

Constant hoge CO₂-concentratie



In een gesloten kas geeft de hogere CO₂-concentratie een hogere fotosynthese. Daardoor zijn meer assimilaten beschikbaar, ooa voor de vruchtgroei. Bij tomaat neemt als gevolg daarvan de productie met 17 tot 20% toe.

Hoe reageert de plant op de omstandigheden in de gesloten kas? Alles is anders: temperatuur en luchtvochtigheid zijn onder controle, de lucht beweegt constant, het lichtniveau is wat hoger. Maar vanuit de plant bezien zet maar één factor werkelijk zoden aan de dijk: de constant hoge CO₂-concentratie.

TEKST: EP HEUVELINK (WUR WAGENINGEN) EN TIJS KIERKELS

Stel, je hebt vijf seconden om de vraag te beantwoorden waarom de productie in de gesloten kas zoveel hoger is. De keuze is dan simpel. Het antwoord luidt: dat komt door de permanent hoge CO₂-concentratie in de kaslucht.

Uit plantkundig oogpunt is dit het belangrijkste verschil met een gewone kas. Hierbij vallen alle andere verschillen in het niet.

Dé cruciale vraag bij de gesloten kas is natuurlijk: is het rendabel? Van groot belang daarbij is hoeveel de productie stijgt. Dat is te vertalen in: hoe reageert de plant op de andere omstandigheden. In dit artikel lopen we die stuk voor stuk na: CO₂, luchtbeveging, lichtniveau, temperatuur, luchtvochtigheid.

Meer CO₂

Binnen het proces van de fotosynthese wordt kooldioxide uit de lucht vastgelegd en in bouwstoffen voor de plant verwerkt. Omdat er van nature heel weinig CO₂ in de lucht zit, doseren we in de kas flink bij. Daarbij doet zich echter een belangrijk probleem voor. Hartje zomer, als we het meest kunnen profiteren van een verhoogde CO₂-concentratie, moeten de ramen vaak open om de kas te koelen. Daarmee verlies je enorm veel van dit nuttige gas. Louter het dichthouden van de ramen heeft daarom een groot effect.

Het is bekend dat de fotosynthese met 30 tot 50% stijgt als de CO₂-concentratie stijgt van 350 naar 1000 dpm (figuur). Dat geldt zowel in de zomer als de winter. Maar in de zomer is het effect natuurlijk veel groter, want 30% van veel fotosynthese is meer dan 30% van weinig fotosynthese (in de winter). Dat levert meer groei (en productie) op, maar er is ook een indirect effect bij meer fotosynthese: de planten vertakken meer, krijgen grotere bloemen, geven minder loze takken en een betere zetting. Met name die betere zetting wekt de verwachting dat bij paprika de productietoename in de gesloten kas uit kan komen boven de 17 tot 20% bij tomaat.

In de gesloten kas is 1000 dpm gemakkelijk te handhaven. Je zou zelfs hoger kunnen. Bij doseren uit verbrandingsgassen is dat misschien niet verstandig omdat die nooit 100% zuiver zijn. Er kunnen sporen ethyleen, stikstof- of zwaveloxiden in zitten die bij hogere concentraties schadelijk zijn voor de plant. Zuivere CO₂ heeft die bezwaren natuurlijk niet. Nu is de productiestijging in het traject van 1000 naar 2000 dpm klein, maar enkele procenten kan toch aardig meegenomen zijn (natuurlijk afhankelijk van de prijs van ingekochte CO₂).

Weerstand

In de gesloten kas is de lucht constant in beweging. Ook dat heeft een positief effect op de CO₂-opname. Hoe dat werkt is samengevat in de volgende formule:

$$\text{bruto fotosynthese} = \frac{(\text{CO}_2 \text{ lucht} - \text{CO}_2 \text{ blad})}{(r_b + r_s)}$$

CO₂-concentratie

— kooldioxide

— fotosynthese

— 1000 dpm

— 2000 dpm

zorgt voor hogere productie

Hieruit 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. Om elk blad zit een laagje lucht dat nauwelijks beweegt, zeker als het blad behaard is. Dit vormt een aanzienlijke barrière voor CO_2 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.

huid-
mondjes

meer lucht-
beweging

Dit CO_2 -verhaal plaatst meteen ook een kanttekening bij semi-gesloten systemen. Hierbij is de maximale koelcapaciteit, uit kosten oogpunt, lager dan nodig is voor de allerwarmste dagen. Bij hoge instraling en buitentemperaturen gaan dan toch ramen open om te koelen. Uit energie- en kosten oogpunt is zo'n semi-gesloten systeem misschien wel rendabeler dan een volledig gesloten kas. Maar voor een goede vergelijking moet daarbij dan wel de gemiste productie door het CO_2 -verlies, juist bij veel licht, meeberekend worden.

Actieve koeling

De gesloten kas benadert het ideaal van beheersing van alle factoren, die de plantengroei beïnvloeden. De enige factor die niet onder controle is, is de instraling. Weliswaar valt er door het ontbreken van een luchtramenconstructie een paar procent meer licht in de kas, maar je blijft toch afhankelijk van het weer. Overigens is dit probleem natuurlijk met groeilampen op te lossen, maar dat is niet anders dan in de gewone kas.

instraling

De actieve koeling in de gesloten kas maakt het mogelijk de temperatuur constant te houden op een niveau dat ideaal is voor de plant. Dat verschilt per plant. Bij diverse potplanten luistert het nogal nauw. Maar bij heel veel groente- en siergewassen is helemaal niet bekend wat ideaal is. Het was toch nooit mogelijk om – vooral in de zomer – de temperaturen in de hand te houden, dus veel onderzoek is er op dit vlak niet.

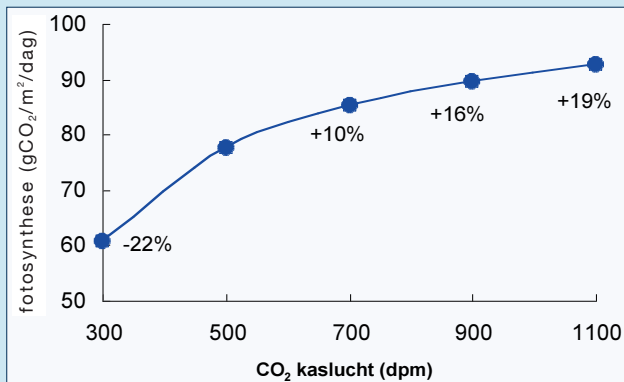
Een aantal zaken is echter wel duidelijk. Boven de $30^\circ C$ functioneren veel planten niet goed. De fotosynthese wordt geremd, maar ook andere processen verlopen slechter. Het beste voorbeeld hiervan is de

fotosynthese-
geremd

Dagelijkse fotosynthese van een tomatengewas bij veel licht (mooie dag in juni) en $20^\circ C$.

Uit de grafiek blijkt dat de fotosynthese hoger is bij meer CO_2 . De getallen in de grafiek geven het percentage toe- of afname aan ten opzichte van 500 dpm CO_2 .

Bron: Model INTKAM, Plant Research International, Wageningen



slechte zetting bij paprika en tomaat. Bij tomaat is bekend dat de kwaliteit van de pollenkorrels ernstig achteruitgaat bij hoge temperaturen.

Daarnaast is er nog een ander effect van te hoge temperaturen. De DIF (het verschil tussen dag- en nachttemperatuur) kan flink oplopen. Dit geeft meer strekkingsgroei, wat bij potplanten vormverlies kan betekenen.

Gelijkmatige temperatuurverdeling

Al deze extremen zijn in de gesloten kas door actieve koeling te voorkomen, en daarmee de negatieve effecten op groei, productie, zetting en plantvorm. Bovendien is het mooie van dit systeem dat temperatuur, luchtvochtigheid en CO_2 onafhankelijk van elkaar zijn in te stellen. Dat kan in een conventioneel systeem nooit, omdat de stand van de luchtramen alle drie factoren gelijktijdig beïnvloedt. Ook dit geeft weer heel nieuwe mogelijkheden. Je kunt bij gelijke temperatuur bijvoorbeeld een hogere luchtvochtigheid kiezen (80-85 %), wat voor komkommers een positief effect kan hebben. Bij tomaat moet hierbij juist voorzichtigheid in acht genomen worden.

Belangrijk in zowel de conventionele als de gesloten kas blijft een gelijkmatige verdeling van de temperatuur, zowel horizontaal als verticaal. Dit om condensatie op de koudste plekken in het gewas te voorkomen. Voor de effecten van een hogere of lagere luchtvochtigheid op de plant verwijzen we naar het vorige nummer van Onder Glas. In de uitgave van november was op pagina 20 een speciaal artikel aan dit onderwerp gewijd.

Nieuwe rassen

De mogelijkheden van gesloten kassystemen vergen op alle vlakken aanpassing van de teelt. Een constante CO_2 -concentratie van 1000 dpm vergt bijvoorbeeld een hogere stengeldichtheid bij vruchtgroenten.

We gaan een periode van veel geëxperimenteer in. Vrijwel alle factoren zijn nu beter te beheersen, maar er is nog weinig bekend waar de optima liggen per plantensoort of per ras. Dat moet dus stuk voor stuk worden uitgevonden.

Zeker is in elk geval dat er nieuwe rassen nodig zijn voor de nieuwe omstandigheden. Het kan zelfs zo zijn dat bepaalde rassen, die minder geschikt zijn voor de traditionele kas, juist in de gesloten kas tot grote producties leiden. Het constante hoge CO_2 -niveau maakt het zeer aantrekkelijk te selecteren op rassen die juist daar zeer positief op reageren. Van de andere kant zijn rassen, die het goed doen bij temperatuurintegratie, aantrekkelijk als je schommelingen in de temperatuur wil accepteren omwille van lagere investeringen.

We gaan een heel nieuw tijdperk in, ook uit plantkundig oogpunt.

hogere
stengeldichtheid

nieuw
tijdperk

SAMENVATTING

In gesloten kassen is met name de hogere CO_2 -concentratie verantwoordelijk voor de hogere fotosynthese en dus voor een hogere productie. Dat komt doordat de fotosynthese stijgt met 30 tot 50% als de CO_2 -concentratie van 350 naar 1000 dpm toeneemt. De mogelijkheden van gesloten kassystemen vergen wel aanpassing van de teelt, zoals andere rassen en een andere plant- of stengeldichtheid.