



Fotosynthesemetingen bij Cymbidium

metingen door Plant Dynamics

Rob Baas, Arca Kromwijk (PPO)
Ad Schapendonk (Plant Dynamics)

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Glastuinbouw
november 2003

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit onderzoek werd gefinancierd door:

Productschap  Tuinbouw

PT nummer 11.416

PPO Projectnummer: 41604810

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Linnaeuslaan 2a
: 1431 JV Aalsmeer
Tel. : 0297 - 352525
Fax : 0297 - 352270
E-mail : info.glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1 SAMENVATTING	4
2 INLEIDING	5
3 MATERIAAL EN METHODEN	6
4 RESULTATEN	7
4.1 Klimaat in de kas	7
4.2 Fotosynthesemetingen: bladpositie, en invloed licht	8
4.3 Fotosynthesemetingen: invloed CO ₂	10
4.4 Sluiting huidmondjes in de middag	11
5 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	17
LITERATUUR	19

1 Samenvatting

Het onderzoeksbedrijf Plant Dynamics heeft bij *Cymbidium* in maart, mei en in juli 2003 fotosynthesemetingen uitgevoerd bij de mid-bloeiende cultivars Rijsenhout en Freeke. Met de apparatuur was het mogelijk om de effecten van licht, CO₂, temperatuur en r.v. op de fotosynthese te bestuderen. Het bleek dat de hoogste fotosynthese bij het 2^e of 3^e blad van een nieuwe scheut gevonden werd. Vergeleken met andere gewassen is de fotosynthese wel laag, voornamelijk door de grote weerstand van de huidmondjes.

De fotosynthese nam in de ochtend snel toe, maar nam af in de middag a.g.v. het sluiten van de huidmondjes. Het tijdstip van de afname ging gepaard met een verhoging van de bladtemperatuur; boven de ca. 28°C gebeurde dit al tussen 12 en 14 uur. Bij verlaging van de bladtemperatuur steeg de fotosynthese weer. De optimum bladtemperatuur voor de fotosynthese lag tussen de 24 en 26°C.

CO₂ had een groot effect op de fotosynthese: de verhoging was 33 tot 100% (afhankelijk van het lichtnivo) bij een verhoging van CO₂ van 400 => 800 ppm. Hoge concentraties in de vroege morgen remden echter de fotosynthese, vermoedelijk omdat het open gaan van de huidmondjes geremd werd.

Hoewel een verlaging van de r.v. in het meetcuvet een relatief gering effect op de fotosynthese had, valt een lage r.v. bij hoge kas- en bladtemperaturen niet geheel uit te sluiten als oorzaak voor de huidmondjessluiting.

De resultaten zijn overeenkomstig maar ook een uitbreiding op eerder verkregen resultaten bij *Cymbidium*. Aanwijzingen voor optimale teeltomstandigheden worden gegeven.

2 Inleiding

Dit onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van een onderzoeksvraag van de LTOcommissie Cymbidium naar optimale teeltomstandigheden in relatie tot de fotosynthese. Door metingen op een praktijkbedrijf is meer inzicht verkregen in optimale en limiterende omstandigheden van de groeifactoren licht, temperatuur en CO₂ op de fotosynthese van Cymbidium.

De metingen zijn uitgevoerd door de in fotosynthesemetingen gespecialiseerde onderneming Plant Dynamics. Met de meetapparatuur kan de fotosynthese bij variatie in de klimaatfactoren licht, temperatuur, CO₂ en r.v. bepaald worden.

In overleg met de begeleidingscommissie onderzoek Cymbidium is gekozen voor mid-bloeiende Cymbidiums, aangezien bij deze cultivars pas relatief laat in het jaar gekrijt wordt, waardoor de kans op meetdagen bij hoge stralingsintensiteit en temperatuur vergroot is.

3 Materiaal en Methoden

Gedurende drie meetperioden zijn fotosynthesemetingen verricht bij het bedrijf van Marc Bart, Heermanszwet 57 in Rijsenhout. Er is gemeten van 24-26 maart, 21-23 mei, en 9-11 juli 2003. Metingen zijn uitgevoerd met de LiCor 6400. In het meetcuvet van deze apparatuur konden de lichtomstandigheden, de CO₂ concentratie, de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid gevarieerd worden binnen relatief korte tijd. Hierdoor kan de korte-termijn reactie in fotosynthese van het blad op deze veranderingen bepaald worden. De metingen zijn uitgevoerd bij de cultivars Rijsenhout en Freeke.



Fig. 1. meetopstelling LiCor 6400

4 Resultaten

4.1 Klimaat in de kas

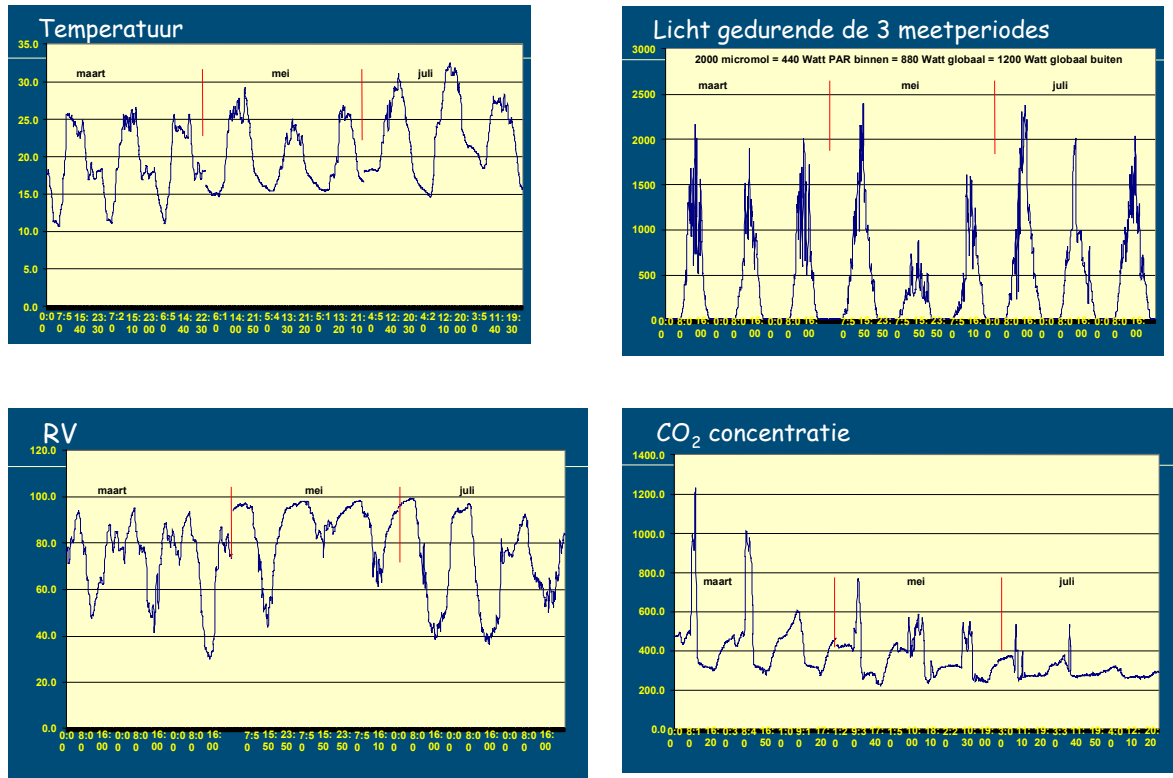


Fig. 2. Klimaatomstandigheden gedurende de meetperiodes

In Fig. 2 zijn licht, temperatuur, r.v. en CO₂ weer gegeven, zoals deze bepaald zijn met een datalogger tussen het gewas gedurende de drie meetperiodes. De meetperiodes kenmerkten zich door een relatief hoge lichtintensiteit. Verder zijn de lage CO₂ waarden (onder de 300 ppm) en grote dag-nacht wisselingen in r.v. opvallend.

4.2 Fotosynthesemetingen: bladpositie, en invloed licht

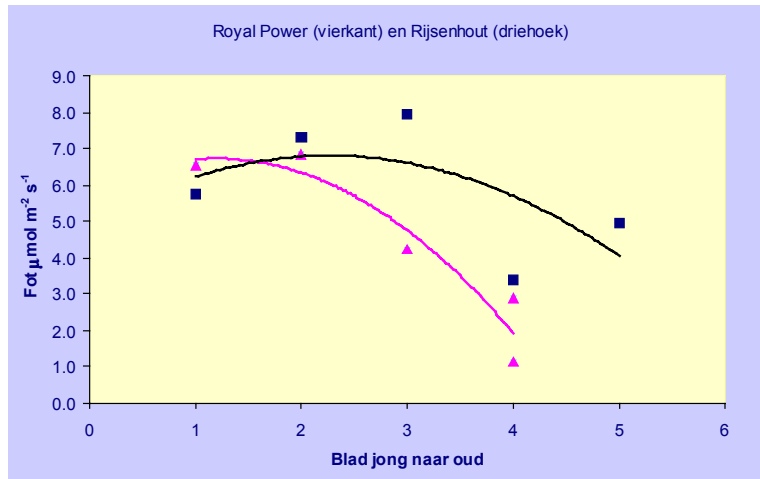


Fig. 3. In eerste instantie is onderzocht welk blad het beste gemeten kon worden met de meetcuve. De hoogste fotosynthese werd gevonden bij blad 2-3 van een nieuwe scheut. Deze bladeren zijn in het vervolg ook gebruikt voor de metingen.

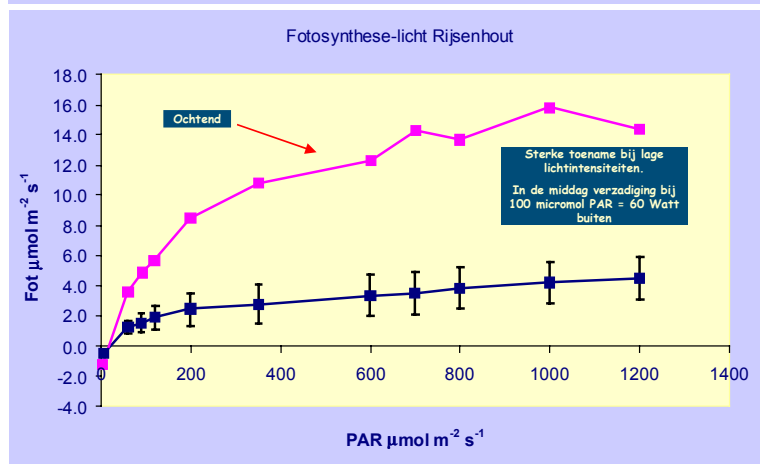


Fig. 4. Door de hoeveelheid licht in de meetopstelling te variëren kon de reactie van de fotosynthese op een veranderde lichtintensiteit bepaald worden. Er bleek een groot verschil tussen de ochtend en de middag wat betreft de reactie op licht van de fotosynthese. In de middag was er een erg lage fotosynthese. Dit wordt een middagdepressie genoemd.

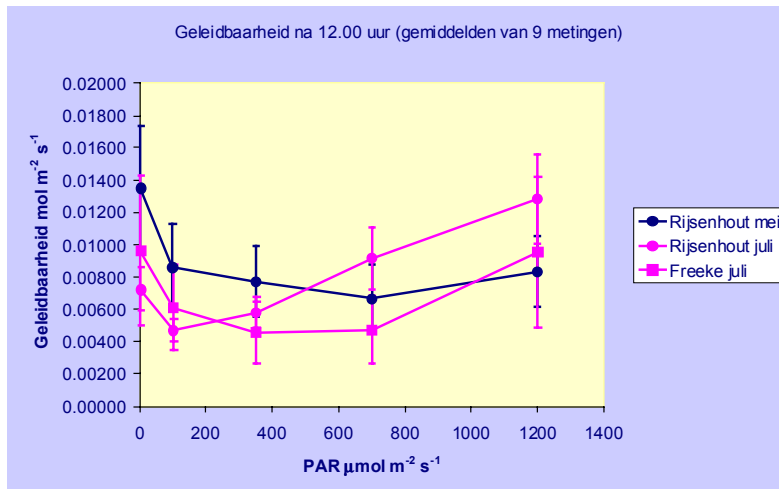


Fig. 5. De geleidbaarheid van de huidmondjes is in de middag erg laag: tussen de 4 en 12 $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Ter vergelijking: een snelle groeier (tomaat) heeft een geleidbaarheid tussen de 150 en 400 $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

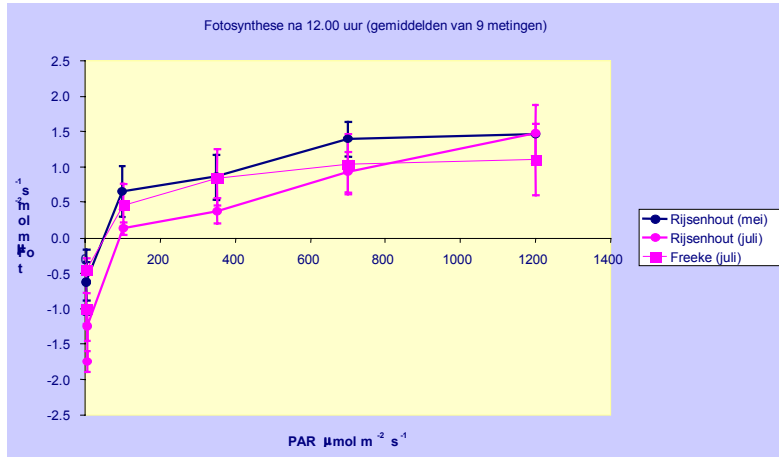


Fig. 6. Cultivar Rijsenhout heeft in juli een lagere fotosynthese dan in mei.

Resultaten licht:

Cymbidium gedraagt zich bij lage lichtintensiteiten als een schaduwplant maar lijkt daarnaast tolerant voor hoge lichtintensiteiten tot $1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (ca. 600 Watt/m^2 globale buitenstraling), mits er geen sprake is van een middagdepressie.

4.3 Fotosynthesemetingen: invloed CO₂

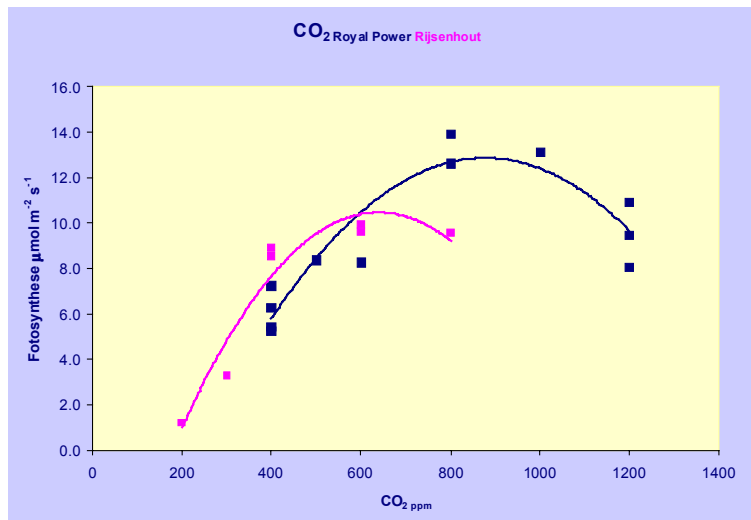


Fig. 7. Door de CO₂ concentratie in het meetcuvet te variëren werd het effect op de fotosynthese snelheid bepaald. Tot 600-800 ppm bleek er een duidelijk positief effect te zijn. Bij erg hoge CO₂ concentraties nam de fotosynthese weer af. Het effect was niet helemaal identiek voor de cultivars: bij Rijsenhout werd bij een lagere CO₂ concentratie verzadiging gemeten (m.a.w. de optimale CO₂ concentratie lag wat lager)

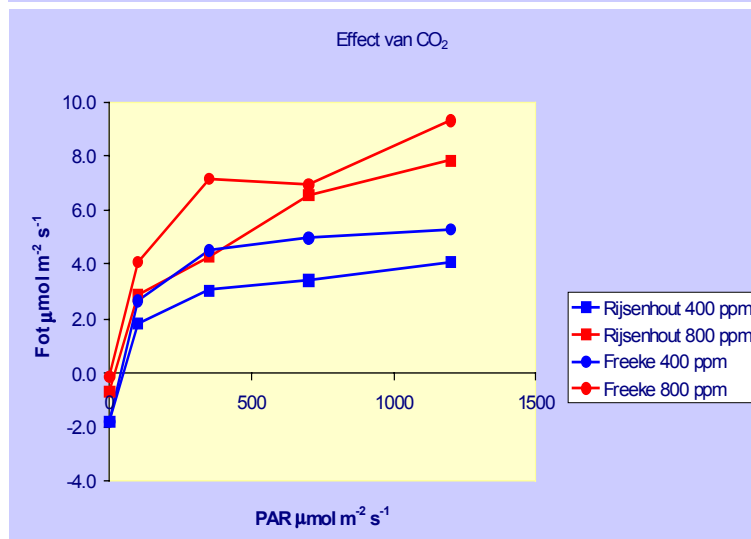


Fig. 8. Het positieve effect van CO₂ blijkt ook al bij lage lichtintensiteiten (100 μmol.m⁻².s⁻¹, ca. 60 W/m² buiten straling) op te treden.

Overige resultaten CO₂:

- Hoge CO₂ concentraties in de vroege morgen remmen de fotosynthese, vermoedelijk doordat het opengaan van de huidmondjes wordt belemmerd.
- Hoge CO₂ concentraties hebben bij Cymbidium waarschijnlijk zo'n groot effect omdat de interne CO₂ concentratie (CO₂ in het huidmondje) steeds laag is door de lage huidmondjes geleidbaarheid. Er moet daardoor een hoge concentratie in de kas zijn om de interne concentratie te verhogen.

4.4 Sluiting huidmondjes in de middag

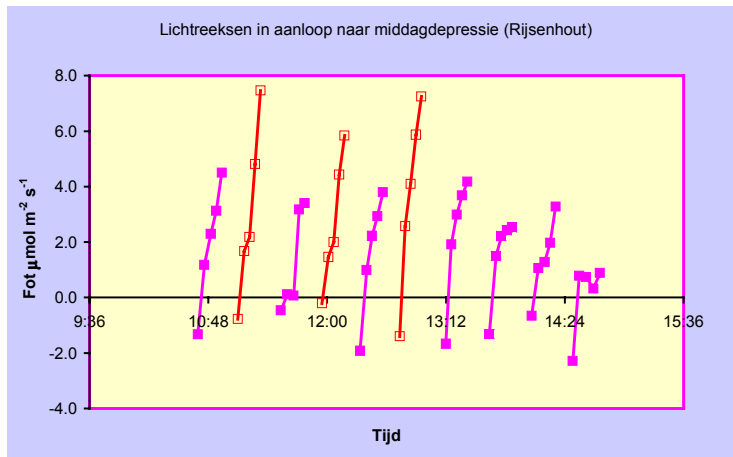


Fig. 9. Dit is een overzicht van de verschillende lichtrespons curven (gemeten bij 0, 100, 350, 700 en 1200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) zoals ze bepaald zijn op verschillende tijdstippen op de dag, en bij 400 (■) of 800 (□) ppm CO₂. Het positieve effect van CO₂ is te zien, en daarnaast is de afname van de maximale fotosynthese na 13 uur zichtbaar.

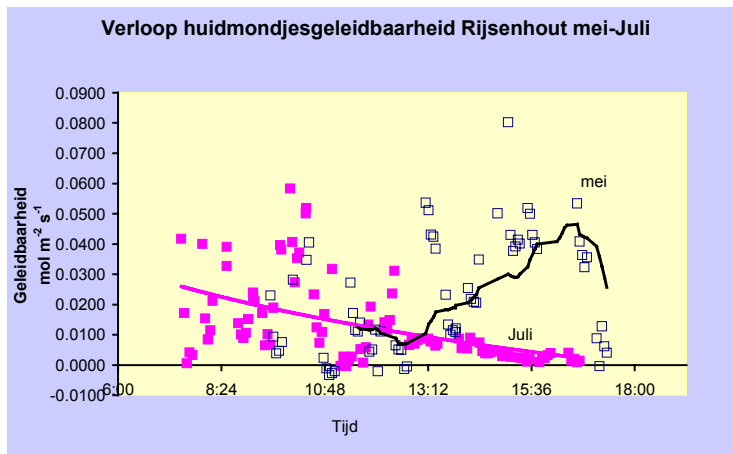


Fig. 10. De sluiting van de huidmondjes trad niet altijd op hetzelfde moment op; in mei (□) was dat veel later dan in juli (■). Waarom? Wat bepaalt de huidmondjessluiting c.q. middagdepressie? r.v.? temperatuur? CO₂?

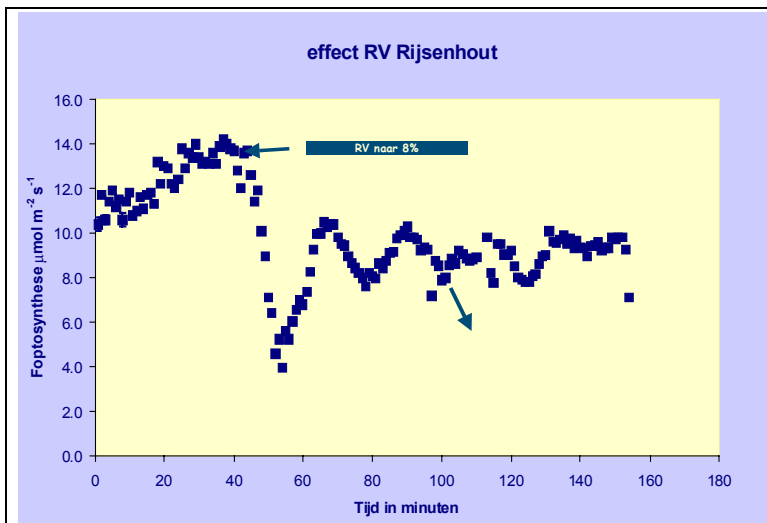


Fig. 11. In het meetcuvet is onderzocht wat het effect is van snel verlagen van de r.v. naar 8%. Hoewel de fotosynthese snel daalde, herstelde deze ook weer snel, en was het effect na enige tijd gering.

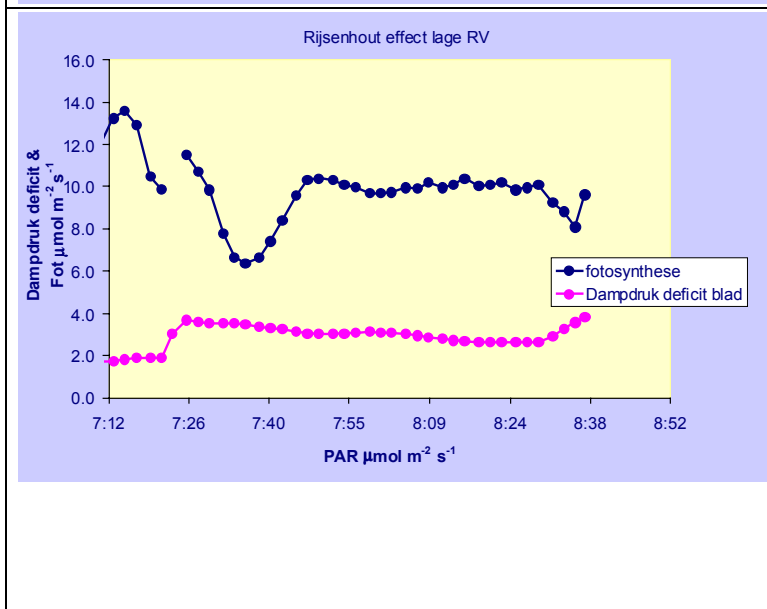


Fig. 12. Dit is een vergelijkbaar experiment als hierboven; de luchtvochtigheid is hier weergegeven als dampdruk deficit. Bij plotselinge verhoging (r.v. daalde tot ongeveer 10%) was het effect op de fotosynthese wederom gering. Een kanttekening moet hierbij wel gemaakt worden: als een gehele plant te maken krijgt met een lage r.v., kan het effect anders uitpakken, omdat niet uit te sluiten is dat een tekort aan vocht bij lage r.v. in de meetcel uit andere delen van de plant wordt aangevoerd bij de meting.

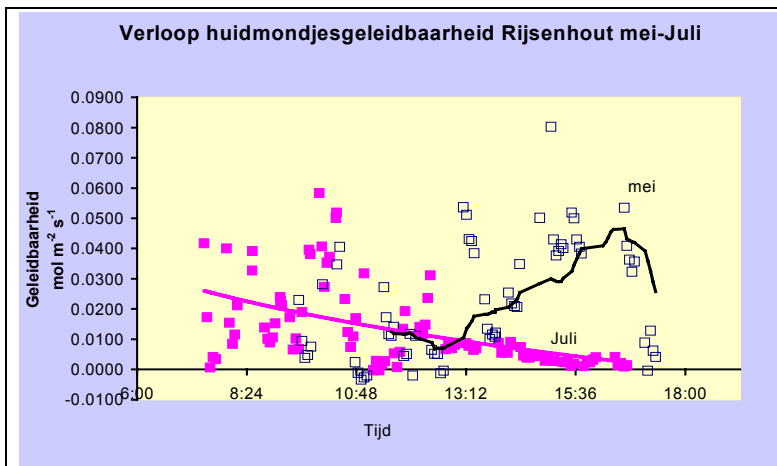


Fig. 13. Nogmaals het verschil in tijdstip van de namiddagdepressie in mei en juli.

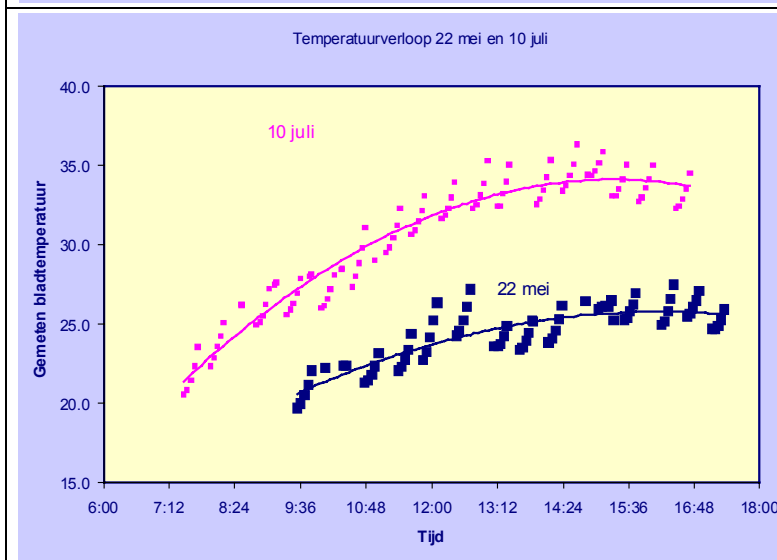


Fig. 14. In juli werd de bladtemperatuur veel hoger dan in mei. N.b. de kasluchttemperaturen op 22 mei waren 16-25°C, en op 10 juli ca. 18-32°C. Vooral in juli was de bladtemperatuur dus hoger dan de kasluchttemperatuur. Overigens was er op deze dagen ook een groot verschil in r.v. in de kassen (minimaal 40 of 80%)

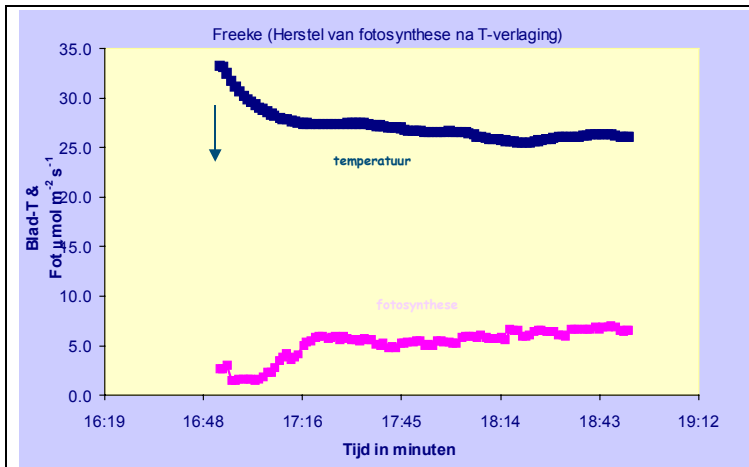


Fig. 15. Aan het einde van de middag nam de fotosynthese toe bij een verlaging van de bladtemperatuur.

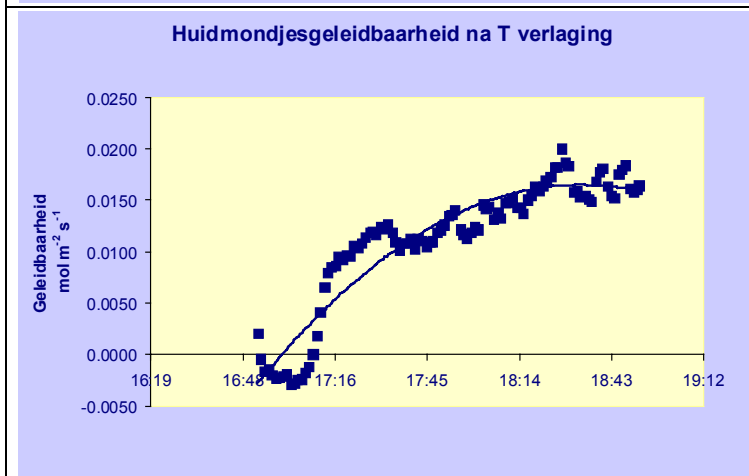


Fig. 16. De toename van de fotosynthese ging gepaard met opening van de huidmondjes.

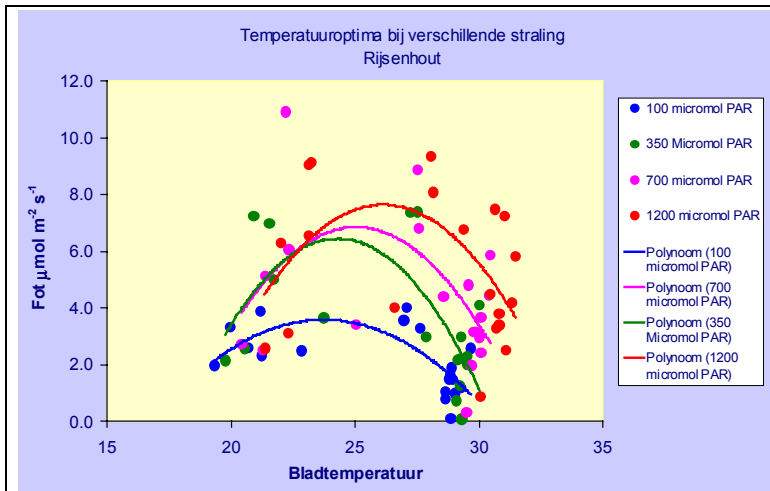


Fig. 17. Ondanks de spreiding in de metingen is de trend te zien dat er een optimale bladtemperatuur voor de fotosynthese is bij de verschillende lichtintensiteiten (verschillende kleuren van de lijnen). Dit optimum wordt iets hoger bij hogere lichtintensiteiten: van ca. 24°C bij 100 tot 27°C bij 1200 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

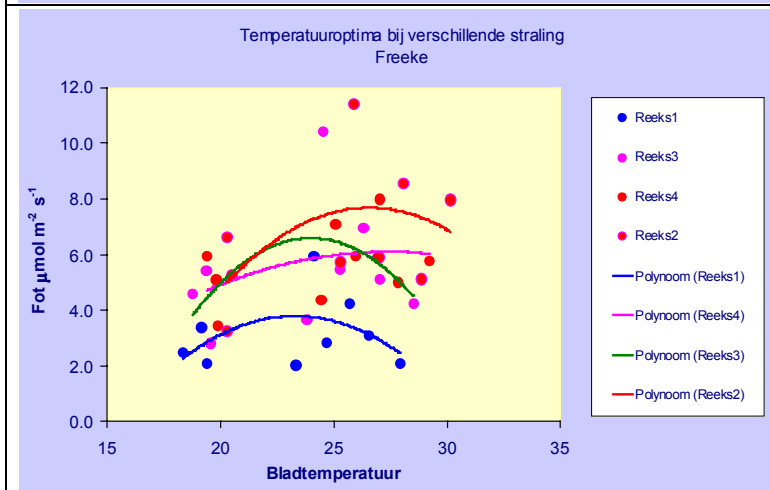


Fig. 18. Bij cultivar Freeke wordt een vergelijkbaar effect gevonden als bij cultivar Rijsenhout.

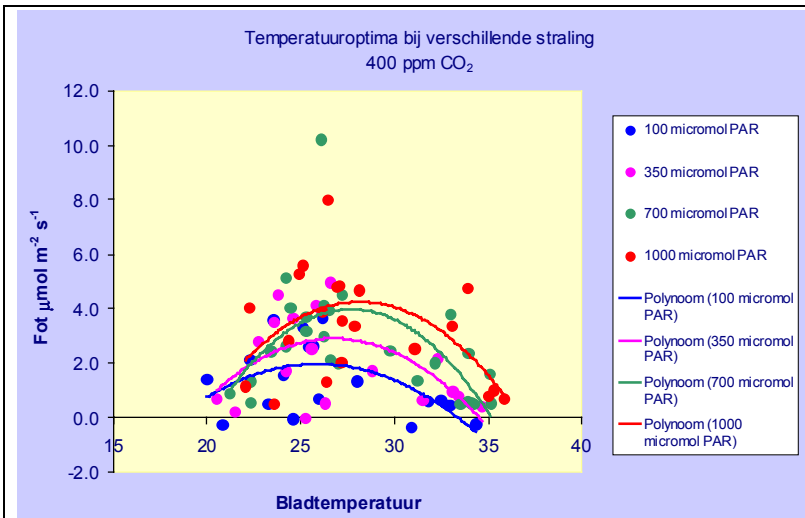
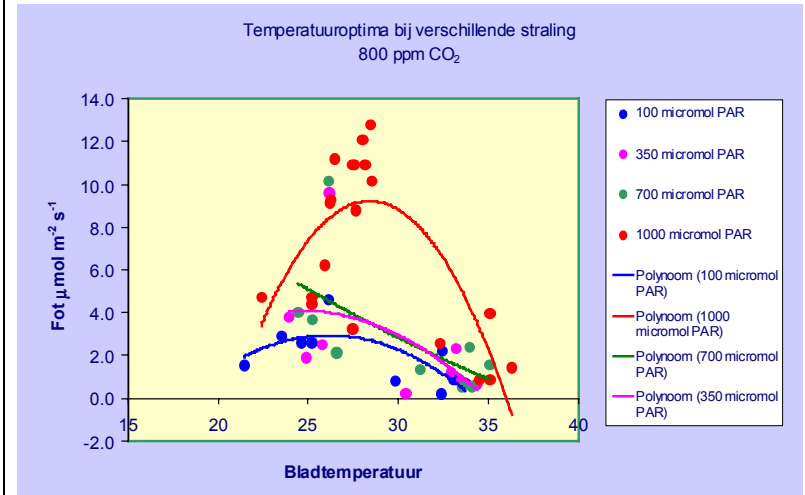


Fig. 19. Wanneer de resultaten worden gegroepeerd per CO₂ behandeling van verschillende meetperioden blijken de temperatuuroptima vergelijkbaar te zijn als in fig. 17 en 18: de hoogste fotosynthese bij ca. 26°C.



5 Discussie en conclusies

Uit de resultaten van de fotosynthesemetingen kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Cymbidium heeft een lage fotosynthese als gevolg van een lage huidmondjes geleidbaarheid.
- De fotosynthese van Cymbidium neemt in de ochtend snel toe tot 9.00 uur en neemt vervolgens in de loop van de dag af.
- De afname van de fotosynthese is gecorreleerd met de bladtemperatuur. Bij bladtemperaturen boven de 27-28°C sluiten de huidmondjes al tussen de 12 en 14 uur. Bij lagere temperaturen wordt de huidmondjessluiting later (na 16 uur) geconstateerd.
- Cymbidium reageert zeer positief op CO₂ dosering.
- De fotosynthese is bij Cymbidium verzadigd rond de 350 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ bij laag CO₂ (400 ppm) en rond de 700 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ bij hoog CO₂ (800 ppm).
- Het rendement van bijbelichting is tot 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ te verwachten. Dit komt overeen met ca. 8000 lux SON-T). Daarboven neemt het rendement snel af.
- Cymbidium is waarschijnlijk niet gevoelig voor een lage r.v. Dit dient nog wel nader onderzocht te worden.

De resultaten zijn voor een groot deel in overeenstemming met eerder onderzoek dat op PPO is uitgevoerd met Cymbidium. Zo zijn op drie zomerse dagen in augustus 1998 bij Arcadian sunrise 'Golden Fleece' fotosynthesemetingen verricht in een kas op het proefstation (Warmenhoven, Blacquièrre, Uitermark 1998). Bij een voldoende lage bladtemperatuur (ca. 25°C) bleef de fotosynthese optimaal tot ca. 500 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$, en trad in de middag geen duidelijke verlaging van de fotosynthese op. De fotosynthese was maximaal 8-9 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$. Op de dagen dat de bladtemperatuur wel boven de 27°C kwam trad wel een verlaging van de fotosynthese op. Op alle dagen steeg de bladtemperatuur boven de kastemperatuur, tot zelfs 12°C verschil. Tot een bladtemperatuur van 33°C werd de afname van de fotosynthese verklaard door het sluiten van de huidmondjes.

In een vervolgonderzoek bij PPO is de fotosynthese gemeten op 20 mei, 17 juni en 9 juli 1999 bij de gele laatbloeiende cultivar Gymer 'Cookbridge' (Warmenhoven, Uitermark, Blacquièrre 1999). Hierbij werden de planten opgekweekt in geconditioneerde kassen bij vier dagtemperaturen (18, 22, 26 en 30°C) gecombineerd met het wel of niet laten dichtlopen van een buitenscherm boven de 300W globale buitenstraling. Aan het einde van de proefperiode, die duurde van 4 mei tot 18 augustus 1999 hadden de planten met scherm de helft van de hoeveelheid licht ontvangen in vergelijking met de planten zonder scherm. Bij 18°C was de fotosynthese nog niet optimaal, hetgeen gepaard ging met een geringer aantal, kortere nieuwe bladeren. Minder en kortere bladeren werden echter ook gevonden bij een teelttemperatuur boven de 26°C bij een hoge lichtintensiteit. Jonge bladeren reageerden sterker op licht- en temperatuur veranderingen dan oude bladeren. Boven de 30°C (kas- en/of bladtemperatuur) nam de fotosynthese af bij een stijgende lichtintensiteit. De maximale fotosynthese bedroeg 8-10 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$,

De resultaten t.a.v. lichtverzadiging en maximale fotosynthese zijn samengevat in onderstaande tabel. Hierbij zijn ook oriënterende metingen opgenomen (Lootens 1997). Alle resultaten blijken goed overeen te komen ondanks het gebruik van verschillende cultivars en opzetten. Lichtverzadiging blijkt bij een aanname van 70% kasdektransmissie op te treden bij 200-500 W/m² buitenstraling.

Literatuurbron	Maximale fotosynthese	Lichtverzadiging PAR binnen	Lichtverzadiging Globale straling buiten (transmissie 70%)	Remming fotosynthese gaat gepaard met:
	$\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	$\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	W/m ²	
Lootens (1997)	5	300 - 500	208 - 347	
Warmenhoven e.a. (1998)	8-9	500 - 700	347 - 486	Sluiting huidmondjes; hoge bladtemperatuur (>30°C); waterstress?
Warmenhoven e.a. (1999)	8-10	500	347	Hoge lichtintensiteit + hoge bladtemperatuur (>26°C); lage bladtemperatuur(18°C)
Plant Dynamics (2003)	9-11	350 - 700	243 - 486	Sluiting huidmondjes; hoge bladtemperatuur (>27°C)

Uit het onderzoek blijkt de bladtemperatuur samen te hangen met een vermindering van de fotosynthese, en sluiting van de huidmondjes. Omdat in kassen bij een verhoging van de instraling, de temperatuur en het dampdrukdeficit eveneens verhoogd worden is de oorzaak van veranderingen in fotosynthese soms lastig te vinden. Uit de literatuur is bekend dat de huidmondjessluiting bepaald wordt door m.n. de factoren licht, CO₂ en waterbeschikbaarheid. Ten tijde van de huidmondjessluiting zijn in de metingen lage luchtvochtigheden in de kassen gemeten, ook onder geconditioneerde omstandigheden (Warmenhoven, Uitermark, Blacquièrè 1999). Hoewel de fotosynthese nauwelijks reageerde bij plotselinge verlaging in het cuvet (Fig. 11,12), is het toch niet geheel uit te sluiten dat watertekort binnen de plant bij een hoog vochtdeficit (lage r.v.) de oorzaak van de sluiting van de huidmondjes is. Daarnaast is het ook mogelijk dat er een direct effect van temperatuur op de fotosynthese is, zonder dat de waterhuishouding hierbij een rol speelt.

Hoe de werking ook is, een verminderde fotosynthese zal waarschijnlijk voorkomen kunnen worden door te zorgen dat de bladtemperatuur onder de ca. 28°C blijft. Mogelijkheden hiervoor zijn, naast het wegschermen van instraling, het hoog houden van de r.v. in de kas met apparatuur voor luchtbevochtiging. Naast een verlaging van het vochtdeficit wordt hierdoor de kaslucht- en bladtemperatuur verlaagd, waardoor gedurende langere tijd een verhoogde CO₂ concentratie aangehouden kan worden. Het effect van krijten zal een verminderde fotosynthese in de ochtend zijn, maar zal wel een uitstel van de middagdepressie tot gevolg hebben door het later bereiken van hogere bladtemperaturen. Krijten op de westzijde van de ramen is dan ook belangrijker dan op de oostzijde. Het uiteindelijke effect op de fotosynthese zal afhangen van de buitenomstandigheden: bij relatief lage buitentemperaturen (zie b.v. meetdag mei fig. 13,14) zal krijten een negatief effect hebben t.o.v. niet krijten. De hoogste fotosynthese zal waarschijnlijk verkregen kunnen worden door in de klimaatregeling een temperatuurvoorspelling mee te nemen, waarbij een (buiten)scherm of daksproeiers alleen worden toegepast bij verwachte overschrijding van de kas- c.q. bladtemperatuur. Omdat de bladtemperatuur flink kan afwijken van de kastemperatuur zal een meting van deze bladtemperatuur onderdeel kunnen uitmaken van een dergelijke regeling.

Literatuur

- Lootens P 1997. Oriënterende fotosynthesemetingen bij *Cymbidium*. Rijksstation voor Sierplantenteelt, België.
- Warmenhoven MG, Blacquièrè T, Uitermark K 1998. Oriënterende fotosynthesemetingen bij *Cymbidium* Arcadian sunrise 'Golden Fleece'. PBG Intern verslag 174.
- Warmenhoven MG, Uitermark K, Blacquièrè T 1999. Effect van licht en fotosynthese en temperatuur op de bladfotosynthese en chlorofylfluorescentie van *Cymbidium*. PBG Rapport 231.