

Jan Schel<sup>1,2</sup>Adriaan van Aelst<sup>1</sup>Thijs Simons<sup>2</sup>Clasien Lever-de Vries<sup>2,3</sup><sup>1</sup>Laboratorium voor Plantencelbiologie, Wageningen Universiteit<sup>2</sup>VWO-campus, Wageningen Universiteit en Research Centrum<sup>3</sup>Pallas Athene College, Ede

Door het pollen van de eendagsbloem (*Tradescantia virginiana*) uit te strooien op een voedingsbodem gaat het kiemen en vormt het pollenbuizen. Hierbij speelt het cytoskelet een belangrijke rol. Het zorgt ervoor dat de bouwstoffen, die nodig zijn voor deze topcelgroei, op de juiste plaats terechtkomen. In de haren, die aan de helmraden van de eendagsbloem zitten, is de resulterende cytoplasmastroming goed te volgen met een lichtmicroscop. Het cytoskelet van de levende cel kan meer in detail worden bestudeerd met een confocale laserscanning microscoop.

# Topdrukke in de plantencel

## *Een experiment voor de bovenbouw van het vwo*

Planten kunnen zich op twee manieren voortplanten: geslachtelijk of ongeslachtelijk. Bij de geslachtelijke voortplanting ontstaat de nieuwe plant uit een mannelijke en een vrouwelijke gameet waarvan de kernen versmelten. De mannelijke gameet bevindt zich in de pollenkorrel. Om deze cel naar de vrouwelijke gameet te brengen, wordt er een pollenbuis gevormd. Dit is een uitstulping die vanuit een zwak deel van de pollenkorrel naar buiten groeit. Indien de uitstulping aan alle kanten even stevig zou zijn, zou deze als een soort ballon uit de pollenkorrel tevoorschijn komen. Dat dit niet gebeurt, komt doordat er in de cel aanmaak en verplaatsing van (bouw)stoffen plaatsvindt, waardoor een buis gevormd wordt met een stevige wand die alleen aan de top groeit. Het binnen een cel verplaatsen van stoffen die bijvoorbeeld voor de groei nodig zijn, is mogelijk door een ingenieus stelsel van 'interne snelwegen', waaraan voortdurend gewerkt wordt. Dit stelsel heet het celskelet of cytoskelet.

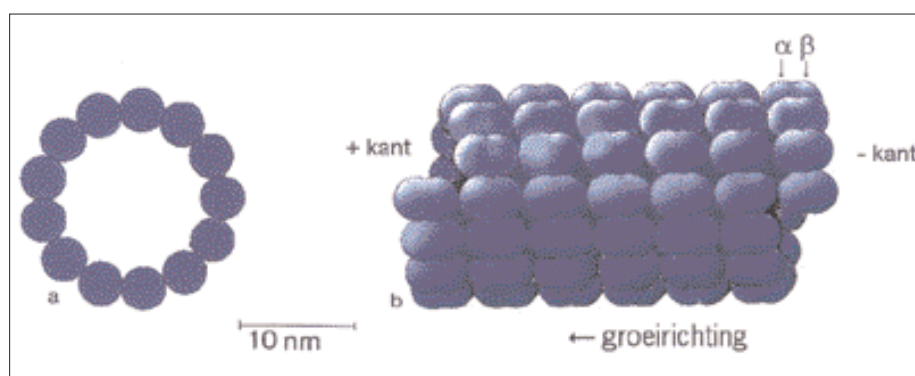
### Theoretische achtergrond

#### Het cytoskelet

Dat dieren kunnen bewegen, is algemeen bekend. Het hele dier kan zich verplaatsen. Er is ook een vorm van bewegen die alle levende organismen, dus ook planten, betreft: het bewegen van stoffen binnen een cel. Dit lijkt weliswaar simpel, maar blijkt het gevolg te zijn van het netwerk van eiwitstructuren dat het cytoskelet vormt. Dit skelet bestaat uit microtubuli en actine filamenten. Naast microtubuli en actine filamenten bevat het cytoskelet ook nog andere eiwitten die ofwel de diverse cytoskeleteiwitten aan elkaar of aan celcomponenten verbinden, dan wel de snelheid en mate van vorming van microtubuli en actine filamenten beïnvloeden. Deze groep eiwitten speelt een belangrijke rol bij de beweging van en in cellen en noemt men motoreiwitten.

#### Microtubuli

Microtubuli zijn heel bepalend in een cel. Behalve hun rol in het transport van organellen (waarmee ze ook de vorm en groeirichting van de cel en daarmee uiteindelijk de vorm van de hele plant bepalen), hebben ze ook een rol in de celdeling, waar ze



Figuur 1a. Dwarse doorsnede door een microtubulus die is opgebouwd uit 13 protofilamenten.

Figuur 1b. Zijaanzicht van een microtubulus. De protofilamenten bestaan uit aaneengeschaakte tubuline moleculen.

onder andere meehelpen de spoelfiguur te vormen. Het zijn buisjes die opgebouwd zijn uit het eiwit tubuline. Tubuline bestaat uit twee eiwitten (dimeer):  $\alpha$ - en  $\beta$ -tubuline (zie figuur 1). In de microtubulus worden de tubuline-eiwitten gerangschikt in rijen, protofilamenten genaamd, waarbij het  $\beta$ -tubuline van het ene eiwit gekoppeld is aan het  $\alpha$ -tubuline van het volgende. Dertien protofilamenten vormen samen een buis met een buitendiameter van 25 nm. Doordat de microtubuli zijn opgebouwd uit gerangschikte dimeren, hebben ze een positieve en een negatieve kant. De groei treedt op aan de pluskant ( $\alpha$ -kant), afbraak aan de minkant ( $\beta$ -kant). Het proces waardoor verlenging van de microtubuli kan plaatsvinden, heet dynamische instabiliteit.

Dit verlengingsproces kost energie. De energie is opgeslagen in GTP (guaninetriofosfaat) dat aan het tubuline vastzit. Door het GTP om te zetten in GDP (guaninedifosfaat) + P komt er energie vrij. Dit is te vergelijken met de afbraak van ATP (adenosinetriofosfaat) dat in ADP + P + energie wordt omgezet. Microtubuli ontstaan altijd vanuit dezelfde plaatsen, de Micro Tubule Organizing Centers, afgekort MTOC's (vergelijk het met een rij winkelwagentjes die altijd op dezelfde plek bij de supermarkt ontstaat). MTOC's zijn altijd met de pluskant van het centrum af gericht. Doordat alleen GTP-tubuline zich kan hechten aan de microtubulus en dit altijd aan de pluskant doet, is de groeirichting van het centrum af.

#### Actine filamenten

Actine filamenten zijn draden die zijn opgebouwd uit het eiwit actine. Losse actine moleculen hebben een diameter van 4 nm,