

Opdracht: plantenfysiologie

De aftrap:	
leerdoelen	
<p>Je kent:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het begrip plantenfysiologie • De opbouw van een plant • Alle zaken die een plant nodig heeft om te groeien. 	
Voorkennis:	Tijd:
<ul style="list-style-type: none"> • Een plant groeit niet vanzelf. Voor een goede groei zijn er allerlei zaken nodig. Bedenk zelf eens een aantal zaken die nodig zijn voor een plant om te groeien. 	15 min
Instructie	Tijdstip:
<ul style="list-style-type: none"> • Je gaat vandaag een aantal vragen maken over plantenfysiologie. Lees de tekst rustig door en maak de vragen. 	
	Door wie:
	Sa
De taken:	Tijd:
<p>Theorietaak: Maak de opdracht hieronder.</p> <p>BPV-opdracht: kies een van de opdrachten</p>	120 min
Evaluatie/reflectie:	Tijd:
De logboekformulieren leertaak en praktijktaak worden ingevuld en besproken	15 min

3 Het groeien van planten

Oriëntatie

Als je op de veiling een kar met planten ziet staan, kun je er wel haast zeker van zijn dat deze planten het niet erg naar hun zin hebben. Ze komen tenslotte uit een kas waar ze heerlijk vertroeteld zijn.

Als je een kas binnen komt, zie je en voel je verschillende zaken. Het kan warm zijn, je bril kan beslaan, de kas kan wit gemaakt zijn, je hoort een ventilator draaien of het open en dicht gaan van de luchtramen. Alles wat je waarneemt, is bedoeld voor de planten. Dit zijn de ideale groeiomstandigheden. In dit hoofdstuk gaat het over deze omstandigheden waaronder planten groeien.

3.1 Fysiologie van de plant

'Gisteren had ik toch zo'n enorme buikpijn. Ik geloof dat die frikadellen niet zo goed vielen. Daarom neem ik vandaag maar een stuk of vijf lekkere kroketten, want ik ben mijn brood weer eens vergeten.'

Fysiologie is de leer van de levensverrichtingen. Deze zijn zeer ingewikkeld. Het gaat om allerlei schei- en natuurkundige processen. Het materiaal, waaruit een plant bestaat, vernieuwd zich namelijk regelmatig. Hieruit kun je opmaken dat de plant stoffen opneemt en afbreekt. Dat noem je *stofwisseling*. Je hoeft als handelaar in planten of plantaardige producten natuurlijk niet de details te kennen. Het is voldoende als je weet dat de stofwisseling uiteen valt in twee delen, namelijk:

- Opname van eenvoudige stoffen, die de bouwstoffen zijn voor dezelfde ingewikkelde stoffen, zoals suikers, eiwitten en vetten. Dit proces van opbouw noem je *assimilatie* of fotosynthese.
Bijvoorbeeld: uit CO₂ (koolzuurgas) en H₂O (water) maakt de plant koolhydraten (suikers).
- Afbraak van ingewikkelde stoffen tot eenvoudige stoffen. Dit noem je *dissimilatie* of ademhaling of verbranding.
Bijvoorbeeld: koolhydraten (of suikers) worden verbrand tot CO₂ en H₂O, waarbij energie vrijkomt.

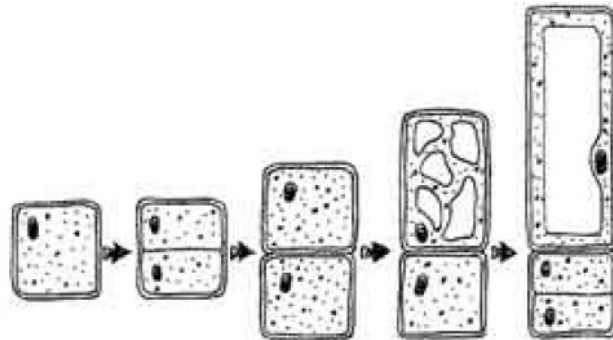
Onder goede groeiomstandigheden (20°C, voldoende licht en water) is de assimilatie sterker dan de dissimilatie. Het gevolg is dat de hoeveelheid droge stof (suikers, koolhydraten, eiwitten) toeneemt. Er is dus sprake van groei van de plant. Een andere definitie van groei is de toename van het aantal cellen en het groter worden van de cellen. Je spreekt dan van celdeling en celstrekking. Iets anders is de ontwikkeling van de plant. Planten groeien niet alleen; ze ontwikkelen zich ook. De ontwikkeling van een plant is de overgang van de ene fase naar de andere. De belangrijkste ontwikkelingsfasen zijn:

- de kiemfase: uit zaad komen kiemwortels en kiembladeren;

- de vegetatieve fase: stengel- en bladvorming;
- de generatieve fase: bloem- en zaadvorming.

Eenjarige planten doorlopen in een korte tijd de verschillende ontwikkelingsfasen. Deze planten vormen vanuit zaad heel snel weer bloemen en zaad. Ze maken een snelle ontwikkeling door. Veel boomsoorten daarentegen groeien eerst flink en gaan pas na jaren bloemen vormen. Hun ontwikkeling is traag.

Fig. 3.1
Het proces van celdeling
en celstrekking.



- Vragen 3.1** Beantwoord de onderstaande vragen.
- Wat versta je onder fysiologie?
 - Hoe heet het regelmatig vervangen van het materiaal waaruit een plant bestaat?
 - Wat versta je onder assimilatie?
 - Geef een omschrijving van dissimilatie.
 - Wat is het verschil tussen groei en ontwikkeling?

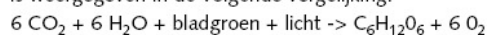
3.2 Assimilatie of fotosynthese

'Laatst met het voetballen voelde ik mij zo lekker. Ik barstte van de energie en ik was bovendien uitstekend in vorm. En toen nog die gouden goal! Fantastisch!'

anorganische stoffen Het proces waarbij de groene planten uit *anorganische stoffen* (stikstof, zuurstof, koolstof) *organische stoffen* (suikers, koolhydraten, eiwitten) kunnen bouwen, heet koolstofassimilatie. Vaak spreek je alleen over assimilatie of fotosynthese. Dit proces vindt plaats in de bladgroenkorrels van de plant.

Vroeger meende men dat de plant de benodigde koolstof uit de bodem haalde. De lucht bevat slechts 0,035% CO₂ of koolzuurgas, vandaar dat men maar moeilijk kon aanvaarden dat deze CO₂ de bron zou zijn voor alle koolstofverbindingen. Toch bleek dit juist. De plant haalt wel degelijk koolzuurgas uit de lucht.

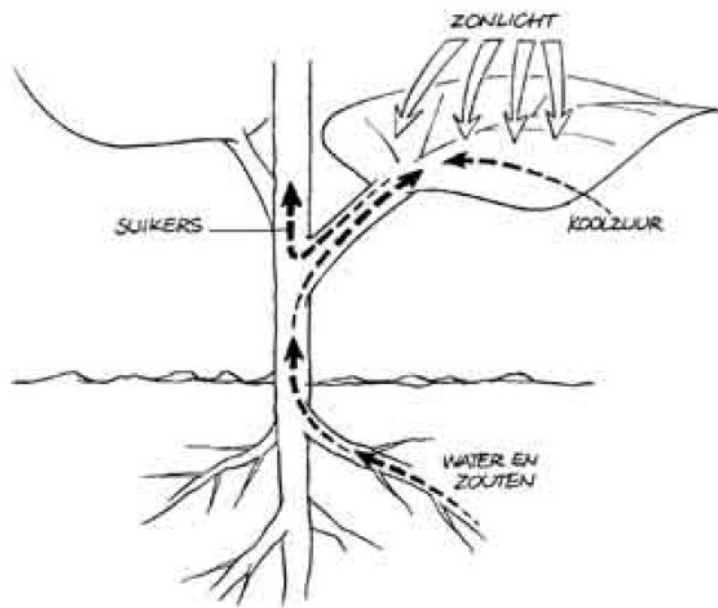
Voor assimilatie is koolzuurgas, water, licht en bladgroen nodig. Verder moet ook de temperatuur voldoende hoog zijn. Bij voldoende hoge temperatuur ontstaan dan koolhydraten en zuurstof. Daarbij komt energie vrij. De omzetting voor fotosynthese is weergegeven in de volgende vergelijking.



CO₂ en H₂O zijn de grondstoffen en de koolhydraten zijn het eindproduct van dit proces. Het (zon)licht levert de energie. Het bladgroen vangt dit licht. Verder maakt

het arbeidsvermogen de omzettingen mogelijk. Deze energie is terug te vinden in de koolhydraten. Het proces geeft zuurstof af als afvalproduct. Bij de opkweek van bloemen en planten probeert de tuinder dit proces zo goed mogelijk te laten verlopen. Bij de handel in planten staat dit proces in de meeste gevallen nagenoeg stil. Het is te donker of te koud. Als planten langdurig 'onderweg' zijn, kan dus gemakkelijk kwaliteitsverlies optreden, omdat de plant geen nieuwe stoffen meer maakt, maar ze wel afbreekt door de dissimilatie.

Fig. 3.2
De assimilatie vindt plaats in het blad. De gemaakte organische stof wordt door de gehele plant vervoerd.



De verschillende onderdelen (H_2O /water, CO_2 /koolzuurgas, licht, bladgroen en temperatuur) komen hierna wat uitgebreider aan bod.

Water

Het water is een van de grondstoffen. De H van het water ($= H_2O$) gaat een verbinding aan met het CO_2 . De O (zuurstof) komt vrij als O_2 . In de regel is er voldoende water aanwezig. Is de grond echt te droog en is er onvoldoende water in het blad dan zal het assimilatie proces stagneren.

Koolzuur

Het koolzuurgas of de CO_2 is ook een grondstof. Het gehalte in de lucht is slechts 0,035%. Zijn de groeiomstandigheden gunstig dan is dit lage percentage een beperkende factor voor de assimilatie. Hieruit volgt dat een verhoging van het gehalte een bijna evenredige stijging van de assimilatie geeft. Boven de 0,3% is er echter geen stijging in aanmaak van assimilaten meer, maar treedt in sommige gevallen zelfs schade op.

Bij daling van het CO_2 gehalte zal de assimilatie sterk verminderen. Dit komt voor in kassen, waar het verbruik hoog is bij groeizaam weer. De ontleding van organisch

bodemorganismen

materiaal en de ademhaling van wortels en *bodemorganismen* zorgen er voor dat zich in de grond grote hoeveelheden CO₂ bevinden. Heel belangrijk is dus een goede organische stof toestand van de grond, zeker in kassen waar de CO₂-productie uit de grond zeer belangrijk is. Tuinders kunnen de CO₂ aanvullen via het verbranden van petroleum of aardgas. Dit is vooral van belang in kassen waar de gewassen op substraten geteeld worden en de grond geen rol meer kan spelen, omdat hij is afgedekt met plastic of beton.

Het vergroten van het CO₂-gehalte in kassen verbetert zowel de kwaliteit als de kwantiteit van de oogst. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij het kweken van sla, tomaten, komkommers, aardbeien, rozen, anjers, chrysanten, fresia's, potplanten, enzovoort. De normale concentratie van CO₂ in de atmosfeer is 300 delen per miljoen (ppm) ofwel 0,035%. Bij voldoende licht kunnen gezonde planten dit niveau snel terugbrengen: 's nachts staat het assimilatieproces vrijwel stil. Zodra het licht wordt, begint het proces weer, dat wil zeggen dat de plant weer actief is en CO₂ opneemt.

Licht

Het licht levert het arbeidsvermogen voor de assimilatie. In de natuur is dit steeds zonlicht, maar ook kunstlicht, mits van voldoende sterkte, kan de assimilatie goed doen verlopen. Denk in dit verband ook eens aan de belichting van rozen met hoge druk natrium lampen voor een betere kwaliteit en een hogere productie.

golflengten

Het bladgroen absorbeert bepaalde *golflengten* van het licht wel en andere *golflengten* niet. Licht dat het bladgroen niet opneemt, speelt bij de assimilatie geen rol. Bij proeven blijkt dat vooral blauw en oranje-rood licht een sterke assimilatie geeft. Violet licht veroorzaakt een geringe assimilatie en het werkt zelfs remmend op de lengtegroei.

Fig. 3.3

In productboekjes geeft een symbool aan of je te maken hebt met een zonplant (zoals een Hibiscus) of een echte schaduwplant (zoals een Selaginella).



Wat de lichtbehoefte betreft, zijn er twee groepen planten te onderscheiden:

- schaduwplanten;
- zonplanten.

schaduwplanten Schaduwplanten hebben slechts weinig licht nodig en verdragen sterk licht meestal slecht. De verdamping is ook een factor van belang. Vooral schaduwplanten zijn geschikt als kamerplant.

zonplanten Zonplanten hebben een grote lichtbehoefte. In veel gevallen hebben zonplanten smalle bladeren of kleinere bladeren, omdat er toch voldoende licht voorradig is. Zowel zon- als schaduwplanten, maar zeker deze laatste groep, draaien de bladeren zodanig dat ze zoveel mogelijk licht opvangen.

Bladgroen

chlorofylkorrels De bladgroenkorrels of *chlorofylkorrels* nemen het licht op. Het chlorofyl speelt bij de fotosynthese de belangrijkste rol, maar ook de gele kleurstoffen hebben een overeenkomstig functie. Dit verklaart ook waarom groene planten altijd sneller groeien dan hun bontbladige lotgenoten.

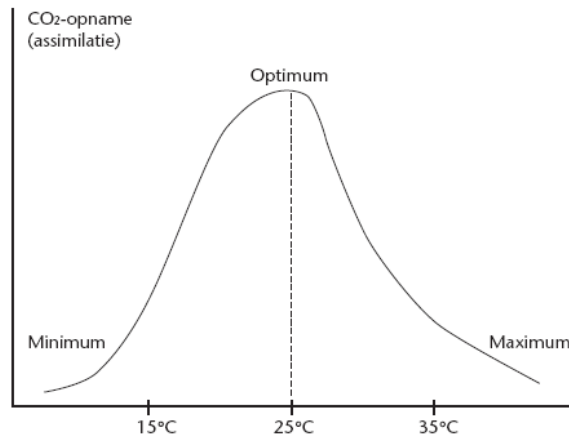
Fig. 3.4
Bontbladige cultivars
groeien trager dan
vergelijkbare
groenbladige cultivars.



Temperatuur

optimumtemperatuur In figuur 3.5 zie je de invloed van de temperatuur op de assimilatie. Boven de minimumtemperatuur begint de assimilatie. Bij stijging van de temperatuur neemt de assimilatie snel toe. Bij een bepaalde temperatuur (30°C tot 36°C) is de assimilatie het sterkst, de *optimumtemperatuur*. Bij hogere temperaturen daalt de assimilatie snel tot nul. Dit is bij 45°C tot 50°C, de maximumtemperatuur. Per gewas kunnen deze temperaturen afwijken. Sommige planten beginnen al te assimileren bij ca 7°C (gras). Andere (tropische) gewassen hebben veel hogere temperaturen nodig. Het afnemen van de assimilatie bij hogere temperatuur is te verklaren doordat de omzettingen plaatsvinden met behulp van enzymen. Deze zijn niet bestand tegen hogere temperaturen.

Fig. 3.5
De assimilatie is sterk afhankelijk van de temperatuur. Je kunt een onderscheid maken in minimum-, optimum- en maximumtemperatuur.



Vragen 3.2 Onderstaand tref je een aantal beweringen aan over het assimilatieproces. Geef aan welke juist zijn.

- De plant haalt de CO₂ uit de grond.
- Voor de fotosynthese is vooral zuurstof van groot belang.
- Een plant zonder bladgroen (wit) kan niet groeien.
- Bij vervoer van planten in een verwarmde vrachtwagen kan de assimilatie gewoon doorgaan.
- Assimilatie is hetzelfde als fotosynthese.
- In kassen is in de zomer CO₂ vaak een beperkende factor voor de groei.
- Extra licht met behulp van hogedruk natriumlampen zorgt vooral in de zomer voor extra groei.
- Gewassen die in de winter belicht worden, zoals rozen, maken meer assimilaten aan.
- Planten assimileren dag en nacht.
- Schaduwplanten hebben meestal grote bladeren.

3.3 Assimilatie en transport

'Lekker gegeten, veel gedronken, maar daarna ging het mis, want wat er zo gemakkelijk inging, kwam er weer even gemakkelijk uit. Het was niet alleen van boven naar beneden getransporteerd.'

De gehele plant vervoert de producten van de koolstofassimilatie. Ze zijn nodig in alle levende cellen: voor de ademhaling en ter vervanging van verbruikte stoffen. Een plant vervoert koolhydraten als enkelvoudige suikers (C₆H₁₂O₆) en eiwitten als aminozuren. Vetten vormt een plant ter plaatse uit suiker. Het bewaren geschiedt meestal in onoplosbare vorm, zoals zetmeel of vet. Alleen in waterrijke organen is reservevoedsel in opgeloste vorm aanwezig, bijvoorbeeld bij suikerbieten. Het oplossen en vastleggen van de stoffen gebeurt met behulp van enzymen.

zeefvaten Over grote afstanden vindt vervoer van assimilaten plaats door de *zeefvaten* (de neerwaartse waterstroom). Ook vervoer van cel tot cel is belangrijk. Dit is een zeer ingewikkeld proces waar op we niet verder in zullen gaan. Het vervoer van assimilaten

leidt ertoe dat de een plant allerlei producten kan maken die voor de handel een grote waarde hebben. Hierbij moet je denken aan:

- bloemen, vruchten, zaden;
- bollen, knollen;
- verdikte stengels, opgezwollen bloembodems.

Een aantal van deze producten zijn goed tot zeer goed houdbaar en daarom onttrokken aan de echte daghandel, zoals bollenhandel, houthandel, enzovoort. Bij verse snijbloemen en veel groentegewassen is de houdbaarheid slechts van korte duur en bewaring slecht beperkt mogelijk.

Fig. 3.6
In zaden, zoals bij Zea-mais ligt veel reservevoedsel opgeslagen.



Vragen 3.3 Onderstaand tref je een aantal keuzevragen aan. Kies het juiste antwoord. Er zijn meerder juiste antwoorden mogelijk per vraag.

- a De assimilatieproducten zijn nodig voor:
- de verdamping;
 - de groei;
 - de ademhaling.
- b Hoe worden de gevormde assimilaten vervoerd?
- Van cel naar cel.
 - Door de houtvaten.
 - Door de zeefvaten.
 - Door de nerven in het blad.
 - Door de huidmondjes.

-
- c Welke stoffen hebben een rol bij oplossen en vastleggen van de assimilatieproducten?
- Enzymen.
 - Eiwitten.
 - Suikers.
 - Zetmeel.
- d De opwaartse stroom van water gaat over grotere afstand via de:
- de houtvaten;
 - de zeefvaten;
 - het merg van de stengel;
 - epidermis van de stengel.
- e De neerwaartse stroom van assimilatie gaat over grotere afstand via de:
- de houtvaten;
 - de zeefvaten;
 - het merg van de stengel;
 - epidermis van de stengel.
- f Een plant vervoert de assimilatieproducten vooral in de vorm van:
- vetten;
 - koolhydraten;
 - suikers;
 - eiwitten;
 - enzymen.

3.4 Dissimilatie of ademhaling

'Na 1000 meter keihard schaatsen, was ik kapot. Ik hapte naar adem.'

Bij de ademhaling, verbranding of dissimilatie worden organische stoffen verbrand. Hierbij komt energie vrij. Voor verbranding van suiker is de vergelijking als volgt.
 $C_6H_{12}O_6$ (= suiker) + $6 O_2$ (= zuurstof) \rightarrow $6 CO_2$ (= koolzuurgas) + $6 H_2O$ (= water) + energie.

Iedere levende cel heeft energie nodig voor chemische omzettingen zoals het vormen van bijvoorbeeld eiwitten of enzymen. Ook de celdeling kost energie. De benodigde energie komt vrij door dissimilatie (verbranding of ademhaling).

Bij de dissimilatie worden organische stoffen door het opnemen van zuurstof verbrand. Hierbij wordt CO_2 en H_2O gevormd. De vrijkomende energie gebruikt de plant voor de levensprocessen in de cel.

zuurstof
koolzuurgas

Bij de ademhaling wordt *zuurstof* opgenomen en *koolzuurgas* afgegeven. De meeste planten hebben geen ademhalingsorganen. Ieder plantendeel en iedere cel moet zelf zorgen voor voldoende zuurstof. In de plant spelen de ruimten tussen de cellen, de intercellulaire ruimten, daarom een grote rol. Door contact met de buitenlucht moet de verversing van lucht in deze ruimten totstandkomen.

De huidmondjes spelen geen rol bij de zuurstofopname. Ze zijn 's nachts gesloten. Ook wortels ademen, zodat een goede doorluchting van de grond van zeer groot belang is. Bij zuurstofgebrek in de grond kan de plant geen water en zouten opnemen. In de volgrondstuinbouw veroorzaakt het gebruik van veel zware machines structuurbederf van de grond. Dit kan zuurstofgebrek tot gevolg hebben.

Verhouding assimilatie - dissimilatie

Tijdens het ademhalingsproces breekt de plant de bij de assimilatie gevormde producten weer af. Bij een gezonde plant is de assimilatie groter dan de dissimilatie. Hierdoor is groei en voortplanting mogelijk. Op bepaalde ogenblikken in de ontwikkeling van planten overheerst de dissimilatie, zoals bij de kieming van zaden, de rustperiode van bollen, knollen, houtige gewassen en bij het uitlopen van bladverliezende gewassen. Ook s nachts overheerst dissimilatie. Bij zeer donkere dagen in de winter kan er ook overdag dissimilatie plaatsvinden. Een hoge *nachttemperatuur* bevordert de ademhaling. Een te hoge *nachttemperatuur* is schadelijk, omdat een plant dan te sterk ademt. Ook tijdens de verhandeling van de producten is de dissimilatie doorgaans groter dan de assimilatie.

3.5 Afsluiting

Voor de groei van planten zijn twee basisprocessen van groot belang. De assimilatie of fotosynthese zorgt voor de productie van suikers, koolhydraten en dergelijke. Voor dat proces is nodig: koolzuurgas, water, voldoende licht, voldoende temperatuur en bladgroen.

De dissimilatie of ademhaling breekt de tijdens het assimilatieproces gevormde stoffen weer af. Daarbij komt energie vrij, die de plant kan gebruiken voor allerlei processen. Onder normale groeiomstandigheden is de assimilatie vele malen groter dan de dissimilatie.

4 Water en voeding

Oriëntatie

Een auto rijdt niet vanzelf. Benzine tanken en regelmatig olie verversen is wel het minste wat je moet doen om gewoon te kunnen blijven rijden. Daarbij is het bovendien belangrijk dat je de juiste brandstof kiest en op het juiste moment de olie ververs. Bij planten is het al niet veel anders. Benzine en olie kun je vervangen door water en voedingsstoffen. Voor een ieder die met planten te maken heeft, is het belangrijk dat hij weet waarvoor en wanneer dit noodzakelijk is. Over de functie van water en voedingsstoffen gaat dit hoofdstuk.

4.1 Bestanddelen van de plant

'Jij bestaat uit vlees en bloed. Dat kun je van een plant niet zeggen. Maar als je echt gaat kijken uit welke moleculen je bestaat, verschil je heus niet zoveel van een plant.'

Fig. 4.1
Een goede verzorging van
planten is absoluut
noodzakelijk.



Wanneer je de stofwisseling wilt bestuderen, is het nodig te weten welke stoffen in de plant aanwezig zijn. Door analyse kun je dit bepalen. Allereerst droog je de plant bij 100°C. Er blijkt nu, dat de plant in actieve toestand 60 tot 90% water bevat. Vervolgens verbrand je het gedroogde materiaal dat overblijft. De gassen, die je opvangt zijn CO₂, H₂O, N-, S- en P-verbindingen, alle afkomstig van organische stoffen. Bij analyse van de as vind je K, Na, Ca, Mg, Si, S, P, Cl en nog zeer kleine hoeveelheden Mn, B, Mo, Cu en vele andere metalen.

Herkomst van de elementen in de plant

Om te zien welke elementen een rol spelen, en welke rol dat is, moet je de planten kweken in een watercultuur. Je kweekt planten dan in water waarin voedingsstoffen zijn opgelost. Wanneer je gedistilleerd water gebruikt, is de ontkieming normaal, maar blijft de groei spoedig achter.

hoofdelementen

sporenelementen

chlorose

Je kunt nu nagaan welke elementen je moet toe voegen en welke mogen ontbreken om een normale ontwikkeling te krijgen. Voor een normale ontwikkeling zijn in ieder geval de *hoofdelementen* nodig: N (= stikstof), P (= fosfor), K (=kalium), Ca (=calcium), Mg (=magnesium), S (=zwavel), iets Fe (=ijzer) en er is slechts zeer weinig B, Mn, Cu nodig. Deze laatste elementen noem je *sporenelementen*, omdat er maar weinig van nodig is voor de groei van de planten. Fe-, Mg-, of Mn-gebrek zorgt voor het geel worden van de bladeren. Dat noem je *chlorose*.

Fig. 4.2

Planten met veel bloemen en bladeren, zoals deze Anthurium moeten regelmatig voeding krijgen.



Vragen 4.1

- Geef aan waar de plant de elementen N, C, O, P, K, H vandaan haalt.
- Bij gebrek aan welke elementen kan chlorose ontstaan?

4.2 Het opnemen van water en voedingsstoffen

'Bruine bonen met stroop en lekkere vette jus. Moet je eens proberen. Daar kan ik de winter wel mee doorkomen.'

capillairen

De bodem bestaat uit deeltjes van zeer verschillende grootte en samenstelling. Deze deeltjes zijn zand of kleideeltjes en organische stof. Tussen deze gronddeeltjes lopen fijne kanalen, *capillairen*, van verschillende grootte. Hierin zit lucht en water, waarbij het water als een mantel de gronddeeltjes omgeeft. In dit water is een zeer verdunde oplossing van allerlei zouten en een groot aantal ionen aanwezig, die in voortdurende uitwisseling staan met het aan de gronddeeltjes gebonden water met voedingsstoffen. In dit milieu groeien de wortels. Ze vertakken zich en doorwortelen een bepaald gedeelte van de bodem.

De grootte van het wortelstelsel

Als je een plant uit de grond trekt, krijg je een volkomen verkeerde indruk van de afmeting van het wortelstelsel, omdat een groot deel van de wortels in de grond achterblijft. Als je de plant uit een pot haalt, heb je wat dat betreft een veel betere indruk. Door onderzoek is gebleken, dat de normale beworteling op goede klei- of zavelgrond één tot anderhalve meter bedraagt.

bewortelingsdiepte

De *bewortelingsdiepte* hangt sterk af van de grond. Waar niet voldoende zuurstof is, kunnen de wortels zich niet ontwikkelen. In grondwater zullen nooit wortels groeien. Dat is ook de reden dat de pot van kamerplanten niet permanent in het water mag staan. De wortels sterven dan af. Als de grond nat of vast is, zien we geen wortelgroei. Zijn er storende lagen (hard, zeer zuur en dergelijke) dan groeien wortels er onvertakt doorheen, terwijl ze zich op goede plaatsen sterk vertakken.

In droge grond gaan de wortels dieper dan in vochthoudende grond. Vorm en verspreiding van de wortels hangen dus sterk af van de grond. De epidermis of opperhuid van de wortel neemt water en opgeloste stoffen op (osmose). Dit kan alleen als hij in nauw contact staat met de capillaire waterlaag om de bodemdeeltjes. De wortelharen zorgen voor een goed contact. Deze dringen tussen de bodemdeeltjes en drukken zich er tegenaan, waardoor ze in de waterlaag komen te liggen. Wortelharen vergroten het worteloppervlak zeer sterk.

Minerale stofwisseling

voedingselementen

De vorm waarin een plant *voedingselementen* opneemt en hun betekenis voor de groei van de plant is zeer verschillend. Stikstof (= N) neemt de plant op als nitraat (NO_3 -ionen). Stikstof zorgt voor de vorming van eiwitten uit koolhydraten, dus voor de vorming van protoplasma. Teveel stikstof veroorzaakt de vorming van veel cytoplasma en van veel nieuwe cellen. Gevolg: sterke welige groei, vooral van bladeren. Dit verhoogt de vatbaarheid voor ziekten. S en P neemt een plant op als sulfaat- en fosfaationen. Deze voedingsstoffen zorgen voor de vorming van hogere eiwitten, die te vinden zijn in de celkern, en in reservevoedsel in zaden en vruchten. Ook metalen neemt een plant op als ionen. Ze spelen een belangrijke rol bij de stofwisseling. Samengevat kun je zeggen dat de belangrijkste voedingsselementen de volgende functies hebben.

Stikstof (N)	zorgt voor de vorming van eiwitten.
Fosfor (P)	zorgt voor de bloem, vruchtvorming en de wortelontwikkeling.
Kalium (K)	zorgt voor een goed verloop van de vorming, transport en vastlegging van koolhydraten. Samen met Ca zorgt het voor de stevigheid van de cel.
IJzer (Fe)	is belangrijk voor de vorming van bladgroen.
Magnesium (Mg)	is een bestanddeel van bladgroen.
Calcium (Ca)	nodig voor groei en wortelontwikkeling.
Borium (B)	nodig voor celdeling.

Een tekort aan deze stoffen veroorzaakt een onvoldoende ontwikkeling van de plant. Dit uit zich in een slechte groei en verhoogde vatbaarheid voor ziekten.

Vragen 4.2

Beantwoord onderstaande vragen.

- In welk milieu groeien wortels?
- Waar is de bewortelingsdiepte van afhankelijk?
- Wat gebeurt er als de grondwaterstand in een kas plotseling te hoog wordt?
- Wat kan het gevolg zijn van een storende laag in de bodem?
- Wat zijn de functies van wortelharen?
- Hoe neemt een plant de meeste elementen op? In welke vorm doet de plant dat?
- Bij tekorten ontstaan verschijnselen. Hoe noem je deze verschijnselen?

4.3 Het afgeven van water

'Zweten en plassen, zo raak jij het overtollige water kwijt. Kun je dat eigenlijk vergelijken met verdamping en guttatie bij de plant?'

transpiratie

De plant en speciaal de bladeren geven voortdurend waterdamp af. Dit noem je verdamping of *transpiratie*. Door verdamping ontstaat een waterstroom van de wortels naar de bladeren die, door de wortels opgenomen, voedingsstoffen door de gehele plant vervoert. Ook zal afkoeling als gevolg van de verdamping de bladeren tegen oververhitting beschermen. Verdamping is dus koeling. De verdamping door de huid is meestal gering. Het belangrijkste is de afgifte van water via de huidmondjes. Dit is sterk afhankelijk van de uitwendige omstandigheden. Directe zonbestraling geeft een zeer sterke toename van de verdamping. Ook relatieve luchtvochtigheid en wind spelen een grote rol. Hoe hoger de relatieve luchtvochtigheid, hoe lager de verdamping. Bij veel wind is de relatieve luchtvochtigheid vaak lager dus de verdamping hoger.

Tijdens de verhandeling van bloemen en planten is het belangrijk dat je de verdamping zoveel mogelijk beperkt. Tijdens de verhandeling is het bijna niet mogelijk de planten water te geven. Vandaar je dat de bloemen en planten in hoezen moet verpakken en de temperatuur zo laag mogelijk moet houden.

Fig. 4.3

Verdamping vindt vooral plaats vanaf de huidmondjes, die aan de onderkant van het blad zitten.



Vragen 4.3

Rangschik de bij de vragen of beweringen genoemde antwoorden in de juiste volgorde. Ga daarbij uit van normale groeiomstandigheden. Begin bij het beste antwoord, kies vervolgens het antwoord dat daarna het beste is, enzovoort.

- Alle onderdelen van een plant kunnen in principe water afgeven. Welke het meest?
 - Wortel.
 - Blad.
 - Stengel.

-
- Bloem.
 - Zaad.
 - Vrucht.
- b Wat zijn de belangrijkste gevolgen van de verdamping?
- Ademhaling van de plant.
 - Vervoer van voedingsstoffen.
 - Afkoelen van het blad.
 - Guttatie.
- c De plant geeft het meeste water af via:
- de huidmondjes;
 - de bovenkant van het blad;
 - de onderkant van het blad;
 - de epidermis van het blad;
 - de intercellulaire ruimten.
- d Welke factoren spelen een grote rol bij de waterafgifte?
- Temperatuur.
 - Het zuurstofgehalte in de lucht.
 - Licht.
 - CO₂-gehalte in de lucht.
 - Luchtvochtigheid.
 - Luchtbeweging.
 - De vochtigheid van de grond.

4.4 Het vervoer van water in de plant

'Het bier komt via je mond naar binnen, dan volgt de slokdarm en na een lange weg komt het er bij het pissen weer uit. Maar hoe het precies zit weet ik eigenlijk niet.'

Bij lagere planten als schimmels gaat het vervoer van water uitsluitend van cel tot cel. Bij hogere plantensoorten zorgen de vaten, wanneer het over grotere afstanden gaat, voor het vervoer. Bij de opwaartse stroom zijn dit de houtvaten. Transport van cel tot cel vindt plaats van de wortelharen naar de vaten en van de vaten naar de nerven en via de nerven naar de huidmondjes.

Twee krachten bepalen het proces van watertransport: de worteldruk en de zuigkracht.

De worteldruk en zuigkracht

Wanneer je een krachtig groeiende *Pelargonium* of druif af snijdt en je op de stomp een manometer zet, dan blijkt deze na een à twee dagen een druk aan te geven. Dit is het gevolg van uitvloeien van water uit de houtvaten. De kracht waarmee de wortelcellen het water in de houtvaten persen, veroorzaakt de druk. Denk aan de waterstroom van wortels naar bladeren. Bij houtige gewassen kan de worteldruk zeer groot zijn. Bij niet verwonde planten kun je soms ook de worteldruk waarnemen. Wanneer geen verdamping mogelijk is, komen op bepaalde plaatsen druppels te voorschijn. Dit verschijnsel noemen we *guttatie* en is vaak te zien bij komkommersgewassen, maar ook bij *Dieffenbachia*'s en andere aronskelkachtigen. De zuigkracht ontstaat door de verdamping van via de wortels opgenomen water door de huidmondjes in het blad.

De worteldruk en zuigkracht veroorzaken bij sommige planten 'bloedingen'. Planten die sterk bloeden bijvoorbeeld Ficussen en Euphorbia's, moet je niet te sterk beschadigen. Ze kunnen dan dood bloeden.

Bij kruidachtige gewassen is de worteldruk gering.

Fig. 4.4

De wortels zorgen voor de wateropname en de worteldruk; de bladeren zorgen voor de verdamping en de zuigkracht.



Vragen 4.4 Beantwoord onderstaande vragen.

- Welke organen zorgen voor watertransport over grotere afstand bij hogere planten?
- Bij welke plant vindt transport van cel tot cel plaats?
- Hoe ontstaat worteldruk?
- Wat is guttatie?
- Wat gebeurt er als de verdamping groter is dan de vochtopname?
- Planten kunnen soms niet verdampen. Waarom niet?
- Bloeden is een vorm van worteldruk en zuigkracht. Wat moet je doen om dit tegen te gaan?

4.5 Afsluiting

Elke plant heeft voor een gezonde ontwikkeling water en voeding nodig. Water en voedingsstoffen neemt een plant via de wortels op uit de grond. De belangrijkste voedingselementen zijn:

- N (= stikstof).
- P (= fosfor).
- K (= kalium).
- Ca (= calcium).
- Mg (= magnesium).
- S (= zwavel).

Andere stoffen waarvan een plant een beetje opneemt zijn:

- Fe (=ijzer).
- B.
- Mn.
- Cu.

Deze laatste elementen noem je sporenelementen, omdat er maar weinig van nodig is voor de groei van de planten. Fe-, Mg-, of Mn-gebrek zorgt voor het geel worden van de bladeren. Dit moet je chlorose. Bij de verdamping verlaat waterdamp de plant. Het blad blijft daardoor koel, ook als de zon erop staat. Bovendien zorgt de verdamping voor het transport van water in de plant. Zo kunnen planten de voedingsstoffen uit de grond halen en naar het blad transporteren.

