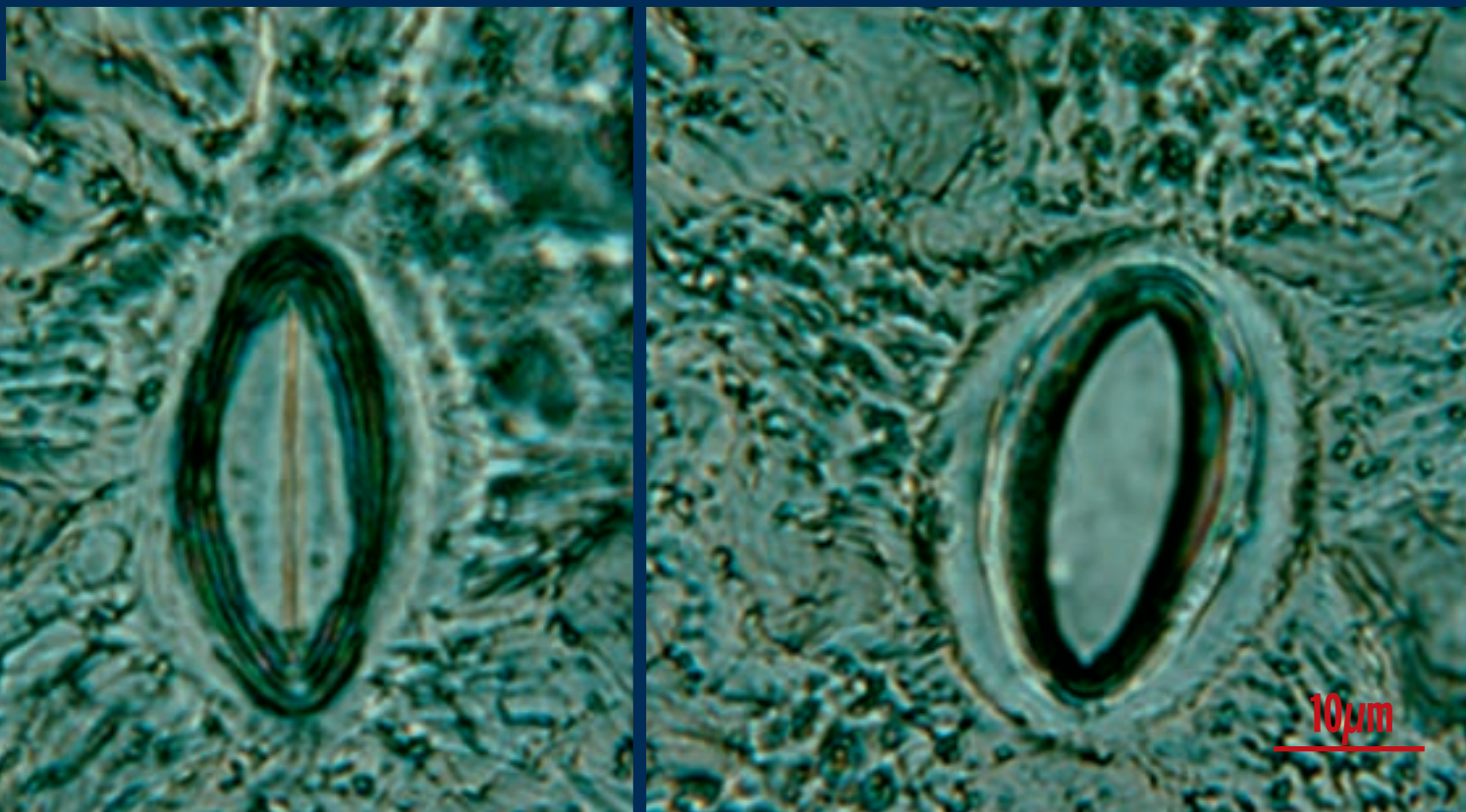


Voortdurend balanceren tussen



Links een gesloten en rechts een open huidmondje bij rozen. Bij dit gewas komen huidmondjes alleen aan de onderzijde van het blad voor. Een micrometer (μm) is 0,000001 meter of een duizendste deel van een millimeter. Foto's: Dimitrios Fanourakis, Wageningen UR

Huidmondjes vormen de poorten van de bladeren. Noodzakelijk om CO_2 binnen te laten, terwijl zuurstof en water naar buiten gaan. Tal van klimaatfactoren hebben invloed op de regulering van de huidmondjes, die nogal ingewikkeld is.

TEKST: EP HEUVELINK (WAGENINGEN UNIVERSITEIT) EN TIJS KIERKELS

Leven op het land is voor planten bijna niet mogelijk zonder aanpassingen. In de loop van de evolutie hebben ze een wasachtig laagje op de bladeren ontwikkeld – de cuticula – om uitdroging tegen te gaan. Het laagje is slecht doordringbaar voor water en gassen. Maar dat geeft weer een ander probleem. Er moeten juist gassen in en uit de plant om te kunnen assimilieren. Daartoe dienen de huidmondjes: microscopisch kleine poortjes in de bladeren.

cuticula

Poort zonder poortwachter

sluitcellen

De huidmondjes zijn omringd door sluitcellen: hooggespecialiseerde cellen die heel snel van vorm kunnen veranderen. Zo openen en sluiten ze de poort. Een aantal hulpcellen rond de sluitcellen completeert het systeem.

Het is wel een poort zonder poortwachter. Niet alleen CO_2 , zuurstof en water gaan er doorheen, maar ook schadelijke stoffen, zoals ethyleen en koolmonoxide. De plant heeft geen manier ontwikkeld om die buiten te sluiten.

In principe moeten de huidmondjes zover mogelijk open staan om CO_2 binnen

te laten en zoveel mogelijk dicht blijven om vochtverlies te beperken. Dit zijn natuurlijk geen wensen die samengaan. De plant zoekt daarom voortdurend een balans tussen vochtverlies en CO_2 -inlaat. Die balans ligt steeds anders en is afhankelijk van vochttoestand van de plant, luchtvochtigheid, lichtintensiteit, lichtkleur en CO_2 -concentratie. Al deze factoren plus het interne ritme van de plant bepalen of – en hoever – de huidmondjes openstaan.

Hydraulisch aangedreven kleppen

Huidmondjes zijn te beschouwen als een soort hydraulisch aangedreven kleppen. Ze openen en sluiten omdat de sluitcellen water opnemen of afstaan. Dat gebeurt door middel van osmose. Osmose betekent dat een vloeistof met een hogere concentratie aan opgeloste stoffen water aantrekt door een membraan heen. Een sluitcel moet dus zo'n hoge concentratie opbouwen om water aan te kunnen trekken. Daar gebruikt hij vooral kalium en suikers voor.

De cel heeft speciale kanaaltjes waardoor hij kalium kan aantrekken uit naburige (hulp)cellen. Via andere kanaaltjes kan

hij kalium weer de cel uitwerken. Het eerste proces gaat sneller dan het tweede. De plant kan daarom sneller de huidmondjes openen dan sluiten.

Het signaal om te sluiten komt van het plantenhormoon abscisinezuur. Dat wordt in de bladeren gevormd bij waterstress. Ook de wortels zijn een bron van dit hormoon. Ze produceren abscisinezuur als ze te weinig water op kunnen nemen om de vochtbalans op peil te houden.

abscisinezuur

Wanneer open en wanneer dicht?

De klimaatomstandigheden in de kas variëren gedurende het seizoen, de dag en het uur. De huidmondjes moeten in staat zijn veranderingen waar te nemen en erop te reageren. In de eerste plaats hebben ze een dag-nachtritme. 's Nachts zijn ze dicht, overdag open, mits er geen stress optreedt. Dit is een intern (circadiaans) ritme. Ook als je kunstmatig dag en nacht omkeert, houden ze nog enige tijd hun interne ritme vast. Na verloop van tijd passen ze zich wel aan de nieuwe omstandigheden aan, omdat ze door het licht gelijkgeschakeld worden. Hierbij

dag-nachtritme

assimilatie en vochtverlies

speelt het pigment fytochroom een rol. Dat 'ziet' het licht.

licht-
intensiteit

De opening van de huidmondjes is afhankelijk van de lichtintensiteit. Meer licht betekent in principe een grotere opening. Maar de sluitcellen 'zien' niet hoe licht het is; ze reageren indirect. Bij meer licht is de assimilatie hoger en dus daalt de CO₂-concentratie in het blad. Dat is voor de sluitcellen het signaal om de poorten open te zetten om meer CO₂ van buiten in te laten. De plant probeert een vaste verhouding tussen CO₂-extern en CO₂-intern te houden. Maar een erg hoge CO₂-concentratie in de kaslucht leidt tot een gedeeltelijke sluiting. Bij aubergine zijn ze bij 700-800 ppm al gedeeltelijk dicht. Dat is overigens niet zo'n adequate reactie. De bladtemperatuur loopt te hoog op, en dat leidt tot bladvergeling. Koelen (met bewegende lucht) zou hiertegen kunnen helpen. Tomaat kan overigens wel 1500 ppm aan, zonder veel sluiting.

blad-
temperatuur

Soms een levensreddende actie

De plant reageert niet rechtstreeks op de luchtvochtigheid in de kas, maar op zijn eigen interne vochttoestand. Die toestand is het resultaat van het samenspel tussen luchtvochtigheid, verdamping en de wateropname.

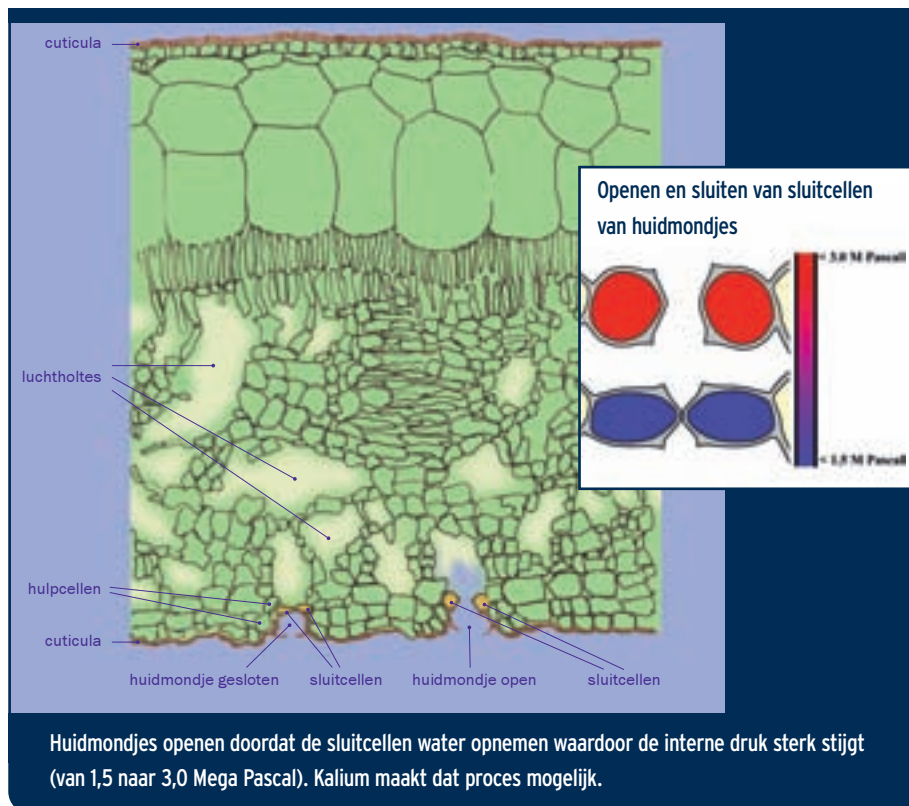
Het is heel logisch dat de plant de poorten sluit als vochtverlies tot problemen leidt, hoe jammer dat ook is voor de fotosynthese (er komt immers geen CO₂ meer binnen). Onder echte stressomstandigheden is het sluiten van de huidmondjes een levensreddende actie. Maar hier zit wel een terugkoppelingsprobleem. Door de sluiting stijgt de bladtemperatuur, wat de verdamping juist weer stimuleert (het blad is ook met gesloten mondjes niet helemaal dampdicht). Dat leidt weer tot meer waterstress.

levens-
reddende
actie

Verder daalt de vochtigheid van de kaslucht als de verdamping van het gewas geremd wordt. Er komt dus een groter verschil tussen kas-luchtvochtigheid en interne vochttoestand, wat de verdamping nogmaals stimuleert. Uiteindelijk heeft sluiting van de mondjes dus veel minder effect op de verdamping dan je in eerste instantie zou verwachten.

Effect lichtkleur

Uit onderzoek van Wageningen Universiteit blijkt dat huidmondjes moeten leren



Huidmondjes openen doordat de sluitcellen water opnemen waardoor de interne druk sterk stijgt (van 1,5 naar 3,0 Mega Pascal). Kalium maakt dat proces mogelijk.

om te reageren op de vochttoestand. Als planten onder constant hoge luchtvochtigheid geteeld worden, is er geen noodzaak tot sluiting om vochtverlies te beperken. Ze leren het dan ook niet. Vervolgens kunnen ze onder stressomstandigheden niet meer goed reageren. Het vaasleven van rozen die onder zulke omstandigheden zijn geteeld, is om die reden erg kort, al zijn er wel cultivarverschillen.

Een laatste factor die van invloed is op het gedrag van de huidmondjes is de lichtkleur. Blauw licht blijkt hierbij effectiever dan rood. De mondjes gaan dan verder open. Door de ontwikkeling van gekleurde LED's zou een teler op deze blauwgevoeligheid kunnen inspelen. Hij kan dan rechtstreeks de stand van de huidmondjes beïnvloeden. Dat zou echter zeer onverstandig zijn. De plant heeft een zeer vernuftig systeem om de balans tussen CO₂-opname en waterverlies te optimaliseren. Daar valt weinig meer aan te verbeteren.

Veel veiligheid ingebouwd

Uit recent onderzoek blijkt bovendien dat het niet om simpele reacties op één factor gaat bij huidmondjes. We hebben het al eerder geschreven in deze serie artikelen: veel processen in de plant zijn zeer gecompliceerd en ook de regulering van opening van de huidmondjes hoort daarbij.

Dit is bij uitstek een systeem waarbij veel veiligheid is ingebouwd. Niet verwonderlijk want het kan de plant het leven kosten als er iets misgaat.

veel veiligheid

Onderzoekers vergelijken het regelmechanisme van de huidmondjes met een netwerk waarin andere componenten een verloren gegane functie kunnen overnemen. Er zijn bijvoorbeeld mutanten die door een genetisch effect de blauwgevoeligheid in een fotosysteem missen. Deze reageren toch op blauw licht omdat een ander systeem het overneemt. Ook blijkt het hormoon abscissinezuur via verschillende wegen de ionenconcentratie in de sluitcellen te kunnen reguleren. Als de ene weg om een of andere reden afgesloten is, wordt de andere benut.

ionen-
concentratie

Huidmondjes moeten zo ver mogelijk openstaan om CO₂ binnen te laten en zoveel mogelijk dicht blijven om vochtverlies te beperken. De plant is voortdurend bezig tussen deze eisen te schipperen. Dag-nachtritme, lichtintensiteit en -kleur, CO₂-concentratie en vochttoestand van de plant hebben allemaal hun invloed. Het is voor een teler daarom vrijwel niet mogelijk specifiek op de opening van de huidmondjes te sturen.

SAMENVATTING