molekulu sašķelšanās, tām pievienojot ūdeni; hidrolīzes reakcijas ir pamatā gremošanas procesam.

**Hifas** – sēņu pavedieni, kuru kopums veido sēņotni (micēliju).

**Hipotonisks šķīdums** – šķīdums, kurā ir relatīvi zema izšķīdušo vielu koncentrācija.

**Histoni** – bāzisku olbaltumvielu grupa, kas veido nukleosomas; saistās pie negatīvi lādētajām DNS fosfātgrupām, nodrošina DNS pavedienu sakārtošanu. Histoni H2A, H2B, H3 un H4 ir līdzīgi visu eikariotu šūnās. Histons H1 atšķiras dažādu sistemātisko grupu organismiem.

**Hītīns** – strukturāls polisaharīds, kura monomērs ir aminocukurs; sastopams sēnēs un posmkāju ārējā skeletā.

**HIV** – AIDS izraisītājs vīruss; retrovīruss. Tā genomu veido RNS, un tas vairojas ar apgrieztais transkripcijas palīdzību.

**Hlorofils** – galvenais zaļo augu un aļģu fotosintezējošais pigments, kas saista gaismas enerģiju sarkanajā un zili violetajā spektra daļā. Hlorofils ir salikts esteris un šķīst tikai neitrālos organiskos šķīdinātājos – spirtā, acetonā, benzolā u. c.

**Hloroplasts** – zaļā plastīda, kas satur galvenokārt zaļo pigmentu – hlorofilu un fotosintēzes gaitā uztver gaismas enerģiju, pārvēršot to organisko vielu ķīmiskajā enerģijā.

**Hloroplastu ribosomas** – eikariotu hloroplastos atrodams baktēriju ribosomām līdzīgs ribosomu veids ar sedimentācijas konstanti 70S.

**Holesterīns; holesterols** – stereoīds, būtisks dzīvnieku šūnu membrānu komponents, priekštecis citu bioloģiski svarīgu stereoīdu sintēzei.

**Homeobokss** – īpaša DNS secība homeotiskajos gēnos, kas organisma attīstības gaitā regulē diferencēšanās procesu.

**Homeotiska mutācija** – gēna mutācija, kuras rezultātā vienas ķermeņa daļas vietā anomāli attīstās cita.

**Homeotiskie gēni** – gēni, kas nosaka dzīvnieku vispārīgo ķermeņa uzbūves plānu, kontrolējot dažādu šūnu grupu attīstības gaitu.

**Homoloģiskās hromosomas** – sugas strukturāli un morfoloģiski vienādās hromosomas, kas satur vienu un to pašu pazīmju gēnus atbilstošos hromosomu lokusus.

**Homozigotisks** – termins, ko attiecinā uz indivīdu, kura šūnu kodolā vienu vai vairākus gēnus pārstāv vienādas alēles.

**Hondriocīti** – šūnas, kas veido skrimslus.

**Hormoni** – ķīmisko signālmolekulu veids, ko ģenerē specializētas daudzšūnu organisma šūnas; hormoni pārvietojas organisma šķidrā vidē un koordinē organisma funkcijas, saistoties ar zināmiem šūnu receptoriem, inducējot tajās regulatoru reakciju kaskādi. *Sk. arī fitohormoni.*

**Hromatīns** – no DNS un kodola proteīniem veidots nukleoproteīnu komplekss, kas sastāv no vairāk vai mazāk atšķetinātām hromosomām.

**Hromomēri** – kondensēts hromatīns, kas veido gaismas mikroskopā redzamo apaļsuku hromosomu blīvo daļu.

**Hromoplasts** – plastīda, kas satur galvenokārt dzeltenos un oranžos pigmentus karotinoīdus (*sk. karotinoīdi*).

**Hromosīdas** – sīkas, baktēriju nukleoīdiem līdzīgas eikariotu hromosomas, kas novērojamas dinofītaļģu un dažu citu sistemātisko grupu šūnu kodolos.

**Hromosoma** – DNS un olbaltumvielu komplekss kodolā; šūnu dalīšanās laikā sablīvējas tā, ka gaismas mikroskopā redzams kā atsevišķs nūjiņveida ķermenis.

**Hsp** – sk. **čaperoni**.

**Iekaisuma reakcija** – nespecifiska vietēja aizsargreakcija audos uz infekcijas vai kādu citu agresīvu faktoru izraisītu šūnu bojājumu.

**Iekšējo membrānu sistēma** – membrānu kopums eikariotu šūnās, kas veido endoplazmatisko tīklu, Goldži kompleksu un vezikulas.

**Imunoglobulīni** – proteīnu klase – antivielas.

**Inozitoltrifosfāts** – sekundārais mesendžers (signālsavienojums), kas darbojas kā starpnieks starp dažiem nesteroidas dabas hormoniem un trešējo mesendžeru ( $Ca^{+}$  jonu koncentrācijas paaugstināšanās).

**Integrīni** – integrālas plazmatiskās membrānas olbaltumvielas, kam ir iekššūnas un ārpusšūnas domēni. Iekššūnas domēni savienojas ar citoskeleta elementiem, savukārt ārpusšūnas domēni pievienojas pie kolagēna, izmantojot fibronektīna vai laminīna starpniecību.

**Interfāze** – šūnas cikla daļa – 90% no šūnas cikla kopējā laika –, kurā nenotiek dalīšanās. Tās laikā šūnās notiek aktīva DNS, RNS un proteīnu sintēze, organelļu un hromosomu daudzuma dubultošanās.

**Interferoni** – citokīnu (šūnu informatīvās mijiedarbības vielu) grupa; piem., ar vīrusu inficētu šūnu producētu interferonu regulatorais efekts izpaužas kā citu šūnu pretestības paaugstināšanās pret infekciju.

**Introns** – nekodējoša sekvenca, kas iestarpināta starp eikariotu gēnu kodējošajām secībām eksoniem.

**Izotoniski šķīdumi** – šķīdumi ar vienādu izšķīdušo vielu koncentrāciju.

**Izotops** – viena no vairākām elementa atomu formām, kas savstarpēji atšķiras pēc neitronu skaita kodolā un tātad arī pēc atommasas.

**Izšķirtspēja** – minimālais attālums starp diviem punktiem, kurā tie ir redzami atsevišķi; raksturo palielināta attēla kvalitāti. Gaismas mikroskopa maksimālā izšķirtspēja ir 200 nm, caurstarojošā elektronu mikroskopa maksimālā izšķirtspēja ir 0,1 nm.

**Jons** – atoms (vai atomu grupa), kas piesaistījis vai zaudējis elektronus, tādējādi iegūstot elektrisko lādiņu.

**Jonu kanāls** – no integrālām membrānas olbaltumvielām veidots kanāls, kas atveroties vai aizveroties maina jonu plūsmu caur membrānu un regulē membrānas potenciālu.

**Jonu saite** – ķīmiskā saite, ko nosaka pretēji lādētu jonu pievilkšanās.

**Kadherīns** – integrāla plazmatiskās membrānas olbaltumviela, kas atkarībā no  $Ca^{2+}$  jonu klātbūtnes nodrošina 1) divu blakus muskuļu, epitēlija vai citu šūnu adhēziju (savienošānu), 2) adhēziju ar ārpusšūnas matriksu.

**Kālija-nātrija sūknis** – speciāls transporta proteīns šūnas plazmatiskajā membrānā, kas veic divvirzienu aktīvo transportu.  $\text{Na}^+$  tiek transportēts ārā, bet  $\text{K}^+$  – iekšā šūnā, pretēji šo jonu koncentrācijas gradientam.

**Kalmodulīns** – iekššūnas proteīns, kas saista kalciju procesā, kurā kalcijs darbojas kā sekundārais mesendžers (signālu pārnēsētājs).

**Kalvina cikls** – fotosintēzes bioķīmiskās reakcijas, kas seko fotosintēzes fotoķīmiskajām reakcijām un kurās tiek asimilēts  $\text{CO}_2$ .  $\text{CO}_2$  pēc tam tiek reducēts, un veidojas oglehidrāti.

**Kancerogēns** – ķīmiskais savienojums, kas, ilgstoši iedarbojoties uz organismu, var izraisīt ļaundabīgu audzēju (vēzi).

**Kapsīda; kapsīds** – vīrusu ietverošais proteīna apvalks. Kapsīda var būt nūjiņveida, poliedriska vai sarežģītākas formas.

**Kapsula** – baktēriju šūnu vai šūnu kopu cieši ietverošs polisaharīdu slānis, kas parasti ir grūti atdalāms.

**Karboksilgrupa** – funkcionālā grupa organiskajās skābēs. Tajā ietilpst oglekļa atoms, pie kura ar dubultsaiti pie-saistīts skābekļa atoms un ar vienkāršo saiti – hidroksilgrupa.

**Karbonilgrupa** – funkcionālā grupa aldehīdos un ketonos; sastāv no oglekļa un skābekļa atomiem, kas saistīti ar dubultsaiti.

**Kariogāmija** – centrālais apaugļošanās moments, kad notiek dzimumšūnu kodolu saplūšana.

**Kariotips** – sugai raksturīgais hromosomu komplekta īpašību (skaita, morfoloģijas, krāsošanās īpatnību) ko-pums.

**Karotinoīdi** – augu dzeltenie, oranžie un sarkanie pigmenti. Tie paaugstina fotosintēzes efektivitāti. Absorbējot gaismu zaļajā, zilajā un violetajā spektra daļā, tie saistīto enerģiju nodod hlorofilam. Karotinoīdi arī pasargā hlorofila molekulas no fotooksidācijas.

**Kaspari svītras** – endodermas radiālo šūnapvalku uzbiezējumi, kas kavē ūdens un tajā izšķīdušo minerālvielu iekļūšanu centrālajā cilindrā caur apoplastu.

**Kaspāzes** – enzīmi, saukti arī par proteāzēm, jo tie sadala olbaltumvielas. Kaspāzes noteiktā pozīcijā novietotās cistīnas šķel substrāta molekulas aspargīnskābi.

**Katabolisms** – savstarpēji saistītu bioķīmisko procesu kopums, kurā organisms noārda komplicētas organiskās vielas, tādējādi iegūstot enerģiju.

**Keratīns** – starpfilamentus veidojoša olbaltumviela. Visbiežāk sastopama epitēlija un muskuļu šūnās. Keratīna starpfilamenti pievienojas pie desmosomām vai hemidesmosomām.

**Kinetohors** – olbaltumvielu disks hromosomas centromēras rajonā. Mitozes un mejozes laikā kinetohors pie-vieno dalīšanās vārpstas mikrocaurulītes.

**Klatrīns** – olbaltumviela, kuras apvienošanās rezultātā membrāna izlokās un izveido lodveida struktūru – vezi-kulu. Nodrošina specifisku vezikulāro vielu transportu.

**Kodola apvalks** – divas apvalka membrānas, kas atdala kodolu no citoplazmas. Vielu apmaiņu ar citoplazmu nodrošina poras.

**Kodola laminas** – starpfilamentus veidojošas olbaltumvielas. Laminas A, B un C pavedieni veido tīkveida struktūru kodola iekšējās membrānas iekšpusē. Laminas B ir kodola iekšējās membrānas sastāvdaļa un nodrošina lamīnu A un C pievienošanu. Mitozē laminas tiek fosforilētas un atdalās no kodola membrānas.

**Kodola matriks** – olbaltumvielu komplekss, kuru veido pie iekšējās membrānas pievienotie starpfilamenti (ko-dola laminas) un pavedieni kodola iekšienē.

**Kodoliņa organizators** – olbaltumvielu komplekss uz rRNS gēnus saturošas hromosomas, kas pēc mitozes no-drošina kodoliņa veidošanos.

**Kodoliņš** – kodola sastāvdaļa, kuru veido vairāki hromosomu rajoni, kas satur rRNS gēnus. Ribosomu veidoša-nās vieta kodolā.

**Kodols** – 1) atoma centrālā daļa, kas satur protonus un neitronus; 2) eikariotu šūnu organella, kas satur hromo-somas.

**Kodons** – trīs nukleotīdu secība DNS vai mRNS molekulā, kas kodē noteiktu aminoskābi vai terminācijas sig-nālu; ģenētiskā koda pamatelements.

**Kofaktors** – jebkura neproteīna dabas organiska molekula vai jons, kas nepieciešams enzīma funkcionēšanai; tas var būt cieši saistīts (prostētiskā grupa) vai arī vāji saistīts aktīvajā centrā.

**Kohezīns** – olbaltumviela, kas no šūnas cikla S fāzes līdz mitozes anafāzei savieno hromosomas māshromatīdas. Metafāzes beigās kohezīns tiek hidrolizēts un ir iespējama māshromatīdu atdalīšanās.

**Kohēzija** – līdzīgu molekulu savstarpēja saistīšanās, bieži izmantojot ūdeņraža saites.

**Koksne; ksilēma** – vaskulāro augu vadaudu sistēma, kas pielāgota ūdens un tajā izšķīdušo minerālvielu transportēšanai no auga saknēm uz patēriņa vietām augā. Pa koksnes vadaudiem – trahejām un traheidām – notiek vielu transports organisma līmenī.

**Kolagēns** – proteīns, kas atrodas dzīvnieku ārpusšūnas matricā (skrimslī, kaulos u. c.); veido izturīgas šķiedras.

**Kolenhīma** – primārie audi, kas jaunos augošos augu orgānos veic mehānisko funkciju. Kolenhīmu veido dzīvas, izodiametriskas šūnas, kam raksturīgi nevienmērīgi uzbiezināti šūnapvalki.

**Kolokalizācija** – divu dažādu molekulu novietojums vienā vielā. To pierāda šo vielu autofluorescence vai arī tām ar antivielām pievieno fluorescentu krāsvielu. Ja vienai vielai ir sarkana fluorescences, bet otrai – zaļa fluorescences, tad kolokalizācijas gadījumā summārais signāls ir dzeltens.

**Kondensācijas reakcija** – reakcija, kurā divas vai vairākas molekulas veido kovalentās saites, atšķeļot mazu molekulu, parasti ūdeni.

**Konjugācija** – DNS rekombinācijas process, kurā notiek ģenētiskā materiāla pārnese starp šūnām, tām uz laiku savienojoties.

**Kontraktilais gredzens** – no mikrofilamentiem un olbaltumvielām veidots komplekss, kas veido iežmaugu dzīvnieku šūnu citokinēzes procesā. Terminu reizēm izmanto, lai raksturot struktūru, kas nodrošina mitohondriju un plastīdu iežmaugas veidošanas dalīšanās procesā.

**Kontraktilie kūlīši** – aktīva mikrofilamentu kūlītis, kas veidots no antiparalēli novietotiem mikrofilamentiem. Veido kontaktilo gredzenu u. c. struktūras.

**Kontraktils** – tāds, kas spēj sarauties.

**Kotransports** – transports caur membrānu, kurā viena savienojuma difūzija pa savas koncentrācijas gradientu tiek "sajūgta" ar otra savienojuma transportu pret tā koncentrācijas gradientu.

**Krebsa cikls; trikarbonskābju cikls; citronskābes cikls** – ciklizēta, enerģiju atbrīvojoša bioķīmisko reakciju sērija, kurā ogļhidrātu, taukskābju un aminoskābju noārdīšanas rezultātā iegūtās acetila grupas ( $\text{CH}_3\text{CO}^-$ ) tiek noārdītas līdz  $\text{CO}_2$ , iegūstot ūdeņraža atomus NADH un  $\text{FADH}_2$  savienojumu veidā. Augstā enerģētiskā līmenī esošie ūdeņraža atomu elektroni vēlāk tiek izmantoti makroergisko fosfoanhidrīda saišu veidošanai (ATF sintēzei). Notiek visu aerobo organismu šūnās; eikariotu šūnās – mitohondrijos.

**Kristas** – mitohondriju iekšējās membrānas krokas, uz kurām izvietojusies elektronu transporta ķēde un enzīmi, kas nodrošina ATF sintēzi.

**Krustmija; krosingovers** – mejozes 1 profāzē, bet dažkārt arī mitozē, sastopams process, kurā notiek nemāsu hromatīdu reciproka apmaiņa ar fragmentiem.

**Ksilēma** – sk. koksne.

**Kutikula** – 1) plāna vaskveida plēvīte, kas veidojas, uz epidermas ārējās virsmas izdaloties un saplūstot epidermas šūnu izdalītajam kutīnam; 2) posmkāju ārējais skelets, kas sastāv no proteīnu un hiīna slāņiem.

**Laktāts, pienskābe** – viela, kas anaerobās elpošanas rezultātā izveidojas dzīvnieku muskuļu un citu šūnu tipos.

**Laminīns** – ārpusšūnas matricā novietotu glikoproteīnu molekulu grupa, kas var pievienoties pie kolagēna IV molekulām, heparīna un citiem proteoglikāniem un glikozaminoglikāniem.

**Leikocīts** – baltais asinsķermenītis (šūna), kam ir svarīga loma imūnreakcijās, jo tas spēj fagocitēt vai veidot antivielas.

**Leikoplasts** – plastīda, kas nesatur pigmentus. Leikoplasti ir bezkrāsaini un augā veic rezerves barības vielu uzkrājējfunkciju.

**Ligande** – mikro- vai makromolekula, kura specifiski saistās ar citas, parasti makromolekulas (visbiežāk proteīna) receptoro daļu.

**Lignīns** – organiskā viela, kas bieži uzkrājas augu šūnu sienās, saistoties ar tajos esošo celulozi un tādējādi palielinot ksilēmas un šūnu sklereīdu mehānisko izturību.

**Limfocīts** – leikocītu paveids; daļa no tiem pilnībā nobriest kaulu smadzenēs (t. s. B-limfocīti), daļa – jau atrodoties cirkulējošās asinīs aizkrūts dziedzerā (tūmusa) hormonu ietekmē (t. s. T-limfocīti).

**Lipīdi** – visai daudzveidīga bioorganisko vielu grupa – ūdenī nešķīstoši vai slikti šķīstoši savienojumi, kas labi šķīst nepolāros organiskajos šķīdinātājos. Pie lipīdiem pieder taukskābes, tauki, eļļas, vaski, terpēni, fosfolipīdi, steroīdi.

**Lipoproteīni** – ar lipīdiem saistīti ūdenī šķīstoši proteīni asins plazmā, šūnas citoplazmā, membrānās, organellās.

**Lizosoma** – ar vienu membrānu klāta organella, kurā hidrolītiskie enzīmi sadala barības vielas un bojātās šūnas struktūras; šūnā veic autofāgiju un heterofāgiju.

**Lokalizācijas signāls; signālsekvence; signālpeptīds** – eikariotu šūnās: aminoskābju secība polipeptīda molekulā (parasti ap 20 AS gara molekulas N vai C galā), kas nosaka molekulas transporta ceļu no sintēzes vietas uz šūnas kompartmentu, kurā tā nepieciešama; transporta ceļa izvēles (atpazīšanas) signāls. Transportēšanas laikā tas parasti tiek nošķelts no polipeptīda molekulas. Piem., mitohondriju kristu olbaltumvielām ir divas signālsekvences: viena nosaka citoplazmas olbaltumvielas pievienošanu pie mitohondriju ārējās membrānas un ievilkšanu matriksā, bet otra – olbaltumvielas pievienošanu kristai.

**Lumens** – endoplazmatiskā tīkla caurulīšu, tilakoīdu u. c. ar membrānu atdalītu cisternu un caurulīšu iekšējā daļa.

**Luminiscence** – vielu spīdēšana jeb redzamās gaismas emisija. Lai vielas spīdētu, tās atomiem ir jābūt ierosinātiem. Pēc ierosinātāja darbības beigām luminiscence turpinās. Luminiscenci iedala īslaicīgajā pēcspīdēšanā – fluorescencē – un ilglaicīgajā pēcspīdēšanā – fosforescencē.

**Luminiscences mikroskops** – optisks instruments, kurā ar lēcu sistēmas palīdzību, izmantojot redzamās gaismas refrakciju, tiek iegūts objekta emitētās gaismas palielināts attēls. Bioloģiskajos pētījumos pēta šūnu un organoīdu fluorescenci.

**M fāze** – šūnas cikla daļa – mitoze, kurā notiek hromosomu un šūnas pārdalīšanās.

**M fāzi veicinošais faktors; MPF** – proteīnu komplekss, kas nepieciešams, lai šūna pārietu no vēlās interfāzes uz mitozu; aktīvo formu veido ciklīns un ciklīnatarīgā proteīnkināze (cdc2).

**Makrofāgs** – šūna, kas ar amēbveida kustībām pārvietojas starp audu šķiedrām un fagocitē, ieviek savā citoplazmā baktērijas un atmirušās šūnas.

**Makromolekula** – liela izmēra un masas biomolekula, parasti biopolimērs, kas veidojas, polimerizējoties daudzām maza izmēra molekulām; tā masa ir lielāka par vairākiem kilodaltoniem (kDa) vai mola masa lielāka par vairākiem kilogramiem uz molu, piem., polisaharīdi, proteīni, nukleīnskābes.

**Māshromatīdas** – vienas hromosomas divas homoloģiskas hromatīdas (replicētās formas), kuras savieno centromēra.

**Mejoze; reduktīvā dalīšanās** – šūnu kodolu divpakāpju dalīšanās, pēc kuras divreiz samazinās hromosomu skaits. Tās rezultātā dzīvniekiem izveidojas gametas, bet augiem – sporas.

**Membrānas potenciāls** – elektriskā potenciāla starpība starp citoplazmu un šūnu apņemšo šķidrums. To rada dažādu jonu atšķirīgas koncentrācijas starp citoplazmu un šūnas ārpusi. Tas ietekmē visu lādēto daļiņu vai molekulu transportu cauri membrānai. Parasti zīdītāju šūnas plazmatiskās membrānas potenciāls ir -60 mV (iekšpuse negatīva attiecībā pret ārpusi).

**Meristēma; veidotājadi** – nediferencēti augu audi, no kuriem šūnu dalīšanās ceļā veidojas jaunas šūnas; nodrošina augu neierobežoto augšanu.

**Mērķšūna** – šūna, kas spēj uztvert un reaģēt uz noteikta veida signālmolekulu (ligandi).

**Mesendžera RNS; matrices RNS; informācijas RNS; iRNS; mRNS** – ribonukleīnskābes molekula, kas sintezēta pēc DNS kodētās informācijas un pārnes ģenētisko informāciju uz ribosomām, kurās pēc mRNS ģenētiskā koda tiek sintezēti proteīni.

**Metabolisms** – vielmaiņa organismā, audos un šūnās; savstarpēji saistītu bioķīmisko procesu kopums, ko iedala katabolismā un anabolismā.

**Metafāze** – mitozes vai mejozes fāze, kurā mikrocaurulītes aizbīda hromosomas uz šūnas ekvatoriālo plakni.

**Metastāze** – vēža šūnu izplatīšanās ārpus tā rašanās vietas.

**Mezoderma** – embrija gastrulas stadijā novērojams cilmsūnu slānis. No tā veidojas visas muskuļšūnas, asinsšūnas u. c. šūnu veidi.

**Mezofils** – starp augšējo un apakšējo epidermu izvietojušies lapas plātnes parenhīma, kurā notiek fotosintēze.

**MHC** – sk. galvenais audu saderības komplekss.

**Mielīna apvalks** – īpatnēju neiroglijas šūnu (t. s. Švāna šūnu) veidots apvalks nervu šķiedrām, pa kurām notiek strauja (pat līdz 120 m/s) un “lēcienuveida” (saltatoriska) impulsa pārvade.

**Mikoplazma** – šūnapvalku neveidojošu parazitisku un patogēnu baktēriju grupa. Mikoplazmas augšanai nepieciešama sarežģīta sastāva barotne, kas satur asins plazmas komponentus. Cilvēka elpošanas un uroģenitālo infekciju, eikariotu šūnu kultūru infekciju izraisītājas.

**Mikrobārktīņas** – sīki epitēlija šūnu izaugumi, kas vērsti uz zarnas dobuma pusi un ievērojami palielina zarnas sienas virsmas laukumu.

**Mikrocaurulīšu organizēšanas centri** – eikariotu šūnās novērojami kompleksi, kas veido mikrocaurulītes un nosaka to novietojumu šūnā; satur gamma tubulīnu. Dzīvniekiem tā ir centrosoma, augiem – vārpstveida ķermenis vai polāri novietotas vezikulas, sēnēm – kodola membrānā novietots vārpstveida ķermenis.

**Mikrocaurulītes** – citoskeleta sastāvdaļa, kuru veido tubulīna dimēri. Nodrošina šūnu, organoīdu un vielu pārvietošanos šūnā, veido skropstiņas un vicas, kā arī dalīšanās vārpstu.

**Mikrofāgs; neitrofilais granulocīts** – neliela asins šūna, kas var veikt fagocitozi.

**Mikrofilamenti** – citoskeleta sastāvdaļa, kuru veido aktīna pavedieni. Saistoties ar miozīnu, mikrofilamenti nodrošina šūnu, organoīdu un vielu pārvietošanos.

**Miode** – acs tīklenes fotoreceptorās šūnas daļa, kas uztver gaismu.

**Miofibrillas** – pavedieni muskuļu šķiedrās, kas kūlīšu veidā novietoti šķiedras garenvirzienā; sastāv no divējādiem sīkākiem pavedieniem (protofibrillām). Tievās protofibrillas (mikrofilamenti) sastāv no aktīna molekulām, resnās – no miozīna molekulām.

**Mioglobīns** – skābekli piesaistošs proteīns muskuļu šūnās.

**Miozīns** – viena no šūnu olbaltumvielām, kas nodrošina vielu un organoīdu transportu gar aktīna mikrofilamentiem. Muskuļu šūnās nodrošina miofibrillu saraušanos un muskuļa kontrakciju.

**Mitochondrijs** – eikariotu šūnām raksturīga organella, kurā notiek šūnu elpošana – Krebsa cikls, elektronu transports, oksidatīvā fosforilēšana.

**Mitochondriju matrikss** – mitochondriju iekšējā daļa, kuru ierobežo iekšējā membrāna.

**Mitochondriju ribosomas** – eikariotu mitochondrijos atrodams ribosomu veids, kas atgādina baktēriju ribosomas. Zīdītājiem ir visprimitīvākās mitochondriju ribosomas ar vismazāko sedimentācijas konstanti – 55S.

**Mitoze** – kodola dalīšanās process, kas raksturīgs eikariotu somatiskajām šūnām. Mitozē izveidojas divi meitkoldi ar tādu pašu hromosomu skaitu katrā, kāds bijis mātkodolā.

**Monoklonālās antivielas** – nobriedušu no vienas priekšteča šūnas radušos B-limfocītu (plazmocītu) producētas antivielas, kas atbilst vienai noteiktai antigēna determinantei.

**Monomērs** – mazmolekulāra subvienība, kas kalpo par “būvbloku” polimēru sintēzei, piem., celulozes monomērs ir glikoze.

**Monosaharīds** – ogļhidrāti, kas hidrolīzes procesā nešķeļas, piemēram, glikoze, fruktoze. Monosaharīdi pastāv atsevišķi vai kā monomēri piedalās disaharīdu un polisaharīdu veidošanā. Vispārīgā formula  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ , kur  $n = 3 \dots 7$ . Galvenās monosaharīdu grupas ir heksozes ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) un pentozes ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$ ).

**Morfoģenēze** – organismu struktūras veidošanās ontogēnēzes laikā.

**Motoneirons; kustību neirons** – nervu šūna, kas pārvada signālus no galvas vai muguras smadzenēm uz skeleta muskuļiem.

**mRNS** – sk. mesendžera RNS.

**Multipotenta cilmsūna** – embrija vai pieauguša organisma šūna, kas veido daudzus diferencētu šūnu tipus. Piemēram, no asins cilmsūnas var izveidoties gan eritrocīti, gan granulocīti.

**Mutācija** – iedzimtības materiāla (DNS) nenoteiktas, retas pārmaiņas, kuru rezultātā rodas jaunas gēnu alēles.

**Mutagēns** – ķīmiskis, fizikāls vai bioloģisks faktors, kas izraisa mutācijas.

**Mutaģenēze** – mutāciju rašanās process.

**NAD<sup>+</sup>** – sk. nikotīnamīda adenīdinukleotīds.

**Necikliskā fotofosforilēšana; elektronu plūsmas Z shēma; necikliskā elektronu plūsma** – elektronu plūsma no ūdens uz NADP<sup>+</sup> fotosintēzes fotoķīmisko reakciju laikā; ietver abas fotosistēmas un rada protonu gradientu, kas tiek izmantots ATF, NADPH un skābekļa producēšanai.

**Neirālā plātnīte** – šūnu sakopojums vietā, kur nervu caurulīte izliecas no ektodermas; šīs šūnas migrē pa embrija ķermeni un ir aizsākums ādas pigmenta šūnām, žokļu kauliem, zobiem, virsnierēm un daļai nervu sistēmas.

**Neurofilamenti** – nervu un citās dzīvnieku šūnās sastopami starpfilamenti. Nodrošina noteiktu mikrocaurulīšu sakārtojumu nervu šūnu aksonos un noenkuro pie mikrocaurulītēm vezikulas u. c. organoīdus.

**Neuromediators** – viela, kas ir uzkrāta sekretorajās vezikulās, izdalās no nervu šūnas sekretorā nervgala sinapsē, difūzijas ceļā šķērso sinapses spraugu un saistās ar specifiskajiem receptoriem postsinaptiskajā membrānā.

**Neirons** – nervu šūna; tās pamatfunkcijas ir informatīvu signālu uztvere (receptija), signālu pārraidīšana uz citu šūnu; specifiska kā īslaicīga, tā noturīga (atmiņas tipa) reakcija uz šiem signāliem; neirosekrēcija.

**Neirosektorās šūnas** – neironi, kas sekretē regulatorvielas (hormonus) šūnstarpu šķidrumā vai asinīs.

**Nepiesātinātā taukskābe** – taukskābe, kuras molekulā starp oglekļa atomiem ir viena vai vairākas dubultsaites, t. i., pie šiem atomiem ķīmiskā ceļā iespējams piesaistīt ūdeņraža atomus (piesātināt ar ūdeņraža atomiem). Nepiesātinātu taukskābju klātbūtne palielina fosfolipīdu molekulu kustīgumu membrānās.

**Nikotīnamīda adenīndinukleotīds; NAD<sup>+</sup>; NAD** – visās šūnās esošs koenzīms, kas metabolisma reducēšanās/oksidēšanās reakcijās palīdz enzīmiem pārnest elektronus. Piesaistot ūdeņraža jonu (protonu) un divus elektronus, tas reducējas. Šādu reducēto formu apzīmē ar NADH, NADH<sub>2</sub>.

**Nitrifikācija** – hemosintezējošo augsnes baktēriju izraisīta amonija jonu (NH<sup>4+</sup>) oksidēšana par nitrātiem un tai sekojoša nitrātu oksidēšana par nitrātiem.

**Novecošana** – dzīvīem organismiem un šūnām raksturīgs strukturālu un bioķīmisku pārmaiņu komplekss, kura rezultātā apstājas dzīvības procesi.

**Nūjiņa** – gaismu uztveroša šūna (fotoreceptors) mugurkaulnieku tīklenē; nodrošina krēslas un tumsas redzi.

**Nukleāze** – jebkurš enzīms, kas šķel saites starp nukleīnskābju nukleotīdiem.

**Nukleīnskābe** – polimērs, ko veido savā starpā ar fosforskābes diestera saitēm lineāri savienoti nukleotīdi. Nukleīnskābes nodrošina ģenētiskās informācijas glabāšanu, ekspresiju un nodošanu nākamajām šūnām paaudzēm ar replikācijas, transkripcijas un translācijas mehānismu palīdzību. Izšķir ribonukleīnskābes (RNS) un dezoksiribonukleīnskābes (DNS).

**Nukleotīda rajons** – rajons prokariotu šūnā, kurā ir koncentrēta DNS.

**Nukleotīds** – superspiralizēta DNS dubultspirāle, kas saistīta ar olbaltumvielu molekulām, līdzīgi kā eikariotu nukleosomās.

**Nukleomorfs** – sekundāro endosimbiontu šūnās novērojams reducējies kodols.

**Nukleoplazma** – kodola šķidrā fāze.

**Nukleosoma** – eikariotu šūnas kodolā DNS pakošanas (vai hromatīna pavediena) pamatvienība: uz 8 histonu (4 dažādu veidu: H2A, H2B, H3, H4) molekulu veidota “serdeņa” uztīts aptuveni 150–200 bp garš DNS posms (aptuveni 1,5 vijumi).

**Nukleotīds** – nukleīnskābes monomērs, kas sastāv no savstarpēji kovalenti saistīta nukleozīda (slāpekļa bāze + pentoze) un fosforskābes atlikuma.

**Nukleozīds** – organiska molekula, kuru veido ar slāpekļa bāzi (purīna vai pirimidīna) ķīmiski saistīta pentoze (riboze vai dezoksiriboze); nukleotīds, kuram trūkst fosforskābes atlikuma.

**Obligāti aerobs organisms** – organisms, kura šūnu elpošanai noteikti nepieciešams skābeklis; bez tā šis organisms nevar dzīvot.

**Obligāti anaerobs organisms** – organisms, kas nespēj izmantot skābekli, un tas šim organismam ir nāvējošs.

**Ogļhidrāti** – organiski savienojumi, kas pēc uzbūves ir vai nu aldehīdspirti, vai ketospirti; var būt kā monosaharīdi un to dimēri (disaharīdi), tā arī polimēri (polisaharīdi), kurus veido atsevišķas monosaharīdu molekulas.

**Oksidatīvā fosforilēšana** – ADP fosforilēšana par ATF šūnu aerobās elpošanas pēdējā posmā. Šis process ir “sajūgts” ar elektronu transporta sistēmu, kas lokalizēta mitohondriju kristās.

**Oksidēšanās; oksidēšanās/reducēšanās reakcijas** – ķīmisks process, kurā molekula vai atoms zaudē elektronus.

**Oksidētājs** – elektronu akceptors – molekula vai atoms –, kas oksidēšanās/reducēšanās reakcijās saista elektronus. Šajā procesā pats oksidētājs reducējas.

**Oligosaharīds** – ogļhidrātu grupas polimērs, kas kondensācijas sintēzē radies no vairākiem monosaharīdiem un ir pievienots olbaltumvielu un lipīdu molekulām. Oligosaharīdus olbaltumvielām pievieno endoplazmatiskajā tīklā un Goldži kompleksā.

**Olnīca** – dzīvnieku sievišķais dzimumdziedzis, kurā attīstās sievišķās gametas (olšūnas) un kas producē sievišķos dzimumhormonus.

**Olšūna** – sievišķā gameta – haploidāla neapaugļota sievišķā dzimumšūna, kas parasti ir salīdzinoši liela un nekustīga.

**Onkogēns** – vīrusos vai šūnu genomā atrodams gēns, kas var sekmēt normālas šūnas pārvēršanos par audzēja šūnu.

**Ontoģenēze** – organisma individuālā attīstība no zigotas līdz dabiskajai nāvei. Ontoģenēzē realizējas organisma iedzimtā informācija konkrētos vides apstākļos.

**Oocīts** – dzīvnieka sievišķā dzimumšūna augšanas un attīstības stadijā līdz ovulācijai.

**Ooģenēze** – process, kurā oogonijos, sēklotnē vai olnīcā veidojas sievišķās gametas – olšūnas.

**Organela** – ar membrānu norobežota šūnas daļa ar noteiktu uzbūvi un funkcijām.

**Osmotiskā regulācija** – ūdens daudzuma regulēšana šūnā un visā organismā kopumā. Osmotiskā regulācija ir pielāgošanās, kas ļauj hipertoniskā, hipotoniskā vidē vai uz sauszemes dzīvojošam organismam uzturēt vajadzīgo ūdens līdzsvaru (homeostāzi).



**Osmotiskais spiediens** – spiediens, kas jāpieliek, lai pārtrauktu šķīdinātāja plūsmu cauri puscaurlaidīgai membrānai lielākas koncentrācijas virzienā.

**Osmoze** – ūdens sūkšanās cauri puscaurlaidīgai membrānai.

**Osteocīti** – šūnas, kas veido kaulu.

**P centrs; peptidil-tRNS centrs** – ribosomas aktīvais centrs, kurā translācijas procesa laikā atrodas tRNS ar piesaistītu augoša (jaunsintezējama) polipeptīda (proteīna) ķēdi.

**Pahitēna** – mejozes pirmās dalīšanās profāzes posms, kurā homologiskās hromosomas savienojušās, veidojot bivalentus. Šajā posmā iespējamas DNS rekombinācijas.

**Parakrīnais signālu nodošanas mehānisms** – mehānisms, kā šūnu grupa sekretē signālmolekulas, kuras uztver citu šūnu grupu (mērķšūnas).

**Paralēlais kūlītis** – no paralēli novietotiem aktīva mikrofilamentiem veidots kūlītis. Paralēlie kūlīši atrodami epītēlija šūnu mikrobārkstīnās u. c. šūnās.

**Parenhīma** – salīdzinoši mazdiferencēti audi, kas sastāv no lielām šūnām. Parenhīmā parasti notiek vielu sintēze un uzkrāšana.

**Pasīvais transports** – vielu difūzija to koncentrācijas gradienta virzienā cauri bioloģiskai membrānai; notiek bez enerģijas patēriņa.

**Pavadītājšūna** – parenhimātiska lūksnes šūna, kas cieši saistīta pie sietstobra segmenta. Kopā ar blakus esošo sietstobra segmentu tā veidojas no vienas mātes šūnas. Tiek uzskatīts, ka pavadītājšūnas floēmā regulē vielu transportu.

**PCD; programmēta šūnu nāve** – šūnu bojāejas veids, kura gadījumā pakāpeniski ieslēdzas noteiktas bioķīmisko reakciju kaskādes, kuras noved pie DNS molekulu fragmentēšanās, kodola un citoplazmas fragmentēšanās. Augu un dzīvnieku šūnu programmētas nāves mehānismi ir atšķirīgi.

**PCR** – *sk.* polimerāzes ķēdes reakcija.

**Pektīni** – plaša šūnu sienīgas veidojošu polisaharīdu grupa. Kā monomērus pektīnos izmanto arabinozi, galaktozi, galakturonskābi, metanolu u. c. monosaharīdus.

**Periferīns** – starpfilamentus veidojoša olbaltumviela. Periferīns visbiežāk ir novērojams mugurkaulnieku perifērās nervu sistēmas šūnās, fotoreceptorajās šūnās, mehanoreceptoru un tām tuvumā esošajās nervu šūnās.

**Perimitohondriālā telpa** – telpa starp mitohondrija iekšējo un ārējo membrānu.

**Perinukleārā telpa** – telpa starp kodola iekšējo un ārējo membrānu.

**Periplastidālā telpa** – telpa starp plastīdas iekšējo un ārējo membrānu.

**Peroksisoma** – organella, kuras enzīmi transportē ūdeņradi no substrāta uz dažādiem skābekļa savienojumiem, veido un sadala ūdeņraža peroksīdu.

**pH skala** –  $H^+$  jonu koncentrācijas mērvienība, kurā tā tiek izteikta kā  $-\log[H^+]$ . pH skalas diapazons ir no 0 līdz 14.

**Piesātinātā taukskābe** – taukskābe, kurā visi oglekļa atomi savā starpā saistīti ar vienkāršo saiti, t. i., visi oglekļa atomi piesātināti ar ūdeņraža atomiem (saistīti ar maksimāli iespējamo ūdeņraža atomu skaitu). Membrānā samazina fosfolipīdu molekulu kustīgumu.

**Pila** – baktēriju virsmas doba pavedienuveida struktūra, kas kalpo starpšūnu kontaktu veidošanai, piem., konjugācijā.

**Pinocitoze** – endocitozes veids, kurā šūna mazu pilienu veidā uzņem ārpusšūnas šķidrums ar tajā izšķīdušajām vielām. Šūnās ar augstu sekretoro aktivitāti pinocitoze nodrošina membrānu reciklēšanu.

**Pirmējā struktūra; primārā struktūra** – monomēru secība polimērā, piem., aminoskābju secība polipeptīda molekulā.

**Piruvāts; pirovīnogskābe** – 3C atomus saturoša organiskā skābe, glikolīzes galaprodukts. Mitohondrijos kalpo arī kā substrāts tālākai oksidēšanai un ATF sintēzei.

**Plastīdas** – augu šūnu radniecīgu organellu grupa ar specializētu uzbūvi un funkcijām. Izšķir trīs visbiežāk sastopamos plastīdu tipus – hloroplastus, hromoplastus un leukoplastus.

**Plazma** – šūnstarpu viela, kurā atrodas asins šūnas; satur ūdeni, barības vielas un hormonus.

**Plazmas šūna** – antivielu sekretējošs B-limfocīts.

**Plazmatiskā membrāna; citoplazmatiskā membrāna** – dzīvas šūnas ārējā membrāna, kas norobežo šūnu no ārējās vides un nodrošina vielu selektīvu transportu. Augu šūnām plazmatiskā membrāna (plazmalemma) atrodas zem šūnas sienīgas.

**Plazmīda** – mazs DNS gredzens, kas nes īpašus baktērijas hromosomai neraksturīgus gēnus. Plazmīdu gēni bieži palīdz baktērijai pielāgoties nelabvēlīgiem vides apstākļiem.

**Plazmodesma** – kanāls, kas augu šūnās savieno blakus esošo šūnu citoplazmu un nodrošina ūdens, hormonu, olbaltumvielu un RNS transportu starp šūnām.

**Plazmolīze** – citoplazmas atraušāns no šūnas sienīgas, augu šūnai zaudējot ūdeni pēc tās ievietošanas hipertonskā šķīdumā.

**Ploīdija** – atšķirīgu hromosomu vai DNS molekulu komplektu skaits šūnā vai organellā. Daudzšūnu organismam tipisks hromosomu skaits; apzīmē ar *n*. Cilvēkam 1n ir 23 hromosomas.

**Pluripotentas cilmšūnas** – šūnas, kas ietver visus šūnu tipus, kuri atrodami embrijā vai pieaugušā organismā. Kaulu smadzenēs pluripotentas šūnas ir pirmsākums jebkura tipa diferencētām asins šūnām.

**Polāra molekula** – molekula, kuras pretējiem poliem (galiem) ir pretēji lādiņi (viens “+” otrs “-” lādēts). Tipisks polāras molekulas piemērs ir ūdens molekula.

**Poli-A gals** – mRNS priekšteča procesēšanas laikā veidots eikariotu RNS pavediena 3' gala pagarinājums, kas sastāv no 150–200 adenīnnukleotīdu homopolimēra. Tas sargā mRNS no noārdīšanas un uzlabo translācijas efektivitāti.

**Polimerāzes ķēdes reakcija; PCR** – metode DNS amplifikācijai (pavairošanai) *in vitro* (ārpus šūnas), izmantojot speciālus oligonukleotīdu praimerus, termoizturīgu DNS polimerāzi un dezoksīnukleozīdu trifosfātus (dATP, dCTP, dGTP, dTTP).

**Polimērs** – liela molekula, kura veidojas, kovalenti saistoties vairākām vienādām vai līdzīgām molekulām – monomēriem.

**Polipeptīds** – proteīna molekula; polimērs, kas veidots no daudzām (vairāk nekā 50) ar peptīdsaitēm saistītām aminoskābēm.

**Poliploīdija** – genomu mutācija, vairāk nekā divu genomu klātbūtne organisma somatisko šūnu kodolā.

**Poliribosoma; polisoma** – vairāku ribosomu grupa. Tās saistītas ar vienu un to pašu mRNS molekulu un veic aktīvu proteīnu sintēzi.

**Polisaharīds** – ogļhidrātu grupas polimērs, kas kondensācijas sintēzē radies no daudziem monosaharīdiem. Visbiežāk sastopamie polisaharīdi ir celuloze, ciete un glikogēns.

**Politēnā hromosoma** – hromosoma, kas ir veidota no daudzām hromatīdām. Novērojama dažādos specializētu šūnu tipos, piem., augļu mušīgas siekalu dziedzeru šūnās.

**Porfīrīni** – no pirola un formaldehīda molekulām veidoti gredzeni, kas atrodas hlorofila, hemoglobīna un dažu citu enzīmu aktīvajā centrā.

**Primārā sienīga** – šūnas sienīgas slānis aiz vidus plātnītes; veidots no nelielām un haotiski orientētām celulozes un hemicelulozes molekulām. Vienīgā šūnas sienīgas daļa meristemātiskās un ātri augošās šūnās.

**Prions** – infekciozs proteīns, kas spēj vairoties, līdzīgus proteīnus pārveidojot par prioniem.

**Profāze** – mitozes vai mejozes fāze, kurā kondensējas hromosomas, izzūd kodoliņš un sāk sadalīties kodola apvalka membrānas.

**Prokambijs** – primārie veidotājaudi, no kuriem diferencējas primārie vadaudi.

**Prolamelārais ķermenis** – membrānu materiāla sakopojums leikoplastā, ja šūnas tiek apgaismotas. No prolamelārā ķermeņa veidojas tilakoīdu membrānas.

**Promoters** – īpaša nukleotīdu secība DNS sastāvā, kas robežojas ar gēna kodējošās daļas sākumu. Promoters norāda RNS polimerāzei, kur jāuzsāk gēna transkripcija.

**Proplastīda** – plastīda attīstības sākumā; atkarībā no apgaismojuma un gēnu ekspresijas šūnā veidojas par leikoplastu, hloroplastu vai hromoplastu.

**Proteīnkināze; PK** – enzīms, kas regulē citu proteīnu funkcionālo aktivitāti, piesaistot tiem fosfātu grupu (fosforilējot). Šūnā darbojas daudzas dažādas PK.

**Proteinoīdi** – mākslīgi radīti proteīni.

**Proteīns; olbaltumviela** – biopolimērs, kas sastāv no aminoskābēm, kuras savstarpēji saistītas ar peptīdsaitēm. Proteīnu var veidot arī vairāki polipeptīdu pavedieni.

**Proteoglikāni** – lielmolekulāras vielas ārpusšūnas matricā, kas satur daudz (vairāk nekā 95 %) heteropolisaharīdu sānu ķēžu, kuras kovalenti saistītas ar polipeptīdu virknes skeletu. Cukura daļu agrāk sauca par mukopolisaharīdiem, bet tagad – par glikozaminoglikāniem.

**Proteosoma** – olbaltumvielu komplekss šūnā. Proteosomu viena puse spēj pievienot kļūdainas uzbūves olbaltumvielas, otra puse nodrošina bojāto olbaltumvielu peptīdu saišu pārraušanu. Proteosomas pievienojas pie olbaltumvielām, kurām ir pievienota neliela olbaltumviela – ubikvitīns.

**Protofilaments** – filamenta (pavediena) priekštecis. Mikrocaurulīšu gadījumā tas ir pavediens, kas veidots no  $\alpha$  un  $\beta$  tubulīna heterodimēriem. Mikrocaurulīte veidota no 13 protofilamentiem.

**Protonu dzinējspēks** – potenciālā enerģija, kas tiek glabāta elektroķīmiskā gradienta veidā; to rada  $H^+$  jonu sūkņēšana caur bioloģisko membrānu.

**Protonu sūknis** – transporta olbaltumviela membrānā, kas, izmantojot ATP hidrolizēšanas enerģiju, transportē protonus no šūnas, radot membrānu potenciālu.

**Protoplasts** – augu šūna, kurai ir atdalīta šūnas sienīņa.

**Protoplazma** – šūnas iekšējā daļa, ko veido citoplazma un kodols.

**Protošūna** – mākslīgi izveidota vai evolūcijas sākumā izveidojusies struktūra, kas pārklāta ar membrānu, spēj augt, dalīties un veikt enzimatiskas reakcijas.

**Protozoa; viensūnis** – viensūnas organisms ar dzīvniekiem raksturīgu barošanās tipu.

**Pseudopodijas** – aktīva mikrofilamentu veidoti amēbveidīgu šūnu izvirzījumi, ar kuriem šūnas pārvietojas un barojas.

**Pufs** – paplašinātās joslas uz politēnās hromosomas. Pufs veidojas no dekodensēta hromatīna iecirkņa un sintezētajām RNS molekulām.

**Pumpurošanās** – sēņu un dzīvnieku bezdzimumvairošanās veids – jauns organisms vai šūna veidojas no vecā organisma vai šūnas izaugumiem. Hloroplastu un mitohondriju dalīšanās veids.

**Punktveida mutācija** – viena nukleotīda nomaiņa DNS sastāvā.

**Rab** – olbaltumvielu grupa, kas var pievienoties membrānām un nodrošina vezikulu pievienošanu membrānām.

**Radioaktīvais izotops** – izotopu paveids. Ķīmiska elementa atomārā forma, kas nav stabila, jo atoms spontāni sabrūk, izdalot atomāras daļiņas (protonus, neitronus, elektronus) vai enerģiju.

**Raug** – viensūnas sēne, kas dzīvo šķidrumā vai mitrā vidē, vairojas lielākoties bezdzimumceļā, mātšūnai daloties vai pumpurojoties.

**Receptors** – olbaltumviela mērķšūnas membrānās, kas piesaista ligandi.

**Reducēšanās** – ķīmisks process oksidēšanās-reducēšanās reakcijās, kurā molekula (atoms) saista elektronus.

**Reducēšanās-oksidēšanās reakcija; red.–oks. reakcija** – ķīmiska reakcija, kurā viens vai vairāki elektroni tiek pārnesti no viena atoma uz otru.

**Reducētājs** – molekula – elektronu donors reducēšanās-oksidēšanās reakcijā, kurā pats reducētājs oksidējas.

**Redzamā gaisma** – elektromagnētiskā starojuma diapazona (spektra) daļa, kuru dažādu krāsu veidā spēj uztvert cilvēka redzes orgāni. Šajā diapazonā ietilpst EM starojums ar viļņu garumu 400–700 nm robežās.

**Rekombinantā DNS** – DNS, kas veidota, savienojot dažādas izcelsmes gēnu fragmentus *in vitro*. Pēc tam jaunveidotās DNS molekulas ievada šūnās, kur iespējama to ekspresija.

**Rentgenstaru kristalogrāfija** – metode, ko izmanto, lai noteiktu tīru proteīnu, DNS un citu vielu telpisko uzbūvi un atomu novietojumu molekulā, apstarojot tās ar rentgenstariem ar viļņu garumu 0,15 nm.

**Reparācija** – bojāto nukleotīdu aizvietošana un pārrauto DNS molekulu savienošana.

**Replikācijas dakša, replikācijas acis** – ar helikāzes un topoizomerāzes palīdzību atvīts DNS molekulas fragments replikācijas laikā, kurā notiek DNS sintēze.

**Represors** – proteīns, kas nomāc profāga vai operona gēnu ekspresiju – mRNS un specifisko proteīnu sintēzi.

**Resnie pavedieni** – olbaltumvielas miozīna molekulu veidoti pavedieni muskuļu šūnās.

**Restrikcijas enzīms; restriktāze** – nukleāze (DNS hidrolizējošs enzīms), kas katalizē fosfodiesterasites hidrolīzi (DNS pavediena pārraušanu) abos dpDNS pavedienos vietā ar noteiktu nukleotīdu secību. Aizsargā šūnas no svešas DNS iekļūšanas, to hidrolizējot. Pašas šūnas DNS no hidrolīzes tiek pasargāta ar modifikāciju palīdzību (metilēšanu).

**Restrikcijas vieta** – noteikta secība DNS pavedienā, ko saista un šķeļ restrikcijas enzīms.

**Reversā transkriptāze** – vīrusu izcelsmes enzīms, kas RNS molekulu pārvērš par DNS molekulu.

**Rezidentās olbaltumvielas** – noteiktam organoīdam raksturīgas olbaltumvielas, kas veido to struktūru vai veic noteiktas enzimatiskas reakcijas. Endoplazmatiskā tīkla rezidentās olbaltumvielas var atdalīties un tik transportētas uz citiem šūnas nodalījumiem. Rezidento olbaltumvielu atgriešanos endoplazmatiskajā tīklā nodrošina aminoskābju signālsekvences un membrānu receptori.

**Ribonukleīnskābe; RNS** – nukleīnskābju veids; RNS veidota no monomēriem (ribonukleotīdiem), kuru sastāvā esošā pentoze vienmēr ir riboze. RNS molekulām ir galvenā nozīme ģenētiskās informācijas transkripcijā un translācijā. Daudziem vīrusiem RNS ir ģenētiskās informācijas nesēja.

**Ribosoma** – šūnas organella, kas sastāv no ribosomālās RNS un proteīniem, tai ir divas subdivenības (lielā un mazā). Ribosomas realizē translācijas procesu jeb proteīnu biosintēzi pēc mRNA informācijas.

**Ribosomālā RNS; rRNS** – RNS molekulas, kas kopā ar proteīniem veido ribosomu.

**Riboze** – piecus oglekļa atomus saturošs ogļhidrāts (pentoze), monosaharīds. Riboze ietilpst RNS un daudzu citu polimēru sastāvā.

**Ribozīmi** – 1) enzīmi, kurus atšķirībā no vairuma enzīmu veido nevis proteīni, bet gan RNS; 2) RNS ar katalizatora (katalītiskām) īpašībām; 3) ribozīma molekula, kas spēj replicēties.

**Ribulozes bifosfāta karboksilāze; rubisko** – viena no pasaules visizplatītākajām olbaltumvielām; enzīms, kas hloroplastu stromā katalizē Kalvina cikla pirmo reakciju – oglekļa dioksīda piesaistīšanu ribulozes bifosfātam; fotoelpošanā CO<sub>2</sub> vietā izmanto O<sub>2</sub>.

**RNS polimerāze** – enzīms, kas katalizē RNS sintēzi no ribonukleozīdtrifosfātu monomēriem uz DNS matricas.

**RNS procesings; RNS procesēšana; RNS nobriešana** – eikariotiem raksturīgs process, kas notiek šūnas kodolā. Tā laikā no primārā transkripta jeb mRNA priekšteča veidojas mRNA.

**RNS splaisings** – eikariotiem raksturīgs process, kas notiek šūnas kodolā; RNS procesinga stadija, kuras laikā no primārā transkripta tiek izšķelti nekodējošie (introniem atbilstošie) RNS posmi.

**RNS** – sk. **ribonukleīnskābe**.

**Rubisko** – sk. **ribulozes bifosfāta karboksilāze**.

**Rūgšana** – sk. **enzīmācija**.

**S fāze** – šūnas cikla daļa, kurā norisinās DNS sintēze.

**Saharoze** – disaharīds, glikozes un fruktozes dimērs, viens no svarīgākajiem fotosintezējošo šūnu eksporta produktiem, kas veidojas citosolā, hloroplastu tuvumā.

**Saites enerģija** – enerģijas daudzums, kas nepieciešams, lai pārrautu ķīmisko saiti; vienāds ar enerģijas daudzumu, kāds izdalās, saitei veidojoties.

**Sarkomērs** – miofibrillas segments, kuru norobežo Z līnijas (telofragmas).

**Sarkoplazmatiskais tīkls** – endoplazmatiskā tīkla forma šķērsvītrotu muskuļu šūnās; uzkrāj Ca<sup>2+</sup> jonus, kuru atbrīvošana izraisa muskuļu šķiedru saraušanos.

**Savienojums** – divu vai vairāku elementu atomu kombinācija stingri noteiktās proporcijās, veidojot molekulu.

**Sedimentācijas konstante** – ātrums, ar kādu daļiņa nosēžas (sedimentējas) NaCl šķīdumā; izmanto ribosomu subdivenību, RNS u. c. vielu raksturošanai.

**Sekretorās granulas** – eikariotu šūnu vezikulas, Goldži kompleksa atvasinājumi, kas veic sekretoro funkciju.

**Sekundārā endosimbioze** – process, kurā eikariota šūnā tiek iekļauta cita eikariotiska šūna.

**Sekundārā lizosoma** – lizosoma, kas izveidojusies pēc endosomas saplūšanas ar primāro lizosomu.

**Sekundārā sienīņa** – šūnas sienīņas slānis aiz primārās sienīņas, kas veidots no nelielām un paralēli orientētām celulozes molekulām, parasti meristemātiskās un ātri augošās šūnās.

**Sekundārā struktūra** – polimēra molekulas pavediena lokāls telpiskais sakārtojums, piem., locījumi; proteīniem α spirāles un β struktūras, kas veidojas noteiktu polipeptīda posmu mijiedarbībā (veidojoties ūdeņraža saitēm u. c.).

**Sekundārais mesendžers** – ķīmiskais signāls (neliela molekula), piem., kalcija jons, cikliskais AMP (cAMP), IP<sub>3</sub>, kas tiek izdalīts vai izveidots citosolā kā atbilde uz signālu (hormonu) un pārnes šo informāciju no šūnas membrānas uz iekšējām struktūrām.

**Selektīni** – olbaltumvielas šūnu plazmatiskajā membrānā, kuru ārpusšūnas domēni spēj pievienoties pie citas šūnas plazmatiskās membrānas oligosaharīdiem, piemēram, neitrofili saistās ar asinsvadu endotēlija šūnām.

**Selektīvā caurlaidība; puscaurlaidība** – bioloģisko membrānu īpatnība, ko raksturo dažāda caurlaidība dažādām vielām.

**Septas** – regulāri novietotas transmembrānu olbaltumvielas, kas savieno epitēlija šūnas. Septu intracelulārā puse ir saistīta ar aktīna mikrofilamentiem.

**Sferosoma** – maz pētīts augu šūnu mikroķermenīšu tips. Satur olbaltumvielas un lipīdus.

**Sietplātne** – sietstobra posma šūnas sienīņas daļa, kurā izveidojušās specializētas sietveidīgi sakārtotas poras. Sietplātnes raksturīgas segsēkljiem.

**Sietstobrs** – lūksnes vadaudi. Sietstobrs sastāv no daudziem sietstobra posmiem, kas savienoti ar sietplātnēm. Augā pa sietstobriem notiek organisko vielu šķīdumu transports organisma līmenī.

**Sietstobru šūnas** – viens vai vairāki šūnu slāņi, kas apņem vadaudu kūlīti.

**Signāla vadīšanas ceļš** – mehānisms, kas izraisa šūnas atbildes reakciju uz ārējās vides mehānisku vai ķīmisku kairinājumu.

**Signālsekvence** – *sk. lokalizācijas signāls*.

**Signālsistēma** – receptoru, liganžu un signālu vadīšanas ceļu sistēma šūnā.

**Siltuma šoka olbaltumvielas**, *sk. čaperoni*.

**Simbiots** – mazākais simbiotisko attiecību dalībnieks, kas atrodas vai nu uz saimnieka šūnas virsas, vai arī tās iekšienē.

**Simbioze** – abpusēji labvēlīgas starpsugu attiecības, kam piemīt parazitisma elementi, piem., ķērpji.

**Simplests** – vienota starpšūnu citoplazmas sistēma augos, kuras nepārtrauktību nodrošina plazmodesmas.

**Sinaptonemālais komplekss** – proteīnu komplekss, kas savieno hromosomu mejozes laikā.

**Skeleta muskuļi; šķērsvītrotie muskuļi** muskuļi, kuri nodrošina ķermeņa pozu un kustības.

**Sklereīda** – sklerenhīmas šūna, parasti – īsa (izodiametriska), neregulāras formas, ar biezu, pārkoksnetu sekundāro šūnapvalku un daudzām porām.

**Sklerenhīma** – augu mehāniskie audi, kas sastāv no sklerenhimatiskā (garām, izstieptām) šūnām ar pārkoksnetiem, vienmērīgi uzbiezītiem šūnapvalkiem.

**Skrimšļi** – elastīgi saistaudi ar bagātīgu kolagēno šķiedru daudzumu starp skrimšļa šūnām.

**Skropstiņa** – īss, kustīgs šūnas izaugums, kas nodrošina šūnas kustības. To veido deviņu mikrocaurulīšu dupletu komplekss, ko ietver plazmatiskā membrāna.

**Slāpekļa fiksācija** – atmosfēras slāpekļa saistīšanas process, ko veic slāpekļa saistītājas baktērijas simbiozē ar augiem (padarot to izmantojamu augiem).

**Slīdošo pavedienu modelis** – teorētisks modelis, kas izskaidro muskuļa kontrakcijas, pamatojoties uz izmaiņām kontraktilās vienības – sarkomēra – ietvaros. Tievās profibrillas (aktīna mikrofilamenti) ieslīd starp resnajām profibrillām (miozīna filamentiem), un notiek visa sarkomēra saīsināšanās. Pārslīdēšanu nosaka miozīna molekulu formas maiņa, patērējot ATF enerģiju.

**SNARE** – olbaltumvielu grupa, kam ir kopīga spēja pievienoties membrānām un nodrošināt vezikulu pievienošanu membrānām.

**SnRNP** – mazie kodola ribonukleoproteīni; daļiņas, kuras veido RNS un proteīni. Dažas no tām veido splaisosomas, kas nodrošina intronu izgriešanu no mRNS priekšteča.

**Somatiska šūna** – jebkura šūna daudzšūnu organismā, izņemot dzimumšūnas.

**Spermatoģenēze** – vīrišķo gametu (dzimumšūnu) veidošanās sēkliniekos.

**Splaisosoma** – olbaltumvielu un nukleīnskābju komplekss, kas šūnas kodolā no primārā transkripta atšķel nekodējošos (introniem atbilstošos) RNS posmus.

**Spora** – 1) aļģu, sēņu, sūnu un paparžu vienschūnas vai daudzšūnu vairošanās vienība; 2) sēklaugiem – paaudžu maiņas laikā – haploidāla šūna, kas izveidojas mejozē un tālāk veido dzimumpaaudzi jeb gametofītu.

**Spraugveida kontakts** – dzīvnieka šūnu savstarpējās sasaistes veids, kas nodrošina relatīvi mazu dažādu ķīmisko vielu (t. sk., jonu un signālmolekulu) pārnesi no šūnas uz šūnu.

**Starppilamenti** – citoskeleta daļa, kuru veido pavedieni, kas resnāki par mikrofilamentiem, bet tievāki par mikrocaurulītēm. Dod šūnai mehānisko izturību, saista blakus šūnas, kā arī šūnu ar ārpusšūnas matriksu.

**Steroīdi** – lipīdu grupa, kuras pārstāvjiem raksturīgs oglekļa skeleta veidojums no četriem cikliem (ciklopentanperhidro-fenantrēna kodols), kam piesaistītas dažādas funkcionālās grupas. Populārākais pārstāvis ir holesterīns. Steroīdiem pieskaitāmi arī steroīdie hormoni (estrogēns, testosterons) u. c.

**Stroma** – hloroplastu iekšējā daļa, kurā atrodas tilakoīdi. To no citoplazmas norobežo hloroplastu ārējā un iekšējā membrāna. Stromā notiek gaismas neatkarīgās fotosintēzes reakcijas, DNS replikācija, transkripcija u. c. procesi.

**Stromatolīts** – minerāls, kas sastāv no saistītiem nogulumu slāņiem, kuros ir atrastas visnenākās dzīvības formas – prokarioti, kas dzīvojuši pirms 3,5 miljardiem gadu.

**Struktūrformula** – vielas ķīmiskā formula, kurā tiek norādīti ne tikai vielu veidojošie atomi un to skaits, bet arī savstarpējais izvietojums un saistība, katru ķīmisko saiti attēlojot ar atomus savienojošu līniju.

**Struktūrgēns** – DNS rajons, kas kodē kādas šūnas proteīna vai RNS molekulu. Pretstats DNS rajonam, kas tikai regulē kāda gēna darbību vai vispār nav saistīts ar gēnu funkcionēšanu.

**Substrāts** – ķīmiskais savienojums, kuru specifiski saista noteikts enzīms un katalizē tā pārvērtības, izveidojot produktu.

**Šķidrums mozaikas modelis** – membrānas uzbūves modelis: lipīdu dubultslānī atrodas atsevišķas olbaltumvielu molekulas, kas var brīvi difundēt laterālā virzienā.

**Šūnas centrs** – *sk. centrosoma*.

**Šūnas cikls** – notikumu secība atkārtoti dalīties spējīgu šūnu attīstībā. To iedala M, G1, S, un G2 fāzēs.

**Šūnas elpošana** – aerobs kataboliskais ceļš, kurā visefektīvāk veidojas ATF un kurā tiek pilnīgi oksidētas barības vielas (substrāts), vienlaikus skābeklim saistot ūdeņradi un veidojot ūdeni.

**Šūnas plātnīte** – reģions augu šūnas centrā, ko norobežo divas apvalka membrānas, starp kurām veidosies jaunā šūnas sieniņa.

**Šūnas sieniņa; šūnapvalks** – aizsargājoša struktūra plazmatiskās membrānas ārpusē baktēriju, augu, sēņu un dažu vienšūnas dzīvnieku šūnās. Augu šūnu gadījumā to veido celulozes šķiedras olbaltumvielu un polisaharīdu matricā. Primārais šūnapvalks ir plāns un elastīgs, bet sekundārais šūnapvalks ir biezāks un izturīgāks un ir galvenā koksnes sastāvdaļa.

**Šūnu diferenciācija** – šūnu strukturālo un funkcionālo atšķirību veidošanās daudzšūnu organisma attīstības laikā. To nosaka pakāpeniska gēnu aktivitātes maiņa.

**Šūnu frakcionēšana** – šūnu sadalīšana un tās organelļu izdalīšana, izmantojot centrifūgu.

**Švāna šūnas** – balsta šūnas; tās ārpus smadzenēm apņem neironu aksonus un veido izolējošo slāni – mielīna apvalku.

**T limfocīti; T palīgšūnas** – tīma atkarīgi limfocīti ar regulatoru funkciju, kuri piedalās organisma imunoloģiskajās reakcijās. Stimulē B limfocītus veidot antivielas un aktivē citotoksiskos T limfocītus.

**T supresoršūna; T kavētājšūna** – limfocīti, kas izraisa B šūnu un citu šūnu nespēju reaģēt uz antigēniem.

**T šūna** – limfocīts, kura attīstība notiek aizkrūts dziedera (tīma) ietekmē.

**Tālais transports** – vielu transports augos, kas notiek pa specializētiem vadaudu elementiem. Pa koksnes vadaudu elementiem (trahejām un traheīdām) parasti tiek transportēts ūdens ar tajā izšķīdušajām minerālvielām, bet pa lūksnes vadaudiem (sietstobriem) – organisko vielu šķīdumi.

**Tauki; triacilgliceroli** – organiskas vielas, kas sastāv no glicerīna, kuram ar estera saitēm pievienotas trīs taukskābes.

**Taukskābes** – karboksilskābes ar garu hidroforu ogļūdeņraža ķēdi, kuru garums un piesātinājuma pakāpe (dubultsaišu daudzums) var variēt.

**Telofāze** – mitozes vai mejozes fāze, kurā veidojas jauni meitkodoli. Telofāzē parasti notiek šūnas pārdalīšanās – citokinēze.

**Telomēra** – hromosomas pleca gals ar DNS atkārtojumu secībām, kuram nevar piesaistīties citas DNS molekulas.

**Terciārā struktūra** – neregulārs polipeptīda molekulas sakārtojums telpā, kuru izveido hidrofobās mijiedarbības, jonu, ūdeņraža un disulfīda saites starp dažādiem šīs molekulas posmiem.

**Tilakoīds** – hlorofilu saturoša cisternas veida struktūra hloroplasta iekšienē, kas apvienojas kaudzītēs, veidojot granas. Tur notiek ciklisks vai neciklisks elektronu transports, kas nodrošina fotosintēzes gaismas atkarīgo reakciju veikšanu.

**Tonofilamenti** – no vimentīna vai keratīna veidoti pavedieni, kas piestiprinās pie desmosomas vai hemidesmosomas.

**Tonoplasts** – membrāna, kas atdala vakuolu no citosola.

**Topoizomerāzes** – enzīmu grupa, kas replikācijas laikā atvij spirālveidīgi savīto DNS molekulu.

**Totipotenta cilmsūna** – cilmsūna ar neierobežotām attīstības iespējām; atrodama embriogēneses sākumā, blastocistas stadijā; var veidot gan embriju, gan ārpusembriju šūnas.

**Traheīda** – koksnes vadaudu elements – izstiepta, noslēgta neliela diametra šūna ar smailiem, noapaļotiem vai zobainiem galiem.

**Transkripcija** – RNS sintēze pēc DNS matricas; process, kurā viens DNS pavediens tiek kopēts par tam komplementāru RNS pavedienu, transkripciju katalizē RNS polimerāze.

**Transkripcijas faktori** – regulatorie proteīni, kas saistās ar DNS un veicina noteikta gēna transkripciju.

**Transkriptons** – DNS rajons, kurā notiek transkripcija.

**Translācija** – polipeptīdu sintēze pēc mRNS informācijas; notiek ribosomās, piedaloties dažādām tRNS.

**Transporta RNS; tRNS** – RNS molekula, kura piedalās ģenētiskā koda "tulkošanā" proteīnu valodā. tRNS ribosomām piegādā aminoskābes un atpazīst sev atbilstošo kodonu uz mRNS translācijas procesā.

**Tripletu kods** – trīs blakus esošos nukleotīdos ierakstītie ģenētiskā koda vārdi, kuri nosaka aminoskābju secību atbilstošajā polipeptīda molekulā.

**Trofoblasts** – ārpusdīgļa audi blastocistā, kas veido placentas augļa daļu.

**Trombocīti** – *sk. asins plātnītes.*

**Turgescenta šūna** – šūnu, kas maksimāli uzņēmusi ūdeni, līdz ar to sasniedzot maksimālo turgoru.

**Turgors** – šūnas iekšējais spiediens – šūnapvalka pretspiediens tā elastīgai deformācijai.

**Tuvais transports** – transports audu un orgānu līmenī. Ūdens un tajā izšķīdušo vielu transports augā radiālā virzienā. Tuvais transports var notikt 1) pa apoplastu, 2) pa simplastu.

**Ūdens potenciāls** – fizikāla vērtība, kas atkarībā no šķīdumu koncentrācijas un pieliktā spiediena nosaka, kādā virzienā notiks ūdens plūsma.

**Ūdeņraža jons** – protons (ar lādiņu +1).

**Ūdeņraža saite** – vājās ķīmiskās saites paveids, kuru veido vienas molekulas daļēji pozitīvu lādiņu nesošs ūdeņraža atoms, kas mijiedarbojas ar kādu (parasti skābekļa vai slāpekļa) daļēji negatīvu lādiņu nesošu atomu otrā molekulā.

**Unipotenta cilmšūna** – šūna, kura var izveidot tikai vienu diferencētu šūnu tipu.

**Vadaudu kūlītis** – vadaudu pavediens, kuru veido koksnes un/vai lūksnes šūnas.

**Vadošais pavediens** – jaunais, nepārtraukti sintezētais komplementārais pavediens, ko sintezē uz matricas pavediena, replikācijas punktam pārvietojoties 5'–3' virzienā.

**Vakuola** – augu šūnas organella vielu uzkrāšanai un osmotiskā spiediena regulēšanai.

**Vāļītes** – viens no diviem mugurkaulnieku acs fotoreceptoru šūnu tipiem, kas nosaka krāsu redzi dienā.

**Vica; viciņa** – 1) prokariotu gadījumā – tieva, gara pavedienveida olbaltumvielas flagelīna struktūra, kas iestiprināta šūnas sienā. Kustība notiek viciņas rotācijas rezultātā; 2) eikariotu šūnu gadījumā viciņa veidota no olbaltumvielas tubulīna, kas apvienots mikrocaurulīšu dupletos. Kustība notiek viļņveidīgas viciņas izlocīšanās rezultātā.

**Vidus plāksnīte** – vieta starp blakus šūnu sienām; satur daudzus olbaltumvielu savienojumus, pektīnus un hemicelulozi.

**Viļņa garums ( $\lambda$ )** – attālums, kuru viena svārstību perioda laikā noiet viļņa fronte. Šis attālums vienāds ar attālumu starp divām tuvākajām viļņa frontēm (starp divām virsotnēm) ar vienādām fāzēm.

**Vimentīns** – starpfilamentus veidojoša olbaltumviela dažādos dzīvnieku šūnu tipos, kas nodrošina organoīdu noenkurošanu šūnā. Vimentīns kopā ar citām olbaltumvielām pievienojas pie plazmatiskās membrānas vai pie kodola apvalka.

**Zedeņu parenhīma; stabiņu parenhīma** – lapas parenhīma, kam raksturīga izstiepta šūnu forma. Zedeņu parenhīmas šūnās ir daudz hloroplastu.

**Zigota** – apaugļota olšūna, kas veidojas, saplūstot vīrišķajai un sievišķajai gametai. No zigotas attīstās jauns organisms.

**Zigotēna** – mejozes pirmās dalīšanās profāzes sākuma posms, kurā satuvinās homologiskās hromosomas.

ŠŪNU BIOLOĢIJA

LU Akadēmiskais apgāds  
Baznīcas ielā 5, Rīgā, LV-1010  
Tālrunis: 7034535

---

Iespiests SIA "Latgales Druka"  
Baznīcas ielā 28, Rēzeknē, LV-4601  
Tālr./fakss: 4625938