PROJECTVERSLAG



Haalbaarheid van fluorescentie meting als plantintelligente meting voor regelsystemen in de glastuinbouw

Uitgevoerd door:

DLV Facet

Wageningen, mei 2004
Martijn Gevers
Johan Sonneveld
Helma Verberkt
Jeroen van Buren

EARS

Delft, mei 2004
Arthur ten Katen
Andries Rosema

In samenwerking met Priva, Svensson, Projectfonds Westlandse Rabobanken, de landelijke commissies van LTO Groeiservice: bromelia, groene en bonte planten, spathiphyllum en roos.

Gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Haalbaarheid van fluorescentie meting als plantintelligente meting Voor regelsystemen in de glastuinbouw

DLV Facet
Agro Businesspark 65
Postbus 6700
7001 CA WAGENINGEN
Tel. 0317 – 491578
Fax 0317 – 460400

Dit onderzoek is gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG ZOETERMEER

Ears B.V.
Kanaalweg 1, Postbus 449
2600 AK DELFT

Priva Hortimation B.V.
Zijlweg 3, Postbus 18
2678 ZG DE LIER

Projectenfonds Westlandse Rabobanken
Verdilaan 1, Postbus 9
2670 AA NAALDWIJK

Svensson B.V.
Marconiweg 2
3225 LV HELLEVOETSLUIS

© DLV Facet
Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLV Facet. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Adviesgroep N.V. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden.

DLV Adviesgroep N.V. is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Inhoudsopgave

1 Inleiding en doel 5
1.1 Inleiding 5
1.2 Achtergrond fluorescentiemeting 5
1.3 Doelstelling 6
1.4 Projectplan en fasering 6
1.5 Verantwoording en taakverdeling 7
2 Bepaling fotosynthese verloop en ontwikkeling scherm- aansturingsysteem 8
2.1 Inleiding 8
2.2 Proefopzet 8
2.3 Bepaling fotosynthesegedrag en schermmoment 9
2.4 Praktijkproeven 10
3 Praktijkproef Roos 11
3.1 Proefopzet 11
3.2 Accommodatie en teeltgegevens 11
3.3 Waarnemingen 12
3.4 Resultaten 12
3.4.1 Klimaatrealisatie, watergift en bemesting 12
3.4.2 Schermaansturing met de PPM-meter bij roos 12
3.4.3 Instraling en schermmomenten 15
3.4.4 Productie in aantal stuks en gewicht 16
4 Praktijkproef Schefflera arboricola CV Compacta 18
4.1 Proefopzet 18
4.2 Accommodatie 18
4.3 Waarnemingen 19
4.4 Resultaten 19
4.4.1 Klimaatrealisatie 19
4.4.2 Schermsturing met PPM – meter bij Schefflera 19
4.4.3 Instraling en schermmomenten 22
4.4.4 Lengtemeting 23
4.4.5 Vers - en drooggewicht 24

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

5 Praktijkproef Guzmania 'Ostara' 25
5.1 Proefopzet 25
5.2 Accommodatie en teeltgegevens 26
5.3 Waarnemingen 26
5.4 Resultaten 26
5.4.1 Klimaatrealisatie. 26
5.4.2 Schermaansturing met de PPM-meter bij Guzmannia 27
5.4.3 Instraling en schermmomenten 30
5.4.4 Productie in plantdiameter, bladoppervlakte en in vers – en drooggewicht 32
6 Praktijkproef Spathiphyllum 'Chopin' 35
6.1 Proefopzet 35
6.2 Accommodatie en teeltgegevens 35
6.3 Waarnemingen 36
6.4 Resultaten 36
6.4.1 Klimaatrealisatie, watergift en bemesting 36
6.4.2 Schermaansturing met de PPM-meter bij Spathiphyllum 36
6.4.3 Instraling en schermmomenten 38
6.4.4 Lengtemeting 39
6.4.5 Vers – en drooggewicht 40
6.4.6 Aantal bloemen en bloemhoogte 41
6.4.7 Plantdikte 41
7 Conclusies en aanbevelingen 42
Bijlage 1: Achtergrond informatie 43
Bijlage 2: Resultaten fase 1 Schefflera 45
Bijlage 3: Resultaten fase 1 Guzmania 46
Bijlage 4: Resultaten fase 1 Spathiphyllum 46
Bijlage 5: Schermaansturing via de PPM-meter 47
Bijlage 6: Gerealiseerd kasklimaat praktijkproef roos 50
Bijlage 7: Gerealiseerd kasklimaat praktijkproef schefflera 52
Bijlage 9: Gerealiseerd kasklimaat praktijkproef Guzmania 55
Bijlage 10: Gerealiseerd kasklimaat praktijkproef Spathiphyllum 58

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

1 Inleiding en doel

1.1 Inleiding

Alle teelten in Nederland staan onder financiële druk. Er worden steeds hogere eisen gesteld aan het product, terwijl de opbrengstprijs niet hoger wordt. Om de teelten rendabeler te maken, moet de productie per m^2 worden verhoogd, met behoud van kwaliteit.

Meer productie, betekent meer instraling (licht) toelaten en daardoor meer fotosynthese. Echter met de huidige regelsystemen, kunnen we niet zo scherp op instraling regelen. In de regel wordt er te vroeg geschermd uit angst voor schade. Wanneer we er vanuit gaan dat dit vroege schermen gemiddeld twee procent opbrengst kost, dan kost dit de Nederlandse sierteelt onder glas 76 miljoen euro per jaar (Bron: omzet Nederlandse sierteeltproducten 2002 3,8 miljard euro).

Door toepassing van betere regelsystemen kan mogelijk beter ingespeeld worden op het meer toelaten van licht in de kas. De PPM - meter kan hierbij mogelijk een belangrijke bijdrage leveren.

1.2 Achtergrond fluorescentiemeting

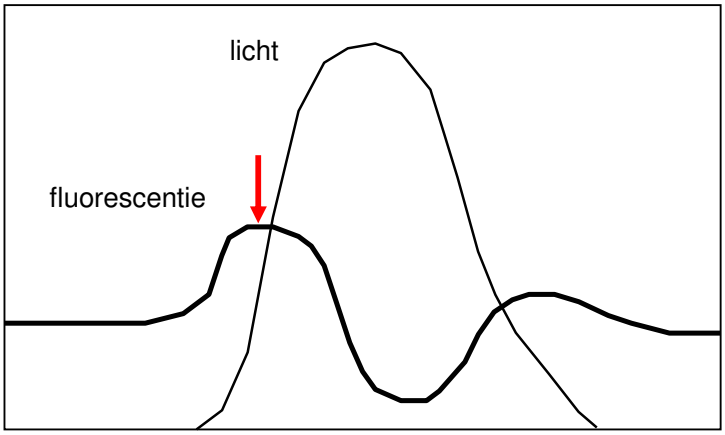
De hiervoor besproken vraagstelling heeft alles te maken met de fotosynthese van de plant. De fotosynthese vereist beschikbaarheid van water, CO_2 en licht. Het karakteristieke verloop van de fotosynthese kent twee fasen. Bij lage lichtniveaus, in de vroege ochtend en late middag, is de beschikbaarheid van licht beperkend voor de fotosynthese. Op zeker moment stijgt het licht niveau echter zo ver dat de CO_2 opname beperkend wordt. De plant kan het extra licht niet meer gebruiken en dit wordt omgezet in warmte. De warmtebelasting van de plant stijgt dan snel terwijl de fotosynthese niet meer kan toenemen. Bij een tekort aan water wordt de CO_2 opname door sluiting van huidmondjes beperkt en treedt het verschijnsel van CO_2 limitatie al bij laag lichtniveau op. Bij toediening van extra CO_2 treedt begrenzing van de fotosynthese pas bij hogere instraling op.

Het gaat er dus om de overgang van de licht gelimiteerde naar de CO_2 gelimiteerde fase te detecteren. Dit is mogelijk via de bladgroenfluorescentie. Onderzoek door EARS (ontwikkelaar PPM -meter) en de afdeling Plantenfysiologie van de Landbouwuniversiteit te Wageningen (WUR) heeft laten zien dat het fluorescentieverloop van een blad gedurende een zonnige dag een zeer typerend verloop heeft (figuur 1). In de vroege ochtend stijgt de fluorescentie met toenemend licht en toenemende fotosynthese. Op het moment dat licht en CO_2 met elkaar in evenwicht zijn is de fluorescentie maximaal. Bij nog meer licht gaat de fluorescentie weer dalen. Dit is het gevolg van deactivatie van fotosystemen in de plant. Dit is een proces dat vrij snel optreed. Het lichtniveau waarop dit gebeurd kan echter sterk verschillen. Het herstel van de fotosystemen is vrij traag (1-2 uur). Als in de namiddag het lichtniveau daalt, dan is de fotosynthese vaak lager dan bij een vergelijkbaar lichtniveau, voordat de fotosystemen beschadigt raakten. Het schermen van siergewassen zou dus moeten plaatsvinden vanaf het moment dat de fluorescentie overdag niet meer toeneemt. Daarbij hoort een bepaald lichtniveau. In de namiddag kan (bij overigens gelijke condities) het scherm weer worden geopend als het lichtniveau tot de betreffende waarde is gedaald. Per dag wordt dus gezocht naar een drempelwaarde waarop geschermd gaat worden.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Daarbij zal door “afharding” van de plant en voortschrijdend inzicht geleidelijk gekomen worden naar een optimalere regeling. Dwz een regeling waarbij “groei” verliezen door schermen zo veel mogelijk worden geëlimineerd. Voor meer achtergrond informatie wordt verwezen naar bijlage 1.



Figuur 1 - Typisch fluorescentieverloop van een blad gedurende de dag. De pijl geeft de overgang aan van de lichtgelimiteerde naar de CO_2 gelimiteerde fase van de fotosynthese. Dit is het moment waarop de fotosynthese niet verder kan toenemen en schermen noodzakelijk is om de plant tegen schade te beschermen

1.3 Doelstelling

De doelstelling van dit project is de technische haalbaarheid en toepasbaarheid aantonen van fluorescentiemeting voor gebruik in (de klimaatregeling) van de Nederlandse sierteelt onder glas.

1.4 Projectplan en fasering

In eerste instantie zijn vier verschillende gewassen geselecteerd. Op individuele planten zijn onder eenvoudige omstandigheden enkele meetseries uitgevoerd. Op basis van de gemeten waarden is een prototype schermaansturing ontwikkeld. Het ontwikkelde systeem is vervolgens in de praktijk getest. Dit is gedaan door daadwerkelijk met het systeem de schermen van de kassen aan te sturen. Ter evaluatie van de praktijkresultaten zijn de productiegegevens en de klimaatomstandigheden gedurende deze proeven bijgehouden.

Het projectplan bestaat uit 4 fasen.

- **Fase 1. Bepaling fotosynthese verloop en ontwikkeling van het scherm-aansturings-systeem**
  - Bepaling van het fotosynthese gedrag van individuele planten van vier gewassen, Spathiphyllum, Schefflera, Bromelia en Roos
  - Ontwikkeling van een scherm aansturing algoritme op basis van PPM-metingen

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

- **Fase 2. Praktijkproeven**
  - Praktijk proeven met schermaansturing bij Roos, Schefflera, Spathiphyllum en Bromelia

- **Fase 3. Communicatie**

- Uitdragen van de resultaten in vakbladen
- Organisatie van voorlichtingsbijeenkomsten
- Excursies op de proeflocaties

Fase 4 heeft tijdens het verloop van fase 1, 2 en 3 van het project plaatsgevonden, zodat eventuele resultaten direct gecommuniceerd zijn naar de BCO en praktijk.

In 2002 is fase 1 en een deel van fase 2 uitgevoerd. Er zijn in 2002 twee proeven uitgevoerd. Een op een rozenbedrijf en een op een Scheffleraberdrijf. In het voorjaar en de zomer van 2003 is het onderzoek met Guzmania uitgevoerd en in de winter van 2003 – 2004 de proeven met Spathiphyllum.

In bijlage 8 is een artikel voor de LTO Gewasgroepen weergegeven waarin de eerste voorlopige resultaten zijn weergegeven.

1.5 Verantwoording en taakverdeling

DLV Facet heeft de projectleiding en de verantwoording van de proefopzet en de metingen en verwerking van de proef in samenwerking met de marktgroep potplanten. DLV Facet communiceert met de diverse BCO's en maakt het eindverslag.

EARS heeft de meting van PAR en fluorescentie gedaan. Er is software ontwikkeld om de meting te gebruiken voor schermaansturing. Het advies werd in de vorm van een advies scherm dicht / open omgezet. De software is geschikt voor het aansturen van een enkel schermdoek, een dubbel schermdoek evenals drie schermdoeken. Gedurende en na afloop van de proeven zijn de meetgegevens verwerkt voor rapportage.

PRIVA heeft in de praktijkproeven gezorgd voor de aansluiting van de PPM meter op de klimaatcomputer.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

2 Bepaling fotosynthese verloop en ontwikkeling scherm-aansturingsysteem

2.1 Inleiding

Voordat de fluorescentiemeter op de praktijkbedrijven wordt getest is eerst het fotosynthese verloop van de verschillende gewassen vastgesteld. Deze informatie is doorvertaald naar een theoretische benaderde verbetering van een nieuw schermconcept (scherm –aansturing -systeem). Daarna is in een praktijkproef per gewas het nieuwe schermconcept getoetst.

2.2 Proefopzet

Van een viertal gewassen (Spathiphyllum, Schefflera, Bromelia en Roos) is aan individuele planten het fotosyntheseverloop bepaald. Met de PPM -meter is van deze individuele planten het volgende gemeten:

- fluorescentie (F)
- fluorescentie bij verzadigingslicht (F_m)
- lichtniveau (PAR)

De data opslag vond plaats in een PC. Er is gemeten met een interval van 5 minuten gedurende tenminste 24 uur. Uit deze gegevens is het lichtrendement van de fotosynthese (Φ_P) en het fotosyntheseverloop berekend. Er zijn een aantal meetseries verricht:

- Meetseries bij EARS; initiële vaststelling van het fotosynthese gedrag per gewas,
- Meetserie gewassen onder kweekomstandigheden en
- Meetserie met schermaansturing op basis van PPM –metingen.

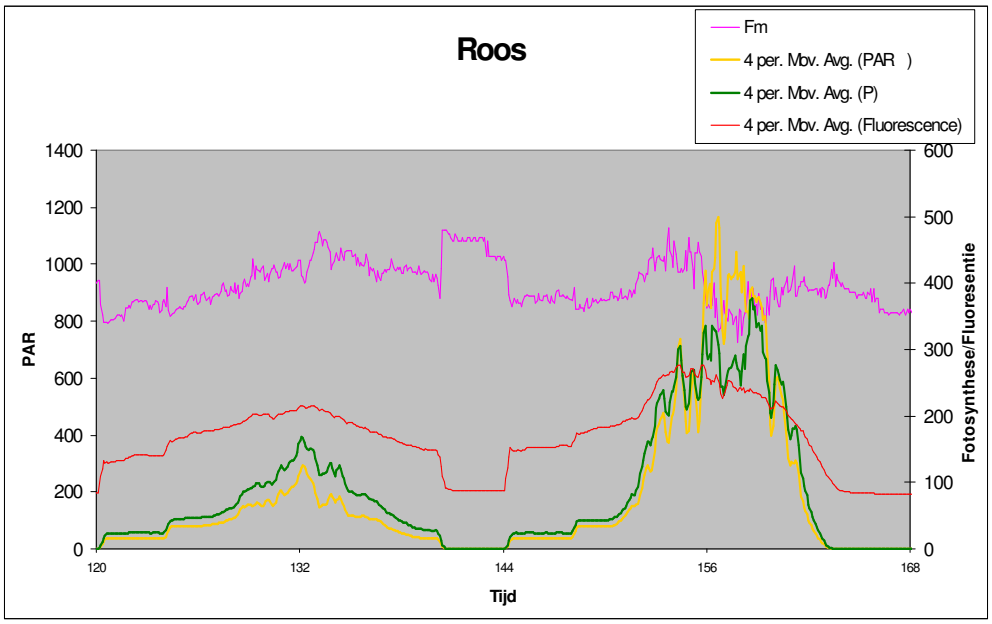


Foto 1-. Meetopstelling PPM bij Spathiphyllum

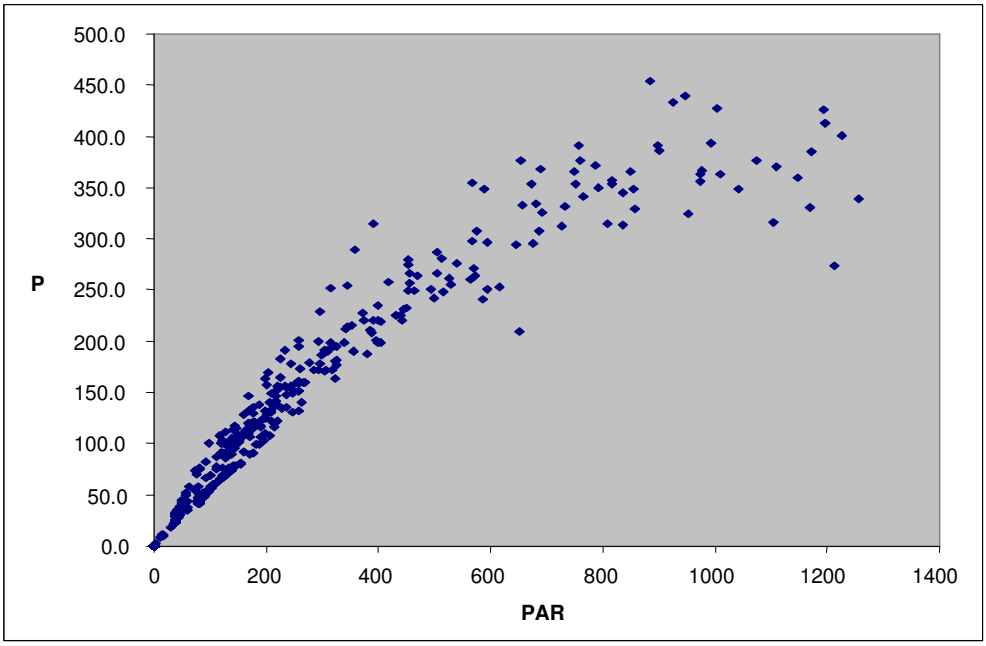
DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

2.3 Bepaling fotosynthesegedrag en schermmoment

In eerste instantie is het fotosynthese verloop van de vier geselecteerde gewassen vastgesteld. Uit de metingen van de fluorescentie en het lichtniveau is de fotosynthese bepaald. Aan de hand van dit fotosynthese verloop is het schermmoment bepaald voor de vier gewassen.



Figuur 2 - Twee dagcycli gemeten bij roos op een bewolkte en een zonnige dag.



Figuur 3 - Lichtniveau in PAR versus Fotosynthese (P) bij Roos

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Figuur 2 laat het verloop van de meetgegevens zien bij roos over twee dagen. Het betreft hier een bewolkte dag en een zonnige dag. Tot een bepaald lichtniveau loopt de fotosynthese analoog met het lichtniveau. Boven een bepaald lichtniveau treedt verzadiging op in de fotosystemen in de plant. De plant kan de toenemende straling niet omzetten in bruikbare energie. Het overschot aan instraling wordt omgezet in warmte. Er ontstaat stress. In figuur 2 is dit te herkennen. De fotosynthese (groene lijn) houd aanvankelijk gelijke tred met het lichtniveau (gele lijn), Op de tweede dag zien we dat dit verband bij een hoog lichtniveau anders is; de fotosynthese neemt af terwijl het licht niveau sterk stijgt. Dit effect is ook waarneembaar in de fluorescentie. Op de tweede dag treedt dus stress op bij hoog lichtniveau (ongeveer 800 umol/m^2); ondanks een stijgend lichtniveau daalt de fotosynthese.

In figuur 3 is te zien dat de fotosynthese toeneemt tot een PAR van ongeveer 900 umol/m^2, Neemt de PAR verder toe dan neemt de fotosynthese veelal af. Meer licht betekent hier dus minder opbrengst. Voor alle vier gewassen is in het onderzoek een vergelijkbaar verloop te zien Wel verschillen de niveaus per gewas. In bijlage 2 t/m 4 zijn de resultaten van Schefflera, Guzmannia en Spathiphyllum van fase 1 weergegeven.

Aan de hand van dit fotosynthese verloop is het schermmoment bepaald voor de vier gewassen. In tabel 1 staan deze resultaten weergegeven. Dit is gedaan voor alle vier geselecteerde gewassen.

Tabel 1 - Berekend schermmoment

Gewas	**Schermmoment PAR (umol/m^2)**	**Schermmoment (Watt/m^2)**	**Schermmoment (Lux)**
Guzmania	650	325	25.425
Roos	900	450	39.950
Schefflera	650	325	25.425
Spathiphyllum	350	175	8.700

Belangrijk is dat dit niveau een momentaan getal is. Factoren als CO_2, temperatuur, luchtvochtigheid, gewassituatie (afharding) hebben invloed op het lichtniveau waarop geschermd moet worden om stress te voorkomen. Dit is ook zichtbaar in Figuur 3, vanaf een PAR van ongeveer 800 **umol/m^2** is te zien dat de fotosynthese niet meer eenduidig met het lichtniveau samenhangt. Juist dit gegeven maakt het wenselijk niet alleen op lichtniveau te schermen. Om nu juist op het moment dat de plant in een stress situatie geraakt te schermen is een schermalgoritme opgesteld dat werkt op basis van de meetgegevens van de PPM - meter.

2.4 Praktijkproeven

Het rendement van de theoretisch benaderde verbetering is in praktijkproeven met een looptijd van 8 weken getoetst. In een proefomgeving is traditioneel schermen vergeleken met schermen op basis van PPM aansturing. Voor de eerste praktijkproef is gekozen voor Roos omdat dit gewas hoge lichtniveaus aan kan. Bij eventueel onjuiste schermadviezen zal dit niet direct tot grote schade leiden. Na roos zijn ook de andere gewassen in de praktijkproeven betrokken. In bijlage 5 is de schermaansturing via de PPM -meter weergegeven zoals die in de praktijkproeven is gehanteerd.

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

3 Praktijkproef Roos

3.1 Proefopzet

Dit onderzoek is uitgevoerd met het rozenras 'Grand Prix' op een rozenbedrijf in de praktijk. De proef is uitgevoerd in twee vergelijkbare afdelingen voor wat betreft kasdek, schermen, teeltsysteem en watergeefsysteem. Er zijn twee proefbehandelingen gegeven:

- Standaard (praktijkgericht) schermen
- Schermen aan de hand van de fluorescentiemetingen (PPM)

Per kasafdeling is een schermbehandeling aangehouden. In beide kasafdelingen ligt er een schermdoek. Dit schermdoek heeft een lichtdoorlatendheid van 75%. Met praktijkgericht schermen is de standaard schermmethode van de desbetreffende teler aangehouden. Dit betekent dat er geschermd wordt op het moment dat er buiten 600 Watt/m^2 of meer straling gemeten wordt met de Kip-solari-meter. De aansturing van de schermen vond plaats middels de klimaatcomputer van de desbetreffende teler.

Voor de behandeling schermen aan de hand van de fluorescentiemetingen (PPM) is gebruik gemaakt van het schermalgoritme dat in fase 1 (zie hoofdstuk 2) voor roos is opgesteld. Voor deze behandeling is een PPM -meter in de kasafdeling geplaatst op 7 augustus 2002. De firma Priva heeft ervoor gezorgd dat de PPM-meter aangesloten werd op de regeling van de klimaatcomputer. Indien nodig kon de desbetreffende teler deze regeling overrulen door een maximum schermmoment in de klimaatcomputer in te stellen. Hiervan heeft het rozenbedrijf geen gebruik gemaakt.

Per behandeling zijn twee proefvelden aangelegd. Een proefveld bestond uit 20 m^2. De proefvelden zijn, per behandeling, op ¼ en ¾ deel van een kap aangelegd. De kap waar de proefvelden in lagen, bevond zich in het midden van de afdeling. Op deze wijze werd voorkomen dat schaduwwerking en randeffecten van kasopstanden, schermen, gewas en kieren van het scherm tot een minimum beperkt bleven. De proef is uitgevoerd van week 32 tot en met week 40 (2002).

3.2 Accommodatie en teeltgegevens

Dit onderzoek heeft plaats gevonden bij R. van der Arend, Herenwerf 38, 3155 DK te Maasland. De proeven zijn uitgevoerd in twee kasafdelingen van 6800 m^2 groot. Het betrof een Venlo 8 meter traliekas met poothoogte 5 meter en met als kasdek enkelvoudig Europees glas. In de kas is assimilatiebelichting aanwezig met een capaciteit van 10.500 lux. Er is uitgegaan van een vol productief rozengewas, geplant in november 1998. Er staan 7,5 planten per m^2. Het gewas was dus 4 jaar oud en werd geteeld op een preforma teeltsysteem, waarbij watergegeven werd middels een cobra druppelsysteem.

In beide afdelingen is, voor aanvang van de proef, het eventuele aanwezige krijt verwijdert boven de proefvelden. Ten aanzien van de teelthandelingen en overige klimaatinstellingen is er geen verschil aangehouden tussen de beide afdelingen, behalve in de schermaansturing.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

3.3 Waarnemingen

Om na te gaan in hoeverre de schermregiems invloed hebben gehad op het klimaat is in beide afdelingen deze geregistreerd. Verder zijn diverse gegevens van het gewas per kas vastgelegd. Ook de buitenklimaatgegevens, vooral instraling, zijn vastgelegd.

De wijze van schermen heeft direct invloed op de hoeveelheid licht die op het gewas komt. Om deze reden is in beide kassen de gerealiseerde PAR-lichtsom gemeten.

Van de planten zijn de grootte en de leeftijd vastgelegd. Tevens zijn er digitale foto's gemaakt bij aanvang, halverwege de proef (na 4 weken) en aan het einde van de proef (na 8 weken). Gedurende de proefperiode is de productie (aantal stuks en het versgewicht) per proefveld bepaald. Hieruit is het gemiddelde takgewicht berekend.

3.4 Resultaten

3.4.1 Klimaatrealisatie, watergift en bemesting

In bijlage 6 zijn de gerealiseerde teeltgegevens weergegeven. De buitentemperatuur varieerde van 15,4 tot 25,1^{o}C. Gemiddeld was deze tijdens de proefperiode 18,5^{o}C. In de proefafdelingen is een gemiddelde dagtemperatuur van 25,3^{o}C gerealiseerd in de kasafdeling met de standaardbehandeling en 25,4^{o}C in de kas met de PPM-meter. De nachttemperatuur was beduidend lager, 19,8^{o}C in de standaardkas en 19,9^{o}C in de kas met de PPM - meter. De gemiddelde etmaaltemperatuur in de kas waarbij het scherm aangestuurd werd door de PPM -meter was dan ook iets hoger (23,2^{o}C) ten opzichte van de kasafdeling waar het scherm op de standaard manier werd aangestuurd (23,0^{o}C). De verschillen zijn echter gering. De RV lag in de standaardkas, door een iets lagere gerealiseerde temperatuur, gemiddeld iets hoger dan in de kasafdeling met de PPM -meter. Ook hierbij was het verschil echter gering.

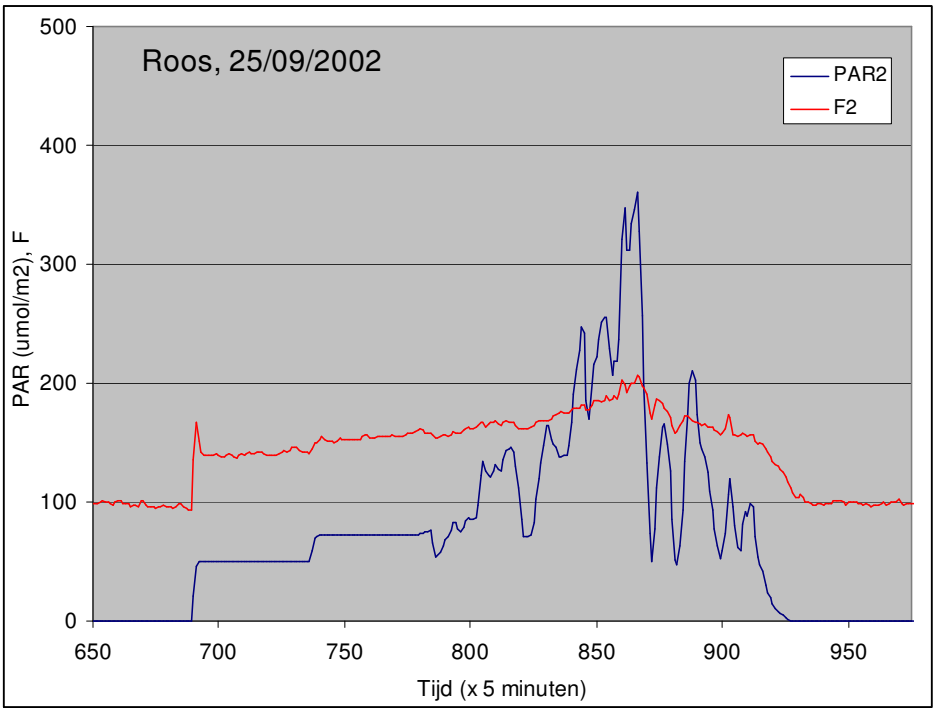
De CO_2-concentratie kwam gemiddeld uit op 603 ppm. Er is gemiddeld 6,24 liter water per m^2 per dag gegeven, waarvan 3,34 liter water per m^2 per dag werd opgenomen (drain lag gemiddeld op 46,2%). Er is water met een pH van 4,9 gegeven en een EC van gemiddeld 1,46 mS/cm. Er is hierbij geen onderscheidt gemaakt tussen de twee kasafdelingen. De EC-drain kwam gemiddeld uit op 1,80 mS/cm.

3.4.2 Schermaansturing met de PPM-meter bij roos

De schermaansturing bij Roos met de PPM -meter verliep goed. Het scherm reageerde duidelijk op stress situaties. Omdat het scherm erg vaak open en dicht ging is vanaf eind juli besloten een vertraging van 30 minuten aan te brengen op het openen van het scherm. Hierna verliep het schermen duidelijk rustiger.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400



Figuur 4 - Dagcyclus van een bewolkte zomerse dag

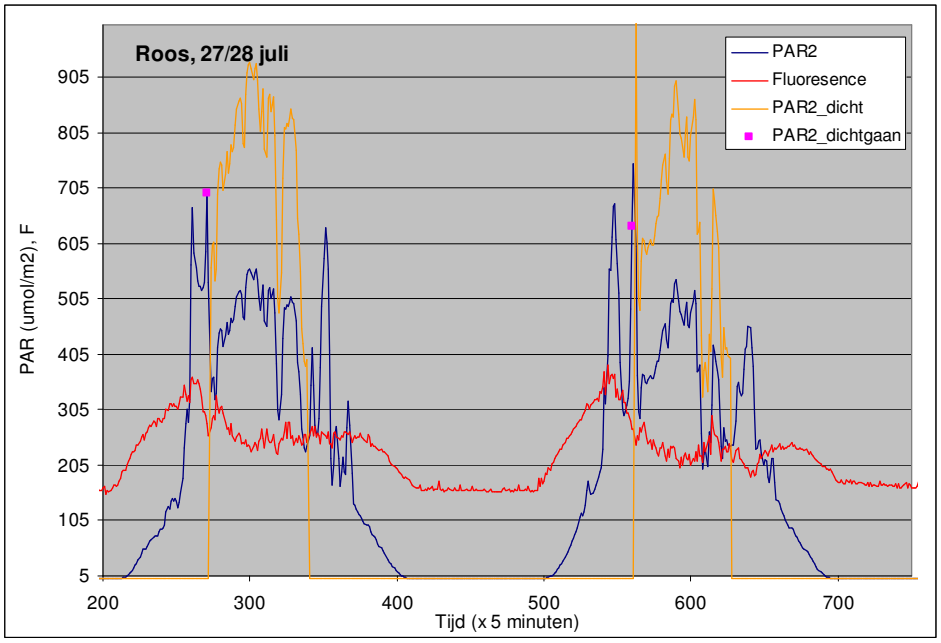
In figuur 4 is een voorbeeld van metingen aan roos op een bewolkte zomerse dag tijdens de praktijkproef roos weergegeven. De grafiek toont de PAR en de fluorescentie zoals gemeten op 25 september 2002. Het was een dag met matig licht, zonder aanleiding tot stress. De correlatie tussen de gemeten PAR en de fluorescentie is duidelijk. Duidelijk herkenbaar is het moment waarop de lampen aangaan, het PAR niveau neemt stapsgewijs toe. Opvallend hierbij is de fluorescentie piek als de lampen in de kas aangaan. Het ontbreken van stress volgt zowel uit de lage PAR waarde, als uit het vergelijkbare verloop van fluorescentie en PAR.

In figuur 5 is een voorbeeld van metingen aan roos met stress op een zomerse dag tijdens de praktijkproef roos weergegeven. De grafiek toont de PAR en de fluorescentie gedurende de dagen 27 en 28 juli 2002. Het moment waarop het scherm op basis van de PPM meting wordt aangestuurd wordt aangegeven door een paarse stip ($PAR_{aanvang}$). Op dit moment neemt de fluorescentie af terwijl de PAR toeneemt. De gemeten PAR gaat dan uiteraard omlaag, de sensor bevindt zich dan onder het scherm. Omdat de schermende werking bekend is, kan de PAR boven het doek berekend worden. Dit is nodig om aan te kunnen geven wanneer het scherm weer open kan. Tijdens het schermen is de PAR boven het doek aangegeven met een oranje lijn. Deze wordt alleen gegeven als het scherm aangestuurd wordt. Het scherm mag weer open indien de PAR boven het scherm beneden $PAR_{aanvang}$ zakt. Dit gebeurt in bovenstaande gevallen aan het eind van de dag, als de oranje lijn naar nul gaat.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

De gemeten PAR blijft enige tijd na het openen van het scherm aan de lage kant. De reden hiervoor is dat de klimaat computer het doek langer dichthoud (vertraging).

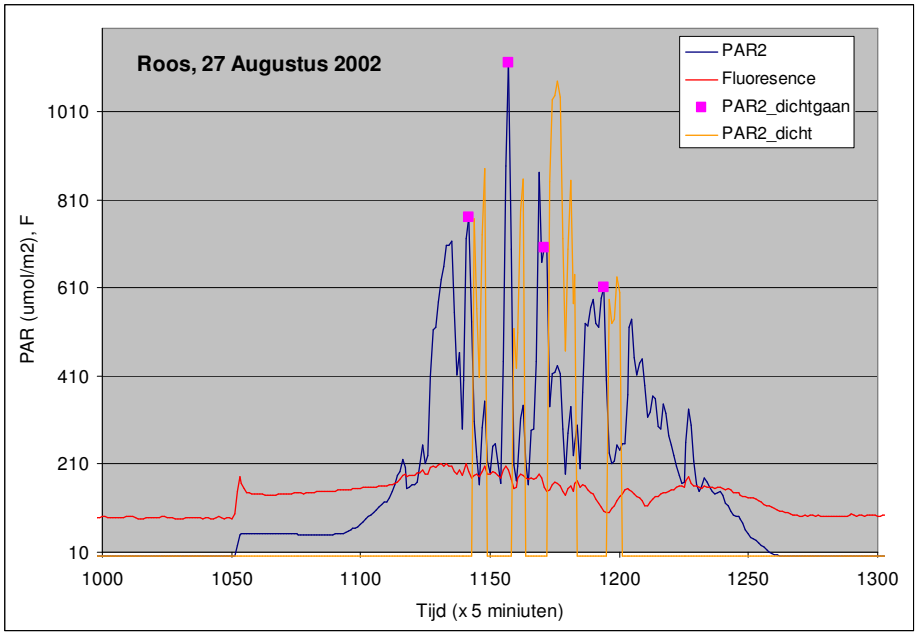


Figuur 5 - Dagcyclus van twee zonnige dagen

In figuur 6 is een ander voorbeeld van metingen aan roos met stress, tijdens de praktijkproef roos weergegeven. De grafiek toont de PAR en de fluorescentie van 27 augustus 2002 op een wisselend bewolkte dag. Het scherm wordt herhaaldelijk open en dicht gedaan op basis van de PPM meting. De scherm aansturingmomenten zijn aangegeven met de paarse vierkanten. Deze geven het lichtniveau waarop het scherm is gesloten. Het scherm zal weer open gaan als de PAR buiten scherm (oranje lijn) onder dit niveau zakt. Merk op dat dit niet altijd op gaat omdat het scherm minimaal 30 minuten dicht blijft. Opgemerkt wordt verder dat de tuinder in deze periode gebruik maakt van kunstmatige belichting aan het begin van de dagcyclus. Dit is te herkennen aan de stapsgewijze toename van het lichtniveau.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400



Figuur 6 - Dagcyclus van een wisselend bewolkte dag

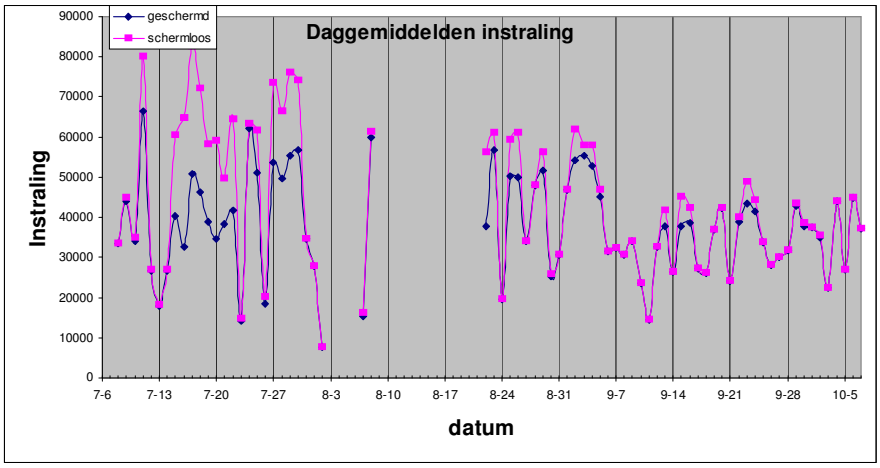
3.4.3 Instraling en schermmomenten

Om de meetgegevens over de periode vanaf 7 augustus 2002 tot en met 22 september 2002 te analyseren zijn een aantal daggemiddelden berekend: De instralingsom bij toepassing van de PPM -meter en de instralingsom als er niet geschermd zou zijn (figuur 7) en het gemiddelde stralingsniveau waarop is overgegaan tot schermen met de PPM -meter (figuur 8).

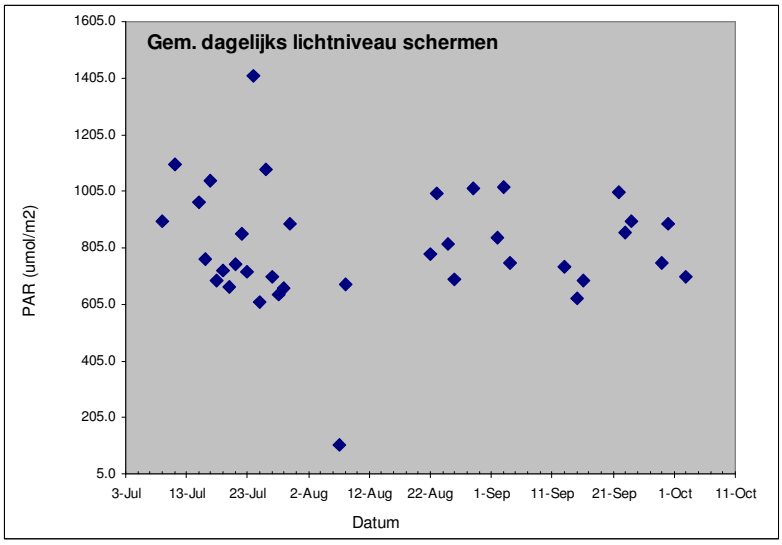
Duidelijk is te zien in figuur 8 dat het instralingniveau waarop geschermd wordt sterk verschild. Vooral in het begin van de proef (midzomer) is er uiteraard veel geschermd.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400



Figuur 7 - Instraling met en zonder schermaansturing door PPM



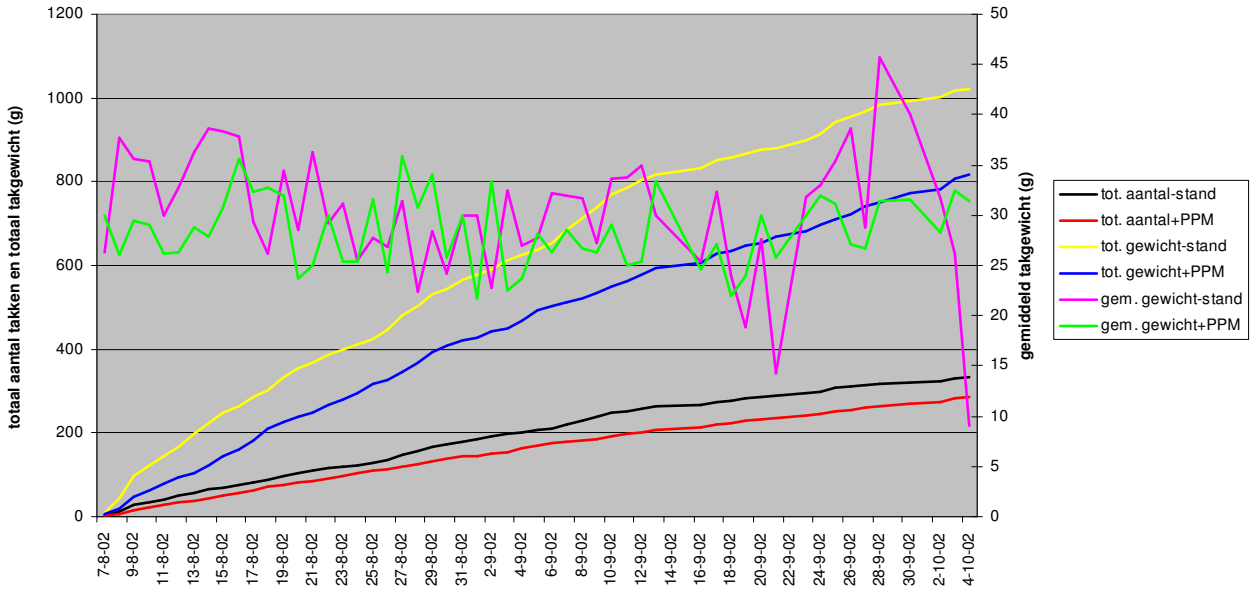
Figuur 8 - Instralingsniveau schermmoment aangestuurd door PPM-meter

3.4.4 Productie in aantal stuks en gewicht

De praktijkproef heeft 8 weken geduurd. Gedurende de proefperiode is de productie (aantal stuks) per proefveld bepaald en is het versgewicht bepaald. In figuur 9 is het aantal geoogste rozen en het totale gewicht cumulatief per behandeling weergegeven. Tevens is het gemiddelde takgewicht per behandeling weergegeven.

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

De tellingen van de eerste 4 weken van de proef dienen als voortellingen ofwel nulmeting. Dit is gedaan omdat de invloed van teeltomstandigheden bij de teelt van rozen pas na 4 weken invloed hebben op de productie.



Figuur 9 - Totaal aantal geoogste rozen in aantal en gewicht en gemiddeld takgewicht per behandeling

Uit figuur 9 blijkt dat de productiecijfers de eerste weken van de proef bij de standaardbehandeling sneller op lopen dan bij de behandeling schermen aan de hand van de PPM – meter. In het tweede deel van de proef lopen deze lijnen evenwijdig / parallel. Dit is ongeveer vier weken na de start van de proef. Dat de lijnen parallel lopen, betekent dat in deze periode de productie in beide afdelingen vergelijkbaar is.
Ten aanzien van het gemiddelde gewicht per roos per dag blijkt dat het gewicht per roos aan het begin van de proef op 7 augustus een verschil per behandeling geeft. Rozen geteeld in het teeltvak, waar de PPM – meter geplaatst is, hebben een takgewicht van circa 30 gram per tak en rozen geteeld in het teeltvak, waar op traditionele manier geteeld wordt, hebben een takgewicht van 35 gram per tak. Het takgewicht is vrij grillig en varieert tussen de 15 en 45 gram per steel. Er zijn grote verschillen per oogstdatum.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

4 Praktijkproef Schefflera arboricola CV Compacta

4.1 Proefopzet

Dit onderzoek is uitgevoerd met Schefflera arboricola op een potplantenbedrijf in de praktijk. De proef is uitgevoerd in twee vergelijkbare afdelingen voor wat betreft kasdek, schermen, teeltsysteem en watergeefsysteem. Er zijn twee proefbehandelingen gegeven:

- Standaard (praktijkgericht) schermen
- Schermen aan de hand van de fluorescentiemetingen (PPM)

Per kasafdeling is een schermbehandeling aangehouden. In beide kasafdelingen ligt er een LS 15 schermdoek. Dit schermdoek heeft een lichtdoorlatendheid van 50 %. Met praktijkgericht schermen is de standaard schermmethode van de desbetreffende teler aangehouden. Dit betekent dat er geschermd is op het moment dat er buiten 35 Klux / m^2 (= 278 Watt/m^2) licht gemeten wordt. De aansturing van de schermen vond plaats middels de klimaatcomputer van de desbetreffende teler.

Voor de behandeling schermen aan de hand van de fluorescentiemetingen is gebruik gemaakt van het schermalgoritme dat in fase 1 (zie hoofdstuk 2) voor Schefflera is opgesteld. Voor deze behandeling is een PPM-meter in de kasafdeling geplaatst op 7 augustus 2002. De firma Priva heeft ervoor gezorgd dat de PPM-meter aangesloten werd op de regeling van de klimaatcomputer. Indien nodig kon de desbetreffende teler deze regeling overrulen door een maximum schermmoment in de klimaatcomputer in te stellen. Dit is ingesteld op 40 Klux / m^2 (= 317 Watt/m^2). Per behandeling zijn twee proefvelden aangelegd. Een proefveld bestond uit 100 geselecteerde planten. De proefvelden zijn, per behandeling, op ¼ en ¾ deel van een kap aangelegd. De kap waar de proefvelden in lagen, bevond zich in het midden van de afdeling. Op deze wijze werd voorkomen dat schaduwwerking en randeffecten van kasopstanden, schermen, gewas en kieren van het scherm tot een minimum beperkt bleven.

De proef is uitgevoerd van week 32 tot en met week 42. De totale proeftijd bedroeg 11 weken.

4.2 Accommodatie

Deze proef heeft plaats gevonden bij W. van der Knaap, Lange Broekweg 68, 2671 DW te Naaldwijk. De proeven zijn uitgevoerd in twee kasafdelingen; één van 1500 m^2 en één van 4000 m^2 groot. Het betrof een 8 meter hoogbouwkas met doorlopende nokluchting met als kasdek enkelvoudig Europees glas. Het gewas (35 cm hoog, cv. 'Compacta') werd geteeld op een betonvloer, waarbij watergegeven werd middels een eb - vloedsysteem.

Ten aanzien van de teelthandelingen en overige klimaatinstellingen is er geen verschil aangehouden tussen de beide afdelingen

Er is uitgegaan van een halfwas gewas van 35 cm hoog, dat op eindafstand stond (12 per m^2).

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

4.3 Waarnemingen

Om na te gaan in hoeverre de schermregiems invloed hebben gehad op het klimaat is in beide afdelingen deze geregistreerd. Verder zijn diverse gegevens van het gewas (plantdatum, plantafstand e.d.) per kas vastgelegd. Ook de buitenklimaatgegevens, vooral instraling, zijn vastgelegd.

De wijze van schermen heeft direct invloed op de hoeveelheid licht die op het gewas komt. Om deze reden is in beide kassen de gerealiseerde PAR-lichtsom gemeten.

Van de planten zijn de grootte en de leeftijd vastgelegd. Tevens zijn er digitale foto's gemaakt bij aanvang, halverwege de proef en aan het einde van de proef. Gedurende de proefperiode is de lengte toename bepaald. In elk proefveld zijn 20 planten voorzien van een meetstok. Bij de start van de proef, is de beginlengte van de planten gemeten. Gedurende de teelt, halverwege en aan het einde, is nogmaals de lengte gemeten. Hierbij werden de planten niet aangeraakt. Aan het eind van de proef is tevens het versgewicht en het drooggewicht bepaald.

4.4 Resultaten

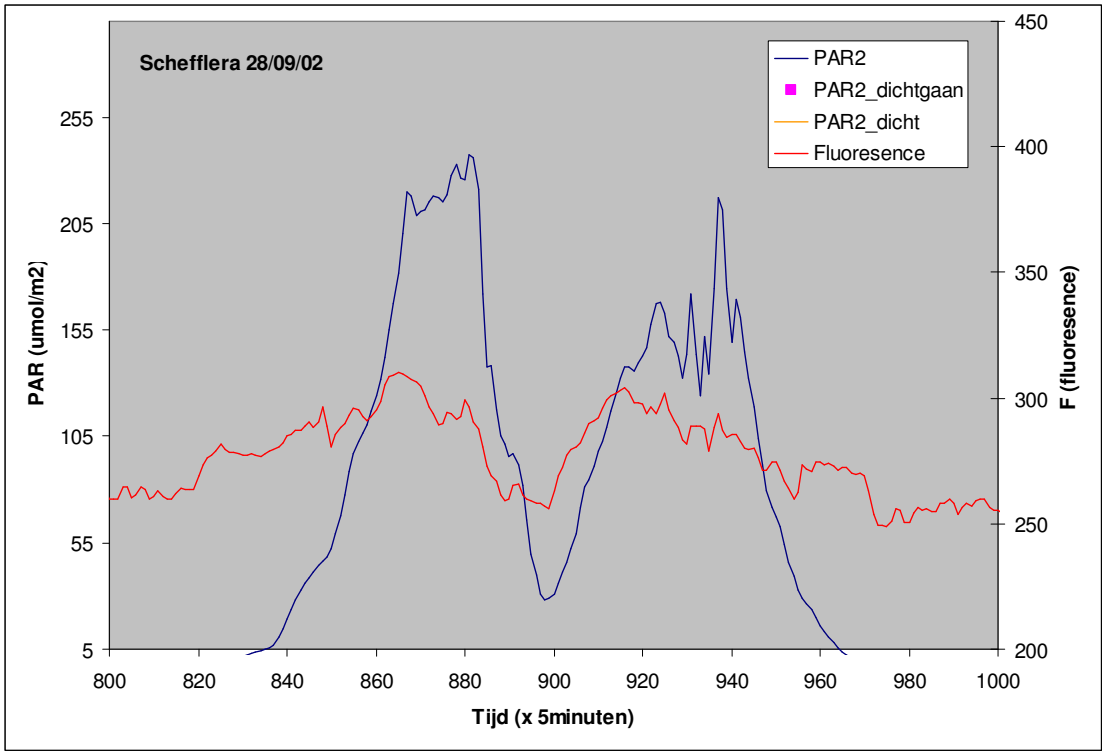
4.4.1 Klimaatrealisatie

In bijlage 7 zijn de gerealiseerde kasklimaatgegevens weergegeven. In de proefafdelingen is een gemiddelde etmaaltemperatuur van 21,5°C gerealiseerd in de kasafdeling met de standaardbehandeling en 21,7°C in de kas met de PPM – meter. De RV lag in de standaardkas gemiddeld op 78,8% en in de kasafdeling met de PPM – meter op 76,0%. De verschillen zijn zeer gering.
Het aantal uren dat het schermdoek dicht gestuurd wordt is, is voor de standaardkas gemiddeld 12,4 uur per week en voor de kas met de PPM – meter 18,2 uur. Dit verschil is beduidend groter.

4.4.2 Schermsturing met PPM – meter bij Schefflera

In figuur 10 is een voorbeeld van metingen op een bewolkte zomerse dag (28 september 2002) tijdens de praktijkproef Schefflera weergegeven. De grafiek toont de PAR in relatie tot de fluorescentie. Het was een dag met matig licht, zonder aanleiding tot stress. De correlatie tussen PAR en de fluorescentie is duidelijk. Het ontbreken van stress volgt uit het eenduidige verloop van de fluorescentie ten opzichte van de hoeveelheid PAR.

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

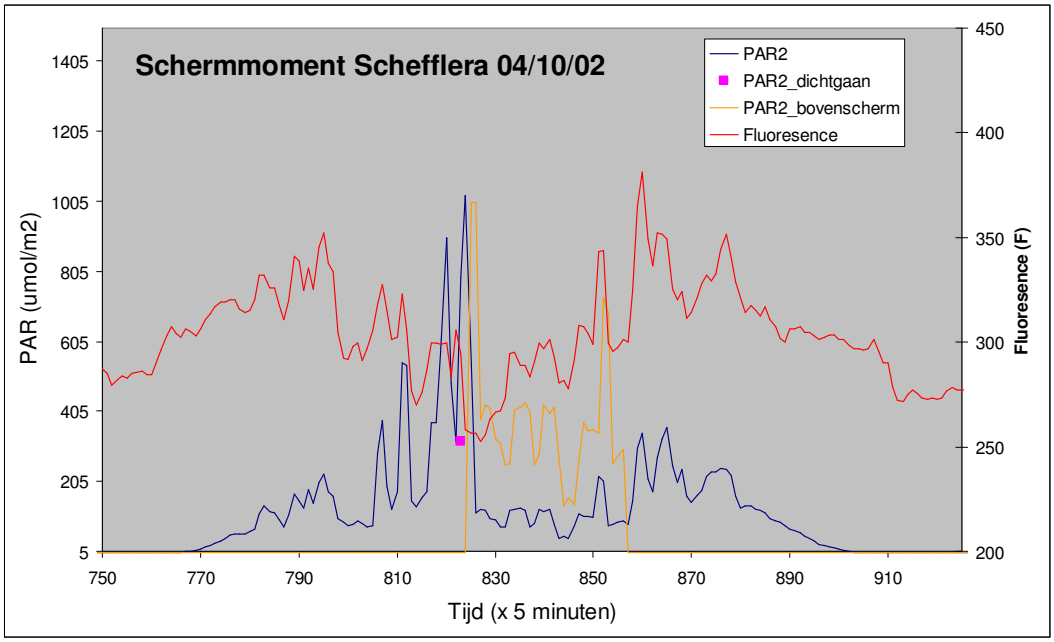


Figuur 10 – Dagcyclus van een bewolkte dag.

In figuur 11 is een voorbeeld van metingen aan Schefflera met stress op een zomerse dag tijdens de praktijkproef Schefflera weergegeven. De grafiek toont de PAR en de fluorescentie op 4 oktober 2002. Het moment waarop het scherm op basis van de PPM – meting wordt aangestuurd, wordt aangegeven door een paarse stip ($PAR_{aanvang}$). Op dit moment neemt de fluorescentie af terwijl de PAR toeneemt. De gemeten PAR gaat dan uiteraard omlaag. De sensor bevindt zich immers onder het scherm. Omdat het schermpercentage bekend is, kan de PAR boven het doek berekend worden. Dit is nodig om aan te kunnen geven wanneer het scherm weer open kan. Tijdens het schermen is de PAR boven het doek aangegeven met een oranje lijn. Deze wordt alleen gegeven als het scherm aangestuurd wordt. Het scherm mag weer open indien de PAR boven het scherm beneden $PAR_{aanvang}$ zakt. Dit gebeurt in bovenstaande gevallen aan het eind van de dag, als de oranje lijn naar nul gaat. De gemeten PAR blijft enige tijd na het openen van het scherm aan de lage kant. De reden hiervoor is dat de klimaat computer het doek langer dichthoud (vertraging).

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400



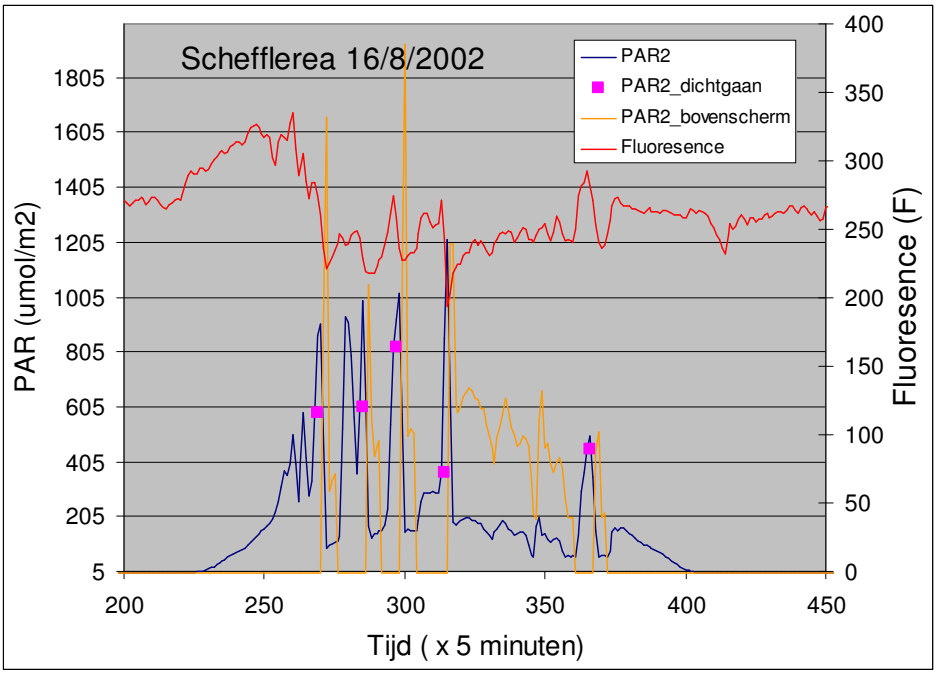
Figuur 11 - Dagcyclus van een zonnige dag

In figuur 12 is een voorbeeld van metingen aan Schefflera met stress tijdens de praktijkproef Schefflera weergegeven. De grafiek toont de PAR en de fluorescentie van 16 augustus 2002 op een wisselend bewolkte dag. Het scherm wordt herhaaldelijk open en dicht gedaan op basis van de PPM meting. De scherm aansturingmomenten zijn aangegeven met de paarse vierkanten. Deze geven het lichtniveau waarop het scherm is gesloten. Het scherm zal weer open gaan als de PAR buiten scherm (oranje lijn) onder dit niveau zakt.

De schermaansturing bij Schefflera met de PPM – meter verliep goed. Het scherm reageerde duidelijk op stress situaties (afname fluorescentie). Een voordeel hierbij is dat de tuinder niet schroomt de instellingen van de klimaatcomputer zo te zetten dat pas bij relatief hoge instraling het scherm wordt gesloten. Er is veel meer geschermd op basis van de PPM metingen dan op basis van de standaardbehandeling.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400



Figuur 12 – Dagcyclus van een afwisselend bewolkte dag

4.4.3 Instraling en schermmomenten

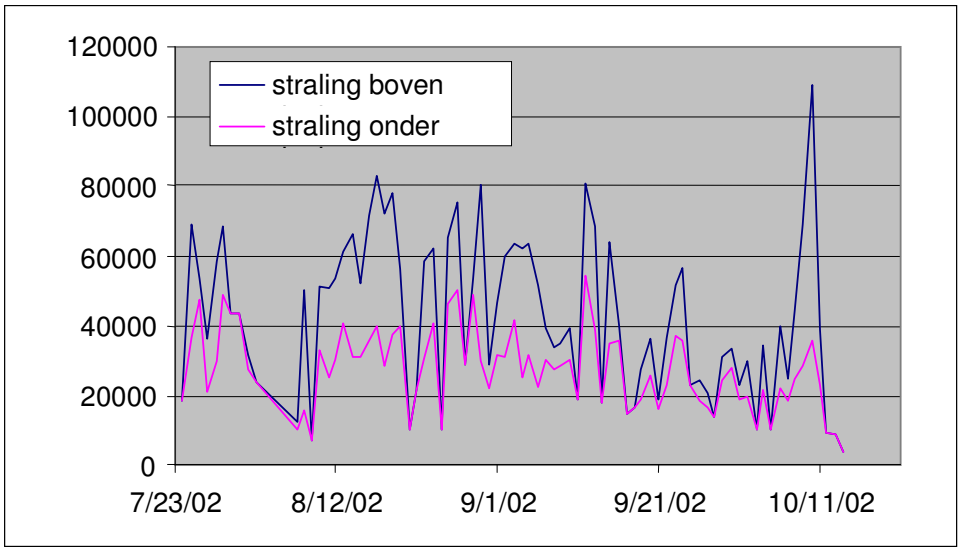
Om de meetgegevens over de gehele periode 7/08/2002 tot en met 14/10/2002 teanalyseren zijn een aantal daggemiddelden berekend: De instralingsom, de instralingsom als er niet geschermd zou zijn, en het gemiddelde stralingsniveau waarop is overgegaan tot schermen.

De momenten waarop op basis van de PPM het scherm werd aangestuurd varieerden. Hier zijn geen patronen in herkend. Wel was duidelijk dat het ontstaan van stress niet alleen van het stralingsniveau afhangt. Indien de uitersten buiten beschouwing worden gehouden, dan is de variatie in stralingsniveau's waarop geschermd wordt nog vrij groot; tussen de 350 en 800 umol/m2. Figuur 13 geeft alle gemeten PAR waarden aan juist voordat het scherm werd dichtgetrokken op basis van de PPM-meter. N geeft in figuur 13 aan het nummer van de meting, waarbij de metingen geordend zijn op stralingsniveau, waarop stress werd onderkend.

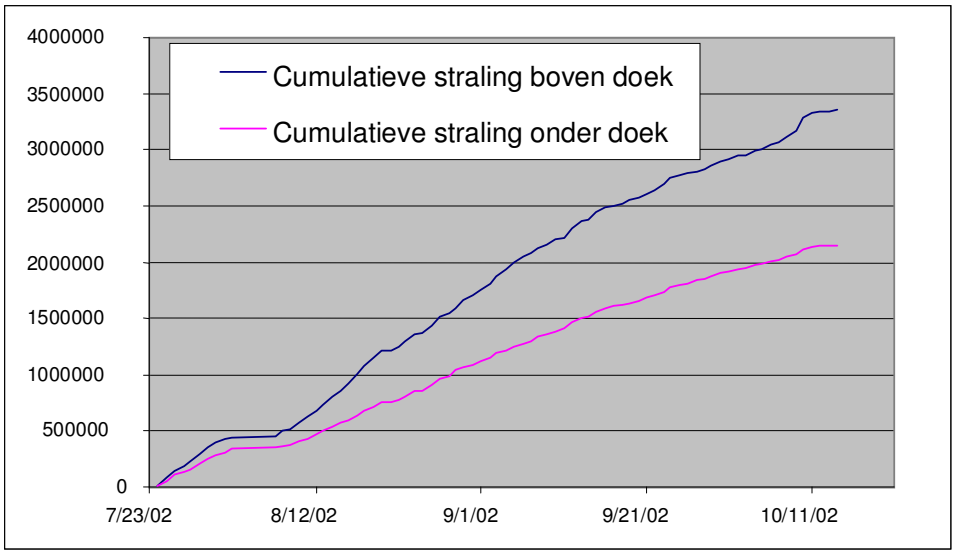
Figuur 13- Verdeling PAR waarden juist voor schermaansturing op basis van de PPM-meter

Uit de instraling in de kas, zoals gemeten met de PPM meter, is de instraling zonder scherm te berekenen; er van uitgaande dat het scherm aangestuurd is conform het schermadvies van de PPM meter. Deze instralingswaarden zijn weergegeven in figuur 14. Het blijkt in ieder geval dat de PPM meter regelmatig een schermadvies heeft gegeven. Uit de gegevens uit de klimaatcomputer van de tuinder bleek, dat er gemiddeld 18,2 uur per week op basis van de PPM meter is geschermd, tegenover 12,4 uur op basis van de standaard regeling. Kijken we naar de cumulatieve instraling over de periode onder en boven doek (figuur 15), dan valt op dat de cumulatieve instraling onder het doek een rustig verloop heeft.

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400



Figuur 14- Instralingswaarden. Paarse lijn: de waarde onder het doek bij schermen op basis van de PPM meter (is straling gemeten onder het schermdoek). Blauwe lijn: de berekende ongeschermde waarde boven het schermdoek.



Figuur 15- Cumulatieve instraling geschermd en ongeschermd

4.4.4 Lengtemeting

De praktijkproef heeft 11 weken geduurd. Gedurende de proefperiode is de lengte van de proefplanten gemeten per proefveld. In tabel 2 is de gemiddelde groei in centimeters per week, per periode weergegeven. Periode 1 liep van week 32 tot week 39 en periode 2 van week 39 tot week 42. Er is geen duidelijk verschil gevonden tussen de behandelingen.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Tabel 2- Gemiddelde groei in centimeters per week

Behandeling	Gemiddelde groei in	centimeters per week	
	Periode 1	Periode 2	Totale proef-periode
Controle	4,04	3,68	3,89
PPM – meter	3,20	4,10	3,58

4.4.5 Vers - en drooggewicht

De praktijkproef heeft 11 weken geduurd. Aan het eind van de proefperiode is het versgewicht, het drooggewicht en het percentage droge stof van de proefplanten per proefveld bepaalt. In tabel 3 is het versgewicht, het drooggewicht en het percentage droge stof van de proefplanten per behandeling weergegeven. Er is geen duidelijk verschil gevonden.

Tabel 3- Het versgewicht (gram), het drooggewicht (gram) en het percentage droge stof (%) van de proefplanten

Behandeling	Versgewicht (gram)	Drooggewicht (gram)	Percentage
Controle	185,6	25,22	13,53
PPM – meter	169,5	24,16	14,42

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

5 Praktijkproef Guzmania 'Ostara'

5.1 Proefopzet

Dit onderzoek is uitgevoerd met de guzmaniacultivar 'Ostara' op een vermeerderingsbedrijf van bromeliaceae. De proef is uitgevoerd in twee vergelijkbare afdelingen voor wat betreft kasdek, schermen, teeltsysteem en watergeefsysteem. Er zijn twee proefbehandelingen gegeven:

- Standaard (praktijkgericht) schermen
- Schermen aan de hand van de fluorescentiemetingen (PPM)

Per kasafdeling is een schermbehandeling aangehouden. In beide kasafdelingen liggen er twee schermdoeken. Het ene schermdoek (LS 10) heeft een lichtdoorlatendheid van 90%, het andere schermdoek (LS 16) heeft een lichtdoorlatendheid van 60%. Met praktijkgericht schermen is de standaard schermmethode van de desbetreffende vermeerderaar aangehouden, dit betekent het volgende:

- 1e stap: stralingshoeveelheid boven 300 Watt/m^2, dan gaat het LS 10 schermdoek voor 100% dicht.
- 2e stap: stralingshoeveelheid boven 400 Watt/m^2, dan gaat het LS 16 schermdoek voor 90% dicht en gaat het LS 10 schermdoek open tot 15% dicht.
- 3e stap: stralingshoeveelheid boven 500 Watt/m^2, dan gaat LS 16 schermdoek voor 100% dicht en gaat LS 10 schermdoek voor 90% dicht.

De genoemde waarden zijn gebaseerd op straling buiten gemeten met behulp van een Kip-solari-meter. Op het dek is in beide afdelingen niet gekrijt, wat niet standaard is in deze teelt, maar in dit geval is geschermd met 2 doeken. De aansturing van de schermen vond plaats middels de klimaatcomputer van de desbetreffende vermeerderaar.

Voor de behandeling schermen aan de hand van de fluorescentiemetingen (PPM) is gebruik gemaakt van het schermalgoritme dat in fase 1 (zie hoofdstuk 2) voor Guzmania is opgesteld. Omdat het hier twee schermen betreft, is ook hier een stappenplan gemaakt en wel als volgt:

- 1e stap: PPM meter stuurt het LS 10 schermdoek voor 100% dicht.
- 2e stap: PPM meter stuurt het LS 16 schermdoek tot 90% dicht en stuurt het LS 10 schermdoek open tot 15% dicht.
- 3e stap: PPM meter stuurt LS 10 schermdoek tot 90% dicht (LS 16 schermdoek is al 90% dicht)
- 4e stap: Het LS 16 schermdoek gaat tot 100% dicht, wanneer de instraling boven de 500 Watt/m^2 is (buiten gemeten met behulp van Kip-solari-meter)

Voor deze behandeling is een PPM -meter in de kasafdeling 18 geplaatst op 24 april 2003. De firma Priva heeft ervoor gezorgd dat de PPM-meter aangesloten werd op de regeling van de klimaatcomputer. Indien nodig kon de desbetreffende vermeerderaar deze regeling overrulen door een maximum schermmoment in de klimaatcomputer in te stellen. Dit maximum is gesteld op voornoemde 500 Watt/m^2.

Per behandeling zijn twee proefvelden aangelegd. Een proefveld bestond uit 100 planten. De proefvelden zijn, per behandeling op een tafel aangelegd. De kap waar de proefvelden in lagen, bevond zich in het midden van de afdeling. Op deze wijze werd voorkomen dat schaduwwerking en randeffecten van kasopstanden, schermen, gewas en kieren van het

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

scherm tot een minimum beperkt bleven. De proef is uitgevoerd van week 17 tot en met week 34 (2003).

5.2 Accommodatie en teeltgegevens

Dit onderzoek heeft plaats gevonden bij Corn. Bak B.V., Dorpsstraat 11B, 1566 AA te Assendelft. De proeven zijn uitgevoerd in twee kasafdelingen één van 102 m^2 groot (afdeling 17) en één van 68 m^2 groot (afdeling 18). Het betreft een breedkapper 9,60 meter traliekas met poothoogte 4 meter, vakmaat 4,25 meter en met als kasdek enkelvoudig Europees glas. In de kas is geen assimilatiebelichting aanwezig. Er zijn halfwasplanten van de cultivar Guzmania 'Ostara' aangekocht bij P.van Winden, Bagijneland 28, 2691 NC 's – Gravenzande. We zijn gestart met 35 planten per m^2 en in week 26 zijn de planten uitgezet op 15 planten per m^2. Gedurende de proef zijn de planten niet begast. De planten staan op tafels. De planten krijgen van bovenaf water en voeding.

In beide afdelingen is, voor aanvang van de proef, het eventuele aanwezige krijt verwijderd. Ten aanzien van de teelthandelingen en overige klimaatinstellingen is er geen verschil aangehouden tussen de beide afdelingen, behalve in de schermaansturing.

5.3 Waarnemingen

Om na te gaan in hoeverre de schermregiems invloed hebben gehad op het klimaat is in beide afdelingen deze geregistreerd. Verder zijn diverse gegevens van het gewas per proefveld vastgelegd. Ook de buitenklimaatgegevens, vooral instraling, zijn vastgelegd.

De wijze van schermen heeft direct invloed op de hoeveelheid licht die op het gewas komt. Om deze reden is in beide kassen de gerealiseerde PAR-lichtsom gemeten.

Van de planten zijn de grootte en de leeftijd vastgelegd. Tevens zijn er digitale foto's gemaakt bij aanvang, halverwege de proef (na 8 weken) en aan het einde van de proef (na 16 weken). Op hetzelfde moment is het versgewicht en het drooggewicht van een tiental planten per proefveld bepaald.

5.4 Resultaten

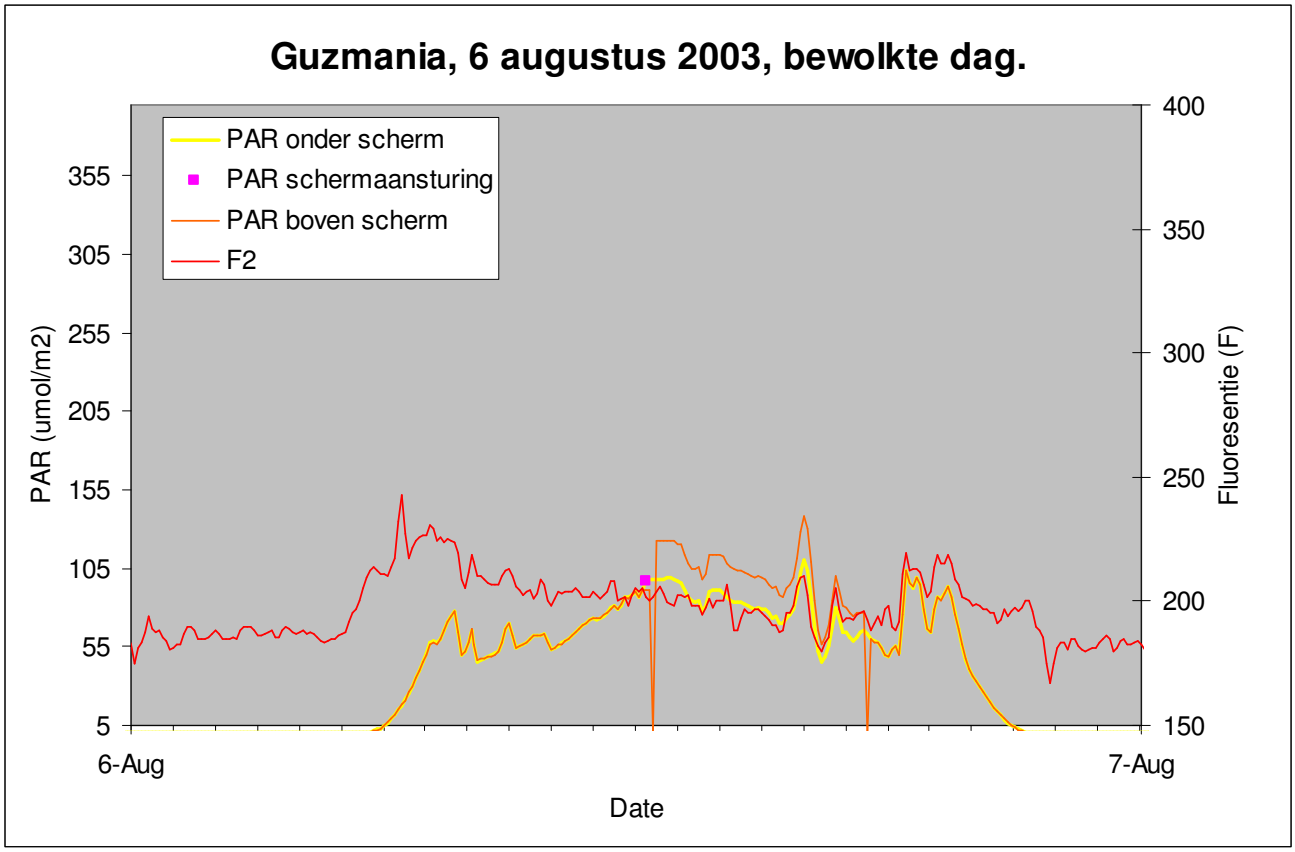
5.4.1 Klimaatrealisatie.

In bijlage 9 zijn de gerealiseerde teeltgegevens weergegeven. De buitentemperatuur varieerde van 11,6 tot 21,4°C. Gemiddeld was deze tijdens de proefperiode 16,8°C. De gemiddelde etmaaltemperatuur in de kas waarbij het scherm aangestuurd werd door de PPM -meter was iets hoger (24,0°C) ten opzichte van de kasafdeling waar het scherm op de standaard manier werd aangestuurd (23,4°C). De verschillen zijn echter gering. De RV lag in de standaardkas, door een iets lagere gerealiseerde temperatuur, gemiddeld iets hoger (66,0 %) dan in de kasafdeling met de PPM –meter (64,8 %). Ook hierbij was het verschil echter gering.

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

5.4.2 Schermaansturing met de PPM-meter bij Guzmannia

De schermaansturing bij Guzmania met de PPM -meter verliep goed. De schermen reageerden duidelijk op stress situaties.



Figuur 16 - Dagcyclus van een bewolkte zomerse dag.

De zomer van 2003 was overwegend zonnig. Er is tijdens de proef nauwelijks een dag geweest waarop niet geschermd is. In figuur 16 is een voorbeeld van metingen aan Guzmannia op een bewolkte zomerse dag tijdens de praktijkproef weergegeven. De grafiek toont de PAR en de fluorescentie zoals gemeten op 6 augustus 2003. Het was een dag met matig licht, zonder aanleiding tot stress. De correlatie tussen de gemeten PAR en de fluorescentie is duidelijk. Het ontbreken van stress volgt zowel uit de lage PAR waarde, als uit het eenduidige verloop van fluorescentie en PAR. Ondanks dit is toch het eerste scherm (LS 10) dichtgetrokken.

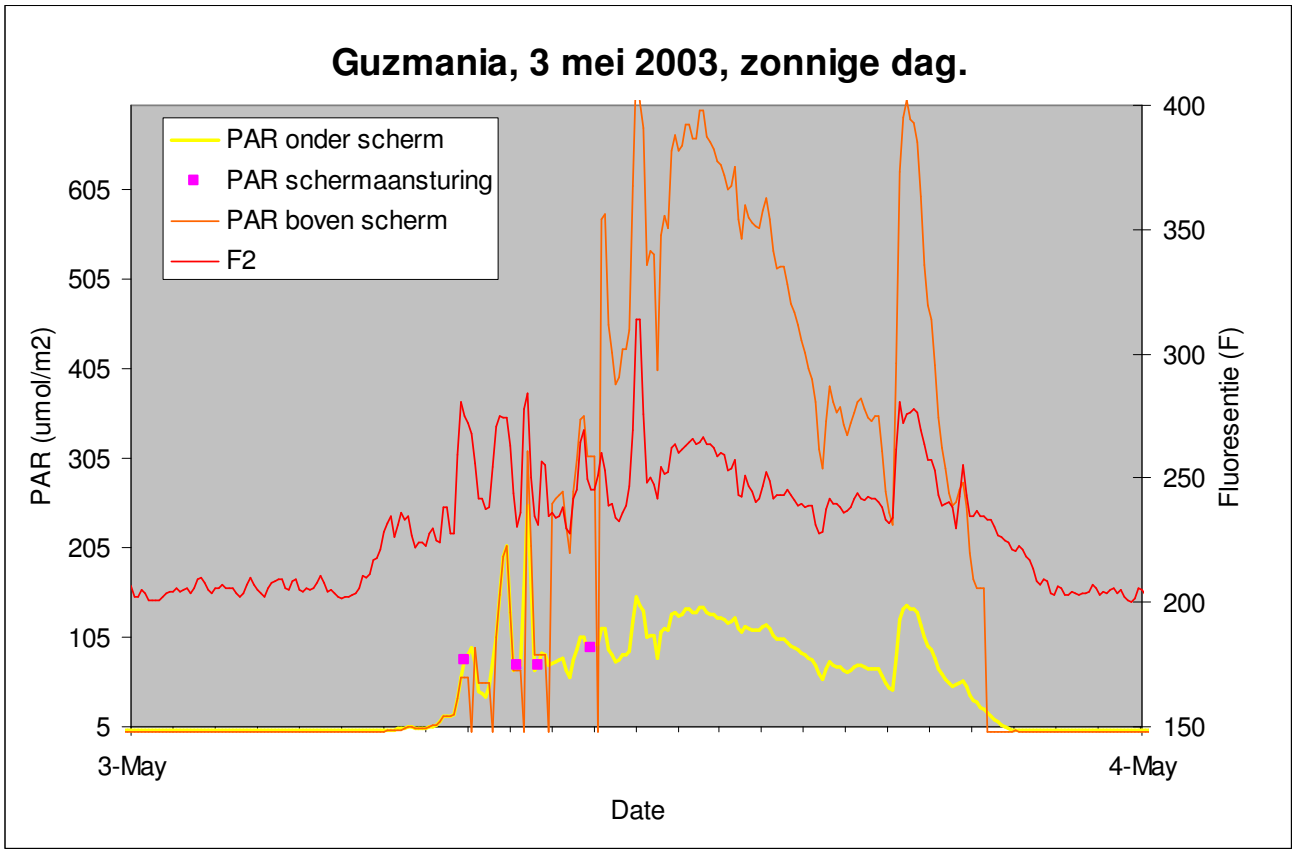
In figuur 17 is een voorbeeld van metingen aan Guzmannia met stress op een zomerse dag tijdens de praktijkproef weergegeven. De grafiek toont de PAR en de fluorescentie zoals gemeten op 3 mei 2003. Het moment waarop het scherm op basis van de PPM meting wordt aangestuurd wordt aangegeven door een paarse stip ($PAR_{aanvang}$). Op dit moment

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

neemt de fluorescentie af terwijl de PAR toeneemt. De gemeten PAR gaat dan uiteraard omlaag, de sensor bevindt zich dan onder het scherm. Omdat de schermende werking bekend is, kan de PAR boven het doek berekend worden. Dit is nodig om aan te kunnen geven wanneer het scherm weer open kan. Tijdens het schermen is de PAR boven het doek aangegeven met een oranje lijn. Deze wordt alleen gegeven als het scherm aangestuurd wordt. Het scherm mag weer open indien de PAR boven het scherm beneden $PAR_{aanvang}$ zakt. Dit gebeurt in bovenstaande gevallen aan het eind van de dag, als de oranje lijn naar nul gaat.
3 mei 2003 wordt gekenmerkt door een gestage toe en afname van de instraling. Vroeg op de dag gaat het eerste scherm korte tijd dicht, enige tijd later worden de schermen één voor één dichtgetrokken. Aan het einde van de dag gaan de schermen weer één voor één open.

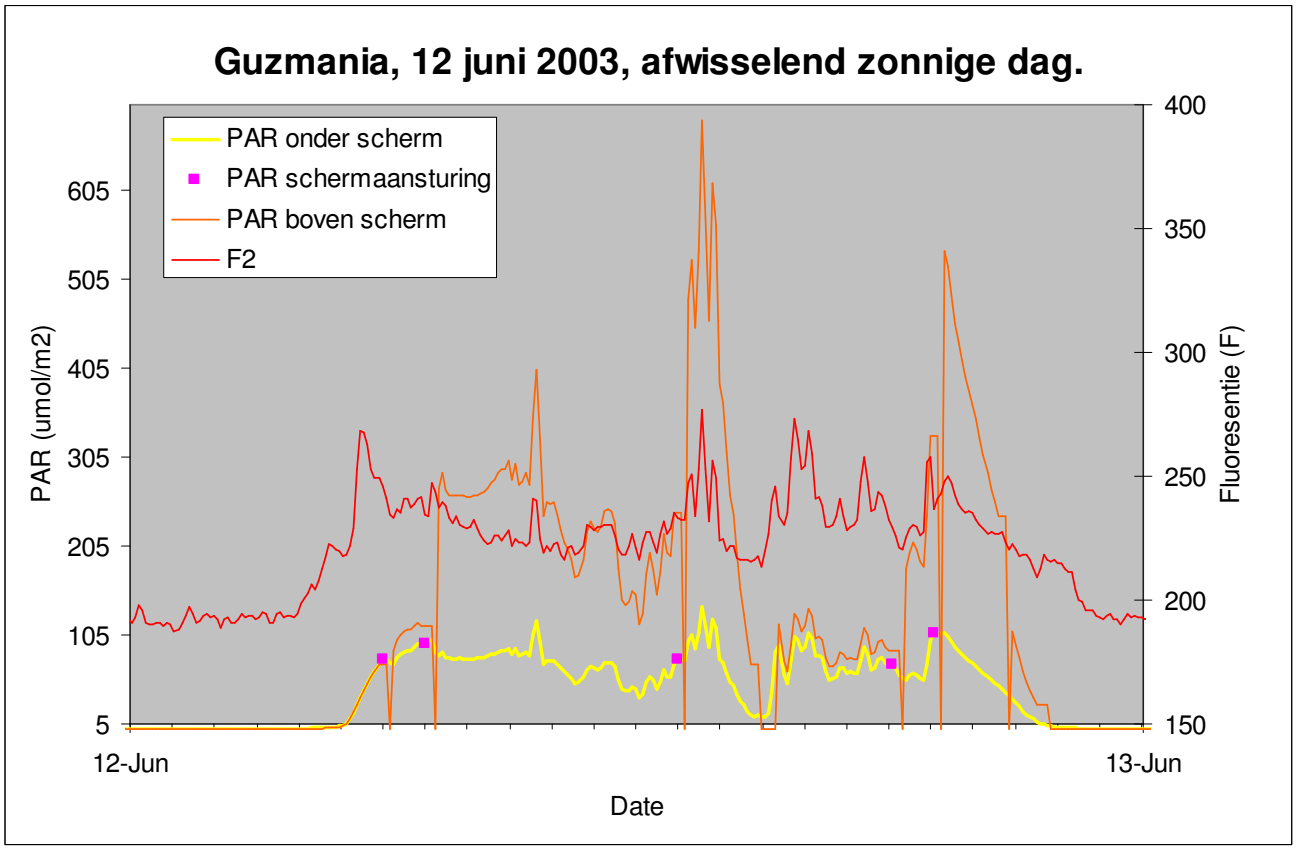
De gemeten PAR blijft enige tijd na het openen van het scherm aan de lage kant. De reden hiervoor is dat de klimaat computer het doek langer dichthoud (vertraging).



Figuur 17 - Dagcyclus van een zonnige dag

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

In figuur 18 is een voorbeeld van metingen aan Guzmannia met stress, tijdens de praktijkproef weergegeven. De grafiek toont de PAR en de fluorescentie op 12 juni 2003, een wisselend bewolkte dag. Het scherm wordt herhaaldelijk open en dicht gedaan op basis van de PPM meting. De scherm aansturingmomenten zijn aangegeven met de paarse vierkanten. Deze geven het lichtniveau waarop het scherm is gesloten. Het scherm zal weer open gaan als de PAR buiten scherm (oranje lijn) onder dit niveau zakt. Merk op dat dit niet altijd op gaat omdat het scherm minimaal 30 minuten dicht blijft.
In de loop van de dag is normaal geschermd op basis van de PPM meting. Bij het inzakken van het PAR niveau (bewolking) kan worden overgegaan op een lagere afscherming Wat bedoel je hiermee?. Dit heeft 2 uur na het midden van de dag plaatsgevonden. Laat in de middag wordt weer meer geschermd als gevolg van stress door de toenemende instraling. Blijkbaar waren er opklaringen in de namiddag.



Figuur 18 - Dagcyclus van een afwisselend bewolkte dag

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

5.4.3 Instraling en schermmomenten

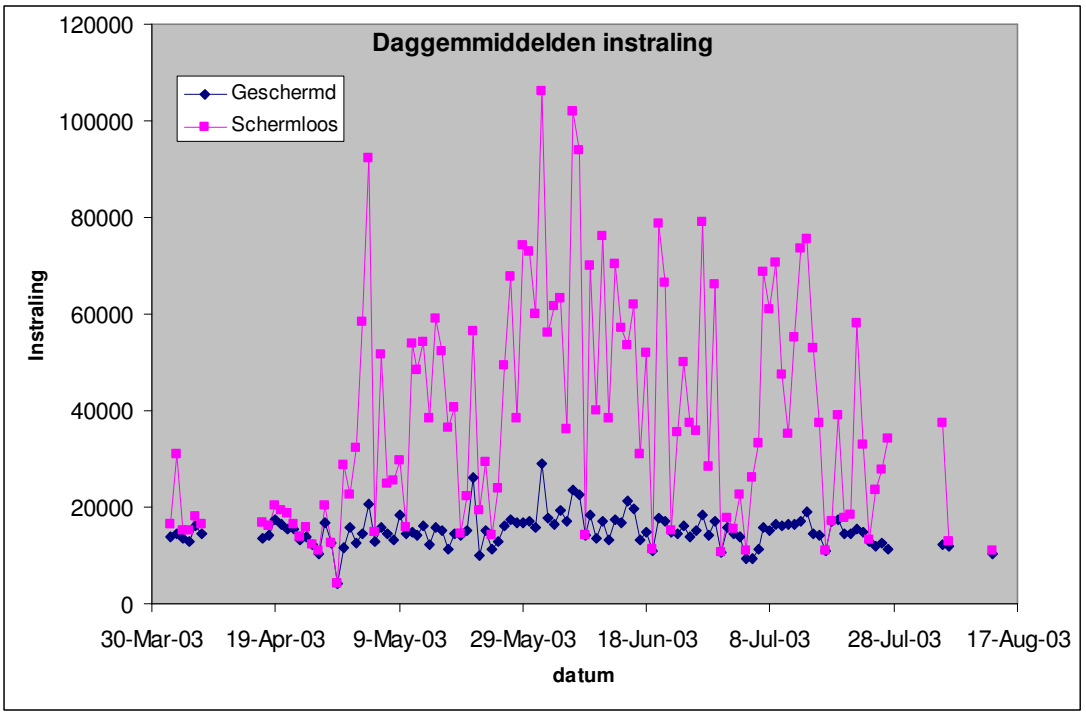
Om de meetgegevens over de gehele periode van 24 april 2003 tot en met 21 augustus 2003 te analyseren zijn een aantal daggemiddelden berekend: De instralingsom bij toepassing van de PPM -meter en de instralingsom als er niet geschermd zou zijn (figuur 19) en het gemiddelde stralingsniveau waarop is overgegaan tot schermen met de PPM -meter (figuur 20)

Het PARniveau waarbij geschermd werd, was duidelijk niet bij een vaste PAR- waarde. De PAR zoals gegeven in figuur 20, is de PAR gemeten in de kas. Beschouwen we de PARwaarden juist voor schermaansturing, dan zien we een gespreide verdeling tussen PAR 75 umol/m^2 en PAR 175 umol/m^2 en enkele uitschieters. De uitschieters zijn toe te schrijven aan bewolking, omdat dit kan leiden tot plotseling hoge instraling. Opvallend is ook dat de verdeling geen waarden heeft voor PAR beneden de 75 umol/m^2.

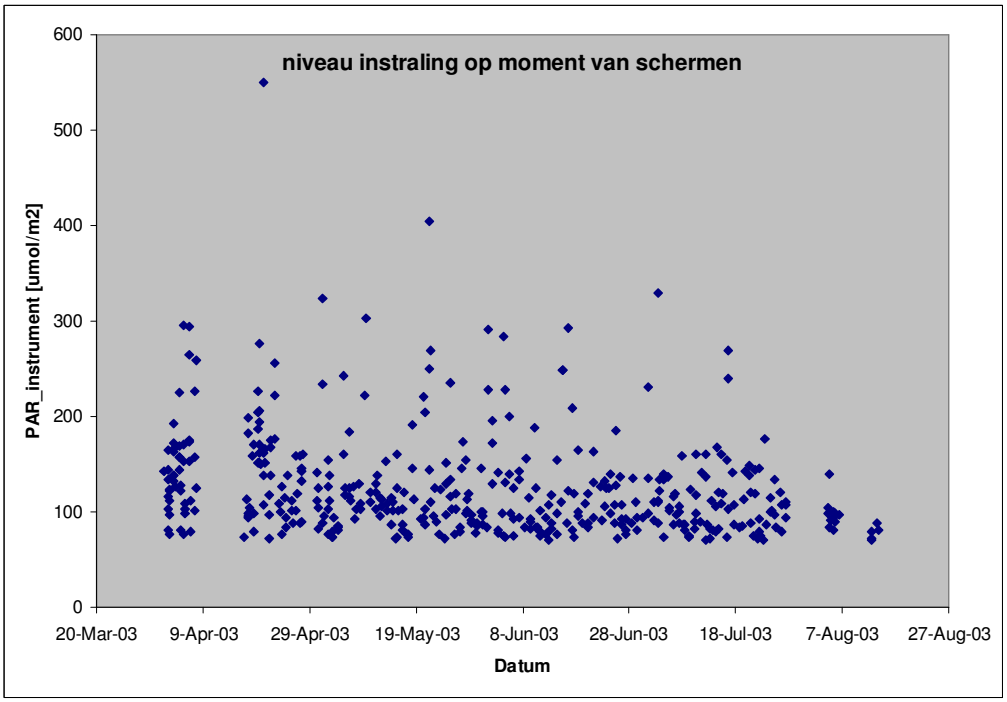
Bekijken we de daggemiddelden voor de instraling (figuur 19), dan is duidelijk te zien dat de instraling zoals gemeten onder de doeken, een rustig verloop heeft ten opzichte van de instraling gemeten boven de doeken.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400



Figuur 19 - Instraling onder en boven het schermdoek bij aansturing door de PPM – meter. Op de linkeras de dagsom van de waarden van de instraling, zoals deze elke 5 minuten is gemeten in umol/m2.

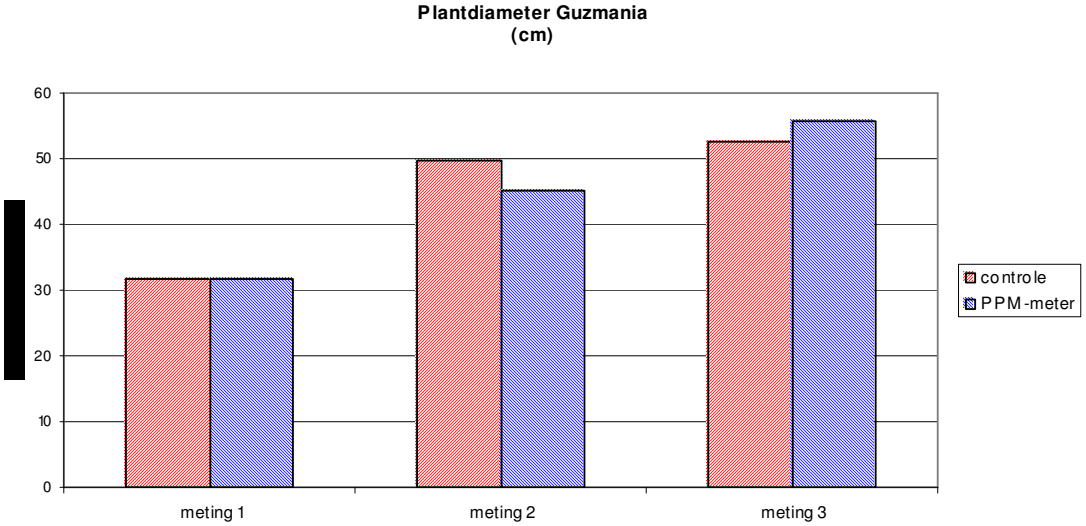


DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Figuur 20 - Instralingsniveau schermmoment

5.4.4 Productie in plantdiameter, bladoppervlakte en in vers – en drooggewicht

De praktijkproef heeft 16 weken geduurd. Gedurende de proefperiode is de plantdiameter en de bladoppervlakte met behulp van visiontechniek, per proefveld bepaald en is het vers – en drooggewicht bepaald.

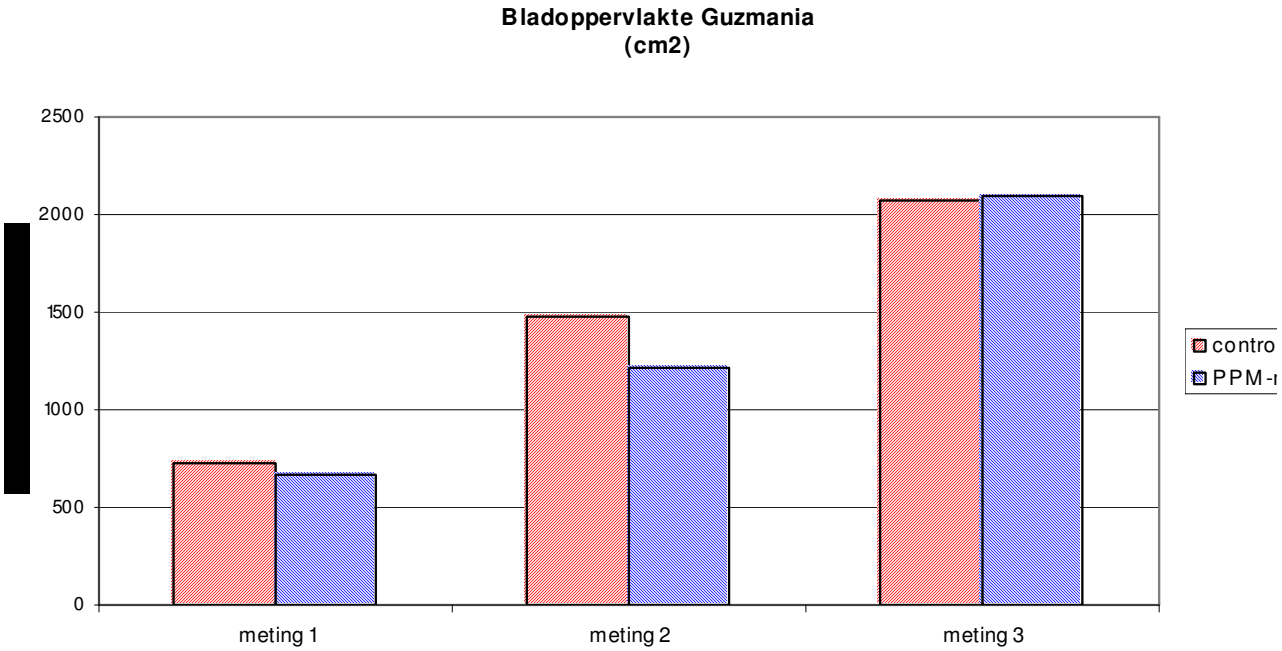


Figuur 21 - Plantdiameter Guzmania ‘ Ostara’

De praktijkproef heeft 17 weken geduurd. Gedurende de proefperiode is drie maal de plantdiameter van de proefplanten gemeten. In figuur 21 is de gemiddelde plantdiameter in centimeters per behandeling, per meting weergegeven. Meting 1 was in week 17 (nulmeting), meting 2 was in week 25 en meting 3 was in week 34. Er is geen duidelijk verschil gevonden tussen de behandelingen.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

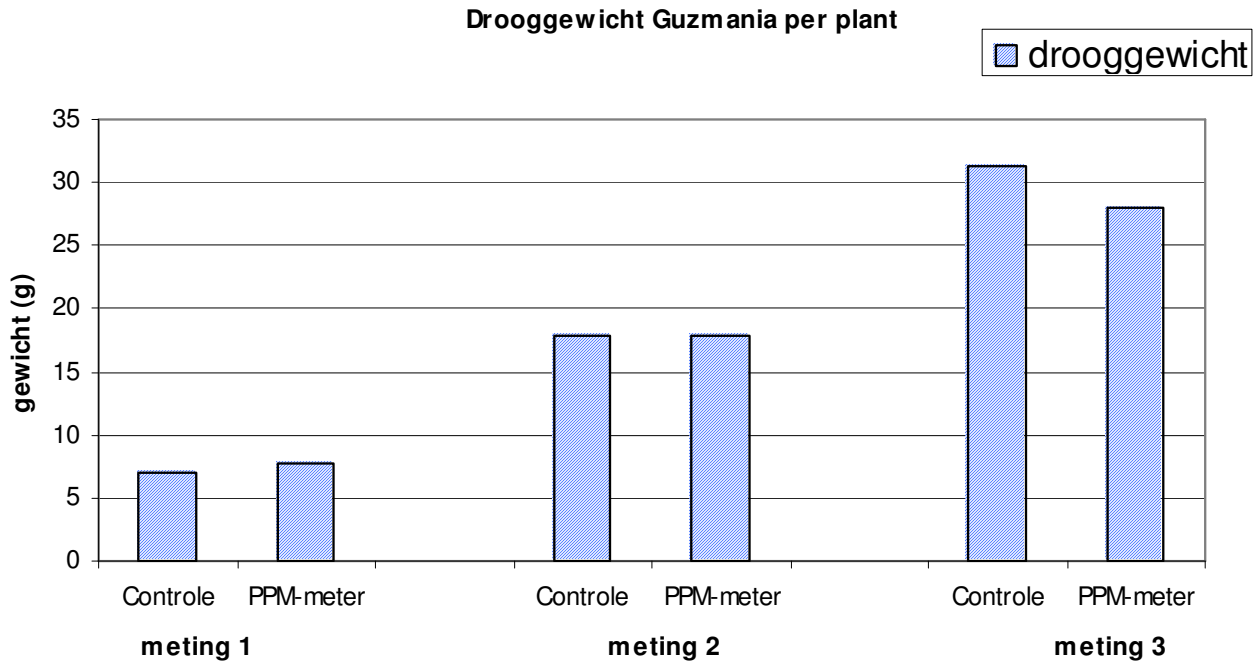


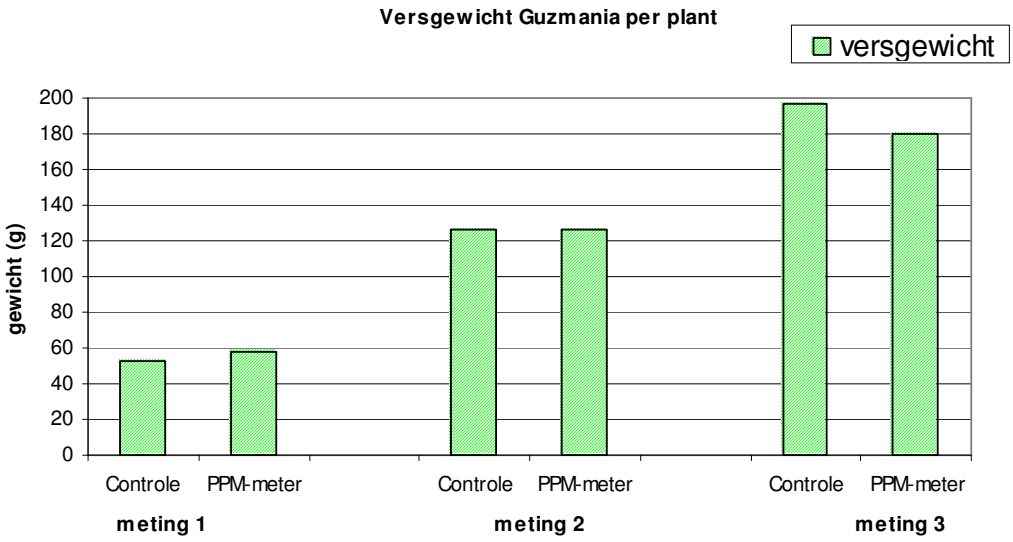
Figuur 22 – Bladoppervlakte Guzmania 'Ostara'

De praktijkproef heeft 17 weken geduurd. Gedurende de proefperiode is drie maal de bladoppervlakte van de proefplanten gemeten. In figuur 22 is de gemiddelde bladoppervlakte per plant in vierkante centimeters per behandeling, per meting weergegeven. Meting 1 was in week 17 (nulmeting), meting 2 was in week 25 en meting 3 was in week 34. Er is geen duidelijk verschil gevonden tussen de behandelingen

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400





Figuur 23 - Vers – en drooggewicht en percentage droge stof Guzmania 'Ostara'.

De praktijkproef heeft 17 weken geduurd. Gedurende de proefperiode is drie maal het versgewicht, het drooggewicht en het percentage droge stof van de planten per proefveld bepaalt. In figuur 23 is per behandeling, per meting het versgewicht, het drooggewicht en het percentage droge stof van de proefplanten aangegeven. Er is geen duidelijk verschil gevonden.

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

6 Praktijkproef Spathiphyllum 'Chopin'

6.1 Proefopzet

Dit onderzoek is uitgevoerd met de spathiphyllumcultivar 'Chopin' op een spathiphyllumbedrijf in de praktijk. De proef is uitgevoerd in twee vergelijkbare afdelingen voor wat betreft kasdek, schermen, teeltsysteem en watergeefsysteem. Er zijn twee proefbehandelingen gegeven:

- Standaard (praktijkgericht) schermen
- Schermen aan de hand van de fluorescentiemetingen (PPM)

Per kasafdeling is een schermbehandeling aangehouden. In beide kasafdelingen liggen er twee schermdoeken. Het ene schermdoek (LS 15) heeft een lichtdoorlatendheid van 50% en het andere schermdoek (LS 17) heeft een lichtdoorlatendheid van 30%. Met praktijkgericht schermen is de standaard schermmethode van de desbetreffende teler aangehouden. De schermen staan als volgt ingesteld:

- Stap 1: Scherm LS 15 wordt gesloten. Dit duurt 350 seconden.
- Stap 2: Scherm LS 17 wordt gesloten, scherm LS 15 wordt geopend. Dit gebeurt niet gelijkertijd. De totale duur is 700 seconden.
- Stap 3: Scherm LS 15 wordt gesloten.
- Let wel: er is niet gekrijt in beide afdelingen, terwijl dit wel standaard is in de spathiphyllumteelt.

De tuinder kan zelf het systeem overrulen, door een maximum schermmoment in te stellen. Dit betekent dat er geschermd wordt op het moment dat er buiten 250 Watt/m^2 of meer straling gemeten wordt met de Kip-solari-meter. De aansturing van de schermen vond plaats middels de klimaatcomputer (Indall) van de desbetreffende teler.

Voor de behandeling schermen aan de hand van de fluorescentiemetingen (PPM) is gebruik gemaakt van het schermalgoritme dat in fase 1 (zie hoofdstuk 2) voor Spathiphyllum is opgesteld. Voor deze behandeling is een PPM -meter in de kasafdeling geplaatst op 15 januari 2004. De firma Electravon heeft ervoor gezorgd dat de PPM-meter aangesloten werd op de regeling van de klimaatcomputer. Indien nodig kon de desbetreffende teler deze regeling overrulen door een maximum schermmoment in de klimaatcomputer in te stellen.

Per behandeling zijn twee proefvelden aangelegd. Een proefveld bestond uit 100 geselecteerde planten. De proefvelden zijn, per behandeling, op ¼ en ¾ deel van een kap aangelegd. De kap waar de proefvelden in lagen, bevond zich in het midden van de afdeling. Op deze wijze werd voorkomen dat schaduwwerking en randeffecten van kasopstanden, schermen, gewas en kieren van het scherm tot een minimum beperkt bleven. De proef is uitgevoerd van week 3 tot en met week 20 (2004).

6.2 Accommodatie en teeltgegevens

Dit onderzoek heeft plaats gevonden bij Olaf van der Voort CV, Harteveldslaan 2A, 2675 LE te Honselersdijk. De proeven zijn uitgevoerd in twee kasafdelingen van 2500 m^2 groot. Het betrof een Venlo 6,40 meter traliekas met poothoogte 4 meter en met als kasdek

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

enkelvoudig Europees glas. Er is uitgegaan van een doorworteld gewas. Er staan 16 planten per m^2.De planten staan op een betonvloer en worden met behulp van de regenleiding bovendoor water gegeven.

Ten aanzien van de teelthandelingen en overige klimaatinstellingen is er geen verschil aangehouden tussen de beide afdelingen, behalve in de schermaansturing.

6.3 Waarnemingen

Om na te gaan in hoeverre de schermregiems invloed hebben gehad op het klimaat is in beide afdelingen deze geregistreerd. Verder zijn diverse gegevens van het gewas per kas vastgelegd. Ook de buitenklimaatgegevens, vooral instraling, zijn vastgelegd.

De wijze van schermen heeft direct invloed op de hoeveelheid licht die op het gewas komt. Om deze reden is in beide kassen de gerealiseerde PAR-lichtsom gemeten.

Van de planten is de grootte (lengte) vastgelegd bij aanvang en aan het einde van de proef (na 9 weken). Gedurende de proefperiode is ook het vers – en drooggewicht van de planten per proefveld bepaald. Aan het eind van de proef zijn tevens van de planten de bloemlengte, het aantal bloemen en de dikte bepaalt.

6.4 Resultaten

6.4.1 Klimaatrealisatie, watergift en bemesting

In bijlage 10 zijn de gerealiseerde teeltgegevens weergegeven. De buitentemperatuur varieerde van 2,3 tot 15,1^oC. Gemiddeld was deze tijdens de proefperiode 8,2^oC. In de proefafdelingen is een gemiddelde dagtemperatuur van 22,6^oC gerealiseerd in de kasafdeling met de standaardbehandeling en 23,2^oC in de kas met de PPM-meter. De nachttemperatuur was lager, 22,0^oC in de standaardkas en 21,9^oC in de kas met de PPM -meter. De gemiddelde etmaaltemperatuur in de kas waarbij het scherm aangestuurd werd door de PPM -meter was nagenoeg gelijk (22,2^oC) ten opzichte van de kasafdeling waar het scherm op de standaard manier werd aangestuurd (22,3^oC). De RV lag in de standaardkas, ondanks een iets hogere gerealiseerde temperatuur, gemiddeld iets hoger dan in de kasafdeling met de PPM -meter. Ook hierbij was het verschil echter gering.

De CO2-concentratie kwam gemiddeld uit op 488 ppm. Er is gemiddeld 12 liter water per m^2 per dag gegeven. Er is water met een pH van 5,7 gegeven en een EC van gemiddeld 2,1 mS/cm. Er is hierbij geen onderscheidt gemaakt tussen de twee kasafdelingen.

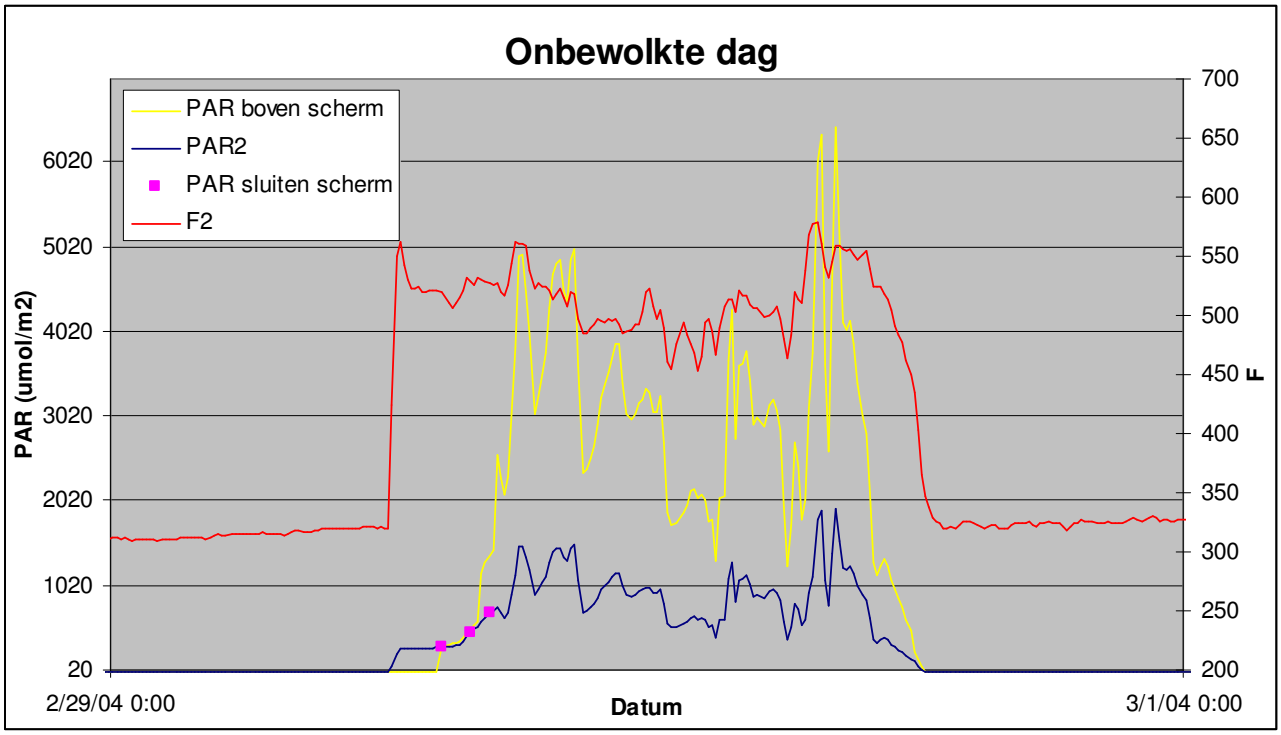
6.4.2 Schermaansturing met de PPM-meter bij Spathiphyllum

De schermaansturing bij Spathiphyllum met de PPM –meter verliep goed. Het scherm reageerde duidelijk op stress situaties. Omdat het scherm erg vaak open en dicht ging is direct besloten een vertraging van 30 minuten aan te brengen op het openen van het scherm. Hierna verliep het schermen duidelijk rustiger.

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Figuur 23 - Dagcyclus van een bewolkte dag

In figuur 23 is een voorbeeld van metingen aan Spathiphyllum op een bewolkte dag tijdens de praktijkproef weergegeven. De grafiek toont de PAR en de fluorescentie zoals gedurende de dag op 16 april 2004. Het moment waarop het scherm op basis van de PPM meting wordt aangestuurd wordt aangegeven door een paarse stip ($PAR_{aanvang}$). Op dit moment neemt de fluorescentie af terwijl de PAR toeneemt. De gemeten PAR gaat dan uiteraard omlaag, de sensor bevindt zich dan onder het scherm. Omdat de schermende werking bekend is, kan de PAR boven het doek berekend worden. Dit is nodig om aan te kunnen geven wanneer het scherm weer open kan. Tijdens het schermen is de PAR boven het doek aangegeven met een gele lijn. Deze wordt alleen gegeven als het scherm aangestuurd wordt. Het scherm mag weer open indien de PAR boven het scherm beneden $PAR_{aanvang}$ zakt. Dit gebeurt in bovenstaand geval aan het eind van de dag, als de gele lijn naar nul gaat.



Figuur 24 - Dagcyclus van een onbewolkte dag

In figuur 24 is een voorbeeld van metingen aan Spathiphyllum met stress op een onbewolkte dag tijdens de praktijkproef weergegeven. De verklaring hiervoor is gelijk aan die van stress van een bewolkte dag. Het verschil ten opzichte van de andere onderzochte gewassen is, dat er bij Spathiphyllum ook stress ontstaat bij lage stralingsniveaus's zoals op een bewolkte dag in april.

In figuur 25 is een voorbeeld van metingen aan Spathiphyllum met stress, tijdens de praktijkproef weergegeven. De grafiek toont de PAR en de fluorescentie van 13 april 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

op een afwisselend bewolkte dag. Het scherm wordt herhaaldelijk open en dicht gedaan op basis van de PPM meting. De scherm aansturingmomenten zijn aangegeven met de paarse vierkanten. Deze geven het lichtniveau waarop het scherm is gesloten. Het scherm zal weer open gaan als de PAR buiten scherm (gele lijn) onder dit niveau zakt. Merk op dat dit niet altijd op gaat omdat het scherm minimaal 30 minuten dicht blijft.

Figuur 25 - Dagcyclus van een afwisselend bewolkte dag

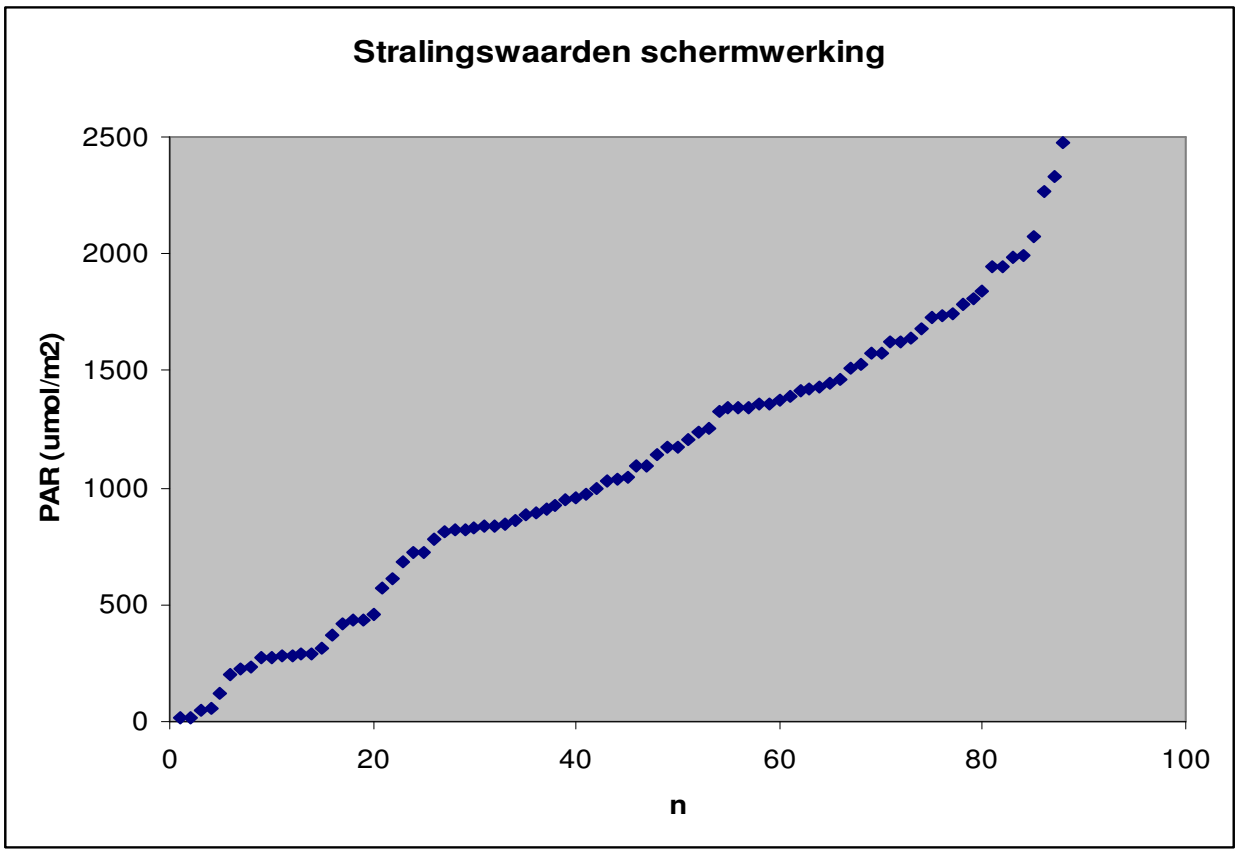
6.4.3 Instraling en schermmomenten

Om de meetgegevens over de gehele periode 15 januari 2004 tot en met 13 mei 2004 te analyseren zijn een aantal daggemiddelden berekend: Het gemiddelde stralingsniveau waarop is overgegaan tot schermen met de PPM -meter (figuur 26) Hetzelfde beeld geeft figuur 27.

Duidelijk is te zien (figuur 26), dat het instralingniveau waarop geschermd wordt, sterk verschild. De waarden in figuur 27 geven geen aanleiding tot een uitspraak, die aangeeft bij welke PAR-waarden er relatief vaak schermaansturing door de PPM-meter gewenst is.

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Figuur 26 - Instraling met en zonder schermaansturing door PPM



Figuur 27 - Instralingniveau schermmoment

N geeft hierbij het nummer van de meting waarbij de metingen geordend zijn op stralingsniveau, waarop stress werd onderkend.

6.4.4 Lengtemeting

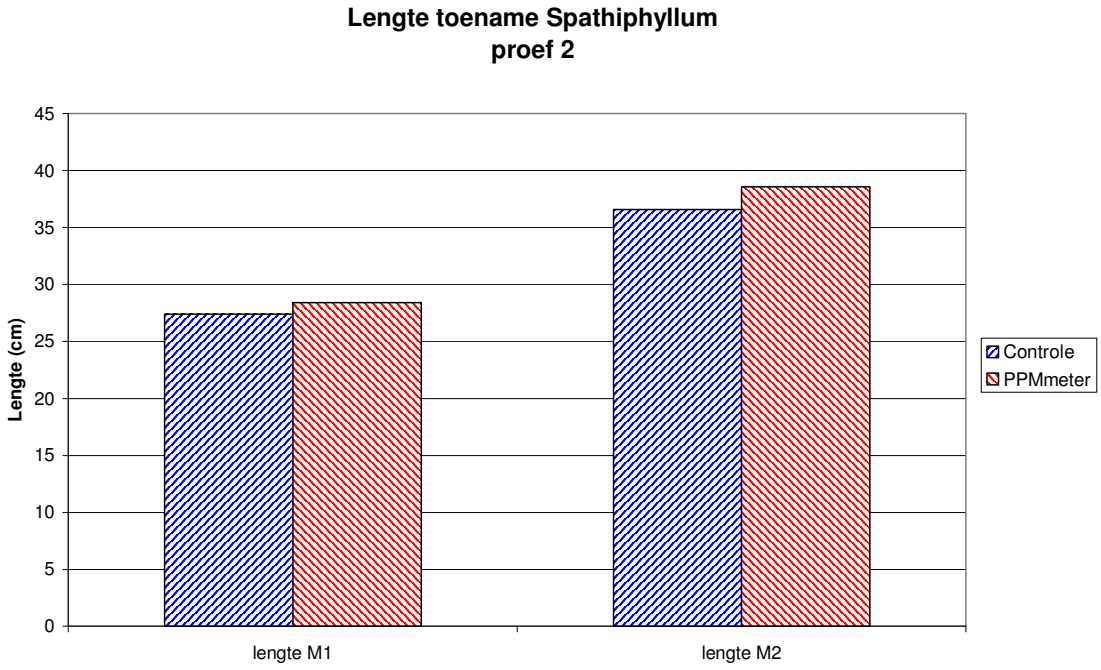
De praktijkproef heeft 18 weken geduurd. Gedurende de proefperiode is de lengte van de planten per proefveld bepaald. In figuur 28 is de lengte van de planten (in cm) weergegeven. Bij aanvang van de proef is (meting M1) is uitgegaan van vergelijkbaar materiaal per behandeling. Aan het eind van de proef zijn de planten van de behandeling met de PPM-meter significant groter.

In tabel 4 wordt de toename in plantlengte (cm) tussen beide behandelingen weergegeven. Er is geen significant verschil gevonden.

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Behandeling	Plantlengte (cm) Bij aanvang	Plantlengte (cm) Einde teelt	Toename (cm)
Controle	27,4	36,6	9,2
PPM – meter	28,4	38,6	10,2

Tabel 4- Gemiddelde groeitoename in centimeters.



Figuur 28 - Gemiddelde lengte per behandeling

6.4.5 Vers – en drooggewicht

De praktijkproef heeft 9 weken geduurd. Aan het begin en het eind van de proefperiode is het vers – en drooggewicht van de planten per proefveld bepaald. In tabel 5 is het versgewicht, het drooggewicht en het percentage droge stof van de proefplanten aan het einde van de proef weergegeven. De planten zijn significant zwaarder bij de behandeling met de PPM-meter.

Behandeling	Versgewicht (gram)	Drooggewicht (gram)	Percentage droge stof
Controle	542,2	59,72	11,0
PPM – meter	606,9	61,72	10,2

Tabel 5- Het versgewicht (gram), het drooggewicht (gram) en het percentage droge stof (%) van de proefplanten aan het einde van de proef.

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

6.4.6 Aantal bloemen en bloemhoogte

Aan het eind van de proefperiode zijn het aantal bloemen geteld (tabel 6) en is de bloemhoogte bepaald (tabel 7) Er is geen significant verschil in het aantal bloemen. De bloemhoogte is significant hoger bij de behandeling met de PPM-meter ten opzichte van de controle.

Behandeling	Aantal bloemen
Controle	10,4
PPM – meter	10,5

Tabel 6- Aantal bloemen

Behandeling	Bloemhoogte (cm)
Controle	38,95
PPM – meter	44,70

Tabel 7- Bloemhoogte in centimeters.

6.4.7 Plantdikte

Aan het eind van de proefperiode zijn de planten gewaardeerd met de cijfers 1 tot en met 5 (zie tabel 8). Het cijfer 1 betekent een dunne plant en het cijfer 5 betekent een dikke plant. Er is geen significant verschil gevonden tussen beide behandelingen.

Behandeling	Waardering dikte plant
Controle	4,0
PPM – meter	4,2

Tabel 8- Waardering plantdikte (cijfer 1 tot en met 5)

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

7 Conclusies en aanbevelingen

- Het fotosynthese verloop van de proefgewassen (roos, Schefflera, Guzmannia en Spathiphyllum) is bepaald.
- Er is een scherm aansturingsysteem ontwikkeld op basis van PPM-metingen.
- Het is gelukt (firma Priva) om de PPM-meter aan te sluiten op de regeling van de klimaatcomputer. De ondernemer kon deze regeling overrulen door een maximum schermmoment in de klimaatcomputer in te stellen.
- Het is duidelijk dat het instralingniveau waarop geschermd moet worden om stress te voorkomen sterk verschild per gewas en binnen een gewas. Het instellen van een vast schermmoment voorkomt geen stresssituaties.
- In de loop van de meetseries bleek dat de schermmomenten grofweg in drie groepen waren onder te verdelen, te weten:.

1. Scherm dicht in de ochtend bij nog relatief lage instraling
   De oorzaak voor deze schermmomenten kon worden begrepen uit de simultane metingen met een 'Fytomonitor'. Deze meet sapstroom, bladtemperatuur, kastemperaturen en RV. Duidelijk was een verschil in sapstroom te zien door het lagere en hogere gedeelte van de plant. De stress wordt blijkbaar veroorzaakt doordat de plant zijn interne vochthuishouding niet snel genoeg kan aanpassen.
2. Scherm dicht midden op de dag bij hoge instraling
   De stress wordt veroorzaakt door een te grote instraling. Dit leidt tot CO_2 gelimiteerde fotosynthese.
3. Scherm dicht in de namiddag bij relatief lage instraling
   Stress lijkt langzaam op te bouwen in de loop van de dag. Het lijkt erop dat de gewassen juist dan extra gevoelig zijn voor een stralingstoename. Het kan zijn dat dit wordt veroorzaakt door sluiting van de huidmondjes welke wordt veroorzaakt door een te lage sapstroom en daarmee een slechte vochthuishouding.

- Er is geen significant verschil in "groei" gemeten tussen de behandelingen bij roos en Schefflera. Omdat we aanwijzingen hebben dat dit wel zou "moeten", hebben we de proefperiode met Guzmannia en Spathiphyllum verlengd.
- Er is geen significant verschil in "groei" gemeten in de proef met Guzmannia.
- Er is wel een significant verschil in "groei" gemeten in de proef met Spathiphyllum, te weten vers – en drooggewicht en bloemlengte ten voordeel van de behandeling met de PPM-meter.

Aanbevelingen

- Het is technisch goed mogelijk om de PPM-meter te integreren met de klimaatcomputer. Willen we echter meer voordelen halen uit dit systeem, dan zal deze meter "betrouwbaardere" metingen moeten doorgeven. De betrouwbaarheid zal sterk toenemen, wanneer er i.p.v. één blad een vlak met planten gemeten wordt.
- In de uitgevoerde proeven is de PPM-meter aangesloten op het schermsysteem. De PPM meter stuurt de schermen aan op basis van stress indicatie. Er is geen directe relatie tussen stress en de hoeveelheid straling c.q. licht. Naast straling spelen andere factoren mee als temperatuur, vochtigheid en CO_2.
- In een vervolgonderzoek zouden de factoren temperatuur, vochtigheid en CO_2 meegenomen moeten worden. Er kan dan op elk moment een optimaal klimaat verhouding licht, temperatuur, vochtigheid en CO_2) gecreëerd worden voor het desbetreffende gewas en ontwikkelingsstadium.

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Bijlage 1: Achtergrond informatie

Fluorescentie meting, als plant-intelligente meting voor regelsystemen in de glastuinbouw is een nieuwe techniek. De meting is nu nog te onbekend bij de tuinbouwondernemers en daarom nog niet praktisch toegepast in de klimaatregelsystemen. In dit project moet allereerst in de praktijk worden aangetoond, dat de meting en het meetprincipe valide en toepasbaar is. Vervolgens wordt doorgerekend dat verbetering van schermaansturing economisch interessant is voor verschillende gewassen binnen de bedrijfstak Glastuinbouw.

Een aantal gewassen in glastuinbouw kan schade ondervinden door te hoge instraling. Dit geldt met name voor potplanten. Veel potplanten moeten worden geschermd. Telers hebben echter geen objectieve methode om vast te stellen wanneer de schermen moeten worden gesloten. Uit angst voor verbranding laten telers het scherm al bij vrij lage lichtniveaus dichtlopen. Omdat het scherm een groot deel van het licht wegneemt kan de groei van de plant sterk verminderen. Ingestelde lichtniveaus voor het dichtlopen van het scherm zijn soms gebaseerd op onderzoek dat ooit heeft plaatsgevonden. Het is echter bekend dat deze niveaus niet constant zijn maar door afharding kunnen veranderen. Er is daarom behoefte aan een objectieve meetmethode waarmee het moment van schermen kan worden vastgesteld, op zodanige wijze dat de groei maximaal is en schade wordt voorkomen. Een belangrijk punt in deze is ook de mogelijke energie besparing. Door het open houden van de schermen overdag, kan men via temperatuur - integratie komen tot lagere temperatuur instellingen in nacht.

Financieel voordeel voor de glastuinbouwsector
Het onderzoek is er (onder meer) op gericht om zicht te krijgen op de voordelen van schermen op basis van fluorescentiemeting. Theoretisch kan het financiële voordeel van tijdig schermen flink aantikken. In de regel wordt te vroeg geschermd uit angst voor schade. Stel dat dit vroege schermen gemiddeld 2 procent opbrengst kost (dit is een voorzichtige schatting). Bij een gemiddelde omzet van ε45/m^2/jaar en 2000 hectare potplanten kost dat de sector als geheel ε 18 mln. Groentegewassen zijn dan niet meegerekend.

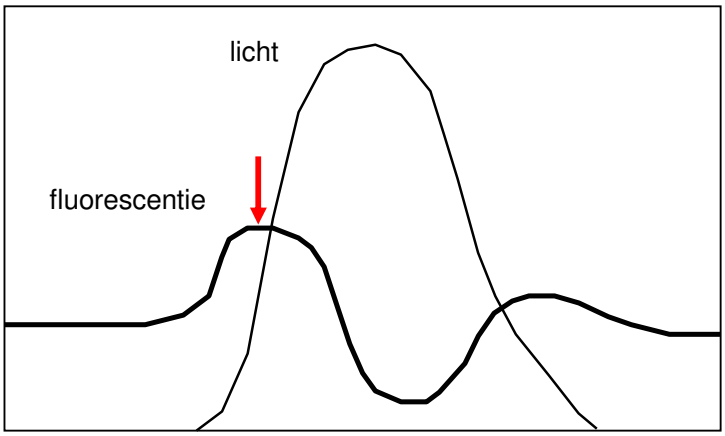
Naast kosten van te vroeg schermen is er ook ieder jaar weer schade door te laat schermen. Vooral in de overgang naar het voorjaar wordt de kracht van de zon onderschat. Bijvoorbeeld op 2 april 2001 zijn er veel ongelukken gebeurd. De schade aan een gewas potplanten dat aan te veel zonnestraling is blootgesteld bedraagt bij de Nederlandse bedrijfsgrootte zo'n ε 25.000. Als jaarlijks 20 potplantentelers zoiets overkomt dan bedraagt de totale schade al een half miljoen euro. Ook los van die kritische dagen in het voorjaar kan een gewas schade ondervinden van een teveel aan straling. Na een periode van snelle groei kan een gewas minder zonlicht verdragen. Het kan dan voorkomen dat tegen vier uur in de middag de fotosynthese stilvalt. In het gewas ontstaat schade, terwijl de lichtsterkte al terugloopt. Een tuinder kan deze situatie niet tijdig inschatten. In tegenstelling tot lichtsterktemeting geeft fluorescentiemeting wel een objectief beeld van de fotosynthese (en daarmee de kans op schade).

Voorgestelde methode
De hiervoor besproken vraagstelling heeft alles te maken met de fotosynthese van de plant. De fotosynthese vereist beschikbaarheid van water, CO_2 en licht. Het karakteristieke verloop van de fotosynthese kent twee fasen. Bij laag licht, in de vroege ochtend en late middag, is de beschikbaarheid van licht beperkend voor de fotosynthese. Op zeker moment stijgt het licht niveau echter zo ver dat de CO_2 opname beperkend wordt. De plant kan het extra licht niet meer gebruiken en dit wordt omgezet in warmte. De warmtebelasting van de plant stijgt

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

dan snel terwijl de fotosynthese niet meer kan toenemen. Bij een tekort aan water wordt de CO_2 opname door sluiting van huidmondjes beperkt en treedt het verschijnsel van CO_2 limitatie al bij lager lichtniveau op. Bij toediening van extra CO_2 treedt begrenzing van de fotosynthese pas bij hogere instraling op.

Het gaat er dus om de overgang van de licht gelimiteerde naar de CO_2 gelimiteerde fase te detecteren. Dit is mogelijk via de bladgroenfluorescentie. Onderzoek door EARS en de afdeling Plantenfysiologie van de Landbouwuniversiteit heeft laten zien dat het fluorescentieverloop van een blad gedurende een zonnige dag een zeer typerend verloop heeft (figuur 1). In de vroege ochtend stijgt de fluorescentie met toenemend licht en toenemende fotosynthese. Op het moment dat licht en CO_2 met elkaar in evenwicht zijn is de fluorescentie maximaal. Bij nog meer licht gaat de fluorescentie weer dalen. Dit is het gevolg van deactivatie van fotosystemen in de plant. Dit is een proces met lange tijdschaal (1-2 uur), waardoor ook het herstel in de namiddag traag verloopt. Het schermen van potplanten zou dus moeten plaatsvinden vanaf het moment dat de fluorescentie overdag niet meer toeneemt. Daarbij hoort een bepaald lichtniveau. In de namiddag kan (bij overigens gelijke condities) het scherm weer worden geopend als het lichtniveau tot de betreffende waarde is gedaald. Per dag wordt dus gezocht naar een drempelwaarde waarop geschermd gaat worden. Daarbij zal door “afharding” en voortschrijdend inzicht geleidelijk gekomen worden naar een optimalere regeling. Dat wil zeggen een regeling waarbij “groei” verliezen door schermen zo veel mogelijk worden geëlimineerd.



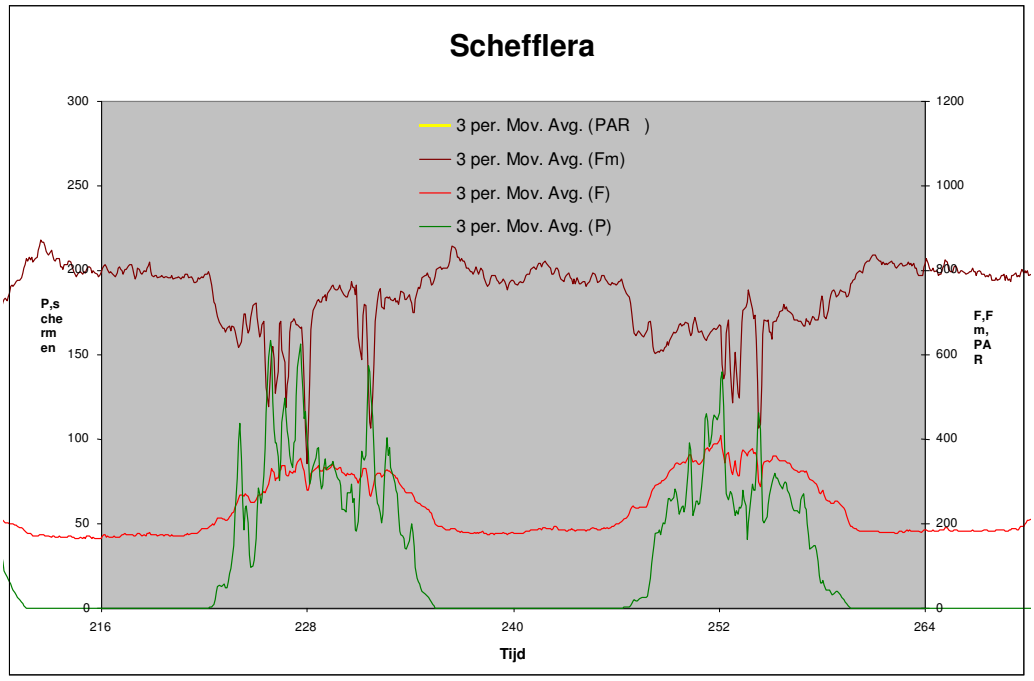
Figuur. Typisch fluorescentieverloop van een blad gedurende de dag. De pijl geeft de overgang aan van de lichtgelimiteerde naar de CO_2 gelimiteerde fase van de fotosynthese. Dit is het moment waarop de fotosynthese niet verder kan toenemen en schermen noodzakelijk is om de plant tegen schade the beschermen

Variabel schermen

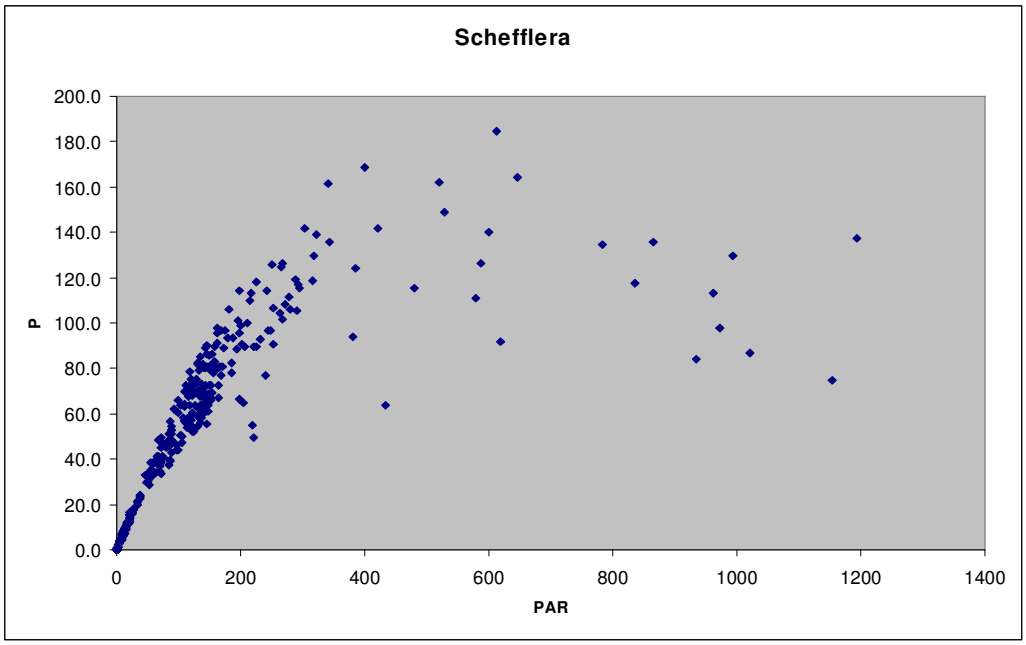
Normale schermen nemen meestal 50 of soms 70 % van het licht in een keer weg en daarmee een belangrijk deel van de fotosynthese. Door combinatie van een diffunderend scherm ("vitrage") en een blokkerend scherm is het in principe mogelijk het lichtniveau in een kas gelijkmatig te regelen. Een interessante optie is nu om te proberen het lichtniveau zodanig te regelen dat het evenwicht tussen CO_2 opname en licht zo lang mogelijk wordt bewaard. Hierdoor zou in theorie de hoogst mogelijke productie worden bereikt.

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Bijlage 2: Resultaten fase 1 Schefflera



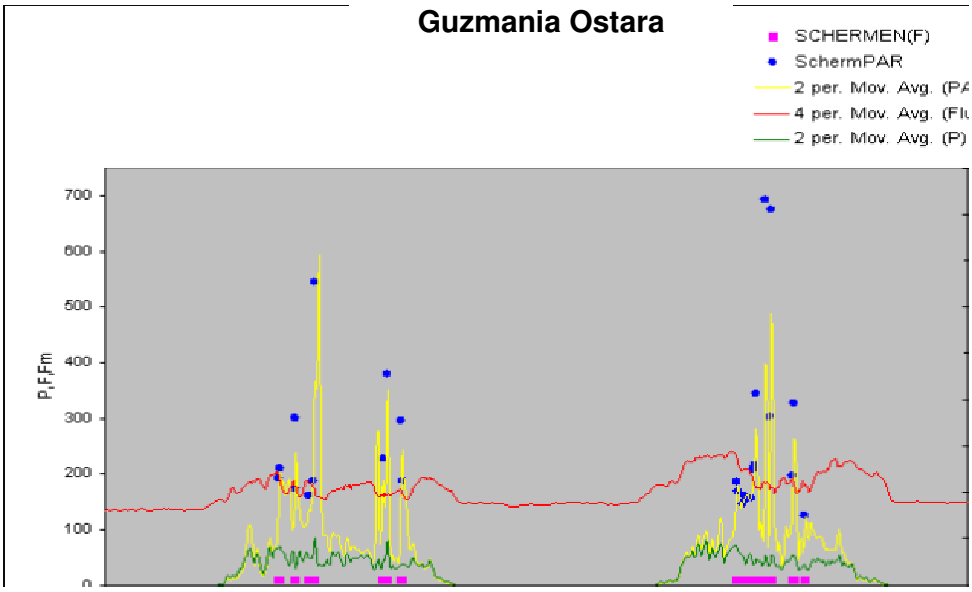
Figuur 1 - Twee dagcycli gemeten bij Schefflera



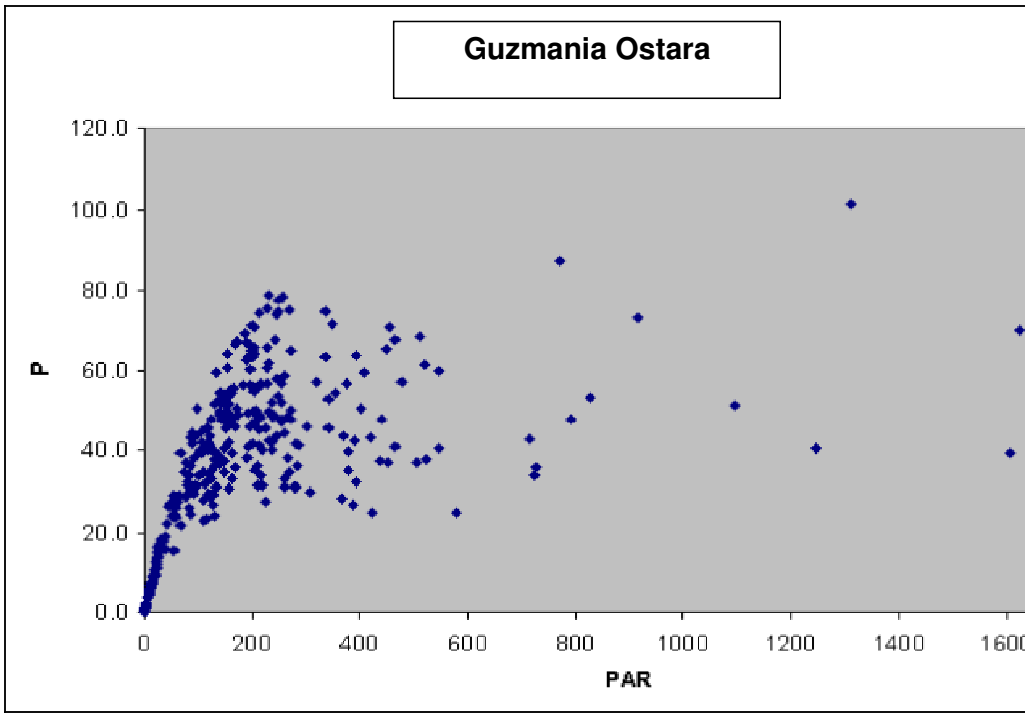
Figuur 2 - Lichtniveau in PAR vs Fotosynthese (P) bij Schefflera

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Bijlage 3: Resultaten fase 1 Guzmania



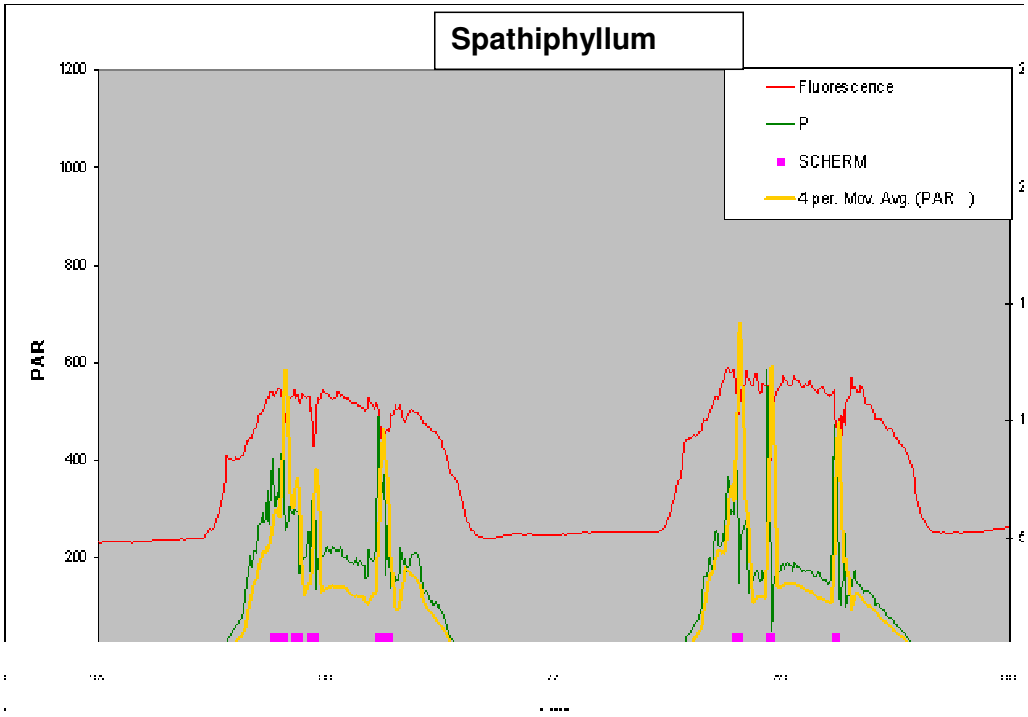
figuur 1- Twee dagcycli gemeten op Guzmania



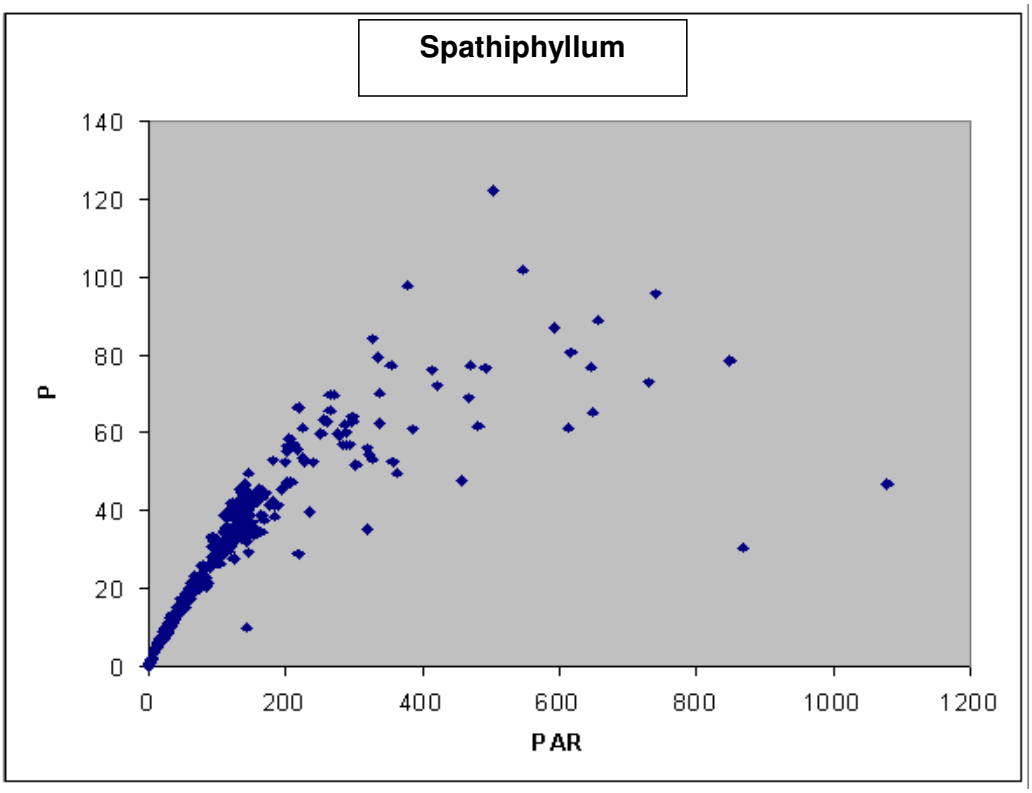
figuur 2- Lichtniveau in PAR vs fotosynthese (p) voor Guzmania

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Bijlage 4: Resultaten fase 1 Spathiphyllum



figuur 1: Twee dagcycli gemeten op Spathiphyllum



figuur 2: Lichtniveau in PAR vs fotosynthese (p) voor Spathiphyllum

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Bijlage 5: Schermaansturing via de PPM-meter

Doel
Het afgeven van een scherm open / dicht advies uitgaande van de trend van het actuele fotosyntheserendement.

Achtergrond
Momenteel wordt geschermd op basis van straling. Het stralingsniveau wordt in het algemeen ingesteld door de tuinder en wordt gevarieerd afhankelijk van een aantal factoren (gewas stadium, temperatuur, luchtvochtigheid). Gebruiken we echter de fotosynthese als scherm indicator dan kan dit de volgende voordelen geven:

- vermindering van het aantal factoren die de schermaansturing beïnvloeden,
- plant gewas / variëteit aangepaste scherm sturing en
- verhoogde productie.

Methode
Met de EARS-PPM is de fotosynthese vast te stellen. De EARS-PPM wordt aangestuurd door een laptop via de seriële poort. Op de laptop zal tevens software draaien die de meetgegevens zal evalueren en een 'scherm dicht / open' advies leveren. Dit dicht /open advies wordt doorgegeven aan de PRIVA computer middels de parallelle poort. Hiertoe worden op pin 2 en 3 (D0 en D1) een signaal van 3.3V ten opzichte van aarde (pinnen 18-25 ofwel S4-S7) gezet. De codering zal als volgt plaatsvinden:

Pin 2	Pin 3	Betekenis	Hex
1	0	Scherm advies 'open'	'01'
0	1	Scherm advies 'dicht'	'02'
1	1	Software vastgelopen	'03'
0	0	PC uitgevallen	'00'

Nadat het scherm dicht is gegaan zal het schermadvies op basis van de PPM meting weer op 'open' gaan staan. Dit is logisch want onder het doek is nu een voor de plant acceptabel stralingsniveau. De PRIVA computer heeft toegang tot de buitenstralingsmeter, en zal dus aan moeten geven wanneer het scherm weer open kan. Dit kan zodra het stralingsniveau onder het stralingsniveau gaat waarbij het advies 'dicht' werd gegeven door het EARS -PPM systeem.

De software zal een aantal parameters als grafiek op het scherm zetten, dit zijn bijvoorbeeld de meetgegevens van het afgelopen uur (PAR , F). Een eventueel 'scherm dicht' advies zal hierin duidelijk aangegeven staan. Tevens zal een log van het schermadvies worden bijgehouden.

Mogelijke problemen
Omdat het voorkomen van storingen kan leiden tot schade (project en planten) is het van belang alle mogelijke problemen te onderkennen, om er indien mogelijk een oplossing voor te vinden.

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Door schaduwwerking in de kas kan het schermadvies ‘open’ zijn terwijl dit juist ‘sluiten’ moet zijn.

- Overrulen van PPM -schermadvies in geval van duidelijk te hoog straling niveau door PRIVA PC.

Nadat het scherm open gegaan is kan bijna direct een advies ‘sluiten’ gegeven worden.

- Is er een zekere vertraging in de PRIVA computer?
- De PPM besturingssoftware kan vastlopen.

Dit wordt aangegeven via de parallelle poort

- De PPM schermadvies -software kan vastlopen.

Dit wordt aangegeven via de parallelle poort, controle middels aparte software.

- De PPM computer kan als geheel uitvallen.

Dit wordt aangegeven via de parallelle poort, deze is dan immers ‘dood’

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Bijlage 6: Gerealiseerd kasklimaat praktijkproef roos

Buitenomstan-digheden	Tbuiten	straling	Wind-snelheid				
	(°C)	(J/cm2)	(m/s)				
week							
week31	19,6	1547,6	2,17				
week32	18,2	1356,3	2,41				
week33	21,5	1919,0	2,11				
week34	17,8	1126,6	2,63				
weer35	18,3	1315,0	3,43				
week36	16,8	1386,3	3,18				
week37	16,9	1074,8	2,90				
Gemiddeld	18,5	1396,1	2,68				
Kas-Temperatuur	Standaard				PPMmeter		
	Tdag	Tnacht	Tetmaal		Tdag	Tnacht	Tetmaal
	(°C)	(°C)	(°C)		(°C)	(°C)	(°C)
Week							
Week31	25,5	20,0	23,5		25,6	20,0	23,6
Week32	24,7	20,0	22,9		24,9	20,3	23,2
Week33	26,9	20,4	24,4		26,8	20,5	24,3
Week34	24,6	19,0	22,3		25,0	19,2	22,6
Weer35	25,0	20,0	22,9		25,3	20,3	23,2
Week36	25,1	19,5	22,6		25,2	19,5	22,7
Week37	24,9	19,5	22,4		25,1	19,8	22,6
Gemiddeld	25,3	19,8	23,0		25,4	19,9	23,2
Kas RV	Standaard				PPMmeter		
	RVdag	RVnacht	RVetmaal		RVdag	RVnacht	Rvetmaal
	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)
Week							
week31	75,7	86,0	79,4		73,6	85,0	77,7
week32	76,4	85,3	79,8		74,7	83,0	77,8
week33	69,0	86,0	75,7		68,9	84,0	73,7
week34	77,6	86,7	81,3		75,6	85,1	79,5
weer35	74,3	83,9	78,4		72,3	82,1	76,5
week36	70,9	82,0	75,8		69,4	80,1	74,2
week37	72,4	80,0	76,0		71,0	77,6	74,1
Gemiddeld	73,8	84,3	78,0		72,2	82,4	76,2
Behandeling	Standaard en						

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

	PPM-meter						
	BuisTdag	BuisTnacht	CO2-etmaal				
	(°C)	(°C)	(ppm)				
Week							
week31	41,9	43,0	528,9				
week32	42,3	42,4	578,4				
week33	41,3	42,7	515,1				
week34	42,6	45,0	641,7				
weer35	42,4	42,3	582,4				
week36	40,0	41,2	722,5				
week37	43,0	43,2	679,7				
Gemiddeld	41,9	42,9	603,0				
Behandeling	Standaard						
	Watergift	Opname	Drain				
	(l/m2)	(l/m2)	(%)				
Week							
week31	6,67	3,33	49,9				
week32	5,66	3,13	44,4				
week33	7,69	4,01	47,3				
week34	5,44	2,80	48,3				
weer35	6,13	3,34	44,7				
week36	6,32	3,47	44,7				
week37	5,75	3,28	43,3				
Gemiddeld	6,24	3,34	46,2				
Behandeling	Standaard						
	pH-gift	EC-gift	EC-drain				
		(mS/cm)	(mS/cm)				
Week							
week31	4,90	1,44	1,83				
week32	4,90	1,50	1,80				
week33	4,90	1,43	1,80				
week34	4,90	1,40	1,77				
weer35	4,90	1,50	1,77				
week36	4,90	1,50	1,80				
week37	4,90	1,45	1,80				
Gemiddeld	4,90	1,46	1,80				

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Bijlage 7: Gerealiseerd kasklimaat praktijkproef schefflera

Kas-Temperatuur	Standaard	PPMmeter
	Tetmaal	Tetmaal
	(°C)	(°C)
Week		
Week 32	21,5	21,7
Week 33	24,0	24,0
Week 34	21,4	21,7
Week 35	21,8	22,1
Week 36	21,7	21,8
Week 37	21,7	21,9
Week 38	21,0	21,2
Week 39	21,0	21,2
Week 40	20,9	21,0
Week 41	21,0	21,2
Week 42	20,9	21,0
Gemiddeld	21,5	21,7
Kas RV	Standaard	PPMmeter
	RVetmaal	RVetmaal
	(%)	(%)
Week		
Week 32	80,5	77,7
Week 33	71,7	71,6
Week 34	79,6	77,2
Week 35	77,9	75,7
Week 36	74,5	73,1
Week 37	74,9	72,2
Week 38	82,1	78,1
Week 39	81,1	77,1
Week 40	81,6	78,3
Week 41	81,1	77,1
Week 42	81,6	78,3
Gemiddeld	78,8	76,0
Behandeling	Standaard	PPMmeter
	Doek dicht	Doek dicht
	(uur / week)	(uur / week)
Week		
Week 32	9,7	26,1
Week 33	24,9	39,4
Week 34	12,8	13,5
Week 35	17,8	15,2
Week 36	27,3	27,4
Week 37	11,4	10,1

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Week 38	0,9	8,2
Week 39	7,8	11,7
Week 40	8,2	18,2
Week 41	7,8	11,7
Week 42	8,2	18,2
Gemiddeld	12,4	18,2

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Bijlage 8: Artikel nieuwsbrief LTO Groeiservice

Fluorescentiemeting bij o.a. schefflera verdeelt schermmomenten in drie groepen

Alle teelten in Nederland staan onder financiële druk. Er worden steeds hogere eisen gesteld aan het product, terwijl de opbrengstprijs niet hoger wordt. Om de teelten rendabeler te maken, moet de productie per m^2 worden verhoogd, met behoud van kwaliteit. Meer productie, betekent meer instraling (licht) toelaten en daardoor meer fotosynthese. Echter met de huidige regelsystemen, kunnen we niet zo scherp op instraling regelen. Veelal wordt er te vroeg geschermd uit angst voor schade. De fotosynthese vereist beschikbaarheid van water, CO_2 en licht. Het karakteristieke verloop van de fotosynthese kent twee fasen. Bij laag licht, in de vroege ochtend en late middag, is de beschikbaarheid aan licht beperkend voor de fotosynthese. Op zeker moment stijgt het licht niveau echter zo ver dat de CO_2 opname beperkend wordt. De plant kan het extra licht niet meer gebruiken en dit wordt omgezet in warmte. De warmtebelasting van de plant stijgt dan snel terwijl de fotosynthese niet meer kan toenemen. Bij een tekort aan water wordt de CO_2 opname door sluiting van huidmondjes beperkt en treedt het verschijnsel van CO_2 limitatie al bij lager lichtniveau op. Bij toediening van extra CO_2 treedt begrenzing van de fotosynthese pas bij hogere instraling op. Het gaat er dus om de overgang van de licht gelimiteerde naar de CO_2 gelimiteerde fase te detecteren. Dit is mogelijk via de bladgroenfluorescentie ofwel de PPM-meter. Met deze meter zijn proeven uitgevoerd in de praktijk door DLV Facet. Voor de proef zijn vier verschillende gewassen geselecteerd, waaronder schefflera. Alvorens de proef in de praktijk uit te voeren, zijn op individuele planten enkele meetseries uitgevoerd. Op basis van de gemeten waarden is een prototype schermaansturing ontwikkeld. Het ontwikkelde systeem is vervolgens in de praktijk bij schefflera en roos getest. Dit is gedaan door daadwerkelijk met het systeem de schermen van de kassen aan te sturen. Ter evaluatie van de praktijkresultaten zijn de productiegegevens en de klimaatomstandigheden gedurende deze proeven bijgehouden. De gegevens zijn nog niet allemaal verwerkt, omdat nog niet alle data beschikbaar zijn. Wel viel op dat in de loop van de proef de schermmomenten in drie groepen waren onder te verdelen, te weten:

- Scherm dicht in ochtend bij nog relatief lage instraling
  De stress wordt veroorzaakt doordat de plant zijn interne vochthuishouding niet snel genoeg kan aanpassen.
- Scherm dicht midden op de dag bij hoge instraling
  De stress wordt veroorzaakt door een te grote instraling. Dit leid tot CO_2 gelimiteerde fotosynthese.
- Scherm dicht in de namiddag bij relatief lage instraling
  Stress lijkt langzaam op te bouwen in de loop van de dag. Het lijkt erop dat de plant juist dan extra gevoelig is voor een lichttoename.

Momenteel worden proeven opgestart in de teelt van Spathiphyllum en Guzmania. Dit project wordt gefinancierd door PT, Projectfonds Westlandse Rabobanken,Ears, Svensson en Priva.

Jeroen van Buren en Martijn Gevers, DLV Plant BV

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Bijlage 9: Gerealiseerd kasklimaat praktijkproef Guzmania

Buitenomstan-digheden	Tbuiten	straling	Wind-snelheid				
	(°C)	(W/m^2)	(m/s)				
week							
Week17	12,6	299	1,7				
Week18	12,8	308	3,7				
Week19	12,6	367	1,2				
Week20	11,6	316	2,1				
Weer21	12,3	198	2,3				
Week22	17,7	466	1,5				
Week23	18,7	344	1,2				
Week24	16,8	400	1,6				
Week25	17,1	361	1,8				
Week26	17,3	401	1,8				
Week27	15,6	181	2,4				
Weer28	18,3	392	0,9				
Week29	21,2	382	2,0				
Week30	19,1	317	1,0				
Week31	19,7	331	0,5				
Week32	21,4	331	0,9				
Week33	19,5	289	1,4				
Week34	18,4	225	1,4				
Gemiddeld	16,82	328	1,6				
Kas-Temperatuur	Standaard Afdeling 17				PPMmeter Afdeling 18		
	Tdag	Tnacht	Tetmaal		Tdag	Tnacht	Tetmaal
	(°C)	(°C)	(°C)		(°C)	(°C)	(°C)
Week							
Week17			22,3				22,5
Week18			22,3				22,5
Week19			22,5				22,7
Week20			22,3				22,5
Week21			22,0				22,1
Week22			24,1				24,6
Week23			24,8				25,5
Week24			23,8				24,3
Week25			23,9				24,3
Week26			23,9				24,3
Week27			22,8				22,5
Weer28			24,4				24,9
Week29			25,4				26,0
Week30			24,3				25,0
Week31			24,4				25,1
Week32			25,1				25,5

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Week33			24,4				24,8
Week34			23,5				23,8
Gemiddeld			23,7				24,0
Kas RV	Standaard Afdeling 17				PPMmeter Afdeling 18		
	RVdag	RVnacht	RVetmaal		RVdag	RVnacht	RVetmaal
	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)
Week							
Week17			63,3				60,9
Week18			65,6				65,2
Week19			61,2				59,6
Week20			63,8				61,1
Weer21			71,9				70,0
Week22			59,9				58,3
Week23			68,2				65,4
Week24			62,2				59,6
Week25			64,7				62,7
Week26			64,1				62,9
Week27			74,0				73,5
Weer28			62,2				68,1
Week29			65,0				63,9
Week30			67,8				65,5
Week31			68,0				64,3
Week32			71,2				70,8
Week33			65,0				64,6
Week34			70,0				69,6
Gemiddeld			66,0				64,8
Behandeling	Standaard Afdeling 17				PPMmeter Afdeling 18		
	BuisT vloer	BuisTboven net	CO2-etmaal		BuisT vloer	BuisTboven Net	CO2-etmaal
	(°C)	(°C)	(ppm)		(°C)	(°C)	(ppm)
Week							
Week17	25,6	27,6			27,3	29,2	
Week18	25,3	27,8			27,0	29,4	
Week19	25,3	27,4			26,6	28,5	
Week20	25,6	27,8			26,9	28,9	
Weer21	25,2	28,7			25,8	29,4	
Week22	26,3	28,3			27,6	30,0	
Week23	26,0	29,2			26,8	30,4	
Week24	25,6	27,7			26,4	29,3	
Week25	25,2	28,3			25,7	29,3	
Week26	25,5	28,0			26,5	29,4	
Week27	24,3	28,5			25,1	29,3	
Weer28	26,0	28,5			26,5	29,3	
Week29	26,8	29,6			27,2	30,6	

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Week30	25,5	29,2			25,8	29,8	
Week31	25,5	28,9			26,0	29,4	
Week32	26,2	29,6			26,6	30,3	
Week33	25,6	27,9			26,2	29	
Week34	24,5	28,4			24,7	29,1	
Gemiddeld	25,6	28,4			26,4	29,5	

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Bijlage 10: Gerealiseerd kasklimaat praktijkproef Spathiphyllum

Buitenomstan-digheden	Tbuiten	straling	Wind-snelheid				
	(°C)	(J/cm2)	(m/s)				
week							
Week 3	6,1	505	4,8				
Week 4	5,0	530	2,4				
Week 5	4,5	530	4,6				
Week 6	10,4	496	6,4				
Week 7	6,8	443	2,0				
Week 8	3,9	999	2,0				
Week 9	2,3	1014	2,2				
Week 10	5,2	1163	1,3				
Week 11	4,9	1086	2,9				
Week 12	10,7	1506	5,4				
Week 13	6,3	1579	1,8				
Week 14	12,2	1787	2,6				
Week 15	7,7	1644	3,0				
Week 16	11,4	2116	1,7				
Week 17	12,0	2346	1,4				
Week 18	15,1	2143	1,6				
Week 19	11,5	2294	2,5				
Week 20	12,5	2624	1,4				
Gemiddeld	8,2	1378	2,8				
Kas-Temperatuur	Standaard Afdeling 4				PPMmeter Afdeling 5		
	Tdag	Tnacht	Tetmaal		Tdag	Tnacht	Tetmaal
	(°C)	(°C)	(°C)		(°C)	(°C)	(°C)
Week							
Week 3	21,3	21,5	21,4		21,2	21,5	21,4
Week 4	21,6	21,7	21,7		21,5	21,2	21,3
Week 5	21,3	21,8	21,6		21,2	21,7	21,5
Week 6	21,7	21,8	21,8		21,5	21,9	21,7
Week 7	21,7	22,2	22,0		21,7	22,3	22,0
Week 8	21,8	22,0	21,9		21,7	22,0	21,8
Week 9	21,5	22,4	22,4		21,4	22,3	21,8
Week 10	22,6	22,1	22,4		22,6	22,1	22,4
Week 11	22,4	22,2	22,3		22,4	22,2	22,3
Week 12	22,5	22,2	22,4		22,4	22,2	22,3
Week 13	22,9	21,9	22,6		22,9	21,9	22,5
Week 14	23,3	22,1	22,8		23,2	22,1	22,7
Weerk15	22,8	22,2	22,6		22,8	22,1	22,5
Week 16	23,2	21,9	22,8		23,1	22,0	22,6

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Week 17	23,3	22,0	22,8		23,3	21,9	22,7
Week 18	23,5	21,9	22,9		23,4	21,9	22,8
Week 19	22,9	22,1	22,7		22,7	22,1	22,5
Week 20	23,3	21,9	22,8		23,2	22,0	22,8
Gemiddeld	22,6	22,0	22,3		23,2	21,9	22,2
Kas RV	Standaard				PPMmeter		
	RVdag	RVnacht	RVetmaal		RVdag	RVnacht	RVetmaal
	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)
Week							
Week 3	74,5	71,5	72,8		73,2	71,0	72,0
Week 4	73,9	70,1	72,8		73,2	69,1	71,0
Week 5	73,9	70,1	72,8		72,6	69,1	70,7
Week 6	76,7	74,1	75,2		74,4	72,1	73,1
Week 7	75,1	71,0	72,9		73,1	70,1	71,4
Week 8	67,4	63,3	65,3		68,4	67,5	67,9
Week 9	67,8	61,6	64,7		68,1	65,6	66,8
Week 10	70,3	68,2	69,2		70,7	68,1	69,4
Week 11	69,0	68,6	68,8		67,3	68,3	67,8
Week 12	71,4	72,8	71,9		70,7	70,7	70,7
Week 13	66,7	67,4	67,0		67,2	69,0	68,0
Week 14	66,3	74,7	70,0		66,2	76,0	70,9
Week 15	68,3	69,2	68,6		68,9	69,2	69,0
Week 16	63,0	72,3	68,1		62,3	73,2	67,5
Week 17	65,0	73,9	69,0		64,0	73,0	68,0
Week 18	67,5	78,0	72,0		66,7	76,7	71,5
Week 19	66,1	74,5	70,0		64,7	74,6	69,5
Week 20	67,8	75,7	71,0		66,9	75,0	70,5
Gemiddeld	68,9	70,6	70,1		68,2	70,6	69,8
Behandeling	Standaard				PPMmeter		
	BuisTdag	BuisTnacht	CO2-etmaal		Buis T dag	Buis T nacht	CO2-etmaal
	(°C)	(°C)	(ppm)		(°C)	(°C)	(ppm)
Week							
Week 3	49,0	46,2	300		49,7	48,0	300
Week 4	53,1	49,9	300		52,6	45,9	300
Week 5	51,7	51,0	300		52,8	51,2	300
Week 6	48,3	42,2	328		48,4	45,3	331
Week 7	49,5	47,7	644		49,0	51,5	641
Week 8	49,6	54,3	648		47,9	59,3	465,5
Week 9	53,1	60,1	693		52,1	65,0	300
Week 10	45,1	52,2	655		41,1	54,8	300
Week 11	47,3	51,9	634		44,0	53,4	300
Week 12	42,9	44,4	590		40,4	46,8	300
Week 13	42,4	51,7	624		38,8	55,1	300
Week 14	39,5	43,8	450		36,6	45,9	300
Week 15	41,9	50,2	420		39,6	51,2	300
Week 16	41,7	46,0	425		39,1	48,9	300

© DLV Facet: mei 2004

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400

Week 17	41,5	45,6	413		37,4	47,7	300
Week 18	38,6	39,5	413		36,8	41,7	300
Week 19	40,7	41,3	509		38,4	43,2	300
Week 20	38,4	42,2	518		36,0	43,4	300
Gemiddeld	44,3	48,3	488		42,3	50,3	329,9
Behandeling	Standaard en PPM-meter						
	pH-gift	EC-gift	Watergift				
		(mS/cm)	(l/m^2)				
Week							
Week 3	5,7	2,1	12				
Week 4	5,7	2,1	12				
Week 5	5,7	2,1	12				
Week 6	5,7	2,1	12				
Week 7	5,7	2,1	12				
Week 8	5,7	2,1	12				
Week 9	5,7	2,1	12				
Week 10	5,7	2,1	12				
Week 11	5,7	2,1	12				
Week 12	5,7	2,1	12				
Week 13	5,7	2,1	12				
Week 14	5,7	2,1	12				
Week 15	5,7	2,1	12				
Week 16	5,7	2,1	12				
Week 17	5,7	2,1	12				
Week 18	5,7	2,1	12				
Week 19	5,7	2,1	12				
Week 20	5,7	2,1	12				
Gemiddeld	5,7	2,1	12				

DLV Facet, Agro Businesspark 65. Postbus 6700. 7001 CA Wageningen, tel. 0317 – 491511, Fax 0317 – 460400