

Transport in de plant

Er is een animatie transport in de plant

Om de informatie in dit hoofdstuk te begrijpen, moet je de volgende onderwerpen kennen: opbouw van de cel, verdeling van assimilaten, sinks

Goed transport cruciaal voor kwaliteit - praktijk

Een chrysantenteler die in de winkel zijn eigen product gaat bekijken, moet wel eens slikken. De bloemen hebben op het oog perfect de tuin verlaten, maar in de winkel hangen soms de bladeren slap. Dat oorzaak daarvan ligt vaak in het transportsysteem van de plant. Een goed functionerend transportsysteem in de plant is cruciaal voor de kwaliteit. De teler heeft daar invloed op met zijn manier van telen.

Beeldsuggestie: foto van chrysanten met slappe bladeren

Water en voedingsstoffen gaan via de houtvaten – basis

De motor van de wateropname is de verdamping. Hierdoor wordt het water als het ware omhooggetrokken in de plant. Daarvoor heeft hij een zeer uitgebreid, fijn vertakt stelsel van houtvaten (xyleem). Deze vaten lopen van vlak boven de worteltop tot net onder de stengeltop en in elk blad. De houtvaten zijn dood en er is maar één richting mogelijk: omhoog.

De opname van water en voedingsstoffen vindt vooral plaats in de wortelharen. Daarna moet het naar de houtvaten. Op weg daar naar toe kan het water drie routes volgen:

1. Tussen de cellen door. De plant heeft hier weinig invloed op
2. Van cel tot cel, maar niet via het celvocht.
3. Van cel tot cel, via het celvocht (en de vacuole). De plant kan dit sturen.

Al deze routes leiden naar een verkurkte laag cellen rond het xyleem. Hier moet al het water door de cellen heen. Zodoende heeft de plant hier ook wat controle over de doorgelaten hoeveelheid. Vervolgens gaan water en voedingsstoffen door het xyleem omhoog in de plant. Hierbij is de verdamping sterk bepalend (verder levert de worteldruk een kleine bijdrage). Logisch gevolg is dat sterk verdampende delen dan het meeste water en voedingsstoffen krijgen. Bij een te sterke verdamping, kunnen niet-verdampende delen te weinig voedingsstoffen krijgen, zoals calcium. Dit veroorzaakt bij tomaat neusrot.

Beeldsuggestie: Foto vaatbundel? Bv www.bioplek.org/animaties/fotosynthese/vaatbundel.html

Suikers gaan via de zeefvaten – basis

De fotosynthese vindt plaats in de bladeren. Maar de gevormde producten – suikers – moeten naar de andere delen van de plant. Daarvoor zorgt het transportsysteem floëem, dat bestaat uit zeefvaten. Behalve suikers vervoert het floëem ook andere stoffen – zoals aminozuren – en water. Niet-verdampende delen zoals vruchten krijgen het grootste deel van hun water via het floëem.

Het floëem bestaat uit levende cellen en het transport kan alle kanten op. Hiervoor is het nodig de begrippen source en sink te kennen. Source is Engels voor bron en staat voor de productiecentra van de fotosynthese. Dat zijn dus vooral de volgroeide bladeren boven in de plant die veel licht opvangen.

Sink is Engels voor putje. Alle organen in de plant werken als een putje waar de suikers naar toe stromen. Bloemen, vruchten, wortels en toppen van de plant trekken allemaal suikers naar zich toe. De gezamenlijke trekkracht is meestal veel groter dan de productie van suikers.

Bij tomaat is de sinksterkte gemiddeld over het seizoen twee maal de sourcesterkte. Bij komkommer is dat drie maal. Er is dus sterke concurrentie in de plant om de suikers. Wie het hardst kan trekken, krijgt het meest.

Een jong blad produceert zelf nog niet genoeg om goed uit te kunnen groeien. Het trekt dus suikers naar zich toe en is daarmee een sink. Naarmate het jonge blad meer uitgroeit, heeft het minder suikers van elders nodig en produceert het zelf meer. Het wordt dus een source. De omslag vindt plaats als het blad ongeveer de helft van de uiteindelijke grootte heeft bereikt.

Illustratie Wilma Slegers: suikertransport in bladnerf

Inladen en uitladen van het floëem – verdieping

Om geproduceerde suikers (meestal sucrose) van de bladeren naar elders te vervoeren, moeten ze in het floëem geladen worden. De sucrose kan de celmembraan niet vanzelf passeren: er zijn bewaakte poorten. Door die poorten kan de sucrose actief in het floëem gepompt worden. Dat gaat als volgt: de floëemcellen stoten eerst zuurionen (H^+) uit, een actief proces dat energie kost. Zo ontstaat een gradiënt: buiten het floëem zijn nu veel meer zuurionen dan erin. Het H^+ wil terug, maar dat kan niet omdat de membraan gesloten is. Terug kan alleen via de poorten; dat is een transporteiwit in de membraan. Het H^+ -ion bindt daaraan vast. Maar pas als tevens een sucrosemolecuul bindt, klapt het eiwit om en zijn zuurion en sucrose in het floëem aangeland. De poort heet de H^+ -sucrosepomp. (zie figuur)

Door dit proces neemt de concentratie sucrose in het floëem steeds verder toe. En een vloeistof met een hogere concentratie aan opgeloste stoffen trekt door het membraan heen water uit naburige cellen aan, via het principe van osmose. Hierdoor ontstaat een hydrostatische druk, wat vanzelf transport van het water en suikers op gang brengt.

Bij een sink aangekomen gebeurt precies het omgekeerde proces via de H^+ -sucrosepomp. De suikers worden hier 'uitgeladen'

Voor een goed begrip is het handig het floëem te vergelijken met een lopende band. De producten – suikers – worden door 'mannetjes' op de lopende band geladen en een eind verderop door een andere ploeg 'mannetjes' weer eraf gehaald. Nu zijn er meestal veel meer mannetjes beschikbaar voor het uitladen dan voor het inladen. Dus als er bij het uitladen een paar mannetjes wegvallen, tast dat het inladen niet aan. Of in meer plantkundige termen: de totale sinksterkte is veel groter dan de totale sourcesterkte.

Illustratie Wilma Slegers: H^+ -sucrosepomp

Suikers naar de goede plek dirigeren – verdieping

Er is een sterke concurrentie in de plant om de geproduceerde suikers. Wie het hardst trekt, krijgt de meeste suikers. Maar als teler nemen we daar geen genoegen mee: we willen de suikers vooral naar de oogstbare delen dirigeren. De temperatuur is daarbij erg belangrijk. Fotosynthese, laden en uitladen van het floëem zijn niet zo temperatuurgevoelig, maar de processen nà het uitladen wel. De suikers moeten in de ontvangende cellen ingebouwd worden tot nuttige delen. Daaraan komen veel enzymen te pas en enzymatische processen verlopen bij hogere temperaturen duidelijk sneller.

Als de processen ten gevolge van lage temperatuur erg langzaam verlopen, remt dat het uitladen van suikers uit het floëem. Het systeem loopt vast; inladen heeft ook geen zin meer. Omdat de fotosynthese wel doorgaat (niet zo temperatuurgevoelig) komen er steeds suikers bij. De sucroseconcentratie in de producerende cellen loopt op en dat is het signaal om in die cellen zelf te gaan opslaan. De suikers worden in de bladgroenkorrels zelf opgeslagen, in de vorm van zetmeel. Als dat veel gebeurt, tast het de fotosynthese zelf aan. Bij tomaat is te zien dat het blad bij te lage temperatuur in eerste instantie donkerder wordt (opslag zetmeel) en later juist geler (aantasting bladgroen).

Er moet dus altijd een balans zijn tussen source en sink. Als je de temperatuur verhoogt, verstoor je de balans, want daardoor gaat de sinksterkte omhoog. Met meer licht of CO₂ bevorder je juist de sourcesterkte. Om de balans te herstellen moet de temperatuur dus omhoog bij meer licht of meer CO₂.

Beeldsuggestie??

Opslag van suikers - verdieping

De plant kan op veel manieren de fotosyntheseproducten kwijt kan. De sinksterkte is immers in het algemeen veel groter dan de sourcesterkte. Als de plant weinig bloemen of vruchten telt, stuurt hij de overtollige suikers wel richting stengels of wortels. Die worden dan zichtbaar dikker.

De plant kent ook specifieke opslagmogelijkheden in stengel en wortel om het teveel aan suikers tijdelijk te parkeren, in de vorm van zetmeel. Die voorraden kunnen later via het floëem weer aangesproken worden als de fotosynthese niet voldoende is. Dat geldt bijvoorbeeld voor de roos en is vooral van belang bij teelt op snee (=zoveel mogelijk takken tegelijk oogsten). Als alle bloemen net geoogst zijn, is er nog maar weinig goed bladoppervlak voor de fotosynthese en komt een deel van de suikers voor de hergroei uit opgeslagen zetmeel in stempen en wortels (het andere deel komt uit het ingebogen bladpakket). Ook gebroeide bolbloemen moeten het voornamelijk hebben van opgeslagen suikers in de bol.

Beeldsuggesties: foto bollen met bijschrift?? Of rozengewas dat net geoogst is (dus zonder bloemen)