



Bladschade bij potanthurium

Mary G. Warmenhoven
Nieves García Victoria
Filip van Noort



Referaat

Bladschade bij gevoelige potanthurium cultivars verlaagt de sier-en marktwaarde van het product. De kosten voor de sector bedragen naar schatting 7500 € per ha per jaar. Daarom is met financiering van PT van november 2011 tot mei 2012 onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke oorzaken van twee vormen van bladschade bij potAnthurium. Gebleken is dat de necrotische stippen op de bladrand van het oude blad niet altijd overeenkomen met guttatie en/of schade aan de hydathoden. De necrose, een niet omkeerbare schade, wordt ook niet veroorzaakt door calcium gebrek, of mangaan overmaat, in tegengedeel, een hogere Calciumgift verergert het schadebeeld. Vlekkerige bladvergeling, een omkeerbare schadevorm is niet het gevolg is van lenswerking van waterdruppels op het blad, maar tekort aan Magnesium of Mangaan verergeren het schadebeeld. Beide schades worden grotendeels voorkomen door te telen in een afwijkende omgeving (onder een folie); door de overgang van een vochtige omgeving (onder een folie) naar een “normale” omgeving ontstaat geleidelijk schade of neemt de aanwezige schade toe. Het telen onder folie kent echter ook negatieve effecten. Aanbevolen wordt daarom om vervolgonderzoek te verrichten naar de relaties tussen de watergeefstrategie en het substraatvocht en het optreden van schade.

Abstract

Sensitive potanthurium cultivars can show leaf damage that reduce both the ornamental and the market value of the product. The costs for the sector are estimated at € 7,500 per hectare per year. To study the possible causes of two types of leaf damage, a series of activities and experiments were performed between November 2011 and May 2012. It has been found that the necrotic spots on the leaf edge (appearing mainly in older leaves) do not always correspond with guttation and / or damage to the hydathodes. The necrosis, a non reversible damage is not caused by calcium deficiency or excess manganese, on the contrary, a higher calcium supply leads to an increased damage. Yellow spots on the younger leaves, the other type of damage, has proved reversible and is not the result of lensing of water droplets on the leaf. A reduced supply of magnesium or manganese, worsen the damage. Both damage forms have been largely prevented by cultivation in a different environment (under foil), the transition from a humid environment (under foil) to a “normal” environment gradually leads to an increase of the damage symptoms. However, growing under plastic also has negative effects. It is therefore recommended to conduct further research to the influence of the relations between the watering strategy and the substrate moisture and the occurrence of the damage.

2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
	Dankwoord	7
1	Inleiding	9
	1.1 Probleemstelling	9
	1.2 Doelstelling	10
	1.3 Aanpak	10
2	Materiaal en methodes	11
	2.1 Kasruimte	12
	2.2 Plantmateriaal	12
	2.3 Substraat	12
	2.4 Voeding en watergift	12
	2.5 Kasklimaatinstellingen	13
	2.5.1 RV en temperatuur	14
	2.5.2 Belichting	14
	2.6 Behandelingen	14
	2.7 Waarnemingen	15
	2.7.1 Klimaatregistratie	15
	2.7.2 Elementenanalyse	16
	2.7.3 Guttatie	16
	2.7.4 Gewasbeoordeling	17
	2.7.5 Efficiëntie fotosynthese	17
	2.7.6 Anatomie en morfologie	18
	2.7.6.1 Afdrukken bladoppervlak	18
	2.7.6.2 Microscopisch onderzoek	18
3	Resultaten	19
	3.1 Guttatie volgens de literatuur	19
	3.1.1 Wat is guttatie	19
	3.1.2 Hoe verlaat guttatie de plant: de hydathoden	19
	3.1.3 Worteldruk	20
	3.1.4 Functies van guttatie en van de hydathoden	21
	3.1.5 Guttatie in relatie tot bladschade	22
	3.2 Microscopisch onderzoek	22
	3.2.1 Hydathoden	22
	3.2.2 Kristalcellen en chlorose	24
	3.2.3 Samenvatting en conclusies	27
	3.3 Guttatie in relatie tot schade 1	28
	3.3.1 Wanneer treed guttatie bij potanthurium op	28
	3.3.2 De plaats van guttatie	28
	3.3.3 Verdeling hydathoden over het blad	29
	3.3.4 Analyse guttatiewater	29
	3.3.5 Invloed klimaat, substraat en voeding op guttatie	30
	3.3.6 Bladschade 'Alabama' in relatie tot guttatie	32
	3.3.6.1 Leidt het verstopping van de hydathoden tot schade?	33

3.4	Lenswerking waterdruppels i.r.t. schade 2	35
3.4.1	Waterdruppels op het blad	35
3.4.2	Bovenlangs watergeven	36
3.4.2.1	Effect op vergeling	36
3.4.2.2	Effect op efficiency van de fotosynthese	39
3.4.2.3	Effect op planthoogte	39
3.4.3	Conclusie	39
3.5	Minerale bemesting i.r.t. schade 1 en 2	40
3.5.1	Effect van Ca op bladschade	40
3.5.2	Effect van Mg op bladschade	41
3.5.3	Effect van Mn op bladschade	43
3.5.4	Effect voeding op de efficiëntie van de fotosynthese	43
3.5.5	Invloed potgrond op bladschade	45
3.5.5.1	Gehalte aan voedingselementen in potgrond	45
3.5.5.2	Potgrond en schade 1 (necrotische stippen langs bladrand).	45
3.5.5.3	Potgrond en schade 2 (Vlekkerige vergeling)	46
3.5.5.4	Potgrond en gehalten aan voedingselementen in de plant	46
3.5.6	Conclusie invloed minerale bemesting op schade	46
3.6	Klimaatovergangen i.r.t. schade 1 en 2	47
3.6.1	Vochtige / normale omgeving	47
3.6.2	Wel/ geen potverwarming.	49
3.6.3	Normaal licht / meer licht toelaten	50
3.6.3.1	Verloop bladtemperatuur in relatie tot het licht	50
3.7	Allocatie assimilaten	51
3.8	Resultaten overzicht	52
4	Discussie	55
4.1	Schade 1, necrotische stippen op bladrand	55
4.2	Schade 2, vlekkerige vergeling blad	57
5	Conclusies	61
5.1	Schade 1, necrotische stippen op bladrand	61
5.2	Schade 2, vlekkerige vergeling blad	61
6	Aanbevelingen	63
7	Literatuur	65
Bijlage I	Schema kasproefopzet	67
Bijlage II	Teeltbeoordeling	73
Bijlage III	Efficiëntie fotosysteem II	77
Bijlage IV	Realisatie kasklimaat	83
Bijlage V	Daglichtkas	85

Samenvatting

Bladschade bij gevoelige potanthurium cultivars verlaagt de sier- en marktwaarde van het product. De kosten voor de sector bedragen naar schatting 7500 € per ha per jaar. Daarom is met financiering van PT van november 2011 tot mei 2012 onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke oorzaken van twee vormen van bladschade bij potanthurium.

- I. Necrotische stippen op de bladrand in het oude blad onder in de plant (80% van de schade gevallen)
- II. Vlekken op het blad (vergeling) met name in jonge bladeren.

In overleg met telers, voorlichting en onderzoek zijn mogelijke oorzaken gedefinieerd op basis waarvan de volgende werkhypothesen zijn geformuleerd:

1. Schade I wordt veroorzaakt door verstopping van de hydathoden waardoor guttatie niet meer plaats kan vinden en cellen kapot gaan door de interne turgordruk
2. Schade I wordt veroorzaakt door verminderde verdamping
3. Schade II wordt veroorzaakt door lenswerking van druppels bij directe instraling
4. Bemesting, en dan vooral afwijkingen in de elementen Calcium, Magnesium en Mangaan en/of het pH veroorzaken beide vormen van bladschade bij potanthurium
5. Beide vormen van schade worden veroorzaakt/verstrekkt door sterke klimaatovergangen waardoor de werking van de huidmondjes na betrekkelijke inactiviteit nog niet is hersteld.
6. Beide bladschades worden veroorzaakt door een verkeerde/ onvolledige allocatie van assimilaten

Om deze hypothesen te testen zijn verschillende activiteiten en proeven verricht, waaronder een beknopt literatuuronderzoek, een microscopisch anatomisch onderzoek en een kasproef waar verschillende voedings-, klimaat- en watergeefbehandelingen zijn toegepast aan een teelt waarbij twee gevoelige cultivars, Anthurium 'Alabama' gevoelig voor schade I en Anthurium 'Fantasy Love' gevoelig voor schade II gedurende een hele teelt zijn gevolgd. De eerste twee hypothesen, dat de schade 1 ontstaat door schade aan de hydathoden door guttatie of de gevolgen ervan, of door een verminderde verdamping, zijn verworpen: Meer guttatie door de planten te telen onder een vochtige omgeving waar ze minder verdampen, heeft niet tot meer schade geleid, in tegendeel, onder een plastic folie werd de schade juist beperkt, mogelijk doordat het substraat, in deze omgeving waar minder verdamping plaatsvindt, vochtiger is. Guttatiewater, rijk in mineralen, verlaat de plant via een soort waterhuidmondjes genaamd hydathodes. Deze komen bij potanthurium voor aan de rand van het bladbovenkant. Microscopisch zijn wel verstopte hydathoden gezien, maar dit correleerde niet met de schade, die ook op andere plekken op het blad, verder van de rand, voorkomt. De gevolgen van guttatie (b.v. zoutafzetting) en verdamping hebben ook niet geleid tot deze vorm van schade. In blad met schade kwamen kristalcellen van onbekende samenstelling voor.

De derde hypothese, dat de vlekkerige vergeling bekend als schade 2 het gevolg is van lenswerking van waterdruppels op het blad is eveneens verworpen. Echter, bovendoor watergeven leidt eerder tot zichtbare schade bij Fantasy Love en tot een vermindering van de fotosynthese efficiëntie en bij Alabama tot kortere planten.

Afwijkingen in de elementen Calcium, Magnesium of Mangaan, of een voedingsoplossing met een lage pH lijken geen van beide schades te veroorzaken, waarmee deze vierde hypothese ook verworpen wordt. De samenstelling van de voedingsoplossing kan wel bijdrage aan het verergeren van de schadesymptomen: zo verergert een overmaat aan Calcium het schadebeeld van de necrotische stippen (schade 1), en tekorten aan de elementen Magnesium en/of Mangaan, verergeren de vergeling van het jonge blad (schade 2). De samenstelling van de potgrond heeft eveneens effect op de mate waarin de schade zich voordoet, mogelijk door zowel de chemische als de fysische eigenschappen (deze laatste niet onderzocht). Dat de mate van schade met bemesting beïnvloed kan worden leidt tot de aanbeveling vervolg onderzoek te verrichten naar andere combinaties van meststoffen.

Hypothese vijf is deels bevestigd: Beide schades worden wel versterkt door de overgang van een vochtige omgeving (onder een folie) naar een "normale" omgeving. De schade ontstaat niet plotseling, maar neemt het gestaag toe. Als het eenmaal optreedt is schade 1 niet, maar schade 2 nog wel omkeerbaar: door planten met schade te plaatsen onder de folie, neemt de schade in enkele weken af.

De proeven die gericht zijn het effect van assimilatenverdeling in de plant te toetsen hebben niet geleid tot verschillen in de mate waarin de schade zich voordoet, waardoor geconcludeerd wordt dat de schades niet veroorzaakt worden doordat de plant een teveel aan assimilaten niet kwijt kan, waarmee deze hypothese ook is verworpen.

Dat de behandeling waarbij de planten geteeld werden onder een met folie afgedekte tafel, leidde tot een aanzienlijke vermindering van beide schadebeelden, geeft aanknopingspunten voor vervolg onderzoek: De folie beïnvloedt vier teeltfactoren: de RV, de concentratie CO₂ en het lichtniveau, en indirect het vochtgehalte in het substraat. Het telen onder folie kent echter ook negatieve effecten. Aanbevolen wordt daarom om vervolgonderzoek te verrichten naar de relaties tussen de watergeefstrategie en het substraatvocht en het optreden van schade.

Dankwoord

We willen iedereen bedanken die op een of andere manier aan dit onderzoek heeft meegewerkt. Allereerst het Productschap Tuinbouw, voor het vertrouwen en de financiering. De plantenleveranciers Rijnplant en Anthura voor het ter beschikking stellen van het plantmateriaal, de potten en de potgrond. Dank ook aan de telers van de BCO (begeleidings commissie onderzoek) Martin van Noort en Marco Evers, en Albert van Os, voorlichter, die met vele nuttige tips en adviezen ervoor gezorgd hebben dat de teelt van de planten zoveel mogelijk conform praktijk plaatsvond. Dank ook aan de collega's van de technische dienst (Rob Pret) voor de technische aanpassingen aan de kas, en aan zij die de planten verzorgden (Gerard van den Broek en Fred van Leeuwen), zij die hielp met waarnemen (Gerdien Kouwenhoven), de mannen die het kasklimaat regelden (Bram van Haaster en Kees Scheffers) of hij die zich bezig hielden met het plaatsen en goed functioneren van de sensoren (Hugo Godron). Bedankt ook aan Norbert de Ruijter voor het microbiologisch onderzoek, aan Henk Jalink en Jan Snel voor de LED camera's en de overige meetinstrumenten.

Mary, Nieves en Filip.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Potanthurium heeft vooral in het vroege voorjaar, maar ook in het najaar) vaak last van bladschade. Aangetaste bladeren verminderen de sierwaarden en daardoor de marktwaarde van het product. De oplossing in de praktijk is nu het verwijderen van de aangetaste bladeren. Dit kost veel tijd (en geld) om aangetaste bladeren te verwijderen. Een voorzichtige schatting van de kosten (extra arbeid en inkomstenderving) die dit probleem veroorzaakt voor de sector ligt rond de €300.000 of nog hoger. Dit komt neer op ongeveer €7500 euro per hectare per jaar.

Op basis van verkennend onderzoek tussen telers, blijken de bladproblemen zich niet tot één vorm te beperken, maar er zijn er op dit moment twee verschillende bladproblemen actueel in potanthurium:

Bladprobleem 1: stippen op de bladrand

In 80% van de gevallen ontstaat bladschade op het onderblad. (oud blad, Figuur 1.). De gevoeligheid voor deze schadevorm lijkt cultivar gebonden te zijn. Tijdstip: zowel voorjaar als najaar, waardoor er een mogelijke relatie is met klimaatovergangen. In gewasmonsters zijn er vage relaties met voeding (hoog Mn in monsters, soms Mg laag) gezien. Ook zijn er relaties denkbaar met schade aan de hydathoden omdat de schade vaak begint op de plek waar deze zich bevinden. Het lijkt erop dat de huidmondjes of de hydathoden gesprongen zijn. De hydathoden zijn structuren in het blad waardoor guttatiewater naar buiten komt. Maar één belangrijke vraag is nog niet beantwoord: wanneer treedt guttatie op bij potanthurium en heeft dit relatie met de omschreven bladvlekken. Als hier een relatie ligt, is de volgende vraag of bijvoorbeeld het zoutgehalte de oorzaak is, of misschien zijn er andere belemmerende factoren



Figuur 1. Voor de verdamping.

Bladprobleem 2: vlekken op blad en bloemen

Vlekken die overgaan in verkleuring (egaal en vlekkelig, zie voorbeeld in Figuur 2.) en in necrotische plekken. Ze treden niet op vanuit de randen, maar bedekken een groot gedeelte van het blad, en vooral op het jonge blad. Planten, met dit probleem worden op de veiling niet als eerste kwaliteit geaccepteerd.

Als het blad lang nat blijft na de watergift (als deze bovenlangs plaats vindt) lijkt de schade te verergeren. Ook bestaat de indruk dat de potgrondsamenstelling van invloed is op de mate waarin het probleem zich voordoet.



Figuur 2. Voorbeeld van vlekkerige vergeling op het blad.

1.2 Doelstelling

Het doel van het onderzoek dat in dit verslag wordt beschreven is tweedelig:

Enerzijds het ontwikkelen van kennis over guttatie en de hydathoden bij potanthurium, en de mogelijke invloed van guttatie op het ontstaan van schadevorm I.

Anderzijds het ontwikkelen van algemene kennis over de rol van andere factoren, voedings-, omgevings- of fysiologisch, in het ontstaan van de bladproblemen 1 en 2, bij Anthurium en daarmee oplossingsrichtingen te bieden om de schade in de praktijk te voorkomen.

1.3 Aanpak

Vanuit telers, voorlichting en onderzoek zijn diverse mogelijke oorzaken voor de eerste twee schade vormen aangedragen, waarvan vermoed wordt dat deze apart of gezamenlijk invloed hebben op bladschade:

- Bladschade treedt vooral op in na- en voorjaar bij (scherpe) klimaatovergangen
- Bladschade neemt toe bij hoog mangaan en/of laag magnesium en ook bij hoge niveaus van spoorelementen
- Bladschade neemt toe bij toename van het licht in combinatie met lagere temperaturen
- Bladschade kan worden veroorzaakt door de lenswerking van druppels op het blad bij hoge instraling
- Bladschade neemt toe na veel en/of snelle verdamping
- Zoutschade na veel guttatie kan invloed hebben op bladschade

Dit overzicht van mogelijke oorzaken geeft aanknopingspunten die gebruikt zijn als startpunt voor onderzoek om te achterhalen wat de oorzaak is van de waargenomen bladschade. Gezien de verschillende vormen van schade is het niet vanzelfsprekend dat schade veroorzaakt wordt door een enkele factor of via een enkel mechanisme. Het is nog maar de vraag of een deel van bovengenoemde mogelijke oorzaken niet een gevolg zijn van een al eerder optredend (niet zichtbaar) probleem. Centraal staat daarom het vaststellen van de oorzaak van de twee bladschades. Om te kunnen werken aan een oplossing voor het voorkomen of bestrijden van dit probleem is het vergaren van deze kennis noodzakelijk. Bovenstaande is samengevat in de volgende kernvragen:

- Wat veroorzaakt welke bladschade?
- In welke mate is de optredende schade omkeerbaar?
- Kan de schade voorkomen of bestreden worden?

Op basis van deze kernvragen en beschikbare kennis zijn diverse hypothesen opgesteld, die getoetst kunnen worden om te onderzoeken welke voorgestelde oorzaken een of beide schade kunnen veroorzaken.

Voor het toetsen van de hypothesen, zijn jonge potanthuriums gevoelig voor beide onderzochte schadevormen gedurende een teelt gekweekt onder verschillende omstandigheden. Diverse meettechnieken zijn ingezet om fysiologische reacties als gevolg van de teeltomstandigheden te testen. Aanvullend is er kennis over de werking van de hydathoden opgedaan via een literatuur en een anatomisch/fysiologisch onderzoek.

2 Materiaal en methodes

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode november 2011 tot mei 2012. Voor het toetsen van de verschillende hypothesen zijn diverse proeven gedaan, waarbij een groot aantal methodes en meettechnieken zijn ingezet (zie Tabel 1.). Voor al de proeven zijn planten uit de dezelfde hoofdteelt gebruikt, nadat ze, indien nodig voor de betreffende proef, overgebracht waren na het wijder zetten naar andere afdelingen.

Tabel 1. Hypothesen en onderzoeksmethodes om deze te toetsen.

Schadetype	Hypothese	Onderzoeksmethode(s) of activiteit
Schade 1	Schade 1 wordt veroorzaakt door schade aan de hydathoden door: overmatige dan wel belemmerde guttatie, afzetting/ophoping van guttatiezout	Kennis verzamelen over hydathoden en guttatie bij verschillende gewassen (literatuur)
		Anatomisch / histologisch onderzoek hydathoden bij gezonde blad en blad met schade
		Guttatie opwekken door de verdamping van de hele plant te belemmeren (zeer vochtig klimaat)
		Guttatie opwekken door de worteldruk te verhogen (wortelverwarming)
		Guttatie opwekken door de verdamping op een deel van de plant (meerdere bladeren tot een hele scheut) te belemmeren (in folie inpakken)
		Guttatievocht opvangen en elementen analyseren
		Guttatie belemmeren door hydathoden fysiek te verstoppen
		Guttatie-patroon in kaart brengen
		Hydathoden blootstellen aan een hoge concentratie zout (zoals bij zoutafzetting bij guttatie)
		Bepalen verdeling/aanwezigheid hydathoden en huidmondjes
Schade 1	Schade wordt veroorzaakt door verminderde verdamping, waardoor guttatie of een andere uiting van worteldruk cellen beschadigd.	Verdamping lokaal inperken door het aanbrengen van b.v. vaseline op het onderste deel van het blad m.u.v. de rand
		Verdamping belemmeren door huidmondjes fysiek te verstoppen zonder guttatie op te wekken
		Consequent bloemen of bloemkolven wegbreken
Schade 2	Schade 2 wordt veroorzaakt door verbranding als gevolg van lenswerking van druppels bij directe instraling	Een groep planten bovendoor water (met meststoffen) geven gedurende de volledige teelt en vergelijken met planten die uitsluitend via de wortels (eb en vloed) water krijgen
		Waterdruppels regelmatig aanbrengen op een blad dat horizontaal gehouden wordt en permanent onder een lichtbron staat.
Schade 1+2	afwijkingen in voedings-elementen (Ca, Mg en Mn) en/of een laag pH in het wortelmilieu veroorzaken beide bladschades bij potanthurium	De elementen Ca, Mg, Mn in drie trappen aanbieden (laag, standaard, en hoog) in vergelijking met standaard voeding gedurende een hele teelt
		Standaard voeding aanbieden met een zeer laag pH in vergelijking met standaard voeding gedurende teelt
Schade 1+2	Beide vormen van bladschade worden veroorzaakt /versterkt door sterke klimaatovergangen waardoor de werking van de huidmondjes na betrekkelijke inactiviteit nog niet is hersteld	Planten na een lange periode onder een vochtig klimaat verplaatsen naar een droog klimaat en vergelijken met planten die zijn blijven staan
		Planten die enkele weken onder normale/droge omgeving gestaan hebben, plotseling in een hoge RV omgeving plaatsen
		Planten die enkele weken onder normale lichtniveaus gestaan hebben, plotseling plaatsen in een omgeving met een hogere / lagere lichtniveau.
Schade 1+2	De bladschades worden veroorzaakt door een verkeerde / onvolledige allocatie van assimilaten	Consequent jonge scheuten weg breken om schade 1 op te wekken
		Consequent oud blad weg breken om schade 2 op te wekken

2.1 Kasruimte

De hoofdteelt is uitgevoerd in een kas van 144m² uitgerust met 24 tafels, van 2,3 m² ieder voorzien van een eigen bemestingsbak. Dit biedt de mogelijkheid de invloed van bemesting (calcium, magnesium en mangaan) op het ontstaan van bladschade te onderzoeken. Per tafel kan de keuze gemaakt worden om water bovenlangs of onderdoor (eb-vloed) te geven. Door enkele tafels gedeeltelijk te isoleren (binnen de beperkingen van het opereren in één kasafdeling) zijn combinaties gemaakt tussen bemesting en klimaatbehandelingen.

Vanaf half januari is een tweede kasafdeling in gebruik genomen waar een deel van het uit het hoofdteelt afkomstig materiaal naartoe is verplaatst. Het betrof een geconditioneerde kas van 15 m² zonder luchtramen, waarbij de temperatuur en lichtniveaus onafhankelijk van het buitenweer geregeld kunnen worden.

2.2 Plantmateriaal

In samenspraak met de BCO potanthurium is gekozen voor twee cultivars 'Alabama' (Anthura) en 'Fantasy Love' (Rijnplant). Anthurium 'Alabama' is gekozen omdat deze gevoelig is voor bladschade 1 (necrose in het oude blad) en Anthurium 'Fantasy Love' is gekozen omdat deze gevoelig is voor bladschade 2 (vergeling van het jonge blad).

De planten voor de proef zijn beschikbaar gesteld door Anthura en Rijnplant.

De planten zijn geteeld vanaf het plugstadium ('Fantasy Love' drie planten per plug en 'Alabama' twee planten per plug), en zijn conform praktijk twee keer wijder gezet.

Op 31 oktober 2011 is gestart met het oppotten in 14 cm potten van de pluggen en dit is op 1 november afgerond.

De plantdichtheid bij de start 49 planten per m², hierna is twee keer wijder gezet naar respectievelijk 24 en 14 planten per m². Het wijder zetten vond plaats op 16 januari en 19 maart 2012.

De planten die na het wijder zetten niet meer in de kasafdeling pasten waar de hoofdteelt zich bevond, zijn verplaatst naar de geconditioneerde kas.

2.3 Substraat

De leveranciers van de gebruikte potanthurium soorten gebruiken ieder een eigen potgrondmengsel met verschillende fysische en chemische eigenschappen.

Om het effect van de potgrond in het onderzoek mee te nemen, is een deel van de planten van beide soorten opgepot in de voor de soort ongebruikelijke potgrondsoort. Planten voor de behandeling met voeding pH 3 (zie 2.4) zijn opgepot in de potgrond van Rijnplant omdat bekend was dat in de praktijk in de tijd de pH daalt in deze grondmengsel.

De chemische samenstelling van beide potgronden is aan het begin en het einde van het onderzoek geanalyseerd.

Om de invloed van de potgrondsoort uit te sluiten en goed de effecten van de verschillende meststoffen te kunnen bestuderen zijn de rest van de planten geplant op het inerte materiaal perlite als substraat.

2.4 Voeding en watergift

Na het oppotten kregen de planten eenmalig bovenlangs regenwater. Daarna kregen de planten gedurende 4 weken een standaard voedingsoplossing bovenlangs (dit was de tijd die nodig was om de wortels ook onder in de pot te krijgen). De standaard voedingsoplossing was tevens de referentie voor het onderzoek naar de invloed van voeding op de schade.

Vanaf 28 november 2011 kregen alle planten water via eb-vloed, met uitzondering van twee tafels waarin de planten water bovenlangs kregen. Dit ten einde de mogelijke lenswerking van waterdruppels op het blad te onderzoeken.

De watergift werd per tafel afgesteld op de behoefte (aangezien er tafels waren met verschillend substraat (zie 2.3) en klimaat (zie paragraaf 3.6.1)).

Met de start van de eb-vloed watergift zijn de bemestingsbehandelingen ingesteld. Tabel 2. geeft een overzicht van de samenstelling van de voedingsoplossingen. De voedingsoplossingen zijn zodanig samengesteld dat er ten opzichte van de standaard (referentie) telkens van één element (Calcium, Magnesium of Mangaan) een tekort of een overmaat werd aangeboden.

Tabel 2. Samenstelling voedingsoplossingen. Hoofdelementen in mmol/l, spoorelementen in $\mu\text{mol/l}$.

	Standaard	Hoog Mg	Laag Mg	Hoog Ca 2	Hoog Ca 1	Hoog Mn	Laag Mn	Laag pH	EC 1
EC	1.8	1.8	1.8	2	1.8	1.8	1.8	1.8	1.0
NO ₃ -	11.06	11.06	13.14	12.60	11.16	11.06	11.06	10.80	6.15
SO ₄ --	1.78	1.78	0.68	1.98	1.8	1.78	1.78	1.93	0.99
P -	1.58	1.58	1.70	1.44	1.44	1.58	1.58	1.54	0.88
NH ₄ +	0.49	0.30	0.51	0.31	0	0.49	0.49	3.9	0.27
K +	5.93	4.25	6.51	3.85	3.96	5.93	5.93	4.34	3.29
Ca ++	3.90	3.11	4.30	6.06	5.4	3.90	3.90	3.23	2.17
Mg ++	0.99	2.72	0.28	0.86	0.72	0.99	0.99	0.77	0.55
Fe	15	15	15	15	15	15	15	15	15
B	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mn	3	3	3	3	3	30	0.5	3	3
Zn	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Cu	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mo	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
pH	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	3.0	5.2

Bij het berekenen van de voedingsoplossingen is geprobeerd de verhouding K/Mg of K/Ca gelijk te houden afhankelijk van welk element werd aangepast. Ook werd geprobeerd de EC en pH van de oplossingen gelijk te houden.

Daarnaast is een behandeling met laag pH opgenomen. Het lage pH is bereikt door de concentratie ammonium ten opzichte van de standaard te verhogen; voor het extra stikstof is met de nitraatgift gecorrigeerd.

Na analyse van de potgrond en perlite begin januari 2012 (bijlage 1, Tabel 6. en 13) is besloten om in de behandeling met laag pH de ammonium concentratie in de voedingsoplossing te verhogen van 2 naar 4 mmol/l.

De voedingsoplossing 'Hoog Ca 2' is vanaf de start gegeven. Op 9 januari is deze vervangen voor 'Hoog Ca 1'.

2.5 Kasklimaatinstellingen

Tabel 3. geeft de klimaatinstellingen van de hoofdteelt weer. Het klimaat in de geconditioneerde kasafdeling is hiervan afgeleid, met als belangrijkste verschil dat om een extremer klimaat te bereiken er vanaf half maart later geschermd werd dan in de 144 m² kas: pas bij een straling van 450 Watt ging het scherm dicht.

2.5.1 RV en temperatuur

In eerste instantie was het de bedoeling om nachts niet te vernevelen, maar omdat de vloer van de kas is voorzien van tegels en nachts er RV lager werd dan overdag is besloten om wel nacht te gaan vernevelen. De RV is op 13 december 2011 overdag verhoogd naar 80%, en op 26 december is ook de nacht RV verhoogd naar 80%.

Vanaf de start werd een kastemperatuur aangehouden van 20,5 °C. Op 29 november 2011 is de etmaaltemperatuur met 1 °C verlaagd en is er een (lichte) kouval ingesteld om te voorkomen dat bij het aangaan van de lampen de temperatuur in de kas zou oplopen. In februari is de nacht temperatuur steeds met een 0.5 °C verhoogd om weer op een gemiddelde etmaaltemperatuur te komen van 21 °C. Met de ramen dicht werd een CO₂ concentratie aangehouden van 700 ppm in de kas.

2.5.2 Belichting

In de kas waren SON-T lampen met een intensiteit van 10.000 lux geïnstalleerd. De lampen konden in twee fases worden aangeschakeld (6000 en 4000 lux). Uiteindelijk heeft de BCO besloten om maar 1 fase te gebruiken (6000 lux). Op 20 februari is de starttijdstip van de belichting vertraagd: van 14 uur voor zonsondergang naar starten om 5.00 uur met belichten en doorgaan tot zonsondergang. Vanaf 12 maart 2012 is niet meer belicht.

Tabel 3. Klimaatinstellingen bij de start van de proef.

Temperatuur etmaal	20.5 °C
Temperatuur dag	21 °C (gedurende 14 uur)
Temperatuur nacht	19.5 °C (gedurende 10 uur)
RV dag (bij lampen aan)	75%
RV nacht (bij lampen uit)	75%
Luchten bij	25 °C
Lampen uit tijd	zon onder
Lampen aan tijd	14 uur voor zon onder.
Max. daglengte	14 uur
CO ₂	700 ppm
Lampen aan overdag	< 150 µmol/m ² /s
Lampen uit overdag	>250 µmol/m ² /s
Schermdoek dicht	> 350 µmol/m ² /s
Lichtsom PAR (streven)	Minimaal 4 mol/m ² /dag

2.6 Behandelingen

De behandelingen zijn tot stand gekomen in samenspraak met de BCO potanthurium.

Een tafel in de hoofdteelt bevatte 1 behandeling met daarop beide cultivars, schema 1 geeft een overzicht van de behandelingen per tafel. De behandelingen lagen in duplo in de kas. (zie schema 1 in Bijlage 1) voor een overzicht van de behandelingen in de kas.

Door een tafel af te dekken met Anti condens -folie (AC-folie, zie Figuur 3.) ontstond een extra klimaat behandeling. Onder het folie werd een hogere RV gerealiseerd waardoor de guttatie bevorderd werd doordat de planten minder verdampen. Het folie neemt ook een deel licht weg.

Daarnaast zijn er vier tafels uitgerust met potverwarming om guttatie op te wekken in de normale klimaatomgeving. Dit werd gerealiseerd met een aluminium bak, open in de bodem zodat eb-vloed gegeven kan worden, waar de potten ingesloten zitten. In deze constructie (Figuur 4.) werd de temperatuur van het substraat 2 tot 3 °C hoger dan de kas temperatuur (met name 's nachts).

Bij twee van de verwarmde tafels werd de voeding bovenlangs gegeven met een slang in plaats van via eb en vloed om het effect van lenswerking van waterdruppels te kunnen onderzoeken.



Figuur 3. Tafel onder AC-folie.



Figuur 4. Potverwarming per rij van 7 planten.

Potgrond Rijnplant Standaard voeding Alabama Fantasy Love	Potgrond Anthura Standaard voeding Alabama Fantasy Love	Controle Standaard voeding Alabama Fantasy Love	Laag pH Alabama Fantasy Love
Hoog Ca Alabama Fantasy Love	Laag Mn Alabama Fantasy Love	Laag Mg Alabama Fantasy Love	perlite
Hoog Mn Alabama Fantasy Love	Hoog Mg Alabama Fantasy Love	Verwarmd Standaard voeding Alabama Fantasy Love	potgrond Anthura
met AC-folie Standaard voeding Alabama Fantasy Love	verwarmd 'boven' Standaard voeding Alabama Fantasy Love		potgrond Rijnplant

Schema 1. Overzicht van de behandeling per tafel.

2.7 Waarnemingen

2.7.1 Klimaatregistratie

Voor het begin van de proef is de lichtintensiteit op tafelniveau in de gehele kas in kaart gebracht. Dit is gedaan met een LiCor quantum sensor, LI-190.

De klimaatfactoren als RV, kasttemperatuur, CO₂, PAR licht werden om de 5 minuten gelogd. Maar ook raamstand, luchting, schermstanden en tijd van belichting, welke gegevens werden opgeslagen in Lets Grow.

De temperatuur in de proefvakken met pot verwarming en enkele zonder proefvakken werd geregistreerd met aparte dataloggers. Elke 5 minuten werden de data opgeslagen.

De tafels die overdekt waren met de AC-folie beschikten over een eigen sensoren netwerk voor PAR licht, RV en Temperatuur.

2.7.2 Elementenanalyse

Bij de start van de bemestingsproef zijn alle voedingsoplossingen geanalyseerd op element-samenstelling. Tijdens de teelt is elke week de EC en de pH gemeten en indien nodig is de pH gesteld met Baskal of is de voeding opnieuw aangemaakt. Grondanalyses van de beide potgronden Anthura en Rijnplant zijn gedaan voor het oppotten.

Op 2 januari 2012 zijn alle behandelingen geanalyseerd op minerale samenstelling om een indruk te krijgen of de gift ook terug te zien was in het substraat. Aan het einde van de proef zijn de potgrondbehandelingen nogmaals geanalyseerd.

Op 25 januari zijn er bij cultivar Fantasy Love gewasmonsters genomen van de behandelingen Mn hoog en standaardbehandeling om een indruk te krijgen van de opname van Mn door de plant. Verder zijn gewasanalyse gedaan aan het einde van de teelt van de bemestingsbehandelingen.

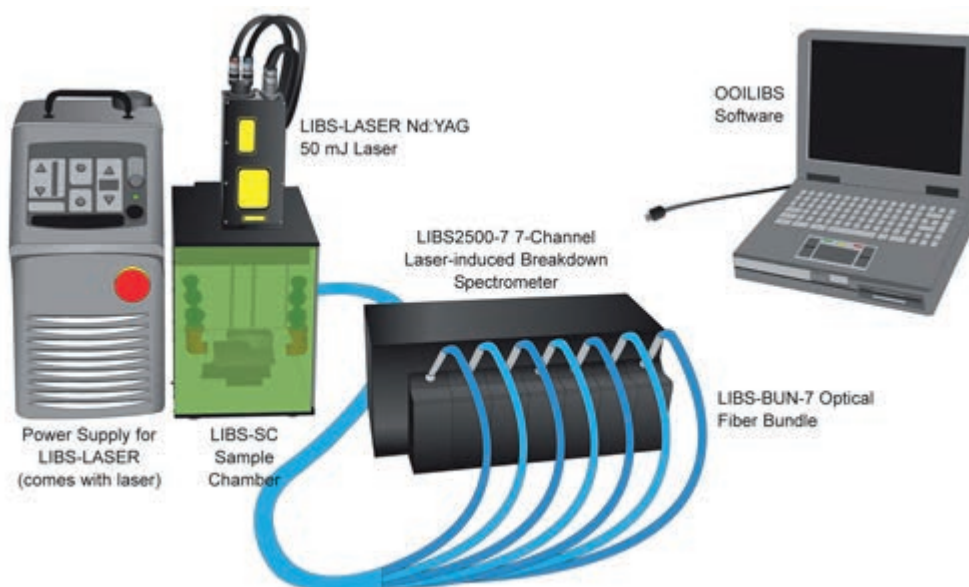
Begin april is met een Grodan meter de EC en het vochtgehalte bij alle behandelingen bepaald.

Met behulp van LIBS (Laser-Induced Breakdown Spectroscopy), zie Figuur 5., is bij wijze van proef pleksgewijs elementanalyse gedaan.

LIBS gebruikt een sterke laserpuls om het plantmateriaal sterk te verhitten. Hierbij ontstaat een plasma. In het plasma zetten de atomen van de aanwezige elementen licht uit. Deze karakteristieke emissies (atoom en ion emissies) kunnen met een spectrofotometer worden gemeten waarna de betreffende elementen geïdentificeerd en gekwantificeerd kunnen worden.

De laser laat een minuscule klein gaatje achter in het blad waar het monster is genomen. Hierdoor kun je zeer gericht op een plek in het blad een monster analyseren.

Deze techniek is experimenteel eenmaal ingezet om te kijken of schadeplekken waren toe te schrijven aan bepaalde elementen.



Figuur 5. Schematische opstelling LIBS apparatuur.

2.7.3 Guttatie

Guttatie vocht is verzameld en geanalyseerd op elementsamenstelling op 17 januari en 2 februari.

Met een hoge resolutie thermische camera zijn op verschillende momenten IR-opnames gemaakt om de temperatuur van het blad in beeld te brengen. Op deze camera bevond zich ook een digitale camera. Deze camera's konden op vastgestelde tijdsintervallen een digitale én een thermische Foto maken. Door deze versneld af te spelen als een film kon het guttatie proces en de ermee gepaarde temperaturen visueel gemaakt worden om het in detail te bestuderen.

Bij het opdrogen van guttatievocht blijven de opgeloste zouten als een witte vlek achter op het blad. Dit op het blad aanwezig residu is gebruikt om de mate van guttatie door het gewas in de verschillende behandelingen indirect (visueel) te beoordelen. Zie ook 2.7.4.

2.7.4 Gewasbeoordeling

Tijdens de teelt zijn de planten wekelijks visueel beoordeeld op zichtbare effecten van de behandelingen. Indien hiertoe aanleiding was werden er foto's genomen.

Op 8 februari, 19 maart en 18 april zijn per behandeling waarnemingen gedaan aan 20 planten (10 per herhaling). Er is een beoordeling gedaan van

- de mate van guttatie (via het residu),
- de mate van vergeling (schade 2)
- het voorkomen van necrotische plekken (schade 1)
- andere afwijkingen, zoals verbrande bladpunten, glazigheid, necrose elders, etc.

De ernst waarin vergeling zich voordeed is in drie categorieën verdeeld: ernstig, matig en licht. De mate van schade van een plant werd berekend met de formule:

$$\text{mate vergeling} = 3 * \text{aantal bladeren ernstig} + 2 * \text{aantal bladeren matig} + \text{aantal bladeren licht}$$

De gemiddelde schade van de 20 planten van een behandeling werd berekend. Door middel van een variantieanalyse kon de betrouwbaarheid van de verschillen worden getoetst.

Daarnaast is de hoogte van de planten 2 maal tijdens de visuele beoordeling van het gewas bepaald door de hoogte van het hoogste blad te meten.

Op 28 februari 2012 is met behulp van een SAP 502 Meter gekeken naar de bladkleur van het blad. De SPAD-meter meet de chlorofielconcentratie van het blad, en is een objectieve meting voor de "groenheid" van het blad.

2.7.5 Efficiëntie fotosynthese

Met de chlorofylfluorescentiecamera (LED camera) zijn vanaf half februari 2012 regelmatig opnamen gemaakt van de plant om inzicht te krijgen over de efficiëntie van de fotosynthese.

Met de LED camera zijn beelden gemaakt worden van de chlorofylfluorescentie (CF). Het is mogelijk gebleken om bladgedeelten met stress vast te leggen, zonder dat deze stress met het blote oog al te zien is (de Boer et al.; 2008, Snel *et al.* 2008). In het CF beeld (Figuur 6.) is de stress zichtbaar als een flinke verhoging van de fluorescentie (rode kleur in het beeld). Voor meer details over deze techniek wordt verwezen naar de Boer et al.; 2008 en Snel *et al.* 2008. Om de plant te kunnen beoordelen, is van elke plant waar een CF beeld van gemaakt is, ook digitaal gefotografeerd in dezelfde positie, zodat een goede vergelijking tussen zichtbare en nog niet zichtbare schade gemaakt kan worden.



Figuur 6. Voorbeeld van stresssymptomen bij potanthurium gemaakt met een LED camera. De Foto toont: 'False Colour' CF beelden waarin groene en gele vlekken op het blad indicatief zijn voor vroege, met het oog onzichtbare, symptomen van stress (Foto's afkomstig van project PT 11973).

2.7.6 Anatomie en morfologie

Voor onderzoek naar de aanwezigheid van hydathoden en huidmondjes zijn twee methoden gebruikt: Een niet-destructieve methode door het maken van afdrukken bladoppervlak (hierbij blijven de planten die in de kas staan), en een destructieve methode (losse bladeren en hele planten zijn gebracht naar het laboratorium voor coupes ten behoeven van microscopisch onderzoek).

2.7.6.1 Afdrukken bladoppervlak

Met behulp van Xantopren (methode beschreven door Weyers & Johansen, 1985) zijn afdrukjes gemaakt van de onder- en boven kant van het blad. Van deze negatieven worden met een laagje doorzichtige nagellak weer een positief gemaakt om deze vervolgens onder de microscoop te bekijken.

De afdrukjes zijn op 6 februari gemaakt. Hiermee is gekeken naar de aanwezigheid en verhoudingen van hydathoden en huidmondjes op het bovenste en onderste bladoppervlak.

2.7.6.2 Microscopisch onderzoek

De planten werden eerst macroscopisch bestudeerd, vervolgens met een stereomicroscoop en daarna met hand- en sledemicrotoom gesneden verse coupes. Planten werden overnacht in plastic zakken gehuld om guttatie te stimuleren, dit om de plaats van de hydathoden te helpen vinden. Coupes werden in verschillende oriëntaties gemaakt afhankelijk van de gewenste aansnede: dwars-mediaan gesneden bladeren voor een beeld van de dwarse doorsnede; tangentieel gesneden voor een beeld van de vaatbundel ontwikkeling en dichtheid En paradermaal aangesneden voor het verkrijgen van overzicht van de adaxiale (boven epidermis) en abaxiale-epidermis (onderzijde) en aangrenzende cellaag. Hiermee werd een link gelegd met de huidmondjes dichtheid. Alle coupes werden ontvlucht, ingesloten in glycerol en ongekleurd lichtmicroscopisch geanalyseerd.

3 Resultaten

Voor de weergave van de resultaten wordt uitgegaan van de opgestelde hypotheses. Bij het onderzoek naar de relaties tussen guttatie en schade hoort ook een weergave van de activiteiten “literatuur onderzoek” en “microscopisch onderzoek hydathoden” bij.

3.1 Guttatie volgens de literatuur

3.1.1 Wat is guttatie

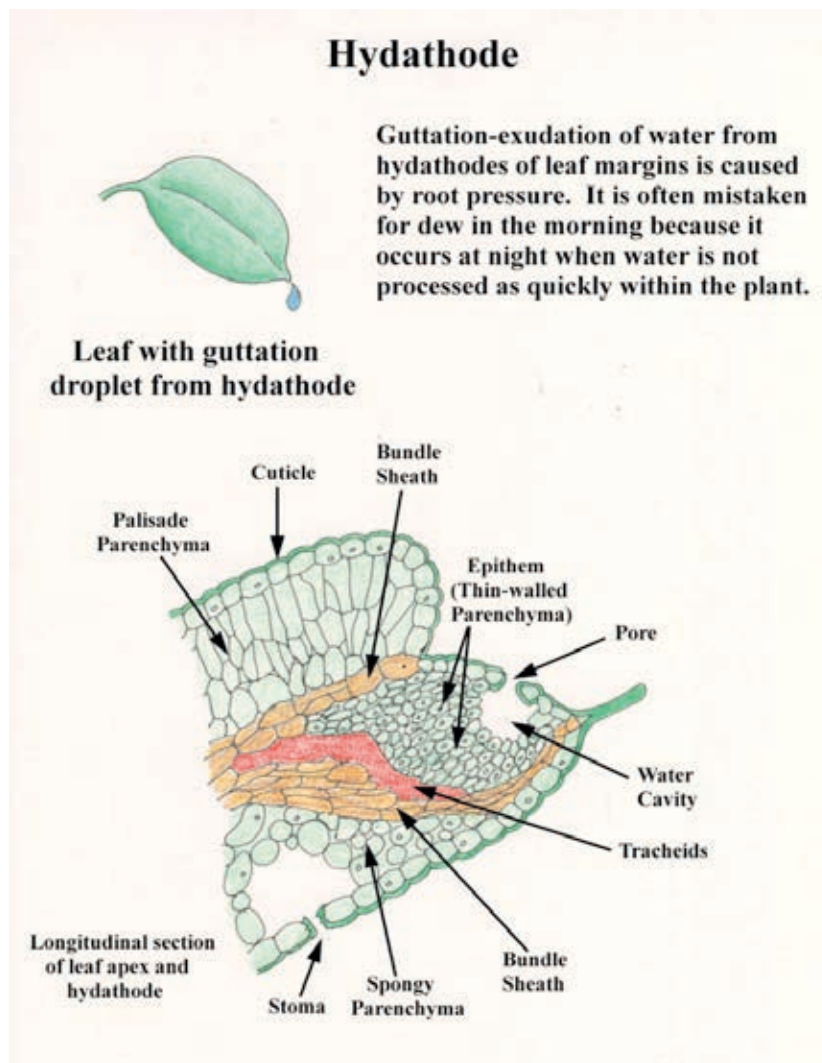
Guttatie is vloeibaar water die de planten uitscheiden. Het moet niet verward worden met dauw: Dauw bedekt het hele blad, guttatie zit alleen langs de randen of aan het uiteinde van het blad. Guttatie is ook iets heel anders dan verdamping: Via de verdamping wordt waterdamp van de fotosynthese door de huidmondjes naar buiten, en via guttatie komt vloeibaar water uit het blad via speciale structuren (hydathoden). Guttatie ontstaat alleen in planten met vaten en xyleem (Chen, 2007, Wikipedia). Met behulp van dit gespecialiseerd weefsel wordt water en nutriënten door de plant vervoerd. Guttatie kan voorkomen in alle groenteplanten, meerjarige planten, bloeiende planten, bomen, coniferen, grassen en varens. Bij veel verschillende potplanten wordt guttatie waargenomen: Anthurium, Spathiphyllum, Phalaenopsis, Dieffenbachia, Philodendron, Monstera, Ficus, Alocasia, Vetplanten (Crassulaceae).

3.1.2 Hoe verlaat guttatie de plant: de hydathoden

Guttatie vindt plaats via speciale structuren genaamd hydathoden (Figuur 7.) gelegen langs de randen en aan het uiteinde van de bladeren. Soms liggen ze, zoals bij Phalaenopsis, verdeeld tussen de huidmondjes over het gehele bladoppervlak. Een hydathode is een complex van epitheel cellen in waterporiën, houtvaten en een verbindend weefsel (Dieffenbach 1980). De epitheel cellen komen uit in één of meer sub-epidermale kamers.

Deze hydathoden, een soort waterhuidmondjes dus, lijken op gewone huidmondjes maar dan groter en zij kunnen niet meer open en dicht gaan. Groot verschil is dat bij een hydathode het parenchymweefsel aan de binnenzijde van de intercellulaire holte, genaamd het epitheel, bestaat uit meer isodiametrische cellen die een grotere intercellulaire holte omsluiten, dan bij huidmondjes. De cellen zijn kleiner en ronder dan in de rest van het sponsparenchym. Bovendien is de holte achter de hydathode direct verbonden met het uiteinde van een vaatbundel. Er is geen omsluiting van de vaatbundel doordat de vaatbundelschede aan het uiteinde volledig afwezig is. Dit is de bijzondere aanpassing die een huidmondje hier tot een waterporie of hydathode maakt, want direct in deze ruimte loopt het xyleemvat dus vrij uit en hier is dus de overloop van de hydrostatische worteldruk, die leidt tot lokale guttatie (N. de Ruijter 2012).

Er zijn vier stadia in de ontwikkeling van hydathode gevonden: initiatie, celdeling, cel strekking en cel differentiatie en uitgroei. (Chen 2006)



Figuur 7. Schematische weergave hydathode.

3.1.3 Worteldruk

Guttatie wordt veroorzaakt doordat de wortels water drukken naar de stengels en de bladeren tijdens de nacht wanneer de huidmondjes dicht zijn en de verdamping is gestopt.

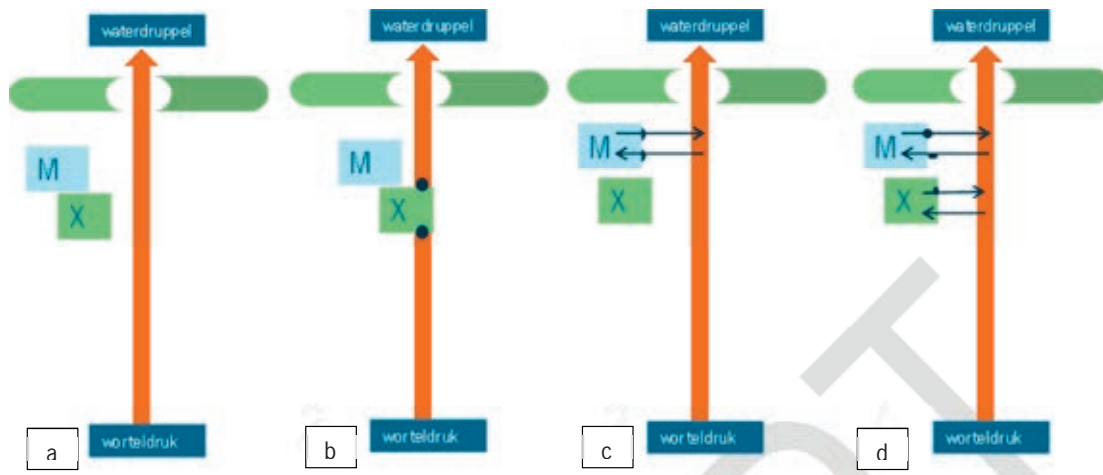
Guttatie kan alleen plaats vinden, wanneer er meer water in de grond zit, dan in de wortels van de plant. De waterpotentiaal in de wortels moet lager zijn dan het waterpotentiaal in de grond (Takeda 1989 en wikipedia).

Water in het substraat wordt geabsorbeerd door de wortels. Door osmose wordt de potentiaal in de wortels lager en de worteldruk duwt het water in de stengel en de bladeren van de planten

Wanneer het overschot aan water ophoopt in het blad gedurende de nacht, kan dat via hydathoden ontsnappen. Guttatie water kan suikers, zouten en andere organische bestanddelen bevatten. Wanneer dit water verdamppt kan er wit residu of een zoutkorst ontstaan. De korst ontstaan doordat de opgelost suikers en mineralen overblijven na verdampen van het water.

Het mogelijke mechanisme waar van guttatie door de plant is in 1980 beschreven door Dieffenbach. In Figuur 8. worden 4 van de 5 mogelijkheden getoond:

- De guttatiestroom wordt ongewijzigd doorgegeven naar de hydathodeopening.
- De guttatiestroom moet via het xyleem parenchym cellen.
- De parenchymcellen in het xyleem van de top veranderen de guttatiestroom door stoffen te absorberen van en vrijgeven van stoffen in de guttatiestroom.
- Als c maar met de mesofylcellen van de top die de compositie van de guttatiestroom veranderen.
- Een combinatie van c en d.



Figuur 8. Mogelijke mechanisme van guttatie volgens Chen (2006). Lange pijl geeft indicatie van transport door worteldruk in xyleem en blad apoplast. Korte pijlen verwijzen naar membraan gecontroleerd transport. M = mesofiel cellen, X = xyleem parenchym De letter verwijzen naar onderstaande tekst.

3.1.4 Functies van guttatie en van de hydathoden

Aan guttatie worden verschillende functies toegeschreven door de verschillende onderzoeken. Bij verlaagde verdamping, loopt de worteldruk op, en als deze boven een bepaalde waarde komt, dan drukt het water via de hydathoden naar buiten, waarbij het als door een “ventiel” dient om de worteldruk te verlagen. In varens werd opgemerkt dat bij onvoldoende vocht rondom de wortels, was er geen worteldruk (Sperry, 1983) en geen guttatie. Ook wordt guttatie in verband gebracht met mechanismes om de concentratie aan zouten in het xyleem te verlagen.

In sommige planten, zoals succulenten uit zeer droge leefgebieden, wordt een extra functie aan de hydathoden hebben de hydathoden ook een toegevoegde functie: ze kunnen water opnemen die door condens op het blad komt en zelfs uit de lucht halen (Martin en Von Willert, 2000). Drennan *et al.* (2009) hebben aangetoond dat bij *Myrothamnus flabellifolius* hydathoden water kunnen opnemen wanneer bladeren zijn uitgedroogd. Men vermoedt ook dat bij een aantal Crassulaceae 's nachts water wordt opgenomen via de hydathoden.

3.1.5 Guttatie in relatie tot bladschade

Guttatie kan leiden tot binnenvallen van ongewenste bacteriën die ziekten veroorzaken (Sakai *et al.* 1990). Sommige bladglansmiddelen kunnen de hydathoden verstoppen en bruine bladpunten veroorzaken

Guttatie water kan ook rijk zijn aan calciumcarbonaat, waardoor calciumverlies optreedt, maar ook dichtslibbing van de hydathoden kan optreden (Garcia 2008, Barceló *et al.* 1987).

Amerikaanse studenten hebben laten zien dat een druk van 5 bar guttatie kon veroorzaken bij planten onder een laag lichtniveau met voldoende water in het wortelmilieu (Gee, Janes en Tan, 1973).

Bij *Ficus* kan zoutconcentratie oplopen door aanhoudende guttatie en verdamping. Hierdoor kunnen de hydathoden beschadigd raken; de schade ontstaat doordat de zouten die op het blad uitdrogen nadat ze met de guttatievocht via de hydathoden zijn uitgescheiden, beschadigen de hydathoden en de omringende cellen. Dit proces gebeurt doordat de EC buiten de cel loopt op door herhaalde guttatie en verdamping, waardoor membranen uit elkaar spatten door wateronttrekking. De tolerantie tegen zoutschade verschilt er per weefsel (Chen, 2005).

3.2 Microscopisch onderzoek

Bij de Leerstoelgroep Celbiologie van Wageningen University and Research Centre is microscopisch onderzoek naar de bladanatomie van *Anthurium* gedaan. De resultaten van dit onderzoek worden hieronder weergegeven.

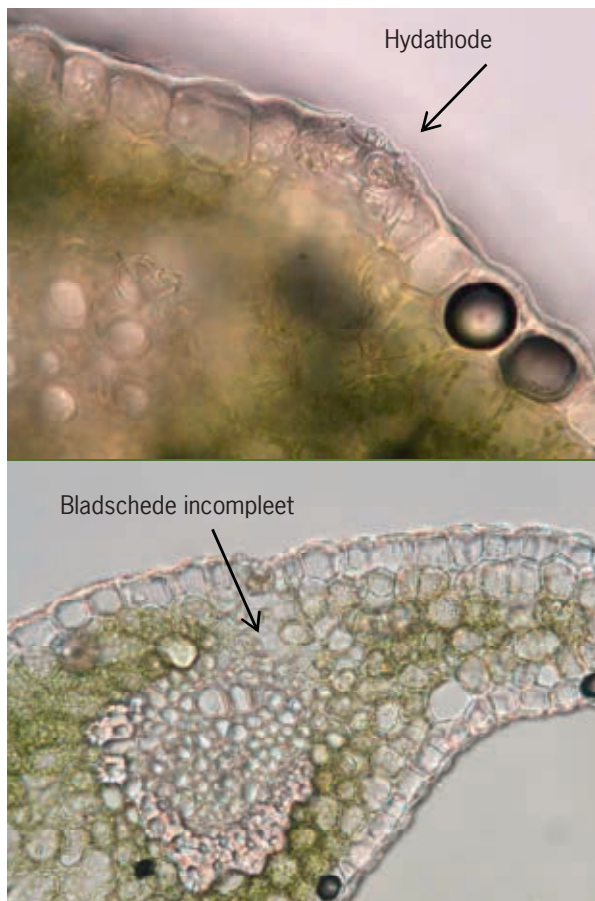
3.2.1 Hydathoden

Omdat druppelvorming alleen aan de rand optrad, werd de hypothese gesteld dat alleen aan de rand hydathoden aanwezig zijn. Hoe hydathoden eruit zien waar zij voorkomen werd met coupes nader bestudeerd. Hiertoe werden aansneden gemaakt door de plaatsen waar guttatie was opgetreden.

Het bleek dat de enige huidmondjes die gevonden werden aan de bladbovenzijde aan de bladrand voorkwamen. Dat blijken de hydathoden te zijn.

Figuur 9. laat hydathode in *Anthurium* 'Alabama' zien aan de bovenkant van het bladrand ter hoogte van uitlopende vaatbundel. Merk op dat het huidmondje dicht bij een vaatbundel ligt en dat de vaatbundel geen volledige bundelschede heeft waardoor xyleemvocht bij voldoende 'worteldruk' direct in de intercellulaire holte vloeit en tussen de sluitcellen van het huidmondje kan uittreden.

Anthurium 'Fantasy Love' hydathoden zijn aanwezig in vergelijkbare positie, anatomie en dichtheid.



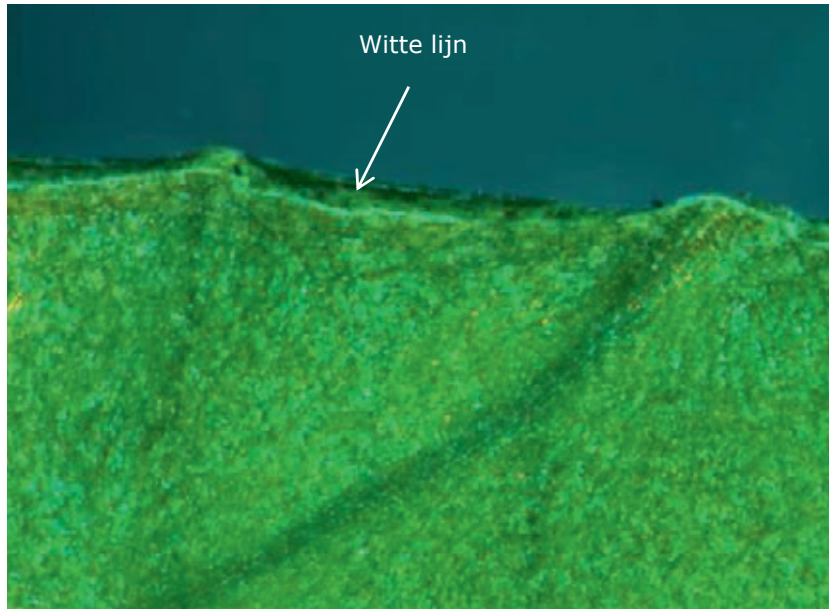
Figuur 9. Hydathode bij *Anthurium* 'Alabama'.

Figuur 10. Detail hydathode in *Anthurium* 'Fantasy Love'.

Figuur 10. laat detail hydathode in *Anthurium* 'Fantasy Love' zien aan adaxiale (boven) epidermiszijde. Duidelijk is te zien dat de bundelschede met dikwandige cellen rondom de vaatbundel incompleet is aan de zijde van de hydathode. Op sommige plaatsen aan de bladrand van een gutterend (met name) jong volwassen blad, bij zowel 'Alabama' als 'Fantasy Love' cultivars werd het weefsel aan de bladrand donkergroen (guttatie vlekken of glazigheid). Glazigheid wordt zeer waarschijnlijk veroorzaakt door het lokaal inunderen van het mesofylweefsel; dit komt neer op het vollopen van de intercellulaire holtes waardoor de lichtreflectie in het blad sterk verminderd. Omdat het vollopen van de intercellulaire ruimtes in het weefsel zowel zichtbaar was bij guttatie-openingen met druppels, maar ook elders alleen aan de bladrand, werd de hypothese gesteld dat mogelijk de hydathoden lokaal gesloten of geblokkeerd zijn, of onvoldoende het aangevoerde water naar buiten konden laten uitvloeien.

Een belangrijke waarneming is de lokale inundatie van bladweefsel. Er is geen direct zichtbaar celbiologisch-morfologisch-anatomisch schadebeeld te zien, wanneer de plant vervolgens in lagere luchtvochtigheid wordt geplaatst. Binnen een uur is de (donkergroen) verkleuring verdwenen. Het is niet nagegaan of de lokale weefselinundatie bij verouderende bladeren precies de locatie is waar later in de bladontwikkeling cellen lokaal vergelen, verbruinen of dood gaan, maar in het algemeen komen die plaatsen sterk overeen en zijn gelegen in de buurt van of direct aan de bladrand. Het optreden van bladschade kan mogelijk wel worden geïnduceerd door lokale inundatieschade in een vroeger stadium. Door het vollopen van extracellulaire holtes met vloeistof worden cellen mogelijk onvoldoende voorzien van goede gaswisseling, waardoor lokaal ethyleen kan ophopen. Lokaal kan dan cel schade of cel veroudering het gevolg zijn, waardoor cellen vervroegd geprogrammeerde celdood ondergaan of individueel lokaal afsterven, zodat hydrolytische enzymen vrijkomen en buurcellen worden aangetast, hetgeen op het oog zichtbare necrotische vlekjes kan opleveren, of zelfs bladrandvergeling. De strook waarin bladrandvergeling optreedt, komt in ieder geval overeen met de strook waarin hydathode-overstroming (inundatie) voorkomt.

Hydathoden blijken aanwezig op de bovenzijde nabij de bladrand. Dit correspondeert microscopisch met verhoogde afzetting van witte vlekjes (zoutkristallen) die op de bladrand -met name bij gutterende bladeren- sterk aanwezig zijn en verder niet of veel minder frequent voorkomen op boven- of onder-epidermis. Hier tevens zichtbaar als vlekjes aan de bladrand ((boven) Figuur 11.). Wat opvalt, is de bladverdikking rondom de uitlopende nervatuur. Ook is een witte lijn zichtbaar langs de bladrandonderzijde, niet altijd geheel doorlopend. Ook dit zijn mogelijk zoutafzettingen.



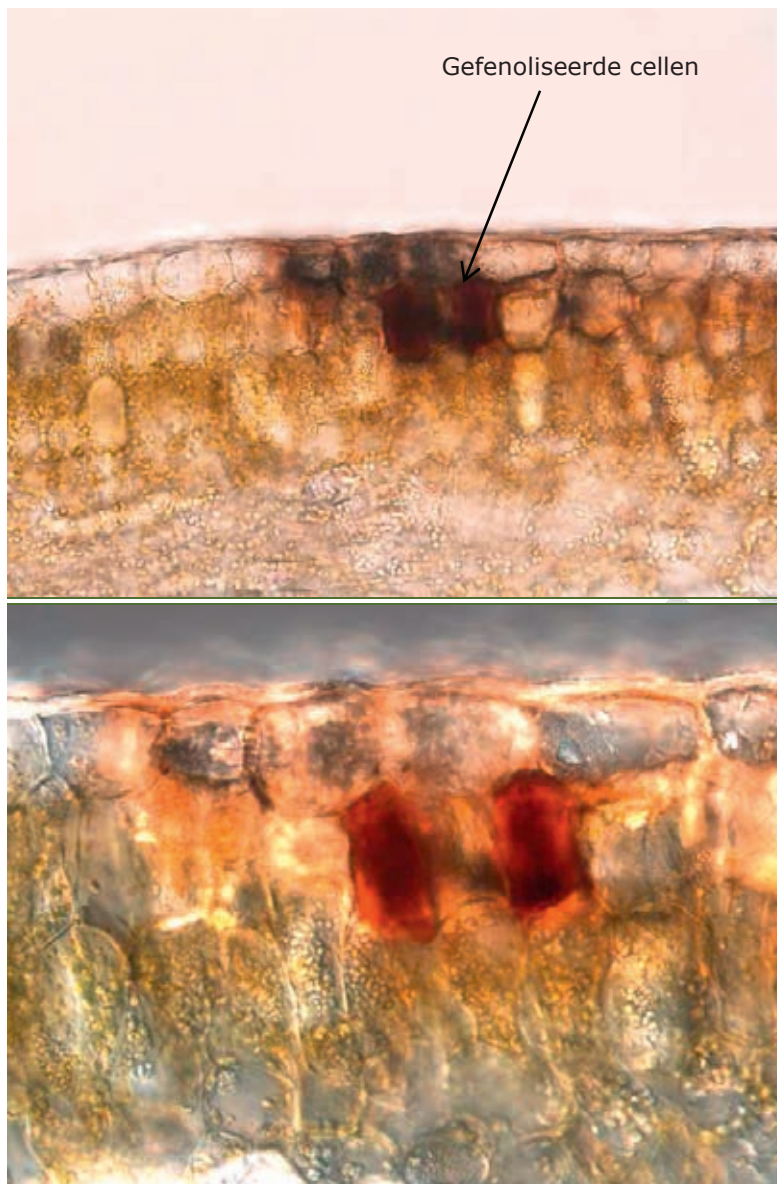
Figuur 11. Detail van de abaxiale bladrand (onderzijde van jongvolwassen blad), op plaatsen waar guttatie druppels aanwezig waren (nu afwezig). De hypothese is dat de witte lijn een zoutneerslag is van guttatie vocht dat langs de bladrand is gelopen.

3.2.2 Kristalcellen en chlorose

Van kristalcellen en van gefenoliseerde cellen zijn in meerdere oudere bladeren bij *Anthurium* 'Alabama' verschillende coupes en opnames gemaakt, omdat dit het voornaamste schadebeeld was. Interessant is de hoge dichtheid aan kristalcellen, de ideoblasten*, in het weefsel. Kristallen van verschillende grootte en opbouw konden goed zichtbaar worden gemaakt met polarisatie microscopie. Hierbij lichtten alle polariserende of dubbelbrekende objecten op, door de verdraaiing van het golflak van de gepolariseerde belichtingsbundel. Bij gekruiste polarisatiefilters leidt dit tot uitdoving van het doorvallend licht en oplichten van kristalstructuren en lichtbrekende polymeren zoals xyleemvaten of een cutine laag.

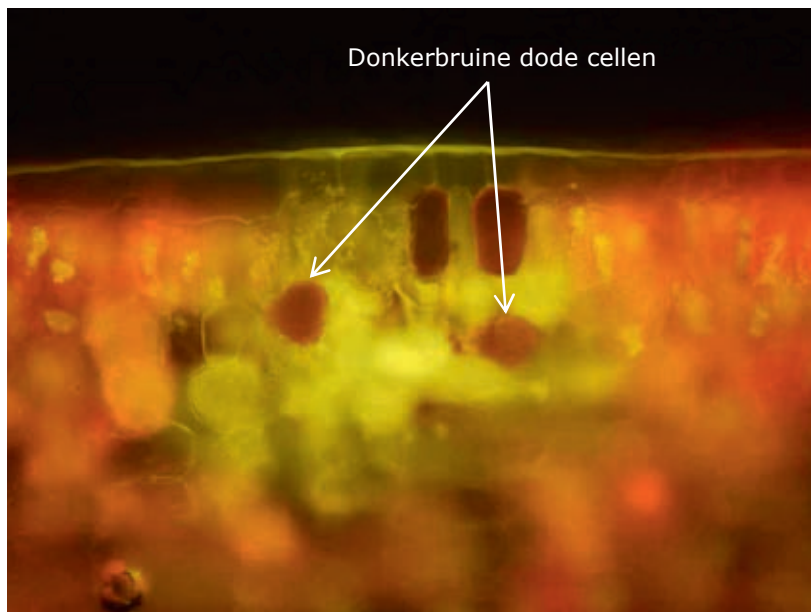
Het is niet met zekerheid vastgesteld of er een relatie is tussen de dichtheid kristalcellen en de mate van bladschade. Ook in jong blad komen ideoblasten frequent voor. Opvallend vaak echter was er wel een correlatie tussen de positie van gefenoliseerde (bruinrood gekleurde), dode cellen en aangrenzende ideoblasten (Figuur 12.).

*Een **ideoblast** is een in een plantenweefsel liggende cel, die door haar morfologische en fysiologische eigenschappen afwijkt van de omringende cellen bijvoorbeeld kristalcellen.



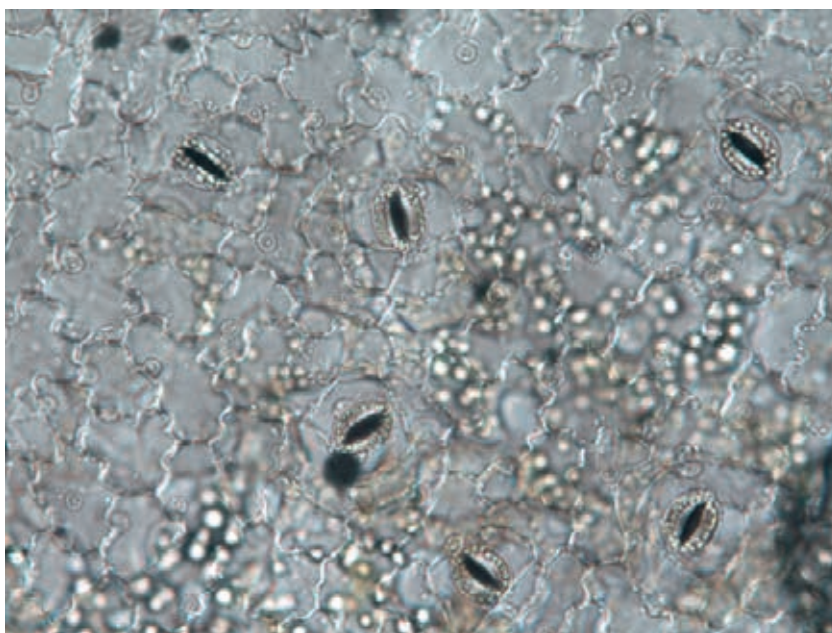
Figuur 12. Bovenstaande foto's tonen bladaantasting met gefenoliseerde cellen van het palissadechlorenchym en begin van fenolisatie in aangrenzende epidermiscellen, die veel kristallen bevatten.

Vaak gaat celdood gepaard met vergelende vlekken aan de bladrand. Dit zijn plaatsen waar chlorofyl in dichtheid afneemt en fotosynthese verdwijnt. Dit is ook te zien door de verminderde rode autofluorescentie in het gebied rondom de dode bruine mesofiel cellen. Met behulp van fluorescentie kan dus gevoelig naar de mate van vergeling -ofwel bladschade- worden gekeken in coupes (Figuur 13.).

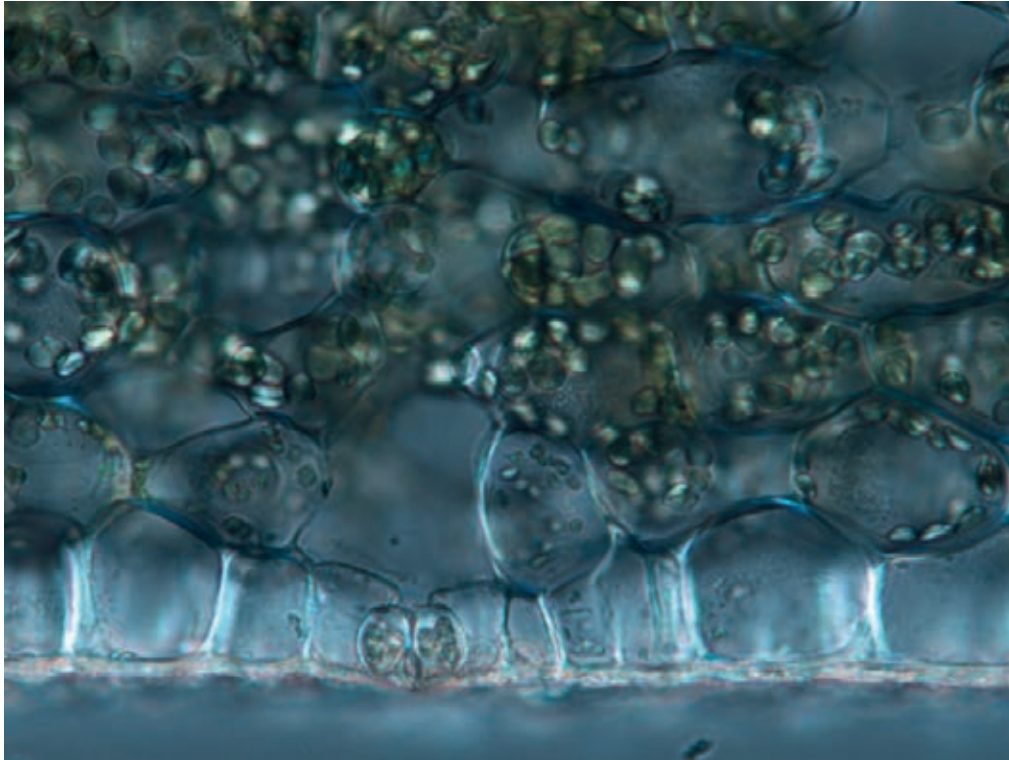


Figuur 13. Microscopische opname van de dwarse doorsnede van een blad ter plaatse van vergelende vlek op het blad van Anthurium. Let op de donkerbruine dode cellen die omgeven worden door parenchymcellen waarvan het chlorofyl is afgebroken.

Bij coupes werden nooit huidmondjes aangetroffen aan de bovenzijde uitgezonderd de lateraal gelegen hydathoden, echter wel met een grote dichtheid aan de onderzijde (Figuur 14.). Dit is te zien op onderstaande microfoto (Figuur 15.).



Figuur 14. Detail van abaxiale epidermis van Anthurium met meerdere huidmondjes.



Figuur 15. Morfologie van huidmondje aan de onderzijde van een volwassen blad. De volwassen bladeren hebben een duidelijke tweezijdige ofwel bi faciale structuur, met palissadeparenchym aan de bovenzijde en sponsparenchym aan de onderzijde. Huidmondjes zijn alleen aan de onderzijde te vinden uitgezonderd de hydathoden.

3.2.3 Samenvatting en conclusies

Naar aanleiding van de vraagstelling betreffende lokalisatie en morfologie van hydathoden is gevonden dat hydathoden exclusief voorkomen aan de bovenzijde van het Anthuriumblad en alleen aan de bladrand.

Hydathoden zijn huidmondjes die dicht bij de laterale bladvaatbundel liggen. Doordat de bundelschede tenminste gedeeltelijk afwezig is, zal bij voldoende worteldruk xyleemvocht via de intercellulaire holten door de spleet tussen de sluitcellen kunnen uittreden.

Uit het onderzoek bleek dat in een aantal gevallen hydathoden verstopt kunnen zijn. Dat was te zien als een zwarte prop die de huidmondjes afdicht. In een dergelijk geval zullen bij toenemende worteldruk intercellulaire vollopen met xyleemvocht. Dat kan leiden tot verstoorde gaswisseling en daardoor wellicht tot vervroegde weefseldegeneratie. Het beeld van volgelopen intercellulaire ruimtes kennen we in de praktijk onder de naam glazigheid. Glazigheid zou het gevolg kunnen zijn van een overmaat aan guttatie.

Wanneer glazigheid inderdaad een gevolg is van guttatie zou dat het optreden van glazigheid verklaren onder de behandeling met folie. Hier was de guttatie het hoogste ten opzichte van alle andere behandelingen.

Necrose plekken in de bladrand waren niet altijd hydathoden.

Tijdens het onderzoek is een beginnende infectie met epifytische schimmels (roesten) aangetroffen. Wij hebben geen intrede in de plant kunnen constateren.

Vergeelde plekken midden op het blad bestonden uit gebieden met bruin-gekleurde necrotische cellen die waarschijnlijk veel fenolverbindingen bevatten. Chlorose (afbraak van chlorofyl) in parenchym rondom dergelijke cellen is verantwoordelijk voor de verdere vergeling.

Kristalcellen komen veelvuldig voor in het Anthuriumblad. Bij het ontstaan van vergeelde plekken en fenol bevattende cellen zijn ze ook frequent aangetroffen maar een correlatie is niet vastgesteld.

3.3 Guttatie in relatie tot shade 1

3.3.1 Wanneer treed guttatie bij potanthurium op

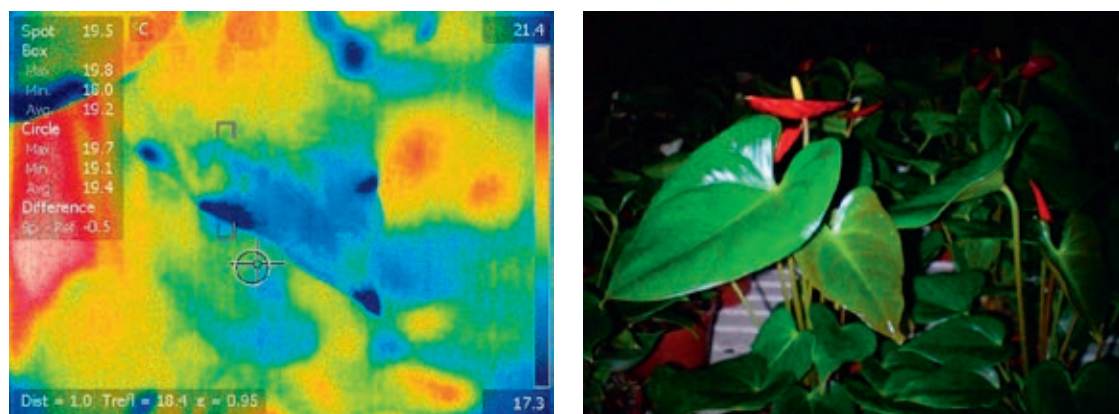
Van uit de literatuur is bekend dat guttatie voornamelijk nachts optreedt wanneer de huidmondjes dicht zitten. Om de tijdspanne beter vast te stellen zijn op een aantal dagen met een intervalcamera digitale en IR beelden gemaakt (elke tien minuten een foto). Met behulp van de IR beelden kon het tijdstip nauwkeuriger worden vastgesteld.

Uit de beelden blijkt dat guttatie start 1 tot 1,5 uur voor zonsondergang en doorgaat tot de volgende morgen tot circa 50 minuten na zonsopkomst (Tabel 4.).

Figuur 16. toont guttatie blad in de nacht het rechter beeld laat zien dat de temperatuur van het blad op plekken waar guttatie druppels liggen al gauw 2 °C lager is dan die van de rest van het blad.

Tabel 4. Tijdsduur guttatie gedurende de dag.

Start datum	starttijd	Eind datum	eindtijd	Zon op	Zon onder
2 februari	15:50	3 februari	8:50	8:19	17:30
14 februari	16:10	15 februari	8:50	7:57	17:54
16 februari	16:13	17 februari	8:30	7:51	17:59
15 maart	17:30	16 maart	7:40	6:55	18:46



Figuur 16. Links digitaal beeld guttatie, rechts IR beeld guttatie.

3.3.2 De plaats van guttatie

Uit de beelden blijkt dat met name jonge bladeren en schutbladeren gutteren. Als het blad eenmaal is uitgerold neemt de guttatie af, en bij afgehard blad wordt nauwelijks guttatie waargenomen onder normale omstandigheden. Bij de visuele waarnemingen hebben we gezien dat het in een later stadium ook nog flink kan gutteren, wat de trigger hiervoor was is nog niet duidelijk.

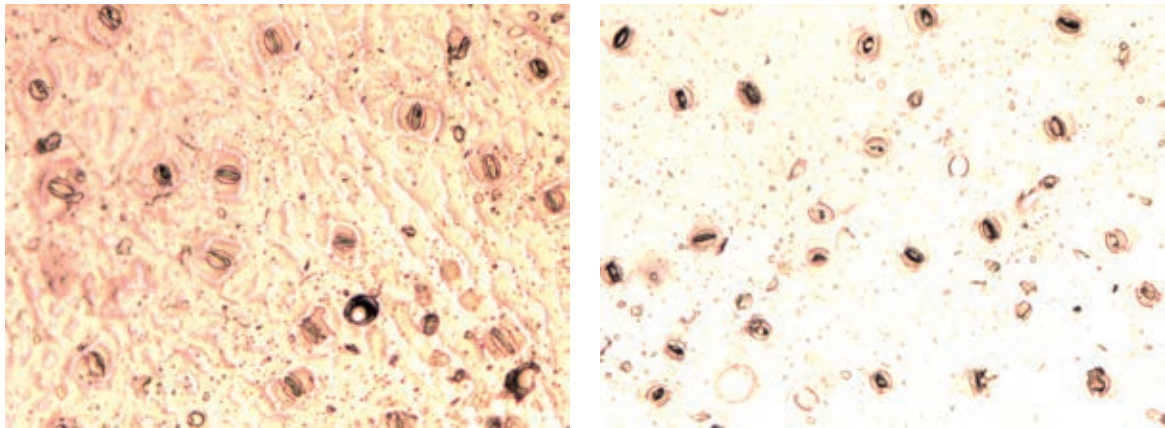
De gutterende hydathoden zijn niet regelmatig verdeeld over het blad. Op een paar punten langs de rand vloeit een druppel naar buiten. Doordat het water blijft vloeien, groeit de druppel aan tot hij te groot of te zwaar is om aan de hydathode te blijven en naar beneden rolt. De rand van het blad heeft een heel dun "richeltje" die de vallende druppel naar de punt "leidt" (microscopisch analyse, de Ruijter, paragraaf 3.2).

3.3.3 Verdeling hydathoden over het blad

De Xantopren afdrukjes gemaakt van de onder- en de bovenkant van het blad om na te gaan op welke zijde van het blad de huidmondjes zich bevinden en of er mogelijk ook hydathoden waar te nemen waren. Na het maken van positieven zijn deze onder de microscoop bekeken.

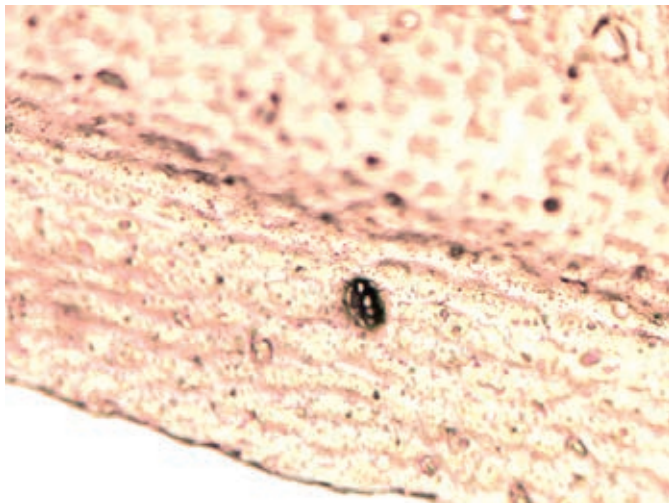
Figuur 17. toont huidmondjes onderkant bij beide cultivars.

Microscopisch anatomisch onderzoek uitgevoerd door de Leerstoelgroep Celbiologie Wageningen University and Research heeft deze waarnemingen bevestigd (zie paragraaf 3.2).



Figuur 17. Huidmondjes links A. 'Fantasy Love' en rechts A. 'Alabama' onderkant blad.

Op de bovenkant van het blad bevinden zich de hydathodes (Figuur 9.).



Figuur 18. Hydathode op bovenkant blad.

3.3.4 Analyse guttatiewater

Uit de literatuur is bekend dat in guttatiewater kan bestaan uit suiker, zouten en andere organische bestanddelen.

Tijdens de teelt is tweemaal guttatiewater verzameld en is er geanalyseerd op element gehalten (Tabel 5.). De hoge pH van het monster wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van bicarbonaat (deze is op 2 februari niet geanalyseerd wegens onvoldoende monstermateriaal). Naast K, Ca en Mg valt op dat er relatief hoge concentratie aan B wordt gevonden.

Borium is een relatief immobiel element die net als Calcium via transpiratiestroom naar alle plantendelen wordt getransporteerd. Of de guttatie stroom een alternatieve transportmethode is voor de plant is niet duidelijk geworden. Wel lijkt het er op dat een te veel aan borium onder andere wordt afgevoerd door middel van guttatie door de plant. Ook

is accumulatie van Borium in het substraat waargenomen (de substraatanalyses tonen in een toename in de tijd van de concentratie aan B: bijna 9 maal zo hoog aan het einde als bij de start).

Het guttatiewater bevat ook de nodige Ca en Mg. Gewas analyse laat zien dat Ca in het jonge blad lager is dan in het oude blad. Ondanks de hoge guttatie onder folie is het Ca in het blad niet lager dan in de andere behandelingen.

Tabel 5. Analyse guttatiewater op 17 januari en 2 februari 2012. Hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in $\mu\text{mol/l}$.

	pH	EC	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Si	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
17 jan	7.5	0.2	< 0.1	0.3	0.1	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.6	< 0.05	2	1.1	0.9	37	1	< 0.1
2-feb	7	0.6	< 0.1	0.5	0.6	1.4	0.5	0.4	< 0.1	0.8	0.7		< 0.05	3.3	2.9	4.7	91	3	0.2

3.3.5 Invloed klimaat, substraat en voeding op guttatie

Als het guttatiewater niet weg vloeit, maar op het blad droogt, blijft er een residu achter. Zie Figuur 19. en 20. Microscopisch is dit te zien als kristallen aan het oppervlak (Figuur 21.).

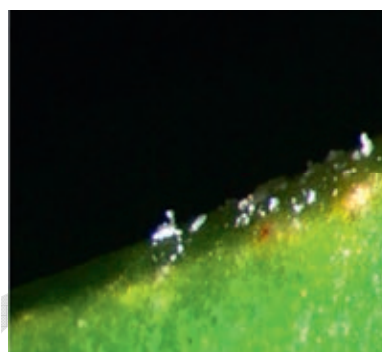
Drie beoordelingen zijn uitgevoerd van de mate waarin dit residu voorkomt. Het resultaat van die beoordelingen is in Figuur 22. weergegeven (zie ook Bijlage 1: Tabel 9.).

Hieruit blijkt dat de twee klimaatbehandelingen die opgezet zijn om guttatie op te wekken (een tafel met folie inpakken, “folie”, en het verwarmen van de wortels “verwarmd”, inderdaad tot meer guttatie-residu hebben geleid. Als de planten met wortelverwarming bovenlangs water kregen (“verw. Bovenlangs in de figuur”) is er minder residu waar te nemen. Dit kan te wijten zijn aan het feit dat de watergift een deel van dit residu afspoelt.

De verschillen in guttatie-residu tussen voedingsbehandelingen van de planten die op perliet geteeld werden zijn klein.

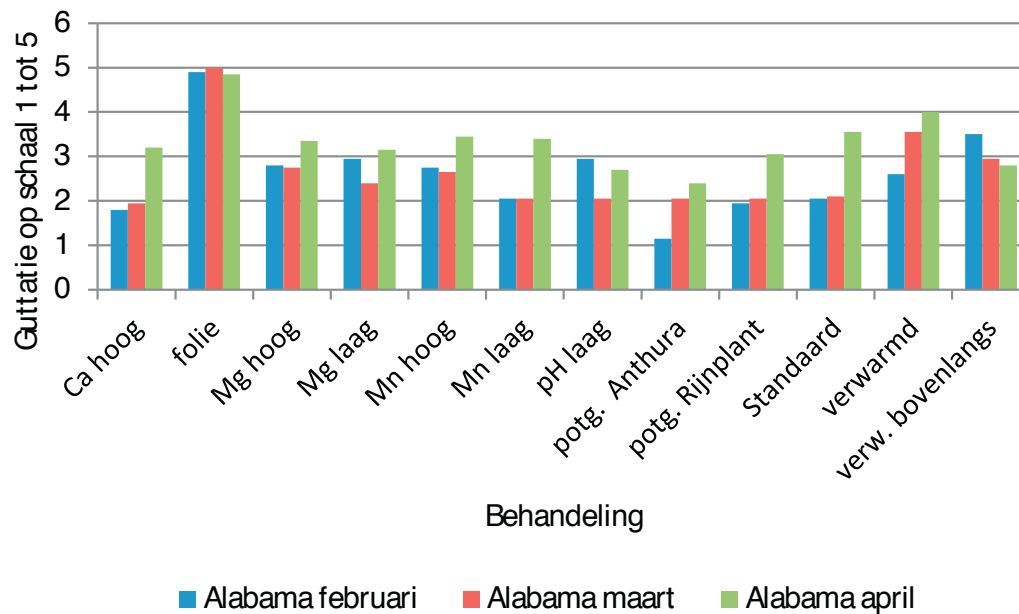


Figuur 19. en 20. Links residu op blad en rechts guttatie bloem.



Figuur 21. Zoutkristallen op blad ‘Alabama’.

Verrassend is het effect van het substraat op de mate van guttatie door de planten. Vooral in de eerste beoordeling (februari) was de hoeveelheid residu significant lager in de planten met potgrond als substraat dan in de planten met perliet (een inert substraat). In de laatste beoordeling was met de potgrond van Rijnplant een vergelijkbare hoeveelheid residu op de planten als op de planten met perliet, maar met de potgrond van Anthura was de hoeveelheid residu lager. De retentiecapaciteit van mineralen door de potgrond is waarschijnlijk de oorzaak, aangezien het verlagen van het pH van de voeding bij de planten op potgrond ("pH laag" in de figuur) tot een verhoogde guttatie leidde in het begin, mogelijk door het vrijkomen van aan de potgrond toegevoegde meststoffen.



Figuur 22. Mate van guttatie op schaal van 1 tot 5 bij *Anthurium* 'Alabama'.

1 = geen, 2 = weinig, 3 = matig, 4 = veel en 5 is erg veel guttatie.

Als het zo is dat naarmate er meer meststoffen in het wortelmilieu aanwezig zijn, er meer guttatie als zoutresidu op het blad is, dan zou een hogere voedings-EC tot meer guttatie moeten leiden.

Eind maart zijn daarom eenmalig ($n=3$) met een Grodan hand meter de EC's in het wortelmilieu gemeten. Een lage EC in perlite kwam overeen met een hogere mate van guttatie. (zie Bijlage 1 Tabel 14.). De vraag is, of de lage EC veroorzaakt was doordat een elementenovermaat via guttatie was afgevoerd.

Gelijktijdig met de EC-meting werd ook het vochtgehalte van het substraat bepaald. Met uitzondering van de verwarmde behandeling en de folie behandeling nam met een hogere EC ook het vocht gehalte in het substraat toe. Door de hoge RV onder folie wordt er minder verdampt hierdoor bleef ook het vochtgehalte in de pot relatief hoog.

Of het relatief hoge vochtgehalte in de pot onder folie zorgt voor de fors hogere guttatie onder folie is niet duidelijk. In de bemestingsproef kregen alle tafels met perlite (met uitzondering van de verwarmde tafels) op het zelfde moment water. Gezien het relatief hoge vochtgehalte in het substraat onder folie zou een lagere gietfrequentie beter zijn geweest. Misschien had het ook de glazigheid verminderd?

3.3.6 Bladschade 'Alabama' in relatie tot guttatie



Figuur 23. Bladschade bij Anthurium 'Alabama'.

De bladschade bij Anthurium 'Alabama' uit zich voornamelijk in necrose plekjes op de rand van de oudere bladeren (Figuur 23.). Dit zijn meestal kleine bladeren onder in de plant.

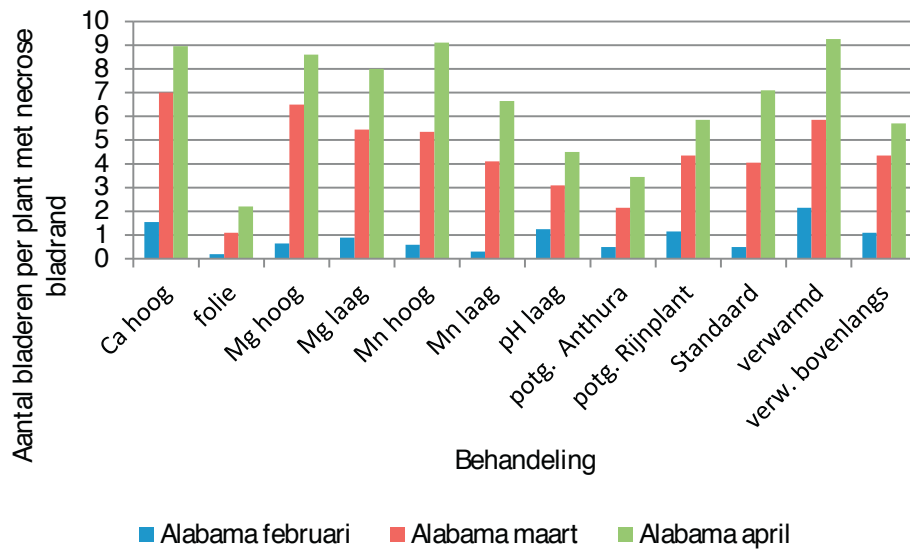
Kort na de start, begin januari, zijn de eerste schade-plekken waargenomen in de behandeling waar een pH van 3 werd meegeven in de voeding. Later werd de necrose in alle behandelingen waargenomen.



Figuur 24. Bladschade bij Anthurium 'Alabama' in het midden van het blad.

Tijdens het waarnemen zijn ook necroseplekjes gevonden in het midden van oude bladeren (Figuur 24.). Ook in jonge bladeren (nog niet volgroeid) zijn necroseplekjes waargenomen in de rand en in het midden van het blad (Het ging hier steeds om een enkel blad).

Het resultaat van de beoordelingen (Figuur 25.) laat zien dat juist de planten met de meeste guttatie (planten in de behandeling met hoge RV), de planten waren met de minst aantal bladeren met schade. (bijlage 1, tabellen 1 t/m 4) Hieruit kan niet geconcludeerd worden dat guttatie, beoordeeld als de mate van achtergebleven zoutresidu, de oorzaak is van de waargenomen bladschade.



Figuur 25. Aantal bladeren per plant met necrose in bladrand van oudere bladeren bij Anthurium 'Alabama'.

3.3.6.1 Leidt het verstopping van de hydathoden tot schade?



Figuur 26. Necrotische plekken langs de rand van het blad als gevolg van zoutschade.

De bovenstaande waarneming, dat veel guttatie niet per se leidt tot de necrotische plekken op de rand, wordt bevestigd doordat het uitwendig aanbrengen van zout op de bladrand tot een andere vorm van schade leidt dan de necrotische plekken waar we naar op zoek waren (Figuur 22.): Geen necrose plekken in de rand maar dode plekken langs de rand (Figuur 26.).

De plaatselijkheid van het verkregen beeld geeft de indruk dat de hydathode de poort was waardoor het zout binnen kon dringen om vervolgens een groot deel van het bladweefsel via osmose te laten verdrogen. Maar het schadebeeld kwam niet overeen met de necrose langs de bladrand.

Uit microscopisch onderzoek van de Leerstoelgroep Celbiologie Wageningen University and Research bleek dat in een aantal gevallen hydathoden verstopt kunnen zijn. Dat was onder andere te zien als een zwarte prop die de huidmondjes afdicht (figuur.27). Echter dit leidde niet altijd tot necrotische cellen eromheen. Daarnaast waren necrose plekken in de bladrand niet altijd hydathoden.



Figuur 27. Verstopte hydathode opening. De zwarte prop toont de verstopping van de hydathode.

In bladeren waar de verdamping lokaal ingeperkt is (anders dan integraal een groep planten onder folie te plaatsen), is het onderzochte schadebeeld niet opgeroepen. Niet door het lokaal verstoppen van huidmondjes (m.b.v. een zoutoplossing of vaseline, Figuur 26.), of door over de volledige onder epidermis huidmondjes af te sluiten met vaseline (figuur.28). Ook niet door het gedeeltekijk inpakken van de plant door folie.



Figuur 28. Blad volledig met vaseline ingesmeerd om de huidmondjes af te dekken.

Daarnaast is het ook niet gelukt om guttatie op te wekken door het verwijderen van bloemkolven of bloemen, en daarmee is er ook geen bladschade ontstaan.

3.4 Lenswerking waterdruppels i.r.t. schade 2

Het bovenlangs watergeven wordt door telers genoemd als een van de mogelijke oorzaken van het schade aan het blad zoals het gezien wordt bij de cultivar “Fantasy Love” (Figuur 29.).

De bijbehorende hypothese is dat de waterdruppels zodra de instraling toeneemt als een lens fungeren, en het blad verbrand.



Figuur 29. Bladschade bij Anthurium 'Fantasy Love'.

3.4.1 Waterdruppels op het blad

Het aanbrengen van druppels water op een blad onder een aanvullende lichtbron (Figuur 30.) heeft niet geleid tot deze vorm van schade.



Figuur 30. Blad in klem met water druppels.

3.4.2 Bovenlangs watergeven

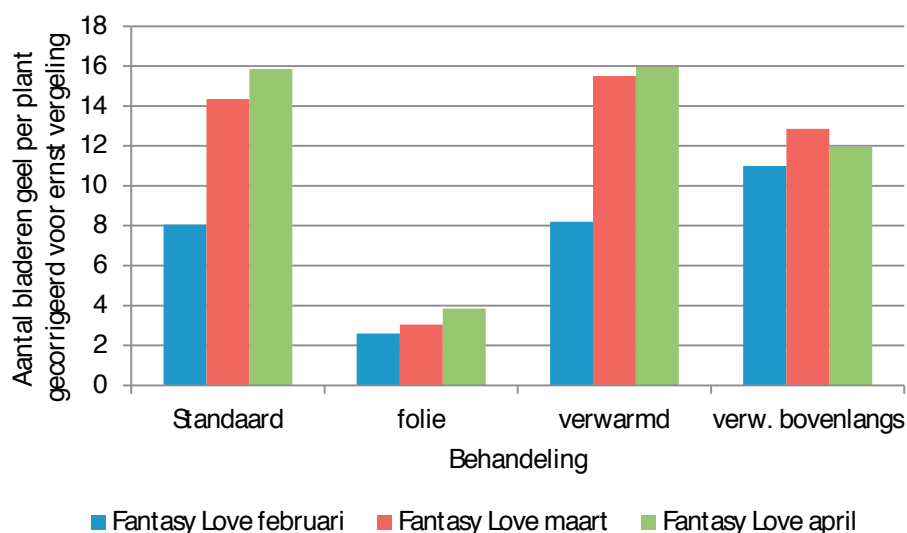
3.4.2.1 Effect op vergeling

Het bovenlangs watergeven (met meststoffen), dus niet constant waterdruppels op het blad aanbrengen, maar alleen tijdens de watergift, bleek bij de eerste beoordelingen van de planten wel tot een in februari significante toename van de vergeling te leiden ten opzichte van de watergift via eb-vloed (standaard voor alle overige behandelingen in de proef). Dit is te zien in Figuur 31, en ook in Bijlage 1, Tabel 8.

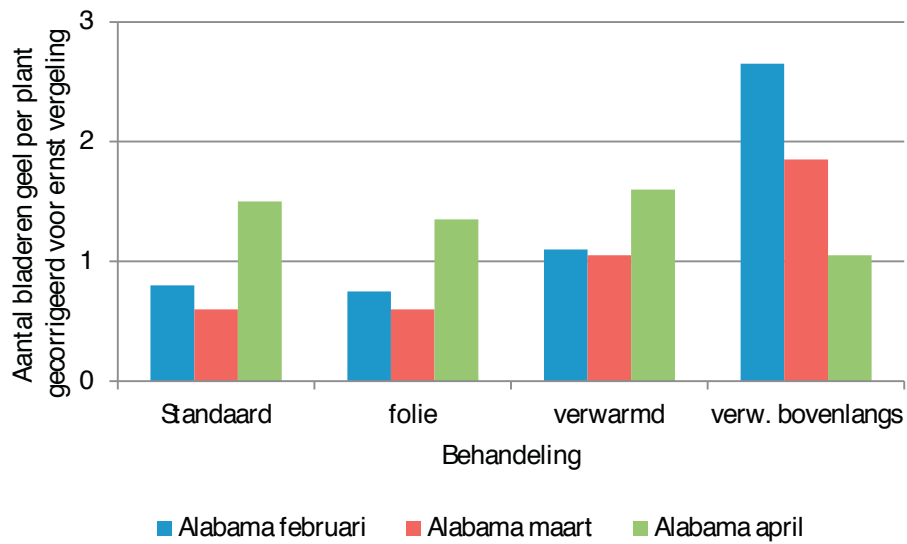
Dit was zo bij beide cultivars, al was de mate waarin, zoals het te verwachten was, heel veel lager bij Alabama (Figuur 33, let op de schaal van de Y-as in vergelijking met Figuur 32.).

Later in de teelt (beoordelingen maart en april) werd de vergeling van de planten die bovenlangs water kregen juist significant minder dan bij watergift via eb -vloed.

Het telen van beide soorten, maar vooral van Fantasy Love onder hoge RV (folie behandeling) heeft geleid tot de minste bladschade, zie Figuur 31. In de beoordelingen naar de mate van vergeling is deze behandeling de enige die in alle drie de beoordelingen significant verschillend is van alle overige behandelingen.



Figuur 31. Bladvergeling bij Fantasy Love in de tijd als gevolg van de methode van watergift, met slang bovenlangs (verw. Bovenlangs) of met eb-vloed (alle overige behandelingen).



Figuur 32. Bladvergeling bij Alabama in de tijd als gevolg van de methode van watergift, met slang bovenlangs (verw. Bovenlangs) of met eb-vloed (alle overige behandelingen).

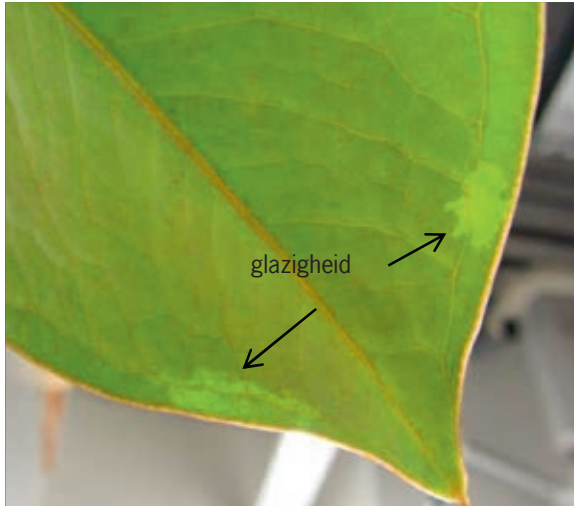
Nadeel van het gebruik van folie was dat er bladeren met glazigheid werden waargenomen (Figuur 33.). Dit werd in alle andere behandelingen niet waargenomen.



Figuur 33. Glazigheid bij Anthurium 'Fantasy Love'.

Op sommige plaatsen aan de bladrand van een gutterend (met name) jong volwassen blad, bij zowel 'Alabama' als 'Fantasy Love' cultivars werd het weefsel aan de bladrand donkergroen (guttatie vlekken of glazigheid). Deze verkleuring (Figuur 34.) is vooral aan de onderzijde van het blad (abaxiale zijde) goed te zien, en kon zich uitstrekken over een oppervlak van meerdere cm² vanaf de bladrand.

Merk op dat het mesofiel weefsel verkleurd is ('guttatie vlekken') als gevolg van het volstromen van de intercellulaire ruimten met xyleemvocht



Figuur 34. Detail van hydathoden met guttatie gefotografeerd vanaf de bladonderzijde (doorlichting).

Glazigheid worden zeer waarschijnlijk veroorzaakt door het lokaal inunderen van het mesofiel weefsel; dit komt neer op het vollopen van de intercellulaire holtes waardoor de lichtreflectie in het blad sterk verminderd (Figuur 35.). Hetzelfde beeld ontstaat als bladweefsel wordt vacuüm gezogen om de intercellulaire lucht uit sponsparenchym te verwijderen, wanneer een infiltratie van bladweefsel nodig is, bijvoorbeeld bij een fixatieprocedure. Hetzelfde beeld treedt ook op bij een bladinfiltratie van bijvoorbeeld tomaat, tabak of Arabidopsis, waarbij onder druk vloeistof van buitenaf, via huidmondjes in het bladweefsel wordt gedreven.

Hoe glazigheid tot schade en necrose leidt is uitgelegd in 3.2.1.



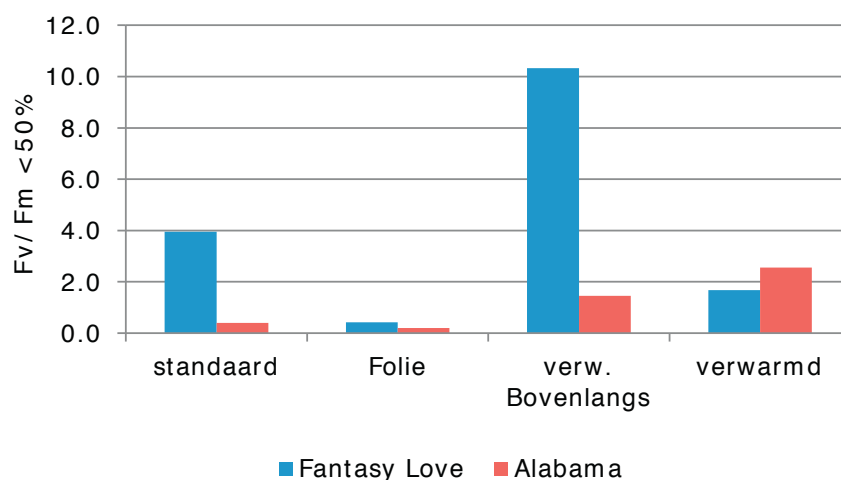
Figuur 35. Detail van onderzijde blad Anthurium 'Alabama' met glazigheid, gefotografeerd met opvallend licht.

3.4.2.2 Effect op efficiency van de fotosynthese

Vlak voor de eerste visuele beoordeling zijn planten uit verschillende behandelingen met de LED camera onderzocht. Met de LED camera kon schade aan het fotosynthese apparaat worden waargenomen. De planten die bovenlangs water kregen, en dan vooral van de cultivar Fantasy Love, vertoonden al voor dat de schade zichtbaar was, een verlaagde efficiëntie van de fotosynthese ten opzicht van de standaard watergeef methode (Figuur 36.).

3.4.2.3 Effect op planthoogte

De visuele indruk bestond dat het bovenlangs watergeven tot kortere planten aan het leiden was. Daarom is op verzoek van de BCO de planthoogte in de beoordelingen meegenomen. De metingen aan de planthoogte in februari lieten geen verschil zien. In april was er gemiddeld een planthoogte verschil van 3 cm bij Alabama en van 1 cm bij Fantasy Love, waarbij de planten die bovenlangs water kregen korter waren dan de andere. Deze verschillen waren echter niet statistisch significant.



Figuur 36. Oppervlak plant waar de efficiëntie van de fotosynthese < 50% bij standaard, folie, verwarmden verwarmd bovenlangs in de tijd (gemiddelde van 5 opname).

3.4.3 Conclusie

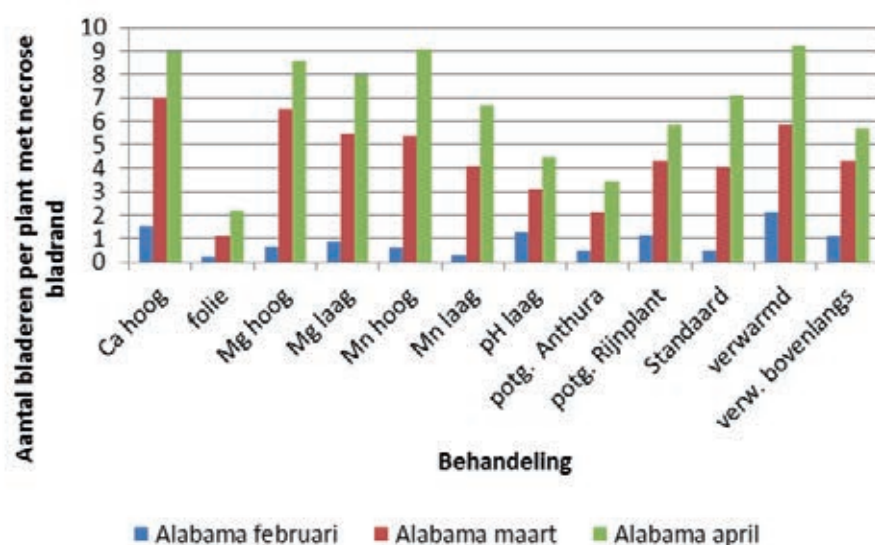
Geconcludeerd kan worden, dat waterdruppels op het blad in ieder geval niet door een lenswerkend effect de oorzaak zijn van de waargenomen schade.

Uitgaande van de fotosynthese waarnemingen lijkt het erop dat bovenlangs watergeven in de eerste periode van de teelt, wel mogelijk de kans op schade 2 vergroot bij Fantasy Love.

Daarnaast zorgt het bovenlangs watergeven voor heterogenere planten dan het watergeven via eb-vloed, en bij Alabama, ook tot kortere planten aan het einde van de teelt periode.

3.5 Minerale bemesting i.r.t. schade 1 en 2

De hypothese dat afwijkingen in voedingselementen (Calcium, Magnesium en Mangaan) en/of een laag pH in het wortelmilieu veroorzaken beide bladschades bij potanthurium is getoetst door het aanbieden gedurende een teelt van verschillende voedingsoplossingen op planten in perliet. Middels deze verschillende voedingsoplossingen (zie Tabel 2.) zijn de elementen Mg, Mn in drie trappen aangeboden (laag, standaard, en hoog) in vergelijking met standaard voeding. Voor Calcium is alleen een hogere gift gegeven dan in de standaard voeding. Alle voedingsoplossingen werden via eb-vloed aangeboden. Standaard voeding (in samenstelling) is verder aangeboden met een zeer laag pH in vergelijking met standaard voeding gedurende een hele teelt op planten geteeld in potgrond van Rijnplant. De resultaten van dit onderzoek worden hieronder per onderzocht element toegelicht.



Figuur 37. Aantal bladeren per plant met necrose in bladrand van oudere bladeren bij Anthurium 'Alabama'.

3.5.1 Effect van Ca op bladschade

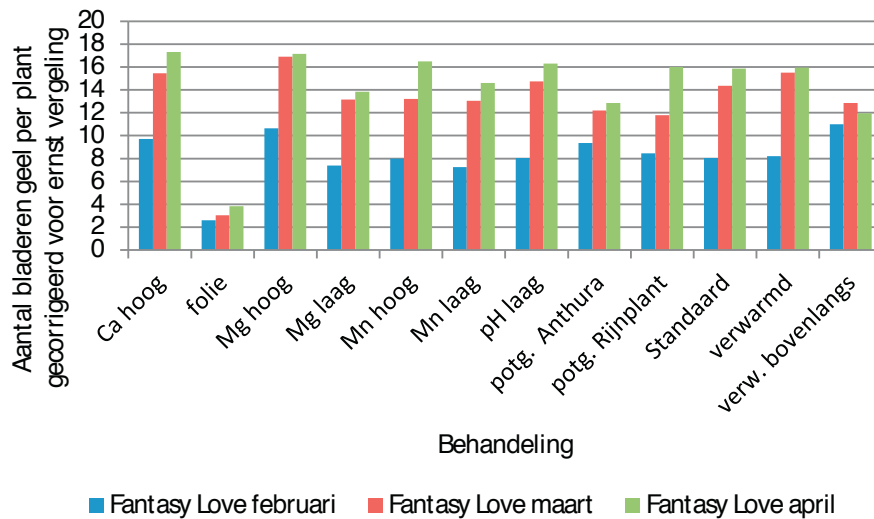
Als gevolg van de voeding met hoog Calcium was het aantal bladeren met necrotische stippen langs het blad (schade 1) bij Alabama hoger dan met de standaard calciumgift in alle beoordelingen. (Figuur 37, Bijlage 1: Tabel 7.)

In de laatste waarneming van april valt op dat in de behandeling met hoog Calcium het aantal necrose plekken (10 -20 stuks) per blad gemiddeld 2 maal zo hoog is als in de standaard behandeling (data niet getoond).

Het aantal vergeelde bladeren (schade 2) verschilt niet van de standaard behandeling (Figuur 38, Bijlage 1: Tabel 8.).

Gewasanalyse laat geen significante verschillen in het Ca gehalte zien ten opzichte van de andere behandelingen (bijlage 1: Tabel 5. en 12).

Geconcludeerd kan worden dat een hogere calciumgift (5.4 mmol/l in plaats van de standaard 3.9 mmol/l) de planten niet beschermd tegen beide vormen van bladschade, zoals door voorlichters gedacht. Schade 1 (necrotische stippen op het blad) wordt zelfs versterkt door de hoge calciumgift.



Figuur 38. Mate van vergeling blad gecorrigeerd voor de ernst per blad bij Anthurium 'Fantasy Love'.

3.5.2 Effect van Mg op bladschade

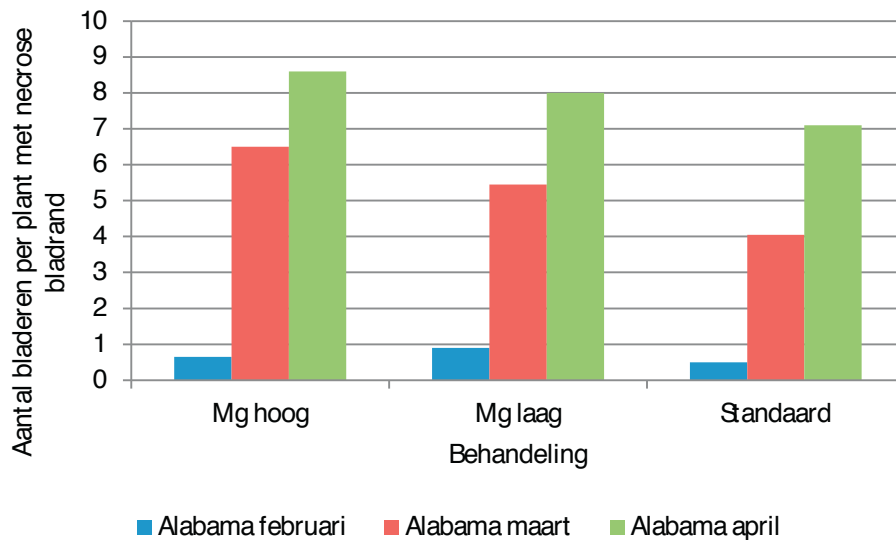
De vergeling, of het schadebeeld 2, is in Fantasy Love duidelijk sterker naarmate de Magnesium gift hoger is. (Figuur 29. en Bijlage 1: Tabel 8.). Dit lijkt tegenstrijdig met de verwachting, omdat Magnesium een onderdeel is van de chlorofyl molecuul, die de groene kleur aan het blad geeft. Echter, bij de laagste magnesiumgift (0.3 mmol/l) ontstaat er bij deze soort een nieuwe vorm van schade, die we in de beoordelingen genoemd hebben "bladmoes vergeling" (Figuur 39.). Het aantal bladeren met geel bladmoes is in behandeling "Mg laag" significant hoger dan in alle andere behandelingen. Dit kan twee oorzaken hebben: dat er minder chlorofyl aanwezig is door gebrek aan magnesium, of dat er minder eiwitsynthese is (magnesium is ook betrokken bij de eiwitsynthese) wat tot een ophoping van vrije aminozuren leidt. Deze zorgen voor het verdwijnen van bladgroen. Waarmee laag magnesium niet een oplossing biedt voor het vergelingsprobleem.



Figuur 39. Geel bladmoes bij Anthurium 'Fantasy Love'.

Bij Fantasy Love worden in maart en april minder oude bladeren met necrotische stippen in de bladranden geteld bij de behandeling met hoog (2,7 mmol/l) Magnesium, en laag (0.3 mmol/l) Mg dan met de standaard (1.0 mmol/l) behandeling (bijlage 1: Tabel 7.).

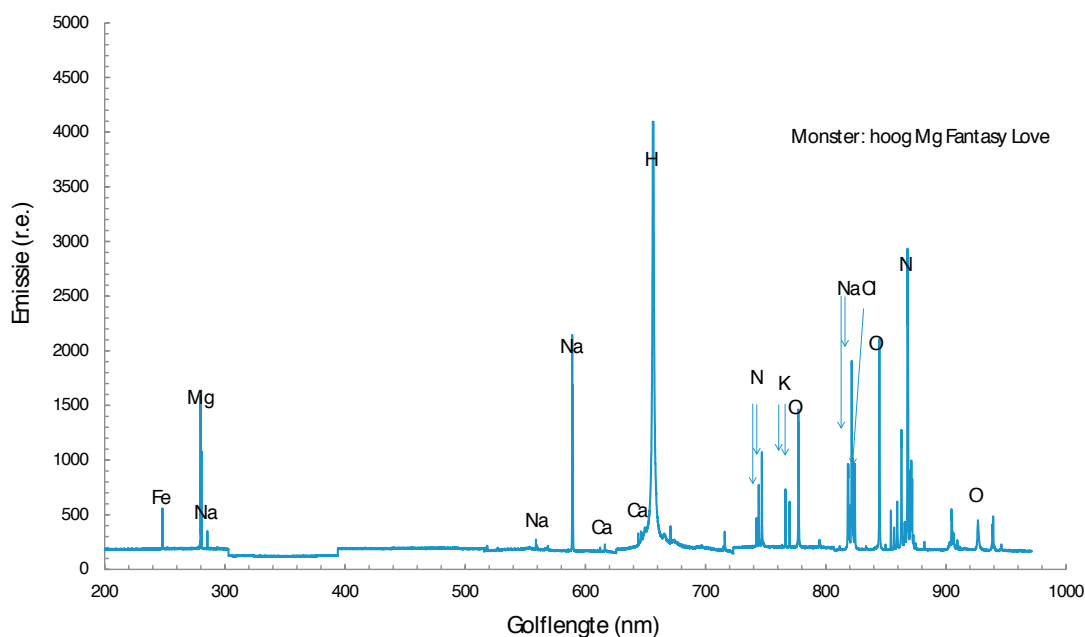
Bij Alabama (Figuur 40. en Bijlage 1: Tabel 1. en 2.) tonen de beoordelingen in maart significant meer necrose op de bladrand (schade 1, aangetroffen bij hoog Mg) dan in de laag Mg behadeling, en ook meer bladvergeling (schade 2). De verschillen verdwijnen in de tijd, want in de april beoordeling zijn er geen statistische verschillen meer.



Figuur 40. Aantal bladeren per plant met necrose in bladrand van oudere bladeren bij Anthurium 'Alabama'.

Middels lokale bladmetingen met de LIBS (Figuur 41.) is de hogere Magnesium gift bij Anthurium 'Fantasy Love' als en hoge piek zichtbaar bij ca. 280 nm. Ook voor Ca, K, Na, Fe, Cl en N zijn pieken waargenomen.

Ook in de gewasanalyses bij het beëindigen van de proef is het toegediende Magnesium gradiënt terug te meten. Bij een lage gift is het tekort vooral gemeten in het jonge blad.

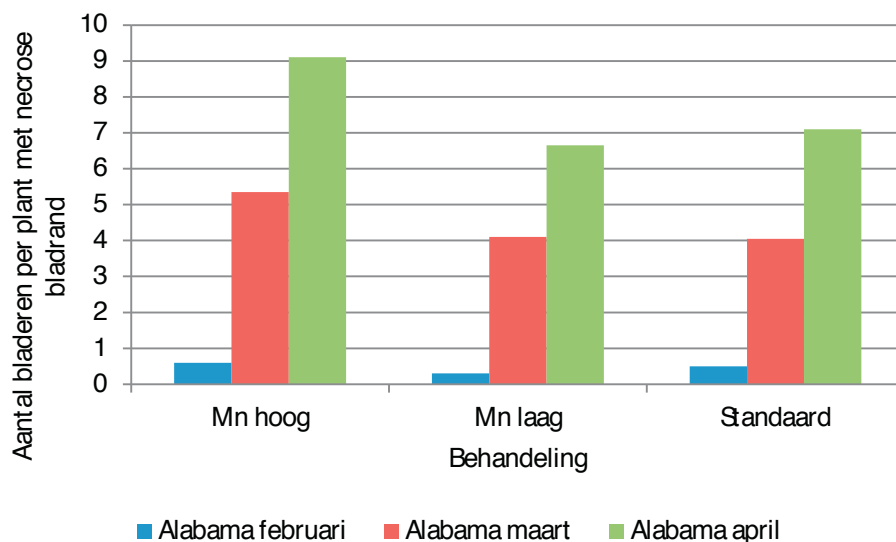


Figuur 41. Elementen spectrum van blad Anthurium 'Fantasy Love' behandeling Mg hoog.

3.5.3 Effect van Mn op bladschade

In monsters genomen bij planten met necrotische stippen op de bladrand (schade 1) door voorlichters was veelal hoog Mangaan gemeten.

Met de toegediende mangaanconcentraties (0,5; 3 en 30 $\mu\text{mol/l}$) zijn echter geen verschillen waargenomen in het aantal bladeren met necrose in de oude bladrand (bijlage I: Tabel 7.) gevonden bij beide cultivars. Bij Alabama leek het in de beoordeling van maart meer schade voor te komen met hoog mangaan dan met de standaard en de lage gift, maar hoewel deze trend zich voorzette in de beoordeling in april, was het door de grotere spreiding niet meer significant (Figuur 42.).



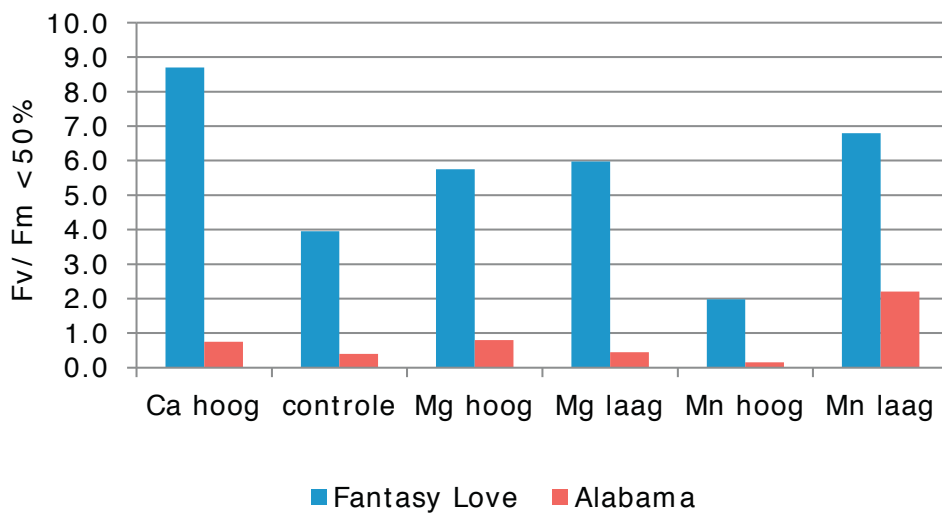
Figuur 42. Aantal bladeren met necrose in de bladrand van oud blad bij *Anthurium* 'Alabama'.

Wat de vergelijking betreft, waren er in beide soorten geen verschillen waar te nemen als gevolg van de mangaangift. De toename van Mangaan in de gift met voedingsoplossing resulteert meetbaar in een toename in het blad (bijlage I: Tabel 12.). In het oude blad zijn de gehalten van Mn significant hoger dan in het jongere blad. Hieruit kan dus niet worden afgeleid dat hoog c.q. laag Mn van invloed is op het ontstaan van de bladschades.

3.5.4 Effect voeding op de efficiëntie van de fotosynthese

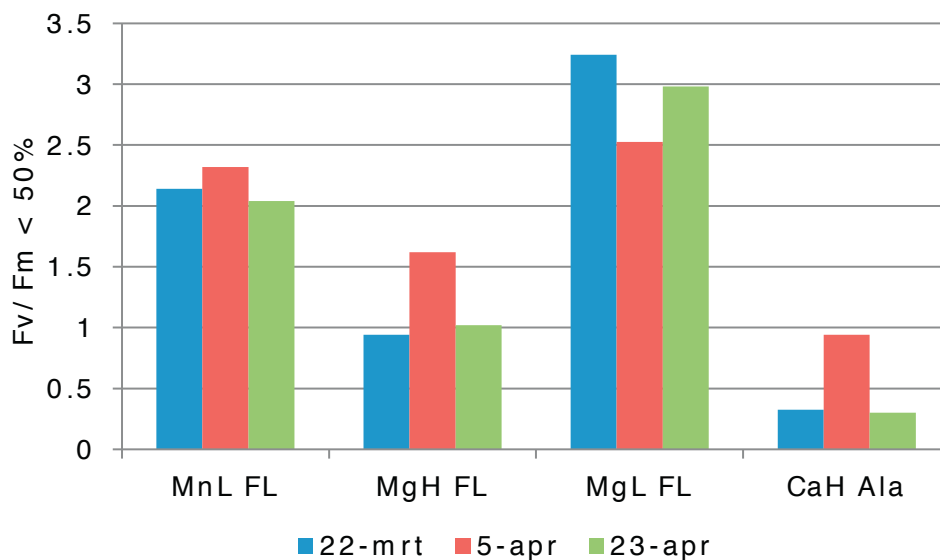
Met behulp van de Crop reporter zijn met de LED camera opname gemaakt van alle bemestingsbehandelingen (zie Bijlage III). Hiermee kon de maximale efficiëntie van de fotosynthese (met name PSII) van de gehele plant in beeld worden gebracht. Door analyse van de opname kon stress worden gekwalificeerd als percentage van het plantoppervlak. De efficiëntie van de maximale fotosynthese wordt weergegeven door F_v/F_m .

Er is een groot verschil tussen cultivars, *Anthurium* 'Fantasy Love' vertoonde duidelijk meer stress dan *Anthurium* 'Alabama' bij dezelfde behandeling (Figuur 43.).



Figuur 43. Oppervlak plant waar de efficiëntie van de fotosynthese lager is dan 50% bij de behandelingen in de bemestingsproef. Gemiddelde van 4 opname.

- Ook in 22 maart, 5 april en 23 april 2012 zijn opnames gemaakt van de behandeling CaH (A. Alabama), MgH, MgL, MnL (A. 'Fantasy Love', Figuur 44.).
- Opvalt dat de efficiëntie van fotosysteem II lager is bij de behandelingen waarbij elementen zoals mangaan en magnesium, betrokken bij de fotosynthese, laag zijn (hoe hoger de waarde in de grafiek, hoe lager de efficiëntie).



Figuur 44. Oppervlak plant waar de efficiëntie van de fotosynthese < 50% bij MnL, MgH, MgL, CaH. Gemiddelde van 5 opname.

3.5.5 Invloed potgrond op bladschade

Beide leveranciers van plantmateriaal gebruiken hun eigen potgrond. Beide cultivars zijn ook op elkaars potgrond opgepot. Planten voor de behandeling met voeding pH 3 zijn opgepot in de potgrond van Rijnplant omdat bekend was dat in de praktijk in de tijd de pH daalt in de grond.

3.5.5.1 Gehalte aan voedingselementen in potgrond

In Tabel 6. staan de resultaten van de grondanalyse bij de start van de teelt (voor het oppotten). Bij de potgrond van Anthura valt op dat de startconcentraties voor Ca, Mg, NO₃ en sulfaat tweemaal zo hoog zijn als in de potgrond van Rijnplant. Rijnplant geeft geen PG-mix mee in de potgrond.

Ook aan het einde van de teelt zijn grondmonsters genomen voor analyse (Tabel 7.). De pH in Rijnplant potgrond is volgens verwachting lager dan die in Anthura potgrond.

De verschillen in concentratie bij Ca en Mg zijn tussen de potgronden zijn tijdens de teelt iets afgevlakt. Bij de sporelementen valt de toename van B in de tijd op.

Aangezien Ca wel accumuleert in de potgrond kun je wel aannemen dat de extra gift dus niet wordt opgenomen. Hoewel de necrose in het oude blad bij Alabama zelden hoger is dan de standaard behandeling is aan het einde van de teelt het aantal vlekjes necrose per blad wel 2 maal hoger dan in andere behandelingen. Hoog Ca heeft een negatief effect op de intensiteit van het aantal necrose plekjes op het oude blad.

Tabel 6. Grondanalyse potgronden bij het begin van de teelt. Hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in µmol/l.

	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Anthura	0.6	5.5	0.3	1	0.7	0.6	0.7	2.9	0.3	0.5	0.1	0.3	0.1	2.6	1.6	1	1	0.1	0.1
Rijnplant	0.4	5.6	0.1	1.4	1	0.3	0.2	1.4	0.7	0.1	0.1	0.8	0.1	2.4	0.4	0.3	1.4	0.1	0.1

Tabel 7. Grondanalyse potgronden aan het einde van de teelt. Hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in µmol/l.

	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Anthura	0.7	4.9	< 0.1	0.5	0.7	1.7	0.7	1.7	0.1	1.3	< 0.1	0.7	< 0.1	4.3	0.9	0.9	9	0.1	< 0.1
Rijnplant	0.5	4.6	< 0.1	0.8	0.7	0.9	0.4	1.6	0.1	0.8	< 0.1	0.7	< 0.1	5.1	0.7	0.5	9	0.1	< 0.1

3.5.5.2 Potgrond en schade 1 (necrotische stippen langs bladrand).

De eerste necrose werd waargenomen op 14 januari 2012 bij Alabama in de behandeling waar een pH van 3 werd meegegeven in de voeding, dat is te zien in de beoordeling van februari. Later in de teelt werd de necrose in alle potgrondbehandelingen waargenomen; de mate waarin was bij het afronden van de proef het laagst in de potgrond van Anthura, en er waren significant meer bladeren met necrose wanneer de planten geteeld worden op potgrond van Rijnplant (bijlage I: Tabel 1.). De lage pH gift bij planten opgepot in Rijnland potgrond leidde tot minder bladeren met schade, in plaats van tot meer.

Deze waarnemingen gelden ook voor de andere cultivar Fantasy Love (bijlage I: Tabel 7.), maar bij deze cultivar is de mate waarin dit gebeurt nauwelijks voor de praktijk relevant.

3.5.5.3 Potgrond en schade 2 (Vlekkerige vergeling)

Bij de waarnemingen van april werd er meer vergeling waargenomen in de Fantasy Love planten op de potgrond van Rijnplant (en dan met beide pH's van de gift) dan de potgrond van Anthura (bijlage I: Tabel 8.). ‘

Bij Alabama was er geen verschil aan het einde van de teelt in de mate waarin vergeling optrad bij de verschillende potgronden.

3.5.5.4 Potgrond en gehalten aan voedingselementen in de plant

Uit de gewasanalyses (bijlage I: Tabel 5. en Tabel 12.). zien we geen noemenswaardige verschillen in opgenomen elementen tussen beide potgronden.

Het valt echter op dat de planten in de potgronden lagere gehalten (de helft tot een derde lager) aan Molybdeen en Koper (en in het oude blad, aan Natrium) vertonen dan de planten die geteeld werden in perliet als substraat. Mogelijk houdt de potgrond deze spoorelementen langer vast, want ook in de 1:1,5 volume-extract in de potgrond komen die niet vrij, ondanks dat ze in de gift-oplossing meegegeven werden.

3.5.6 Conclusie invloed minerale bemesting op schade

Zijn afwijkingen in de elementconcentraties van Mn, Mg en Ca de oorzaak van de bladschades bij potanthurium? Uit bovenstaand resultaat blijkt dat hoog Mg en Ca (alleen bij ‘Alabama’) de mate van necrose in het oude blad verhogen. Een lagere Calciumgift dan in de standaard voedingsoplossing is niet getest, maar een gift van Magnesium lager dan de standaard leidde tot duidelijke symptomen van Magnesiumgebrek.

Daarnaast geeft een hoog Mg gehalte ook meer vergeling in het jonge blad (schade II).

Mn blijkt geen enkel effect op de bladschade beelden te hebben.

Hoewel dus Ca en Mg de schade lijken te versterken, lijken ze niet de primaire oorzaak te zijn van de bladschades.

Het valt op dat bij beide cultivars de planten minder bladschade oplopen wanneer ze geteeld worden op de potgrond van Anthura. Er werd significant minder necrose in het oude blad (Alabama en Fantasy Love) en minder vergeling (Fantasy Love) waargenomen. Van potgrond Rijnplant is bekend dat er geen PG mix wordt toegevoegd aan de potgrond (een mengsel van meststoffen voor de start van de teelt).

Echter, het is niet zo dat door te telen met de potgrond van Anthura de bladproblemen verdwijnen, want beide schadebeelden zijn, in mindere mate, op de planten aanwezig.

Ondanks de verschillen in het gehalte aan voedingselementen tussen de potgronden aan het begin van de teelt, in het gewas worden geen verschillen in elementgehalten gevonden tussen planten geteeld met beide potgronden. Naast chemisch, kunnen de potgronden verschillen in hun fysische eigenschappen, maar deze zijn hier niet onderzocht.

In het gewas worden de spoorelementen Koper, en Molybdeen in lagere concentraties gevonden als gevolg van beide potgronden, dan bij telen in perliet.

3.6 Klimaatovergangen i.r.t. schade 1 en 2

Voor het toetsen van deze hypothese zijn planten meerdere keren van omgeving gewisseld. De verschillende omgevingen en het resultaat van de verplaatsingen worden hier toegelicht.

3.6.1 Vochtige / normale omgeving

Het telen van de planten onder een tent van anti-condens folie had, afgezien van een invloed op het opwekken van guttatie, ook een zeer positief effect in het voorkomen van beide schadebeelden.

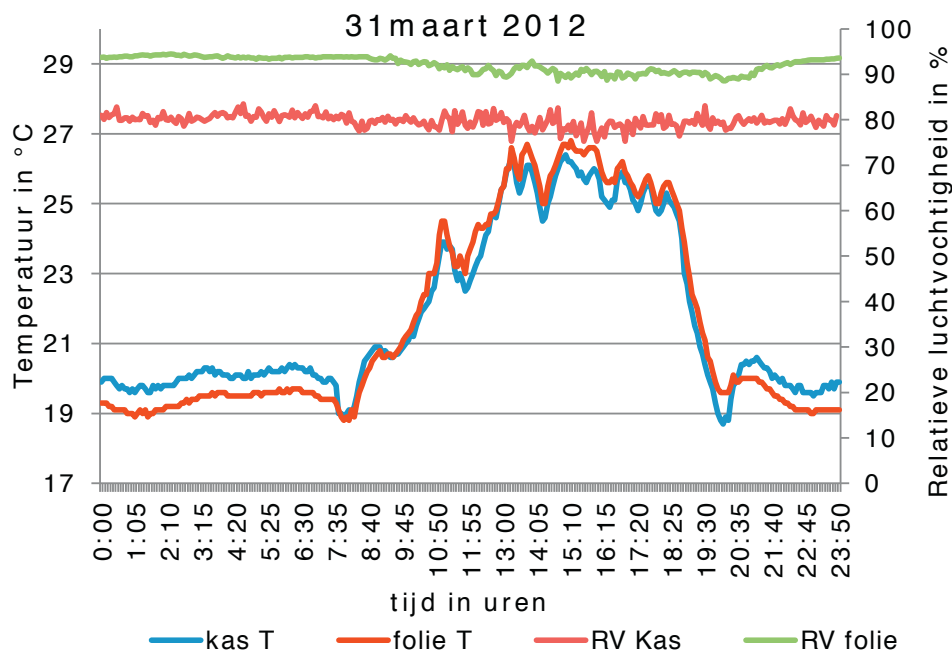
Het klimaat onder het folie week op vier punten af van de rest van het klimaat in de rest van de kas (zie Figuur 45. en 46.):

- De RV kon tot 15% hoger zijn
- De temperatuur was 1-2 C hoger dan in de rest van de kas
- De lichtintensiteit was ca. 10% lager
- De CO₂-concentratie was 300-500 ppm lager.

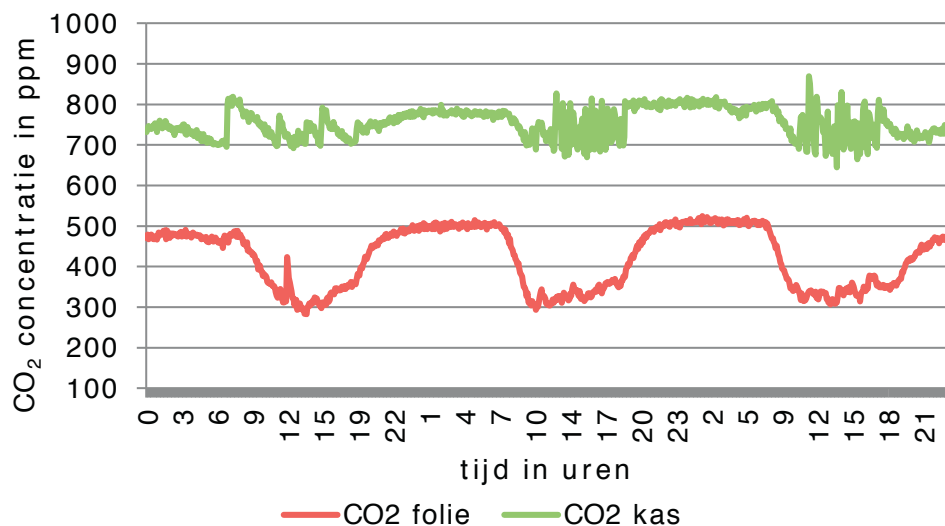
Door het lagere lichtniveau is er kennelijk geen te kort aan CO₂ geweest tijdens de teelt onder het AC- folie, dit wordt mede bevestigd door de visuele beoordelingen.

De planten van beide cultivars zagen er verre weg het beste uit en hadden ook significant minder bladschade in beide cultivars. Ondanks de grote klimaat verschillen met de rest van de kas waren er geen significante verschillen in elementgehalten in het blad ten opzichte van andere behandelingen.

Welke van de afwijkende klimaatfactoren verantwoordelijk zijn voor de lage bladschade in beide cultivars is met deze proefopzet niet te achterhalen.



Figuur 45. Temperatuur en RV in kas en onder folie in °C en % en de temperatuur in het onverwarmde substraat.



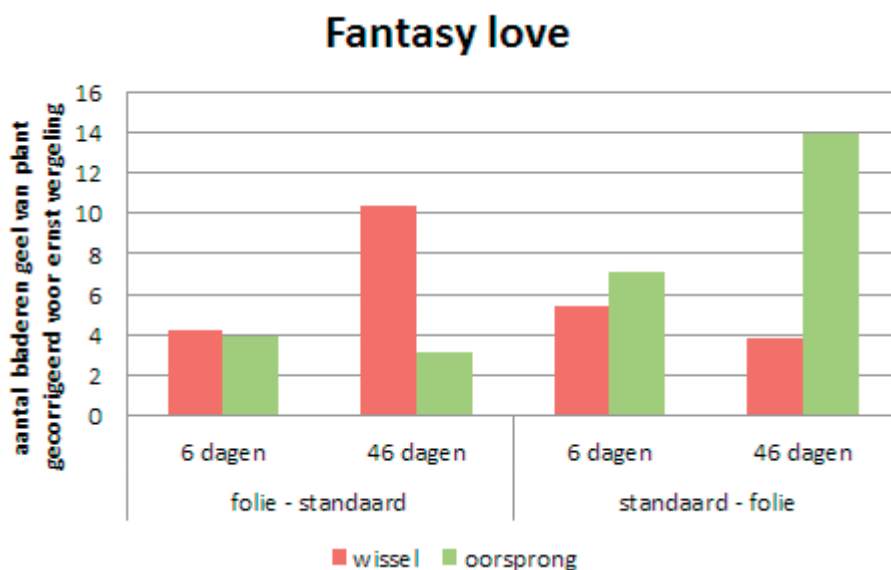
Figuur 46. CO₂-concentratie in kas en onder folie op 30, 31 maart en 1 april in ppm.

Het verplaatsen van de planten uit de omgeving onder het folie naar de grote kas leidt niet tot schade. Op twee tijdstippen in de tijd (15 februari en 22 maart) zijn er planten gewisseld tussen de folie en standaard behandeling bij beide cultivars. De plotselinge klimaatverandering resulteerde niet in meer schadebeeld ten opzichte van de standaard behandeling.

Op 2 februari 2012 zijn 5 planten uit de folie tent gewisseld met 5 planten van de standaard behandeling. In de tijd zijn de planten visueel beoordeeld (bijlage 1 Tabel 15.). De mate van vergeling een standaard plant nam na een week onder folie al af. Omgekeerd nam de mate van vergeling toe wanneer de planten geteeld onder folie naar de standaard behandeling werd geplaatst. Met name bij Fantasy Love was dit goed te zien (Figuur 47.).

In een tweede wissel experiment was de schade zover gevorderd dat deze niet meer reversibel bleek (bijlage 1, Tabel 15.)

De klimaatovergang vochtig/droog of omgekeerd had in de eerste wissel proef in februari geen invloed op schade beeld 1; bij het verplaatsen van de planten uit de vochtige omgeving naar de droge omgeving in april is er een toename van het necrotisch beeld van 0.3 naar 7.1.



Figuur 47. Resultaten vergeling wissel proef van 2 februari 2012 tot 20 maart 2012 bij Anthurium 'Fantasy Love'.

3.6.2 Wel/ geen potverwarming.

Bij potverwarming (2 tot 3 graden boven de ruimtetemperatuur) gingen de planten meer gutteren.

De verwarmde behandelingen hadden een significant hogere guttatie ten opzichte van de meeste andere behandelingen. Daarnaast valt op dat de planten met potverwarming meer gevuld (Figuur 48.) tonen onderin dan de planten zonder potverwarming. De planten leken in het begin ook korter maar aan het eind was er geen statistisch verschil in hoogte met de andere behandelingen (bijlage 1 Tabel 4. en 10).



Figuur 48. Links plant opgegroeid zonder potverwarming rechts met potverwarming.

Het plaatsen van planten uit de standaard behandeling naar de verwarmde behandeling (pot verwarming) liet wel meer guttatie zien bij de verplaatste planten (Figuur 49.). Het resulteerde echter niet in een toename van de bladschades.



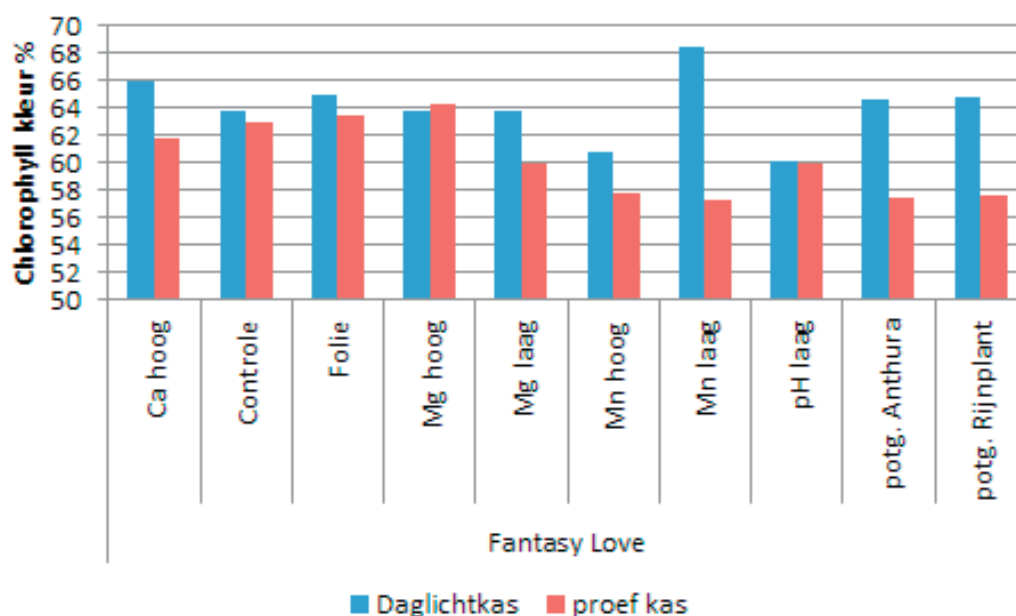
Figuur 49. Extra guttatie na verplaatsen van standaard naar verwarmd.

3.6.3 Normaal licht / meer licht toelaten

Er zijn planten verplaatst van de 'normale omgeving' naar een omgeving (aircokassen) waar meer licht is toegelaten. In de 'normale omgeving' werd geschermd (de grote teelt kas, zie klimaatrealisatie in Bijlage IV). In de aircokassen kon op heldere dagen momentaan tot $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ aan extra PAR licht binnen komen. Tijdens de periode in de aircokassen is er geen toename gezien van de schadebeelden. Er is met deze verplaatsingen dus geen bewijs gevonden dat de overgang van laag naar hoog licht de bewuste schadebeelden beïnvloedt

Dit lijkt tegenstrijdig met andere observaties, zoals de wisselproeven in 6.3.1. toegelicht en Figuur 47. Planten zijn ook uit de normale omgeving naar een omgeving verplaatst waar meer daglicht binnen komt en het licht in de kas bijna geheel diffuus verdeeld is (daglichtkas, zie Bijlage V).

De indruk was dat de planten in de daglichtkas, in zijn algemeen groener waren. Dit is ook bevestigd met behulp van een SPAD meting Figuur 50. Dit kan te maken hebben met de lichtintensiteit/lichtsom. In de daglichtkas wordt niet belicht (onder folie 10% minder licht ook minder geel). De planten waren groener (schadebeeld 1), maar de reeds aanwezige necrose veranderde niet.



Figuur 50. Resultaat SPAD-meting 28 februari 2012.

3.6.3.1 Verloop bladtemperatuur in relatie tot het licht

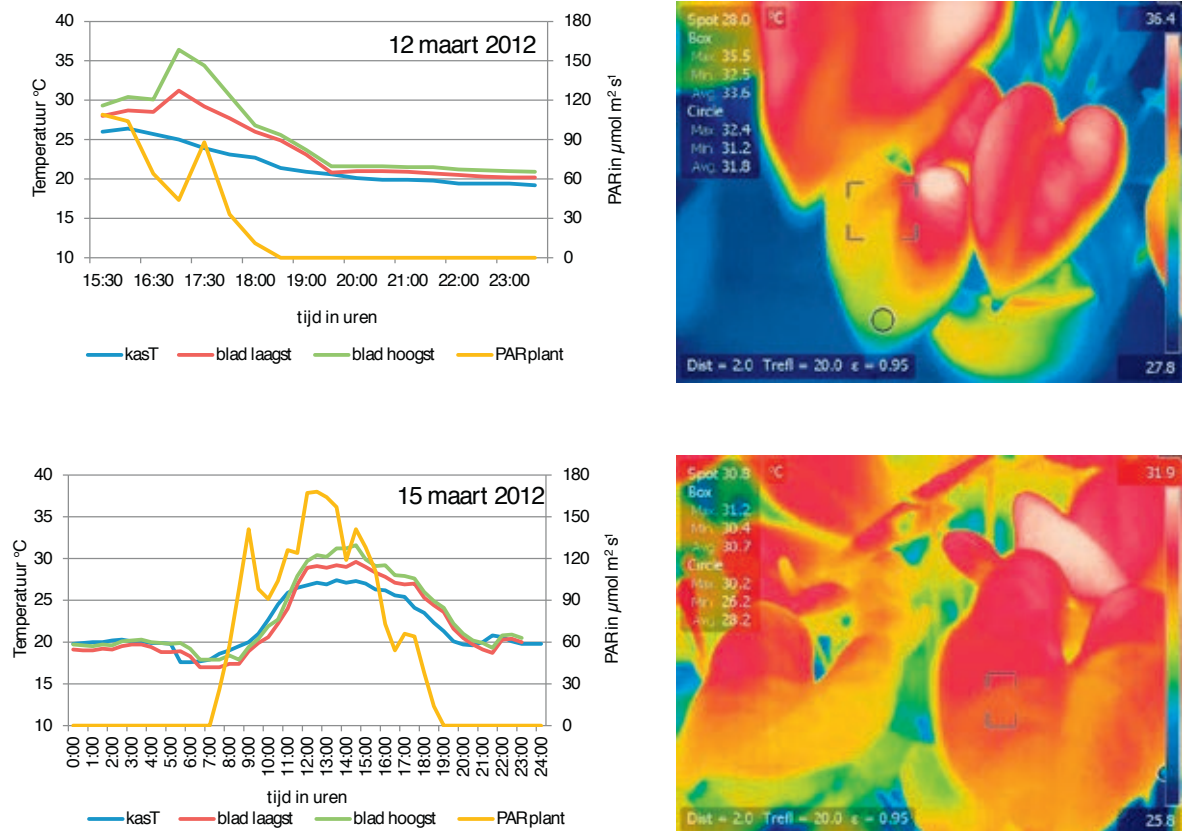
Nadat bij diverse behandelingen de schadebeelden waren opgetreden, werd geopperd dat de schade beelden zich zouden versterken als het bladtemperatuur heel hoog opliep.

In de tweede helft van maart 2012 is daarom met behulp van de IR camera het bladtemperatuur op twee verschillende dagen gevolgd. Binnen een blad kan de bladtemperatuur gemakkelijk 5°C verschillen.

Figuur 51. laat de bladtemperatuur gedurende de dag zien op 12 en 15 maart 2012. De gele lijn in de grafiek toont PAR gemeten in de kas.

Op 12 maart liep de bladtemperatuur op enkele plaatsen in het blad 10 graden (aan het einde van de middag) hoger op dan de kastemperatuur. Op was het temperatuurverschil blad - kas maar 5°C midden op de dag.

Deze bladtemperaturen hebben niet geleid tot een plotselinge toename van de schadebeelden.



Figuur 51. Bladtemperatuur gedurende de dag op 12 en 15 maart 2012.

3.7 Allocatie assimilaten

Door consequent jong blad weg te breken ontstaat er een overschot aan assimilaten die naar de aanwezige “sinks”, organen die om assimilaten vragen, in overmaat worden getransporteerd. De hypothese was dat de dan resulterende ophoping van assimilaten mogelijk tot schade zouden kunnen leiden.

Hiertoe is jong blad steeds verwijderd bij enkele planten. Deze handelingen hebben niet geleid tot een toename van de schade. Ook met de LED camera is er geen onzichtbare schade aan het fotosynthese apparaat als gevolg van deze behandelingen te zien.

De LED-opnames (de fotosynthese-efficiëntie) en het ernaast getoonde digitale beeld (Figuur 52.) laten echter geen stress en geen schadebeeld zien.

Door consequent oud blad weg te breken ontstaat er een tekort aan assimilaten die mogelijk tot schade kunnen leiden. De opname in Figuur 53. laten echter geen schade beeld zien. Het jonge blad laat wel iets stres zien maar dit is niet afwijkend van andere jong blad.



Figuur 52. Links digitale opname plant waar jong blad consequent is weggebroken, rechts de opname met Crop reporter bij Anthurium 'Alabama'.



Figuur 53. Links digitale opname plant waar oud blad consequent is weggebroken, recht de opname met LED camera bij Anthurium 'Alabama'.

3.8 Resultaten overzicht

Tabel 8. en 9. vatten de resultaten samen aan de hand van de vooraf geformuleerde hypothesen en gekozen onderzoeksmethoden. Hieruit blijkt hoe aan de hand van de behaalde resultaten alle vooraf met de beschikbare informatie geformuleerde hypothesen verworpen kunnen worden en welke kennis de verschillende activiteiten of onderzoeksmethoden hebben opgeleverd. Dit overzicht vormt de basis voor de discussie.

Tabel 8. Resultaten in relatie tot de hypothesen I.

Schade-type	Hypothese	Onderzoeksmethode/activiteit	Resultaat activiteit	Hypothese
Schade 1 (Alabama)	Schade 1 wordt veroorzaakt door schade aan de hydathoden door: overmatige dan wel belemmerde guttatie, afzetting/ophoping van guttatiezout.	Kennis verzamelen over hydathoden en guttatie bij verschillende gewassen (literatuur)	Hydathoden kunnen verstopt raken door verschillende oorzaken	Verworpen
		Anatomisch / histologisch onderzoek hydathoden bij gezonde blad en blad met schade	Kennis over hydathoden bij Anthurium. Schade komt niet met hydathode verstopping overeen.	
		Guttatie opwekken door de verdamping van de hele plant te belemmeren (zeer vochtig klimaat)	Vochtig klimaat bevordert guttatie en vermindert schade 1 en 2	
		Guttatie opwekken door de worteldruk te verhogen (wortel verwarming)	Wortelverwarming leidt tot meer guttatie maar niet tot meer schade	
		Guttatie opwekken door de verdamping op een deel van de plant (meerdere bladeren tot een hele scheut) te belemmeren (in folie inpakken)	Lokaal meer guttatie maar geen invloed op schade bij hele plant.	
		Guttatie-patroon in kaart brengen	Anthurium gutteert van - $\pm$ 1 uur voor zonsopgang tot $\pm$ 1 uur na zonsondergang, het oude blad gutteert veel minder.	
		Guttatievocht opvangen en op elementen analyseren	Guttatievocht bevat Ca, Mg, SO_4 , HCO_3 en opvallend veel Borium	
		Hydathoden blootstellen aan een hoge concentratie zout (zoals bij zoutafzetting bij guttatie)	Zout aanbrengen en laten opdrogen leidt tot bladrandnecrose maar niet tot Schade 1	
		Bepalen verdeling / aanwezigheid hydathoden en huidmondjes	In potanthurium zijn huidmondjes aan de hele onderzijde blad en hydathoden aan de rand op de bovenzijde, en de.	
Schade 1	Schade wordt veroorzaakt door verminderde verdamping	Consequent bloemen of bloemkolven wegbreken	Resulteerde niet in schade beeld 1	Verworpen
		Verdamping lokaal inperken door het aanbrengen van b.v. vaseline op het onderste deel van het blad m.u.v. de rand	Verstoppen huidmondjes met vaseline leidt niet tot schade 1	
		Guttatie belemmeren door hydathoden fysiek te verstoppen	Verstoppen hydathoden met vaseline leidt niet tot schade.	

Tabel 9. Conclusie in relatie tot de hypothesen II.

Schade-type	Hypothese	Onderzoeksmethode(s)/ activiteit	Resultaat activiteit	Hypothese
Schade 2 (Fantasy Love)	Schade 2 wordt veroorzaakt door verbranding als gevolg van lenswerking van druppels bij directe instraling	Een groep planten bovendoor water (met meststoffen) geven gedurende de volledige teelt en vergelijken met planten die uitsluitend via de wortels (eb en vloed) water krijgen	Water bovendoor leidt niet tot schade 1, maar zorgt voor minder fotosynthese efficiëntie	Verworpen
		Waterdruppels regelmatig aanbrengen op een blad dat horizontaal gehouden wordt en permanent onder een lichtbron staat.	Waterdruppels op het blad leiden niet tot verbranding als gevolg	
Schade 1+2 Alabama + Fantasy Love	afwijkingen in voedingselementen (Calcium, Magnesium en Mangaan) en/ of een laag pH in het wortelmilieu veroorzaken beide bladschades bij potanthurium	De elementen Mg, Mn in drie trappen aanbieden (laag, standaard, en hoog) in vergelijking met standaard voeding gedurende een hele teelt. Ca aangeboden in twee trappen standaard en hoog	Ca in overmaat verergert Schade 1. Hoog Mg verergert Schade 2. Mn heeft geen invloed	Deels bevestigd
		Standaard voeding aanbieden met een zeer laag pH in vergelijking met standaard voeding met normaal pH gedurende een hele teelt.	Laag pH maakt de schades niet erger.	
Schade 1+2	Beide vormen van bladschades worden veroorzaakt/ versterkt door sterke klimaatovergangen waardoor de werking van de huidmondjes na betrekkelijke inactiviteit nog niet is hersteld	Planten na een lange periode onder een vochtig klimaat abrupt verplaatsen naar een droge klimaat-omgeving en vergelijken met planten die zijn blijven staan	Schade treedt in mindere mate op in de planten uit de vochtige omgeving en lager licht.	Deels bevestigd
		Planten die enkele weken onder normale/droge omgeving gestaan hebben, plotseling in de hoge RV omgeving plaatsen	Schade 1 die al was opgetreden is niet omkeerbaar. Schade 2 is omkeerbaar.	
		Planten die enkele weken onder normale lichtniveaus gestaan hebben, plotseling plaatsen in een omgeving met een hoger lichtniveau.	Hogere licht intensiteit resulteerde in deze proef niet in schade 1 of 2, maar een lagere lichtintensiteit/ lichtsom verlaagde de mate van schade 2.	
Schade 1+2	De bladschades worden veroorzaakt door een verkeerde / onvolledige allocatie van assimilaten	Consequent jonge of oude scheuten weg breken om schade 1 op te wekken	Leidt niet tot schade bij de overlevende bladeren	Verworpen

4 Discussie

Bij het discussiëren over de resultaten is het goed om de reikwijdte van de waarnemingen af te bakenen: gestart is met symptoom loze jonge planten van één leeftijd, die in één teelt in dezelfde periode van het jaar zijn geteeld. Beide soorten kwamen van een andere leverancier, die een andere substraat gebruikte om zijn plantmateriaal op te kweken. In hoeverre deze voorgeschiedenis de resultaten heeft beïnvloed (alle planten vertoonden schade), is niet bekend. Evenmin is vast te stellen hoe het verloop van de schade zou zijn geweest als de teelt gestart was in een andere seizoen.

De gebruikte gevoelige cultivars toonden duidelijk de onderzochte schadebeelden. De voorbeeldcultivar voor schade 1, Anthurium 'Alabama' (Anthura), toonde ook wat symptomen van vlekkerige vergeling van het jonge blad (schade 2), en de voorbeeld cultivar voor schade 2, Anthurium 'Fantasy Love' (Rijnplant), toonde ook wat necrotische stippen langs de rand van het oude blad (schade 1). Dit suggereert dat, hoewel de mate waarin beide schades zich voordoen, duidelijk verschillend is voor de soorten, de mechanismes achter de schades niet soort-specifiek zijn, maar algemeen voor potanthurium.

De vooraf opgestelde hypothesen zijn grotendeels ontkracht of niet bevestigd. De resultaten (geen van de behandelingen heeft de schadebeelden volledig kunnen voorkomen), suggereren ook dat het optreden van de schade het resultaat is van een complexe interactie tussen factoren of een niet waargenomen extra aspect. Het is waargenomen dat verschillende factoren de mate waarin de schade zich voordoet kunnen beïnvloeden, wat deze complexiteit benadrukt.

De waarnemingen per schadevorm worden hieronder verder bediscussieerd.

4.1 Schade 1, necrotische stippen op bladrand

Guttatie, hydathoden en schade 1

De vermeende relatie tussen guttatie via de hydathoden en de schade is als hypothese verworpen. Verschillende waarnemingen en resultaten lijken deze verwerping te ondersteunen:

- Er zijn hydathoden gevonden alleen aan de rand van het blad; het beeldmateriaal bevestigt guttatie alleen aan de rand, De schade kan ook voorkomen verder van de rand en zelfs in het midden van het blad.
- De schade is zichtbaar over de hele bladrand; de filmpjes gemaakt met de intervalcamera laten een beperkt aantal guttatiepunten zien per blad (of dit de enige hydathoden dan wel de enige actieve hydathoden zijn, is niet vastgesteld).
- Er zijn verstopte hydathoden waargenomen, echter deze kwamen niet altijd overeen met de plekken met schade.
- Het stimuleren van guttatie door middel van het verhogen van de RV (onder een plastic folie) leidt niet tot meer, maar juist tot veel minder schadeplekken bij planten (zie ook verder in de discussie).
- Het stimuleren van guttatie door middel van het verhogen van de worteltemperatuur leidt tot meer guttatie, zichtbaar als een toename van het residu, maar niet tot meer schade.
- Afdichten van de huidmondjes van een heel blad of een deel van het blad leidde niet tot lokaal meer guttatie noch tot schade.

Afzetting zouten in guttatievocht en schade 1

Het guttatievocht bevat veel opgeloste elementen die als zout kunnen kristalliseren, en opvallend veel Borium (zie verder in deze discussie). Na het "afvoeren" van het guttatievocht via een "gleuf" langs de bladrand of indampen van het water door de zon blijven de zouten in de vorm van een zoutkortsje op het blad. Deze zouten die bij andere gewassen zoals Ficus tot lokale indroging en necrose van de hydathoden leiden (door osmoregulatie), en bij potanthurium wel degelijk zichtbaar zijn op het blad, ook onder de microscoop, lijken bij potanthurium ook tot bladrandnecrose te leiden, maar niet tot het schadebeeld omschreven als schade 1.

Zoutkristallen in bladweefsel

Zoutophoping vindt ook, zo blijkt het uit het microscopisch onderzoek, in het weefsel plaats. Kristalcellen zijn met kleuringen waargenomen. Uit wat voor elementen deze kristallen bestaan is niet onderzocht, noch is het onderzocht of de verschillende voedingsoplossingen tot verschillende mate van schade leiden. Een relatie tussen kristalcellen en schade is wel denkbaar; vooral omdat een overmaat aan calcium, gegeven via de voeding, leidt tot een versterking van de symptomen (meer schadeplekken). Zoals gezegd, het is niet bevestigd dat de waargenomen kristalcellen uit calcium kristallen bestaan, maar het is bekend dat planten een overmaat aan calcium kunnen vastleggen in zeer scherpe oxalaatkristallen die tot schade in de vorm van spikkels leiden in tomaat (Kreij *et al.* 1992). Italiaans onderzoek liet zien dat Anthuriump planten geteeld met zeer laag calcium, een hoge concentratie aan vrije oxaalzuren bevatten. Ze concludeerden dat Calcium de natuurlijke buffer is die de oxaalzuren bindt in de vorm van oxalaten.

Telen onder folie en schade 1

Een zeer verrassende uitkomst is het feit dat het telen onder een plastic folie tot planten leidt waarin schade 1 slechts in een zeer lichte vorm voorkomt, ondanks het feit dat deze planten heel veel gutteerden. In vergelijking met de rest van de planten in de kas, hadden deze planten (zie klimaatgegevens in 3.6.1):

- Ca. 10% minder licht
- Een ca. 15% hogere RV
- Een ca. 300 ppm lagere CO₂ concentratie
- Een 4 tot 10% (afhankelijk van cultivar) vochtiger substraat (perlite) dan de standaard (perlite) behandeling (één meting, zie Bijlage I, Tabel 14.)

Interessant is om door te denken welke van de factoren het meeste bijdraagt aan het verminderen van het schadebeeld 1. De hogere RV zorgt bij veel planten voor lagere verdamping (niet gemeten); dit leidt, vanwege gelijke watergift als buiten de folie-omgeving, tot een vochtiger substraat (perlite) dan in de standaard klimaat in de kas. Dit is mogelijk ook een reden voor het veelvuldig gutteren van de planten uit deze behandeling. Als dit zo is, dan liggen mogelijkheden voor het voorkomen van schade 1 in de watergeefstrategie, of in een combinatie van hogere RV's met een aangepaste watergeefstrategie.

(Er kunnen twee kanttekeningen worden geplaatst aan deze observaties: 1- het is maar één keer gemeten; 2- de gebruikte vocht / EC meter is ontworpen voor potgronden, kokos en steenwol, en niet voor perlite.)

Potgrondtype en schade 1

De ervaringen van voorlichters met betrekking tot de invloed van het substraat in de mate van optreden van schade 1 zijn in dit onderzoek bevestigd: Het is vastgesteld dat de schade 1 minder was in de potgrond van Anthura dan in die van Rijnplant. Bovendien vertoonden planten geteeld op "Anthura" potgrond met standaard voeding een lagere mate van schade 1 dan planten op perlite met standaardvoeding. Aan de hand van de eenmalige vochtmeting is dit verschil niet op basis van de verschillen in vochtgehaltes te verklaren, maar de fysische eigenschappen van de substraten (niet binnen dit project onderzocht) zouden deze verschillen in mate van schade kunnen verklaren.

Celverkurking en schade

In het microscopisch onderzoek zijn ook donkergekleurde en gefenoliseerde cellen gezien. Dit ligt tevens in de lijn van onderzoek door Arends, (1992). Arends deed onderzoek aan anatomie en morfologie van veel soorten Begonia's, waaronder *Begonia squamulosa* en *Begonia elaeagnifolia*. Dit zijn soorten die thuis zijn in het vochtig tropisch bos in Afrika. Bij deze begonia's verandert de morfologie van het blad in de tijd. In de loop van de tijd storten enkele cellen van het epitherm in en tegelijkertijd worden er kurkachtige cellen aangemaakt. De aanwezigheid van verkurkte cellen in het oude blad is een adaptatie die de verdamping belemmert of vermindert om het droge seizoen te helpen overleven. Het is niet gezegd dat de donkerkleurende cellen in anthuriumb blad met schade 1 ook verkurkte cellen zijn (de samenstelling is niet onderzocht), maar wanneer dit ook zou gelden voor Anthurium dan licht de oplossing voor de bladschade mogelijk meer in de richting van het voorkomen van scherpe overgangen in vochniveau in het substraat (zoals bij het telen onder folie).

Mangaanovermaat en schade

Bruine (of paarse) vlekjes in het oudere blad is een algemene uiting van mangaanovermaat. Deze kennis en de waarneming door voorlichters dat in bladeren met schade veelal mangaanovermaat was gemeten zijn in deze proef niet bevestigd. De hogere mangaangif van een van de behandelingen is in het gewas slechts deels terug te vinden in de chemische analyses, waar het niet leidt tot een toename van de schade.

Andere spoorelementen en schade

Aan de chemische gewasanalyses is niet te zien of andere spoorelementen dan Mangaan een rol zouden kunnen spelen in het ontstaan of het voorkomen van de schade, aangezien ze in vergelijkbare concentraties voorkomen in planten van alle behandelingen, waar de concentratie in het gietwater gelijk was maar de mate van schade kon verschillen.

Het spoorelement Borium is in verrassend hoge concentratie in het guttatievocht gemeten. Borium is, net als Calcium, een element die hoofdzakelijk met de transpiratiestroom opgenomen wordt. Als deze verstoord is, dan is de plant op de worteldruk aangewezen om het Borium te kunnen transporteren door de verschillende organen. Dit kan de reden zijn waarom we het in het guttatievocht tegenkomen. Dat het “geconcentreerd” eruit komt, dat wil zeggen, in een hogere concentratie dan het wordt aangeboden, wekt de suggestie dat een overmaat eraan door de plant wordt afgevoerd. Boriumovermaat leidt bij veel verschillende soorten planten tot bladrandschade bij het oude blad. De gewasanalyses tonen echter geen noemenswaardige verschillen in Borium gehalte tussen planten met veel en met weinig schade.

Klimaat overgangen en schade 1

Verwacht werd (ervaringen van telers) een toename van het aantal schadeplekken en de intensiteit ervan met de overgang van het donkere winterweer naar de zonnige dagen in het voorjaar. Vermoed werd dat een overmatige opwarming van het blad als gevolg van de hoge straling aan deze toename van de schade te grondslag lag. De opwarming van het blad is inderdaad gemeten, een verschil van bijna 10 graden tussen het blad en de kastemperatuur kan op een zonnige dag voorkomen.

De periodieke warnemingen laten echter zien dat van een plotseling optreden van de schade is er geen sprake; de schade neemt met de tijd geleidelijk en gestaag toe. De wisselproeven tussen de vochtige omgeving (onder folie) en de normale omgeving (de kas) laten zien dat schade optreedt nadat de planten naar de “normale omgeving” gaan, echter dit gebeurt niet plotseling: 6 dagen na wisselen naar de scherpe weer, is de schade nog nauwelijks toegenomen. 46 dagen na de wissel is de schade er wel.

4.2 Schade 2, vlekkerige vergeling blad

De onder schade 2 omschreven schade duidt eerder op een uiting van chlorofyl afbraak dan op enige vorm van verbranding door waterdruppels, of van afwijkingen in de allocatie van de assimilaten. De resultaten die tot deze conclusie leiden worden hieronder besproken.

Telen onder folie, fotosynthese, magnesium, mangaan en schade 2

Ook voor schade 2 geldt dat de mate waarin deze zich voordoet aanzienlijk kan worden verlaagd door te telen onder anticondensfolie, met als kanttekening dat er dan een andere probleem, glazigheid, zich in het blad van enkele planten heeft voorgedaan.

De resultaten van de wisselproeven (zie Figuur 47.) geven aan dat deze schade, anders dan schade 1 (want necrose, dode cellen, is per definitie niet omkeerbaar) nog wel reversibel is, als de planten geplaatst worden in de “gunstige” omgeving (onder de folie, of in de daglichtkas, zie Bijlage 1, Tabel 15.). Andersom, het verplaatsen van de planten van de “gunstige” omgeving onder het folie naar de “normale omgeving” in de kas leidde tot een toename van de vergeling.

Dat schade aan het fotosynthese apparaat van het jonge blad betrokken is bij deze vorm van vlekkerige vergeling wordt door verschillende waarnemingen ondersteund:

- De metingen die gedaan zijn met de LED apparatuur, waarbij er een vermindering van de fotosynthese efficiëntie gemeten wordt nog enkele dagen voordat de schade met het blote oog zichtbaar is.
- De gemeten fotosynthese efficiëntie was lager bij de behandelingen met laag Mangaan en laag Magnesium. Dit versterkt de gedachte dat een gebrek aan elementen die betrokken zijn bij de fotosynthese, zoals Magnesium en of Mangaan, mogelijk een rol spelen in deze vorm van schade.
- De objectieve bladgroenmeting met SAP (Figuur 50.), die een lagere chlorofyl absorptie in de behandelingen met laag magnesium en laag mangaan lieten zien dan in de standaard behandeling en in de behandeling onder het folie.
- De reversibiliteit van de schade: Het moet een schade zijn die omkeerbaar is, zoals de aanmaak / afbraak van chlorofyl.

Van de 4 afwijkende klimaatfactoren onder de folie, lijkt licht de belangrijkste factor voor het beïnvloeden van de schade. De wisselproef lijkt dit te bevestigen: de planten verplaatst naar de daglichtkas, waar het momentaan lichtniveau hoger was, maar de totale daglichtsom lager (geen belichting) werden groener, vooral wanneer ze met laag mangaan waren geteeld. De schade neemt tevens af als planten met schade geplaatst worden onder de folie (10% minder licht). De schade bleek niet toe te nemen door de planten in de aircokas te plaatsen waar de maximale lichtniveaus 200 μmol hoger konden zijn. Met andere woorden, niet de absolute intensiteit van het licht, maar wel de totale daglichtsom lijken de schade te verergeren. Dit is in overeenstemming met de waarnemingen over verdamping en klimaatovergangen, want verdamping is sterk aan de totale straling gerelateerd.

Helaas kost het telen met minder licht groei en aantal bloemen (García en Driever, 2010; van Noort, 2011), parameters die tot een verbetering van het economisch resultaat leiden. Daarnaast kan het telen onder folie leiden tot glazigheid. Het probleem met een verbeterde minerale bemesting oplossen zou daarom de voorkeur genieten, maar aan de hand van deze resultaten lijkt dit onrealistisch. Want de schade is niet voorkomen met een hogere gift van de elementen betrokken bij de fotosynthese zoals Mn en Mg. Het grote verschil in Mn gift met de voedingsbehandelingen (0,5; 3 en 20 $\mu\text{mol/l}$), is echter niet teruggevonden in de gewasanalyses, waar we concentraties in het jonge blad vonden van respectievelijk 0,55; 0,65 en 2.05 mmol/kg ds. De opneembaarheid van mangaan kan verbeterd worden door het in de vorm van chelaat aan te bieden; dit omdat in de gebruikelijke vorm als mangaansulfaat wegens snelle oxidatie door de wortellagen heen, vooral in vlezig wortels zoals die in Anthurium, kan mangaan moeilijk opneembaar zijn voor de plant (Blok, 2012, pers. Comm.). Mangaanchelaat (Aseptia Fertichel, 30 Mn gram/1.000 m²) is als bladbemesting ook succesvol toegepast bij *Zantedeschia aethiopica* (ook een araceae als anthurium) tegen vlekkerige bladvergelting (Leeuwen, 2012, pers.comm.).

Andere spoorelementen en schade

Uit de gewasanalyses bleek een zeer laag gehalte aan molybdeen in de meeste monsters, waarbij de planten onder folie een iets hogere concentratie vertonen. Molybdeen speelt een rol bij de omzetting van Nitraat naar ammoniumstikstof, de vorm waarin deze in eiwitten wordt opgebouwd. Dit leidt tot intervenale vergeling door N ophoping bij onder andere Poinsettia, waarbij vergeling door Cox (1992) is tegengegaan met behulp van bladbespuiting met molybdeen.

Invloed potgrond op schade 2

Schade 2 doet zich aan het einde van de teelt in mindere mate voor bij planten geteeld in de potgrondmengsel van Anthura. Aan de start van de teelt bevatte deze potgrond een hogere concentratie aan de boven besproken elementen Magnesium en Mangaan dan de potgrondmengsel dat door Rijnplant wordt geleverd. Daarnaast bevatte de Anthura potgrond twee maal de concentratie stikstof van de Rijnplant potgrond. Mangaan is, naar opgave van de telers, in de gebruikte potgronden een niet grijpbare factor: de concentratie kan van batch tot batch verschillen en zal, denkt men, eerder te hoog zijn dan te laag bij de start van de teelt. Daarom werd ook in beginsel gedacht dat Mn-overmaat een mogelijke oorzaak van beide schades kon zijn.

Het is ook niet uit te sluiten dat naast de gehalten aan voedingselementen, de fysische eigenschappen van de potgronden (niet onderzocht) een rol spelen in de waargenomen verschillen.

Watergeven bovendoor en schade 2

Het bovendoor watergeven als oorzaak van schade 2 wegens lenswerking van de waterdruppels is als hypothese verworpen. Deze planten vertoonden iets eerder vergeling dan de planten die via de wortels (Eb en vloed) water kregen, en eerder een lagere fotosynthese efficiency. Geopperd werd dat de tikken van het water tegen de oppervlak van het blad tot een vorm van mechanische schade maar in de tijd ebden de verschillen weg. Het bovendoor watergeven leidde uiteindelijk niet tot een hogere mate van schade dan het via eb-vloed watergeven, maar wel tot heterogenere planten waarbij een aantal in de partij een gedrongener groei vertoonden. Deze heterogeniteit als gevolg van bovendoor gieten is ook waargenomen bij *Phalaenopsis* planten (Kromwijk *et al.* 2012). Bij Alabama was de planthoogte significant lager bij planten die bovendoor water kregen. De planten krijgen blijkbaar ongelijk water, en het substraat lijkt zo ook minder water vast te houden (het substraat is minder vochtig dan in eb-vloed, Bijlage I, Tabel 14.).

5 Conclusies

Tabel 8. geeft een overzicht van de bereikte resultaten in relatie tot de vooraf geformuleerde hypothesen. Daaruit blijkt dat geen van de hypothesen is volledig bevestigd. De resultaten geven wel aan dat er ruimte is voor het voorkomen van de schade, en geven enkele aanknopingspunten voor verder onderzoek. Hieronder worden de belangrijkste conclusies per schadetype opgesomd.

5.1 Schade 1, necrotische stippen op bladrand

Schade 1 treedt sterk op in de onderzochte voorbeeldcultivar Alabama, maar komt, in lichte mate, ook in Fantasy Love (voorbeeldcultivar voor schade 2) op.

Schade 1 is, als het eenmaal in het blad aanwezig, niet omkeerbaar.

Schade 1 is niet verbonden aan de hydathoden en is daarom niet altijd aan de gevolgen van guttatie (b.v. zoutafzetting) en verdamping toe te schrijven. In planten met schade zijn echter zowel verstopte hydathoden waargenomen (alléén aan de rand), als kristalcellen, verkurkte en gefenoliseerde cellen (verder van de rand).

Schade 1 wordt niet primair veroorzaakt door afwijkingen in de elementen Calcium, Magnesium of Mangaan, en wordt ook niet verergerd door een voedingsoplossing met een lage pH. Echter, een overmaat aan Calcium verergert deze schadevorm.

Schade 1 komt in veel mindere mate voor bij planten die geteeld worden onder een plastic folie. Mogelijk wordt dit veroorzaakt doordat het substraat, in deze omgeving waar minder verdamping plaatsvindt, vochtiger is.

Schade 1 wordt niet veroorzaakt door plotselinge klimaatovergangen. De schade neemt, als het eenmaal optreedt, gestaagd toe.

Schade 1 vindt in mindere mate plaats als de planten geteeld worden met de potgrondmengsel die door Anthura gebruikt wordt, dan als ze geteeld worden met de potgrondmengsel van Rijnplant.

Uit het onderzoek naar hydathoden en guttatie, kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Potanthurium gutteert van ± 1 uur voor zonsopgang tot ± 1 uur na zonsondergang.
- Het oude blad gutteert minder dan het jonge blad.
- Het verwarmen van de wortels en het telen onder een plastic folie (hoge RV) leiden tot een toename van de mate van guttatie.
- Guttatievocht bevat Calcium, Magnesium, Sulfaat, bicarbonaat (hoog pH) en Borium
- Guttatie vindt plaats via de hydathoden. Deze bevinden zich bij potanthurium aan de rand op de bovenzijde van het blad, terwijl huidmondjes zich aan de hele onderzijde van het blad bevinden.

5.2 Schade 2, vlekkerige vergeling blad

Schade 2 treedt sterk op in de onderzochte voorbeeldcultivar Fantasy Love, maar komt, in een veel lichtere mate, ook in Alabama (voorbeeldcultivar voor schade 2) voor.

Schade 2 is in mindere mate opgetreden bij het telen van de planten onder een "tent" van anti condens folie. In deze omgeving werden planten waargenomen met necrose als gevolg van glazigheid (weefsel inundatie door water door belemmerde verdamping). Mogelijk als gevolg van een 10% lager lichtniveau en de lagere verdamping.

De mate waarin de schade optreedt is ook beïnvloed door de potgrond waarin de planten zijn geteeld, wat aangeeft dat ook factoren in de fysische en/of de chemische eigenschappen van het substraat, en niet alleen licht, betrokken zijn bij het ontstaan van de schade.

Schade 2 is omkeerbaar: door planten met schade te plaatsen onder de folie neemt de schade in enkele weken af.

Schade 2 is niet veroorzaakt door de invloed van waterdruppels op het blad als gevolg van het bovendoor watergeven. Echter, bovendoor watergeven leidt eerder tot de schade bij Fantasy Love en tot een vermindering van de fotosynthese efficiëntie, en bij Alabama tot kortere planten.

Schade 2 wordt verergerd door tekorten aan de elementen Magnesium en/of Mangaan, maar is niet volledig voorkomen door een hogere gift van deze elementen, mogelijk doordat de hogere mangaan gift niet voldoende is door de planten opgenomen. In dat geval, zou het aanbieden van mangaan in de vorm van chelaat wellicht kunnen verbeteren. Onbalans van assimilaten lijken niet betrokken te zijn bij de mechanismes die tot de onderzochte vormen van schade leiden.

6 Aanbevelingen

De behandeling waarbij de planten geteeld werden onder een met folie afgedekte tafel, leidde tot een aanzienlijke vermindering van beide schadebeelden. Het mechanisme achter dit resultaat is niet volledig ontrafeld, omdat de folie op drie klimaataspecten ingreep: de RV, het CO₂-niveau en het lichtniveau, en als gevolg van deze, op het vochtgehalte in het substraat. Dit maakt het formuleren van een aanbeveling richting de praktijk onmogelijk. Bovendien, resulteert het telen onder folie in een afname van de schadebeelden, maar, hoewel het in dit onderzoek niet is gemeten, is het bekend dat het de groei vertraagt, en het aantal bloemen dat zich ontwikkelen verlaagt. Bovendien leidde het bij Fantasy Love tot necrotische bladplekken door glazigheid.

Dat het telen met hoog Calcium (5-6 mmol/l) in de voeding de schade verergert, en de waargenomen accumulatie van Calcium in de potgrond bij het “normale” calciumgift (3,9 mmol/l) pleiten voor een verlaging van de Calciumgift in de voedingsoplossing om Schade 1, necrotische stippen langs de bladrand zoals bij ‘Alabama’, te verminderen. Een verlaging van de Calciumgift is echter niet in het onderzoek getest en daarom bevelen wij het alleen bij wijze van proef aan. Hoeveel te verlagen moet experimenteel worden vastgesteld.

Een aantal aanbevelingen zijn uit de resultaten en de discussie te destilleren ten aanzien van vervolgonderzoek:

- Verder onderzoek naar de rol van Calciumoxalaten in het ontstaan van schade 1, en hoe de vorming ervan beïnvloed kan worden met behulp van een verhoging van de Kalium en Stikstofgift, in combinatie met een verlaging van de Calciumgift ten opzichte van de standaard behandeling. Zoals bediscussieerd onder het kopje “Zoutkristallen in bladweefsel”, kan een overmaat aan Calcium in de voeding worden gebonden in de vorm van oxalaten. Dit zijn scherpe kristallen die, indien verzameld in kristalcellen, ook waargenomen in microscopisch onderzoek, tot het lekprikken van cellen kunnen leiden.
- Verder onderzoek naar de reden waarom de planten onder folie minder schade ondervinden, anders gezegd: welke van de met deze maatregel gemodificeerde factoren (RV, CO₂, licht) is leidend. Het telen onder folie beïnvloedt direct en aantoonbaar deze drie factoren. Daarnaast zijn er aanwijzingen gevonden dat deze maatregel indirect het vochtgehalte in het substraat beïnvloedt. Dit is uitgebreid bediscussieerd onder het kopje “Telen onder folie en schade”. Het is belangrijk om achter te komen of de positieve effecten te danken zijn aan de factoren RV, CO₂ of licht zelf, of dat ze te danken zijn aan de hogere substraatvochtniveaus. In dat laatste geval, kan een aangepaste watergeefstrategie/ of een “natter” substraat de sleutel tot de oplossing bieden, zonder de nadelige gevolgen van het telen onder folie in termen van groeivermindering en glazigheid.
- Vaststellen of een hogere Mangaangift, maar dan aangeboden in chelaatvorm, of als bladbespuiting, in combinatie met voldoende Magnesium, zou kunnen bijdragen aan een vermindering van de vlekkerige vergeling bekend als schade 2. De achtergrond voor deze aanbeveling is uitgebreid besproken in 4.2, onder het kopje “Telen onder folie, fotosynthese, magnesium, mangaan en schade 2”. Samengevat: Diverse observaties leiden tot de conclusie dat het uitsluiten dat Magnesium en Mangaan niet betrokken zijn bij dit probleem onvoldoende is ondersteund door de verschillen in schade als gevolg van de via de voedingsoplossing aangeboden verschillende niveaus. Het grote verschil in Mn-gift in de voedingsbehandelingen (0,5; 3 en 20 µmol/l), is niet teruggevonden in de gewasanalyses; dit kan duiden op een slechte opneembaarheid van de aangeboden vorm (mangaansulfaat die een snelle oxidatie door de wortellagen heen ondergaat). De opneembaarheid van mangaan kan verbeterd worden door het in de vorm van chelaat aan te bieden. Mangaanchelaat kon vlekkerige bladvergeling bij Zantedeschia voorkomen.

- Bepalen in hoeverre de spoorelementen Borium en Molybdeen betrokken zijn in de schadebeelden. Borium omdat deze in hoge concentratie gevonden is in het guttatievocht, een teken dat de planten een overmaat ervan mogelijk afvoeren via guttatie. Echter, oudere bladeren gutteren niet of minder, en kan Borium die met de transpiratiestroom naar het blad wordt vervoerd, niet weg. Boriumovermaat leidt bij veel verschillende gewassen tot bladrandschade bij het oude blad, en zou enig verband kunnen houden dus met schade 1. Molybdeen op zijn beurt is in een zeer laag gehalte in de meeste monsters gevonden, waarbij de planten onder folie een iets hogere concentratie vertonen. Molybdeen speelt een rol bij de omzetting van Nitraat naar ammoniumstikstof, de vorm waarin deze in eiwitten wordt opgebouwd; het niet omgezette nitraat hoopt op en kan tot intervenale vergeling leiden, zoals gezien is bij onder andere Poinsettia, waar het succesvol is tegengegaan met molybdeen bespuitingen.
- Verder onderzoek naar de eigenschappen van beide potgrondtypes die het verschil in de mate waarin de planten schade vertonen verklaren. Chemisch zijn de verschillen wel in kaart gebracht. Mogelijk beschikken de leveranciers / gebruikers wel over deze gegevens.
- In een eventueel vervolg onderzoek is het nuttig om planten al volgen in een nog jonger stadium. De waargenomen schades kwamen in bijna alle behandelingen voor, waardoor het niet uit te sluiten is dat ze in een jonger stadium zijn geïnduceerd.
- Een onderzoeksmethode die mogelijk dichterbij de oplossing kan brengen, kan zijn om de voedings en klimaatgegevens van kwekers die geen problemen hebben (als dat mogelijk is) te vergelijken met die van kwekers met veel schade.

7 Literatuur

Anonymous, 1974.

Anthurium andreaeanum Lindl in Hydroponic culture: influence of Milletti substrates and of nutrition on formation of calcium oxalate. *Annali delle Facolta di Agraria. Universita degli Studi di Perugia*.

Anonymous, 1993.

Eigenschappen van de verschillende elementen. *Vakblad voor de Bloemisterij Plus* 49^e. 12-15

Arends, J.C., 1991.

Biosystematics of *Begonia squamulosa* Hook f. and affiliated species in section *Tetraphilia* A.DC. Proefschrift WUR.

Barceló J. *et al.* 1988.

Fisiologia Vegetal. 4^a Edicion. Ediciones Piramide S.A., Madrid

Boer, P de, H. Verberkt en J. Snel (2008).

Beheersing intrinsieke kwaliteit potplanten met als pilot *Ficus* en *Anthurium*. Deelproject 3. Productschap Tuinbouw nr PT11973.

Chen Chyi-Chuann, Chen Yung-Reui, 2007.

Study on laminar hydathodes of *Ficus formosana* (Moraceae) III. Salt injury of guttation on hydathodes. *Botanical Studies*. 2007.48: 2, 215-226.

Chen Chyi-Chuann, Chen Yung-Reui, 2006.

Study on laminar hydathodes of *Ficus formosana* (Moraceae). II. Morphogenesis of hydathodes. *Botanical Studies*. 2006.47: 3, 279-292.

Chen Chyi-Chuann, Chen Yung-Reui, 2005.

Study on laminar hydathodes of *Ficus formosana* (Moraceae): I. Morphology and ultrastructure. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. 2005. 46: 3, 205-215.

Cox, D.A., 1992.

Pointsettia cultivars differ in their response to Molybdenum deficiency. *HortScience* 27(8):892-893.

Cox, D.A., 1992.

Foliar applied Molybdenum for preventing or correcting Molybdenum deficiency of *Pointsettia*. *HortScience* 27(8):894-895.

Dieffenbach H., D. Kramer and U. Luttge, 1980.

Release of guttation fluid from passive hydathodes of intact Barley plants. I. Structural and Cytological aspects. *Ann. Botany*, 45, 397-401.

Drennan, P.M.; D. Goldworthy; A. Buswell, 2009.

Marginal and laminar hydathode-like structures in the leaves of the desiccation-tolerant angiosperm *Myrothamnus flabellifolius* Welw. *Flora* 204, pp 210-219.

García Victoria, N., 2008.

Blauwkleuring *Anthurium* - een verkenning van oorzaken via een driedelig onderzoek: enquête, literatuur en oriënterende proeven. Wageningen UR Glastuinbouw, Nota 532

García Victoria, N., 2008.

Borium bij Roos. Literatuur onderzoek. Wageningen UR Glastuinbouw, vertrouwelijke publicatie.

García Victoria, N. en Driever, S., 2010.

Teeltsturing potanthurium II. Sturen op plantvorm en kwaliteit. Wageningen UR Glastuinbouw. Nota 654.

Gee, G.W., B.W. Janes & C.S. Tan, 1973.

A chamber for applying pressure to roots in intact plants. *Plant physiology*, 52 (5): 472-474. Fukui, R. Fukui, H. Alvarez, A. M. Suppression of bacterial blight by a bacterial community isolated from the guttation fluids of anthuriums. *Applied and Environmental Microbiology*. 1999. 65: 3, 1020-1028.

Jones, L.A., 2011.

Anatomical adaptations of four *Crassula* species to water availability. *Bioscience horizons* 4 (1): 13-22.

- Kreij, C de., Janse, J., Van Goor, B.J., Van Doesburg, D.J. 1992.
The incidence of calcium oxalate crystals in fruit walls of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by humidity, phosphate and Calcium supply. *Journal of Horticultural Science* 67 (1) 45-50
- Kromwijk, A., Baas, R., Kempkes, F., en van Noort, F., 2012.
Energiezuiniger watergeefmethode Phalaenopsis. Wageningen UR Glastuinbouw, Rapport GTB-1179.
- Ruijter de N., 2012.
Verslag analyse bladschade bij potanthurium.
- Sakai, W. S.(1990)
The effect of nitrate and ammonium fertilizer on the contents of Anthurium guttation fluid. *Proceedings of the Third Anthurium Blight Conference*, May 23-24, 1990.at the University of Hawaii at Hilo. 1990. 18-21. 8 ref.
- Sakai, W. S. Holland, G. Furutani, S. Sewake, K. Imamura, J. Higaki, T. (1990).
A preliminary examination of the anatomy of infected Anthurium plants. *Proceedings of the Third Anthurium Blight Conference*, May 23-24, 1990.at the University of Hawaii at Hilo. 1990. 14-17.
- Snel J., P. Dijkhuis, H. Jalink, R van der Scheer, H. Verberkt, 2008.
Beheersing intrinsieke kwaliteit potplanten met als pilot Ficus en Anthurium. Deelproject 2.Nota 557 Wageningen UR Glastuinbouw.
- Sperry, J.S., 1983.
Observations on the structure and function of hydathodes in *Blechnum lehmannii*. *Americal Fern Journal*, volume 73, number 3, 65-72
- Straver, N., de Kreij, C., Verberkt, H., 1999.
Bemestingsadviesbasis potplanten. *Praktijkonderzoek Plant en Omgeving*, rapport nr. 170. ISSN 1387-2427.
- Sutton T.,U. Baumann, J. Hayer, N.C. Collins, B-J Shi, T. Schnurbusch, A. Hay, G. Mayo, M.
- Pallota, M. Tester, P. Langridge, 2007,
Boron-toxicity tolerance in barley arising from efflux transporter amplification. *Science* vol 318, pp 1446-1449.
- Takeda, F. and D.M. Glenn, 1989.
Hydathode anatomy and the relationship between guttation and plant water status in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Acta Horticulturae* 265, pp 387 - 392
- Weyers, J.D.B. and L.G. Johanson, 1985.
Accurate estimation of stomatal aperture from silicone rubber impressions, *New phytologist* 101, pp 109-115
- Zwart, H.F., en Van Noort, F., 2012.
Praktijkervaringen met de daglichtkas. Wageningen UR Glastuinbouw, rapport GTB-1157.

Websites:

- eHow.com
- plant-care.com,
- <http://www.springerlink.com/content/c0x73l43554882l4/> - Ivanoff, S.S. Guttation injuries of plants
- Wikipedia
- CAB-abstract from 1984 searching on Guttation
- www.yara.nl/fertilizer/fertilizer_facts/crop_nutrition/micronutrients

Bijlage I Schema kasproefopzet

hoog Mn	Anthura standaard	laag pH	standaard	
	2 cultivars		verw	
+ Eb vloed	+ Eb vloed	+ Eb vloed	+ Eb vloed	
	Anthura			
24	18	12	6	
standaard	Rijnplant standaard	perlite standaard	hoog Ca	
met folie	2 cultivars	2 culivars		
+ Eb vloed	+ Eb vloed	+ Eb vloed	+ Eb vloed	
	Rijnplant	perlite		
23	17	11	5	
standaard	laag Mn	laag Mg	Rijnplant standaard	
verw			2 cultivars	
+ Eb vloed	+ Eb vloed	+ Eb vloed	+ Eb vloed	
			Rijnplant	
22	16	10	4	
laag Mg	perlite standaard	standaard	hoog Mg	
	2 culivars	met folie		
+ Eb vloed	+ Eb vloed	+ Eb vloed	+ Eb vloed	
	perlite			
21	15	9	3	
hoog Mg	hoog Ca	hoog Mn	standaard	
			verw	
+ Eb vloed	+ Eb vloed	+ Eb vloed	+ boven langs	
20	14	8	2	
laag pH	standaard	laag Mn	Anthura standaard	
	verw		2 cultivars	
+ Eb vloed	+ boven langs	+ Eb vloed	+ Eb vloed	
			Anthura	
19	13	7	1	
	Deur			
	voeding			

Schema 1. Overzicht behandelingen in de kas.

Gewasbeoordeling 'Alabama'

Tabel 1. Aantal bladeren per plant met necrose op de bladrand van oude bladeren bij Anthurium 'Alabama' op drie tijdstippen tijdens de teelt. Verschillende letters geven statistische verschillen aan.

beh	CaH	folie	MgH	MgL	MnH	MnL	pHL	potA	potR	Std	verw	verw b
februari	1.55	0.2	0.65	0.9	0.6	0.3	1.25	0.5	1.15	0.5	2.15	1.1
stat. feb	bc	a	ab	ab	ab	ab	bc	ab	b	ab	c	ab
maart	7	1.1	6.5	5.45	5.35	4.1	3.1	2.15	4.35	4.05	5.85	4.35
stat. mrt	g	a	fg	e	e	d	bc	b	d	cd	ef	d
april	8.95	2.2	8.6	8	9.1	6.65	4.5	3.45	5.85	7.1	9.25	5.7
stat. apr	d	a	d	cd	d	cd	abc	ab	c	cd	d	bc

Tabel 2. -Mate van blad vergeling bij Anthurium 'Alabama' in de tijd. Verschillende letters geven statistische verschillen aan.

beh	CaH	folie	MgH	MgL	MnH	MnL	pHL	potA	potR	Std	verw	verw b
februari	1.3	0.75	1.35	1.3	1.35	1.75	0.7	2.55	1.4	0.8	1.1	2.65
stat. feb	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
maart	0.85	0.6	3.7	1.7	2.2	3.2	1.7	1.9	1.05	0.6	1.05	1.85
stat. mrt	ab	a	c	b	bc	c	b	bc	ab	a	ab	b
april	4.3	1.35	2.35	1.75	1.6	1.25	2.95	3.15	2.75	1.5	1.6	1.05
stat. apr	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Tabel 3. -Mate van guttatie bij Anthurium 'Alabama' in de tijd. Verschillende letters geven statistische verschillen aan.

beh	CaH	folie	MgH	MgL	MnH	MnL	pHL	potA	potR	Std	verw	verw b
februari	1.8	4.9	2.8	2.95	2.75	2.05	2.95	1.15	1.95	2.05	2.6	3.5
stat. feb	b	f	d	de	d	bc	de	a	b	bc	cd	e
maart	1.95	5	2.75	2.4	2.65	2.05	2.05	2.05	2.05	2.1	3.55	2.95
stat. mrt	a	d	b	ab	ab	a	a	a	a	a	c	b
april	3.2	4.85	3.35	3.15	3.45	3.4	2.7	2.4	3.05	3.55	4	2.8
stat. apr	b	d	b	b	b	b	ab	a	b	bc	c	ab

Tabel 4. Hoogte van Anthurium 'Alabama' in de tijd. Verschillende letters geven statistische verschillen aan.

beh	CaH	folie	MgH	MgL	MnH	MnL	pHL	potA	potR	Std	verw	verw b
februari	23.23	25.30	24.05	23.93	24.21	23.45	25.98	25.40	24.45	23.50	22.34	22.33
stat. feb	ab	bc	abc	ab	abc	ab	c	bc	ab	ab	a	a
april	28	30.7	29.4	29.6	28.9	29.4	31.1	30.68	29.98	28.98	29.3	26.45
stat. apr	ab	bc	bc	bc	bc	bc	b	bc	bc	bc	bc	a

Chemische analyses 'Alabama'

Tabel 5. Gewasanalyse van Anthurium 'Alabama' in mmol/kg droge stof. Verschillende letters geven significante verschillen aan.

element	leeftijd	Ca H	folie	Mg H	Mg L	Mn H	Mn L	Pot A	Pot R	St
K	jong		923	893	839	870	758	902	878	822
K	oud	823	757	684	653	999	1066	727	927	
Na	jong		10 a	10 a	10 a	10 a	10 a	10 a	10 a	10 a
Na	oud	70 d	22 b	57 c	67 cd	67 cd	83 e	35 b	33 b	
Ca	jong		318 ab	314 ab	244 ab	241 a	248 a	248 a	258 ab	240
Ca	oud	639	423 ab	446 ab	384 ab	611 b	729 b	459 b	451 ab	
Mg	jong		149 ab	182 bc	74 a	103 a	90 a	105 a	87 a	91
Mg	oud	190	157 ab	184 bc	107 ab	186 bc	239 c	148 ab	130 ab	
P	jong		88	88	78	76	66	72	70	72
P	oud	84	64	64	56	84	98	58	68	
N-tot	jong		1535 ab	1616 b	1666 b	1570 b	1508 ab	1621 b	1654 b	1546
N-tot	oud	1298	1398 a	1435 a	1510 ab	1293 a	1376 a	1404 a	1348 a	
Fe	jong		0.80 ab	0.70 ab	0.70 ab	0.60 a	0.55 a	0.65 ab	0.65 ab	0.60
Fe	oud	0.90	0.90 ab	0.85 ab	0.85 ab	1.00 b	1.10 b	0.77 ab	0.90 ab	
Mn	jong		1.95 ab	1.00 ab	0.75 ab	2.40 b	0.55 a	0.95 ab	1.35 ab	0.80
Mn	oud	1.60	1.34 ab	1.70 ab	1.45 ab	4.45 e	1.75 b	3.06 c	2.30 ab	
B	jong		2.20 ab	2.45 ab	1.95 ab	2.20 ab	1.65 a	2.55 ab	2.75 ab	2.05
B	oud	3.20	2.35 ab	2.70 ab	2.45 ab	3.40 ab	4.10 b	2.79 ab	3.50 ab	
Cu	jong		100 ab	106 ab	118 ab	105 ab	110 a	57 a	56 a	116
Cu	oud	173	107 ab	131 ab	156 ab	183 ab	238 b	158 b	180 b	
Zn	jong		0.35 ab	0.30 a	0.30 a	0.30 a	0.30 a	0.30 a	0.30 a	0.30
Zn	oud	0.55	0.35 ab	0.40 ab	0.55 ab	0.55 ab	0.75 b	0.49 ab	0.50 ab	
Mo	jong		12 a	21 ab	39 b	17 a	21 ab	10 a	10 a	19 ab
Mo	oud	41 bc	29 b	32 b	59 c	32 b	36 b	10 a	10 a	

Tabel 6. -Analyse substraten bij Anthurium 'Alabama' m.b.v. 1:1,5 extract. Hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in µmol/l op 2 januari 2012.

Behandeling	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Anthura	1	5.7	0.1	2.2	0.7	1.4	1.1	4.4	0.1	1.3	0.1	0.8	0	3.2	1.1	2.1	3.1	0.2	0.1
Rijnplant	0.6	5.7	0.1	1.8	0.7	0.6	0.4	2.2	0.1	0.7	0.1	0.8	0.1	2.8	0.4	0.9	3.9	0.1	0.1
pH laag	0.5	5.5	0.2	1.7	0.4	0.6	0.3	2.4	0.1	0.6	0.1	0.5	0.1	2.6	0.4	0.8	4.3	0.1	0.1
Mn laag	0.6	6.7	0.1	1.5	0.4	1.1	0.4	2.7	0.1	0.8	0.1	0.4	0.1	4	0.6	1.1	4	0.4	0.1
Mn hoog	0.7	6.5	0.1	1.8	0.4	1.3	0.5	3.3	0.1	0.9	0.1	0.5	0.1	4.1	3	1.4	4.5	0.4	0.1
Mg laag	0.6	6.4	0.1	1.5	0.3	1	0.2	3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	3.7	0.6	1.1	3.6	0.4	0.1
Mg hoog	0.6	6.6	0.1	1.2	0.4	1	0.7	2.9	0.1	0.8	0.1	0.4	0.1	4.1	0.6	1.3	4.2	0.4	0.1
Ca hoog	0.5	6.9	0.1	0.9	0.4	1.3	0.3	2.4	0.1	0.8	0.1	0.3	0.1	4.1	0.4	1.3	3.5	0.4	0.2
Folie	0.5	5.9	0.1	0.9	0.4	0.9	0.3	2.2	0.1	0.5	0.1	0.3	0.1	3.7	0.7	0.7	2.8	0.3	0.1
Controle	0.5	6.2	0.1	1.1	0.3	0.9	0.3	2.4	0.1	0.6	0.1	0.4	0.1	3.9	0.6	0.8	2.8	0.3	0.1
verw. Bovendoor	0.5	6.9	0.1	1.1	0.6	1	0.4	2.3	0.1	0.8	0.1	0.3	0.1	4	0.4	1	3.2	0.4	0.1
verw. Eb/vloed	0.6	6.9	0.1	1.2	0.5	1	0.4	2.4	0.1	0.8	0.1	0.4	0.1	3.7	0.5	1.2	3.6	0.4	0.2

Gewasbeoordeling 'Fantasy Love'

Tabel 7. Aantal bladeren per plant met necrose op de bladrand van oude bladeren bij Anthurium 'Fantasy Love' op drie tijdstippen tijdens de teelt. Verschillende letters geven statistische verschillen aan.

beh	CaH	folie	MgH	MgL	MnH	MnL	pHL	potA	potR	Std	verw	verw b
februari	0.8	0.75	0.1	0.4	0.45	0	0.7	0.15	0.2	0.4	0.65	0.65
stat. feb	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
maart	1	0.1	1	1.4	0.6	1.55	0.4	0.8	1.15	2.4	0.35	2.35
stat. mrt	ab	a	ab	cb	ab	cb	ab	ab	b	c	ab	ab
april	5.05	1	3.9	4.3	5	6	3.85	1.45	3.95	6.6	3.6	4.45
stat. apr	bc	a	b	b	bc	bc	b	a	b	c	ab	bc

Tabel 8. Mate van blad vergeling bij Anthurium 'Fantasy Love' in de tijd. Verschillende letters geven statistische verschillen aan.

beh	CaH	folie	MgH	MgL	MnH	MnL	pHL	potA	potR	Std	verw	verw b
februari	9.7	2.6	10.7	7.4	8	7.25	8.05	9.35	8.45	8.05	8.2	11
stat. feb	c	a	c	b	b	b	b	bc	b	b	b	c
maart	15.5	3.05	16.9	13.2	13.2	13.05	14.75	12.2	11.8	14.35	15.5	12.85
stat. mrt	de	a	e	bc	bc	bc	d	b	b	cd	de	bc
april	17.3	3.85	17.2	13.9	16.5	14.6	16.3	12.85	16	15.85	15.95	11.95
stat. apr	d	a	d	bc	d	cd	d	bc	d	bcd	bcd	b

Tabel 9. Mate van guttatie bij Anthurium 'Fantasy Love' in de tijd. Verschillende letters geven statistische verschillen aan.

beh	CaH	folie	MgH	MgL	MnH	MnL	pHL	potA	potR	Std	verw	verw b
februari	2.7	4.85	2.95	2.5	2.8	1.75	2.85	1.1	1	2.5	3.4	3.5
stat. feb	c	e	cd	c	cd	b	cd	a	a	c	d	d
maart	3.1	5	2.9	2.5	2.75	2.4	2.1	1.8	2.1	2.55	4	3
stat. mrt	c	e	bc	ab	bc	ab	a	a	a	ab	d	c
april	3.55	4.9	3.45	3.25	3.55	3.35	3.05	2.25	3.45	3.7	4	3.25
stat. apr	bcd	e	bc	bc	bcd	bc	b	a	b	cd	d	bc

Tabel 10. Hoogte van Anthurium 'Fantasy Love' in de tijd. Verschillende letters geven statistische verschillen aan.

beh	CaH	folie	MgH	MgL	MnH	MnL	pHL	potA	potR	Std	verw	verw b
februari	18.2	19.3	18.1	18.8	16.98	16.63	19.85	19	19.45	17.8	18.3	17.64
stat. feb	ab	b	ab	ab	a	a	b	b	b	ab	ab	ab
april	23.7	24.7	23.7	24.8	23.2	22.38	23.48	24.53	24.73	24.12	24.1	23.05
stat. apr	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Tabel 11. Aantal bladeren per plant met geel bladmoes bij Anthurium 'Fantasy Love' in de tijd. Verschillende letters geven statistische verschillen aan.

beh	CaH	folie	MgH	MgL	MnH	MnL	pHL	potA	potR	Std	verw	verw b
maart	0.05	0	0	1.05	0.25	0.25	0	0	0	0.05	0	0.05
stat. mrt	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a
april	0.1	0	0.15	1.6	0.25	0.3	0	0.05	0	0.2	0.3	0.35
stat. apr	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a

Chemische analyses 'Fantasy Love'

Tabel 12. Gewasanalyse van Anthurium 'Fantasy Love' in mmol/kg droge stof. Verschillende letters geven significante verschillen aan.

element	leeftijd	Ca H	folie	Mg H	Mg L	Mn H	Mn L	Pot A	Pot R	St
K	jong		670	790	874	725	884	940	751	675
K	oud	1106	1173	930	1150	981	972			
Na	jong		10	10	10	10	10	10	10	10
Na	oud	46	45	43	40	55	66			
Ca	jong		285 a	251 a	246 a	280 a	285 a	282	266	213
Ca	oud	740	578 b	439 ab	615 b	483 ab	525 ab			
Mg	jong		116	167	85	116	111	142	103	87
Mg	oud	199	132	162	171	120	113			
P	jong		76	78	80	67	79	77	66	67
P	oud	124	96	75	98	86	86			
N-tot	jong		1492 a	1840 b	1816 b	1529 a	1660 a	1830	1609	1488
N-tot	oud	1376	1274 a	1503 a	1310 a	1468 a	1420 a			
Fe	jong		0.75 a	0.80 a	0.90 a	0.60 a	0.80 a	0.70	0.70	0.75
Fe	oud	1.85	1.80 ab	1.60 ab	1.85 ab	2.25 b	2.15 b			
Mn	jong		1.00 ab	0.95 ab	0.85 ab	2.05 a	0.55 a	0.95	1.05	0.65
Mn	oud	1.90	2.00 ab	2.10 ab	2.05 ab	5.40 b	1.95 a			
B	jong		1.45 a	2.05 a	2.10 a	1.85 a	2.20 a	2.50	2.65	1.60
B	oud	4.50	6.00 b	3.50 b	3.95 b	3.70 b	3.65 b			
Cu	jong		105 ab	120 ab	135 ab	105 a	125 a	60	42	104
Cu	oud	192	170 ab	146 ab	157 ab	207 b	276 b			
Zn	jong		0.30	0.40	0.45	0.35	0.40	0.40	0.40	0.35
Zn	oud	0.55	0.50	0.50	0.70	0.70	0.70			
Mo	jong		28	19	15	17	15	10	10	11
Mo	oud	21	26	23	23	25	28			

Tabel 13. Analyse substraten bij Anthurium 'Fantasy Love' m.b.v. 1:1,5 extract. Hoofdelementen in mmol/l en spoorelementen in µmol/l op 2 januari 2012.

Behandeling	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Anthura	0.7	5.7	0.1	2.1	0.2	0.7	0.6	3.3	0.1	0.6	0.1	0.5	0	1.7	0.4	1.1	2.9	0.1	0.1
Rijnplant	0.6	5.6	0.1	2.1	0.3	0.6	0.4	2.7	0.1	0.5	0.1	0.5	0	1.8	0.4	0.9	3.9	0.1	0.1
pH laag	0.4	6	0.1	1.3	0.3	0.3	0.2	1.5	0.1	0.4	0.1	0.3	0	1.6	0.4	1.2	3.4	0.2	0.1
Mn laag	0.7	6.4	0.1	2	0.3	1.1	0.4	3.6	0.1	0.7	0.1	0.4	0.1	4	0.7	1.4	4.1	0.3	0.1
Mn hoog	0.7	6.4	0.1	2	0.3	1.2	0.4	3.7	0.1	0.7	0.1	0.5	0.1	4.4	4.7	1	4.3	0.4	0.1
Mg laag	0.7	6.3	0.1	2.2	0.4	1.2	0.3	4.2	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	4	0.9	1.3	4.6	0.3	0.2
Mg hoog	0.7	6.6	0.1	1.6	0.3	1	0.7	3.4	0.1	0.7	0.1	0.4	0.1	4	0.9	1.2	4.1	0.5	0.1
Ca hoog	0.6	6.5	0.1	1.3	0.3	1.4	0.3	3.1	0.1	0.7	0.1	0.4	0.1	3.5	1	1.4	4.2	0.4	0.1
Folie	0.6	6.1	0.1	1.5	0.4	1	0.3	3	0.1	0.6	0.1	0.4	0.1	3.7	0.9	0.7	3.5	0.3	0.1
Controle	0.7	6.4	0.1	1.9	0.4	1.1	0.4	3.5	0.1	0.7	0.1	0.4	0.1	3.9	0.8	1.1	4.2	0.3	0.1
verw. Bovendoor	0.7	6.4	0.1	1.5	0.9	1	0.4	3.4	0.1	0.8	0.1	0.3	0.2	4.7	0.8	1.1	4.1	0.4	0.1
verw. Eb/vloed	0.7	6.8	0.1	1.8	0.7	1.1	0.4	3.1	0.1	0.9	0.1	0.4	0.1	4.5	0.9	1.5	5	0.4	0.2

Tabel 14. Gemiddelde EC, mate van guttatie en vochtgehalte substraat in maart 2012. EC in mS/cm guttatie in een schaal van 1 tot 5.

		CaH	folie	MgH	MgL	MnH	MnL	pHL	potA	potR	Std	verw	verwb
Alabama	EC	0.90	0.55	0.82	0.72	0.93	0.82	1.17	1.07	1.12	0.87	0.93	1.05
Alabama	Guttatie	1.8	4.9	2.8	2.95	2.75	2.05	3	1.2	2	2.1	2.6	3.5
Alabama	% vocht	35.7	37.0	28.8	31.8	31.2	35.0	42.2	38.7	42.8	33.8	41.0	26.3
Fantasy Love	EC	1.03	0.65	1.08	0.97	1.03	1.13	1.58	1.30	1.33	1.07	1.18	1.35
Fantasy Love	Guttatie	2.7	4.85	2.95	2.5	2.8	1.75	2.9	1.1	1	2.5	3.4	3.5
Fantasy Love	% vocht	30.2	42.0	36.0	30.5	36.3	38.8	44.0	47.2	50.8	31.7	42.8	34.0

Tabel 15. Mate van vergelijking bij twee wissel proeven tussen folie en standaard behandeling.

			Fantasy Love		Alabama	
periode	wissel behandeling	dagen na wissel	wissel	oorsprong	wissel	oorsprong
2-feb	folie -> standaard	6 dagen	4.2	3.9	0.8	1.1
tot		46 dagen	10.4	3.1	0	0.6
20-mrt	standaard -> folie	6 dagen	5.4	7.1	2.2	0.7
		46 dagen	3.8	13.9	0.8	0.5
5-apr	folie -> standaard	13 dagen	5.3	3.9	1.7	1.4
tot	standaard -> folie	13 dagen	17.3	15.9	0.3	1.5
18-apr						

Bijlage II Teeltbeoordeling

Tijdens de teelt is de BCO twee wekelijks langs geweest. De opmerkingen en discussie punten van deze begeleiding zijn hier chronologisch weergegeven.

31 oktober 2011

De planten zien er goed uit en op moment van bezoek worden deze in perlite geplant.

De start van het klimaatinstellingen worden vastgesteld;

- Etmaal temperatuur wordt 20,5 °C
- Dag temperatuur wordt 21 °C
- Nacht temperatuur wordt 19,5 °C
- Luchten bij 24 °C met een lichtverhoging van 2 gr. ingesteld op 150-250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- 's nachts zo min mogelijk bevochtigen, eventueel bij $\text{RV} < 70\%$
- Licht starten met 4000lux streven naar $> 4 \text{ mol}/\text{dag}$
- Circa 15 minuten voor de lampen aangaan moet er gekierd worden. De temperatuur mag niet te ver oplopen wanneer de lampen aangaan, vandaar de buizen uit op moment van belichten.

Opgemerkt wordt dat een EC van 1,8 met een bovenlangs watergift te hoog. De voorkeur heeft net boven de EC 1,2 Er wordt afgesproken dat er met EC 1,0 wordt nagespoeld om bladschade te voorkomen. Zolang de wortels niet onder in de pot zitten zal bovendoor worden water gegeven. Op het moment van overschakelen naar eb/vloed ook in de grond EC 1,8 aanhouden, dit is het moment dat de bemestingsbehandelingen beginnen. De potgrond is meteen voor circa 10 dagen verzadigd en Perliet heeft 2 á 3 x per week een watergift nodig.

14 november 2011

- Vooral in perlite is veel ongelijkheid in potgewicht dit gelijk trekken door eenmaal veel water te geven.
- Anthura-potgrond is niet egaal even nat eenmaal extra water geven
- Het is belangrijk om met een droog gewas de nacht in te gaan, dit betekent dat er voor 10 uur water gegeven moet worden.
- Bloemen zullen verwijderd worden tot 1 januari 2012
- Klimaat was OK
- Wortels zitten nog niet onder in de pot nog even wachten met overgaan naar eb/vloed
- Doorgaan met boven door water geven over 14 dagen daar een beslissing over nemen

28 november 2011

- Temperatuur kan 1 graad lager zowel dag als nacht. Luchten bij 25 °C
- Planten beginnen te strekken gebruik de ruimte van de tafel - wijder zetten
- Wortels zitten onder in de pot dus de behandelingen kunnen gestart worden
- Eerste lichte gele randen zijn al waar te nemen in het blad bij verschillen planten
- De perlite behandelingen mogen iets droger geteeld worden.

12 december 2011

- Er staan hier en daar nog droge planten nalopen
- Plastic bij tenten goed om rand vast zetten zodat er geen vocht verloren gaat.
- Het gewas staat een beetje bontig mogelijk het gevolg van een te lage RV
- Besloten wordt om de RV bij lampen aan te verhogen naar 80%
- Bevochtiging mag in de nacht aan als de RV onder de 70% komt
- Verwarmde planten kunnen 13 dec water krijgen. De rest op 16 dec.
- Hypoaspis uitzetten (tegen luis) 1 koker voor 100 m^2 is voldoende
- In week 1 grondmonsters nemen om te kijken of de bemesting behandelingen ook in de grond waarneembaar zijn.
- Begin februari gewas monsters nemen.
- Helft van de lampen branden nu (ongeveer 4000 lux) van 02.00 uur - 17.00 uur, dit verandert niet.

9 januari 2012

- Vanaf 23 januari de nacht temperatuur 0.3 °C omhoog
- Als PAR-som gemiddelde 3.5 bereikt dag nacht temperatuur met 0.5 °C verhogen
- Lampen overdag uit bij 200 watt
- Scherm 80% dicht bij instraling > 300 Watt
- VD volgende keer ook in grafiek
- Gezien de analyse pH voeding perlite verlagen van 5.6 naar 5.2
- Rijnplant geeft geen PG-mix mee in de grond
- In week 3 zullen alle behandelingen weider gezet worden.
- Bij Anthurium 'Fantasy Love' gewasmonster Hoog Mn en Stand perlite nemen.
- Gezien de analyse van 2 januari in behandeling pH laag NH₄ verhogen naar 4 mmol/l
- Gezien de analyse van 2 januari in behandeling Ca Hoog Ca. verhogen en NH₄ toevoegen EC mag naar 2.0.
- Gezien de analyse van 2 januari in Mg behandeling Mg verhogen met 0.25 mmol/l ten koste van K.
- In de folie behandeling zijn enige bladeren met smet geconstateerd.
- Registratie RV en T in folie tenten wordt aan gewerkt

23 januari 2012

- Bij de verwarmde tafels lijken de bladeren bonter t.o.v. de andere tafels
- Er zijn springstaarten waargenomen wat, Hypoaspis uitzetten 1 koker voor 100 m2 is voldoende
- Op tafel 19 wordt schade waargenomen mogelijk een verstopte hydathode
- Fantasy Love Mg hoog lijkt meer gele vlekken te hebben dan de rest
- Temperatuur 0.5 °C omhoog
- Analyse guttatievocht herhalen
- Bij proefjes een behandeling toevoegen en planten tijdelijk uit de verwarmde omgeving halen
- In airco kasje meer licht toelaten en een RV van 85%

20 februari 2012

- Op tafel 19 lijkt een plant met trips schade heeft. Het is echter maar 1 plant - blauwe vangplaten ophangen voor identificatie.
- Er komt zonlicht binnen via de voorgevel - voor gevelscherm voor meer van de helft dicht doen met zonnig weer
- Belichting kan terug in duur - start belichting om 5.00 uur bij 150 Watt niet meet belichten
- Temperatuur in de nacht verhogen naar 19.5 °C
- Luchting open bij 25 °C.

12 maart 2012

- De behandeling met laag Magnesium is zichtbaar geler.
- Roetdauw schimmels op blad in alle behandelingen; dit komt in de praktijk niet voor (is het hier te nat door de vernevelingsinstallatie?).
- In de tafels met bodemverwarming zijn de planten korter en met dikker blad dan in de overige tafels.
- In de folietafels hebben de planten veel betere bladkleur dan in de rest van de kas; de bloemen steken hoger boven het blad. Jammer van de glazigheid.
- Het schade beeld van Anthurium 'Alabama' bij hoog Mangan en hoog Calcium is waar Albert naar op zoek is. Hij denkt dat de schade nu nog komt aan de bladranden met het scherpe weer van deze dagen.
- Bij de behandeling met hoog Calcium zijn de planten aan de rand slechter dan in het midden van de tafel, dit zou wel eens op meerdere tafels kunnen zijn door de luchtcirculatie.
- Planten wijder zetten (Fantasy Love zou eind volgende week eraan toe zijn, Alabama is nu al aan toe). Begin volgende week beide soorten weider zeten (gelijk met de visuele beoordeling!).
- Wisselproeven tussen folie / geen folie NU uitvoeren i.v.m. het scherpe weer (is ook het moment waarop telers met folie de folie weghalen).
- De belichting kan uit
- Nachttemperatuur kan naar 20 °C

- Over 2-3 weken krijgen als midden op de dag >250 μmol gemeten wordt. Met 60% Redusol aanbrengen.
- Verloop bladtemperatuur komende dagen volgen in kas.
- Is de verdeling van hydathoden over het blad gelijk aan de huidmondjes verdeling? D.w.z.: vind je hydathoden boven, onder of op beide zijden als de huidmondjes boven, onder of beide zijden? Belangrijk voor andere gewassen.
- EC in potgrond kan guttatie beïnvloeden (dit is bekend uit onderzoek bij Impatiens '92-'93)
- Graag EC in potgrond meten bij overzetten
- Graag ook opletten of vochniveau de mate van guttatie beïnvloed (meer na een watergift en aflopend?)
- Wat zou de functie zijn van de hydathoden => in de literatuur wordt geen melding van gemaakt.
- Zou de lage temperatuur als gevolg van de waterdruppels reden tot verkurking kunnen zijn?
- Goed definiëren wat oud en jong blad is. B.v. we gaan ervan uit dat een blad is niet meer jong als hij verhaard en donker is; Martin noemt een uitgerold blad al een "oud blad".
- In de praktijk ziet men al na een dag hoog licht of door het licht dat tussen de schermkieren komt, bladverbranding. Kan een licht x temperatuur effect zijn. Ook de luchtvochtigheid kan een effect hebben
- Als bladtemperatuur te hoog oploopt de komende weken zullen we de schade zien. Camera opzetten op een bijna volwassen blad bij Anthurium 'Alabama'.
- Kunnen we lenseffect druppels volledig uitsluiten na proefje met lamp? Zo niet, herhalen met zon i.p.v. lampje in een zonnige kas.
- Borium effect hoeft niet onderzocht te worden wat de telers betreft.

16 april 2012

- De behandeling met laag Mg geeft een mooi beeld van Mg - gebrek dat goed vastgelegd dient te worden.
- Het schade beeld van bij Mn laag lijkt verrassend veel op die van Mg laag.
- In de tafels met bodemverwarming zijn de planten korter en met dikker blad dan in de overige tafels. Ook lijken ze bossiger (meer stek). Het algemeen beeld is zeer compact, sommige vinden ze het mooist. Vraag is of de "drogere" teelt (minder water gekregen?) eraan bijgedragen heeft. Graag bij de eindwaarneming vastleggen.
- In de folietafels hebben de planten veel betere kleur dan in de rest van de kas en zijn mooi afgezien van de glazigheid.
- De wortels van Fantasy Love zijn prachtig.
- Het beeld van de Alabama op hoog Calcium is verrassend; men had daar de hoogste verwachtingen van.
- Klimaat is realistisch naar de praktijk toe. Echter, ons max. licht is de min. licht PAR bij Marco Evers; de BCO spreekt de wens uit om het lichtniveau in de kas de laatste weken te verhogen. In ieder geval niet krijgen.
- Na de eindwaarneming, planten laten staan en daarna meer licht toelaten (de schermdrempel verdubbelen!). De kwekers de planten laten beoordelen.
- Na afloop ervan, 5 planten per behandeling naar Anthura brengen (voor Albert en Marcel van Twist, ze willen o.a. droge stof bepalingen doen en meer chemische analyses)
- Bij de eindwaarneming, gewasmonsters nemen voor chemische analyses. Bemonsteren van net volgroeide jong blad; vergelijken met gebreks-blad. Interessant zijn de behandelingen met laag Mg / Hoog Mg; Laag Mn / Hoog Mn, en Hoog Ca. De potgrond planten hoeven niet bemonsterd te worden.
- Hydathoden over het blad NIET gelijk aan de huidmondjes verdeling. Hydathoden vind je boven, aan de rand van het blad. Huidmondjes vind je onder, verdeeld over het blad.
- Goede correlatie EC in substraat vs. guttatie: hoe lager de EC, hoe meer guttatie; wel kip-en-ei verhaal: gutteren de planten meer omdat de EC zo laag is, of is de EC laag omdat ze veel gutteren?
- Folie tafel: hoogste guttatie, laagste EC in de voeding. Verklaring BCO is dat door lagere verdamping, de pot altijd natter is, waardoor er minder opwaartse stroom van voeding is bij de watergift.
- In de praktijk ziet men al na een dag hoog licht of door het licht dat tussen de schermkieren komt, bladverbranding. Kan een licht x temperatuur effect zijn. Ook de luchtvochtigheid kan een effect hebben
- Kijken naar het moment van de watergift in de dagen dat de thermocamera (12-13-17 maart) is gebruikt= beïnvloed dat de temperatuur van het blad?

Bijlage III Efficiëntie fotosysteem II

De foto's hieronder tonen links een digitale beeld, en rechts, een opname van de planten gemaakt met de LED camera. De rode kleur geeft zones met een verlaagde efficiëntie van PS II aan.



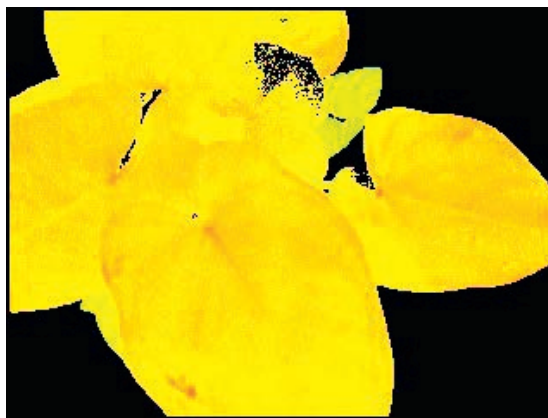
Potgrond Anthura, boven A. 'Alabama' onder A. 'Fantasy Love'.



Verwarmd boven door, boven A. 'Alabama' onder A. 'Fantasy Love'.



Hoog Mg, boven A. 'Alabama' onder A. 'Fantasy Love'.



Potgrond Rijnplant, boven A. 'Alabama' onder A. 'Fantasy Love'.



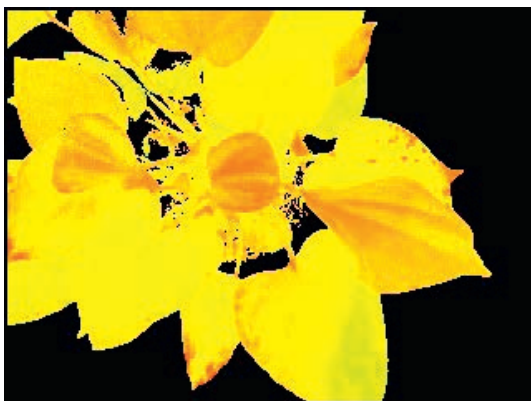
Hoog Ca, boven A. 'Alabama' onder A. 'Fantasy Love'.



Verwarmd, boven A. 'Alabama' onder A. 'Fantasy Love'.



Laag Mn, boven A. 'Alabama' onder A. 'Fantasy Love'.



Hoog Mn, boven A. 'Alabama' onder A. 'Fantasy Love'.



Folie, boven A. 'Alabama' onder A. 'Fantasy Love'.



Laag Mg, boven A. 'Alabama' onder A. 'Fantasy Love'.



Controle, boven A. 'Alabama' onder A. 'Fantasy Love'.



pH laag, boven A. 'Alabama' onder A. 'Fantasy Love'.

Bijlage IV Realisatie kasklimaat

Op warme dagen liep overdag de temperatuur op tot 28 °C in de kas. De relatieve luchtvochtigheid was gedurende de teelt conform de ingestelde waarde.

Gedurende de teelt varieerde de CO₂ concentratie in de kas tussen de 700 - 800 ppm.

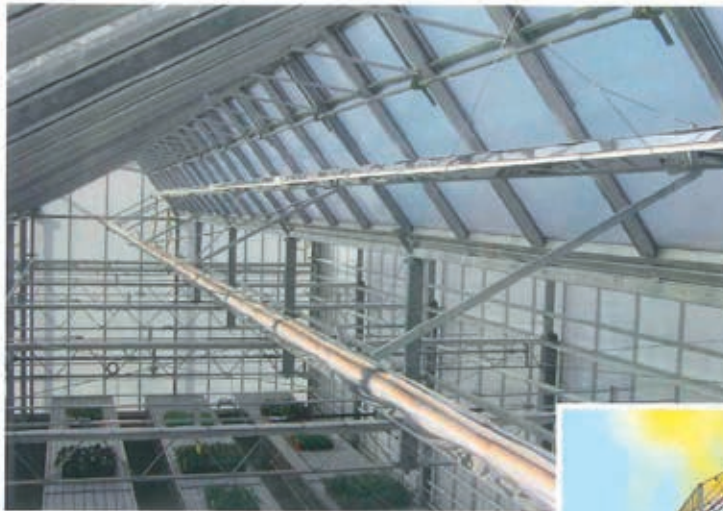
De licht intensiteit op plantniveau kon op heldere dagen oplopen tot circa 300 μmol m² s.

Bij de verwarmde behandelingen werd in de nacht over het algemeen de 2 graden temperatuurverschil gehaald. Overdag liep de temperatuur van het niet verwarmde substraat op waardoor het verschil werd genivelleerd. Op warme dagen kon de temperatuur van de onverwarmde substraten soms hoger uit vallen dan in de verwarmde substraten.

DaglichtKas



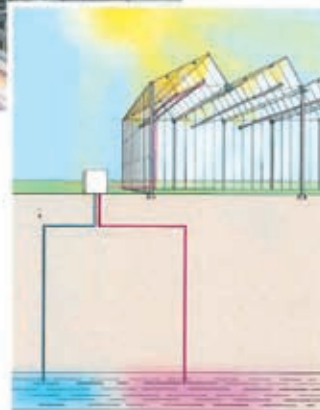
In de DaglichtKas is het groeiklimaat ideaal voor de teelt van tropische potplanten. Een unieke installatie zorgt ervoor dat het licht in de kas gedimd is en bijna volledig diffuus. Daarnaast kan de luchtvochtigheid worden geoptimaliseerd bij minimale luchting. In de zomer van 2011 wordt de opkweek van zeven potplantsoorten gemonitord en wordt de energieprestatie gemeten.



Werking DaglichtKas

De DaglichtKas bestaat uit drie hoofdonderdelen:

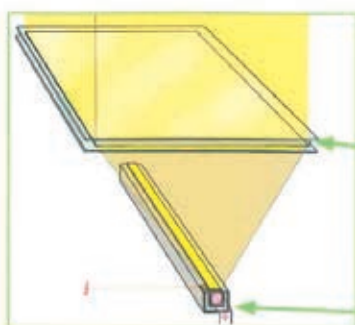
- de fresnellenzen in de zuidwaartse dakvlakken. Deze lenzen zijn geplaatst tussen twee glasplaten en concentreren het directe zonlicht in een smalle streep licht met een hoge intensiteit (de brandlijn). De lenzen zijn veel dunner en lichter in gewicht dan een gewone lens.
- de collector, die uit thermische en fotovoltaïsche elementen bestaat. Het gebundelde zonlicht wordt in de brandlijn door de collector omgezet in warmte en elektriciteit (alleen warmteproductie is ook mogelijk).
- het zonvolgsysteem om de collector in de brandlijn te houden. De zon verplaatst steeds en daarom zit de collector in een beweegbare constructie die geheel automatisch wordt bestuurd.



Vernevelingsinstallatie

Als het warm en zonnig is worden er kleine waterdruppeltjes in de kas verneveld. De verdamping hiervan leidt tot tropische luchtvochtigheden en maakt dat de kas efficiënt kan worden gekoeld.



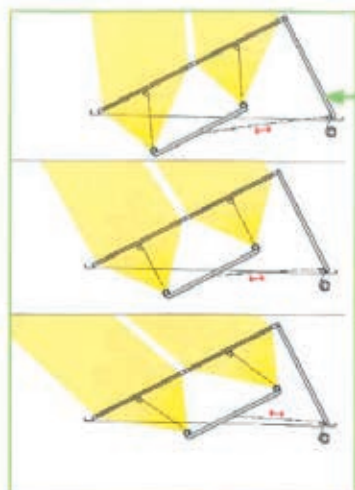


Werking DaglichtKas

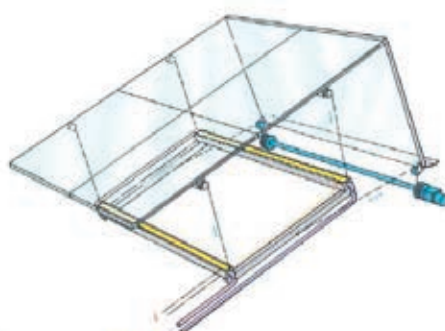
De DaglichtKas bestaat uit drie hoofdonderdelen:

- de fresnellenzes

- de collector

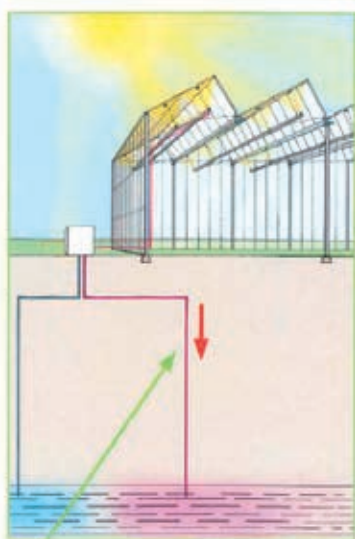


- het zonvolgsysteem



Perspectief

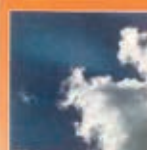
Het is de verwachting dat de gunstige groeiomstandigheden zo'n 10% versnelling in de teelt van potplanten oplevert. Qua energie wordt verwacht dat de huidige uitvoering van de kas jaarlijks tussen de 15 en 20 m³ aardgasequivalenten aan zonnewarmte verzamelt, genoeg om in de warmtebehoefte van deze goed geïsoleerde kas te voorzien. Daarnaast wordt er tussen de 20 en 30 kWh aan groene stroom geproduceerd.



Aquifer
Warmteopslag in bodem.

De DaglichtKas is een samenwerkingsproject van Bode Project- en Ingenieursbureau en Wageningen UR Glastuinbouw. De DaglichtKas is een van de demokassen van het Innovatie en Democentrum. Dit is de kweektuin voor nieuwe, energiezuinige technieken voor de glastuinbouw en is gevestigd op het terrein van Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk. Het Ministerie van EL&I en het Productschap Tuinbouw financieren het onderzoek in het kader van het programma Kas als Energiebron. Voor actuele informatie over het IDC en andere projecten van Kas als Energiebron, kijk op www.energiek2020.nl of neem contact op met Aat Dijkshoorn, email: a.dijkshoorn@tuinbouw.nl of telefoon: 079 3470632.

IDC, Violierenweg 1, Bleiswijk Belangstelling voor een rondleiding?
meldt u dan aan via: receptie.glastuinbouw@wur.nl of bel: 0317 48 580 06.



Mei
2011

