

4. lekcija Šūnas bioloģija

Lekcijas satura rādītājs (ar piezīmēm)

1. Šūnu pētīšanas vēsture

Īss pārskats par šūnas izpētes vēsturi no 17. gs līdz mūsdienām.

2. Šūnu pētīšanas metodes

Šūnu kultivēšanas, mikroskopijas un mikroskopisko preparātu pagatavošanas metožu raksturojums.

3. Šūnu veidi

Prokariotu, eikariotu: protistu, sēņu, augu un dzīvnieku šūnu raksturojums un uzbūves pamatprincipi.

DNS, RNS un ribosomas

Hromosomas, kodols, sekretorā sistēma, lizosomas, peroksisomas, mitohondriji, citoskelets, hloroplasti, vakuola, šūnas sienīņa.

4. Eikariotu šūnu funkcijas.

ATF sintēze, RNS un olbaltumvielu sintēze, fotosintēze.

5. Eikariotu šūnas uzbūve un organoīdu evolūcija.

Endosimbioze un eikariotu šūnas organoīdu izveidošanās.

6. Šūnas dzīves cikls

Mitoze, mejoze, binārā pārdalīšanās, augšana, diferenciācija un programmēta šūnu nāve.

7. Uzdevumi patstāvīgajam darbam.

Aprēķināt šūnu izmērus no laboratorijas darbā iegūtajiem rezultātiem.

Aprēķināt šūnu skaitu no laboratorijas darbā iegūtajiem rezultātiem.

Noteikt mitozes fāžu ilgumu pēc mitozes fāžu sastopamības frekvences.

Fiksētajos un aplūkotajos paraugos varēja saskaitīt, ka 150 šūnas ir interfāzē, 47 šūnas ir profāzē, 7 šūnas ir metafāzē un 14 šūnas ir telofāzē. Radioautogrāfijas eksperiments ir parādījis, ka šūnu cikla garums ir 4.stundas. CIK ILGU LAIKU AIZŅEM METAFĀZE?

8. Kontroljautājumi

Kā atšķiras ATF sintēze un fotosintēze prokariotu un eikariotu šūnās?

Kādas ir citoskeleta funkcijas prokariotu un eikariotu šūnā?

Kādas priekšrocības sniedz eikariotu šūnu membrānās ietvertās organellas?

Kādas priekšrocības sniedz mitoze, salīdzinot ar bināro dalīšanos?

Termini: skaidrojošā vārdnīca

No BF bioloģijas vārdnīcas

Papildus literatūra

MolekularasBioloģijas/1kurss-shuna/lekcijas

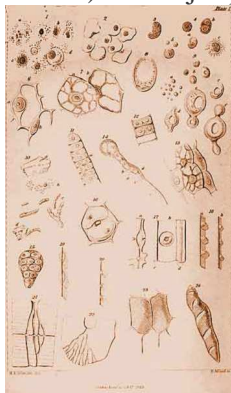
1. Šūnu pētīšanas vēsture

Pirmais šūnas sāka aprakstīt **Roberts Huks**. Viņš pētīja korķa uzbūvi un pirmo reizi lietoja terminu "šūna", lai aprakstītu mikroskopā redzamās sastāvdaļas (1665.g.). 1665.g. publicēja "*Micrographia*" (1. attēls).

1. attēls. Roberta Huka mikroskops un zīmējumi.



Antonijs van Lēvenhūks ar parastu, labi noslīpētu lēcu palīdzību, (palielinājums līdz 270 reizēm) novēroja spermu, dažādus vienšūņus un 1776. gadā **atklāja baktērijas**.



2. attēls. M. J. Šleidenas zīmējumi.

Matiass Jakobs Šleidens bija botāniķis. Viņš rakstīja, ka visas augu daļas sastāv no šūnām (2. attēls). 1833.g. piedalījās šūnu teorijas izveidošanā.

Viņš pamudināja Karlu Ceisu uzsākt mikroskopu ražošanu. Teodors Švāns pētīja olšūnas attīstību līdz pieaugušam organismam, fermentāciju, muskuļu un nervu šūnu aktivāciju. Atklāja Švāna šūnas. 1834.g. piedalījās šūnu teorijas izveidošanā. Rudolfs Virhovs pētīja šūnu patoloģijas. 1855.g. viņš postulēja, ka jaunas šūnas rodas tikai no iepriekš eksistējošām šūnām.

Šūnu teorijas pamattēzes

Visi organismi ir veidoti no šūnām.

Šūna ir dzīvības pamatvienība.

Jaunas šūnas veidojas no iepriekš eksistējošām šūnām.

Stūrakmeņi šūnu bioloģijā

1626.g. Redi izsaka hipotēzi, ka dzīvi organismi nerodas spontāni no nedzīviem organismiem

1655.g. Huks apraksta korķa šūnas

1674.g. Lēvenhūks atklāj baktērijas un vienšūnas eikariotus

1833.g. Brauns apraksta kodolu

1855.g. Virhovs izsaka hipotēzi, ka jaunas šūnas rodas tikai no iepriekš esošām šūnām.

1857.g. Kellikers apraksta mitohondrijus.

1879.g. Flemings apraksta hromosomu izveidošanos un pārvietošanos mitozes laikā.

1883.g. Formulēta hromosomālās iedzimtības teorija.

1898.g. Goldži apraksta Goldži kompleksu.

1926.g. Svedbergs izveido analītisko ultracentrifūgu.

1931-1938. E. Ruska, M. Knols, N. Tesla u.c. izveido caurstarojošos un skenējošos elektronu mikroskopus.

1938.g. Behrens ar diferenciālās centrifugācijas palīdzību atdala kodolu no citoplazmas.

1941.g. Koons izmantoja fluorescenti iezīmētas antivielas, lai noteiktu šūnās antigēnus.

1952.g. Vilkins Gejs ar līdzautoriem izveido pirmo cilvēka šūnu līniju.

1953.g. Vatsons, Kriks un Vilkins izveido DNS dubultspirāles modeli

1955.g. Īgls apraksta dzīvnieku šūnu kultūrā izmantojamās barības vielas.

1973. M. D. Eggers izmanto konfokālo laserskenējošo mikroskopu šūnu pētīšanā

1976.g. Sato un kolēģi publicē datus par hormoniem, kuri jāpievieno seruma brīvā šūnu kultūru vidē.

1981.g. Izveidotas transgēnas peles un augļu mušiņas.

1998.g. Peles un citi dzīvnieki klonēti no somatisku šūnu līnijām.

2000.g. Atrastas pilnas genoma DNS sekvences prokariotu, augu un mugurkaulnieku pārstāvjiem.

2. Šūnu pētīšanas metodes

Šūnu audzēšanas metodes

- Augu meristēmu kultūras
- Augu šūnu kultūras
- Dzīvnieku audu kultūras
- Dzīvnieku šūnu kultūras



Piemērs kultūras iegūšanas un izmantošanas tehnoloģijai :

- Sasmalcina auga lapas
- Ievieto tās pektināzē (enzīms, kas noārda šūnu sienas)
- Ievieto minerālvielu barotnē (šķīdumā) (Murshige and Skoog).
- Šajā etapā vai arī nākamajā etapā šūnās var ievietot arī svešu DNS.
- Maina hormonālo sastāvu un iegūst kalusu.
- Mainot barotnes sastāvu panāk atsevišķu kalusa daļu diferencēšanos par saknēm un stumbru.**

3. attēls. Zemes stāds izaudēts no meristēmas.

Dzīvnieku šūnas audzē sterilos apstākļos inkubatoros.

Šūnas ir ievietotas stikla vai plastmasas traukos, kas nodrošina gāzu apmaiņu, bet novērš mikroorganismu iekļūšanu.

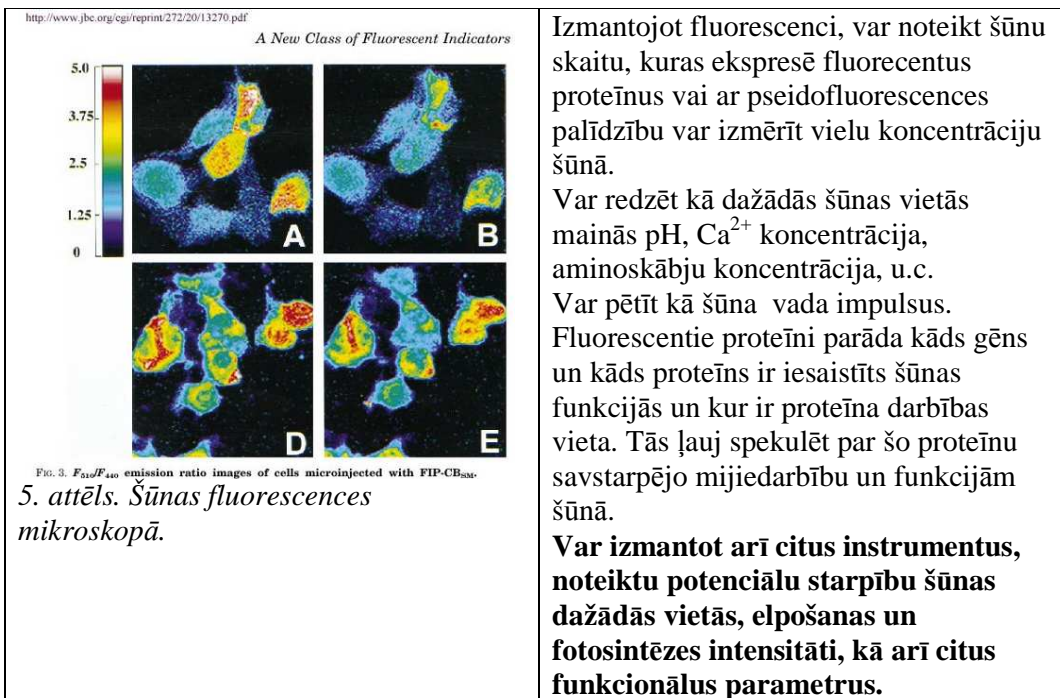
Traukos ir katram šūnu tipam atbilstoša barības vide un hormoni.

Inkubators nodrošina optimālu temperatūru, CO₂ koncentrāciju un mitrumu.

4. attēls. Šūnu inkubators.



Šūnu pētīšanas funkcionālās metodes



Šūnu pētīšanas molekulārās metodes paredz gēnu noteikšanu, izolēšanu, šūnu ģenētisku transformēšanu un analīzi.

Šūnu pētīšanas mikroskopiskās metodes

Preparātu sagatavošana (fiksācija, krāsošana, griešana)

Histoķīmija (Šifa reaģents, DAPI)

Antivielas (antiviela un koloīdais zelts)

Vitālā krāsošana (Janus zaļais)

Ģenētiski modificētas šūna, kas satur zaļo fluorescento olbaltumvielu.

Gaismas mikroskopija

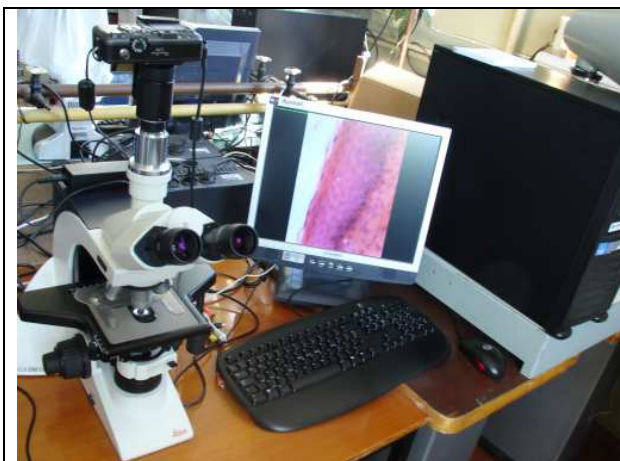
Digitālā mikroskopija

Transmisijas elektronu mikroskopija

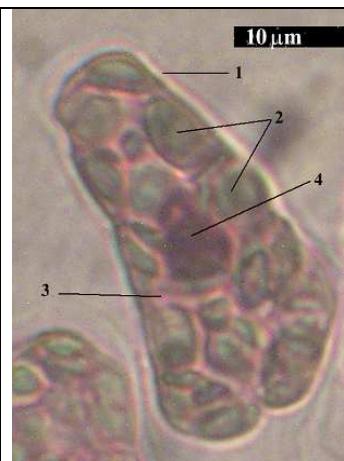
Skānējošā elektronu mikroskopija

Fluorescences mikroskopija

Konfokālā mikroskopija



6. attēls. Digitālā mikroskopija.



7. attēls. Šūnas uzbūve.

Izmantojot digitālo mikroskopiju analizē šūnu skaitu, izmērus, formu, organoīdus, audu struktūru, vielu daudzumu un izvietojumu.

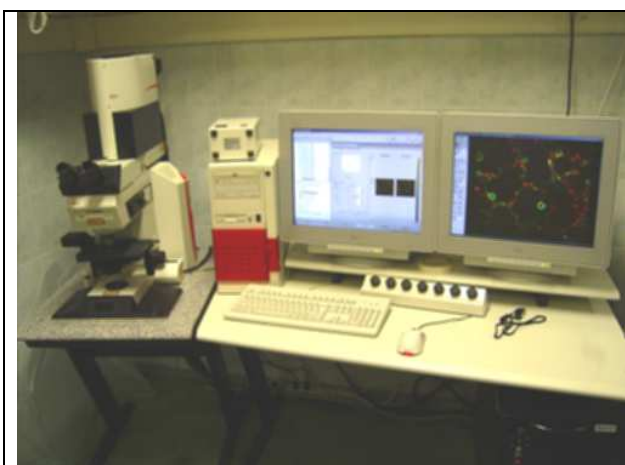


8. attēls. Elektronmikroskops.

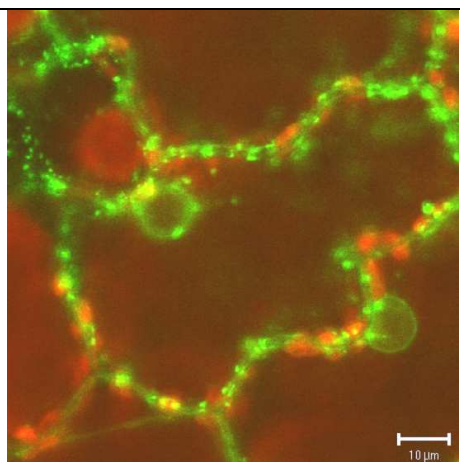


9. attēls. Digitālā elektronmikroskopija.

Izmantojot elektronmikroskopiju analizē izmērus, formu, organoīdu uzbūvi, vielu daudzumu un izvietojumu.



10. attēls. Konfokālais laserskenējošais mikroskops.



11. attēls. Goldži ķermenīšu pārvietošanās dzīvā šūnā.

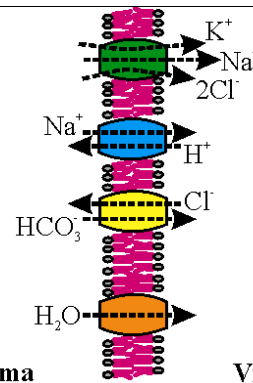
Izmantojot konfokālais laserskenējošo mikroskopu analizē dzīvu šūnu un to organoīdu kustīgumu, izmērus, formu, organoīdu uzbūvi, vielu daudzumu un izvietojumu.

3. Šūnu veidi

Dzīvā pasaule sākas ar šūnu. Tomēr daudzas dzīvībai raksturīgas iezīmes piemīt arī vīrusiem, prioniem un ceļojošiem DNS fragmentiem.

Prioni ir nelielas olbaltumvielu molekulas, kuras iekļūst citu organismu šūnās un spēj vairoties. Prioni izsauc daudzas slimības. Tomēr tie spēj darboties tikai dzīvas šūnas iekšienē. Vīrusi ir apmēram 100nm lielas daļiņas, kas satur olbaltumvielas un nukleīnskābes (3. attēls). To DNS tiek ievietota prokariota vai eikariota šūnā. Saimniekšūna sintezē vīrusa olbaltumvielas un DNS/RNS un veido jaunus vīrusus. Saimniekšūna bieži iet bojā.

Visām šūnām ir līdzīga uzbūve. No apkārtējās tās atdala **plazmatiskā membrāna**. Membrāna ir daļēji caurlaidīga. Tai difundē cauri ūdens, bet netiek cauri lielmolekulāras, hidrofobas vielas, kā arī lādētas daļiņas. Plazmatiskā membrāna satur olbaltumvielas, kas darbojas kā kanāli vai noteiktu jonu pārnēsējoļbaltumvielas. Šīs olbaltumvielas darbojas noteiktā sistēmā un nodrošina stabili jonu koncentrāciju citoplazmā, kā arī noteiktu elektrisko potenciālu starp citoplazmu un apkārtējo vidi. Tomēr, ja vidē ir daudz lielāka sāļu koncentrācija kā citoplazmā, tad šūna saraujas. Savukārt, ja vidē ir daudz mazāka sāļu koncentrācija (destilēts ūdens) nekā vidē, tad dzīvnieku šūnas pārplīst.

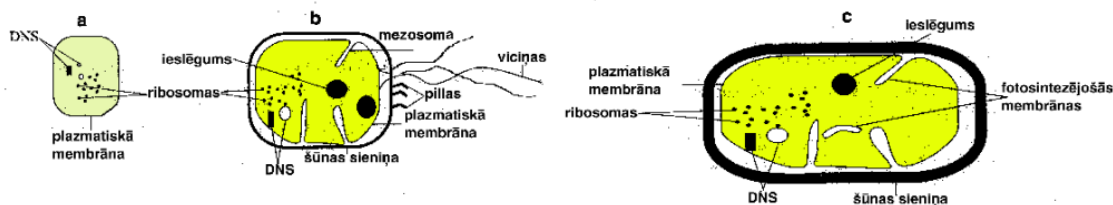


Citoplazma **Vide**
12. attēls. Membrānas olbaltumvielas, kas nodrošina šūnas tilpuma saglabāšanu hipertonskā vidē.

Šūnas iekšējo daļu sauc par **protoplazmu**. Eikariotu šūnas iekšienē var ieraudzīt divus nodalījumus: **kodolu** un **citoplazmu**. Citoplazma sastāv no **organoīdiem jeb organelām**, ūdens, kurā ir izšķīdušas neorganiskās un organiskās vielas un enzīmiem. Citoplazmas šķidrā daļa satur jonus, cukurus, aminoskābes, olbaltumvielas u.c. vielas. Tur notiek ATF sintēze bez skābekļa klātbūtnes mazmolekulāru vielu difūzija u. c. procesi.

Visvienkāršākās ir **prokariotu** šūnas. To izmēri svārstās no 0,1 - 10 μm. Prokariotu šūnām ir ļoti izteiktas lieluma un iekšējās uzbūves atšķirības (11. attēls). Pie prokariotiem pieder baktērijas un zilaļģes. Pašlaik visvairāk ir pētīta baktēriju uzbūve un funkcijas. Tām ir liela formu dažādība. Baktērijas var būt lodveida, nūjiņveida, spirālveida un pavedienveida. No ārpusē baktērijas ietver šūnas sienīņa. Tā sastāv no mukopolisaharīdiem un tehoiskābes, grampozitīvajām baktērijām, vai lipoproteīdiem un lipopolisaharīdiem, gramnegatīvajām baktērijām. Abos gadījumos šūnu sienīņā atrodas mureīns. Sienīņas biezums ir lielāks grampozitīvajām baktērijām un mazāks - gramnegatīvajām. Caurmērā tas ir no 0,01 līdz 0,04 μm. Daudzām baktēriju grupām šūnas sienīņas ārpusē var izveidoties gļotu apvalks, kuru veido glikoproteīdi un polisaharīdi. Citām pie šūnas sienīņas ir izveidotas pillas - nelieli olbaltumvielu pavedieni, kas nodrošina piestiprināšanos pie substrāta vai citām baktērijām. No apkārtējās vides baktērijas norobežo citoplazmatiskā membrāna, kuras biezums ir 8 nm. Tās ārpusē vairākiem baktēriju veidiem ir piestiprinātas viciņas, kas nodrošina baktēriju kustības. To diametrs ir 20 nm, un tās ir ievērojami mazākas kā eikariotu šūnās. Plazmatiskā membrāna augstāk organizētās prokariotu grupās veido dziļus ieliekumus. Tos, atkarībā no funkcijām, sauc par **mezosomām** vai **fotosintezējošām membrānām**. Plazmatiskā membrāna baktērijām nodrošina ne tikai vielu transportu, bet arī daudzus sintētiskos procesus. Aerobajās baktērijās mezosomās ir novietotas elektronu pārnēsējoļbaltumvielas, kas nodrošina oksidatīvo vielu sadalīšanu. Nākamā lielākā sastāvdaļa, kas dažkārt redzama arī gaismas mikroskopā, ir olbaltumvielu un lipīdu ieslēgumi. Salīdzinoši reti baktērijās ir novērojamas vakuolas. Baktērijas sintētisko procesu koordināciju un vairošanos nodrošina DNS molekulas. Atšķirībā no eikariotu šūnām, tās neatrodas ar membrānu norobežotā organelā. DNS var būt atsevišķu nelielu pavedienu veidā vai iesaiņota olbaltumvielās, veidojot **nukleoīdu**. Tas var būt piestiprināts pie plazmatiskās membrānas. Olbaltumvielu sintēzi baktērijās nodrošina ribosomas. Tās ir ievērojami mazākas par eikariotu šūnu ribosomām. Baktēriju ribosomu uzbūve un darbība būs sīkāk apskatīta nodaļā "Ribosomas". Atšķirībā no eikariotu šūnām, baktērijās RNS sintēze un ribosomu veidošanās norit citoplazmā. Baktērijas vairojas, tieši pārdaloties vai izmantojot prokariotu šūnām raksturīgus dzimumvairošanās mehānismus.

Daļai baktēriju ir raksturīga miera stadija. Tām kādā citoplazmas iecirknī pakāpeniski koncentrējas DNS un olbaltumvielas. Vēlāk to ietver daudzslāņains apvalks. Šādas uzbūves baktēriju sauc par *sporu*. Sporās praktiski nenotiek vielu maiņas procesi, un tās ir pasargātas no dažādiem nelabvēlīgiem vides apstākļiem.



13. attēls. Prokariotu šūnu shematiska uzbūve. a - mikoplazma, b – baktērija, c – zilaļģe.

Eikariotu šūnu kopīgā īpašība ir kodola klātbūtne. Pie eikariotu šūnām pieder aļģu (izņemot zilaļģes), sēņu, augu un dzīvnieku šūnas.

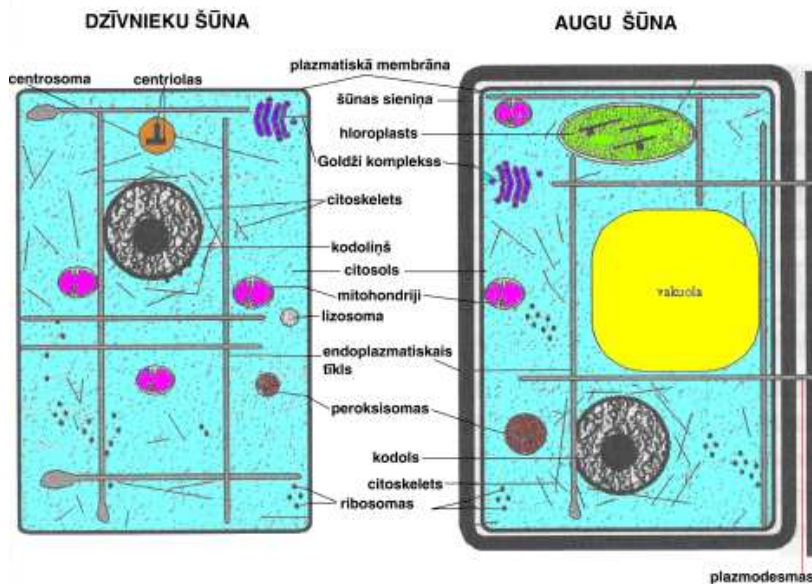
Būtiskākā eikariotu šūnas sastāvdaļa ir kodols. Tā lielums parasti ir no 1 - 10 μm . No citoplazmas to atdala divas membrānas, kurās ir poras. Kodola iekšienē ir hromosomālā DNS, kas veido vai nu irdenus eihromatīna pavedienus, vai liela diametra, blīvus heterohromatīna pavedienus. Kodolā atrodas kodoliņi, kuri kalpo ribosomu izveidošanai. Kodola iekšieni caurauj matrikss, kas nosaka kodola formu, iekšējā saturā izvietojumu un satur kopā kodola membrānas.

Visās eikariotu šūnās ir sastopami mitohondriji. Tie ir apmēram baktērijas lielumā. To garums ir no 0,5 – 5 μm . Mitohondriju iekšējā membrāna veido uz iekšpusi vērstas krokas - kristas. Tur no skābekļa un barības vielām iegūst ATF. Uzskata, ka mitohondriji evolūcijas sākumā, ar fagocitozes palīdzību, ir eikariotu šūnā ietvertas aerobas baktērijas.

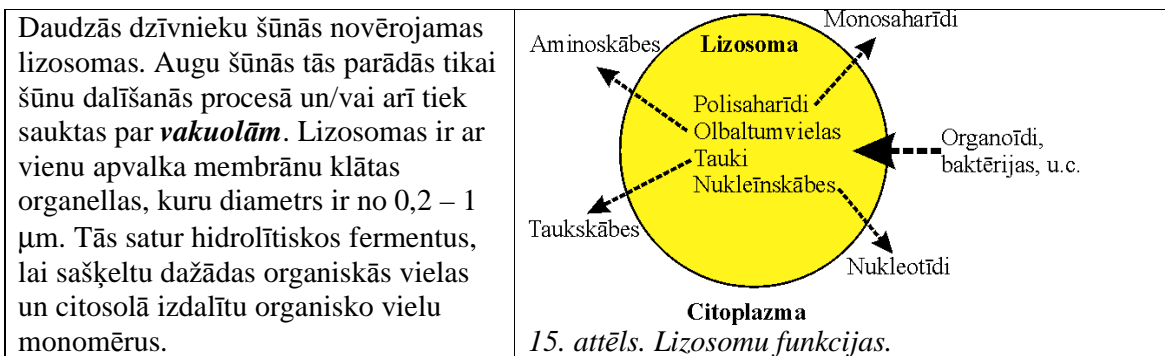
Šūnās gandrīz vienmēr ir novērojams endoplazmatiskais tīkls (ET). Tā ir caurulīšu un cisternu sistēma, kas izplešas pa visu šūnu un savieno blakus esošās šūnas. ET, uz kura membrānas atrodas ribosomas, sauc par **granulāro endoplazmatisko tīklu**. Tur sintezē un transportē olbaltumvielas. ET bez ribosomām sauc par **gludo endoplazmatisko tīklu**. Šajā vietā tiek pārveidotas olbaltumvielas un sintezēti lipīdi. Zinātnieki domā, ka tas ir radies, pārveidojoties baktēriju mezosomām līdzīgiem veidojumiem.

Olbaltumvielu sintēzi veic ribosomas, kas ir lielākas kā prokariotu ribosomas. To diametrs ir 25 nm. Ribosomas veidojās kodola kodoliņā. Šūnā tās ir novietotas citoplazmā, uz kodola apvalka membrānas un uz ET. Plastīdas un mitohondriji satur atšķirīgas, baktērijām līdzīgas ribosomas.

Eikariotu šūnās sastopama cisternu kaudzīšu, kanāliņu un vezikulu sistēma. To sauc par **Goldži kompleksu**. Atsevišķu cisternu kaudzīti sauc par **diktiosomu**. Tās savā starpā var savienot kanāliņi. Goldži aparātā modificē un šķiro makromolekulas, kuras pēc tam ar vezikulu palīdzību nogādā uz dažādām šūnas vietām. Augos tas nodrošina šūnas sienas veidošanos.

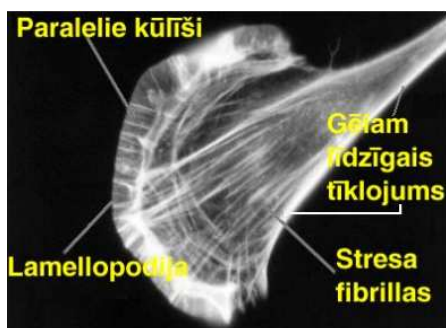


14. attēls. Augu un dzīvnieku šūnu shematiska uzbūve.



Augu un dzīvnieku šūnās atrodas nelielas, ar vienu membrānu klātas, organellas, kuras sauc par *peroksisomām*. To izmēri svārstās no 0,2 - 5 μm. Tās satur oksidatīvos fermentus, kuri veido un sadala udeņraža peroksīdu. Peroksisomās reizēm var novērot kristāliskus ieslēgumus.

Visas eikariotu šūnas caurauž blīvs pavedienu tīkls. To sauc par *citoskeletu*. Tas piedod šūnai formu un mehānisko izturību kā arī nodrošina šūnas un iekššūnas transporta procesus. Atkarībā no pavedienu lieluma un uzbūves, izdala **mikrocaurulītes**, **mikrofilamentus** un **starpfilamentus**. Mikrocaurulītes diametrs ir 24 nm. Mikrofilamentiem pavediena diametrs ir no 5 - 8 nm, bet starpfilamentiem - lielāks par 10 nm. Pie mikrocaurulītēm un mikrofilamentiem pievienojas **motorās olbaltumvielas** (piemēram, miozīns). Tās izmanto ATF enerģiju, lai šūnā pārvietotu makromolekulas vai organoīdus.



16. attēls. Mikrofilamentu kūlīši.



17. attēls. Miozīna loma vielu un organelu transportā.

Dzīvnieku šūnām raksturīgi organoīdi ir mikrocaurulīšu kompleksi, kurus sauc par **centriolām**. To garums ir 0,4 μm , bet diametrs - 0,2 μm . Tās ir ietvertas amorfā matricā, veidojot **centrosomu**. Dzīvnieku šūnās centriolas veido dalīšanās vārpstu un veic hromosomu atvilkšanu mitozē.

Augu šūnām tipiski organoīdi ir **šūnu sieniņa**, **vakuolas** un **plastīdas**. Plastīdas ir visā augā sastopamas organellas, kuras klāj divas apvalka membrānas. To izmēri svārstās no 3 - 10 μm . Zaļajās auga daļās esošās plastīdas sauc par **hloroplastiem**, un tās no neorganiskām vielām un saules gaismas rada organiskās vielas. Iekšējo membrānu sistēma satur fotosintēzes aparātu. Līdzīgi kā mitohondriju gadījumā, zinātnieki uzskata, ka plastīdas ir evolūcijas sākumā, ar fagocitozes palīdzību, eikariotu šūnā ietvertas zilaļģēm līdzīgas prokariotu šūnas.

Augu šūnās redzamas viena vai vairākas vakuolas. Tās ir ar vienu apvalka membrānu segtas organellas, kas dažās šūnās aizņem pat 90% no tilpuma. Vakuolas apvalka membrānu sauc par **tonoplastu**. Vakuolās tiek uzkrātas barības vielas, organiskās skābes un sāļi. Vakuolas regulē osmotisko spiedienu.

Augu šūnas pārklāj no saliktiem ogļhidrātiem veidots daudzslāņains apvalks, kas nodrošina mehānisko izturību. To sauc par **šūnas sieniņu**. Tajā atrodas poras, kas savieno blakus esošās šūnas. Galvenā šūnu sieniņas sastāvdaļa ir celuloze. Daudzos augos daļa no šūnām atmirst. Tajos saglabājas šūnu sieniņas, kas augā nodrošina vielu transportu un mehānisko izturību.

Prokariotu un eikariotu šūnu salīdzinājums

Īpašība	Prokarioti	Eikarioti
Organismi	Baktērijas	Sēnes, augi, dzīvnieki
Vidējais garums	0,5 - 10 μm	10 - 100 μm
Forma	Vienšūnas	Parasti daudzšūnu
Evolucionārās izcelsmes laiks	3,5 milj. gadus atpakaļ	1,2 milj. gadus atpakaļ
Šūnu dalīšanās	Vienkārša pārdalīšanās	Mitoze, mejoze, veidojas dalīšanās vārpsta
Ģenētiskais materiāls	Cirkulāra DNS citoplazmā, nelielas DNS molekulas	DNS saistīta ar olbaltumvielām, veidojot hromosomas, kas ir ievietotas kodolā
Organoīdi	Neliels daudzums, nav membrānā ietvertu organellu	Daudz membrānā ietvertu organellu: kodols, mitohondriji, hloroplasti, lizosomas u.c.
Olbaltumvielu sintēze	70S ribosomas, olbaltumvielu modificēšana nenotiek endoplazmatiskajā tīklā un Goldži kompleksā, atšķiras antibiotiku	80S ribosomas, olbaltumvielas modificē endoplazmatiskajā tīklā un Goldži kompleksā

	ietekme uz olbaltumvielu sintēzi	
Sūnas sienīņa	Izturīga sienīņa, kuru veido mureīns, polisaharīdi un aminoskābes	Sastopamas augiem un sēnēm, pamatkomponents ir celuloze augos, un hitīns sēnēs
Viciņas	D=20 nm, veidotas no savītiem olbaltumvielas-flagelīna pavedieniem	D = 200 nm, veidotas no mikrocaurulītēm
Elpošana	Anaerobā noris citosolā, aerobā mezosomās	Anaerobā noris citosolā, bet aerobā - mitohondrijos
Fotosintēze	Noris citoplazmatiskās membrānas izaugumos, neveido granām līdzīgas cisternu kaudzītes	Noris augu hloroplastu un hromoplastu tilakoīdu membrānās
Slāpekļa fiksācija	Veic atsevišķu prokariotu grupu citoplazmatiskā membrāna	Nevar realizēt

4. Eikariotu šūnu funkcijas.

ATF sintēze

Visās šūnās galvenais enerģijas avots ir ATF. Šī viela satur trīs fosfātus. Katra no kovalentajām saitēm, kas piesaista fosfātu satur lielu enerģijas daudzumu. Dažādi ķīmisko reakciju etapi notiek dažādos šūnu nodalījumos. Organellu jeb polimēru sadalīšana notiek **lizosomās, vakuolās un peroksisomās**. Citosolā esošās olbaltumvielas noārda **proteosomās**. RNS noārda nukleāzes kodolā un citoplazmā.

Glikozes sadalīšanu veic citosolā izvietotie enzīmi, noārdot to līdz *piruvātam* (pirovīnogskābei). Šajā procesā izveidojas 2 molekulas ATF un 2 molekulas NADH

Visvairāk ATF šūnās iegūst mitohondrijos, kuri importē piruvātu un taukskābes, tos sadalot līdz CO₂ un ūdenim. Augu šūnās ATF sintēze notiek arī hloroplastu membrānās, kur par enerģijas avotu kalpo gaisma vai uzkrātie ogļhidrāti.



- No 1 glikozes molekulas glikolīzē iegūst **2 molekulas ATF**.
- Mitohondrijos pārstrādājot 1 glikozes molekulas atliekas pēc glikolīzes iegūst **32 molekulas ATF**.
- 8 gaismas kvanti fotosintēzē dod **3 ATF molekulas**.
- Vienas vezikulas pārvietošana pa mikrocaurulīti 40 μm attālumā patērē **5000 ATF molekulas**.
- Viena jona aktīvs transports caur membrānu patērē **1 ATF molekulu**.

Transkripcija

Procesu, kurā, izmantojot DNS ķēdi, tiek sintezēta RNS, sauc par *transkripciju*. Šeit kā matrica kalpo viena no DNS ķēdēm. Gar to tiek sintezēts komplementārs RNS pavediens. Tas ir sarežģīts daudzpakāpju process, kurā atšķetinās noteikti hromosomu rajoni, pie DNS piestiprinās liels olbaltumvielu komplekss, kas veiks RNS sintēzi, pati RNS sintēze un visbeidzot olbaltumvielu kompleksa atdalīšanās no DNS, kad RNS sintēze ir beigusies. Kā gala produkts izveidojas triju veidu RNS molekulas: matricu RNS (mRNS), kura atbilstoši bāzu secībai nodrošinās noteikta polipeptīda sintēzi, ribosomālā RNS (rRNS), pie kuras vēlāk piestiprināsies olbaltumvielas, izveidojot ribosomu un transporta RNS (tRNS), kas nodrošinās aminoskābju transportu no citoplazmas līdz ribosomām, kurās notiek polipeptīdu sintēze.

Olbaltumvielu sintēze

Ribosomas ir sastopamas visās prokariotu un eikariotu šūnās. Eikariotu šūnās citoplazmas ribosomas var atrasties uz kodola apvalka ārējās membrānas, uz endoplazmatiskā tīkla vai brīvi citoplazmā. Pie vienas mRNS molekulas bieži piestiprinās vairākas ribosomas, veidojot *poliribosomu* vai *polisomu*. Citoplazmā atrodas atsevišķas ribosomu subvienības. Abas subvienības apvienojas tikai piestiprinoties pie mRNS molekulas.

Ribosomas iekšienē pie mRNS molekulas piestiprinās tRNS molekula ar aminoskābi.

Aminoskābe atdalās un pievienojas augošajai olbaltumvielas molekulai. Atbrīvotā tRNS nokļūst atpakaļ citoplazmā. Ribosoma pārvietojas uz priekšu pa mRNS molekulu līdz sasniedz nākamo kodonu. Proces turpinās līdz ribosoma sasniedz RNS molekulas galu. Tad ribosoma un jaunizveidotā olbaltumviela atdalās no mRNS molekulas.

5. Eikariotu šūnas uzbūve un organoīdu evolūcija

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

Eikariotu šūnu rašanos izskaidro endosimbiozes teorija (L. Margulis). Eikariotu šūnas ir endosimbiotisks prokariotu šūnu komplekss. Eikariotu šūnu priekšteči ir iekļāvuši šūnu iekšienē prokariotiskus simbiotus:



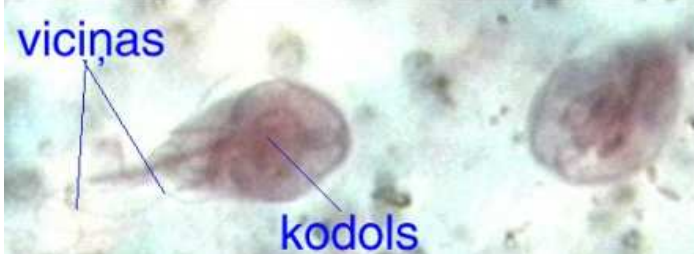
- aerobas baktērijas;
- fotosintezējošas baktērijas.

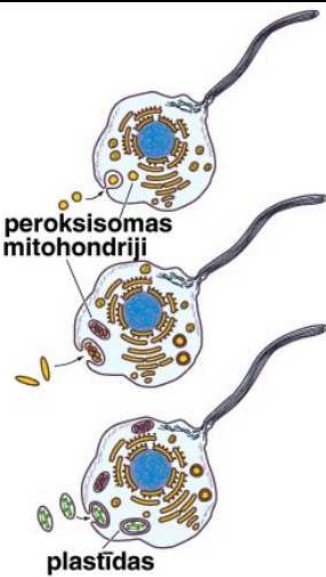
Fakti, kas atbalsta hloroplastu un mitohondriju endosimbiotisko izcelsmi

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

Prokariotiskā saimniekšūna ir bijusi līdzīga mūsdienu *Thermoplasma*, kura sastopama karstos un skābos ūdeņos (Margulis and Sagan 1987). Mitohondriju un peroksisomu priekšteči ir mūsdienu *Daptobacter* un *Bdellovibrio* līdzīgi prokarioti, kuri efektīvi izmanto skābekli (Margulis and Sagan 1987). Peroksisomu olbaltumvielas atgādina mitohondriālās un tiek kodētas kodolā. Plastīdu priekšteči ir mūsdienu zilaļģēm *Cyanobacteria* līdzīgi organismi.

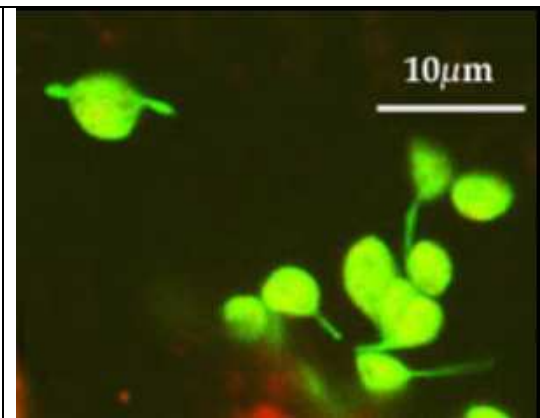
Kodola izcelšanās

<p>Hipotēzes par kodola izcelsmi</p> <p>Autonoma izcelsme</p>  <p>Endosimbioze</p> 	
<p>18. attēls. Kodola izcelsmes hipotēzes.</p>	<p>19. attēls. Vienšūnas eikarioti, kuriem nav novērojami mitohondriji.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> •Eikariotu šūnās kopīga izcelsme ir : •abām kodola membrānām •endoplazmatiskā tīkla membrānām •mitohondriju ārējai membrānai •hloroplastu ārējai membrānai <ul style="list-style-type: none"> •Daudzi pētnieki uzskata, ka ir kopīgs lumens, kas apvieno: <ul style="list-style-type: none"> •kodola starpmembrānu telpu •endoplazmatiskā tīkla telpu •mitohondriju starpmembrānu telpu •hloroplastu starpmembrānu telpu <p><i>20. attēls. Mitohondriju, peroksisomu un hloroplastu endosimbiotiskas izcelsmes shematiskas attēls.</i></p>
---	--

Mitohondrijiem un hloroplastiem nepietiek DNS, lai eksistētu autonomi. Mitohondriji un hloroplasti kodē līdz 70 olbaltumvielām. Peroksisomām nav DNS, bet vairojas daloties. Centriolas vairojas daloties.

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



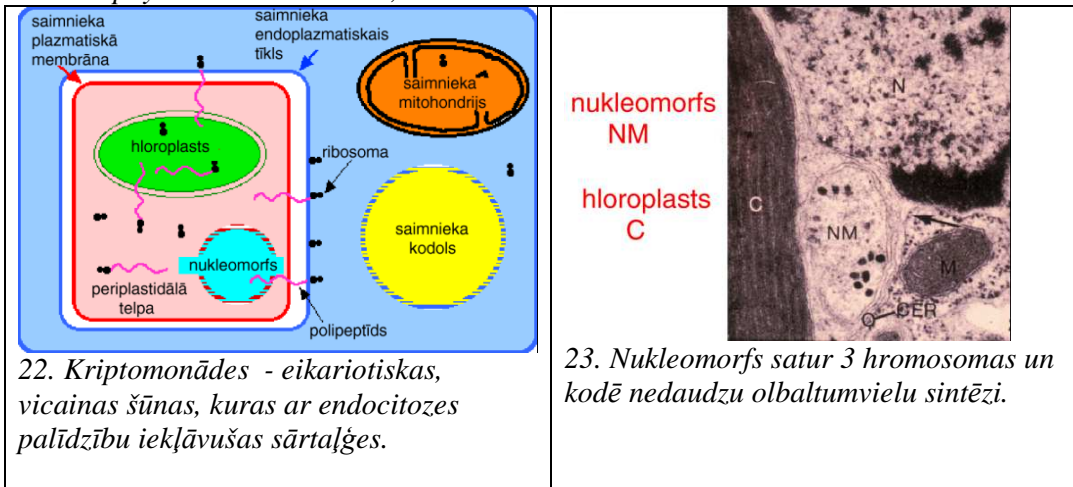
21. attēls. Hloroplastu stromules.

Sekundārā endosimbioze

Daudzveidīgās plastīdas liek domāt par paralēlu evolūciju vai savstarpēji atšķirīgu izcelsmi.

Piecas galvenās grupas:

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



22. Kriptomonādes - eikariotiskas, vicainas šūnas, kuras ar endocitozes palīdzību iekļāvušas sārtaļģes.

23. Nukleomorfs satur 3 hromosomas un kodē nedaudzu olbaltumvielu sintēzi.

6. Šūnas dzīves cikls

Šūnu ciklu iedala divās galvenajās daļās - relatīva miera periods (*interfāze*) un dalīšanās (*mitoze* vai *mejoze*). Dalīšanās laikā pārdalās kodols, un pēc tam citoplazmu pakāpeniski pārdala plazmatiskā membrāna. Dažos gadījumos var notikt kodolu, bet izpaliek citoplazmas dalīšanās (*citotokinēze*). Tad izveidojas daudzkodolu šūnas. Somatiskajās šūnās kodola dalīšanās var notikt mitotiski, vai retos gadījumos amitotiski. Dzimumvairošanās gadījumā parādās arī cits kodolu dalīšanās veids - mejoze.

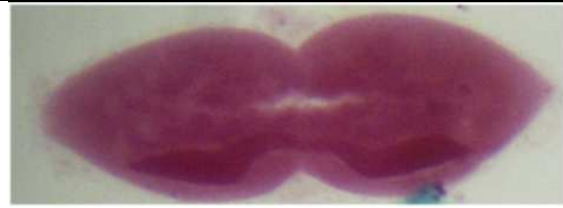
Šūnā, kurā notiek regulāra dalīšanās, interfāzi var sadalīt trijos posmos - presintēzes, sintēzes un postsintēzes periodos, kas raksturo DNS sintēzes laiku. Presintēzes periodu apzīmē kā G₁, DNS sintēzes periodu kā S un postsintēzes periodu kā G₂.

Mejoze

Mejoze ir netiešās kodola dalīšanās veids, kas norisinās, veidojoties cilvēku un dzīvnieku dzimumšūnām vai augu sporām. Mejozes gaitā šūnās vienu reizi notiek DNS replikācija, kurai divas reizes seko kodola dalīšanās. Tādējādi izveidojas kodoli, kuriem ir haploīds hromosomu komplekts (34. attēls). Tāpēc arī mejozi sauc par reduktīvo dalīšanos. Mejoze norisinās ilgāk nekā mitoze. Dažkārt tā ilgst vairākus gadus. Katru kodola dalīšanos mejozē iedala četrās fāzēs, tāpat kā mitozī. Pirmo dalīšanās ciklu apzīmē ar romiešu ciparu I, bet otro apzīmē ar II.

Interfāzes laikā notiek aktīva RNS sintēze (transkripcija), DNS sintēze (replikācija) un olbaltumvielu sintēze (translācija), kas ļauj šūnai atjaunot savu lielumu, sastāvdaļas kā arī sagatavoties mitozei.

Prokariotiem un protistiem var novērot dalīšanos bez hromosomu kondensēšanās un dalīšanās vārpstas veidošanās. Kodoli un šūnas izstiepjās, izveido iežmaugu un pārdalās. Atsevišķos gadījumos šādu šūnu dalīšanos var novērot arī augiem un mugurkaulniekiem.



24. attēls. *Tupelītes* dalīšanās.

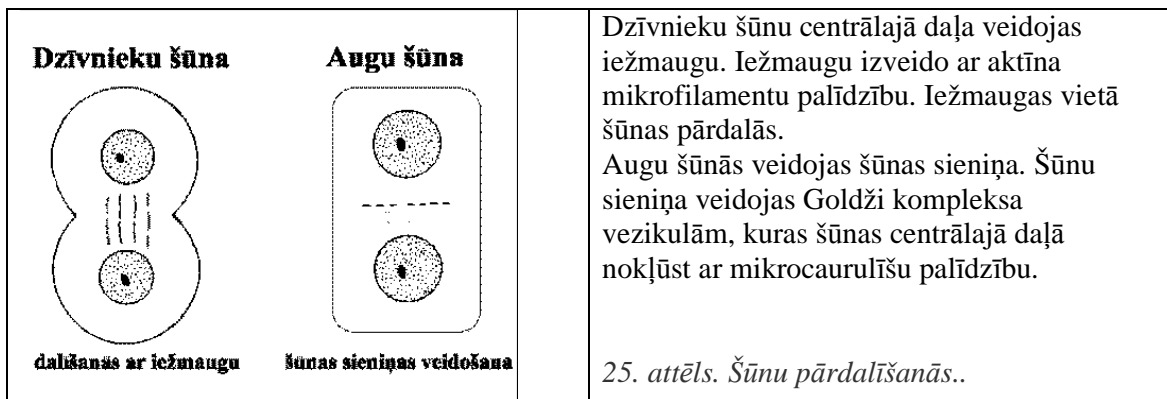
Mitoze

Mitozi iedala vairākās fāzēs: profāzē, prometafāzē, metafāzē, anafāzē un telofāzē. **Profāzē** kodolā izzūd kodoliņš, un citoplazmā sāk veidoties dalīšanās vārpstas pavedieni. Dzīvniekiem dalīšanās vārpstu veido **centriolas**, bet augiem tā veidojas no **mikrocaurulišu organizācijas centriem**. Profāzes beigās (vai **prometafāzē**) hromosomas ir pilnībā kondensējušās. Kodola apvalks ir sadalījis nelielās vezikulās, kuras nevar atšķirt no endoplazmatiskā tīkla.

Metafāzē hromosomas ir izvietotas šūnas ekvatoriālajā plaknē. Pilnībā ir izveidojusies dalīšanās vārpsta, kas sastāv no mikrocaurulītēm. Mikrocaurulišu viens gals piestiprinājies pie hromosomu kinetohoriem, bet otrs pie centriolas.

Anafāzē hromosomas sadalās hromatīdās. Pēc tam vārpstas mikrocaurulītes atvelk hromatīdas uz šūnu poliem. Vilkšanas laikā hromatīdas saliecas un centromēras ir tuvāk šūnas polam nekā telomēras.

Telofāzē sākas, kad hromatīdas ir sasniegušas šūnas polus. Membrānu vezikulas hromatīdu rajonā pakāpeniski apvienojas. Šajā laikā notiek aktīva membrānu montēšana, izmantojot šūnā esošās vielas. Telofāzes beigās membrānu pūslīši ir apvienojušies, veidojot kodola apvalku. Hromosomas sāk despiralizēties un pakāpeniski veidojas kodoliņš. Citoplazmā izzūd dalīšanās vārpsta un izveidojas interfāzei raksturīgā mikrocaurulišu orientācija. Telofāzēs laikā noris citokinēze – citoplazmas pārdalīšanās.



Mitohondriju dalīšanās nav atkarīga no kodola cikla stadijas. Apaugļošanās gadījumā mitohondrijus manto pa mātes līniju. Mitohondriji dalās ar iežmaugu, pumpurojoties vai ar šķērssienu. Līdzīgi dalās arī hloroplasti.

Šūnu augšana un diferenciācija

Šūnu augšana ir neatgriezeniska šūnas izmēru palielināšanās. Šūnas var palielināties osmotisko īpašību dēļ, taču augšanas gadījumā palielināšanās ir saistīta ar iekššūnas sintētiskiem procesiem. Šūnas izmērus kontrolē šūnu signālsistēma un telpas lielums starp

kaimiņu šūnām. Šūnas augšanai pēc mitozes seko diferenciacija. Šūnu diferenciacija ir apskatāma kā visa organisma attīstības daļa.

Sākotnējie impulsi nāk no gēniem, kas ir bijuši ekspresēti mātes organismā, t.i., mRNS, un olbaltumvielām, kas atradās jau neapaugļotā olšūnā. Tālākie etapi ir atkarīgi no zigotas gēniem, bet vēlākie arī no kaimiņu šūnu mijiedarbības.

Diferenciacijas etapā embrija šūnas diferencijas, t.i., veido daudzšūnu struktūras un iekššūnas struktūras, kas ir tipiskas pieaugušam organismam. Veidojas neironi, muskuļu šūnas, asins šūnas u.c.. Tās apvienojas audos, audi – orgānos un orgāni – orgānu sistēmās. Ja šo regulatorproteīnu sintēze mainās, var veidoties morfoloģiskas kroplības. Tāda varētu būt vārdes kurkulis ar divām galvām u.c.

Šūnu nāve

Visām šūnām var iestāties nāve. Tas notiek *ievainojuma rezultātā* vai *pašnāvības rezultātā*.

Šūnu ievainojumus izraisa mehāniski bojājumi un toksiski ķīmiski savienojumi. Šūnā tie izsauc izmaiņu kaskādi: Šūnas un organellas piebriest. Tas notiek, pateicoties mebrānu selektīvās caurlaidības samazināšanai. Tā rezultātā šūnās palielinās ūdens daudzums. Šūnu iekšējās sastāvdaļas sadalās, kas noved pie iekaisuma reakcijas šajā audu daļā.

Dažādu cilvēka šūnu mūža ilgums

Eritrocīti	līdz 120 dienām
Muskuļu šūnas	līdz 15 gadiem
Aknu šūnas	līdz 1,5 gadiem
Kaulu šūnas	līdz 10 gadiem
Ādas epitēlija šūnas	līdz 14 dienām
Nervu šūnas smadzeņu garozā	neatjaunojas

3. Laboratorijas darbs

Nosaukums: Šūnas bioloģija

Mērķis: sniegt priekšstatu šūnu uzbūvi, skaitu, lielumu un citoskeleta funkcijām.

Teorētiskais pamatojums.

Šūnu bioloģijā pēta, kā apkārtējās vides apstākļi nosaka šūnu uzbūvi. Pēc šūnu lieluma atšķirībām var novērtēt vai organismam ir pietiekami daudz barības vielu, vai organismam ir slimības, vai temperatūra u. c. apstākļi ir piemēroti.

Bieži ir nepieciešams noskaidrot, cik ātri un kā dažādos augšanas apstākļos mainās šūnu skaits. Piemēram, kā zinātnieku izgudrotās un sintezētās ķīmiskās vielas ietekmē šūnu augšanu un dalīšanos.

Apkārtējās vides apstākļi ietekmē šūnu darbību. Šūnas reaģē uz mehāniskiem bojājumiem, karstumu, aukstumu, vides skābuma izmaiņām, gaismas klātbūtni, magnētisko un elektromagnētisko lauku klātbūtni. Šūnu reakcija izpaužas kā vielu transporta un citoskeleta izraisītās šūnu vai organoīdu kustības izmaiņas.

Mērvienības

$1 \mu m = 10^{-6} m$, $1 nm = 10^{-9} m$

$1 l = 1000 ml$, $1 ml = 1000 \mu l$

Darba uzdevumi

1. Apskatīt un izanalizēt patstāvīgo preparātu, noteikt šūnas lielumu.
2. Pagatavot sērijveida atšķaidījumu un noteikt raugu šūnu skaitu paraugā.
3. Pagatavot preparātu un noteikt citoplazmas strāvošanas ātrumu.

Nepieciešamais aprīkojums un materiāli

Pastāvīgie preparāti, rauga šūnu suspensija, elodeja, mikroskops, okulāra lineāls, objektīva mikrometrs vai okulāru kalibrācijas tabula, indikatorpapīrs, termometrs, hronometrs, Mērcilindri, mērglāzes, automātiskās pipetes

1. Šūnas lieluma noteikšana

Tupelītes *Paramecium sp.* šūnu mērīšana

1. Novieto preparātu uz mikroskopa priekšmetgalda.

Aplūkojot preparātu mazajā palielinājumā (objektīva palielinājums 10 x), atrod ar vietu, kur paraugs ir plāns.

Pagriež objektīvu revolveri un uzstāda objektīva ar palielinājumu 20 x, apskata šūnas.

Pagriež objektīva revolveri un uzstāda objektīva ar palielinājumu 40 x, apskata šūnas.

2. Izmēra 3 dažādu šūnu platumu okulāra mikrometra skalas vienībās (sk. piemēru).

Datus ieraksta tabulā. Aprēķina vidējo šūnas diametru.

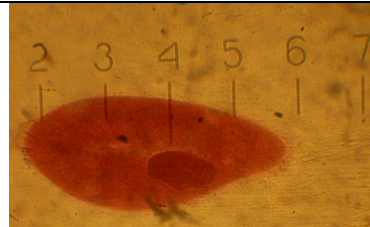
Aprēķina šūnu platumu mikrometros, izmantojot doto (uz tāfeles uzrakstīto okulāra lineāla iedaļas vērtību mikrometros).

3. Uzzīmē redzamās šūnas, atzīmē to sastāvdaļas un uzzīmē nogriezni 20 okulāra lineāla iedaļu garumā (mēroga skala). Virs tās uzrakstiet tās garumu mikrometros.

Mikroskopā novēroto šūnu izmēri

<i>N.p.k.</i>	Tupelītes šūnas platums okulāra lineāla iedaļās	Tupelītes šūnas platums (μm)	Aprēķina piemērs:
1.			
2.			
3.			
Vidējie rādītāji			

Piemērs

	<p>1. Cik gara ir šūna? Šūnas garums ir četras okulāra lineāla iedaļas.</p> <p>2. Cik gara ir šūna, ja okulāra lineāla iedaļas garums ir 2,5 μm? $4 \times 2,5 = 10,0 \mu\text{m}$.</p>
---	--

	<p>citoplazma kodols skropstiņas vakuolas</p>
--	---

2. Šūnu skaita noteikšana

Izlej doto rauga suspensiju no mēģenes mērcilindrā un izmēra rauga suspensijas tilpumu (ml), reģistrē datus.

Ar mērcilindru nomēra 100 ml krāna ūdens un ielej vārglāzē.

Noregulē mikropipeti, lai varētu paņemt 10 mikrolitrus parauga.

Rūpīgi samaisa doto suspensiju un ar mikropipeti paņem 10 mikrolitrus suspensijas.

Paņemto suspensiju ielej vārglāzē ar 100 ml ūdens, izskalo uzgali un ar stikla nūjiņu samaisa.

Ar mikropipeti pāņem 10 mikrolitrus atšķaidītās suspensijas un uzpilina uz priekšmetstikla.

Atrod šūnas izmantojot objektīvu, kas palielina 10 x.

Šūnas saskaita redzes laukā izmantojot objektīvu, kas palielina 40 x.

Saskaita šūnas vēl divos redzes laukos.

Aprēķina vidējo šūnu skaitu redzes laukā.

Aprēķina šūnu skaitu mēģenē.

Aprēķina šūnu skaitu pētītajā paraugā, ņemot vērā, ka šim mikroskopa modelim lielajā palielinājumā visā laukumā zem segstikla ir 400 redzes lauki.

N.p.k.	Šūnu skaits redzes laukos	Vidējais rauga šūnu skaits redzes laukā	Rauga šūnas skaits mēģenē

Piemērs

Pieņemsim, ka mums bija 100 ml rauga suspensijas

Pieņemsim, ka mums bija vidēji 5 šūnas .

5 šūnas x 400=2000 šūnas

2000 x 10 000 = 2×10^7 šūnas

2×10^7 šūnas x 10 000 = 2×10^{11} šūnas

Priekšmetstikls



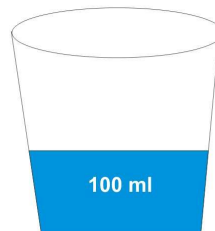
2000 šūnas

Mikropipete



2000 šūnas

Vārglāze



20 000 000 šūnas.

Mēģene



2×10^{11} šūnas

3. Citoplazmas strāvošana

Noskatās demonstrējumu par citoplazmas strāvošanu.

Ar termometru izmēra ūdens temperatūru traukā, kurā aug elodejas.

Ar indikatorpapīru nosaka ūdens skābumu traukā, kurā aug elodejas.

No Petri plates paņem elodejas zara fragmentu un ar pinceti atdala lapu, kuru novieto uz priekšmetstikliņa ūdens pilienā.

Paraugu pārsedz ar segstikliņu un ar preparējamo adatu izspiež gaisa burbulīšus, ja tādi ir parādījušies.

Novieto preparātu uz mikroskopa priekšmetgaldiņa un ieslēdz maksimālo apgaismojumu.

Ar lineālu izmēra diafragmas atvērumu – gaismas kūļa diametru zem priekšmeta galdiņa.

Noregulē attēla asumu mazajā palielinājumā (objektīva palielinājums 10 x), uzstāda lielo palielinājumu (objektīva palielinājums 40 x), apskata šūnas un novēro citoplazmas strāvošanu.

Ar hronometru izmēra laiku, kas nepieciešams, lai hloroplasts pārvietotos pa 2 okulāra lineāla iedaļām, reģistrē datus. Atkārtο mērījumu vēl 2 reizes citās šūnās.

Ūdens temperatūra _____

Ūdens pH _____

Diafragmas atvērums _____

1. tabula. Citoplazmas strāvošanas ātruma izmaiņas atkarībā no gaismas intensitātes.

Nr.	Hloroplasta noietais ceļš (μm)	Nepieciešamais laiks intensīvā gaismā (s)	Hloroplasta kustības ātrums (μm/s)
Vidējie rādītāji			

Novērojumi

1. Vai visās šūnās kustība noritēja vienādā ātrumā?

2. Vai izdevās mērīt ātrumu vienām un tām pašām šūnām?

3. Kāds bija hloroplastu novietojums šūnās.

4. Kā gaismas ietekmē mainījās hloroplastu novietojums šūnās?

5. Vai atsevišķās šūnās citoplazmas strāvošana izbeidzās un kļuva redzams noteikts hloroplastu novietojums šūnās?

Izmantojamā literatūra

[http://priede.bf.lu.lv/studiju materiāli/Grozs/MolekularasBiologijas/Ievads sunu biol/suuna-nebiol.....](http://priede.bf.lu.lv/studiju_materiāli/Grozs/MolekularasBiologijas/Ievads_sunu_biol/suuna-nebiol.....)