

# Kooldioxide

## Animatie??

*Om de informatie in dit hoofdstuk te begrijpen, moet je de volgende onderwerpen kennen: fotosynthese, huidmondjes*

## Hoog CO<sub>2</sub>-gehalte tikt hard door - praktijk

Stel, je hebt vijf seconden om de vraag te beantwoorden waarom de productie in de gesloten kas hoger is. De keuze is dan simpel. Het antwoord luidt: dat komt door de permanent hoge CO<sub>2</sub>-concentratie in de kaslucht. Uit plantkundig oogpunt is dit het belangrijkste verschil met een gewone kas. Hierbij vallen alle andere verschillen in het niet.

Hieruit volgt dat het ook in andere kassen van groot belang is het CO<sub>2</sub>-niveau steeds hoog te houden. Dat is zo belangrijk dat het nog meer mee zou kunnen spelen bij de beslissing de ramen te openen of te sluiten.

*Beeldsuggestie: zie suggesties docenten*

## CO<sub>2</sub> doseren jaagt productie omhoog - basis

Een plant maakt zijn eigen bouwstoffen. Dat gebeurt in een proces dat fotosynthese heet. Het zonlicht activeert het chlorofyl in het blad; vervolgens wordt de zonne-energie vastgelegd in chemische verbindingen. Hiermee kan de plant het gas kooldioxide (CO<sub>2</sub>) uit de lucht binden en tot bouwstoffen verwerken. CO<sub>2</sub> is dus zeer cruciaal. Het is voor de plant wat eten is voor de mens.

In gewone buitenlucht zit maar heel weinig CO<sub>2</sub>, namelijk 0,035 % (gewoonlijk aangeduid als 350 dpm of ppm). In een kas kan dat gehalte echter nog veel minder zijn. De plant verbruikt het gas voortdurend; daardoor kan het tot gevaarlijk lage niveaus zakken als het onvoldoende aangevuld wordt. De groei en ontwikkeling van het gewas blijven dan ernstig achter. Geen wonder dat CO<sub>2</sub>-dosering tegenwoordig zeer algemeen is. De fotosynthese bij 1000 dpm is 30 to 50 procent hoger dan bij 350 dpm, ongeacht de hoeveelheid licht.

Doseren is dus zeer zinvol, maar de manier waarop zou nog beter kunnen. Bijvoorbeeld door de dosering af te laten hangen van de hoeveelheid licht of de windsnelheid.

Computerprogramma's als Carbonaut en Carbonomic hanteren dat principe. Bij de meeste planten heeft doseren het grootste effect als er het meeste licht is.

*Beeldsuggestie: grafiek verband tussen fotosynthese en CO<sub>2</sub>-concentratie. Blz 75 boek Plantkunde onder Glas.*

## CO<sub>2</sub> moet verschillende hordes nemen - verdieping

Voor een optimale fotosynthese moet er genoeg CO<sub>2</sub> in de kas aanwezig zijn. Maar daarnaast moet het ook goed op de plaats van bestemming kunnen komen. Dat is het chlorofyl (bladgroen) dat in het blad zit. Daarvoor moeten drie barrières genomen worden:

- het stilstaande laagje lucht rond het blad
- de huidmondjes
- de toetreding tot de cel

Om elk blad zit een laagje lucht dat nauwelijks beweegt, zeker als het blad behaard is. Dit vormt een aanzienlijke barrière voor CO<sub>2</sub> om via de huidmondjes de holtes in het blad te

bereiken waar de opname plaatsvindt. Bij meer luchtbeweging is dit luchtlaagje dunner en dus de weerstand kleiner. Het heeft dus zin de kaslucht in beweging te brengen. Voor de fotosynthese moet het gas natuurlijk het blad in. Dat gebeurt via de huidmondjes; de tweede horde. De huidmondjes hebben ook een bepaalde weerstand, afhankelijk van de mate van opening. Ten derde moet het CO<sub>2</sub> de cel in, richting het bladgroen. Dat gebeurt in opgeloste vorm.

*Illustratiesuggestie: de volgende formule*

$$\text{bruto fotosynthese} = \frac{(CO_{2\text{ lucht}} - CO_{2\text{ blad}})}{(r_b + r_s)}$$

*Uit de formule blijkt dat de fotosynthese afhankelijk is van de concentratie van kooldioxide in de lucht en in het blad zelf, waarbij de weerstand van de huidmondjes ( $r_s$ ) en het grenslaagje lucht rond het blad ( $r_b$ ) een belangrijke remmende rol spelen.*

*Nog een illustratiesuggestie: tekening van de gang van CO<sub>2</sub> door luchtlaagje, door huidmondje heen en de cel in.*

## Hoe hoog kun je CO<sub>2</sub> doseren – basis

Als de teler een constant hoog CO<sub>2</sub>-niveau in de kas kan handhaven, komt natuurlijk de vraag hoe ver je kunt gaan. In een gewone kas is het onmogelijk om hartje zomer steeds 1000 dpm te realiseren, omdat de luchtramen nu eenmaal open moeten. In (semi)gesloten kassen lekt nauwelijks CO<sub>2</sub> weg en kun je in de zomer dus wel een hoge concentratie handhaven. Je zou dan veel hoger kunnen gaan dan 1200 dpm, wat nu vaak als maximum geldt. De tuinder die dat doet, begeeft zich echter op een onzeker pad. Er is nog weinig bekend over het effect van hoge doseringen. Het algemene beeld is dat boven de 1000 of 1200 dpm weinig extra fotosynthese gerealiseerd wordt, terwijl de kans op gewasschade wel toeneemt. Dat kan liggen aan vervuilingen van het doseringsgas, en aan de CO<sub>2</sub> zelf. Maar dat laatste verschilt van gewas tot gewas.

In een onderzoek met aubergine werd al bij een constant niveau van 800 dpm schade geconstateerd. De huidmondjes sloten deels, het blad werd warmer en er ontstond vergeling aan de bladpunten.

Verder zijn er aanwijzingen dat voortdurende hoge concentraties de plant lui maken. Er treedt CO<sub>2</sub>-gewenning op. Maar ook dit ligt genuanceerd. De maximale fotosynthesecapaciteit van de bladeren wordt aangetast, maar bijna geen blad in de kas functioneert op het maximale niveau. Bovendien komen er steeds nieuwe bladeren bij, die nog niet 'lui' zijn. Proeven bij paprika en tomaat laten wel de gewenning zien als je naar individuele bladeren kijkt, maar niet op gewasniveau.

*Beeldsuggestie: foto CO<sub>2</sub>-darmen voor dosering*

## CO<sub>2</sub>-doseren zou van bovenaf moeten - verdieping

Bovenin het gewas bevinden zich de actieve bladeren. Bij tomaat is gemeten dat in het bovenste eenderde deel van het gewas 66 procent van de fotosynthese plaatsvindt. Dan zou het dus logisch zijn om ook bovenin het gewas CO<sub>2</sub> te doseren. Tenminste in een kas met weinig verticale luchtbeweging. En er is nog een reden om bovenin te doseren: CO<sub>2</sub> is zwaarder dan lucht en zakt dus naar beneden. In een kas waar de lucht goed in beweging is, maakt dat overigens niet zoveel uit.

*Beeldsuggestie: in Onder Glas heeft een foto gestaan van dosering bovenin. Boek Plantkunde onder Glas blz 72.*

## Hoger CO<sub>2</sub>-niveau: meer vertakking – verdieping

Meer fotosynthese levert rechtstreeks meer groei op. Maar er is ook een indirect effect: planten vertakken meer, krijgen grotere bloemen en geven minder loze takken of bloemknopabortie. Zowel meer licht als meer CO<sub>2</sub> hebben dat effect; bij licht is het overigens veel groter. Pas heel recent is bekend hoe het komt dat niet alleen de groei beter wordt, maar ook de kwaliteit. De suikers (koolhydraten) in de plant werken niet alleen als voedingsstof, maar ook als een soort hormoon. Iets meer hiervan kan het verschil uitmaken tussen zetting of abortie, bijvoorbeeld bij roos of paprika. Bij potplanten kan een laag CO<sub>2</sub>-niveau leiden tot een slecht vertakte plant.

*Beeldsuggestie: foto goed vertakte potplant*

## CO<sub>2</sub>-en bij Phalaenopsis – verdieping

Phalaenopsis is een CAM-plant. Zulke planten openen 's nachts de huidmondjes in plaats van overdag. Dan leggen ze CO<sub>2</sub> vast. Overdag verwerken ze dat in de fotosynthese. Omdat de huidmondjes dan dicht zitten, wordt de voorraad CO<sub>2</sub> niet aangevuld. Hij is op een gegeven moment op. Lange tijd is gedacht dat CO<sub>2</sub> doseren niet zinnig is bij CAM-planten. Onderzoek van WUR Glastuinbouw toont echter aan dat doseren bij Phalaenopsis tot meer meertakkers leidt. De reden hiervoor is dat Phalaenopsis zich niet helemaal als de stereotiepe CAM-plant gedraagt. Het effect doet zich voor bij doseren in de afkweekfase. In de opkweekfase had doseren bij de eerste onderzoeken geen zin. Het effect is per ras verschillend. Rassen die al gemakkelijk meer takken maken, ondervinden minder effect dan rassen die zonder dosering vooral één bloemtak maken.

*Beeldsuggestie: foto meertakker Phalaenopsis*

## Effect CO<sub>2</sub> doseren berekenen – verdieping

Kooldioxide doseren verbetert de fotosynthese meer als de concentratie in de kas laag is. Op een zomerse dag kan de concentratie tot 200 dpm zakken. Doserend tot de normale buitenluchtconcentratie van 350 dpm heeft dan een zeer groot effect. Maar vanaf 1000 of 1200 dpm is er nauwelijks nog verbetering.

Het effect is uit te rekenen met de volgende formule:

Groei-toename (%) per 100 dpm toename =  $1500 \times 1000 / (c \times c)$

Hierbij is c de oorspronkelijke concentratie CO<sub>2</sub> in dpm.

Voorbeeld 1: Als de concentratie van 350 naar 450 dpm gaat is het effect:  $1500 \times 1000 / (350 \times 350) = 12,2 \%$

Voorbeeld 2: Als de concentratie van 1000 naar 1100 dpm gaat is het effect:  $1500 \times 1000 / (1000 \times 1000) = 1,5 \%$