

Beheersing intrinsieke kwaliteit potplanten met als pilot Ficus en Anthurium

Deelproject 3

Gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

In opdracht van:

BCO Potplanten commissie LTO Groeiservice

Uitgevoerd door:

DLV Plant, Wageningen
Paul de Boer
Helma Verberkt
PRI, Jan Snel

In samenwerking met:

Anthura
Esprit Plant
Rijnplant

PT-projectnr : 11973

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden veelevoudigd, 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 Plant. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Plant B.V.. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden. DLV Plant B.V. is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.

DLV Plant

Postbus 7001
6700 CA Wageningen

Agro Business Park 65
6708 PV Wageningen

T 0317 49 15 78

F 0317 46 04 00

E info@dlvplant.nl

www.dlvplant.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1 Inleiding en doel	6
1.1 Algemeen	6
1.2 Bepaling aanpassing anthurium aan hoge natuurlijke instraling	6
1.3 Bepaling chlorose in Ficus bij toepassing assimilatiebelichting	7
2 Materiaal en methode onderzoek Anthurium	8
2.1 Proefopzet	8
2.2 Teeltgegevens	8
2.3 Plantmateriaal	8
2.4 MIPS metingen	9
2.5 Plantmetingen	10
2.6 Verwerking	12
3 Resultaten onderzoek Anthurium	13
3.1 MIPS	13
3.2 Plantmetingen	15
4 Conclusies en aanbevelingen onderzoek Anthurium	20
5 Materiaal en methoden onderzoek Ficus	21
5.1 Doelstelling	21
5.2 Proefopzet	21
5.3 Teeltgegevens en accommodatie	22
5.4 Waarnemingen en verwerking	22
6 Resultaten onderzoek Ficus	23
6.1 Effecten belichting op gewasgroei en chlorose	23

6.2	Resultaten MIPS metingen	30
7	Conclusie onderzoek Ficus	33
Bijlage 1.	Overzicht klimaat Anthurium	34

Samenvatting

De doelstelling van het project 'Beheersing intrinsieke kwaliteit potplanten' is het ontwikkelen van een meettechniek waarmee de intrinsieke kwaliteit van potplanten tijdens de teelt gemeten kan worden. Uit deelproject 2 blijkt dat symptomen van lichtstress in een vroeg stadium met MIPS gemeten kunnen worden bij zowel Ficus als Anthurium. Van belang is om na te gaan of al voordat uitwendige chlorose zichtbaar is aan het gewas, afwijkingen worden geconstateerd in de fotosynthese-efficiënte middels de metingen van de MIPS, zodat daarop geanticipeerd kan worden door de teler.

Het onderzoek bij Anthurium heeft plaats gevonden op twee Anthuriumbedrijven waar geteeld wordt in twee verschillende kasafdelingen waarbij de hoeveelheid licht duidelijk verschillend is. Op beide bedrijven zijn 5 rassen geselecteerd, 2 waarvan bekend is dat ze goed onder lichte omstandigheden geteeld kunnen worden, 2 waarvan bekend is dat ze gevoelig zijn voor veel licht en 1 nieuw experimenteel ras met veel economisch potentie. De normale (= standaard) afdeling is vergelijkbaar met de lichtomstandigheden in de praktijk. In de lichte teelt is er 30-50% meer licht c.q. straling toegelaten in de kas door minder te schermen. Naast metingen met de MIPS zijn aan de partijen diverse groei- en uitwendige kwaliteitsmetingen verricht.

Uit de meetresultaten blijkt dat met de MIPS de initiële, onzichtbare symptomen gemeten en gekwantificeerd kunnen worden. Met een combinatie van fluorescentie- en kleurenopnamen kunnen de bladeren van de achtergrond en de bloem onderscheiden worden. De initiële (onzichtbare) symptomen beginnen als kleine, scherp gedefiniëerde gebiedjes aan de rand van het blad met hoge fluorescentie en een lage fotosynthese-efficiëntie. Deze initiële symptomen kunnen in een tijdsbestek van 3 dagen groter worden of overgaan in gebieden met lage fluorescentie. Ook bij planten onder standaard licht c.q. straling vertoonden de meeste rassen al deze onzichtbare symptomen van stress. Extra licht zorgt voor planten die duidelijk korter zijn en een kleiner bladoppervlak ontwikkelen dan planten onder normale omstandigheden. Op het tweede bedrijf ontwikkelden de planten onder extra licht ook duidelijk meer bloemen. Extra licht leidt niet tot meer vroege (onzichtbare) symptomen van lichtstress en vergeling (kleurindex), maar eerder tot een afname. De MIPS resultaten komen in 8 van de 10 rassen overeen met de verwachtingen t.a.v. lichtgevoeligheid. De resultaten geven aan dat er geen één op één relatie is tussen vroege symptomen gemeten met MIPS en waargenomen bladvergeling. Er zijn wel vragen open blijven staan over de relatie tussen de vroege, onzichtbare (MIPS) symptomen en de zichtbare (kleurindex) symptomen.

Bij Ficus was het doel om na te gaan of door middel van MIPS techniek beschadiging van het bladgroen (chlorose), als gevolg van belichting, in een vroeg stadium te detecteren is in Ficus. Daarnaast is het herstelproces gevolgd na stop zetten van de belichting. Het onderzoek is uitgevoerd op een Ficusbedrijf waar

geteeld wordt met en zonder assimilatiebelichting. Hier zijn 2 rassen (groene typen) gevolgd. Beide rassen zijn zowel geteeld onder de belichting als onbelicht. Wekelijks zijn planten van beide cultivars en lichtbehandelingen gemeten met de MIPS in Wageningen. In overleg met PRI en de desbetreffende teler is een deel van de belichte planten vervolgens onder de belichting gehaald en is het herstel proces vastgelegd.

De belichting heeft geleid tot chlorose van de planten. Naast chlorose leidt belichting tot meer afsplitsing van blad, meer lengtegroei en aanmaak vers- en drooggewicht. Nadat de planten onder de belichting vandaag worden gehaald neemt de chlorose weer af. Dit is duidelijk zichtbaar na ca. 14 dagen. Er zijn bij chlorotische planten echter geen stress symptomen (lage PA) met de MIPS waargenomen zoals in de eerdere proef (deelfase 2). Het verschil met de proef in deelfase 2 is dat daar alleen metingen zijn verricht aan oudere planten met schadebeeld in het meer oudere blad. In dit geval zijn gedurende het teeltproces de metingen verricht. Het groeikrachtige gewas onder de belichting had relatief ook veel jong blad dat, in het algemeen, ook een lage PA laat zien. Alleen op de laatste dag zijn er met de MIPS lichte symptomen vastgesteld bij een paar belichte planten. Omdat bij de planten wel duidelijk visuele symptomen van chlorose zijn waar te nemen, moet geconcludeerd worden dat de MIPS metingen niet bruikbaar zijn om vroegtijdig chlorose symptomen te detecteren. Het is echter onduidelijk of dit nu komt omdat er geen directe relatie tussen de MIPS symptomen (lage PA) en chlorose is of dat de metingen sterk verstoord worden door het aandeel jong blad. Voor de praktische toepassing maakt dit echter niet uit. In beide gevallen is deze methoden niet geschikt om vroegtijdige chlorose door belichting te detecteren bij Ficus.

1 Inleiding en doel

1.1 Algemeen

De doelstelling van het project 'Beheersing intrinsieke kwaliteit potplanten' is het ontwikkelen van een meettechniek waarmee de intrinsieke kwaliteit van potplanten tijdens de teelt gemeten kan worden. De technieken worden toegepast op uitgangsmateriaal (sortering op intrinsieke groeikracht), teelt (b.v. moment van wijder zetten, schermen, belichten en water- en nutriëntengift) en oogst/naoogst (afharding/houdbaarheid).

In deelproject 2 zijn de volgende activiteiten en resultaten tot nu toe bewerkstelligd. Voor zowel Anthurium als Ficus is software ontwikkeld om op basis van de MIPS metingen de fotosyntheseverdeling over de plant te kunnen bepalen. Deze is toegepast op de kwantificering van de fotosynthese in bontbladige Ficus en op de kwantificering van bladeren met stress bij Anthurium.

1.2 Bepaling aanpassing anthurium aan hoge natuurlijke instraling

Bij potanthurium is licht een belangrijke factor. Met meer licht kan een snellere teelt bereikt worden, maar ook hier kan lichtschade optreden door een te hoge natuurlijke instraling. Voor de teelt van potanthurium is het daarom nodig om meer te weten over de fotosynthese en transpiratie gedurende de teelt. Uit deelproject 1 was al gebleken dat onder standaardcondities er grote verschillen waren tussen cultivars. In deelproject 2 is gekeken naar aanpassing van 4 cultivars aan hoog licht met betrekking tot fotosynthese en transpiratie. Voor het meten van fotosynthese en transpiratie is een meetprotocol ontwikkeld waarbij de maximale fotosynthese onder de gegeven condities in 3 minuten per plant gemeten kan worden. Van de 4 cultivars is de fotosynthese en de transpiratie bepaald met de Licor fotosynthesemeter en na afloop is met de MIPS in Wageningen de efficiëntie van de fotosynthese gemeten. Per cultivar zijn fotosynthese metingen verricht op 0 (= controle), 1, 3 en 7 dagen na het overbrengen van de planten naar een hoog instralingsniveau.

Uit deze metingen met de Licor blijkt dat de fotosynthese en transpiratie tijdsafhankelijk zijn. In de tweede helft van de middag sluiten de huidmondjes en neemt de fotosynthese flink af. Er treedt echter een grote variatie op. De effecten van de lichtbehandeling en de verschillen tussen de cultivars zijn daardoor statistisch niet significant. Twee cultivars hebben een lage fotosynthese; 1 heeft een hoge fotosynthese en 1 zit er tussenin. Cultivar 3 heeft de hoogste fotosynthese en transpiratie onder hoog licht na 7 dagen aanpassing. Cultivars met een lagere fotosynthese onder hoog licht hebben de meeste kans op lichtschade. Uit de metingen met de MIPS blijkt dat een cultivar na 7 dagen aanpassing aan hoge natuurlijke instraling een significant lagere efficiëntie van de fotosynthese heeft dan de controle. De andere cultivars laten geen verandering of

een kleine verhoging zien. Twee van de vier cultivars hebben stresssymptomen in de vorm van lokale plekken met een lage efficiëntie van de fotosynthese. De twee cultivars met stresssymptomen zijn ook de cultivars met een lage fotosynthese. De symptomen van lichtstress kunnen in een vroeg stadium met MIPS gemeten worden. Dit deelproject beoogt dit te kunnen aantonen in Anthurium geteeld onder lichte omstandigheden.

1.3 Bepaling chlorose in Ficus bij toepassing assimilatiebelichting

Assimilatiebelichting met 4000 tot 8000 lux (ca. 53 - 106 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$) in de wintermaanden kan een aanzienlijke versnelling van de teelt geven, maar ook leiden tot schade aan het blad in de vorm van chlorose. Deze chlorose verdwijnt slechts gedeeltelijk als de assimilatiebelichting gestopt wordt. Er is dus deels sprake van permanent kwaliteitsverlies. De chlorose wordt veroorzaakt door beschadiging van het bladgroen (chlorofyl). Het bladgroen is een belangrijk onderdeel van het fotosyntheseapparaat en zorgt voor de invang van het licht. Vroege detectie van deze symptomen zou kunnen helpen bij het optimaliseren van de belichting en het voorkomen van chlorose. In deelproject 2 is aan belichte (8000 lux) en aan niet belichte (controle) planten gemeten met de MIPS. De metingen hebben plaats gevonden in februari. Het gaat hierbij om planten die aanzienlijk minder visuele symptomen hebben dan midden in de winter. In beide behandelingen is stress waargenomen in de vorm van een lage efficiëntie van de fotosynthese. Het gestresste deel van de planten was klein.

Bij de belichte planten was een duidelijk groter oppervlak van de plant gestresst (ca 16%) dan bij de controle planten (ca 6%). Deze symptomen traden voornamelijk bij de oudere bladeren op. De symptomen zijn zowel vanaf de bovenzijde als vanaf de zijkant te meten met MIPS. Assimilatielicht leidt in de wintermaanden tot Ficusplanten met meer bladeren waarin het fotosyntheseapparaat beschadigd is (lage PA waarde). De Chl b/a metingen laten veel minder effect zien bij deze planten. Dat heeft deels te maken met het feit dat het hier om een fijn patroon van licht chlorotisch blad tussen groene nerven gaat. De Chl b/a meting neemt een soort gemiddelde van deze gebieden. Met de MIPS sensor kunnen de beschadiging van het fotosyntheseapparaat goed gemeten worden. Op dit moment is nog niet duidelijk of in alle gevallen waarin het fotosynthesapparaat beschadigd is er ook chlorose ontstaat. Het zou kunnen zijn dat er cultivars zijn of klimaatsfactoren waarbij dit niet het geval hoeft te zijn. Hiervoor is verder onderzoek nodig.

Uit deelproject 2 blijkt dat symptomen van lichtstress in een vroeg stadium met MIPS gemeten kunnen worden bij zowel Ficus als Anthurium. Van belang is om bij Ficus na te gaan of al voordat uitwendige chlorose zichtbaar is aan het gewas, afwijkingen via de MIPS te meten zijn, zodat daarop geanticipeerd kan worden door de teler. Belangrijk is het moment vast te leggen waarbij middels de MIPS een duidelijke afwijking wordt geconstateerd in de fotosynthese-efficiëntie alvorens de schade in de vorm van chlorose zichtbaar wordt.

2 Materiaal en methode onderzoek Anthurium

2.1 Proefopzet

Het onderzoek heeft plaats gevonden op twee Anthuriumbedrijven waar geteeld wordt in twee verschillende kasafdelingen waarbij de hoeveelheid licht duidelijk verschillend is. Op beide bedrijven zijn 5 rassen geselecteerd, 2 waarvan bekend is dat ze goed onder lichte omstandigheden geteeld kunnen worden, 2 waarvan bekend is dat ze gevoelig zijn voor veel licht en 1 nieuw experimenteel ras met veel economisch potentie. De normale (= standaard) afdeling is vergelijkbaar met de lichtomstandigheden in de praktijk. In de lichte teelt is er 30-50% meer licht c.q. straling toegelaten in de kas door minder te schermen.

Naast metingen met de MIPS zijn aan de partijen diverse groei- en uitwendige kwaliteitsmetingen verricht door DLV Plant.

2.2 Teeltgegevens

Dit onderzoek heeft plaats gevonden in de periode mei - september 2007. De MIPS metingen zijn verricht met een mobiele meetunit. Uitgegaan is van halfwasplanten in 14 cm container vlak voor het 1^e uitzetmoment. Alle rassen zijn vooraf aan het onderzoek gedurende 1 maand in de donkere afdeling geteeld. Zie bijlage 1 voor het klimaatoverzicht. Vervolgens is een deel overgezet naar de lichte afdeling. Op gezette tijden (2-3-5 dagen na wisseling; 5, 6, en 8 juni) zijn de planten op de bedrijven doorgemeten met de MIPS. Vanaf dat moment zijn gedurende 3 maanden aan de 5 rassen plantmetingen gedaan in beide afdelingen op beide bedrijven. Gedurende deze periode is een aantal planten in Wageningen gemeten met de MIPS.

Per bedrijf, per ras, per lichtbehandeling zijn 40 planten aangehouden. Totaal zijn dus: 2 bedrijven * 5 rassen * 2 lichtbehandelingen * 40 planten = 800 planten in het onderzoek betrokken.

2.3 Plantmateriaal

De, in het onderzoek toegepaste, rassen zijn door de toeleverende bedrijven zelf vooraf gekarakteriseerd (index 1-5).

Bedrijf A

Ras A: groeisnelheid of groei kracht 3, fotosynthesecapaciteit 3, optreden vergeling: lichtgevoelig, aanpassingsvermogen (bv herstel na periode hoog licht): blijft wel schade zien, in dit geval in oude blad, jong blad lijkt te gewinnen. Lichtgevoeligste ras in deze proef.

Ras B : groeisnelheid of groeikracht 5, fotosynthesecapaciteit 5, optreden vergeling: lichtgevoelig 4, aanpassingsvermogen (bv herstel na periode hoog licht): blijft wel schade zien, in dit geval in oude blad, jong blad lijkt te gewinnen 4.

RAS C : groeisnelheid of groeikracht 2, fotosynthesecapaciteit 2, optreden vergeling: lichtgevoelig 1, aanpassingsvermogen (bv herstel na periode hoog licht): blijft wel schade zien, in dit geval in oude blad, jong blad lijkt te gewinnen 3.

Ras D: groeisnelheid of groeikracht 3, fotosynthesecapaciteit 3, optreden vergeling: lichtgevoelig 3, aanpassingsvermogen (bv herstel na periode hoog licht): blijft wel schade zien, in dit geval in oude blad, jong blad lijkt te gewinnen. 4

Ras E : groeisnelheid of groeikracht 2, fotosynthesecapaciteit 3, optreden vergeling: lichtgevoelig 4 (niet zo gevoelig), aanpassingsvermogen (bv herstel na periode hoog licht): blijft wel schade zien, in dit geval in oude blad, jong blad lijkt te gewinnen 4.

Bedrijf B

De groeisnelheid is van A, B en E het grootst en van C en D wat minder. Daarentegen zijn C en D bossige rassen die veel blad afsplitsen en A,B en E iets ranker die sneller de lucht in gaan. Ras A, D en E vergelen het snelst, B en C minder snel. Ras E herstelt het snelst, daarna D en als laatste A. De fotosynthese capaciteit is moeilijk aan te geven.”

2.4 MIPS metingen

De MIPS metingen op de bedrijven in mei en juni zijn uitgevoerd met de mobiele MIPS vision opstelling (zie afbeelding 1) van Grow Technology. Deze MIPS camera meet alleen chlorofyl fluorescentie en geen kleur of warmte. Uit eerder onderzoek in deelproject 2 was namelijk al gebleken dat de symptomen t.g.v. lichtstress ook op basis van alleen chlorofylfluorescentie gemeten kunnen worden. Daarmee werd het mogelijk om de metingen op de bedrijven uit te voeren met deze mobiele opstelling.



Afbeelding 1. Foto links: De MIPS camera bij één van de bedrijven. Foto rechts: de MIPS-Pro robot in de klimaatcel bij Plant Research International in Wageningen.

Bij de metingen werd eerst per ras één plant gemeten. Dit werd herhaald totdat alle 40 planten per ras gemeten waren. Per bedrijf (400 planten) duurde de totale meettijd ca. 4 uur. Bij de meting van de controle op 29 mei werd de helft van het aantal planten gebruikt.

In juli en september is een aantal planten nogmaals doorgemeten om te zien of de symptomen nog aanwezig waren. Deze metingen zijn in Wageningen uitgevoerd met de MIPS-Pro robot opstelling van Plant Research International en Plant Dynamics (afbeelding 1).

2.5 Plantmetingen

Per proefveld zijn van 2 x 10 steeds dezelfde planten de lengte bepaald. Deze is gemeten van de onderkant pot tot waar het hoogste blad aan de steel zit en het blad knikt (afbeelding 2). Van dezelfde planten zijn de plantdiameters gemeten (afbeelding 3). Hiervoor is de grootste diameter en loodrecht daarop de grootste diameter gemeten. Hierbij is tevens, middels een index van 1 t/m 5, de bladkleur bepaald (afbeelding 4 en 5) en is het aantal bloemen geteld. De metingen zijn gedaan op 5 juni, 9 juli en 13 augustus.



Afbeelding 2. De hoogte; de afstand van potbodem tot hoogste steel-blad overgang.



Afbeelding 3. De diameters; grootste afstand van bladuiteinde naar bladuiteinde, haaks daarop de grootste afstand van bladuiteinde naar bladuiteinde. Deze plant heeft een bladindex van 5 (= er zijn geen symptomen waar te nemen).

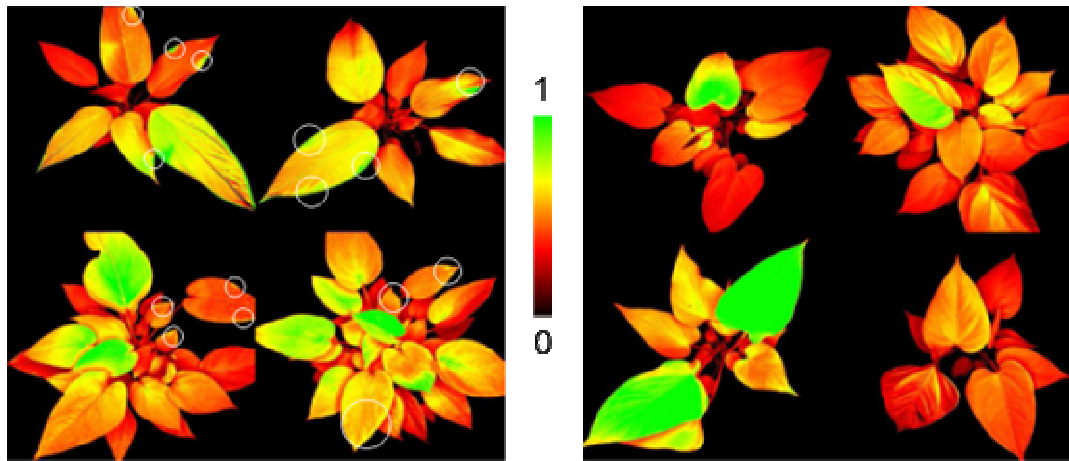


Afbeelding 4. Bladindex 4 = er is iets te zien.



Afbeelding 5. Bladindex 3 = de vergeling is duidelijk.

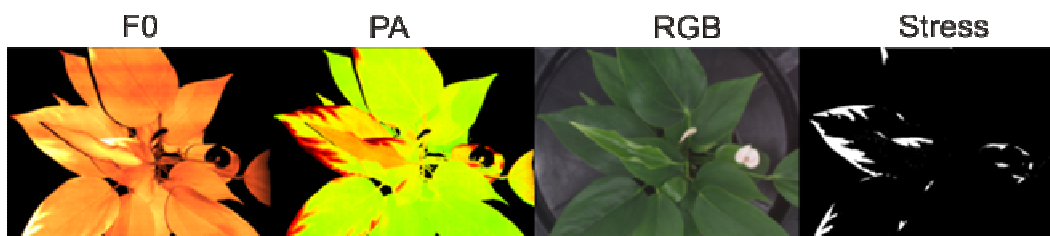
2.6 Verwerking



Afbbeelding 6. Voorbeeld van fluorescentiemeting met MIPS-LED aan potanthuriums. De vier planten links vertonen typische symptomen van lichtstress (omcirkeld). Deze symptomen bestaan uit kleine gebieden aan de randen van het blad met een hoge fluorescentie (en een lage efficiëntie van de fotosynthese). De rechter vier planten laten wel verschillen in fluorescentie zien, maar niet de typische symptomen van lichtstress.

Afbbeelding 6 geeft een voorbeeld van de symptomen ten gevolge van lichtstress zoals gemeten met de MIPS opstelling van Grow Technology. De metingen in juni zijn visueel beoordeeld op de aanwezigheid van dergelijke symptomen. Hierbij is geen verschil gemaakt in de ernst van de symptomen.

Voor de analyse van de MIPS metingen met de MIPS-Pro is gebruik gemaakt van het pakket MathCad uitgebreid met de Image Analysis module. Met deze aanpak was het mogelijk om de lichtstress te kwantificeren - als percentage van het plantoppervlak - op basis van de fluorescentie- en de kleurenbeelden (plaatje gelabeld "Stress" in afbeelding 7).



Afbbeelding 7. Voorbeeld van de analyse van de symptomen van lichtstress met behulp van MathCad. Voor de analyse wordt gebruik gemaakt van de informatie van de PA en de kleur van de plant. De F0, FM (niet getoond) en RGB beelden zijn opgenomen met de MIPS-Pro in Wageningen. De PA en de Stress beelden werden berekend met MathCad.

3 Resultaten onderzoek Anthurium

3.1 MIPS

Metingen mei en juni op de bedrijven

De resultaten van de metingen op de twee bedrijven staan in tabel 1. De partijen zijn per bedrijf (A of B) en per ras (A t/m E) gecodeerd. Al bij de controlemetingen op 29 mei, voor de start van de behandeling, zijn er al grote verschillen in aantallen planten met symptomen. Alle rassen m.u.v. BA en BB vertonen de vroege symptomen van lichtstress. Op 8 juni, 5 dagen na het begin van de behandeling, hebben de rassen AA, AC, BC en, in iets mindere mate, AE en BE de meeste planten met symptomen van lichtstress. Opvallend is dat het extra licht niet zoals verwacht leidt tot meer vroege symptomen van lichtstress, maar juist minder planten met symptomen van lichtstress oplevert.

Verder is er verschil tussen de rassen in aanpassing aan de lichte omgeving. Terwijl bij ras AC het aantal planten met symptomen op 8 juni bijna verdubbeld is t.o.v. 29 mei, is bij rassen AB, AD, AE, BC (licht) en BE het aantal planten met symptomen op 8 juni juist minder dan op 29 mei.

Tabel 1. Percentage planten met vroege symptomen lichtstress

Bedrijf A

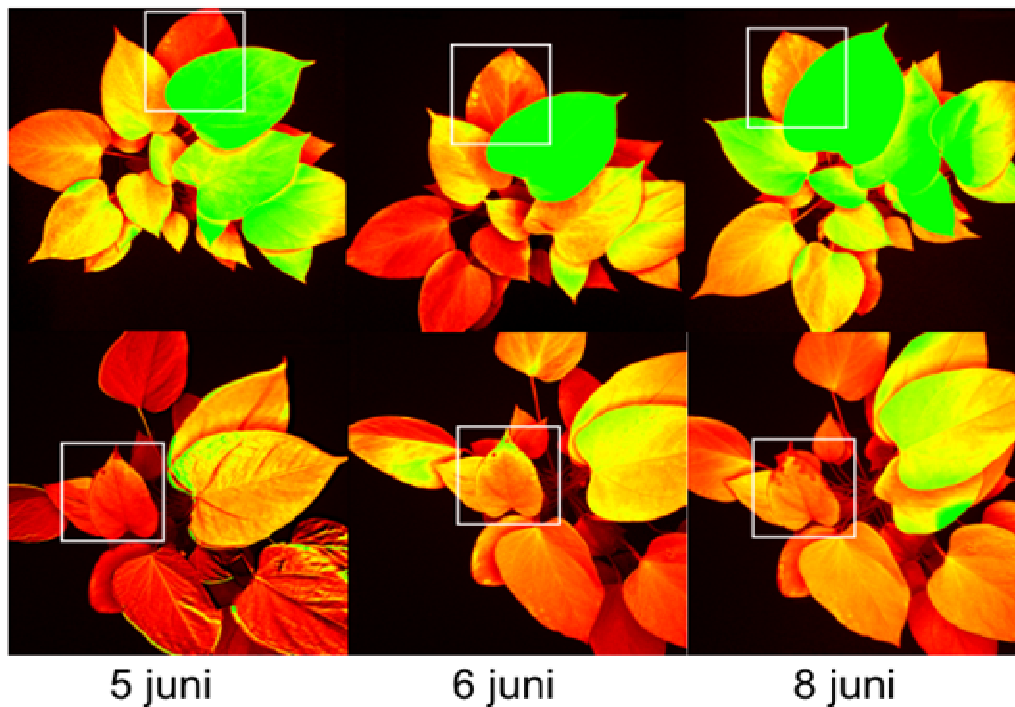
Ras:	AA		AB		AC		AD		AE	
opkweek:	normaal	licht	normaal	licht	normaal	licht	normaal	licht	normaal	licht
29-mei-07	35%		25%		32%		33%		55%	
5-jun-07	48%	38%	8%	8%	35%	25%	10%	8%	18%	20%
6-jun-07	50%	38%	5%	3%	35%	23%	8%	5%	15%	20%
8-jun-07	65%	43%	0%	5%	58%	43%	15%	8%	23%	25%

Bedrijf B

Ras:	BA		BB		BC		BD		BE	
opkweek:	normaal	licht	normaal	licht	normaal	licht	normaal	licht	normaal	licht
29-mei-07	10%		10%		70%		25%		58%	
5-jun-07	3%	0%	15%	15%	85%	85%	33%	18%	63%	68%
6-jun-07	3%	0%	5%	0%	75%	90%	23%	13%	70%	65%
8-jun-07	0%	8%	15%	13%	70%	30%	5%	13%	30%	8%

Symptoomontwikkeling

Afbeelding 8 laat twee voorbeelden zien van hoe de symptomen zich in de tijd ontwikkelen. Eén waarbij de symptomen toenemen en één waar de symptomen (schijnbaar) minder worden. Het is goed om te benadrukken dat deze symptomen niet met het blote oog zichtbaar zijn aan de plant.



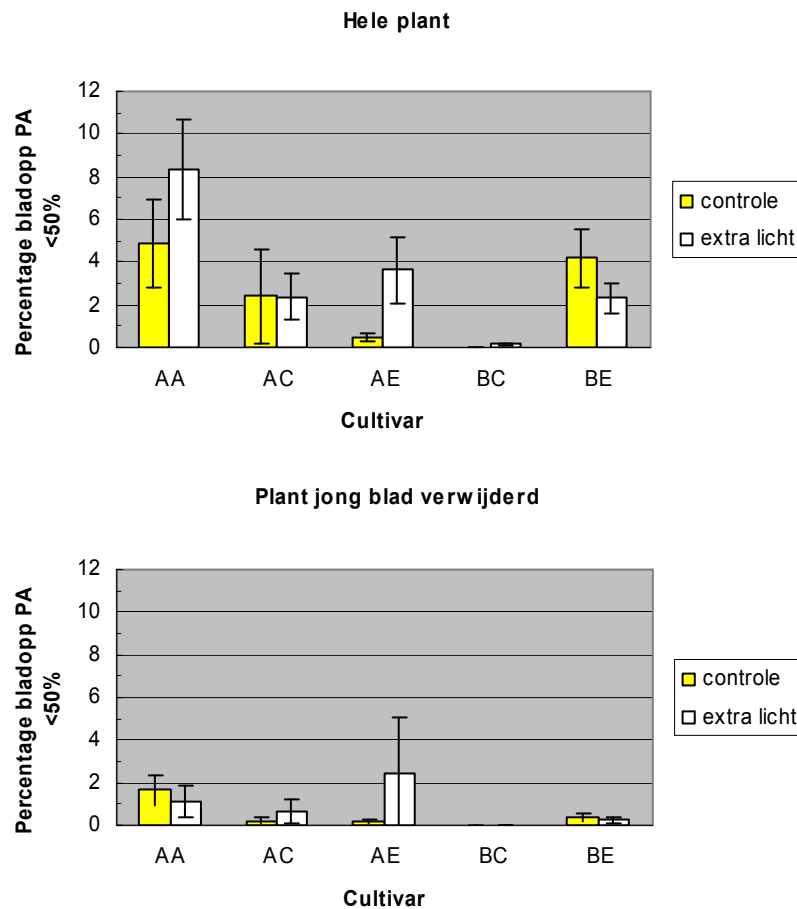
Afbeelding 8. Voorbeelden van ontwikkeling van symptomen van lichtstress binnen een plant. Bovenste 3 foto's: de symptomen (zie blad in kaders) beginnen klein en goed gedefinieerd (scherp contrast met rest van blad). De symptomen groeien uit maar worden ook vager.

Onderste 3 foto's (andere plant): Hier zien we dat de symptomen (zie blad in kaders) volgens de gebruikte definitie (hoge fluorescentie, rand van blad en scherpe contouren) eerst toenemen en daarna minder worden, maar het is duidelijk op 8 juni dat de betreffende gebieden anders zijn (lagere fluorescentie) dan hun omgeving.

Afbeelding 8 laat zien dat met de gebruikte symptoomdefinitie alleen de initiële symptomen van de lichtstress gemeten worden. De aanpassingen van de plant (vagere contouren, lagere fluorescentie) zorgen ervoor dat de symptomen schijnbaar verdwijnen. Dat betekent niet dat er sprake is van een gezonde plant, want de verlaging van de fluorescentie betekent dat er chlorofylafbraak plaatsvindt en dat kan tot gele plekken op het blad leiden. Op dit moment is niet bekend welke factoren betrokken zijn bij het ontstaan van de symptomen en welke factoren ervoor zorgen dat de initiële (onzichtbare) symptomen uitgroeien tot zichtbare aantasting (lichtgroene plekken).

Metingen in juli en september in Wageningen

Een aantal planten die bij de metingen in juni symptomen van lichtstress vertoonden is medio juli na de visuele beoordeling naar Wageningen gebracht en met de MIPS-Pro doorgemeten om te zien hoe de symptomen zich ontwikkelden.



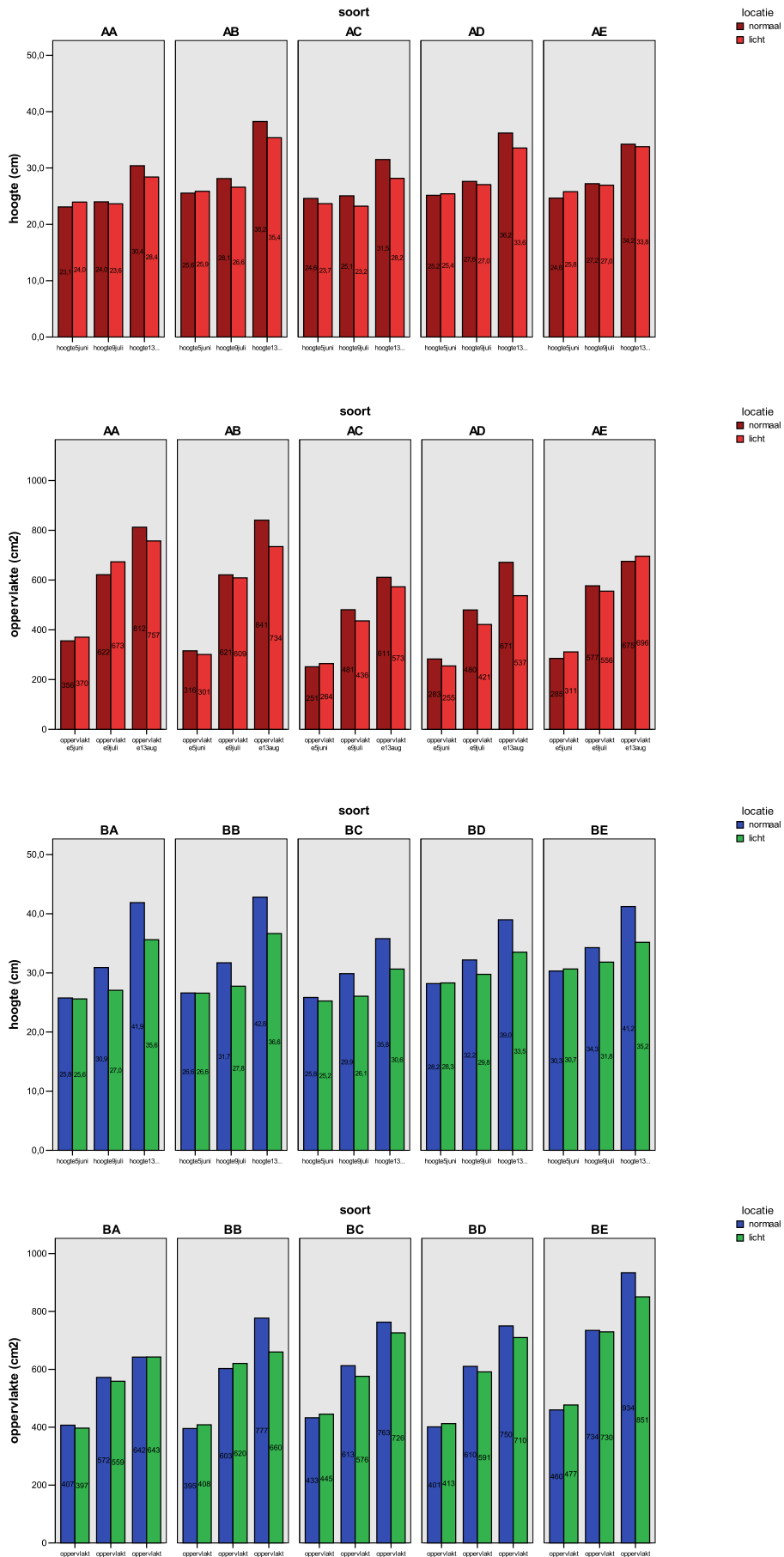
Afbeelding 9. Percentage bladoppervlak met symptomen van lichtstress bij de cultivars AA, AC, AE, BC en BE. In de bovenste figuur is de hele plant gemeten. In de onderste figuur is het jonge blad verwijderd om de bladeren uit juni zichtbaar te maken.

De planten vertonen in juli nog steeds symptomen (zie afbeelding 9 hierboven), met uitzondering van cultivar BC. Bij deze cultivar zijn de symptomen bij zowel de bladeren uit juni (onderste figuur) als bij de later gevormde bladeren verdwenen. Bij de cultivars AA, AC, AE en BE vertoonden de jonge bladeren in juli (bovenste figuur) veel meer symptomen dan de oudere bladeren uit juni (onderste figuur). Bij de cultivars AA en AE lijken de symptomen onder extra licht c.q. straling groter dan onder standaardscherming. In september zijn de rassen BA en BD met de MIPS-Pro gemeten. Bij ras BA waren geen symptomen zichtbaar. Bij ras BD vertoonden 3 van de 5 planten heel lichte symptomen van lichtstress.

3.2 Plantmetingen

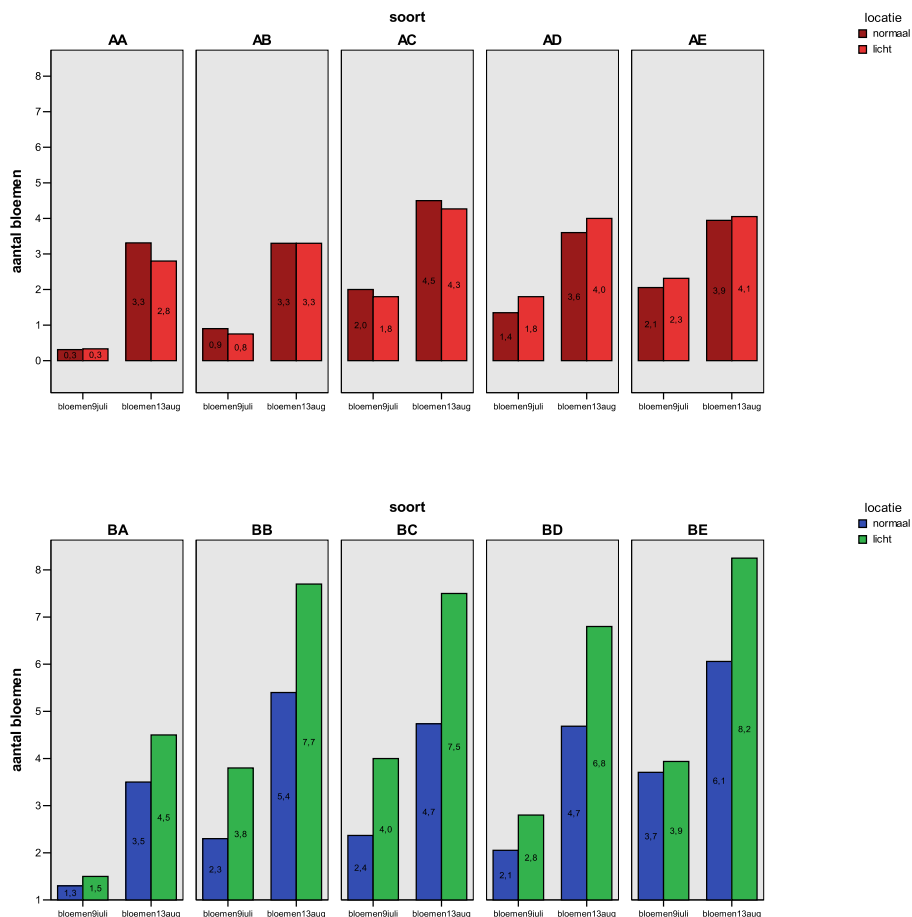
Uit de klimaatgegevens over de proefperiode is gebleken dat op bedrijf B in de lichte afdeling gemiddeld ca. 33% meer licht is gevallen. Op bedrijf A is het verschil gemaakt doordat in de lichte afdeling een diafragmascherm aanwezig is. Dit type scherm kan snel reageren op wisselende lichtniveau's en zal dus altijd tot de (hoger ingestelde) instraling afschermen.

Intrinsieke kwaliteit potplanten deelproject 3



Afbeelding 10. Hoogte en plantoppervlak van de 10 rassen in juni, juli en augustus onder normale en extra lichte teeltcondities.

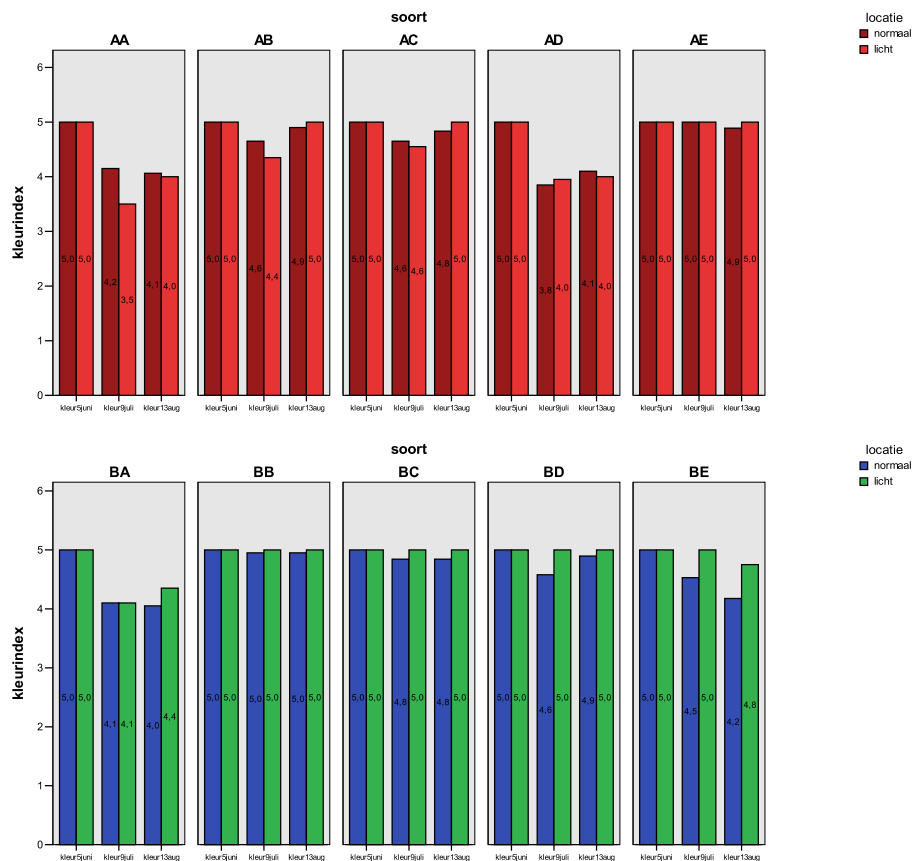
Het effect van de hogere lichtniveau's is bij de planten ook duidelijk waargenomen. Onder de normale omstandigheden zijn de planten duidelijk meer gaan rekken en hebben ze een groter bladoppervlakte ontwikkeld dan de planten onder de lichte omstandigheden (zie afbeelding 10).



Afbeelding 11. Aantal bloemen van de 10 rassen in juni, juli en augustus onder normale en extra lichte teeltcondities.

In het aantal bloemen zijn op bedrijf A geen duidelijke verschillen op te merken. Op bedrijf B daarentegen wel. De reactie is bij alle rassen waargenomen. De planten onder het hogere lichtniveau hebben meer bloemen aangemaakt. Deze reactie op hogere lichtniveau's is herkenbaar voor de kweker. Duidelijk is dat deze verschillen in weggroei aantonen dat verschillen in lichtniveau zijn bewerkstelligd gedurende de proefperiode.

Op beide bedrijven zijn geen duidelijke verschillen in de bladkleur opgetreden tussen de behandelingen. Als er verschillen zijn opgetreden hebben de planten in de meeste gevallen onder de lichte omstandigheden een betere score gehad. Net zoals bij de MIPS metingen is dit tegenovergesteld met wat verwacht was.



Afbeelding 12. Kleurindex van de 10 rassen in juni, juli en augustus onder normale en extra lichte teeltcondities.

Er is verder geen overeenkomst op te merken tussen de bladkleur en de met de MIPS waargenomen symptomen. Rassen waar veel symptomen met de MIPS te zien zijn hebben niet altijd ook een lagere score voor de bladkleur. De rassen die de meeste visueel waarneembare symptomen hebben, laten bij de MIPS metingen niet altijd de specifieke stress symptomen zien (vergelijk de afbeeldingen 7 en 8 met tabel 1). Deze mogelijke parallellen hadden überhaupt erg lastig getrokken kunnen worden omdat de reacties in bladkleur minimaal zijn geweest. De ervaringen van de telers met de rassen kloppen verder wel met de resultaten van de plantmetingen die zijn gedaan. Zo was de lichtgevoeligheid van het ras A van beide bedrijven wel verwacht. Dat er geen verschillen tussen de behandelingen zijn opgetreden kan verklaard worden met dat dit ras mogelijk snel symptomen laat zien maar verder wel tolerant is voor nog hogere lichtintensiteiten (en dus niet verergering van de symptomen ontwikkeld).

Ras D van bedrijf A staat daar bekend als een ras dat snel een randje (lagere bladkleurindex bij beide behandelingen) kan laten zien. De ervaringen met ras B op bedrijf A kloppen met de metingen. Dit ras kan reageren op licht maar kan zich ook goed herstellen. Deze ervaringen zijn in de volgende tabel op een semi-kwantitatieve manier samengevat.

Tabel 2. Vergelijking van door de bedrijven aangeleverde cultivareigenschappen en de MIPS resultaten.

Cultivar	Groei	Lichtschade		Fotosynthese	MIPS symptomen			
		Gevoeligheid	Herstel		Controle	Dag 2	Dag 3	Dag 5
AA	3	5	3	3	2	2	2	3
AB	5	2	4	5	2	1	1	1
AC	2	4	3	2	2	2	2	3
AD	3	3	4	3	2	1	1	1
AE	2	2	4	3	2	2	2	2

Cultivar	Groei	Lichtschade		Fotosynthese	MIPS symptomen			
		Gevoeligheid	Herstel		Controle	Dag 2	Dag 3	Dag 5
BA	4	4	2	?	1	1	1	1
BB	4	2	3	?	1	1	1	1
BC	2	2	3	?	4	5	5	2
BD	2	4	4	?	2	2	2	2
BE	4	4	5	?	3	3	3	1

Toelichting op gebruikte schaal.

Cultivareigenschap	Schaal				
	1	2	3	4	5
Fotosynthese	laag	.....	.....	.....	hoog
Lichtgevoeligheid	weinig	.....	.....	.....	veel
Herstel	slecht	.....	.....	.....	goed
Groei	langzaam	.....	.....	.....	snel
MIPS symptomen	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%

Uit tabel 2 blijkt dat de groeikracht de belangrijkste factor is. Een snelle groei beschermt tegen de onzichtbare symptomen van lichtschade. Bij minder snelle groei spelen lichtgevoeligheid en herstel van lichtschade een rol. Omdat de fotosynthese van de gebruikte cultivars bij slechts één bedrijf bekend waren, kan over de rol van de fotosynthese niet zo veel gezegd worden.

4 Conclusies en aanbevelingen onderzoek Anthurium

Conclusies onderzoek MIPS

- Met de MIPS kunnen de initiële, onzichtbare symptomen gemeten en gekwantificeerd worden. Met een combinatie van fluorescentie- en kleurenopnamen kunnen de bladeren van de achtergrond en de bloem onderscheiden worden.
- De initiële (onzichtbare) symptomen beginnen als kleine, scherp gedefiniëerde gebiedjes aan de rand van het blad met hoge fluorescentie en een lage fotosynthese-efficiëntie.
- Deze initiële symptomen kunnen in een tijdsbestek van 3 dagen:
 - groter worden, of
 - overgaan in gebieden met lage fluorescentie.
- Ook bij planten onder standaard licht c.q. straling vertoonden de meeste rassen al onzichtbare symptomen van stress.
- Extra licht zorgt voor planten die duidelijk korter zijn en een kleiner bladoppervlak ontwikkelen dan planten onder normale omstandigheden. Op bedrijf B ontwikkelden de planten onder extra licht ook duidelijk meer bloemen.
- Extra licht leidt niet tot meer vroege (onzichtbare) symptomen van lichtstress en vergeling (kleurindex), maar eerder tot een afname (= overgang naar volgend stadium?).
- De MIPS resultaten komen in 8 van de 10 rassen overeen met de verwachtingen t.a.v. lichtgevoeligheid.
- De resultaten geven aan dat er geen één op één relatie is tussen vroege symptomen gemeten met MIPS en waargenomen bladvergeling.
- Er zijn wel vragen open blijven staan over de relatie tussen de vroege, onzichtbare (MIPS) symptomen en de zichtbare (kleurindex) symptomen.

Aanbevelingen

- Onderzoek naar de relatie tussen de vroege, onzichtbare symptomen en zichtbare schade door licht.
 1. Wat gebeurt er precies bij teveel licht? Met andere woorden, hoe verloopt het schadeproces en het herstelproces?
 2. Kan het schade- en herstelproces beïnvloedt worden door b.v. teeltmaatregelen (temperatuur, CO₂, voeding, ...)?
 3. Wat is de genetische variatie in schade- en herstelprocessen?
- Voor het bestuderen van het schadeverloop zijn metingen onder goed gedefinieerde klimaatcondities nodig met een frequentie van minimaal één keer per dag.

5 Materiaal en methoden onderzoek Ficus

5.1 Doelstelling

Het doel van deze proef is nagaan of door middel van MIPS techniek beschadiging van het bladgroen (chlorose), als gevolg van belichting, in een vroeg stadium te detecteren is in Ficus. Daarnaast zal het eventuele herstelproces worden gevolgd na stop zetten van de belichting.

5.2 Proefopzet

Het onderzoek is uitgevoerd op een Ficusbedrijf waar geteeld wordt met en zonder assimilatiebelichting. Hier zijn 2 rassen (groene typen) gevolgd. Beide rassen zijn zowel geteeld onder de belichting als onbelicht. Wekelijks zijn planten van beide cultivars en lichtbehandelingen gemeten met de MIPS in Wageningen. In overleg met PRI en de desbetreffende teler is een deel van de belichte planten vervolgens onder de belichting gehaald en is het herstel proces vastgelegd. Dit onderzoek vond plaats in de periode oktober 2007 – maart 2008.

In tabel 3 zijn de proeffactoren met de bijbehorende niveaus weergegeven.

Tabel 3. Proeffactoren met de bijbehorende niveaus

Proeffactor	Aantal niveaus	beschrijving
Ras	2	'Daniëlle'
		'Exotica'
Belichting	2	onbelicht
		belicht (8.000 lux)

Op een Ficusbedrijf waar geteeld wordt met en zonder assimilatiebelichting zijn 2 rassen gevolgd in de teelt. Het betreft het 'lichtgevoelige' ras 'Daniëlle' en 'Exotica'.

- 'Daniëlle'
- 'Exotica'

Beide rassen zijn bij aanvang belicht (behandeling) en onbelicht (controle) geteeld. De lichtbehandeling bestaat uit belichting met $106 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ (~8.000 lux) met HPS Green Power 400W lampen van 24:00 uur - 20:00 uur. Bij hoge instraling is de belichting overdag afgekoppeld geweest.

Wekelijks zijn per cultivar, per lichtbehandeling 7 planten gemeten met de MIPS door PRI in Wageningen. Willekeurig zijn representatieve planten uit de proefvakken gehaald. Op 18 en 28 januari 2008 zijn belichte planten met duidelijke

stressverschijnselen (chlorose) teruggezet in de onbelichte afdeling om het herstelproces te volgen.

5.3 Teeltgegevens en accommodatie

Het onderzoek heeft plaats gevonden op het bedrijf van:

Esperit Plant
Perzikenlaan 10
2691 JP s'Gravenzande
0174 – 286286

De planten zijn in week 40 opgepot. De accommodatie bestaat uit een Venlo warehouse met een 6,40 meter tralie. De teeltvloer bestaat uit een betonvloer met een eb en vloed systeem. Er is een scherminstallatie met een LS 14 doek. Er is op instraling geschermd boven de 450 W/m² buitenniveau. Het energie doek is ingesteld op < 15°C en een stralingsniveau lager dan 120 W/m². Wanneer aan beide voorwaarde voldaan is wordt het schermdoek gesloten. Er is centraal CO₂ gedoseerd waarbij gestreefd is naar een waarde tussen 600 (donkere dag) en 800 ppm (lichte dag). De ingestelde temperatuur is in de nacht 21°C en op de dag van 6.00 uur tot 11.00 uur 19°C en van 11.00 uur tot aan 18.00 uur 21°C. De ventilatietemperatuur is ingesteld op 28 °C. Er is gestuurd op relatieve luchtvochtigheid. Boven de 88% wordt een vochtkier in het scherm getrokken. De belichtingsbehandeling is ingezet in week 48. Bij de belichtingsduur van 20 uur is gestart om 00.00 uur tot 20.00 uur. Overdag is de belichting afgeschakeld boven de 175 W/m². Er is uitgegaan van 3 stekken per 14 Es pot met een stok van 60 cm. Er is gebruik gemaakt van een potgrond met een basisbemesting met een EC van 1 mS/cm. De EC gift is circa 2,2 mS/cm en de pH is ingesteld op 5,5. Bij elke watergift is er gemiddeld 4 cm water opgezet gedurende 1 minuut. Bij elke gietbeurt wordt mest gedoseerd. Er is gestart met een plantdichtheid van 32 planten per m². In week 6 (2008) zijn de planten wijdergezet en geringd. Bij het uitzetten is een plantdichtheid van 22 planten m² aangehouden. De proef is eind februari (2008) beëindigd.

Tussen de belichte en onbelichte proefvakken is een buffer zone aangehouden. De gevels van het belichte vak zijn door Esprit Plant afgeschermd met een verduisteringsscherm (wit-zwart-wit) om lichtuitstoot zoveel mogelijk te voorkomen dan wel te zorgen dat deze binnen de gestelde normen vallen.

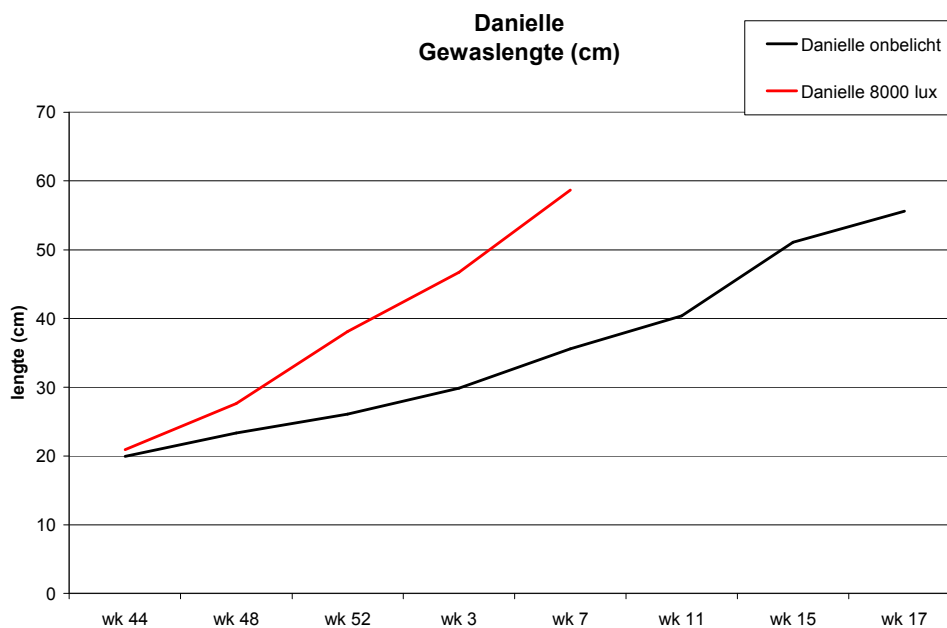
5.4 Waarnemingen en verwerking

De eventuele afwijking in de fotosynthese-efficiënte zijn met de MIPS techniek bepaald. De planten zijn visueel beoordeeld op de aanwezigheid van dergelijke symptomen en de lichtstress is gekwantificeerd als percentage van het plantoppervlak. De software om op basis van de MIPS metingen de fotosyntheseverdeling over de plant te kunnen bepalen is reeds ontwikkeld in fase 2 van dit project. Hiervoor zijn wekelijks 7 planten (ad random) per proefbehandeling doorgemeten met de MIPS.

6 Resultaten onderzoek Ficus

6.1 Effecten belichting op gewasgroei en chlorose

Uit belichtingsonderzoek bij Ficus is gebleken dat deze sterk op belichting reageert. Belichten met een lichtniveau van ca. $106 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ (~8.000 lux) leidt tot een duidelijk kortere teeltduur van ca 40 tot 50%. Door belichten neemt de groeisnelheid in lengte (zie afbeelding 13) en het vers- en drooggewicht duidelijk toe. Als plantlengte is de afstand gemeten van potbodem tot aan het bovenste groeipunt in gestrekte vorm. Het drogestof percentage ligt hoger bij belichte planten. Ook neemt door belichten de bladafplitsing en daarmee het aantal internodiën toe als ook de gemiddelde internodiën lengte.



Afbeelding 13. Effect belichting op lengtegroei Ficus Daniëlle
Eindlengte verkoopbaar product = 60 cm

Belichten geeft echter chlorose (bontverkleuring) bij groene typen waaronder 'Daniëlle' (zie afbeelding 14). De chlorose neemt toe bij een afnemende natuurlijke instraling. In een aantal gevallen kan zelfs onherstelbare schade optreden (zie afbeelding 15). De uitwendige kwaliteit wordt hierdoor sterk negatief beïnvloed. De houdbaarheid van Ficussen wordt echter niet in negatieve zin beïnvloed door belichting. Alle planten hebben een goede houdbaarheid. Echter geel blad wordt niet gewaardeerd. Tijdens de proef zijn planten met chlorose schade onder de belichting vandaan gehaald en in de onbelichte vakken geplaatst. Na ca 14 dagen trok de chlorose deels weg. Onherstelbare chlorose trekt echter niet weg.



Afbeelding 14. Chlorose schade door belichting



Afbeelding 15. Onherstelbare chlorose schade door belichting



Afbeelding 16. Effecten belichting bij 'Danielle' op gewasgroei. Links onbelicht, midden 4000 lux en rechts 8000 lux.

Op de volgende pagina's staan (een deel van) de foto's van de planten uit de proef van 2007-2008. Duidelijk is de reactie van de belichting zichtbaar. Belichting leidt tot chlorose en meer afsplitsing van blad, meer lengtegroei en aanmaak vers- en drooggewicht.

Nadat de planten onder de belichting vandaag worden gehaald neemt de chlorose weer af.



Afbeelding 17.
'Daniëlle' onbelicht 18 jan



Afbeelding 18.
'Daniëlle' 1 week belicht 18 jan



Afbeelding 19.
'Daniëlle' belicht 18 jan



Afbeelding 20.
'Exotica' onbelicht 18 jan



Afbeelding 21.
'Exotica' 1 week belicht 18 jan



Afbeelding 22.
'Exotica' belicht 18 jan



Afbeelding 23.
'Daniëlle' onbelicht 28 jan



Afbeelding 24.
'Daniëlle' 2 weken belicht 28 jan



Afbeelding 25.
'Daniëlle' belicht 28 jan



Afbeelding 26.
'Daniëlle' herstel 28 jan



Afbeelding 27.
'Exotica' onbelicht 28 jan



Afbeelding 28.
'Exotica' 2 weken belicht 28 jan



Afbeelding 29.
'Exotica' belicht 28 jan

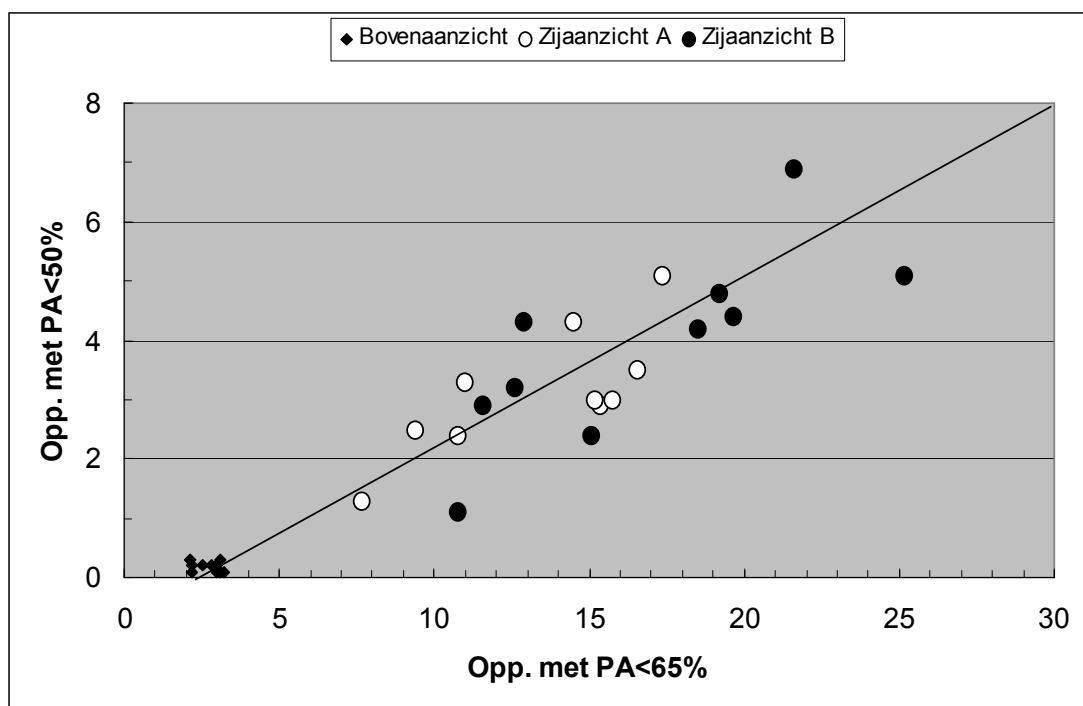


Afbeelding 30.
'Exotica' herstel 28 jan

6.2 Resultaten MIPS metingen

Regelmatig vanaf aanvang belichting in week 48 zijn 7 planten per ras, per behandeling, van de proeflocatie naar PRI in Wageningen vervoerd. De metingen zijn uitgevoerd op Plant Research International met de MIPS-Cabinet. Van elke plant werd één opname gemaakt van bovenaf. De volgorde van de metingen was: Daniëlle belicht, Exotica belicht, Daniëlle onbelicht, Exotica belicht.

De data werden geanalyseerd met het programma MIPS-analyser. In de metingen uit deelproject 2 werd het criterium $PA < 65\%$ gehanteerd om schade te bepalen. Vanwege de aanwezigheid van erg jonge bladeren (deze hebben een $PA < 65\%$) kon dit criterium niet gebruikt worden. Het criterium is aangescherpt naar $PA < 50\%$. Uit afbeelding 31 blijkt dat er een goede correlatie bestaat tussen de twee criteria.



Afbeelding 31. Correlatie tussen $PA < 50\%$ en $PA < 65\%$

Tabel 4 laat de MIPS resultaten zien. Ondanks dat er zichtbare symptomen van chlorose waargenomen zijn, blijken er echter geen MIPS symptomen op te treden. In alle gevallen is het aangetaste oppervlak veel kleiner dan 1%. Op 21 december ligt het bij de belichte behandelingen van beide rassen (code: GEEL en ROOD) in de buurt van 1. Dit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van heel jonge bladeren met een $PA < 50\%$. Door de belichting neemt de groeisnelheid en bladafplitsing sneller toe dan bij de onbelichte planten. Juist deze bladeren

vertonen in een iets later stadium de chlorose. Alleen bij de metingen op 28 februari zijn er wat symptomen waargenomen (zie afbeelding 32).

Tabel 4. Overzicht MIPS metingen PRI Wageningen

Datum	Daniëlle belicht % PA<50		Exotica belicht % PA<50		Daniëlle onbelicht % PA<50		Exotica onbelicht % PA<50	
	Gem.	sem	Gem.	sem	Gem.	sem	Gem.	sem
30-nov-07	0.44%	0.13%	0.28%	0.05%	0.34%	0.07%	0.53%	0.11%
11-dec-07	0.03%	0.11%	0.11%	0.06%	0.06%	0.03%	0.01%	0.01%
18-dec-07	0.06%	0.02%	0.06%	0.03%	0.07%	0.02%	0.13%	0.05%
21-dec-07	0.87%	0.14%	1.19%	0.30%	0.11%	0.03%	0.13%	0.05%
7-jan-08	0.51%	0.09%	0.64%	0.15%	0.57%	0.07%	0.41%	0.03%
8-jan-08	0.19%	0.03%	0.20%	0.04%	0.17%	0.04%	0.71%	0.18%
29-jan-08	0.30%	0.09%	0.35%	0.10%				
28-feb-08	0.64%	0.11%	0.66%	0.18%	0.14%	0.04%	0.16%	0.03%

De rode waarden zijn hoog door aanwezigheid van erg jong blad met PA<50%

Omdat bij de planten wel duidelijke symptomen van chlorose zijn waar te nemen, moet geconcludeerd worden dat de MIPS metingen niet bruikbaar zijn om vroegtijdig chlorose symptomen te detecteren.

Het is echter onduidelijk of dit nu komt omdat er geen directe relatie tussen de MIPS symptomen (lage PA) en chlorose is of dat de metingen sterk verstoord worden door het aandeel jong blad. Voor de praktische toepassing maakt dit echter niet uit. In beide gevallen is deze methoden niet geschikt om vroegtijdige chlorose door belichting te detecteren.



Afbeelding 32 a en b. Voorbeeld van beginnende symptomen bij belichte 'Daniëlle' op 28 februari (aangegeven met cirkels in figuur).

7 Conclusie onderzoek Ficus

De belichting heeft geleid tot chlorose van de planten. Naast chlorose leidt belichting tot meer afsplitsing van blad, meer lengtegroei en aanmaak vers- en drooggewicht. Nadat de planten onder de belichting vandaag worden gehaald neemt de chlorose weer af. Dit is duidelijk zichtbaar naar ca 14 dagen.

Er zijn in bij chlorotische planten echter geen stress symptomen (lage PA) met de MIPS waargenomen zoals in de eerdere proef (deelfase 2). Het verschil hierbij is dat in de proef in deelfase 2 alleen metingen zijn verricht aan oudere planten met schadebeeld in het meer oudere blad. In dit geval zijn gedurende het teeltproces de metingen verricht. Het groeiachtige gewas onder de belichting had relatief ook veel jong blad dat, in het algemeen, ook een lage PA laat zien. Alleen op de laatste dag zijn er lichte symptomen bij een paar belichte planten vastgesteld.

Omdat bij de planten wel duidelijke symptomen van chlorose zijn waar te nemen, moet geconcludeerd worden dat de MIPS metingen niet bruikbaar zijn om vroegtijdig chlorose symptomen te detecteren.

Het is echter onduidelijk of dit nu komt omdat er geen directe relatie tussen de MIPS symptomen (lage PA) en chlorose is of dat de metingen sterk verstoord worden door het aandeel jong blad. Voor de praktische toepassing maakt dit echter niet uit. In beide gevallen is deze methoden niet geschikt om vroegtijdige chlorose door belichting te detecteren bij Ficus.

Bijlage 1. Overzicht klimaat Anthurium

Etmaaltemperatuur Bedrijf A (°C)

	standaard			licht		
	jun	jul	aug	jun	jul	aug
1	22,4	22,6		23,3	22,3	22,5
2	22,8	21,9		23,7	21,9	22,6
3	22,8	21,3		23,4	20,9	22,6
4	22,8	21,4		23,4	20,9	23,7
5	22,7	21,9		23,2	22,6	
6	22,0	20,4		22,5	20,0	
7	23,9	22,1		24,6	21,9	
8	24,3	22,2		25,1	22,4	
9	22,1	22,0		21,4	21,1	
10	22,8	21,9		23,2	21,9	
11	23,3	21,2		23,6	21,1	
12	21,6	21,6		21,0	21,1	
13	22,3	23,6		21,5	23,5	
14	22,7	22,8		22,6	22,9	
15	22,5	24,3		21,9	24,2	
16	22,1	23,0		21,5	23,0	
17	22,1	22,9		21,3	22,3	
18	21,7	22,7		21,4	22,7	
19	24,0	23,1		24,3	23,4	
20	23,2	21,5		22,4	21,5	
21	21,5	22,5		21,2	22,4	
22	22,0	22,0		22,0	21,7	
23	21,8	21,0		21,8	21,2	
24	21,6	21,3		21,3	21,6	
25	21,3	22,5		21,0	22,4	
26	20,4	21,6		20,5	21,7	
27	21,8	22,5		21,3	22,4	
28	22,2	21,4		21,8	22,6	
29	20,7			20,3	21,5	
30	22,1			22,0	21,9	
31					22,2	

22,2

22,2

Paired Samples Test

	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower				Upper
T_licht - T_standandaard	,0448	,4798	,0630	-,0813	,1710	,711	57	,0448

Etmaaltemperatuur Bedrijf B (°C)

	standaard			licht		
	jun	jul	aug	jun	jul	aug
1	24,1	22,8	22,9	23,4	24,4	23,4
2	24,6	22,3	23,5	24,6	23,5	23,4
3	24,2	21,9	22,7	24,7	22,7	24,3
4	24,5	22,1	23,9	24,0	22,6	24,4
5	24,5	22,7	25,0	24,1	23,2	25,0
6	24,5	21,4	23,8	24,2	22,0	23,4
7	25,6	22,4	23,6	25,4	23,2	23,5
8	25,4	22,7	23,3	25,0	23,2	23,2
9	23,7	22,3	22,8	22,8	22,4	22,0
10	24,6	22,9	23,4	23,7	22,8	23,4
11	24,5	22,6	23,5	24,3	22,0	23,9
12	22,5	22,5	23,1	22,4	22,7	22,4
13	22,5	23,9	23,1	22,5	24,0	23,6
14	23,4	23,4	23,7	23,7	23,5	23,3
15	22,7	24,7	23,3	22,9	24,9	23,4
16	22,2	24,0	23,3	22,2	24,1	22,9
17	22,5	23,3	22,9	22,5	23,4	22,8
18	22,2	23,1	23,3	22,7	23,8	22,9
19	23,5	23,7	24,0	25,6	24,6	23,1
20	22,8	22,4	23,7	24,2	22,3	22,8
21	22,3	22,7	23,5	22,5	23,6	23,7
22	22,2	22,7	24,0	22,8	23,6	23,7
23	22,1	22,5	23,4	22,9	22,1	23,5
24	21,9	23,0	24,7	22,2	22,8	25,0
25	22,2	22,9	23,8	22,1	23,9	24,3
26	21,8	22,7	24,1	22,0	22,8	24,1
27	21,7	22,7	23,6	22,4	23,5	23,6
28	21,9	22,9	23,2	23,2	23,5	24,2
29	21,5	22,9	23,3	22,1	22,9	23,8
30	22,3	22,9	23,6	23,2	23,1	23,4
31		22,7	23,0		23,1	22,6

23,2

23,4

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
T_licht - T_standandaard	,2000	,5910	,0616	,0776	,3224	3,246	91	,002

Daglichtsom Bedrijf B (mol)

	standaard		licht	
	jul	aug	jul	aug
1	59	51	120	81
2	58	56	118	78
3	56	49	98	100
4	57	50	115	91
5	52	52	121	85
6	43	50	73	63
7	61	62	84	67
8	60	72	79	70
9	49	70	67	50
10	59	80	66	83
11	48	78	49	86
12	45	60	47	61
13	50	60	63	83
14	60	62	60	74
15	53	64	57	86
16	46	60	60	83
17	54	55	61	80
18	62	53	69	85
19	61	54	58	87
20	43	58	45	84
21	59	53	62	80
22	54	57	61	90
23	44	51	53	82
24	48	65	58	79
25	58	66	71	90
26	45	62	53	90
27	60	58	70	98
28	59	61	72	100
29	58	65	68	87
30	67	63	74	67
31	64	53	76	58
	57		76	

Paired Samples Test

	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
L_licht - L_standandaard	19,10	17,556	2,230	14,638	23,555	8,565	61	,000

Relatieve luchtvochtigheid Bedrijf A (%)

	standaard			licht		
	jun	jul	aug	jun	jul	aug
1	70	79		77	80	75
2	69	75		77	78	78
3	72	79		80	81	76
4	69	76		77	80	76
5	71	72		78	78	
6	74	85		80	88	
7	76	73		81	75	
8	80	69		84	76	
9	82	72		85	77	
10	76	71		81	76	
11	76	80		83	80	
12	80	81		83	82	
13	76	72		80	80	
14	81	71		84	76	
15	76	79		82	82	
16	73	83		77	86	
17	77	76		80	75	
18	82	71		80	76	
19	69	70		71	75	
20	72	83		76	85	
21	83	69		83	75	
22	78	70		80	76	
23	81	81		78	86	
24	81	78		81	81	
25	79	72		81	76	
26	82	80		83	82	
27	70	70		74	76	
28	70	79		72	79	
29	87			84	80	
30	83			78	76	
31					76	
	76			79		

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
RV_standaard - RV_licht	-3,379	2,907	,382	-4,144	-2,615	-8,853	57	,000

Relatieve luchtvochtigheid Bedrijf B (%)

	standaard			licht		
	jun	jul	aug	jun	jul	aug
1	78	82	72	71	75	63
2	76	77	78	68	81	72
3	84	77	73	71	67	72
4	78	76	77	67	73	73
5	78	77	74	69	71	62
6	78	77	79	77	71	78
7	78	74	77	76	72	74
8	85	75	75	78	64	72
9	91	75	80	80	69	79
10	82	73	77	78	65	69
11	79	76	76	75	70	68
12	78	78	79	78	74	74
13	80	77	73	74	76	68
14	84	73	77	80	76	71
15	80	78	76	74	78	73
16	75	82	77	74	78	72
17	80	74	76	73	68	70
18	75	73	82	73	66	69
19	71	75	79	66	69	70
20	74	79	79	66	76	81
21	79	73	82	74	67	83
22	74	73	75	71	67	71
23	75	80	78	75	76	74
24	76	77	77	76	72	72
25	77	74	78	72	67	70
26	79	77	78	72	78	71
27	75	74	74	66	67	69
28	73	76	73	65	69	66
29	80	77	73	76	73	64
30	82	75	78	75	67	71
31		75	76		66	71
	77			72		

Paired Samples Test

	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower				Upper
RV_standaard - RV_licht	5,228	3,417	,356	4,521	5,936	14,67	61	,000