

Module 1

Weefsels, selle en molekulêre studies

In dié module sal jy jou kennis van die gebruik van die ligmikroskoop kan integreer met ’n begrip van selstruktuur. Die verskil tussen plant- en dierselle word uitgelig, en jy sal verstaan hoe weefsels en later orgaanstelsels uit gespesialiseerde selle opgebou word. Hierdie kennis sal verder geïntegreer word by wyse van bespreking van die oorsake, voorkoming en behandeling van kanker, wat onbeheersde selgroei is, en ander siektes wat die weefsels van die liggaam raak.

Eenheid 1: Die saamgestelde mikroskoop en selstruktuur	2
Geskiedkundige ontwikkeling	2
Selstruktuur	3
Die struktuur en funksie van selle	4
Die sitoplasma	8
Die verskil tussen plant- en dierselle	12
Diffusie en osmose	13
Eenheid 2: Seldeling: mitose	14
Waarom mitose belangrik is	14
Eenheid 3: Weefsels, organe, sisteme en organismes	19
Weefsels	19
Organe	19
Sisteme	19
Organisme	19
Bloedgroepe en bloedoortappings	23
Verdediging teen infeksies	25
Eenheid 4: Kanker en ander siektes	26
Kanker	26
Osteoporose	27
Alzheimer-siekte	27
Module 1 Oefenvrae	29

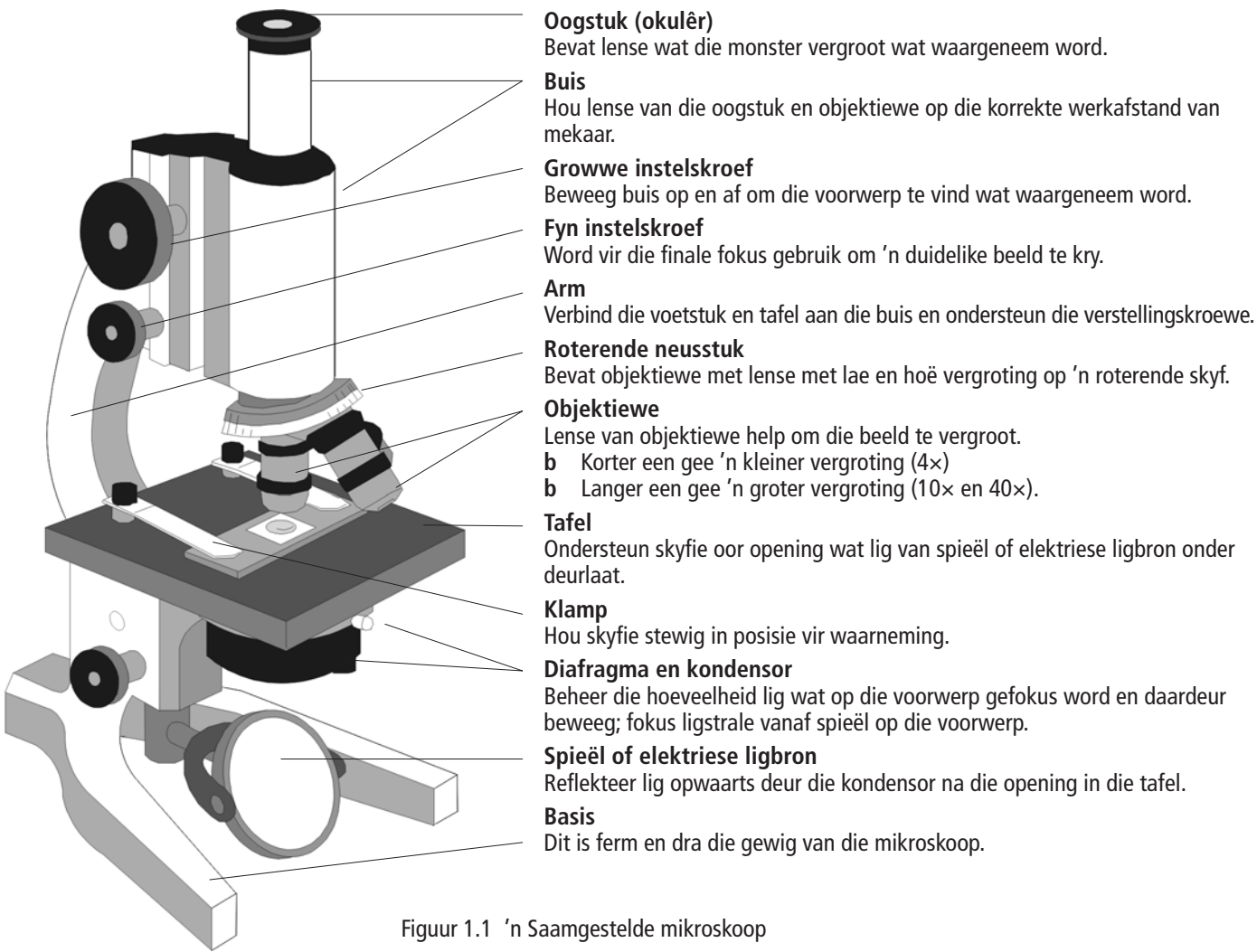
Geskiedkundige ontwikkeling

’n Mikroskoop is ’n instrument waarmee dinge wat te klein is vir die menslike oog om te sien, bestudeer word. Die mikroskoop is nie net deur een mens uitgevind nie. In 1665 het Robert Hooke, ’n Engelse wetenskaplike, die eerste keer met ’n saamgestelde mikroskoop (wat meer as een lens gebruik) ’n stuk kurk te bestudeer. In 1674 het Antonie van Leeuwenhoek, ’n Hollandse wetenskaplike, met ’n eenvoudige mikroskoop klein lewende organismes in ’n druppel water bekyk.

Met die koms van mikroskope kon wetenskaplikes die struktuur van die sel begin verstaan. In 1823 het Robert Brown, ’n Skotse plantkundige, bolvormige voorwerpe bemark in elke plantsel wat hy ondersoek het. Hy het dit die **selkern** of nukleus genoem. Matthias Schleiden, ’n Duitse botanis, het in 1838 besef dat alle plantweefsel uit selle opgebou word en verklaar dat die sel die basiese eenheid van alle plante is.

In 1839 het Theodor Schwann, ’n Duitse dierkundige, dierselle onder die mikroskoop bestudeer. Hy het besef dat alle plante en diere uit selle bestaan en dat elke sel uit ’n vloeibare stof, die sogenaamde sitoplasma, en ’n soliede selkern bestaan.

Die Duitse bioloog, Rudolf Virchow, het in 1855 ontdek dat selle altyd vermeerder deur seldeling en verklaar dat elke sel ontstaan uit reeds bestaande lewende selle.



Figuur 1.1 ’n Saamgestelde mikroskoop

Eenheid 1 • Die saamgestelde mikroskoop en selstruktuur 3

Die mikroskoop op bladsy 2 word 'n saamgestelde mikroskoop genoem omdat dit twee lense het om die grootte van die voorwerp wat bestudeer word, te vergroot. Dié saamgestelde mikroskoop is baie meer gesofistikeerd as die eenvoudige een wat Van Leeuwenhoek in 1674 gebou het.

Die saamgestelde mikroskoop word gebruik om nat monterings van selle te bestudeer om hul bou te verstaan en die verskillende **organelle** te identifiseer. 'n Organel is 'n struktuur binne-in die sel met 'n bepaalde funksie.

Die elektronmikroskoop is in die 1940's ontwikkel en spoedig gebruik vir die bestudering van selle omdat soveel meer detail daarmee ondersoek kon word as met 'n ligmikroskoop.

Hoe om selle te ondersoek

Kyk weer hoe 'n nat montering voorberei moet word en hersien aan die hand van die diagram in Figuur 1.1 hoe om 'n mikroskoop op te stel en te gebruik. Dit is belangrik om die vergroting van 'n voorwerp waarna jy deur 'n mikroskoop kyk, te kan bereken. Jy kan dit op die volgende manier doen:

- Lees die vergrotingsvermoë van die oogstuklens (meestal 4×, 10× of 40×) en vermenigvuldig dit met die vergrotingsvermoë van die objektieflens (4×, 10× of 40×). As die vergroting van die oogstuk byvoorbeeld 4× is en die vergroting van die objektieflens 10×, dan is die totale vergroting $4 \times 10 = 40$. Die voorwerp word dan 40 maal vergroot.

Selstruktuur

Alle lewende organismes bestaan uit selle. Die sel is die basiese eenheid van lewe. Party organismes bestaan uit net een sel (eensellige organismes, bv. amebes), terwyl ander uit baie selle opgebou word (meersellige organismes).

Ligmikroskope kan selle slegs 'n paar honderd maal vergroot. Alle dele van die sel kan nie met hierdie relatiewe klein vergroting gesien word nie. Slegs die volgende dele van 'n sel is waarneembaar onder 'n ligmikroskoop: die **selwand**, die **selmembraan**, die **sitoplasma**, die **selkern**, die **vakuole** en **chloroplaste**.

Om strukture soos selle baie duisende male te vergroot, gebruik bioloë 'n transmissie-elektronmikroskoop. So 'n mikroskoop gebruik elektrone pleks van ligstrale. So kan ons baie meer detail in selle sien. Die elektronmikroskoop neem foto's, sogenaamde **elektronmikrograwe**, wat tweedimensionele deursnee (d.i. die lengte en breedte) van selle toon, wat baie duisende male vergroot is. Om selle in drie dimensies te sien (naamlik die lengte, breedte én die volume), gebruik bioloë 'n skandeer-elektronmikroskoop, wat ook die selle duisende male vergroot. In albei hierdie tipes mikroskope beweeg elektrone deur die voorwerp. In die skandeer-elektronmikroskoop word elektrone in 'n bundel gefokus wat oor die voorwerp skandeer. Sodoende word 'n driedimensionele beeld gevorm.

Wanneer selle onder 'n elektronmikroskoop bekyk word, sien 'n mens nie net die basiese selstrukture soos onder 'n saamgestelde ligmikroskoop nie. Nee, jy sien al die klein organelle wat 'n sel bevat.

The diagram illustrates the structural differences between plant and animal cells. On the left, a plant cell is shown with a thick, rectangular cell wall and a large central vacuole. It contains chloroplasts, a large nucleus with a prominent nucleolus, and various organelles like the Golgi apparatus and mitochondria. On the right, an animal cell is depicted as more rounded and lacks a cell wall and large central vacuole. It features a smaller nucleus, lysosomes, and pinocytotic invaginations (pinositie instulping) on its cell membrane. Labels in Dutch identify various components for both cell types.

Plant Cell Labels (Left):

- leukoplast
- Golgi-apparaat
- selwand
- seldembraan
- diktiosoom
- vesikel
- sitoplasma
- mitochondrion
- ribosoom
- chloroplast
- vakuool
- ER
- kernporie
- chromatien-netwerk
- nukleolus
- kernmembraan

Animal Cell Labels (Right):

- seldembraan
- lysosoom
- vesikel
- Golgi-apparaat
- ER
- pinositie instulping
- sitoplasma
- mitochondrion
- ribosoom op ER
- sentrion
- kernporie
- chromatien-netwerk
- nukleolus
- kernmembraan

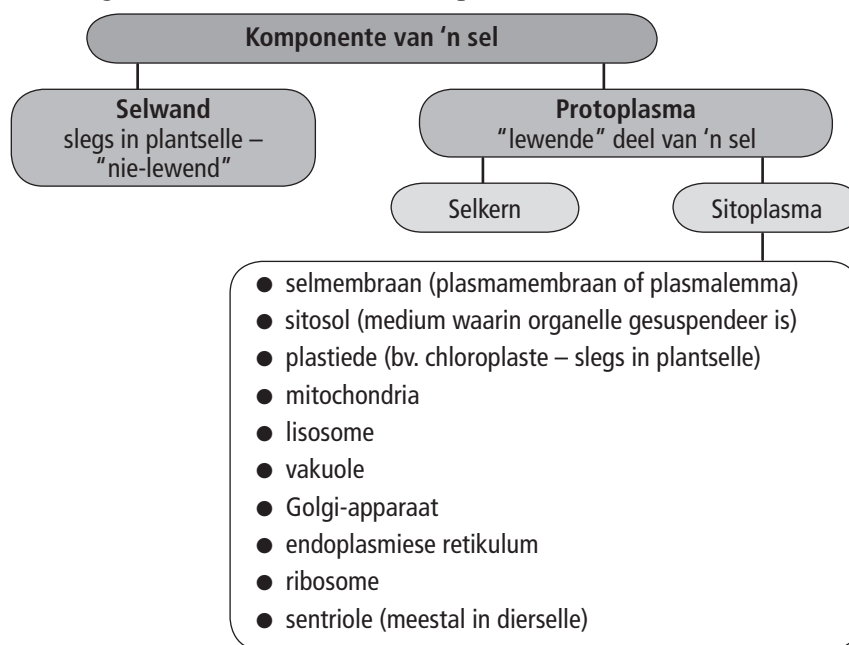
Common Labels (Grouped):

- selkern (grouping nucleus components)

Figuur 1.2 Diagramme van 'n plantsel (links) en 'n diersel (regs)

Die sel is gevul met die **protoplasma**. Die protoplasma bestaan uit die selkern en die sitoplasma. Die selkern word omring deur 'n dubbele membraan en het 'n meer jellierige voorkoms as die sitoplasma. Die sitoplasma is daardie deel van die protoplasma wat die selkern omring. Daar is baie organelle in die sitoplasma gesuspendeer. Alle selle word omring deur 'n **plasmamembraan (selmembraan)**, wat 'n integrale deel van die lewende sel is.

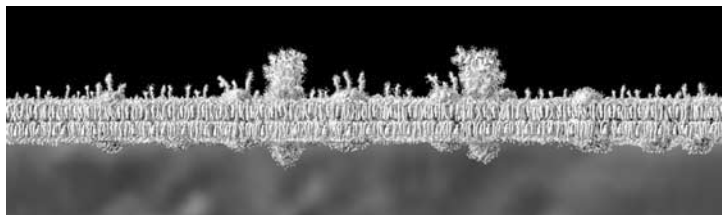
Die diagram hieronder toon die komponente van 'n sel.



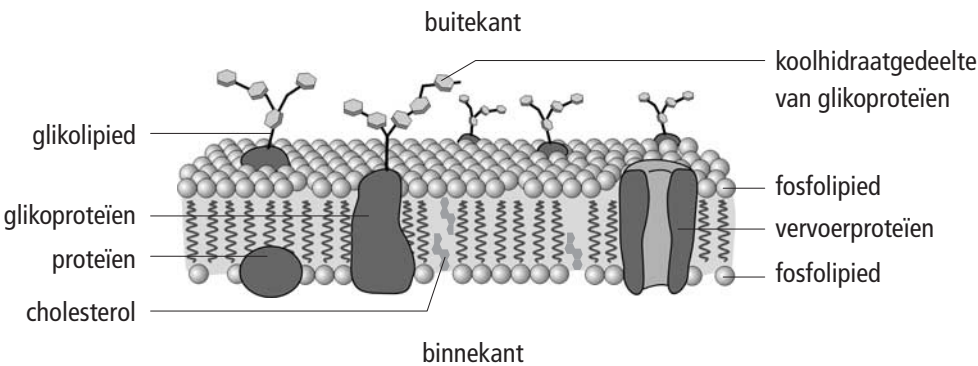
Eenheid 1 • Die saamgestelde mikroskoop en selstruktuur 5

Die selmembraan

Die selmembraan word ook die plasmamembraan of plasmalemma genoem. Dit is uiters dun (sowat 7 nm). By baie hoë vergrotings kan 'n mens sien dat daar drie lae is – wat lyk soos twee donker lyne aan weerskante van 'n smaller, ligter binneste laag.



Figuur 1.3 Mikrograaf van die selmembraan



Figuur 1.4 Die drywende mosaïekmodel

Die selmembraan is selektief deurlaatbaar of deurdringbaar. Dit beteken dat slegs sekere stowwe by die sel kan in- en uitbeweeg.

Die struktuur van die selmembraan word die beste verduidelik aan die hand van die **drywende mosaïekmodel** (Figuur 1.4):

- Die membraan bestaan uit 'n dubbele laag, ook bekend as 'n bilaag, van derduisende fosfolipied-molekules. Dit is die twee donker lyne wat onder 'n baie hoë vergroting gesien kan word (Figuur 1.3).
- 'n Fosfolipied-molekule het 'n kop wat na die buitekant en 'n stert wat na die binnkant van die sel wys. Die kop word aangetrek deur water (**hidrofilies**).
- Die sterte van die fosfolipied-molekules wys na binne en na mekaar. Dit vorm 'n waterwerende (**hidrofobiese**) binnkant vir die selmembraan. Dit is die ligter binnkant wat onder baie hoë vergrotings waarneembaar is (Figuur 1.3).
- Groot proteïenmolekules word in die fosfolipied-bilaag aangetref.
- Koolhidrate kan hulself aan die lipiede in die membraan heg om glikolipiede te vorm. Koolhidrate kan hulle ook aan die proteïene op die buitenste oop oppervlak heg om glikoproteïene te vorm (sien Figuur 1.4).

Die selmembraan is dinamies. Dit is met ander woorde nie staties nie, omdat die fosfolipiede en proteïene binne-in kan rondbeweeg. Soos die proteïene beweeg, vorm hulle kanale wat die gekose stowwe toelaat om by die membraan in en uit te gaan – daarom sê ons die membraan is selektief deurlaatbaar.

Die membrane wat die selkern omring, die **endoplasmiese retikulum** en die **Golgi-apparaat** het basies dieselfde struktuur as die selmembraan.

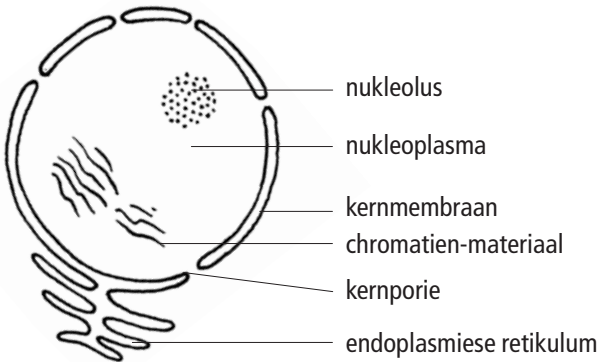
Funksies van die selmembraan

- Die selmembraan:
- hou die inhoud van die sel bymekaar
 - beheer die uitruil van stowwe wat by die sel in- en uitbeweeg.

Selkern

Die meeste selle het ’n selkern. Die selkern is die grootste organel in die sel. ’n Sel sonder ’n selkern kan net ’n baie kort rukkie leef, soos bv. die rooibloedselle (eritrosiete) wat nie ’n selkern het nie en slegs sowat vier maande leef.

Die selkern bestaan uit vier hoofdele:



Figuur 1.5 Die selkern

- 1 Die kernmembraan met kernporieë (klein openinge). Dit is ’n dubbele membraan. Die buitelaag is aaneenlopende met die **endoplasmiese retikulum**. Die baie kernporieë laat stowwe toe om die selkern binne te gaan of te verlaat.
- 2 Die nukleoplasma is ’n jellieagtige stof wat die chromatiennetwerk bevat.
- 3 Die chromatiennetwerk bestaan uit **DNS**. Dit word gesien as lang, dun drade wat deur die nukleoplasma versprei is. Elke individuele draadjie is ’n **chromosoom**.
- 4 Die nukleolus is ’n donkerder struktuur in die selkern, wat gevorm word deur proteïene en **RNS**. Dit word nie deur ’n membraan omsluit nie.

Die funksie van die selkern

- Die selkern beheer die aktiwiteite van die sel. Die selkern bepaal wanneer die sel watter proteïene vervaardig, en beheer sodoende al die sel se aktiwiteite.
- Die chromosome van die selkern is die draers van erflike materiaal omdat hulle die gene dra.

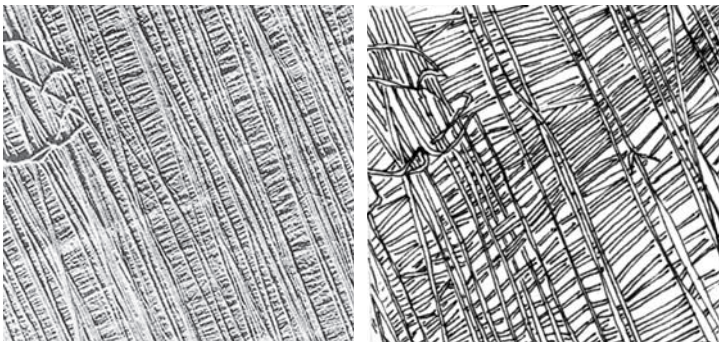
Die kernmembraan

Die kernmembraan staan ook bekend as die kernvlies. Dit is die dubbele membraan wat die selkern omring. Dié membraan skei die inhoud van die selkern van die **sitosol**. Die sitosol is die vloeibare medium van die sel. Die kernmembraan is veral belangrik om die DNS in die selkern van die res van die sel te skei. Die ruimte tussen die twee lae van die kernmembraan word die perinukleêre ruimte genoem en is tussen 20 en 100 nm wyd. Die buitemembraan loop aaneen met die growwe endoplasmiese retikulum.

Eenheid 1 • Die saamgestelde mikroskoop en selstruktuur 7

Die selwand

Alle plantselle word omring deur ’n selwand. Die selwand is dik, onbuigsaam en nie-lewend. Dit bestaan uit mikrofibrille van **sellulose**, wat ’n tipe polisakkaried/koolhidraat is. Hierdie mikrofibrille lê kruis en dwars oor mekaar om ’n baie sterk omhulsel vir die sel te vorm. Daar is ruimtes tussen hierdie sellulose-mikrofibrille wat die selwand volledig deurlaatbaar maak, selfs vir baie groot molekules.

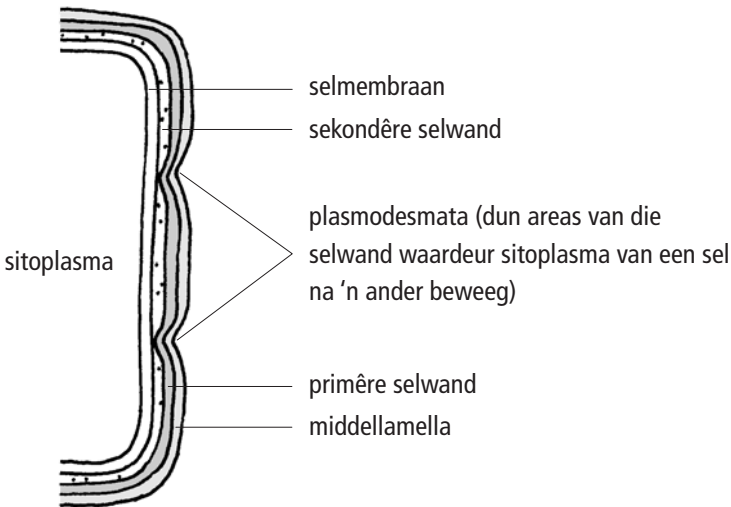


Figuur 1.6 Die selwand van ’n plant

Die selwand van ’n volwasse sel bestaan uit drie lae:

- 1 Die middellamella of tussenskot. Dié laag is aanvanklik net langs die selmembraan en bestaan uit **pektien**.
- 2 Die primêre selwand. Hierdie laag vorm tussen die middellamella en die selmembraan. Dit bestaan uit sellulose-mikrofibrille.
- 3 Die sekondêre wand. Dié laag lê die naaste aan die selmembraan en is die laaste laag wat vorm. Dit bestaan ook uit sellulose-mikrofibrille.

Soos die plantselle ouer word, kan al drie lae van die selwand gevul raak met ’n houtagtige stof, bekend as **lignien**. Sekere dele van die selwand is dunner en vorm klein openinge of porieë, wat stringe sitoplasma toelaat om van een sel na ’n ander te beweeg. Hierdie stringe sitoplasma word **plasmodesmata** genoem.



Figuur 1.7 ’n Deel van ’n plantsel wat die drie lae van die selwand toon

Die funksies van die selwand

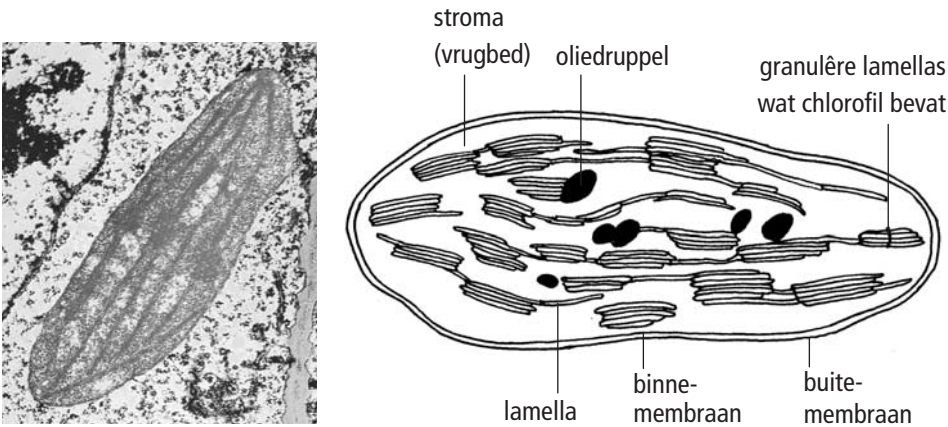
- Die selwand:
- is styf en dik om vorm aan plantselle te verleen en om dit sterk en onbuigsaam te maak
 - is ten volle deurlaatbaar vir die meeste stowwe vanweë die relatief groot spasies tussen die sellulose-mikrofibrille
 - bevat plasmodesmata wat die sitoplasma van een sel in kontak laat kom met die sitoplasma in die aangrensende sel deur porieë in dun dele van die wand.

Die sitoplasma

Die sitoplasma bestaan uit al die organelle in die sel wat in die sitosol (vloeibare medium in die sel) gesuspendeer is. Die sitosol bestaan hoofsaaklik uit water, sellulêre insluitings soos vetdruppels en styselkorrels, opgeloste stowwe soos soute en suikers, en gasse soos O₂ en CO₂.

Die chloroplaste

Chloroplaste is ovaal strukture wat in die selle van plante en alge aangetref word. 'n Chloroplast is 'n plastied en maar sowat 3–10 µm in deursnee. Hul getalle wissel van een tot sowat 100 per sel. Chloroplaste is slegs teenwoordig in daardie dele van 'n plant wat aan lig blootgestel en groen van kleur is.



Figuur 1.8 Mikrograaf en skets van 'n chloroplast

Die struktuur van chloroplaste

- 'n Chloroplast word omring deur 'n dubbele membraan: 'n binneste membraan en 'n buitenste membraan.
- Die vloeibare matriks in die chloroplast word die stroma (vrugbed) genoem en bevat die ensieme wat nodig is vir die donkerfase van **fotosintese**. Fotosintese is die proses wat plante gebruik om die energie van sonlig in kos om te skakel.
- Die stroma bevat parallel afgeplatte sakkies bekend as **lamellas** (dit word ook soms tilakoïede genoem). Hierdie lamellas word op hopies gestapel

Eenheid 1 • Die saamgestelde mikroskoop en selstruktuur 9

(soos 'n hopie munte) om grana (ekv. granum) te vorm. Grana is aan ander grana verbind deur intergrana-lamellas.

- Die lamellas bevat die groen pigment bekend as **chlorofil** en ander fotosintetiese pigmente. Chlorofil is die chemikalie wat die sonlig absorbeer waarmee die plant kos vervaardig tydens die proses van fotosintese.

Die funksie van chloroplaste

- Fotosintese vind in die chloroplaste plaas. Chlorofil vang die ligenergie vas wat plante gebruik om CO₂ en water om te skakel na die chemiese potensiele energie wat in kos aangetref word.
- CO₂ word tydens die fotosintese-proses gebruik en O₂ word as neweproduk vrygestel. Dus handhaaf fotosinterende plante die balans tussen CO₂ en O₂ op aarde.

Ander plastiede is:

- Leukoplaste, wat geen pigmente bevat nie en in selle voorkom waar kos, soos stysel, olie en proteïenkorrels, in onoplosbare vorm geberg word.
- Chromoplaste, wat enige pigment behalwe groen pigmente en ook groot hoeveelhede karotenoïede bevat. Hulle is verantwoordelik vir die kleur van tamaties, geelwortels, ryp vrugte, blomme en herfsblare.

Ribosome

Ribosome is baie klein, bolvormige strukture wat ons in plant- en dierselle kry. Elke ribosoom het 'n deursnee van sowat 15–20 nm. Ribosome bestaan uit proteïene en RNS. By baie hoë vergrotings kan 'n mens sien dat ribosome uit twee dele bestaan: 'n kleiner en 'n groter subeenheid.

Ribosome dryf vrylik in die sitoplasma rond of kan geheg wees aan die selkern of die endoplasmiese retikulum. Ons kry hulle ook in mitochondria en in chloroplaste.

Die funksie van ribosome

Proteïensintese vind op die ribosome plaas. Tydens hierdie proses word aminosure (die boustene van proteïene) aanmekaargeskakel in lang polipeptiedkettings, wat dan proteïene vorm.

Vakuole

'n Vakuool is 'n groot, vloeistofge vulde holte wat omsluit word deur 'n enkele membraan, die sogenaamde **tonoplast**. Die vloeistof in die vakuool word selsap genoem. Selsap bestaan hoofsaaklik uit water en opgeloste stowwe soos suikers en soute.

Vakuole is die sigbaarste in volwasse plantselle, waar hulle 80–90% van die totale selvolume kan beslaan. Die vakuole wat in dierselle en jong plantselle aangetref word, is meestal klein.

Die funksie van vakuole

- Vakuole handhaaf die turgor of vogspanning in plantselle. Dit beteken dat die water in die vakuool druk op die sitoplasma en die selwand uitoefen, wat die sel laat uitswel.
- Vakuole kan ook pigmente bevat, veral **antosianiene** in die selsap. Hierdie pigmente gee aan blomme en vrugte hul blou, violet, pers of donkerrooi kleur.
- By eensellige diere, soos die amebe, beheer vakuole, bekend as same-trekkende of kontraktiele vakuole, die hoeveelheid water in die sel. In dieselfde organisme is voedselvakuole verantwoordelik vir die berg en vertering van kos.

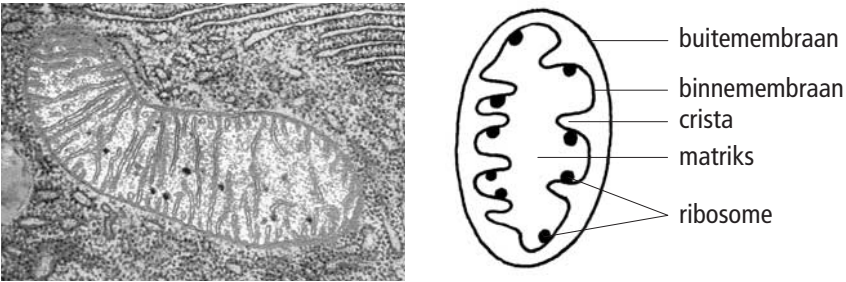
Kennis van die volgende organelle word nie in die sillabus vereis nie, maar dit help om van hulle te weet, want dan sal jy die struktuur en funksie van selle beter verstaan.

Die mitochondria

Mitochondria (ekv. mitochondrium) word in sowel plant- as dierselle aangetref. Mitochondria is staaf- of worsvormige organelle van sowat 1 µm lank. Die mitochondrium word omring deur twee membrane: ’n gladde buitemembraan en ’n gevoude binnemembraan. Die vingeragtige voue van die binnemembraan, bekend as **cristae** (kamme), steek na die binnekant van die organel uit. Hierdie cristae vergroot die oppervlakte van die membrane in die mitochondrium. Die oplossing wat die **cristae** omring, word die matriks genoem. Die oppervlak van die binnemembraan is bedek met korrels (granules) wat die ensieme bevat wat gebruik word vir aërobiese respirasie in die sel.

Die funksie van mitochondria

Die hoof funksie van die mitochondria is om die prosesse van aërobiese respirasie uit te voer, waartydens energie vrygestel word deurdat kos in die teenwoordigheid van suurstof afgebreek word. Deur respirasie berg selle energie in **adenosientrifosfaat** (ATP) op, wat die energiedraer in selle is. Jy sal later meer hiervan leer. Die getal mitochondria in die sitoplasma kan wissel van 50 tot 2 500 afhangende van die tipe sel. Hoe aktiewer ’n sel is, hoe meer mitochondria is daar. So byvoorbeeld het spierselle groot hoeveelhede energie nodig en het hulle dus baie mitochondria. Mitochondria word ook die “kragkamer van die sel” genoem.



Figuur 1.9 Mikrograaf en skets van ’n mitochondrion