



Onderzoek naar de relaties tussen snoeimethode, klimaat en wortelrot bij *Snijanthurium*

Nieves García Victoria



Referaat

Niet door pathogeen veroorzaakte wortelafsterving leidt bij Anthurium tot plantvergeling, plantstrekking, en het soms massaal wegvallen van planten in de praktijk. Het Productschap Tuinbouw heeft een onderzoek gefinancierd dat tussen April 2010 en April 2011 bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk is uitgevoerd om inzicht te krijgen in de oorzaken van de wortelafsterving. Onderzocht is of de methode van bladsnoei een rol speelt in het optreden van wortelrot bij de soorten Tropical en Midori. Met de drie toegepaste methodes “Jong Blad Breken Continu”, “Jong Blad Breken met vervanging van 1 blad” en “Blad halveren” is wortelrot opgetreden in beide cultivars, waarbij Midori veel gevoeliger bleek dan Tropical. De mate waarin wortelrot zich voordeed was, vooral na de winter, het ergste in de behandeling “continu Jong Blad Breken”. Bij deze behandeling waren de planten ook het slechtst in bladkwaliteit, hadden het minste blad en produceerden ze iets minder bloemen, van slechtere kwaliteit en houdbaarheid. De oorzaak lijkt eerder een verstoring van de assimilaten- dan van de hormonalehuishouding van de plant. Vervolg onderzoek moet uitwijzen of andere methodes voor bladsnoei en teeltsystemen met meer ruimte voor de wortels ook tot wortelrot leiden.

Abstract

Root death not caused by pathogens leads to leaf yellowing, elongated growth and sometimes death of plants in commercial Anthurium cultivation. The Product Board for Horticulture supported between April 2010 and April 2011 a research project aiming to learn more about the factors causing these problems in practice. The experiment was conducted in two small greenhouse compartments at the Bleiswijk facilities of Wageningen UR Greenhouse Horticulture, with a one and a half year old crop of the varieties “Tropical” and “Midori”. The main factor studied was the method for leaf pruning. Root death occurred in both varieties with all three applied methods “Continuous Young Leaf Removal (YLR)”, “Young Leaf Removal with renewal of one leaf” and “Half leaf removal”. “Midori’s” roots were most severely affected. The worst roots were found from the end of the winter, in plants where the Continuous YLR method was applied. This leaf pruning treatment lead also to the worst plant (leaf) quality, had the least amount of leaves and had a lower flower production and quality than the plants treated with the other two leaf pruning methods. In the light of the results obtained, an assimilate unbalance seems to be a more plausible cause than a hormonal unbalance. Further research is needed to find out whether other crop maintenance methods, like for instance the traditional old-leaves pruning method, as well as cultivation systems that allow more space for the roots to develop are able to prevent root death.

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO).

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

	Voorwoord	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Probleemstelling	9
	1.2 Inventarisatie mogelijke oorzaken	9
	1.2.1 Blad snoei methodes bij Anthurium	9
	1.2.1.1 Snoeien van oud blad	10
	1.2.1.2 Jong Blad Breken: de voordelen	10
	1.2.1.3 Jong Blad Breken en het hormonenbalans	11
	1.2.1.4 Jong Blad Breken en het assimilatenbalans	11
	1.2.2 Anthuriumteelt en energie	11
	1.3 Dit onderzoek	11
	1.3.1 Doelstellingen	11
	1.3.2 Afbakeningen	12
2	Materiaal en methode	13
	2.1 Gewas	13
	2.1.1 Bladsnoei methode	13
	2.1.2 Omgaan met “omvallen”	14
	2.2 Voeding, watergift en gewasbescherming	14
	2.3 Kasklimaat	14
	2.3.1 Regeling en registratie	14
	2.3.2 Kasklimaatbehandelingen	15
	2.4 Waarnemingen	15
	2.4.1 Productie	15
	2.4.2 Houdbaarheid, blauwverkleuring en glazigheid	16
	2.4.2.1 Definitie blauwverkleuring en glazigheid	16
	2.4.2.2 Definitie van houdbaarheid	16
	2.4.3 Wortelkwaliteit	16
	2.4.4 Fotosynthese	17
	2.4.5 Hormoononderzoek	17
	2.4.6 Suiker en zetmeel	18
	2.4.7 Eindwaarneming planten	18
3	Resultaten	19
	3.1 Kasklimaat	19
	3.2 Wortelkwaliteit	19
	3.2.1 Invloed cultivar	20
	3.2.2 Invloed voorgeschiedenis	20
	3.2.3 Invloed klimaat	21
	3.2.4 Invloed snoei behandeling	22
	3.3 Productie	23
	3.3.1 Invloed klimaat op productie	23
	3.3.2 Invloed snoei behandeling op productie	24
	3.3.2.1 Onder “extreem” klimaat	24
	3.3.2.2 Onder “normaal” klimaat	25
	3.3.2.2.1 Dode planten bij Midori	26

3.4	Kwaliteit	28
3.4.1	Plantkwaliteit	28
3.4.2	Bloemkwaliteit	30
3.4.3	Naoogst kwaliteit	31
3.4.3.1	Houdbaarheid	32
3.4.3.2	Blauwverkleuring en glazigheid	32
3.5	Fotosynthese	33
3.6	Zetmeel en suiker gehalten	35
3.6.1	Zetmeel	35
3.6.2	Suikers	36
3.7	Groeihormonen	37
3.7.1	Auxine	38
3.7.1.1	Gehalten in planten uit de praktijk	38
3.7.1.2	Gehalten per behandeling, augustus 2011	39
3.7.1.3	Gehalten per behandeling, maart 2012	40
3.7.2	Cytokinines	41
3.7.2.1	Chemische samenstelling en biologische activiteit cytokinine	41
3.7.2.2	Functies van cytokinine in de plant	41
3.7.2.3	Gehalten in planten uit de praktijk	42
3.7.2.4	Gehalten per behandeling, augustus 2011, maart 2012	42
4	Algemene discussie	45
4.1	Assimilatenbalans: De effecten van bladsnoei	45
4.2	Hormonenbalans: de effecten van bladsnoei en slechte wortels	46
4.3	Niet onderzochte hypothesen	47
4.3.1	Hypothese 1: verstoorde water en mineralenbalans	47
4.3.1.1	Worteldruk en guttatie	48
4.3.1.2	Glazigheid en bladnecrose	49
4.3.1.3	Naoogst problemen	49
4.3.2	Hypothese 2: de potmaat belemmert wortelgroei	50
4.4	Een complex probleem	50
5	Conclusies	53
6	Aanbevelingen	55
7	Literatuur	57
Bijlage I	Foto's startsituatie gewas + wortels	59
Bijlage II	Wortelkwaliteit	61
Bijlage III	Klimaat realisatie	63
Bijlage IV	Suiker en zetmeelgehalten	65
Bijlage V	Extractie en purificatie protocol t.b.v. hormoononderzoek.	67
Bijlage VI	Resultaten cytokinine analyses	69
Bijlage VII	Resultaten fotosynthese metingen juli 2011	73

Voorwoord

Graag wil ik alle leden van het team dat dit onderzoek tot een goed einde heeft gebracht bedanken voor zijn of haar bijdrage:

Allereerst de financier, het Productschap Tuinbouw, voor het vertrouwen.

Anthura voor het plantmateriaal. Ton Bekkers en Kwekerij Ichtus worden bedankt voor het leveren van planten uit hun kas voor het vooronderzoek naar de hormonengehalten bij dit gewas.

Dank aan de leden van de landelijke commissie Anthurium van LTO Groeiservice voor het aandragen van het probleem, het mede bedenken van de proefopzet, en het draagvlak voor en tijdens de uitvoering. De telers Jan van Adrichem en Jeroen Ammerlaan, en de voorlichters Gert Benders, André Lont en Hans van Eijk voor de intensieve begeleiding, de goede teeltadviezen en de aangename sfeer waarin de bijeenkomsten plaatsvonden.

Jaap Kester van LTO Groeiservice voor het organiseren van bijeenkomsten, de verslaglegging en de communicatie via de nieuwsbrief.

Een woord van dank ook voor alle collega-onderzoekers van Wageningen UR Glastuinbouw die betrokken zijn geweest bij verschillende werkzaamheden: Nico van Mourik voor alle werkzaamheden aan het gewas, de oogst, de productiewaarnemingen en de houdbaarheid. Fred van Leeuwen voor de gewasverzorging, kasklimaat, voeding en watergift en het maken van steunmateriaal om het omvallen van planten te voorkomen.

Mary Warmenhoven voor de fotosynthese metingen. Piet Koornneef en Rob Pret voor hun hulp met de kastechniek. Gerdien Kouwenhoven voor de wortelwaarnemingen en de eindwaarnemingen aan het gewas. Svetlana Chizhmak voor het voorbereiden van de gewasmonsters en Jacques Withagen voor de statistiek.

Tot slot wil ik de collega's in Wageningen bedanken voor de bijzondere analyses: Arjan van de Peppel voor de suiker en zetmeelanalyses; Tanya Charnikhova, Arro Bouwmeester en Carolien Ruyter-Spira voor de informatie over hormonen en de hormoonbepalingen aan het gewas.

Nieves García

Bleiswijk, november 2012

Samenvatting

Tussen April 2010 en April 2011 is met PT financiering een onderzoek uitgevoerd bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk om inzicht te krijgen in de factoren die mogelijk een rol spelen in het ontstaan van wortelrot bij Anthurium. Dit is een probleem dat in de praktijk steeds vaker voorkomt, en die via wortelafsterving tot plantvergeling, plantstrekking, en totale plantafsterving leidt. Het wortelrot probleem doet zich in alle soorten voor, maar de veel geteelde 'Midori' lijkt daar bijzonder gevoelig voor. Een microbiologische oorzaak is op basis van vooronderzoek bij telers uitgesloten.

Onderzocht is of de methode van bladsnoei een rol speelt in het optreden van wortelrot, en zo ja, of het komt vanwege een verstoring van de hormonale of de assimilatenhuishouding van de plant. Hiertoe zijn anderhalf jaar oude planten van de soorten Midori en Tropical in twee kasafdelingen gedurende een jaar geteeld. Drie methodes voor bladsnoei, t.w., "blad halveren", "jong blad breken met 1 blad vervanging", en "continu jong blad breken" werden toegepast en met elkaar vergeleken ten aanzien van mate van wortelrot, productie, kwaliteit, fotosynthese capaciteit, gehaltes aan auxines en cytokinines, aan zetmeel en suikers.

Gedurende de eerste vijf maanden van het onderzoek werden planten tevens in twee extra afdelingen geteeld in een omgeving wat donkerder was gemaakt (1,2 Mol PAR licht/dag minder bij Midori, 3,4 Mol PAR licht/dag minder bij Tropical) om de invloed van het klimaat op het optreden van wortelrot te bestuderen.

Gebleken is dat Tropical in beide omgevingen minder gevoelig is voor wortelrot dan Midori. Het "extreme" klimaat (donker) maakte, in de korte tijd dat het is aangehouden, het wortel probleem niet erger dan het "normale" klimaat, maar de productie was lager dan onder het "normale" klimaat. Bij de drie toegepaste snoeimethodes treedt wortelrot in beide soorten op. De voorgeschiedenis speelt mogelijk een rol, aangezien bij alle planten het jaar ervoor JBB (Jong Blad Breken) continu werd toegepast. De slechtste wortels aan het einde van de proef worden gevonden bij planten waarbij als methode van bladsnoei "continu JBB" gedurende de hele proef is toegepast; de planten met de beste wortels (hoewel ook slecht) zijn die uit de behandeling "blad halveren".

Aan de hand van de hormonale bepalingen lijkt wortelrot niet te worden veroorzaakt door auxine gebrek. Bij beide soorten wordt Auxine gevonden in verschillende plantendelen, en de concentraties in de wortels nemen ondanks de verslechtering van de wortelkwaliteit in de tijd niet af. In de wortels wordt wel een inactieve auxinevorm, Oxi-IAA gevonden. Het aantal verbindingen met cytokinine-activiteit, neemt in de tijd af, evenals de concentratie van de biologisch meest active cytokinines. Dit lijkt eerder het gevolg van het wegvallen van wortels dan de oorzaak ervan.

De hoeveelheid zetmeel in de wortels is in april (Tropical), als er voldoende licht is voor plantfotosynthese, hoger dan in februari. De planten uit de behandeling met de "beste" wortels (hoewel ook slecht), zijn de planten met het meeste blad (snoeibehandeling "blad halveren"). Deze planten hebben de hoogste glucose concentraties in de wortels. Een tekort aan assimilaten als gevolg van het snoeien van teveel blad kan daarom eerder worden beschouwd als een mogelijke veroorzaker van wortelrot dan een hormonale oorzaak.

De verschillende snoeibehandelingen hebben een groot effect op de bovengrondse plantendelen. Zo ziet het gewas met "JBB continu" slechter uit dan met de andere twee snoeibehandelingen, met ernstige bladvergeling en necrotische bladranden. Het gewas met blad halveren als snoeibehandeling is, ondanks de aangebrachte schade (het door midden scheuren van het blad), het mooist. De methode van JBB continu heeft ook een negatieve invloed op de productie en kwaliteit van de geoogste bloemen: er worden minder takken geoogst en deze zijn korter en lichter. Mogelijk is het negatieve effect op de productie het gevolg van te weinig blad aan de plant voor voldoende fotosynthese (en daarom wat te verbeteren met de andere twee snoeimethodes, waarbij meer blad per plant wordt aangehouden). De snoeimethode continu Jong Blad Breken leidt in vergelijking met de andere twee methodes voor blad onderhoud tot een kortere houdbaarheid van de bloemen en tot een verhoging van de mate waarin blauwverkleuring en glazigheid optreden na de oogst. De bloemmaat wordt niet door de snoeimethode beïnvloed.

Het ontwikkelen van een goede bladmanagementstrategie is van wezenlijk belang voor een evenwichtige productie, kwaliteit, arbeidsbehoefte en gewasgezondheid bij Anthurium. Aanbevolen wordt om in de praktijk kritisch naar de gevolgen van de huidige methodes van bladsnoei te kijken en de voor en nadelen goed tegen elkaar af te wegen. Voor het volledig uitsluiten van de effecten van de methode van bladsnoei op het rotten van wortels, zal eigenlijk ook een referentie meegenomen moeten worden met “traditioneel blad snoeien”, dat wil zeggen, met het snijden van oud blad. In een eventueel vervolg onderzoek zal ook aandacht moeten zijn voor de rol van het jonge blad in de afvoer van overtollig water en mineralen via guttatie, en voor verschillende teeltsystemen waar meer ruimte is voor wortelgroei.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

In de praktijk komt sinds kort wortelrot in de Anthuriumteelt frequent voor. Symptomen zijn dat de planten geel worden en strekken, de wortels afsterven, waarna de hele plant geleidelijk afsterft. Om te overleven maakt de plant soms nog een scheutje. De problemen kunnen zich in alle soorten voordoen, maar vooral de veel geteelde 'Midori' heeft daar bijzonder veel last van.

1.2 Inventarisatie mogelijke oorzaken

Om zicht te krijgen op deze specifieke problematiek is met kwekers en voorlichters gesproken.

Microbiologisch onderzoek van de aangetaste planten heeft nog niet de aanwezigheid van een ziekteverwekker kunnen aantonen (pers. comm. A. Lont, H. van Eijk, IMAC). Soms worden in aangetaste wortels de schimmels *Pythium* en/ of *Penicillium* gevonden. Omdat deze vooral secundaire, opportunistische aantasters zijn, wordt er niet vanuit gegaan dat een ziekteverwekker de primaire oorzaak is van het probleem.

Andere factoren waar in eerste instantie aan gedacht wordt zijn een hoge EC in de pot, of een te natte pot t.o.v. de verdamping. Doorspoelen van potten, en droger telen heeft echter slechts bij zeer gevoelige rassen tot een beperkte verbetering van het wortelstelsel geleid.

Dat de problemen pas de afgelopen jaren zijn ontstaan suggereren dat recent geïntroduceerde veranderingen in de teeltmethodes mogelijk een relatie houden met de waargenomen probleemgevallen in teeltbedrijven. Recent zijn drie teeltpraktijken veranderd:

- er is een andere bladsnoeimethode geïntroduceerd. Deze wordt door telers als een andere, aannemelijke oorzaak beschouwd. De methode en de wijze waarop hij mogelijk invloed zou kunnen hebben op de problemen worden hieronder toegelicht.
- om energie te besparen, is men minder gaan stoken, maar meer gaan isoleren (García, de Zwart en Labrie, 2010) om minder warmte te verliezen door ventilatie waardoor het in de kas vochtig en donker wordt (15% minder licht door de AC folie). 'S nachts wordt het koud en in warme dagen warm. Door telers wordt deze ontwikkeling als een mogelijke oorzaak beschouwd.
- men is meer CO₂ gaan doseren m.b.v. OCAP aansluitingen (dit wordt vooralsnog niet als een probleem beschouwd), en we gaan er in dit onderzoek niet verder op in.

1.2.1 Blad snoei methodes bij Anthurium

De groei van Anthurium kenmerkt zich door de opeenvolgende, alternerende ontwikkeling van een blad en een bloem, beide gezamenlijk genaamd 'een fytomeer'. Het jonge, zich ontwikkelende blad is een sterke "sink" voor assimilaten geleverd door de oudere bladeren. Zodra het blad is afgehard, kan het in haar eigen behoefte aan assimilaten voorzien, en kan de bloem, die in de oksel van dit blad verstopt zit, uitgroeien. In de potplantenteelt blijven beiden aan de plant, die uit zoveel mogelijk bloemen en bladeren moet bestaan. In de teelt van Anthurium als snijbloem, worden de bloemen geoogst, waardoor de bladeren in de plant achterblijven. De achterblijvende bladeren maken het gewas erg dicht en bemoeilijken de oogstwerkzaamheden. Blad dunnen is daarom een noodzakelijke teeltmaatregel in de snijbloemeteelt van Anthurium.

1.2.1.1 Snoeien van oud blad

Om het gewas open te houden verwijderden kwekers traditioneel de oude bladeren. Het aantal te verwijderen oude bladeren was al in 2004 onderwerp van onderzoek (Warmenhoven *et al.*, 2005). Tot ca. 2007 was dit de normale methode van bladsnoei bij Anthurium, maar wordt momenteel in Nederland niet meer toegepast. Sinds een aantal jaar plukken kwekers niet meer het oude blad, maar het jonge blad. Deze bladsnoeimethode heeft een snelle opmars gemaakt in de teelt van Anthurium, en wordt onder telers genoemd JBB, of “jong blad breken”.

1.2.1.2 Jong Blad Breken: de voordelen

Het jonge blad is zoals eerder gezegd een sterke “sink”. 14 dagen nadat hij uit de schacht komt heeft het nog een negatieve netto fotosynthese. Verwijderen van het jonge blad zorgt, doordat deze sterke “sink” wordt weggehaald, voor een snellere bloem uitgroei (Dai en Paull, 1990; Slootweg en García Victoria, 2008). De door Dai en Paull gerapporteerde versnelling (bij de soort Kaumana) varieert van 0 tot 18 dagen afhankelijk van het moment van weghalen (gerekend na het moment dat het blad uit de schacht verschijnt: hoe eerder dit gebeurt, hoe sneller de bloem uitgroeit). De door Slootweg en García Victoria gemeten versnelling in verschillende groeicycli bij normale Nederlandse teeltomstandigheden voor de cultivar Montero varieerde tussen 0 en 7 dagen; voor de cultivar Maxima Verde tussen -3 (dat wil zeggen, dat het 3 dagen vertraagde) en 8 dagen.

Deze versnelling leidt tot een verhoging van de productie. Als de uitgroeiduur, die afhankelijk van cultivar en seizoen (langer in winter) tussen 55 en 70 dagen kan variëren (Durieux *et al.*, 1997, Slootweg *et al.*, 2008), met 5 dagen versnelt, kunnen er per plant 6,3 bloemen in plaats van +/- 5,8 geoogst worden. Kwekers plukken daarom het liefst zoveel mogelijk jong blad. Het breken van jong blad levert ook een arbeidsvoordeel op, aldus telers. Het jonge blad uit een heel bed past immers met gemak in de zakken van een schort en behoeft slechts een arbeidsgang. Het zoeken van het juiste te snoeien oud blad, en het afvoeren van de grote bladeren kost veel tijd. De arbeidsbesparing is voor telers, zeker in deze moeilijke tijden, een veel sterker argument dan de teeltversnelling om de nieuwe methode van bladsnoei tot te passen.

De keerzijde van het verwijderen van dit sterke “sink” (het jonge blad), is dat de volgende uitgroeiende bloem niet over deze “source” kan beschikken (Dufour en Guérin, 2003). Inderdaad heeft het jonge blad een negatieve fotosynthese, maar dit verandert: het blad blijft niet altijd jong. De fotosynthese neemt geleidelijk toe naarmate het blad ouder wordt (Dai en Paul, 1990), en een hogere droge stof percentage bevat (Durieux *et al.*, 1997). De gevolgen op lange termijn van het verwijderen van jonge bladeren zoals nu in de praktijk gebruikelijk is, zijn niet gedocumenteerd.

Enkele telers vermoeden dat door dit jong blad plukken problemen met wortelrot kunnen ontstaan of verergeren. Onder stressvolle omstandigheden klappt de plant dan in elkaar; kwekers en voorlichters spreken van een “verstoorde balans in de plant” door jong blad plukken. Het is niet precies duidelijk of dit een verstoorde hormoonbalans is, een tekort aan suikers of een combinatie van beide. Om wegvallen van planten te voorkomen laten kwekers nu op verschillende momenten een jong blad staan, zodat hij kan uitgroeien om de “balans” te herstellen. Bij sommige soorten blijven de problemen met wortelrot en wegvallen van planten echter bestaan. Kwekers zoeken naar de juiste strategie en iedere cultivar reageert weer anders. Een andere in de praktijk onderzochte oplossing is het maar gedeeltelijk plukken van het jonge blad: niet het hele blad in een vroeg ontwikkelingsstadium, maar de helft van het jonge, net uitgerolde, zachte blad wordt gescheurd, waardoor de helft van het blad blijft staan (het zogenaamd “blad halveer methode”), of een nog veel kleiner stuk van het blad, de delen vlak bij de steelaanzet, laat staan (de zogenaamde “Mickey Mouse oren” snoeimethode). De problemen met uitval lijken dan opgelost, maar het zwakt het effect op de productie af. Ook is de arbeidsbesparing minder omdat het blad alsnog uitgroeit voordat het verwijderd moet worden.

Kwekers willen een snoeimethode die de kool en de geit spaart. Hiervoor hebben zij behoefte aan kennis over de grenzen die het gewas Anthurium stelt ten aanzien van snoeimethoden en productie. Hiervoor hebben zij behoefte aan kennis over de grenzen die het gewas Anthurium stelt ten aanzien van snoeimethoden en productie, de fysiologische oorzaken van het probleem, en middelen of methodes om, als er sprake is van ‘onbalans’, deze beheersbaar te houden.

1.2.1.3 Jong Blad Breken en het hormonenbalans

Telers verklaren een deel van de productieverhoging als een gevolg van een verandering in de hormonenbalans: Bij het langdurig verwijderen van alle jonge bladeren maakt de plant nauwelijks auxine aan. In de hormoonbalans krijgt cytokinine de overhand. Kwekers denken dat de plant juist hierdoor een dikkere kop en een grotere bloem gaat maken. Er is geen onderzoek gedaan naar het effect op de hormoonhuishouding van langdurig verwijderen van jong blad in Anthurium.

1.2.1.4 Jong Blad Breken en het assimilatenbalans

Ervaringen van kwekers wijzen uit dat het zeer kort bijhouden van jong blad de sterkste productieverhoging geeft. Een vraag is ook of het verouderde bladpakket van de plant voldoende suikers produceert om de productie te ondersteunen. De kwekers gaan er van uit dat het oude blad voldoende fotosynthese capaciteit heeft. De fotosynthese metingen die dit onderbouwen zijn echter beperkt uitgevoerd. In de praktijk werkt men vooral met porometers. Deze metingen geven aan dat het blad lang actief blijft met verdampen, maar zeggen niets over de fotosynthese.

Er zijn twee manieren waarop met dit probleem omgegaan kan worden:

1. Accepteren dat de balans van de plant niet teveel verstoord kan worden, dan wel dat de plant niet teveel uitgeput mag worden en daarmee lagere productie accepteren, en zoeken naar de grens voor een maximale productie.
2. De verstoring of uitputting van de plant handhaven ten behoeve van maximale productie en de gevolgen met kunstmatige ingrepen wegnemen, denk hierbij aan de hormoonbalans herstellen of stress vermijdend telen.

De eerste is wat nu in de praktijk gebeurt. De tweede is vanuit het oogpunt van productie en arbeidsbesparing ideaal, maar of het mogelijk is, dat is de vraag, Hiervoor moet er meer kennis zijn over het ontstaan van zowel de meer productie, als over het ontstaan van wortelrot.

1.2.2 Anthuriumteelt en energie

Stress speelt een rol bij het initiëren van problemen met wortelrot. Een koude en donkere periode initieert het probleem, maar wortelrot komt in alle seizoenen voor. Over hoe wortelrot ontstaat, lopen de meningen op dezelfde manier uiteen als over het ontstaan van meer productie. Aan de ene kant is er de theorie dat de plant teveel in onbalans raakt. In een poging dit te corrigeren stoot de plant zijn wortels af en vernietigt zichzelf om een nieuwe start te kunnen maken. Aan de andere kant is er de theorie dat de plant door de intensieve manier van telen uitgeput raakt en gevoeliger is voor ziekten. Door de nieuwe snoeimethode vergt de kweker meer van de plant dan voorheen. Men gaat sneller over de grens van het mogelijke. Door rustiger te telen zou dit mogelijk op te lossen zijn.

1.3 Dit onderzoek

Het onderzoek wat in dit verslag beschreven wordt, is uitgevoerd om inzicht te krijgen in welke van de bovengenoemde factoren een rol spelen in het ontstaan van wortelrot. Middels een kasproef wordt antwoord gezocht op de volgende drie essentiële vragen:

1. Is jong blad breken een belangrijke factor bij het ontstaan van wortelrot?
2. Welke invloed heeft jong blad breken op de hormoonhuishouding en de assimilatenhuishouding van de plant?
3. Welke invloed heeft het kasklimaat op het ontstaan van wortelrot.

De onderzochte factoren zijn: klimaat (t.b.v. vraag 3, "normaal" t.o.v. "extreem") en de snoeimethode ("blad halveren", "1 blad vervangen", en "continu jong blad breken"). Er is gekeken naar de invloed van deze factoren op de productie, de kwaliteit, de hormonale huishouding, de aanmaak en opslag van suikers, en het optreden van wortelrot.

1.3.1 Doelstellingen

Inzicht verkrijgen in de factoren die een rol spelen bij het ontstaan van wortelrot in Anthurium. Bouwstenen leveren voor het ontwikkelen van effectieve strategieën voor bladsnoei en teeltomstandigheden, waarbij met een minimale arbeidsinzet een maximale productie wordt bereikt zonder uitval door wortelrot.

1.3.2 Afbakeningen

Het onderzoek wordt uitgevoerd met een bestaand gewas, afkomstig uit een eerder onderzoek (een CO₂ proef). Er zijn planten die bij verschillende CO₂ gehalten gegroeid zijn. Sommige hebben wellicht nu een grotere reserve en raken dus minder snel uitgeput. Het is een verstoring die ondervangen is door het herverdelen van de planten over de behandelingen, en door het aanhouden van een overgangsfase tussen het einde van het CO₂ onderzoek en de start van het nieuwe onderzoek.

Bij alle planten is de snoeimethode van jong blad breken vanaf het eerste teeltjaar toegepast.

In de behandelingen is geen controle “traditioneel oud blad snoeien” toegepast doordat de praktijk deze handeling “niet meer van deze tijd” acht. Alle behandelingen grijpen in meerdere of mindere mate in op het jonge blad.

In de opzet is ervan uitgegaan dat de problemen niet veroorzaakt worden door een ziekteverwekker; er zijn daarom geen microbiologische monsters onderzocht.

Het onderzoek is in enkelvoud uitgevoerd (een afdeling per soort per klimaat, met drie snoeibehandelingen erin).

2 Materiaal en methode

Er is in 4 kassen van 25m², uitgerust met 3 teelttafels ieder, een kasproef uitgevoerd met 2 rassen. Elke ras is in 2 kassen ondergebracht.

Er zijn twee kasklimaatbehandelingen (per klimaat, 2 kassen) en drie bladsnoeiregimes (per kas, drie regimes) aangebracht.

2.1 Gewas

De planten zijn in september 2009 door Anthura BV met 3 planten per pot in 14 cm potten met oasis als substraat geplant en geschonken ten behoeve van een CO₂ onderzoek (García Victoria, N., 2011) dat is uitgevoerd van januari 2010 tot januari 2011.

In januari 2010 had het gewas een grootte van 60 cm voor Midori en 80 cm voor Tropical.

Van februari 2011 tot april 2011 is het gewas geacclimatiseerd ten behoeve van dit onderzoek. Dat wil zeggen dat de planten uit de verschillende CO₂ doseerniveaus door elkaar zijn gemengd, en onder één CO₂ niveau (500 ppm) zijn doorgeteeld.

De planten waren bij de start van het onderzoek dus anderhalf jaar oud. De reden voor deze keus (oudere planten) is dat de problemen in de praktijk wel eens voorkomen ook bij jonge planten, maar ontstaan vaker bij planten ouder dan twee jaar. Er stonden drie planten in een pot (de wortels van drie planten uit een pot waren niet uit elkaar te onderscheiden).

De planten zijn bij de start omgepot in doorzichtige potten. Dit maakte mogelijk om de wortels tussentijds te beoordelen. Om lichtinval direct op de wortels te krijgen, zijn om de doorzichtige potten, de oude zwarte potten als een omhulsel omheen gedaan, waarvan de bodem verwijderd was.

Het onderzoek is uitgevoerd met 2 rassen: het ras Midori, gevoeliger voor wortelrot, en het ras Tropical, iets minder gevoelig voor wortelrot.

2.1.1 Bladsnoei methode

Per plant werden bij de start van de CO₂ proef in januari 2010 twee hele bladeren aangehouden; eventueel aanwezig ouder blad is geoogst. Hierna is het jonge, volledig uitgerold blad voor iets minder dan de helft gescheurd. Het halveren van jong blad ging door tot 17 juli in de Tropical 2010, en tot 13 september 2010 in de Midori. Na deze data ging men ervanuit dat er voldoende gewas stond en is het breken van jong blad (JBB snoeimethode) begonnen. Hiertoe werd het jonge blad verwijderd zodra deze uit de schacht kwam en zich nog in strak opgerold stadium bevond.

Bij de start van de wortelrot proef, al tijdens de acclimatisatieperiode (februari tot april 2011), zijn drie snoeibehandelingen ingezet (Tabel 1). Deze zijn tot het einde van de proef voortgezet.

Tabel 1. Toegepaste snoeibehandelingen.

Nr.	afkorting	Uitleg
1	JBB continu	Continu Jong Blad breken,
2	JBB vervanging	Jong Blad Breken met vervanging 1 blad (Midori) of ½ blad (Tropical) in voorjaar
3	Halveren	Semi-traditioneel: jonge bladeren laten ontwikkelen en halveren voor afharding

2.1.2 Omgaan met “omvallen”

Kort na de start van de proef begonnen de planten, vooral Midori, vanwege de groeiwijze van Anthurium (de plantstam groeit omhoog) om te vallen. Het omvallen van planten wordt ook gezien als een reden voor extra wortelrot. Omdat de BCO bang was dat er in de proef mogelijk vanwege de plantleeftijd, geen wortelrot zou optreden werd er besloten de planten om te laten vallen. Om de watergiften mogelijk te houden, moesten hiertoe de potten vast worden gehouden met behulp van aan elkaar vastgemaakte rubberen snelbinders die aan de tafelranden werden bevestigd om de pot heen. Omdat het omvallen echter de werkzaamheden bemoeilijkte, werd na enkele maanden verzocht de planten enigszins te ondersteunen met een stok. Omdat in de loop van de maanden dit onvoldoende bleek zijn er metalen rekken om de planten heen gemaakt om deze rechtop te houden.

2.2 Voeding, watergift en gewasbescherming

Irrigatie en voeding hebben plaatsgevonden via eb-vloed; er werd een beurt per dag gegeven bij Tropical, en een beurt per twee dagen bij Midori. De duur van de vloedbeurt was minimaal 5 en maximaal 10 minuten afhankelijk van de periode van het jaar.

Als voedingsoplossing is een formule gebruikt wat afgeleid is van de standaardvoedingsoplossing voor Snijanthurium, conform de BemestingsAdviesBasis substraten (De Kreij *et al.*, 1999). De samenstelling hiervan is in Tabel 2. weergegeven.

Tabel 2. Samenstelling gebruikte voedingsoplossing.

		Hoofdelementen mmol/l							Spoorelementen $\mu\text{mol/l}$					
EC	pH	NO_3^-	SO_4^{2-}	P^-	NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe	B	Mn	Zn	Cu	Mo
1.2	5.2	6.7	1.6	1.0	0.0	5.4	1.7	1.1	20	30	2.0	4.0	1.0	0.7

Middels vangplaten in de kas is de aanwezigheid van insecten tijdens de teelt gevolgd. Er zijn geen ziekten noch plagen opgetreden gedurende de teelt, en daarom is verder geen gewasbescherming (chemisch of biologisch) toegepast.

2.3 Kasklimaat

Het klimaat is te allen tijde in overleg met de Begeleidingscommissie geregeld, teneinde zoveel mogelijk conform praktijk te telen. De temperatuur en RV-setpoints voor Midori en Tropical verschilden licht van elkaar. Daarnaast werden tot augustus 2011 twee klimaatregiems per cultivar gehanteerd: een “normale” klimaat en een “extreem klimaat” (Tabel 3.). Hieronder (2.3.1) worden de parameters genoemd die voor alle kassen golden, en daarna (2.3.2) de parameters die specifiek waren voor een soort of klimaat.

2.3.1 Regeling en registratie

Het klimaat (temperatuur, luchtvochtigheid en CO_2) is met behulp van geventileerde meetboxen geregistreerd. Daarnaast was een PAR sensor per kas geplaatst.

Tot half maart (week 15) en vanaf half oktober (week 42) werd aanvullend belicht overdag met 2500 lux als de buitenstraling lager was dan 150 W/m^2 . Dit was nodig omdat zonder bij belichting werd in onze kassen een lichtsom van $7,5 \text{ Mol/week}$ in week 50 gehaald werd, dit was lager dan in de praktijk.

Bij een buitenstraling van 400 W/m² ging het schermdoek dicht, en bij 350 W/m² ging het weer open.

Eind maart zijn de zuidgevels (voorgevels kassen) gekrijt. 23 april is ook het dak en de overige gevels gekrijt. Omdat het verschil in licht in de “normale” en “donkere” kassen te klein was, is op 2 mei een tweede laag krijt op het dak van de “donkere” kassen (in het midden van het kassenblok) gelegd. 23/09 is het krijt van de tussenkassen en de corridors weer gewassen, en de tweede week van oktober gebeurde dat van het dak en de gevels van de proefkassen.

Er is verneveld wanneer de RV lager werd dan 70% bij Tropical, en lager dan 80% bij Midori.

In de kassen is CO₂ gedoseerd (OCAP CO₂) teneinde een streefconcentratie van 500 ppm te bereiken.

2.3.2 Kasklimaatbehandelingen

Ieder cultivar was verdeeld over twee kassen; per cultivar waren twee verschillende klimaatbehandelingen ingesteld: een “normaal klimaat” en een “extreem klimaat” (donkerder en warmer). Om de kassen donkerder te maken met de aanwezige schermen, zijn de kassen in het midden van het kassenblok (vanwege de positie al iets donkerder dan de buitenste kassen) bij de gevel van een dubbele kaasdoek voorzien. De temperatuursetpoints (conform praktijk is besloten niet in de zomer te verwarmen) werden met één graad verhoogd ten opzichte van “normaal”. Ook gingen de schermdoeken, indien van toepassing, bij een 100W lagere buitenstraling dicht dan bij de kassen met “normaal” licht. Tabel 3. vat de belangrijkste klimaatparameters samen:

Tabel 3. klimaatbehandelingen (streefwaardes bij de start in april).

Kasnr.	Soort	Klimaat	Temperatuur		Licht	RV
			Etmaal	Min. (nacht)		
2103	Midori	Normaal	22 °C	19 °C	7 Mol/dag	85%
2104	Midori	Extreem	24 °C	19 °C	<7Mol/dag	85%
2105	Tropical	Extreem	23 °C	18 °C	<7Mol/dag	75%
2106	Tropical	Normaal	21 °C	18 °C	7 Mol/dag	75%

Bij de start (april) is een etmaaltemperatuur van 21 °C bij Tropical en van 22 °C bij Midori nagestreefd. Vanaf half oktober zijn de streef etmaaltemperaturen met 1 graad per maand (dag) en een halve graad per maand (nacht) afgebouwd, zodat in december de etmalen op 20 °C voor Midori en 19 °C voor Tropical uitkwamen. De setpoint stoken lag bij 17 °C en er werd bij 24 °C geventileerd.

De twee kassen met “extreem” klimaat zijn tot begin augustus aangehouden, waarna ze in overleg met de BCO en het PT zijn afgestoten.

2.4 Waarnemingen

De oogstrijpe bloemen zijn eens tot drie keer per week geoogst, afhankelijk van de productie. Er zijn waarnemingen gedaan aan de planten en aan de productie. De volgende waarnemingen zijn gedaan:

2.4.1 Productie

In eerste instantie zou alleen aantal stelen geteld worden. Na enkele maanden productie ontstond de indruk dat er verschil was in bloemlengte en gewicht. Besloten is zowel bloemlengte als bloemgewicht vanaf december 2011 steekproefsgewijs te bepalen, dat heeft geresulteerd in een lengte en gewichtsbepaling iedere ca. twee weken van de oogst uit die dag; in totaal zijn van 9 oogsten deze bepalingen gedaan.

2.4.2 Houdbaarheid, blauwverkleuring en glazigheid

Hoewel dit niet in het projectplan was opgenomen, de verschillen in bloemkwaliteit (gewicht en lengte) wekten bij de BCO zorgen om de houdbaarheid. Daarom is vanaf januari 2012 op gezette data een partij bloemen in de houdbaarheidsruimte geplaatst voor houdbaarheidsonderzoek. In totaal zijn 10 partijen onderzocht. De betreffende oogstdata zijn: 18-11; 22-11; 28-11; 22-12; 10-01; 24-01; 9-2; 29-02; 13-03; 29-03.

Ten behoeve van dit houdbaarheidsonderzoek is de oogst uit die data zonder transportsimulatie in een vaas met schoonwater geplaatst nadat circa 3 cm van de bloemsteel was afgesneden.

Per vaas 5-10 bloemen van een behandeling, afhankelijk van hoeveel bloemen op de betreffende datum er geoogst werden. De condities in de uitbloeiruimte zijn volgens internationale afspraken (Reid en Kofranek, 1984) ingesteld: een temperatuur van $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$; en luchtvochtigheid van $65\% \pm 5\%$. Geen daglicht in de ruimte, maar 12 uur per dag belicht met een sterkte van 1000 lux gemeten op tafelhoogte, afgewisseld met 12 uur donker.

Tijdens de uitbloeiperiode zijn de bloemen dagelijks gecontroleerd op het optreden van blauwverkleuring (Tropical) en glazigheid (Midori). Indien er blauwverkleuring op de bloemen geconstateerd werd, zijn de betreffende bloemen gelabeld, en de datum genoteerd. Volgens het protocol ontwikkeld voor eerder onderzoek (Warmenhoven en García, 2009; García, 2011) zijn deze afwijkingen tot 12 dagen na het op de vaas zetten beoordeeld, aangezien na 12 dagen de bloemen al uit het handelskanaal zijn. Na 12 dagen is het percentage blauw verkleurde / glazige bloemen per behandeling uitgerekend.

2.4.2.1 Definitie blauwverkleuring en glazigheid

Een bloem werd gelabeld en als “blauw” of “glazig” aangemerkt zodra de eerste blauwe of bruine spikkels op het schutblad waarneembaar waren. Als de spikkels eenmaal zichtbaar zijn, breidt in de meeste gevallen zich snel uit tot grote blauwe / bruine vlekken die later al dan niet necrotisch (bruin) worden. De mate waarin één bloem blauw / glazig was geworden werd niet geregistreerd, dat wil zeggen dat een bloem met blauwe spikkels en een bloem met een volledig blauw-paars oor even zwaar telden in de berekening van het % blauwe bloemen uit de partij.

Beschadigingen op het schutblad door mechanische schade opgelopen tijdens bij voorbeeld transport van kas naar uitbloeiruimte leiden ook tot een blauwe / glazige vlek rondom de schadeplek. Bloemen met dergelijke vlekken telden niet mee als blauw of glazig, tenzij ze naast de zojuist omschreven mechanische schadevlekken, tevens de typische symptomen van blauw verkleuring en glazigheid vertoonden.

Het percentage bloemen per behandeling die of wel glazigheid (Midori) of blauw verkleuring op de spathe vertoonden is uitgerekend. Het totaal aantal bloemen dat van die betreffende behandeling op de vaas is gezet is op 100 gesteld.

2.4.2.2 Definitie van houdbaarheid

De houdbaarheid is gedefinieerd als: de tijd vanaf het moment dat de bloemen in de uitbloeiruimte werden geplaatst, tot het moment dat de gemiddelde consument deze niet langer op de vaas zou laten staan. Als criterium werd gehanteerd dat de kolf (=spadix) vergeeld, bruin werd of aan het verdrogen was, en het schutblad (=spathe) slap of roodbruin was geworden (bij Tropical); slap of aan het vergelen was (bij Midori). Op dat moment is de houdbaarheid beëindigd. Het gemiddeld aantal dagen dat de verschillende bloemen uit een vaas hebben gestaan wordt berekend. Necrotische plekken op de rand van de spathe bij Midori als gevolg van glazigheid werden als opmerking geregistreerd maar behoorden niet tot de afschrijfcriteria; hetzelfde werd gedaan met blauwe plekken op de spathe bij Tropical.

2.4.3 Wortelkwaliteit

De kwaliteit van de wortels zou in eerste instantie ook tweemaal beoordeeld worden: een keer tussentijds, en aan het einde. Op verzoek van de BCO is aan het begin van de teelt bij het overpotten in doorzichtige potten beoordeeld, en vanaf augustus zijn de wortelbeoordelingen geïntensiveerd naar eens per maand. Om de wortels per plant te kunnen volgen, was iedere pot (met 3 planten) genummerd.

De beoordeling was visueel, en maakte gebruik van een schaal van 0 tot 4, waarbij

0= geen wortelrot

1= lichte wortelrot

2= matige wortelrot

3= ernstige wortelrot

4= er zijn geen zichtbaar gezonden wortels in de pot

Hoewel deze schaal voor beide soorten werd gehanteerd, bleek een beoordeling 2 bij Midori (Figuur 1.) ernstiger te zijn dan een beoordeling 2 bij Tropical (Figuur 2.)



Figuur 1. Schaal t.b.v. beoordeling wortelrot bij Midori. Van links naar rechts beoordeling 0, 1, 2, 3, 4.



Figuur 2. Schaal t.b.v. beoordeling wortelrot bij Tropical. Van links naar rechts beoordeling 0, 1, 2 en 3. Beoordeling 4 kwam bij Tropical niet voor.

2.4.4 Fotosynthese

De bladfotosynthese is in juli en november met een Li-Cor-6400 fotosynthese meter bepaald. Omdat uit het eerder onderzoek naar de effecten van CO₂ bekend was dat het verkregen van goede fotosynthese curves bij Anthurium moeilijk kon zijn, zijn in plaats van volledige lichtresponse curves, twee metingen verricht aan bladeren van verschillende leeftijden in alle behandelingen bij twee lichtniveaus: 300 en 500 PAR. Elke meting is bij drie planten herhaald. De gemiddelde waarden worden weergegeven.

De gekozen bladleeftijd was jong (= het jongste blad die volledig was afgehard) en oud (= de oudste aanwezige blad in de plant). Bij de behandeling 1, JBB continu was er vanzelfsprekend geen jong blad aanwezig.

2.4.5 Hormoononderzoek

Auxine en cytokinine gehalte in de plant is (destructief) in november en juli bepaald in wortels en steel. In juli zijn ook wortelpuntjes apart bemonsterd.

Om een indicatie van de normale gehalten bij verschillende plantdelen bij beide Anthurium soorten, zijn op 27 april 2011 planten uit de praktijk gehaald. Per soort 6 volledige planten zijn bij telers gehaald: 6 potten (3 planten per pot) Tropical uit 2007 van Bekkers en 6 potten (2 pl./pot) Midori (2007) van Ichtus.

Er zijn wortels, luchtwortels, jong blad, oud blad, jonge bloemen en internodia apart bemonsterd. Verschillende extractie- en purificatiemethodes zijn onderzocht, om de maximale nauwkeurigheid te bereiken.

Voor deze bepalingen zijn monsters genomen van wortels en steel. Gezonde wortels van zes planten per behandeling en gezonde stukken steel (waardoor al het auxine transport plaatsvindt) zijn in kleine stukjes gesneden en direct in vloeibare stikstof ingevroren. Het ingevroren materiaal is vervolgens eveneens in vloeibare stikstof tot poeder gemalen, en naar het Laboratorium voor Plantenfysiologie van WUR in Wageningen gebracht. Een bekende hoeveelheid ervan is gewogen, geëxtraheerd (volgens een protocol dat is weergegeven in Bijlage IV), en met behulp van analyse apparatuur (vloeibare chromatografie/ massa spectrometrie) op het gehalte aan 10 cytokinines en 2 auxines onderzocht.

2.4.6 Suiker en zetmeel

Twee maal is een (destructieve) bepaling uitgevoerd: een keer in februari en een keer in april 2011. Op deze tijdstippen verwachten we minimale reserve door respectievelijk, weinig licht en sterke groei).

Voor deze bepalingen zijn monsters genomen van wortels en steel. Gezonde wortels van drie potten (9 planten) per behandeling en gezonde stukken steel zijn in kleine stukjes gesneden en direct in vloeibare stikstof ingevroren. Het ingevroren materiaal is vervolgens eveneens in vloeibare stikstof tot poeder gemalen, en naar Wageningen gestuurd. Een bekende hoeveelheid ervan is gewogen, geëxtraheerd, en met behulp van HPLC op suikers en zetmeel onderzocht.

2.4.7 Eindwaarneming planten

Bij het einde van de proef, in mei 2012, zijn alle planten uitgebreid waargenomen: van alle planten zijn de wortels beoordeeld. Daarnaast is het aantal bladeren bepaald, de stam is gemeten (lengte, diameter) en gewogen. Van 3 potten (=9 planten per behandeling) is tevens het gehalte aan droge stof bepaald na drogen bij 80 graden gedurende 5 dagen.

3 Resultaten

3.1 Kasklimaat

Tussen de start in april 2011 en augustus 2011 is gestuurd naar het verkrijgen van 2 klimaat regiems. Een “normaal” klimaat, en een “extreem” klimaat. In Bijlage III is het week klimaatverloop te zien voor alle kassen. Tabel 4. geeft een overzicht van de behaalde gemiddelde daglichtsommen en gemiddelde etmaaltemperatuur over de periode dat er twee verschillende klimaatregimes zijn aangehouden. De gewenste verschillen in lichtsommen zijn in de buurt gekomen van het gewenste; de temperatuurwensen zijn echter, niet realiseerbaar gebleken met de middelen waarover we beschikten. Alleen in de 6 weken voorafgaande aan de opruiming van het “extreem klimaat” kassen is gelukt om de ‘extreme kassen’ enkele tiende graad warmer te krijgen dan de “normale kassen”.

Tabel 4. Gerealiseerd klimaat tussen april en augustus 2011.

Kasnr.	Soort	Klimaat	Temperatuur april-augustus	Temperatuur laatste 6 weken	Licht april-augustus dagsom gemiddelde
			Etmaalgemiddelde	Etmaalgemiddelde	
2103	Midori	Normaal	21,2 °C	21,3	6,7 Mol/dag
2104	Midori	Extreem	21,3 °C	21,6	5,5 Mol/dag
2105	Tropical	Extreem	21,5 °C	21,8	4,4 Mol/dag
2106	Tropical	Normaal	21,6 °C	21,5	7,8 Mol/dag

Vanaf augustus 2011 was er slechts een kas met Tropical en een met Midori. Er werd hier een graad temperatuurverschil en 5-10% RV verschil nagestreefd (Midori warmer en vochtiger dan Tropical). Beide werden naar wens gerealiseerd (zie Bijlage III).

3.2 Wortelkwaliteit

In eerste instantie zou de wortelkwaliteit eenmalig beoordeeld worden bij het opruimen van de proef. Echter, doordat bij het overpotten van de planten naar de doorzichtige potten is opgevallen dat er planten waren met wortelrotsymptomen, is de beoordelingsfrequentie aangepast als volgt:

- In mei, alle planten uit alle kassen om de startsituatie na het overpotten te beoordelen.
- In augustus, alléén de planten uit de “extreme” klimaatbehandelingen, omdat deze kassen werden opgeruimd.
- Vanaf oktober 2011 tot maart zijn alle planten aan de rand van elke tafel (20 planten per tafel) elke maand beoordeeld. De planten in het midden (16) werden met rust gelaten, ervan uitgaande dat het oppakken van de planten, optillen uit de pot, etc., tot beschadigingen van het wortelgestel zouden leiden.
- Bij het ruimen van de proef in april, zijn wederom alle overblijvende planten (niet voor analyses gebruikt) op hun wortelkwaliteit beoordeeld.

Bijlage I en ook Figuur 3. laten enkele voorbeelden zien van de startsituatie.



Figuur 3. Wortels Midori (links) en Tropical (rechts) bij de start van de proef.

3.2.1 Invloed cultivar

Bij het overpotten naar de doorzichtige potten, viel het op dat het wortelgestel van beide soorten erg verschillend was: bij Tropical zijn de wortels dikker, vleziger en minder vertakt dan bij Midori (Figuur 3.).

Verder bleek al bij de start dat hoewel de meeste Tropical planten over een redelijk wortelgestel beschikten, er veel Midori planten waren die behoorlijk wat wortelrot vertonden.

Gedurende het verloop van de proef, bleven de Tropical planten altijd in een betere wortelconditie dan de Midori planten. Beoordeling 4 (zie 2.4.3) kwam bij Tropical niet voor. Geconcludeerd werd dat, conform de ervaringen in de praktijk, en wellicht door het verschil in "vlezigheid" van de wortels, Midori gevoeliger is voor wortelrot dan Tropical.

3.2.2 Invloed voorgeschiedenis

Begin mei 2011 (1 maand na de start van de proef) is de eerste beoordeling gedaan van de wortels van alle planten. Op dat moment slechts 9 Tropical potten en 3 Midori potten vrij waren van wortelrot. 15 Tropical potten hadden al vrij veel wortelrot (beoordeling 3). Dit aantal was bij Midori al opgelopen tot 96 potten (van de in totaal voor het onderzoek gebruikte aantal van 222 Midori potten)!. Het aantal potten dat de beoordeling 0 tot 3 kreeg per klimaat en per snoeibehandeling is te zien in een Figuur per cultivar in Bijlage II.

De herkomst (het CO₂ niveau waaronder de planten waren geteeld tussen januari 2010 en januari 2011) van elke pot met drie planten was door middel van een kleur-etiket aangeduid. Zo konden we nagaan of de herkomst de mate van wortelrot bij de start van dit onderzoek aan het beïnvloeden was. Bekeken over alle klimaat, snoeibehandelingen en beide cultivars (Tabel 5.) lijkt dit niet het geval te zijn. Het verschil in de mate van wortelrot tussen cultivars is groter dan het verschil in wortelrot tussen CO₂ niveaus. Gemiddeld per cultivar is het resultaat tevens omgekeerd: bij Tropical correspondeert de grootste mate van aantasting met de hoogste CO₂ niveau; bij Midori met de laagste. We concluderen daarom dat de mate van wortelaantasting in de beoordeling in mei niet terug te voeren is op de voorgeschiedenis wat betreft CO₂ doseerbehandeling.

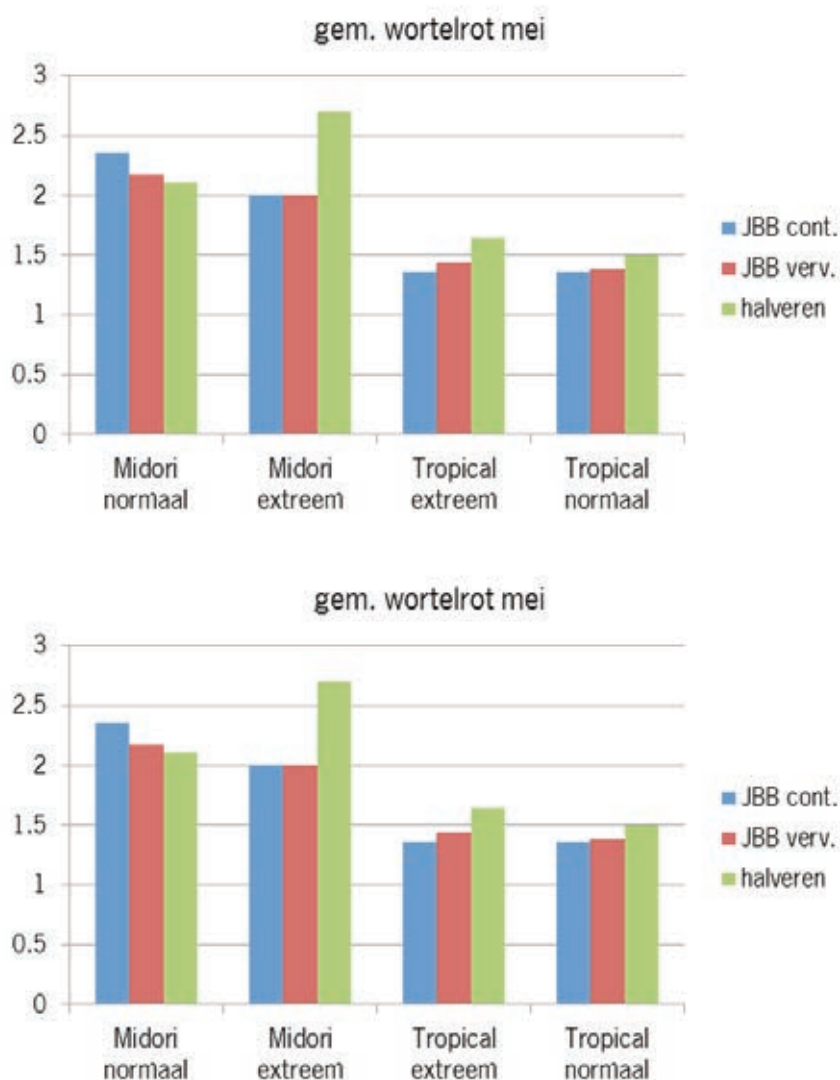
Tabel 5. Mate van wortelrot in mei 2011 per CO₂ niveau voorafgaande aan het onderzoek.

concentratie CO ₂	Gemiddelde wortelrot over alle klimaat en snoeibehandelingen		
	Tropical	Midori	Beide cultivars (std)
300	1.3	2.4	1.9 (0.7)
500	1.5	2.5	2.0 (0.6)
800	1.6	1.8	1.7 (0.2)

3.2.3 Invloed klimaat

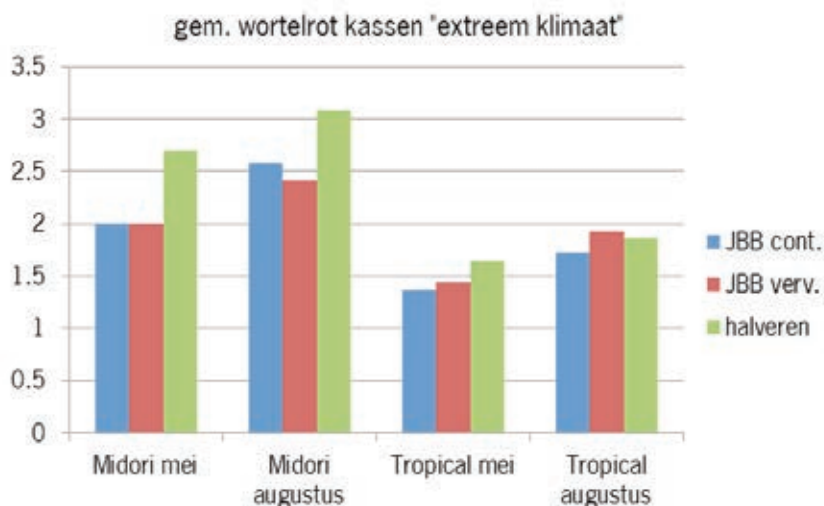
De relaties tussen wortelkwaliteit en klimaat kunnen we alleen onderzoeken in de periode april tot augustus 2011, aangezien de kassen met “extreem” klimaat in augustus zijn opgeruimd.

De gemiddelde wortelkwaliteit als in mei beoordeeld is getoond in Figuur 4. Voor de duidelijkheid: hoe hoger het getal, hoe slechter de wortels. Gemiddeld over alle snoeibehandelingen was de gemiddelde wortelkwaliteit 2,2 voor Midori in beide klimaat regimes, en 1,4 voor Tropical, eveneens in beide klimaatbehandelingen. Daaruit blijkt dat na toepassing gedurende een maand, er geen verschil was in wortelrot tussen klimaatbehandelingen.



Figuur 4. Wortelkwaliteit, gemiddelde beoordeling mei 2011.

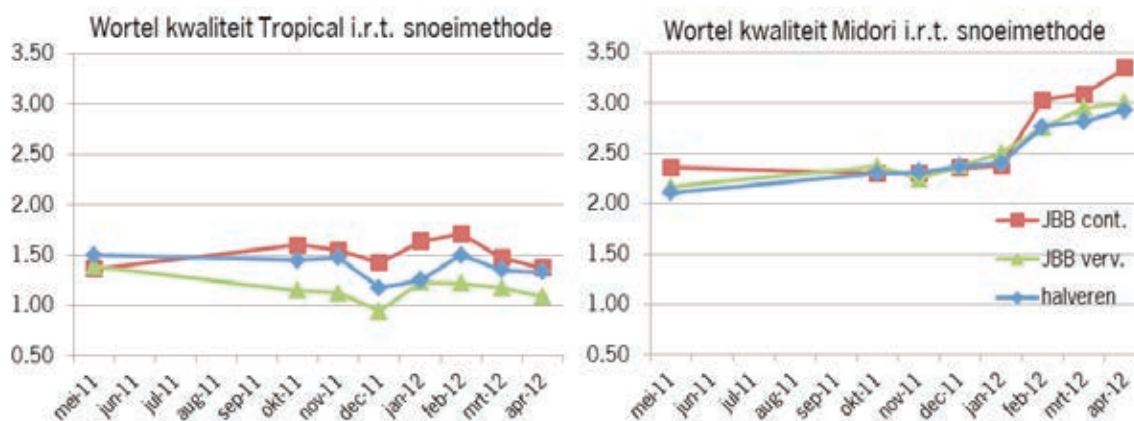
Na toepassing van de verschillende klimaatregimes gedurende 4 maanden, is in overleg met de BCO, besloten de twee kassen met “extreem” klimaat af te staan. Bij het ruimen in augustus van deze behandelingen, bleek dat de gemiddelde aantasting van de wortels was toegenomen ten opzichte van de mei beoordeling van 2 naar 2,5 bij Midori, en van 1,4 naar 1,8 bij Tropical. In Figuur 5. is deze toename uitgesplitst naar snoeibehandeling getoond.



Figuur 5. Wortelkwaliteit, gemiddelde beoordeling kassen "extreem klimaat" in mei en augustus 2011.

3.2.4 Invloed snoeibehandeling

Het verloop van de gemiddelde wortelkwaliteit, beoordeeld aan de hand van de mate van aantasting (van 0 tot 4), is in de maanden dat volgden stabiel gebleven, om in het voorjaar nog verder te verslechteren (Figuur 6.). De verschillen tussen behandelingen zijn klein, vooral bij Midori. Bij Tropical zijn de wortels van de snoeibehandeling met het minste blad, het Jong Blad Breken continu behandeling (JBB cont.) altijd slechter dan in de andere twee behandelingen. Bij Midori bleven de wortels bij alle bladsnoeibehandelingen gelijk gedurende de winter, maar vanaf de beoordeling in februari zijn ook de planten in de Jong Blad Breken continu (JBB cont.) behandeling het slechtst.



Figuur 6. Wortelkwaliteit in de tijd in relatie tot de bladsnoeimethode bij Tropical (links) en Midori (rechts).

De invloed van de snoeimethode komt tevens tot uiting in het aantal planten per behandeling met een zeer slecht wortelgestel aan het einde van de proef, zoals het is weergegeven in Tabel 6. Bij Midori hebben 23 van de 30 planten bij de Jong Blad Breken continu behandeling een zeer slecht wortelgestel (beoordeling 3), tegen 11 van de 30 bij de beste behandeling, blad halveren. Bij Tropical vinden we relatief weinig planten met beoordeling 3 (ernstig wortelrot), en geen planten met volledig verrotte wortels (beoordeling 4). Er zijn wel 13 planten met beoordeling 2 in de behandeling JBB continu, daarmee is deze behandeling de slechtste bij deze cultivar.

Tabel 6. Aantal planten per behandeling met beoordeling 0 tot 4 aan het einde van de proef. Per behandeling zijn 30 planten beoordeeld.

soort	snoeibehandeling	aantal planten met beoordeling					totaal
		0	1	2	3	4	
Tropical	halveren	0	21	7	2	0	30
	JBB verv.	0	25	4	1	0	30
	JBB cont.	0	17	13	0	0	30
Midori	halveren	1	0	12	11	6	30
	JBB verv.	0	0	8	19	3	30
	JBB cont.	0	0	2	23	5	30

Geconcludeerd kan worden dat hoewel er geen behandeling is dat volledig vrij is van wortelrot bij de start, verergert het continu blad breken duidelijk de mate van wortelrot bij de planten.

3.3 Productie

De productie in oogstbare bloemen is geteeld en gewogen. Het wordt daarom op twee manieren uitgedrukt: als het aantal takken dat per soort en per behandeling zijn geoogst, en als het totaal geoogst gewicht.

3.3.1 Invloed klimaat op productie

Gedurende de maanden april tot augustus waren er twee klimaatbehandelingen: Het normale klimaat en de “extreme” klimaat kassen. De kassen met “extreem klimaat” waren tussen april en augustus donkerder en tussen half juni en augustus ook gemiddeld een halve graad warmer dan het normale klimaat (zie ook Tabel 4.). Vooral bij Midori is het effect van minder licht in de productie te zien: 40 takken dat ruim 7% productieverlies vertegenwoordigen. Dit is te verklaren door een verminderde fotosynthese: onder het lagere licht, kunnen de planten veel minder CO₂ vastleggen; dit is ook gezien door middel van de uitgevoerde fotosynthese metingen (zie 3.5). In het eerder uitgevoerde CO₂ onderzoek (García Victoria, 2011) is ook vastgesteld dat bij voldoende CO₂ beschikbaar, Midori tot vrij hoge lichtniveaus door kan gaan met fotosynthetiseren.

Tabel 7. Productie per kas en soort voor de periode april tot augustus 2013. Het betreft de productie van in totaal 324 planten per kas (108 potten met 3 planten per pot).

	Productie per kas (klimaatbehandeling) per soort			
	Midori normaal	Midori “extreem”	Tropical normaal	Tropical “extreem”
Aantal takken	542	502	665	662
Totaal gewicht (kg)	18,6	17,2	27,3	27,6

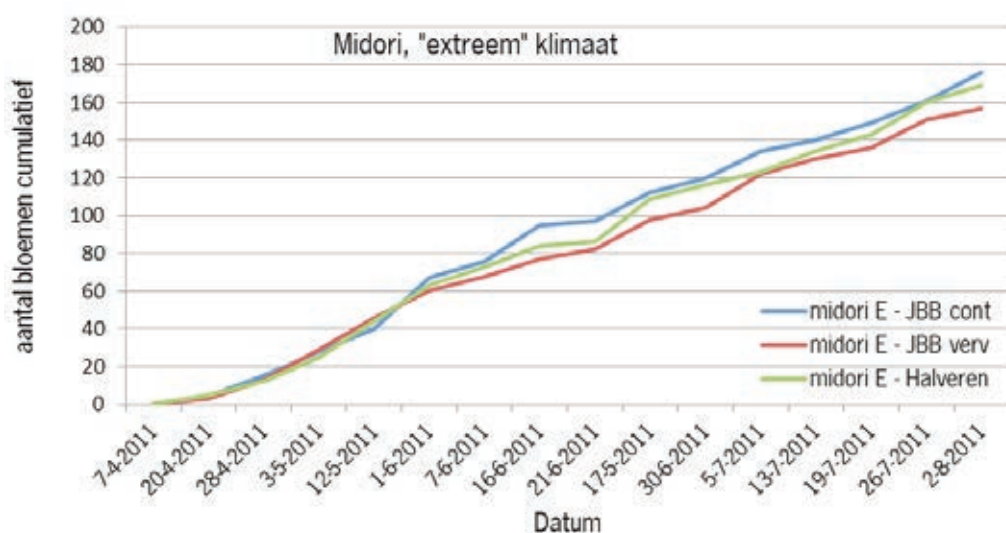
Geconcludeerd kan worden dat het donker telen (gemiddeld 2 Mol/dag.m² onder het “normale” lichtniveau) bij Midori een negatief effect heeft op de productie. In 4 maanden is de productiederving tot ruim 7% minder bloemen opgelopen.

3.3.2 Invloed snoei behandeling op productie

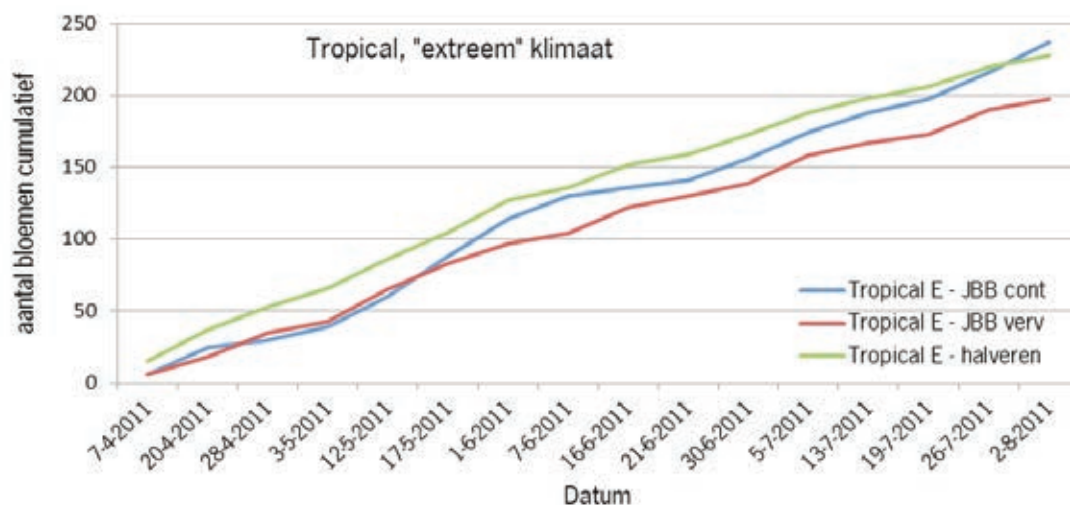
Om de effecten van de snoeibehandelingen los van de effecten van het klimaat te beoordelen, maken we hier een onderscheid tussen beide klimaten voor het weergeven van de productieresultaten.

3.3.2.1 Onder "extreem" klimaat

De Figuren hieronder tonen de cumulatieve productie in aantal takken (Figuur 7. en Figuur 8.) per behandeling binnen de kassen met "extreem" klimaat. Hieruit is te zien dat bij beide soorten behandeling 2 (Jong Blad breken met vervanging van een blad in het voorjaar) achter loopt in productie. Dit zou verklaard kunnen worden door het "tijdsverlies" dat optreedt door de volledige ontwikkeling van het "vervangen" blad. Hierdoor duurt het enkele dagen langer (zie 1.2.1) tot de bloem verschijnt op iedere plant. Als de vertraging bij een aantal planten optreedt, (maal 108 planten) kan dit op een bepaald moment tot een productie afname leiden.

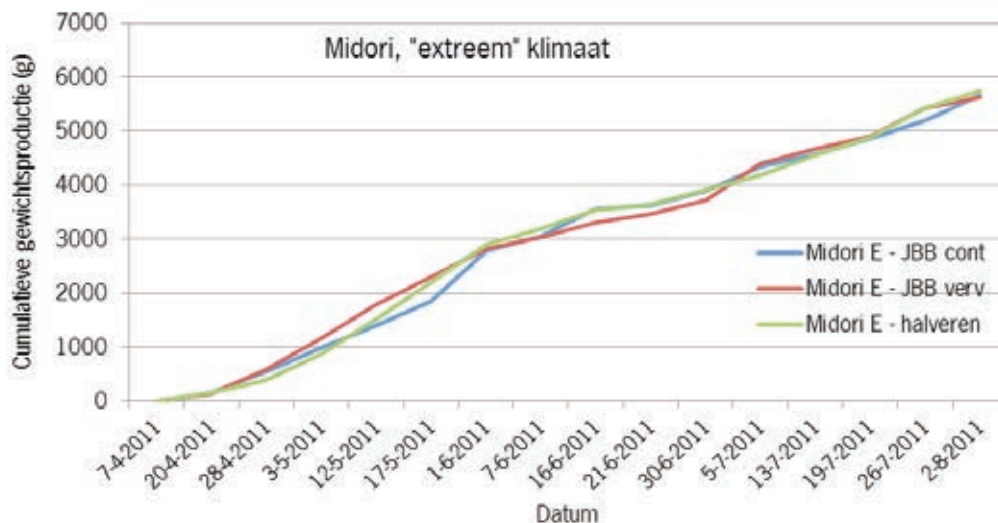


Figuur 7. Cumulatieve productie Midori in aantal takken per snoeibehandeling, binnen de kas met "extreem" klimaat. De oogstperiode is april tot augustus 2011.



Figuur 8. Cumulatieve productie Tropical in aantal takken per snoeibehandeling, binnen de kas met "extreem" klimaat. De oogstperiode is april tot augustus 2011.

In totaal oogsgewicht echter, zijn er bij Midori geen verschillen tussen de snoeibehandelingen, wat aangeeft dat de productieversteviging ten koste gaat van de gemiddelde bloemgewichten (Figuur 9.). Blijkbaar draagt het blad dat is toegestaan om te ontwikkelen, vrij snel bij aan de assimilatenproductie (zoals het te zien is met behulp van de fotosynthese metingen, zie 3.5). Bij Tropical zien we voor het cumulatieve oogsgewicht een lijn wat exact overeenkomt met die van de cumulatieve productie in takken (en daarom wordt deze grafiek niet getoond).

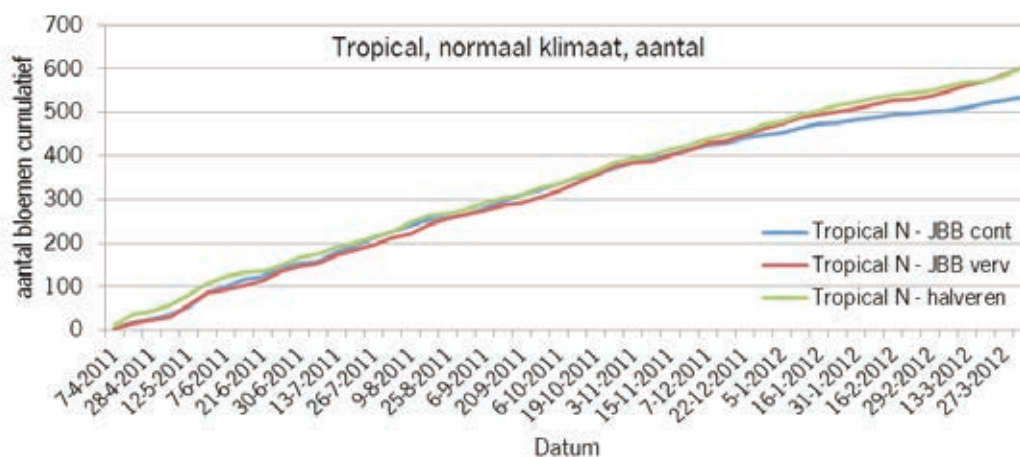


Figuur 9. Cumulatieve productie Midori in totaal geoogst (vers)gewicht per snoeibehandeling, binnen de kas met “extreem” klimaat. De oogstperiode is april tot augustus 2011.

Geconcludeerd kan worden dat bij telen onder een “extreem” (donker) klimaat, het vervangen van een blad in het voorjaar tot een productie achterstand kan leiden bij zowel Tropical als bij Midori. Bij Midori, echter, komt deze achterstand ten goede aan het bloemgewicht, waardoor er geen verschil in oogstbare biomassa is tussen snoeibehandelingen.

3.3.2.2 Onder “normaal” klimaat

Onder normaal klimaat zien we vanaf december 2011 een duidelijke achterstand in aantal takken (Figuur 11.) ontstaan bij de Tropical met snoeibehandeling “continu Jong Blad Breken” (behandeling 1). Eerder, al half augustus (Figuur 11.), ontstaat ten opzichte van behandeling 3 (blad halveren) een achterstand in totaal oogsgewicht bij behandeling 1 (continu JBB). Behandeling 2 (Jong Blad Breken met vervanging van 1 blad in het voorjaar) behoudt de hele periode een positie wat gewicht betreft tussen de andere twee behandelingen in.



Figuur 10. Cumulatieve productie Tropical in aantal geoogste bloemen per snoeibehandeling, binnen de kas met “normaal” klimaat. De oogstperiode is april 2011 tot april 2012.

Ondanks de slechte wortelkwaliteit bij alle behandelingen bij Midori, maar vooral bij behandeling 1 (Jong Blad Breken continu), blijven de planten bloemen produceren. Zoveel dat er verrassend genoeg, een klein verschil is gemeten in aantal geogste takken per behandeling in het nadeel van behandeling 3, waarbij het minst aantal planten een wortelbeoordeling 3 of hoger kregen (Figuur 12.). Er dient hier een correctie op de productie te worden toegepast.

3.3.2.2.1 Dode planten bij Midori

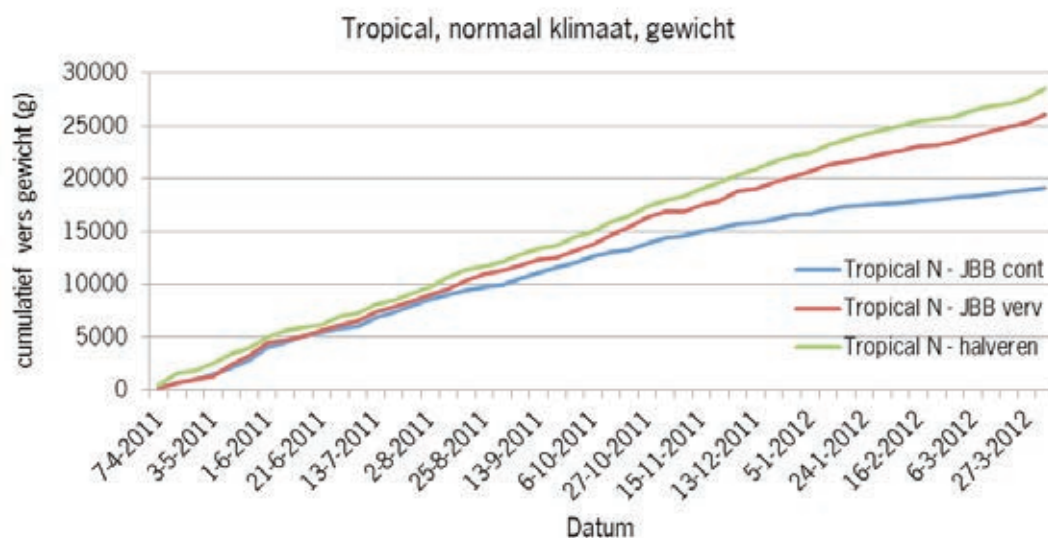
De correctie is nodig omdat in de loop van de proef zijn er Midori planten dood gegaan. In sommige potten met 3 Midori planten, is er één of meer planten (soms slechts een stam met een slecht blad, een stukje blad, of een gesplitste kop) aan het indrogen / verrotten. De beoordeling van de wortels is niet altijd de allerslechte, omdat de wortels van één of twee goede planten nog redelijk kunnen zijn. Dit is het nadeel van het hebben van 3 planten per pot.

Merkwaardig genoeg, bleek zo'n bijna-dode plant soms toch nog een bloemetje te produceren!. Bij het einde van de proef zijn alle planten gemeten/ gewogen en is genoteerd of ze dood waren. Het aantal dode planten per behandeling is in Tabel 8. weergegeven. Waarom zo veel planten dood gaan, is niet te verklaren, en ook is het niet duidelijk of het aantal dode planten te wijten is aan de snoeibehandeling, aan het omvallen van planten en de erop volgende pogingen om deze recht te houden, of aan andere oorzaken. In de praktijk gaan ook planten dood als gevolg van de slechte wortels. Vanaf welke moment de plant niet meer meedoet met de productie wisselde per plant en is niet bijgehouden.

Tabel 8. Aantal dode planten Midori aan het einde van de proef en productie gecorrigeerd voor het aantal overlevende planten.

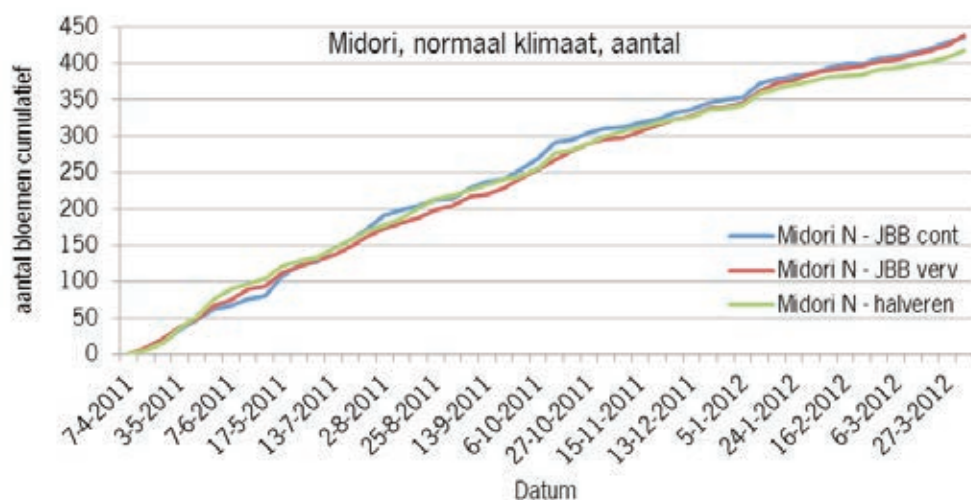
Behandeling	Aantal planten dood	Aantal bloemen per levende plant	Oogstgewicht per levende plant
JBB continu	3	16	509
JBB vervanging	5	17	600
halveren	7	19	663

Halverwege de proef zijn er planten opgeofferd (evenveel per behandeling) voor de destructieve analyses. De correctie op dode planten is dus een benadering voor de totale periode. Tabel 8. toont de gecorrigeerde productie per aan het einde van de periode nog levende plant voor iedere snoeibehandeling. Het is hieruit te zien dat de productie in aantallen per Midori plant, evenals bij Tropical, lager was na toepassing van de JBB continu methode dan na het toepassen van blad halveren.



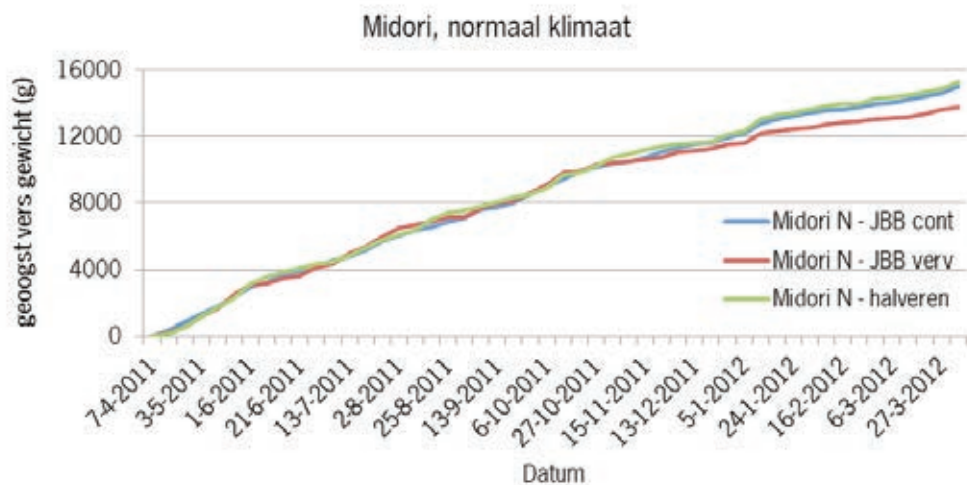
Figuur 11. Cumulatieve productie Tropical in geogste vers gewicht per snoeibehandeling, binnen de kas met "normaal" klimaat. De oogstperiode is april 2011 tot april 2012.

Heel duidelijk is wel de afname in cumulatief oogstgewicht (Figuur 13.). Als hiervoor dezelfde correctie toegepast wordt, vergroten deze verschillen verder (Tabel 8.): dan blijkt iedere plant in behandeling 1 (JBB cont) 154 gram minder oogstbare biomassa te hebben geproduceerd, dan een plant met snoeibehandeling 3 (halveren).



Figuur 12. Cumulatieve productie Midori in aantal geogste bloemen per snoeibehandeling, binnen de kas met “normaal” klimaat. De oogstperiode is april 2011 tot april 2012.

Bij Tropical is geen planten uitval opgetreden gedurende de proef. Ook zijn er geen stammen ingedroogd.



Figuur 13. Cumulatieve productie Midori in totaal geogst vers gewicht per snoeibehandeling, binnen de kas met “normaal” klimaat. De oogstperiode is april 2011 tot april 2012.

Aan de hand van deze resultaten kan alleen de conclusie worden getrokken dat het continu verwijderen (blad breken) van het jonge blad leidt op termijn tot productiederving ten opzichte van het halveren van jong blad. Vooral het bloemgewicht wordt lager naarmate er minder bladoppervlak aan de plant zit.

3.4 Kwaliteit

We maken hier een onderscheid tussen plant of gewaskwaliteit, bloemkwaliteit bij de oogst en de na-oogstkwaliteit van de bloemen.

3.4.1 Plantkwaliteit

De plantkwaliteit verschilde sterkt tussen snoeibehandelingen. De verschillen waren al na enkele maanden van het toepassen van de behandelingen duidelijk zichtbaar, en zijn alléén nog maar vergroot tijdens de teelt. Vooral de omvang van het gewas is een in het oog springend effect, maar ook de bladkwaliteit is duidelijk verschillend: de bladranden van de planten in de behandeling met Continu Jong Blad Breken zijn vergeeld of necrotisch; dit komt veel minder voor in de behandeling met Blad halveren. Figuur 14. en Figuur 15. tonen (de aanwezigheid van condens tegen de kassen maken de foto's wazig) deze verschillen.



Figuur 14. Aanblik Tropical in januari 2012 vanuit de buitenkant van de kas. De snoeibehandeling heeft een zichtbare invloed op de totale omvang van het gewas. Van links naar rechts, behandeling 2 (JBB met vervanging 1 blad), 1 (JBB continu) en 3 (blad halveren).



Figuur 15. Aanblik Midori in januari 2012 vanuit de buitenkant van de kas. De snoeibehandeling heeft een zichtbare invloed op de totale omvang van het gewas. Van links naar rechts, behandeling 1 (JBB continu), 2 (JBB met vervanging 1 blad), 3 (blad halveren).

Aan het einde van de teelt werden de planten geruimd. Dat gaf een goede kans om behalve de wortels, die al maandelijks beoordeeld werden, enkele metingen aan de planten te doen en wederom wat foto's te maken. De resultaten van deze metingen zijn weergegeven in Tabel 9.

Uit deze metingen blijken nogmaals de cultivar verschillen: De diameter van de stam aan de basis is bij voorbeeld aanzienlijk kleiner bij Midori dan bij Tropical. Dit kan consequenties hebben voor het transport van Auxine naar de wortels (zie verder bij 3.8).

Daarnaast zien we bij Tropical een duidelijk toename in alle gemeten parameters naarmate er meer blad (heel of half) op de plant aanwezig is: de stam wordt langer, dikker, zwaarder, en bevat een hoger percentage droge stof. Kennelijk fungeert de stam als een opslagplaats voor assimilaten wanneer deze door de grotere bladmassa worden aangemaakt (zie ook 3.5 en 3.7). Bij Midori is met uitzondering van de stam lengte en gewicht, nauwelijks verschil waar te nemen tussen snoeibehandeling en stam diameter (onder) of droge stof percentage. Een gemiddeld iets dikkere kop wordt waargenomen in de behandeling met het minste blad (Jong Blad Breken continu) aan de plant. Mogelijk worden assimilaten uit andere plantdelen hiernaartoe vervoerd om de bloem van bouwstoffen te voorzien.

Tabel 9. Resultaten eindwaarneming planten bij het ruimen van de proef op 3 en 5 april 2012.

Cultivar	Behandeling	Lengte stam (cm)	Gewicht stam (g)	Diameter kop (cm)	Diameter basis (cm)	Droge stof %	# blad heel	# blad half
Tropical	JBB continu	49,2	251,7	21,4	14,2	18,0	1,1	3,2
	JBB vervanging	54,8	314,8	24,7	14,4	19,3	1,9	4,2
	halveren	69,6	368,8	25,3	14,8	19,6	1,4	9,0
Midori	JBB continu	58,1	181,7	21,5	10,6	21,8	1,1	2,1
	JBB vervanging	63,5	203,0	19,9	10,8	21,7	1,9	1,9
	halveren	63,2	205,6	19,8	10,5	21,8	1,0	5,3

De plantkwaliteit is op foto's vastgelegd. Figuur 16. en Figuur 17. tonen de kwaliteit van planten uit de drie snoeibehandelingen bij het einde van de proef. De necrotische randen bij de behandelingen met het minste blad (JBB continu) zijn bij beide cultivars duidelijk aanwezig. De randen zijn het sterkst in het oude blad, en minder naarmate het blad jonger wordt. Bij Midori zijn naast necrotische randen, ook necrotische plekken zichtbaar in de buurt van de middennerf. In de discussie (4.1) gaan we verder hierop in.



Figuur 16. Plantkwaliteit Tropical bij einde proef. Van links naar rechts behandeling 1 (JBB continu), 2 (JBB met vervanging 1 blad), 3 (blad halveren).

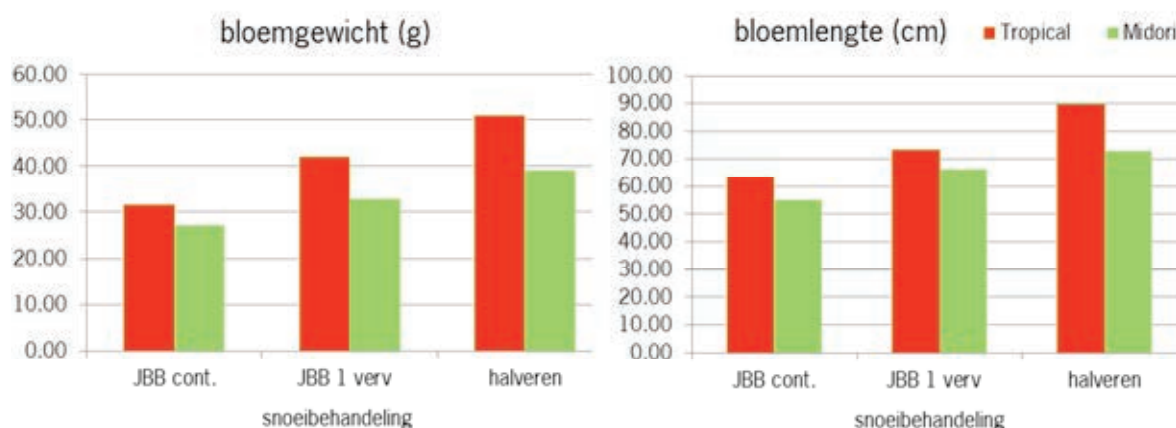


Figuur 17 . Plantkwaliteit Midori bij einde proef. Van links naar rechts behandeling 1 (JBB continu), 2 (JBB met vervanging 1 blad), 3 (blad halveren)

3.4.2 Bloemkwaliteit

Afhankelijk van de behandeling zijn 64 tot 112 bloemen gemeten (lengte steel en diameter schutblad of spathe) en gewogen. De resultaten (Figuur 18. en Tabel 10.) laten zien dat het gewicht van de bloemen toeneemt naarmate ze geproduceerd worden door planten waar meer blad aan de plant is. De toename in gewicht is voornamelijk te danken aan een langere steel de bloemgewichten zijn niet bepaald.

De bloemdiameters worden door de snoeibehandeling niet significant beïnvloed; er is wel een trend, naar de grotere bloemen bij de behandeling waar het continu blad breken afgewisseld wordt met vervanging van een blad, vooral bij Tropical is dit voordeel gemiddeld bijna 1 cm; dit komt overeen met ervaringen van telers.



Figuur 18. Gemiddeld gewicht en lengte van een deel van de geogste bloemen per soort en per snoeibehandeling.

Het verschil in lengte bedraagt gemiddeld tussen de kortste en de langste Tropical bijna 30 cm!, en bijna 20 cm tussen de langste en kortste Midori, en daarom ook duidelijk te zien aan de bloemen die in de uitbloeiruimte waren geplaatst ten behoeve van houdbaarheidsonderzoek (Figuur 19. en Figuur 20.).

Duidelijk is ook het verschil in lengte tussen cultivars: de bloemsteel van Tropical is in de regel langer dan die van Midori. Dit hebben we ook gezien in eerdere onderzoeken, en is ook in de praktijk bekend. In de praktijk zijn de stelen van Midori wel eens te kort voor een goede verwerking, wat tot klachten in de handel kan leiden. De snoeimethode heeft een duidelijke invloed op de lengte.

Tabel 10. Lengte, gewicht en diameter van de geoogste bloemen.

Soort	snoeimethode	steellengte (cm)	bloem diameter (cm)	gewicht
Midori	JBB cont.	55.0	13.7	27.2
	JBB 1 verv	66.4	13.9	32.8
	halveren	72.9	13.3	39.2
Tropical	JBB cont.	63.4	12.4	31.5
	JBB 1 verv	73.3	13.7	42.0
	halveren	89.5	12.8	51.0



Figuur 19. Midori bloemen afkomstig van de drie snoeibehandelingen. Foto links bloemen geoogst op 29 februari; Foto rechts geoogst op 13 maart 2012. Van links naar rechts behandeling 1 (JBB continu), 2 (JBB met vervanging 1 blad), 3 (blad halveren).

3.4.3 Naoogst kwaliteit

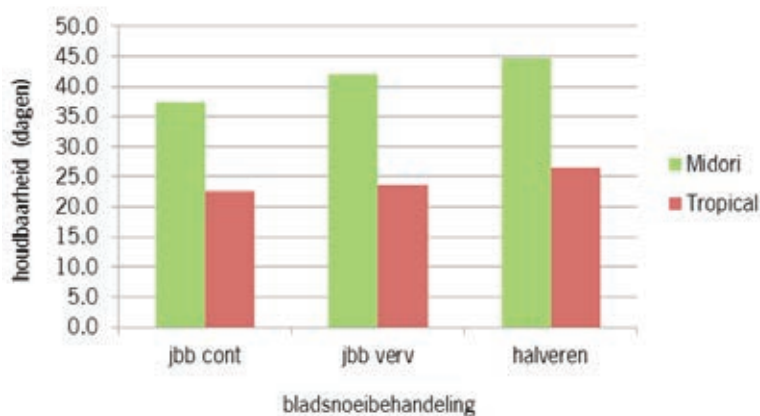
Een aantal partijen is in de uitbloeiruimte geplaatst om de houdbaarheid van de bloemen (zonder transportsimulatie) te bepalen. Per behandeling één vaas (Figuur 19.)



Figuur 20. Tropical bloemen afkomstig van de drie snoeibehandelingen. Bloemen geoogst op 13 maart. Van links naar rechts behandeling 1 (JBB continu), 2 (JBB met vervanging 1 blad), 3 (blad halveren).

3.4.3.1 Houdbaarheid

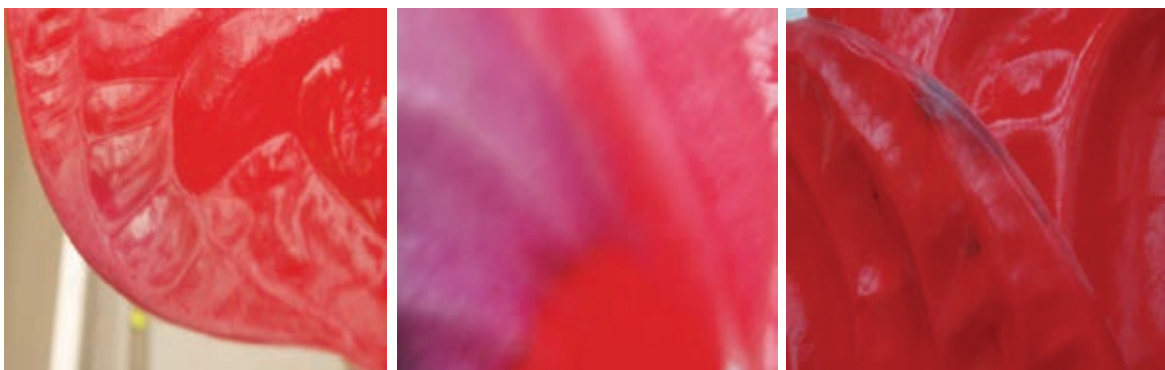
De houdbaarheid van de bloemen was goed tot zeer goed: gemiddeld duurde het voor Tropical 24 dagen en voor Midori 41 dagen voor de kolf (spadix) verkleurde en/of het schutblad (spathe) slap ging of verkleurde. Er waren verschillen in houdbaarheid tussen behandelingen, waarbij, even als voor de bloemlengte en gewicht, de houdbaarheid door de hoeveelheid aanwezige blad aan de plant bevorderd bleek te worden (zie Figuur 21.). Voor de praktijk zijn deze verschillen niet echt relevant, aangezien in vergelijking met andere snijbloemen, zelfs de kortst houdbare van deze bloemen ruim 3 weken houdbaar is.



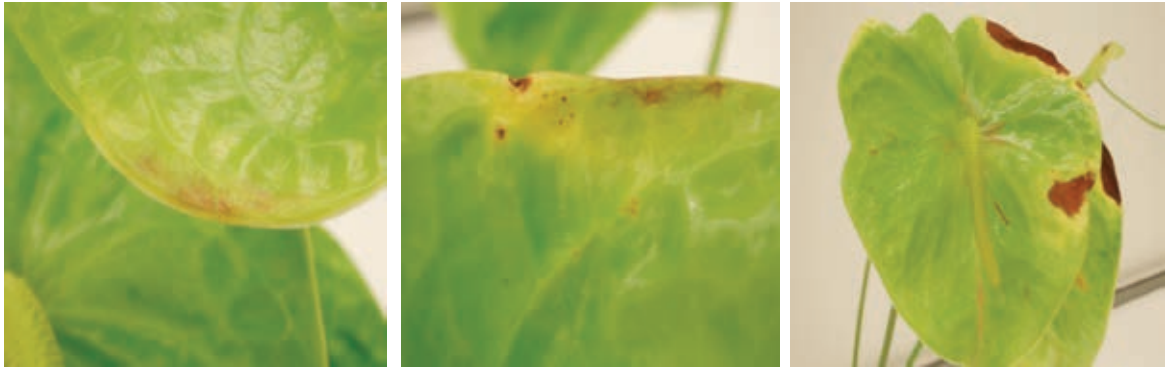
Figuur 21. Houdbaarheid (dagen) van de bloemen van beide soorten uit de drie bladsnoeibehandelingen die in de uitbloeiruimte zijn gevolgd.

3.4.3.2 Blauwverkleuring en glazigheid

Wel relevant voor de praktijk is het optreden van blauwverkleuring (Tropical, Figuur 22.) en glazigheid (Midori, Figuur 23.). Beide, leiden tot een onacceptabel verlies van sierwaarde. In het bijzonder de uiting van glazigheid in een gevorderd stadium (eerst bruine, en later necrotische plekken op voornamelijk de rand maar ook in het midden van het schutblad). Conform afspraken gemaakt tijdens het onderzoek naar blauwverkleuring (Warmenhoven en García Victoria, 2009), is 12 dagen na de oogst het percentage bloemen bepaald die in meer of mindere mate last had van glazigheid of blauwverkleuring.



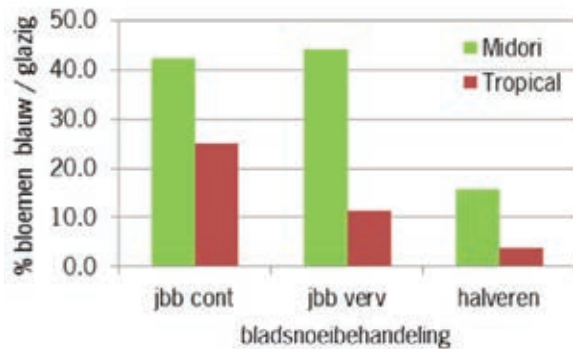
Figuur 22. Blauwverkleuring van het schutblad treedt op tijdens het vaasleven bij Tropical. De foto's tonen verschillende gradaties van stippels op het schutblad tot een hele lobe ("oortje"), of een kleine zone aan de rand.



Figuur 23. Glazigheid op het schutblad treedt op tijdens het vaasleven bij Midori. De foto's tonen verschillende gradaties ervan aan.

Het percentage (Figuur 24.) blauwe en glazige bloemen was ook aan de snoeimethode (en dus de hoeveelheid blad aan de plant) gekoppeld: hoe meer blad aan de plant, hoe lager het percentage bloemen met tekens van glazigheid en blauwverkleuring.

Tegen het einde van het vaasleven vertoonden op sommige oogstdata zelfs alle Midori bloemen tekens van glazigheid.



Figuur 24. Percentage van de bloemen op vaas per snoeibehandeling dat binnen 12 dagen na oogsten tekens van blauwverkleuring (Tropical) of van glazigheid (Midori) vertoonde.

3.5 Fotosynthese

Er is twee keer fotosynthese gemeten: in juli en in november.

De metingen in juli zijn op twee opeenvolgende dagen herhaald en worden in Bijlage VI weergegeven. Een samenvatting ervan is in tabel Tabel 11. te zien. De reden voor de herhaling was dat de eerste dag een deels bewolkte dag betrof. Er werden bij alle metingen lage fotosynthese niveaus gemeten; dit was te wijten aan een lage geleidbaarheid van de huidmondjes (een mate voor de huidmondjes opening). Vooral bij Tropical, die pas aan het begin van de middag gemeten werd, waren de huidmondjes onvoldoende geopend voor een goede gasuitwisseling. Dit hebben we vaker bij Anthurium in proeven gezien.

Tabel 11. Bladfotosynthese per ras, kasklimaat, bladleeftijd en snoeibehandeling op twee opeenvolgende dagen in juli. Weergegeven zijn de waardes voor de meting bij 500 $\mu\text{mol}/\text{cm}^2\text{s}$ PAR.

ras	kasklimaat	leeftijd blad	snoeibehandeling meetdag	JBB cont. Fotosynthese $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}$	JBB verv. Fotosynthese $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}$	halveren Fotosynthese $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}$
Midori	"normaal"	jong	1	*	1.883	4.503
			2	*	6.713	7.748
		oud	1	3.816	3.480	2.491
			2	7.607	5.103	6.607
	"extreem"	jong	1	*	4.839	3.399
			2	*	7.526	5.743
		oud	1	2.591	6.177	2.403
			2	2.120	7.020	7.477
Tropical	"normaal"	jong	1	*	-0.318	0.873
			2	*	6.957	5.220
		oud	1	2.426	2.780	0.387
			2	5.881	1.551	6.189
	"extreem"	jong	1	*	1.899	7.879
			2	*	7.356	5.638
		oud	1	3.233	4.062	5.301
			2	4.650	4.461	6.244

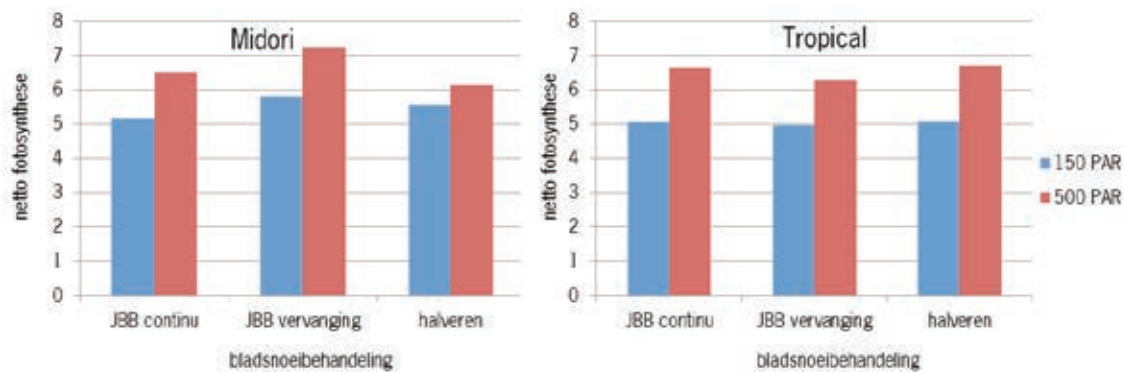
De resultaten zijn voor de metingen van beide dagen met behulp van REML geanalyseerd. Het blijkt dat:

- De verschillen tussen hetzelfde blad (qua leeftijd) van verschillende planten van dezelfde kas, soort en snoeibehandeling zijn significant.
- De verschillen tussen dag 1 en dag 2 zijn significant.
- De verschillen tussen de meting bij 150 PAR en 500 PAR zijn significant.
- Maar de verschillen tussen jong (het jongste afgehaarde blad, niet aanwezig in behandeling 1, JBB continu) en oud blad zijn niet significant.
- De verschillen tussen "extreem" en "normaal" klimaat zijn ook niet significant
- De verschillen tussen snoeibehandeling zijn voor Midori niet significant (wel voor Tropical)

Besloten is een verdere analyse te baseren op alleen de resultaten van dag 2, waarbij de planten uit beide kassen gebruikt worden als herhalingen van elkaar (omdat er geen verschil was). Dit levert de volgende resultaten op:

- Geen verschil tussen snoeibehandelingen
- Geen verschil tussen bladeren van verschillende leeftijd
- Een verschil tussen rassen (Midori hogere fotosynthese dan Tropical)
- Een verschil tussen de meting bij PAR 150 en PAR 500.

Voor de metingen in november (Figuur 25.) was het lastig om bladeren te vinden van voldoende kwaliteit voor een goede meting, vooral bij de behandeling JBB continu. De resultaten zijn niet anders dan in juli: opnieuw is er geen verschil in de bladfotosynthese van de planten met de verschillende bladsnoeibehandelingen. Opnieuw is er meer fotosynthese mogelijk bij het meten bij 500 PAR dan bij 150 PAR in alle combinaties. Echter, de fotosynthese is bij Midori niet langer hoger dan bij Tropical.



Figuur 25. Netto fotosynthese in november 2011 bij Midori en Tropical planten waarbij drie bladsnoei-behandelingen werden toegepast. De planten groeiden bij normaal klimaat en zijn gemeten bij 150 PAR en 500 PAR.

De verkregen waarden van maximaal 8 µmol CO₂ per cm² zijn in beide meetmomenten laag in vergelijking met de fotosynthese capaciteit dat bij dezelfde planten een jaar eerder werd gemeten (tijdens de uitvoering van het onderzoek naar het effect van CO₂ doseren). Bij Tropical werd bij een CO₂ concentratie van 500 ppm, ca. 14 µmol CO₂ per cm² per seconde bij 400 PAR; bij Midori kon dit zelfs hoger liggen (García Victoria, 2011). Mogelijk daalt de fotosynthese capaciteit met het ouder worden van de planten of met het slechter worden van de wortels in de tijd. Ook zijn de weersomstandigheden, zoals we vaker hebben ondervonden bij het meten van fotosynthese bij deze planten, heel erg bepalend voor de assimilatiecapaciteit van het blad.

Het is wel goed om zich te realiseren dat deze metingen inzicht geven in de fotosynthese capaciteit van een cm² blad. Bij gelijke capaciteit, is er door de snoei-behandeling wel een groot verschil in fotosynthetiserend bladoppervlak. Vooral bij het JBB continu is niet alleen het bladoppervlak veel beperkter (zie Tabel 9) maar er zijn ook grote delen van het blad verdroogd (zie Figuur 16. en 17.) en daarom niet in staat om te fotosynthetiseren. De totale “source”, of assimilaten aanmaakbron is dus heel erg verschillend tussen de planten uit de verschillende behandelingen.

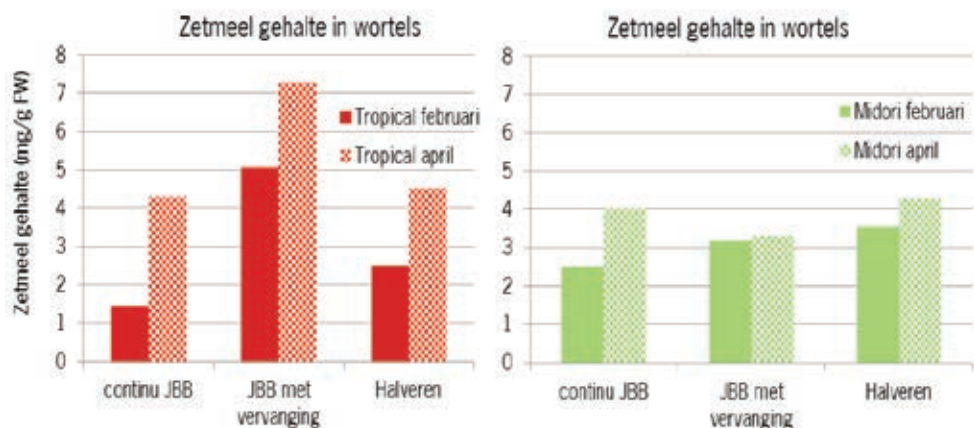
3.6 Zetmeel en suiker gehalten

Suikers zijn het product van de fotosynthese. De belangrijkste ervan is glucose, een 6-koolstofatomen molecuul. Een deel van de door de fotosynthese geproduceerde assimilaten (= suiker moleculen) wordt door de planten opgeslagen als zetmeel. Zetmeel is een polymeer (een lange keten, soms vertakt) van glucose moleculen die gebonden zijn via makkelijk te verbreken bindingen. Op die manier dient het als voedselreserve voor planten, en kan worden aangesproken als de fotosynthese niet voldoende assimilaten oplevert voor de nodige processen.

3.6.1 Zetmeel

Telers verwachtten een minimale reserve van suikers in de vorm van zetmeel in de wortels in februari. Doordat de voorafgaande weken is er weinig licht, moet de plant haar reserves aanspreken voor de groei. Omdat de groei zo sterk is in april met de toename van licht, zou de plant nog altijd weinig reserves in de wortels hebben. De resultaten van de zetmeelbepalingen die in februari en in april 2012 zijn uitgevoerd (zie 3.5) laten zien dat in beide meetmomenten slechts een heel klein gedeelte van het vers gewicht van de wortels uit reserve suikers (zetmeel) bestaat; de verschillen tussen meetmomenten zijn klein, maar in april is er bij Tropical een kleine toename te zien bij alle behandelingen; bij Midori is de toename minimaal. Kennelijk hebben de planten onvoldoende goed blad om voor voldoende assimilaten te zorgen voor de twee belangrijke functies: groei en opslag. Een trend is bij Midori aanwezig in de monsters van februari naar meer zetmeel en vrije suikers in de wortels naarmate er meer blad aan de plant zit als gevolg van de snoei-behandeling. Bij Tropical is er in beide meetmomenten meer zetmeel gemeten in de behandeling waar een blad aan het begin van het experiment is vervangen.

Het feit dat in februari al lastig, en in april heel erg moeilijk was om goede wortels (zonder rot) te vinden voor deze analyses bij Midori, kan van invloed op de resultaten zijn.

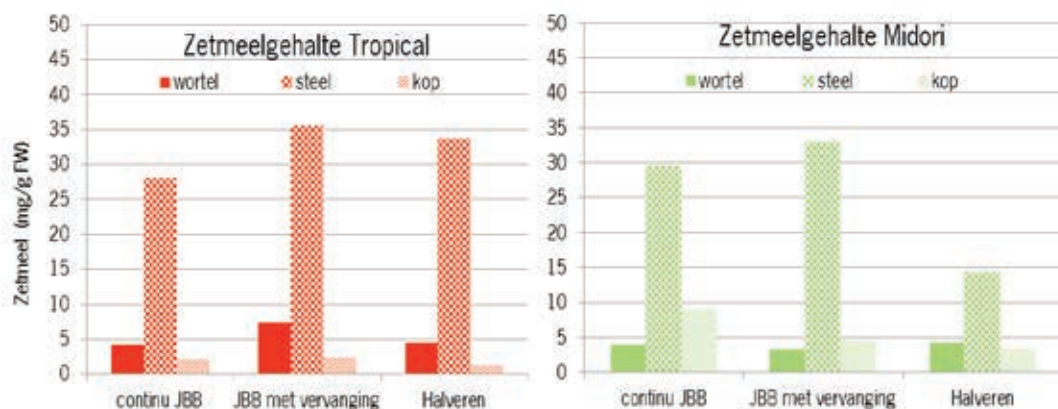


Figuur 26. Zetmeel gehalte in wortels per behandeling in februari en april 2012. Links Tropical, rechts Midori.

In april zijn behalve de wortels, andere plantdelen onderzocht. De gehalten aan zetmeel in de stam (midden) en boven (kop) zijn tevens bij beide soorten bepaald.

Uit de resultaten (Figuur 27.) is af te lezen dat de stam bij Anthurium een belangrijkere plek is dan de wortels voor de opslag van assimilaten. De kop, waarvan door voorlichters gedacht werd dat de meeste reserves werden opgeslagen, slaat minder zetmeel op dan de wortels. De uitzondering is Midori bij de behandeling continu JBB; de slechte kwaliteit van de wortels speelt mogelijk hier een rol.

De verschillen tussen behandelingen zijn klein. Een trend is aanwezig naar meer zetmeel per gram steel in de behandeling waar een blad is vervangen bij beide cultivars. De totale zetmeelreserve is groter als de stam zwaarder is. Verrassend is dat het in de behandeling "blad halveren" bij Midori het laagste gehalte aan zetmeel wordt gevonden. Het stamgewicht was daar gemiddeld (zie Tabel 9.) 205 gram; bij de behandeling JBB met vervanging 203 gram. Vermenigvuldigd met de concentratie zetmeel levert dit een groot verschil in voorraad voor beide planten.



Figuur 27. Zetmeelgehaltenes per behandeling in verschillende plantdelen bij het einde van de proef (april 2012). Links Tropical, rechts Midori.

3.6.2 Suikers

Een suikermolecuul met dezelfde atoomformule kan in twee structuurmoleculen voorkomen, zoals glucose en fructose. Een glucose en een fructose molecuul samen vormen sacharose of sucrose. Al deze suiker moleculen worden "vrije suikers" genoemd, omdat ze niet gebonden zijn om cellulose of zetmeel te vormen.

In planten, is sucrose de belangrijkste transportvorm voor fotoassimilaten, en is beide een bron van koolstof skeletten (voor celstructuren, in de aanmaak van nieuwe organen, waar ze gebonden worden via heel moeilijk te verbreken bindingen) en van energie voor plantorganen die niet kunnen fotosynthetiseren, zoals stelen, zeer jonge bladeren, bloemen en wortels, de zogenaamde “sinks”.

In februari, wanneer alleen de wortels zijn bemonsterd, hebben we hele lage concentraties gevonden van vrije suikers (zie Tabel 12.), minder dan 1 mg per gram wortel (vers). Wel is er bij zowel Midori als bij Tropical een duidelijke trend naar meer vrije suikers, vooral glucose in de wortels naarmate er meer blad is aan de plant als gevolg van de snoeibehandeling.

Tabel 12. Gehalte vrije suikers (glucose, fructose, sucrose) in wortels; metingen februari 2012.

soort	Behandeling	Gehalte aan vrije suikers in wortel (mg per g vers gewicht)		
		glucose	fructose	sucrose
Tropical	continu JBB	0.02	0.03	0.15
	JBB met vervanging	0.06	0.10	0.23
	Halveren	0.12	0.17	0.25
Midori	continu JBB	0.02	0.06	0.26
	JBB met vervanging	0.08	0.10	0.40
	Halveren	0.18	0.15	0.35

Dezelfde trend is te zien als we de concentratie glucose in de verschillende organen bekijken zoals het in april is gedaan (Figuur 28.). De concentratie is het grootst naarmate er meer blad aan de plant zit als gevolg van de snoeibehandeling. Daarnaast verschilt het gehalte sterk per plantdeel: de hoogste concentratie is gevonden in de kop: dicht bij de aanmaakplaats (blad), dicht bij de “sinks” (de groeipunt van het jonge blad of bloem). Bij de wortels is er nauwelijks glucose gemeten, en nog minder bij Midori dan bij Tropical. De concentraties glucose zijn in de drie gemeten delen lager bij Midori dan bij Tropical.

De gehalten aan Fructose en Sacharose per behandelingen en plantorgaan worden in Bijlage IV weergegeven. Bij Tropical vertonen de Fructose gehalten dezelfde patroon als die van Glucose: meer naarmate er meer blad is aan de plant. Sucrose daarentegen wordt in alle behandelingen in vergelijkbare concentratie gevonden. Dat kan te maken hebben met haar transportrol.

Bij Midori is de meeste fructose en de minste sucrose te vinden in alle onderzochte plantendelen in de behandeling met JBB continu. Niet duidelijk is of dit te maken heeft met afbraak van zetmeel om te compenseren voor het gebrek aan fotosynthetiserende organen.

3.7 Groeihormonen

De onderzochte hormonen zijn auxine en cytokinine. Dit zijn verschillende chemische verbindingen die behoren tot de groep van de groeihormonen. Ze worden aangemaakt en vrijgegeven onder positieve groeiomstandigheden. Een hypothese die door enkele telers is geopperd is dat bij het langdurig verwijderen van alle jonge bladeren, de plant nog nauwelijks auxine aanmaakt. In de hormoonbalans krijgt cytokinine de overhand, waardoor de plant een dikkere kop en een grotere bloem gaat maken, maar met slechte wortels als gevolg.

Middels, chemische bepalingen zijn op verschillende momenten plantendelen onderzocht op de gehalten aan groeihormonen. De eerste analyses zijn gedaan in mei 2011 met planten uit de praktijk, om de methodiek aan te passen voor dit gewas en om de plantendelen te bepalen die het beste in het vervolg konden worden bemonsterd.

De extractie en meetmethoden worden verder toegelicht in Bijlage V. De resultaten van deze metingen worden deels hieronder (auxine en cytokinine apart), deels in Bijlage VI getoond. Daar waar mogelijk zijn voorzichtige conclusies aan de metingen verbonden, dat wil zeggen, dat er gekeken is of de metingen de telershypothese ondersteunen of ontkrachten.

3.7.1 Auxine

Auxine kan volgens de literatuur worden gemaakt in elke plantcel als de omstandigheden gunstig zijn voor de groei van een plantcel: vrij zijn van omgevingsstress en aanwezigheid van meer dan voldoende suikers en zuurstof om zichzelf en afhankelijke cellen te voorzien.

In de praktijk houdt dit in dat vooral groeiende meristemen Auxine aanmaken, en vervolgens wordt het in de plant getransporteerd in een eenmalige richting: altijd naar beneden. Ook groeiende wortelpuntjes maken auxine in kleine concentraties aan, maar hiervoor moeten ze wel een signaal krijgen: dit signaal is vaak juist de aanwezigheid van Auxine uit bovengronds groeiende plantendelen (pers. comm. C. Ruyter-Spira).

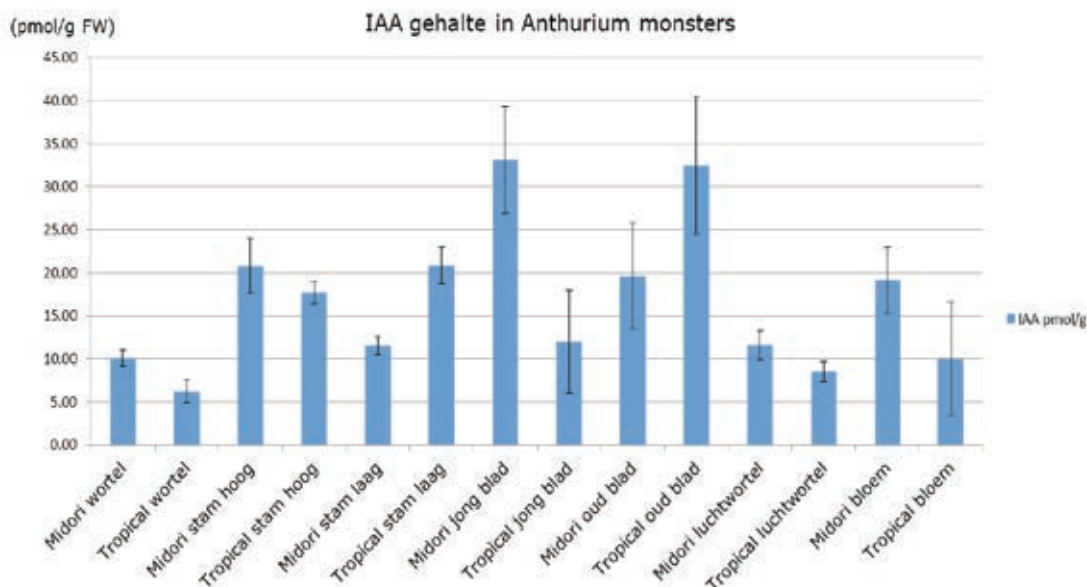
Auxine zorgt voor de initiatie van wortelprimordia, en de wortelelongatie (wortelgroei). Auxine induceert laterale wortelgroei; bij gebrek aan auxine kunnen mogelijk minder laterale wortels aangemaakt worden, waardoor de wortel gevoeliger wordt voor infecties of minder snel ervan kan herstellen. Auxine heeft tevens een reparerend vermogen op de weefsels, een tekort aan Auxine maakt in die zin de wortel gevoeliger.

3.7.1.1 Gehaltes in planten uit de praktijk

Figuur 29. toont de resultaten van de eerste oriënterende analyses. Allen IAA (Indol Azijn Zuur) is gevonden. Dit is vrije auxine, en de belangrijkste vorm. Het is in alle onderzochte plantendelen gevonden, ook in de wortels en de luchtwortels. In blad hebben we het gevonden met veel variatie, dit kan komen omdat de gehalten in het blad heel veel variëren in de loop van de ontwikkeling van het blad. Ook het aantal cellen per eenheid vers gewicht is heel verschillend, dit verklaart de hoge standaard error, aangezien de bladeren verschillende grootte hebben.

De gevonden verschillen in concentraties in de steel (laag of hoog) tussen planten van een soort maar ook tussen soorten kunnen worden verklaard door verschillen in transportsnelheid, aangezien er geen auxines in de steelbasis worden aangemaakt noch daarin opgeslagen. De lage steeldeel is een soort snelweg waardoor de auxines naar de wortels gaan. Als er "file" is, d.w.z., het transport is geremd, vind je een hogere concentratie. Verschillen in transport snelheid tussen planten zouden ook door verschillen in stengeldikte verklaard kunnen worden.

Mogelijk correleert de dikte van de steel met de verschillen die gezien worden in gevoeligheid voor wortelrot tussen soorten. Uit de eindmetingen hebben we vastgesteld dat de stengeldikte (onder) bij Tropical ook groter is dan in Midori.



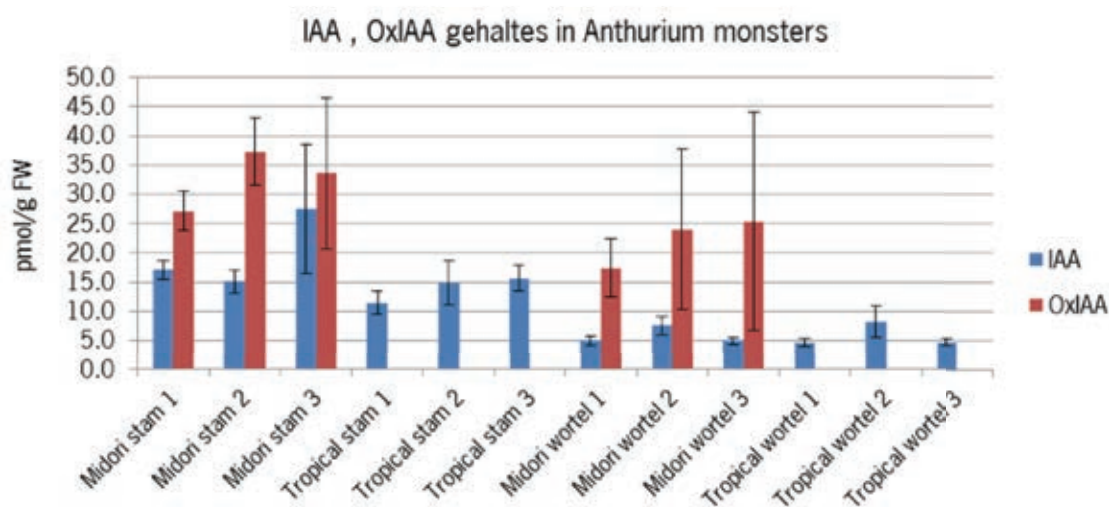
Figuur 29. Gehalte Auxine in verschillende plantendelen bij Tropical en Midori in pmol/g vers gewicht. Planten uit de praktijk (waar jong blad breken ook werd toegepast).

3.7.1.2 Gehaltes per behandeling, augustus 2011

Aan de hand van de bovenstaande analyses is besloten wortels en steelbasis te bemonsteren in de volgende serie monsters. Tussen behandelingen is voor beide soorten een significant hogere auxine concentratie in de wortels bij behandeling 2 (Jong Blad Breken met vervanging van het blad) dan bij de twee andere behandelingen. De monsters in augustus laten zien (Figuur 30.) dat de gehalten in wortel en steel dezelfde verhoudingen vertonen als de planten in de praktijk. Gemiddeld is het gehalte in wortels ook gelijk voor beide soorten Midori en Tropical. Tussen behandelingen zijn geen significante verschillen in auxine gehalten in de wortels.

Wat de steelgehalten betreft, zijn deze hoger dan in de wortels. Ook ligt het gehalte gemiddeld hoger bij Midori dan bij Tropical; mogelijk is de doorstroming trager bij Midori vanwege de kleinere steeldiameters (zie Tabel 9.). De steeldiameters van de bemonsterde planten vertonen echter geen relatie met de gevonden gehalten, en er is ook geen relatie gevonden met de wortelbeoordeling van de planten (data niet getoond).

De relatie tussen de bladsnoeibehandelingen en de concentratie Auxine in de steel is bij deze monsters niet consequent. Bij Midori is het opvallend hoog in steel van behandeling 3 (blad halveren).



Figuur 30. Gehalte aan Auxine in monsters genomen in augustus 2011. 1, 2 en 3 staat voor de bladsnoeibehandeling, waarbij 1= JBB continu, 2= JBB met vervanging 1 blad en 3= blad halveren.

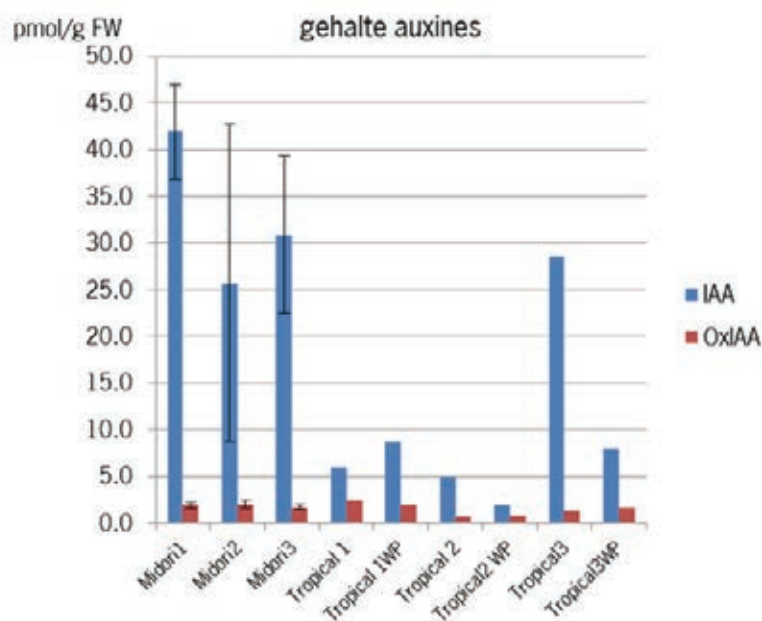
Een bijzondere ontdekking in de Midori monsters is de aanwezigheid van Oxi-Indoolazijnzuur in concentraties dat voor alle monsters hoger liggen dan IAA. Oxi-IAA betreft een inactieve vorm van Auxine, die in augustus niet gevonden is in Tropical (aan het einde van de proef wel, zie Figuur 31.). Door Chandler (1998) en door Normaly (2005) wordt dit genoemd als een metabolische stap in de afbraakvorm van Auxine, die niet meer omkeerbaar is naar actieve Auxine, in tegenstelling tot allerlei andere conjugaten die gebruikt worden als transportvormen. De plant zou het overmaat auxine op deze manier afvoeren. Het is wellicht erg kort door de bocht, maar het is aannemelijk dat, in afwezigheid van voldoende bouwstoffen (suikers, eiwitten), de plant niet de door andere plantendelen aangemaakte auxine kan benutten om de aanmaak van laterale wortels te induceren. Ook is het denkbaar dat deze afbraak ingezet wordt doordat het transport van auxine naar de wortelpunten belemmerd wordt door het ontbreken van voldoende transportwegen (gezonde wortels).

3.7.1.3 Gehaltes per behandeling, maart 2012

De monsternamen aan het einde van de proef werden gehinderd door de kwaliteit van de wortels: het was heel erg moeilijk om vooral van Midori voldoende wortelstukjes te vinden in de potten voor een goede monsternamen. De wortelpunten zijn bij Tropical apart verzameld en onderzocht.

De resultaten (Figuur 31.) laten enkele verrassende uitkomsten zien:

- Bij Midori zijn de gehaltes aan actieve auxine in de wortels hoger dan in de twee eerdere analyses bij alle snoeibehandelingen
- Bij beide soorten wordt nu de inactieve vorm Oxi-IAA gevonden, maar in veel lagere concentraties dan de actieve vorm
- Bij Tropical wordt 5 tot 6x de auxine concentratie gevonden in de wortels van behandeling 3 (blad halveren) dan in de overige 2 behandelingen.
- Er is auxine gevonden in de wortelpuntjes bij Tropical in gelijke concentraties voor alle drie de behandelingen.



Figuur 31. Gehalte aan Auxine (IAA en OxiIAA) in monsters tegen einde proef (8-3-2012).

WP is wortelpunt. 1, 2 en 3 staat voor de bladsnoeibehandeling, waarbij 1= JBB continu, 2= JBB met vervanging 1 blad en 3= blad halveren.

Een conclusie uit deze getallen is niet makkelijk te trekken. Hoewel auxine aangemaakt wordt door het blad in de hoogste concentraties, lijkt de telers-hypothese (namelijk dat door het breken van het jonge blad, geen auxine meer naar de wortels komt voor wortelregeneratie en laterale wortelvorming), niet te kloppen. De overige groeiende meristemen zoals bloem, blad, luchtwortels en grondwortels maken en/of transporteren auxine. Een deel van de aangemaakte auxine wordt echter door de plant afgebroken, getuige de aanwezigheid van Oxi-IAA. Dit kan het gevolg zijn van een overmaat aan Auxine, of van een gebrek aan bouwstoffen (assimilaten en mineralen) om de groei tot stand te brengen.

3.7.2 Cytokinines

De term “cytokinine” is geaccepteerd als een verzamelnaam voor chemische verbindingen die in staat zijn om celdeling te promoten en andere plantprocessen te sturen op dezelfde manier als kinetine (6-furfurylaminopurine), de eerst gevonden planthormoon met cytokine activiteit. Een voorwaarde voor het stimuleren van celdeling (en dus de groei) is de aanwezigheid van Auxine. Sinds de ontdekking van kinetine zijn vele verbindingen (meer dan honderd als we de natuurlijke en de synthetische optellen) gevonden met cytokine-activiteit.

In onze analyses is de aanwezigheid van 21 verbindingen die frequent voorkomen onderzocht. Een overzicht van de onderzochte en gevonden cytokininen is te vinden in Tabel 13. De resultaten (gevonden gehalten) per monsterdatum, behandeling, plantendeel en cytokinine-achtige verbinding worden uitgebreid in Bijlage V weergegeven.

3.7.2.1 Chemische samenstelling en biologische activiteit cytokinine

Chemisch gezien bestaat een verbinding met cytokinine-activiteit uit een nucleotide (adenine, bekend van het DNA) met een intacte purine-ring en een vervanging in de N6 positie. Variaties zijn er veel, afhankelijk van de vervanging, en de ruimtelijke oriëntatie. De fysiologische consequenties van al deze variaties zijn nog niet goed ontrafeld; bekend is wel dat bepaalde vervangingen een groot effect hebben op de biologische activiteit van de verbinding: bij voorbeeld, vervanging door O of S door de N in the N6 positie van adenine resulteert in een verlies in de groeibevorderende activiteit van meer dan 90%.

O-glucosides zijn meestal inactieve of weinig actieve maar wel stabiele, reserve vormen van cytokinines, die wel omkeerbaar zijn. N-glucosides zijn praktisch irreversibele verbindingen, minder actief of zelfs volledig inactief.

In hogere planten zijn Isopentenyladenine en Zeatine de biologisch meest actieve verbindingen. Maar dan: niet alle Zeatine vormen zijn even actief: de cis-vorm (cZ) vertoont een zeer zwakke biologische activiteit; terwijl de trans-vorm (tZ) heel actief is. De tZ in de verdampingstroom lijkt belangrijk voor de communicatie over de nutriënten-beschikbaarheid over de gehele plant. De rol van cisZ zou mogelijk verband houden met het reguleren van de cytokinine respons en het onderhoud van minimale cytokinine activiteit in groei-limiterende omstandigheden (Gajdosová, 2011).

3.7.2.2 Functies van cytokinine in de plant

Cytokinines zijn betrokken in bijna elke groeiproces, van celdeling tot het vormen van bloemen vruchten. Ze zijn essentieel om de celdeling in stand te houden, en ze regelen de assimilaten en nutriënten stroom binnen de plant door de balans tussen aanmaak (“source”) en vraag (“sink”) van nutriënten voor de groei te bewaken. De stikstof beschikbaarheid beïnvloedt de aanmaak van cytokinine. Ze zijn betrokken bij de senescentie processen en kunnen de planten beschermen tegen ongunstige omstandigheden zoals droogtestress, doordat ze een rol spelen in het verminderen van de irreversibele schade. Cytokinines zorgen dus voor de plantgezondheid door de celdeling te stimuleren, en door de weerstand tegen biotische en abiotische factoren te vergroten.

Minder bekend is de betrokkenheid van cytokinines bij pathogeen geïnduceerde plant reacties. Plant receptoren voor cytokinine kunnen een onderscheid maken tussen plant-eigen en pathogeen-eigen cytokinines, en besluiten een verdedigingsreactie, zoals de aanmaak van salicylzuur, of de ontwikkeling van ziektesymptomen.

Tabel 13. Onderzochte en gevonden cytokinines in de verschillende genomen Anthuriummonsters.

Onderzocht (afkorting)	Gevonden praktijk	Gevonden aug.2011	Gevonden mrt.2012
*N6-Isopenteny ladenine (iP);	ja	ja	ja
*N6-Isopenteny ladenosine (iPR);	ja	ja	ja
*N6-Isopenteny ladenosine-5'-monofosfaat (iPMP)	nee	nee	ja
*trans-Zeatine (tZ);	ja	ja	ja
*trans-Zeatin riboside (tZR);	ja	ja	ja
*trans-Zeatin O-glucoside (tZOG);	ja	ja	nee
*trans-Zeatin riboside-5'-monofosfaat (tZMP);	nee	nee	nee
*cis-Zeatine (cZ);	ja	ja	nee
*cis-Zeatin riboside (cZR);	nee	ja	ja
Dihydrozeatine (DHZ);	nee	nee	nee
Dihydrozeatin riboside (DHZR);	nee	nee	nee
Dihydrozeatin O-glucoside (DHZOG);	nee	nee	nee
Dihydrozeatin riboside O-glucoside (DHZROG);	nee	nee	nee
ortho-Topoline (oT);	nee	nee	nee
ortho-Topolin riboside (oTR);	nee	nee	nee
*meta-Topoline (mT);	nee	ja	nee
meta-Topolin riboside (mTR);	nee	nee	nee
trans-Zeatin-7-glucoside (tZ7G);	nee	nee	nee
*trans-Zeatin-9-glucoside (tZ9G);	ja	ja	nee
Dihydrozeatin-7-glucoside (DHZ7G);	nee	nee	nee
Dihydrozeatin-9-glucoside (DHZ9G)	nee	nee	nee

3.7.2.3 Gehaltes in planten uit de praktijk

Trans-Zeatine (tZ) en Isopentanyladenine (iP) hebben meestal de hoogste biologische activiteit. In bladmonsters worden meestal iP-type cytokinines gevonden. Dat was hier cultivar afhankelijk: bij Midori was het ruim aanwezig in enkele bladmonsters (grote spreiding); bij Tropical was het in zeer lage concentraties.

In de praktijkmonsters hebben we iP niet in Tropical wortels noch bovenste stamdelen gevonden; bij Midori is het in zeer lage concentraties (0,25 pg/g vers gewicht) in de wortels aangetoond en vrij veel in de stam.

Transzeatine (tz) en haar riboside zijn in alle monsters gevonden; de glucoside of reservevormen zijn ook in alle plantendelen met uitzondering van het oude Midori blad en het jonge Tropical blad gevonden.

3.7.2.4 Gehaltes per behandeling, augustus 2011, mart 2012

Ten opzichte van de monsters uit de praktijk, vallen de volgende verschillen te ontdekken in de monsters genomen in augustus:

- Aanwezigheid van iP boven detectielimiet in wortels Tropical
- Concentratie iP in steel beide soorten ca. 1/10 van de concentratie uit de praktijkmonsters
- Concentratie iPR in wortels in beide soorten gelijk aan concentratie uit wortels praktijk
- Concentratie tZ in wortels in beide soorten vergelijkbaar aan wortels praktijk
- Aanwezigheid van cZ, een weinig actieve vorm die toeneemt in momenten van beperkte groei.

Er zijn geen opvallende verschillen in de concentratie van de verschillende cytokinines in de wortels als gevolg van de snoeibehandeling. Er lijken wel wat effecten van de bladsnoeibehandeling op te treden bij beide soorten in de concentraties van enkele minder actieve verbindingen in de steel: zo nemen iPR en tZR af in beide soorten af naarmate er minder blad aan de plant zit. De biologische betekenis hiervan is onduidelijk.

Voor sommige verbindingen is er een afname in de tijd zichtbaar: tussen de bemonstering in augustus 2011 en in maart 2012 is een afname in de hoeveelheid verbindingen die gevonden worden boven de detectielimiet (6 in plaats van 11), maar ook in de concentraties van bijvoorbeeld iPR, die in alle behandelingen is afgenomen, of van iP, die in alle Midori monsters is afgenomen. Van transzeatine en haar riboside zien we een willekeurige afname in de ene behandeling, en een toename in de andere behandeling. Tabel 14. toont de afname per behandeling in maart 2012, weergegeven als percentage van het gehalte in augustus 2011.

Tabel 14. Afname van de concentratie aan Z- en iP cytokinines (in % van het gehalte in augustus 2012).

soort	behandeling	tZ	tzR	iP	iPR
Midori	JBB cont		15.33	15.78	68.05
	JBB verv	58.60		26.28	76.21
	halveren			9.28	57.73
Tropical	JBB cont	11.75	52.82		74.23
	JBB verv		21.47		55.54
	halveren	66.63			50.30

Het is niet eenvoudig om deze waarnemingen in relatie te brengen met de aanwezige wortelschade. Mogelijk is de afname niet de oorzaak maar het directe gevolg van het minder goed functioneren van de aangetaste wortels. Onderzoek bij Eucalyptus, (Cahill *et al.*, 1986) heeft na infectie met een wortel pathogeen een daling aangetoond van de gehalten aan Z-type en IP-type cytokinines in gevoelige soorten. De gehalten aan cytokinines in resistente soorten waren niet beïnvloed door de aantasting.

De door telers geformuleerde hypothese dat cytokinine de overhand boven auxine zou krijgen door het continu blad te breken lijkt in het licht van deze getallen ongegrond: er is eerder een afname van de hoeveelheid cytokinine-achtige verbindingen dan een toename in de tijd te zien. Door het blad halveren of het vervangen van een blad is het niet mogelijk om deze afname in de tijd te remmen. De afname lijkt eerder het gevolg van de slecht functionerende wortels dan de oorzaak, aangezien een tekort aan cytokinine juist tot een over ontwikkeling van het wortelgestel leidt, zoals het blijkt uit divers onderzoek (onder andere Werner *et al.*, 2003) met cytokinine-deficiënte mutanten.

4 Algemene discussie

De relatie tussen het optreden van wortelrot en de methode van bladsnoei is met dit onderzoek niet aangetoond. Het is natuurlijk mogelijk dat die relatie er helemaal niet is, maar er zijn twee hoofdredenen aan te wijzen waarom de hypothese dat er verband bestaat tussen bladsnoeimethode en wortelrot nog niet kan worden verworpen:

1. De voorgeschiedenis: Bij alle planten werd in de vorige proef Jong Blad Breken toegepast. Er waren planten met wortelrotsymptomen al bij het overpotten van de planten naar de doorzichtige potten, kort na de start van de proef.
2. In de behandelingen ontbrak een referentie waarbij “traditioneel” dat wil zeggen, oud blad werd gesnoeid. Het snoeien van oud blad wordt gezien als een obsoleete methode, “niet meer van deze tijd”.

Als het Jong Blad Breken aan de oorsprong ligt van de wortelrot, dan zou dit, in verband met de voorgeschiedenis kunnen verklaren waarom het in alle planten is voorgekomen.

Relaties leggen tussen wortelrot enerzijds, en bovengrondse kenmerken anderzijds, was daarnaast bemoeilijkt doordat de wortelkluif van iedere pot bestond uit een verstrengeling van wortels van drie verschillende planten. Hierdoor kon een pot met op het oog redelijk goede wortels, toch nog een plant hebben met rotte plekken aan de stam.

Met de verkregen gegevens wordt hieronder een discussie gevoerd over

- de assimilatenbalans: de effecten van bladsnoei bij anthurium
- de hormonenbalans
- andere, niet onderzochte hypothesen
 - o de water- en mineralenbalans: een mogelijk regulerende rol van het jonge blad in de anthuriumplant
 - o potmaat en wortelgroei

4.1 Assimilatenbalans: De effecten van bladsnoei

Uit de data verzameld tijdens dit onderzoek is na verloop van de tijd wel duidelijk geworden dat het Continu Jong Blad Breken tot de slechtste wortels leidt. Door de eerder genoemde redenen is ditgeen hypothese bevestiging, maar slechts een indicatie dat het “Continu Jong Blad Breken” niet bevorderlijk is voor de wortel kwaliteit.

Het “Continu Jong Blad Breken” bleek ook niet bevorderlijk voor andere gewas- en bloemkenmerken: het leidt tot een verpaupering van het gewas, die necrotische bladranden en necrotische plekken krijgt bij het midden van het blad. De productie leidt er op termijn ook onder; er vindt plaats een kleine afname in productie in aantal bloemen, en deze zijn kortere bloemen, met een lager bloemgewicht, die korter houdbaar zijn en allerlei afwijkingen krijgen tijdens de naoogst periode (glazigheid en blauwverkleuring).

Het is niet ondenkbaar dat de verlaagde productie en kwaliteit het gevolg zijn van de slechte wortels (in deze behandeling dus de slechtste). Uit de productie en kwaliteitsgegevens kunnen we ook vaststellen dat het continu Jong Blad Breken best een enorme uitputtingsslag voor de plant zou kunnen betekenen: De plant moet bloemen blijven produceren met een minimale aanmaak van assimilaten. Er is wel een “sink” verwijderd (het jonge blad) maar er is nog altijd wel een “sink” aanwezig (de bloem), en er is onvoldoende “source”, dat wil zeggen, blad voor assimilaten aanmaak. De drie aangelegde bladsnoeibehandelingen vertegenwoordigden ieder een andere hoeveelheid blad aan de plant (zie ook Tabel 9 en Figuur 16. en 17.). Onderzoek in 2004-2005 door Warmenhoven en García Victoria met Traditioneel gesnoeid blad (oud blad snijden in plaats van Jong Blad Breken), waarbij planten werden vergeleken die over één volwassen blad of 3 volwassen bladeren beschikten (en de jonge bladeren altijd konden uitgroeien), bracht naar vergelijkbare conclusies: hoe meer “source” aan de plant, des te beter de productie in aantal stelen, het takgewicht, de taklengtes en de houdbaarheid. Het beperken van de hoeveelheid blad is negatief voor de hoeveelheid assimilaten die de plant kan aanmaken, ervan uitgaande dat de fotosynthese capaciteit van het oude blad gelijk is aan die van het jonge maar afgehaarde blad. In onze metingen hebben wij grote verschillen gezien tussen bladfotosynthese bij verschillende bladeren, deze waren niet consequent aan bladleeftijd te koppelen (jongst afgehaard blad of oud blad).

Metingen door Dai en Paul (1990) gaven echter aan dat de leeftijd van het blad in dagen vanaf de uitgroei uit de schacht een sterke invloed had op de fotosynthese capaciteit van het blad: van een negatieve fotosynthese voor bladeren van 14 dagen, oplopend naar 2,28 mg CO₂/m² minuut voor bladeren van 28 dagen, en naar 6,3 mg CO₂/m² minuut voor bladeren van 42 dagen. Oudere bladeren zijn door hen niet gemeten, maar het is aannemelijk dat de fotosynthese capaciteit van het blad afneemt na een bepaalde leeftijd. Bij roos is door Schapendonk *et al.* 2009 een afname van de fotosynthese capaciteit met de leeftijd vastgesteld.

Het blad in de verschillende behandelingen is niet alléén beperkt, het is ook beschadigd, met vergeelde en necrotische plekken die weinig tot niets zullen bijdragen aan de fotosynthese. Dit is deels met behulp van de zetmeel- en suikeranalyses aangetoond: Bij zowel Midori als bij Tropical is er een duidelijke trend naar meer vrije suikers, vooral glucose in de wortels naarmate er meer blad is aan de plant als gevolg van de snoeibehandeling. De hoeveelheid glucose in de wortels was wel erg laag, terwijl de wortels zelf glucose nodig hebben voor de wateropname. In de regel wordt een suikeroverschot in de vorm van zetmeel opgeslagen door de planten in wortels (weinig), het verhoutte stam (veel) en de zachte stamdeel waaruit de jonge bladeren en bloemen zullen ontstaan (kop, ook weinig). De totale reserve is het grootst als er meer blad aan de plant zit, en was in april (in wortels) groter dan in februari, wanneer de plant door de lage lichtniveaus weinig assimilaten heeft kunnen opslaan.

Een interessante waarneming is gedaan door Dufour *et al.* (2003): die merkten op dat de verhouding tussen bovengrondse delen (drooggewicht) en wortels (ook in drooggewicht) toeneemt als de planten beginnen met bloemproductie, en verklaren dat als het gevolg van assimilaten relocatie, dat wil zeggen, dat voedingstoffen vanuit de wortels naar de bloem worden aangevoerd. Ze benadrukken het monopodiale stadium (tot en met het negende blad, waarna de plant in het sympodiale stadium komt (de "echte" bloemproductie) als een belangrijke opslagfase voor de plant.

Uit deze discussie, kunnen we concluderen dat teveel blad snoeien, ongeacht leeftijd van het blad, de assimilatenbalans verstoort door een gewijzigde "source"- "sink" verhouding en slecht is voor de bloemproductie. Waar het optimum ligt, is niet met deze gegevens te zeggen, maar dat is vermoedelijk de reden waarom Blad Halveren beter is voor de productie, lengte, gewicht en houdbaarheid dan Continu Jong Blad Snijden, en beter dan het eenmalig vervangen van één blad.

4.2 Hormonenbalans: de effecten van bladsnoei en slechte wortels

Het snoeien van jong blad in een vroeg stadium lijkt niet de concentratie auxine die naar de wortels wordt gestuurd te beïnvloeden. Naast het jonge blad (de klassieke aanmaak plek) wordt Auxine ook door alle andere groeiende weefsels aangemaakt. Zo zijn bloem, blad, luchtwortels, maar ook de wortels zelfs in staat auxine te produceren. In de metingen is Auxine in al deze plantendelen aangetoond.

Wortelregeneratie en laterale wortelvorming zijn beide afhankelijk van auxine. In de tijd, met het afnemen van de wortelkwaliteit vinden we juist toenemende concentraties Auxine in de wortels, van 5-10 pmol/g vers gewicht, naar 25-40 pmol/g wortels, wat overigens ook goed is te verklaren doordat de wortelmassa lijkt te zijn afgenomen in de tijd. Bij Tropical zien we de toename juist voornamelijk in de behandeling "blad halveren", die de beste wortels heeft, maar ook potentieel de meeste aanvoer van assimilaten naar de wortels.

De aanwezigheid van een degradatieproduct van Auxine, Oxi-IAA, die mogelijk gebonden aan hexose-moleculen zoals glucose wordt om afgevoerd te worden roept vragen op. Diverse auteurs waaronder Chandler (1998) benadrukken dat dit het gevolg kan zijn van een overmaat aan Auxine.

Met alle voorzichtigheid dat het interpreteren van een zeer beperkt aantal metingen van een ingewikkelde materie als hormonen vereist, zouden we kunnen stellen dat om regeneratie van de wortels mogelijk te maken, niet alleen voldoende auxine moet zijn, maar ook voldoende voedingsstoffen en mineralen. Iets wat in de meeste Midori planten, zeker niet aanwezig is, en mogelijk onvoldoende aanwezig is in de Tropical planten waar jong blad continu wordt gebroken.

Het is daarom niet denkbaar dat toevoeging van Auxine aan het wortelmilieu een oplossing kan bieden voor de regeneratie van aangetaste wortels van Anthurium. Met betrekking tot cytokinines, de gevonden gehalten lijken niet afhankelijk te zijn van de bladsnoeibehandelingen. Er wordt bij beide soorten een afname in de tijd gemeten van het aantal verbindingen; bij Midori zelfs een flinke afname in de tijd van de biologisch meest actieve verbindingen: IP-en tZ.

Zou deze afname de oorzaak kunnen zijn van de wortelschade?. Dat is niet echt aannemelijk omdat cytokinine-deficiënte maar verder gezonde mutanten vertonen juist een over ontwikkeling van het wortelgestel (Werner *et al.*, 2003). Aannemelijker

lijkt dat de afname het directe gevolg is van het minder goed functioneren van de aangetaste wortels, aangezien daar de synthese plaats en zich bevinden. Door Cahill *et al.* werd in 1986 een daling aangetoond van de gehalten aan Z-type en IP-type cytokinines na infectie met een wortel pathogeen; de afname in cytokinine gehalte was al groot bij kleine hoeveelheden wortelschade. Wortelschade belemmert de opname van voedingsstoffen, onder andere Nitraat, en dat remt de activiteit van genen die betrokken zijn bij de aanmaak van cytokinine (Ferguson, 2009), wat enerzijds de afname in cytokinine gehalten verklaart, en anderzijds de verminderde groei van de bloemen die zich ontwikkelen.

De door telers geformuleerde hypothese dat cytokinine de overhand boven auxine zou krijgen door het continu blad te breken lijkt in het licht van deze getallen ongegrond: er is eerder een afname van de hoeveelheid cytokinine-achtige verbindingen dan een toename in de tijd te zien. De afname lijkt eerder het gevolg van de slecht functionerende wortels dan de oorzaak, en is mogelijk daarom groter bij Midori (slechtere wortels) dan bij Tropical. Desondanks is er voldoende cytokinine aanwezig om de uitloop van nieuwe bloemen te stimuleren, en daarom niet denkbaar dat het extern toevoegen van cytokininen aan deze planten de wortels zou kunnen sparen.

4.3 Niet onderzochte hypothesen

Zijn er andere oorzaken denkbaar voor het fenomeen “wortelrot” dan een verstoring van het assimilatenbalans en een verstoring van het hormonale balans in de plant, al dan niet in combinatie met bladsnoeimethodes? Door tijdens de uitvoering van dit onderzoek in gesprek te blijven met telers, voorlichters en collega's zijn twee nieuwe hypothesen ontstaan. Deze worden hieronder toegelicht.

4.3.1 Hypothese 1: verstoorde water en mineralenbalans

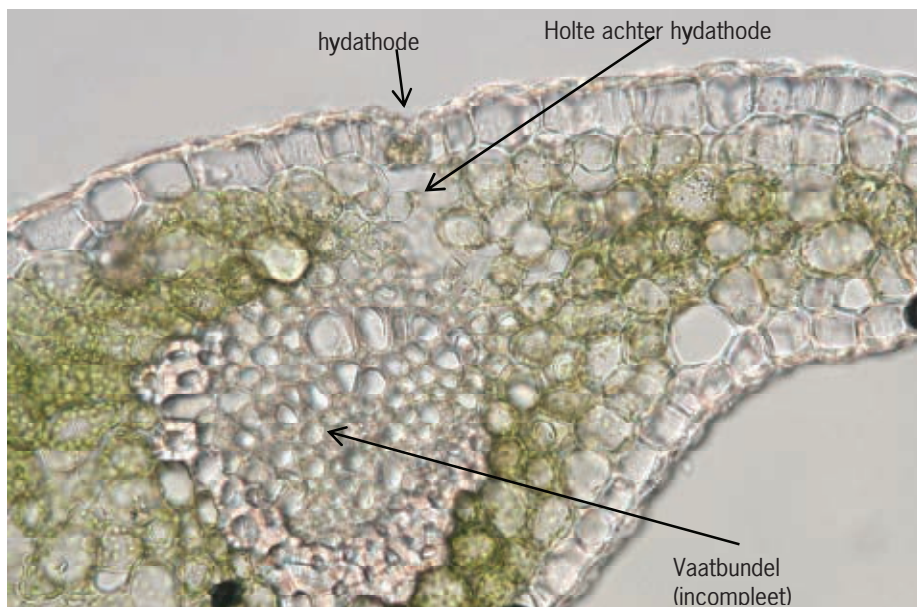
Een aanvullende proef is in september 2011 door IMAC medewerkers bij Anthura gestart (Van Eijk, 2012). De invloed van de snoeimethodes wordt gecombineerd met twee watergeefmethodes. Immers, als de planten door de snoeimethode minder blad hebben, verdampen ze minder, en hebben ze minder water nodig; bij het niet aanpassen van de watergiften zouden de planten dan teveel water krijgen, en teveel water leidt tot anoxia, gebrek aan voor de respiratie van de wortels benodigde zuurstof, en eindelijk tot wortelrot. De aangeboden hoeveelheid water (“normaal” en “dubbele” hoeveelheid) lijkt in het onderzoek geen enkele invloed te hebben op de mate van wortelrot. De balans tussen watervraag en wateraanbod lijkt daarom niet de oorzaak te zijn van het rotten van wortels. De planten waar continu jong blad wordt gebroken in het genoemde Anthura experiment, hoewel ze veel jonger waren dan de planten uit ons experiment, vertonen echter ook necrotische bladranden (zie Figuur 32.). En ook wortelrot. Voor het ontstaan van necrotische bladplekken als gevolg van glazigheid is met een onderzoek naar bladschade bij potanthurium (Warmenhoven *et al.*, 2012) een verklaring gevonden in het herhaaldelijk vollopen van intercellulaire ruimtes als gevolg van worteldruk (De Ruijter, 2012). En dit leidt tot het formuleren van een nieuwe hypothese: opgebouwde worteldruk door het ontbreken van een “ventiel” als oorzaak voor het ontstaan van wortelrot bij anthurium. De hypothese wordt hieronder uitgebreid toegelicht.



Figuur 32. Midori in wortelrotproef Anthura. Bij de planten links (necrotische bladranden) wordt continu Jong Blad Gebroken. Foto Bureau IMAC BV.

4.3.1.1 Worteldruk en guttatie

Planten nemen water met voeding via de wortels op. Hiervoor gebruiken planten twee type krachten voor: de “zuigkracht” van de huidmondjes als deze open zijn (overdag) en de “drukkracht” vanuit de wortels als de huidmondjes dicht zijn (’s nachts), of als er door de hoge luchtvochtigheid, de waterdamp niet kan worden afgegeven aan de lucht. Het jonge blad verdampt weinig (is opgerold, en de huidmondjes zijn dan in aanleg, en zelfs beïnvloedbaar, Trouwborst *et al.*, 2011). Daarom moet de jonge plant voor haar water en assimilantoevoer vertrouwen op de worteldruk. Bepaalde elementen, zoals Calcium en Borium, kunnen zelfs alleen met de waterstromen mee naar de cellen worden vervoerd. In een onderzoek naar guttatie bij potanthurium (Warmenhoven *et al.*, 2012) zijn met behulp van intervalcamera’s planten gedurende meerdere etmalen gevolgd. Uit de beelden blijkt dat het zijn de jonge bladeren, tot ze zijn afgehaard, die gutteren via de hydathoden, huidmondjes-achtige structuren die aan de rand van het blad zich bevinden, en in tegenstelling tot de huidmondjes, aan de bovenkant van het blad zitten. Hydathoden bestaan uit een onvolledige houtvaat die in een holte uitmondt, die op haar beurt in verbinding staat via een soort huidmondje-opening met buiten (Figuur 33.). Oudere bladeren hebben we niet zien gutteren, daar kunnen de hydathoden verstopt zijn (Figuur 34.), mogelijk een natuurlijk proces van de plant om ervoor te zorgen dat water dat via worteldruk omhoog gestuwd wordt, naar de niet verdampende delen van de plant (jonge bladeren en jonge bloemen) gaat, zodat deze verzekerd zijn van essentiële mineralen als Calcium en Borium. Zo zouden de hydathoden aan de rand van het jonge blad en bloem een soort “ventieltje” voor de worteldruk kunnen zijn.



Figuur 33. Detail hydathode in *Anthurium* 'Fantasy Love' aan bovenste epidermis. Duidelijk is te zien dat de bundelschede met dikwandige cellen rondom de vaatbundel incompleet is aan de zijde van de hydathode.



Figuur 34. De zwarte prop toont de verstopping van de hydathode opening bij oud blad met schade bij *Anthurium* Alabama.

Dat ventieltje raakt de plant tijdelijk kwijt als een jong blad wordt gebroken. Na het breken van een blad zal de plant zo snel mogelijk de wond dichten om uitdroging en infecties te voorkomen. De wortels drukken onveranderd water omhoog, die niet kan ontsnappen via het jonge blad, omdat deze is verwijderd; het water zoekt dan haar weg naar buiten via het oude blad, maar omdat daar de hydathoden verstopt zijn, kan het water niet naar buiten toe. Als gevolg ervan lopen de extracellulaire ruimtes rondom de hydathodeholte vol, zoals bij normale guttatie, maar kan het water niet weg.



Figuur 35. Detail van hydathoden met guttatie (links) en zonder druppelvorming (rechts). De verkleuring van het weefsel ('guttatievlekken') is het gevolg van het volstromen van de intercellulaire ruimten met xyleemvocht.

4.3.1.2 Glazigheid en bladnecrose

Glazigheid, of lokale inundatie van bladweefsel kan tijdelijk zijn en zonder schade wegtrekken als de planten vervolgens in lagere luchtvochtigheid wordt geplaatst: Binnen een uur is de (donkergroen) verkleuring verdwenen. Maar onder hoge luchtvochtigheid, lage licht (beperkte huidmondjes opening) of door het herhaaldelijk vollopen van het weefsel 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 bladrandvergelting of zelfs necrotische vlekjes kan opleveren.

Doordat de bladranden van het oude blad steeds verder beschadigd raken, kan het water die door de wortels omhoog gedrukt wordt niet naar de jonge bladeren, en niet (meer) naar de oude bladeren. De worteldruk zou dan te hoog kunnen oplopen en leiden tot wortelbeschadiging. In het eerder genoemde Anthura onderzoek (Van Eijk, 2012) is waargenomen dat wortelrot veelal voorafgegaan wordt door plaatselijke wortelglazigheid; een glazige wortel wordt niet altijd rot, maar in veel gevallen wel. Mogelijk vindt de eventuele, plaatselijke wortelafsterving analoog aan de processen die voor de cel afsterving bij plaatselijk geïnundeerd blad zorgen, en worden versterkt doordat secundaire wortel pathogenen de afgestorven cellen gebruiken als ingangsspoor.

4.3.1.3 Naogst problemen

Tussen een blad en het volgende blad produceert een Anthurium plant een bloem. Anthurium bloemen gutteren ook, een teken dat ze hydathoden hebben (huidmondjes hebben ze ook, Warmenhoven en García Victoria, 2009). Gedurende een deel van de ontwikkeling zijn ze het enige ventiel voor de worteldruk. Als naarmate de rijping vordert, ook daar de hydathoden verstopten, kan daar ook inundatie van weefsel plaatsvinden tijdens de teelt. Vermoedelijk hangt weefselinundatie voor de oogst samen met de waargenomen glazigheidproblemen na de oogst, via een vergelijkbaar proces als bladrand necrose in het oude blad, mogelijk versterkt door de aan de oogst verbonden ethyleentoeename.

Toevoeging van ethyleenremmers na de oogst kon geïnduceerde blauwverkleuring bij Tropical echter niet omkeren (Warmenhoven en García Victoria, 2009).

Is het halveren van blad of het vervangen van blad dan wel een oplossing voor het behoud van de water- en mineralen balans van de plant? Beide snoeimethodes, door het sparen van blad, zouden theoretisch een herstel van de waterbalans in de plant mogelijk moeten kunnen maken. In de proef zien we inderdaad een zeer licht verschil in de mate van wortelrot en in de mate van glazigheid na de oogst in het voordeel van deze behandelingen ten opzichte van de meest extreme methode van continu jong blad te breken. Dit wordt ook waargenomen in de nog lopende IMAC/ Anthura proef (Van Eijk, 2012). Het verschil is echter te klein om van een oplossing voor het probleem Wortelrot te spreken. Wellicht was de eerste schade al aangericht tijdens de voorgeschiedenis.

4.3.2 Hypothese 2: de potmaat belemmert wortelgroei

Buiten beschouwing blijft tot nu toe (het was immers geen onderzoeksvraag) het beperkte wortelvolumen waarin de wortels zich bevinden, maar mogelijk draagt dit ook zijn steentje bij aan het probleem doordat het fysiek wortelgroei en wortelregeneratie hindert. Het beperken van wortelgroei leidt in de regel tot groeiremming en is voldoende gedocumenteerd bijvoorbeeld bij *Salvia* (Iersel, 1997) en *Hortensia* (Yeh en Chiang, 2001). In de onderzoeken worden zowel fysieke groeibeperkingen als beperkingen die te maken hebben met beperkte beschikbaarheid van zuurstof, water en/of mineralen. Er zijn geen referenties gevonden die de relatie tussen kleine potmaten en wortelrot bevestigen, hoewel het door Jillessen (2002) bij *Diffenbachia* werd opgemerkt in een onderzoek naar wortelrot waar geen oorzaak voor kon worden aangewezen, dat wortelrot vooral in kleine potmaten optrad. De wortels groeiden weelderig en gezond in een substraat loos systeem waarbij water en voeding via wortel besproeien werden aangeboden. Dit systeem werd toegepast op het voormalige Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland (Aalsmeer) met het soort Tropical tussen 1997 en 2001 (Van der Hulst, 2003).

4.4 Een complex probleem

Uit dit onderzoek is de relatie tussen bladsnoeimethode en wortelrot niet bevestigd noch ontkracht. De methode van bladsnoei met continu jong blad breken is in het licht van de resultaten verdacht, maar kan niet worden veroordeeld wegens gebrek aan voldoende bewijs. In de eerder genoemde Anthura proef (Van Eijk, 2012), waar vier verschillende methodes voor bladsnoei (behalve traditioneel oud blad snijden) worden toegepast met jonge Midori planten is wat meer bewijsmateriaal verzameld: daar is na enkele maanden ook wortelrot opgetreden bij alle behandelingen waarbij de ergste aantasting voorkomt bij de methode waar Jong Blad continu wordt gebroken vanaf het begin van de teelt. Maar ook daar ontbreekt een referentie met het snoeien van oud blad, en daarom kan de hypothese dat de methodes van bladsnoeien invloed hebben op wortelrot niet worden ontkracht of bevestigd.

Wat is er bekend over gewassen waar traditioneel oud blad wordt gesneden buiten deze proeven om? Zijn ze vrij van wortelrot? Deze methode van bladsnoei wordt niet meer toegepast in Nederland, maar nog wel elders op de wereld. Zo is recent wortelrot opgetreden in China bij een gewas waar traditioneel snijden van oud blad de norm is (Van Eijk, 2012); dit wordt aan scherpe klimaatveranderingen toegeschreven. Bij gewassen zoals *Poinsettia*, waar bladsnoei niet aan de orde komt, heeft men ook te maken met niet pathogeen-geïnduceerde wortelrot (Gevers en Van Spingelen, 2011).

Incidenteel kan dus ongeacht de methode van bladsnoei wortelrot optreden, maar aan de methode van jong blad breken kleven echter duidelijke gevaren voor het gewas:

- risico voor te weinig fotosynthetiserend blad waardoor reserves uit de wortels aangesproken kunnen worden voor productie;
- risico voor een verstoorde waterbalans doordat door de wortels omhoog gestuwd water niet weg kan, waardoor het gewas (oud blad) in kwaliteit afneemt en de druk in de wortels mogelijk oploopt.
- mogelijk als gevolg van het eerste, en versterkt door de tweede, kortere en lichtere bloemen, glazige bloemen na de oogst.
- Opgebouwde worteldruk leidt tot glazigheid en soms tot wortelafsterving, waardoor de wortels vatbaar worden voor wortel pathogenen (in ons onderzoek zijn *Pythium* en *Penicillium* soorten aan het einde van de teelt aangetoond).
- Na verloop van tijd steeds slechtere wortels, wat door een verstoorde water- en mineralenbalans, mogelijk alle bovengenoemde effecten versterkt.

In de praktijk “vervangen” telers zo nu en dan een blad: dat wil zeggen, dat ze tijdelijk stoppen met blad breken en laten een jong blad ontwikkelen, zodat het eerder op onze behandeling 2 dan op onze behandeling 1 lijkt. Een teler zal de verslechtering van het gewas niet zo ver laten komen als in de proef. We hebben echter gezien dat hoewel deze maatregel een verbetering van de gewaskwaliteit met zich meebrengt, niet de eenmaal opgetreden wortelrot kan omkeren of teniet doen.

Wortelrot bij Anthurium is dus een complex probleem waarvoor waarschijnlijk niet slechts een oorzaak voor is aan te wijzen, en daarom niet een unieke oplossing is aan te dragen. Maar het kritisch omgaan met de huidige methode van bladsnoei kan in ieder geval bijdragen aan een beter gewas en productkwaliteit.

5 Conclusies

Aan de hand van vraagstelling en resultaten, kunnen met betrekking tot het optreden van wortelrot de volgende conclusies worden getrokken:

- Tropical is minder gevoelig voor wortelrot dan Midori.
- Al bij de start van het onderzoek zijn er bij beide soorten planten waargenomen met wortelrot. Voor zover we dit hebben kunnen nagaan, hield de mate van wortelrot bij de start geen relatie met de in de voorgaande onderzoek aangelegde CO₂ doseer behandelingen.
- Door de korte duur van de klimaatbehandeling is de invloed van een “extreem klimaat” (minder licht) maar kort beoordeeld; de invloed ervan op het optreden van wortelrot is heel beperkt gebleven.
- Het “extreem klimaat” (minder licht) leidde wel tot productieverlies in vergelijking tot het “normaal” klimaat: in de 5 maanden dat de behandeling duurde, was de productiederving bij Midori 7%.
- Bij de drie toegepaste snoeimethodes treedt wortelrot op. De voorgeschiedenis speelt in deze wellicht wel een rol, aangezien bij alle planten het jaar ervoor JBB continu (analoog aan behandeling 1 van dit onderzoek) werd toegepast, en er was al bij enkele planten wortelrot bij de start van het onderzoek.
- Het toepassen van JBB (Jong Blad Breken) continu leidt in vergelijking met de andere twee snoeimethodes tot de slechtste wortels, in mate van rot en in aantal aangetaste planten.
- Wortelrot lijkt niet te worden veroorzaakt door auxine gebrek. Bij beide soorten wordt Auxine gevonden in verschillende plantendelen, en de concentraties in de wortels nemen in de tijd niet af. In de wortels van eerst Midori, en later ook van Tropical wordt een inactieve auxinevorm, Oxi-IAA gevonden.
- In de tijd is er wel een afname gemeten in aantal verbindingen met cytokinine-activiteit, evenals in de concentratie van de meest biologisch actieve ervan. Dit lijkt eerder het gevolg van het wegvallen van wortels dan de oorzaak ervan.
- Anthurium slaat suikers als zetmeel op in vooral de plantstam, maar ook wat in wortels en kop. De hoeveelheid zetmeel in de wortels is in april (Tropical), als er voldoende licht is voor plantfotosynthese, hoger dan in februari. Bij Midori is dit, maar in mindere mate, waargenomen. De gehaltes in februari zijn bij de planten uit de behandeling JBB continu, het laagst. De planten uit de behandeling met de “beste” wortels (deze zijn ook slecht), hebben de hoogste glucose concentraties. Een tekort assimilaten als gevolg van het snoeien van teveel blad kan daarom worden beschouwd als een mogelijke veroorzaker van wortelrot. Door het ontbreken van een behandeling met voldoende planten zonder wortelrot, is hier geen sluitend bewijs voor gevonden.

Met betrekking tot de effecten van de verschillende snoeibehandeling op de bovengrondse plantendelen en de productie en kwaliteit (niet in de vraagstelling), is het volgende te concluderen:

- Het gewas met JBB continu ziet er in de tijd steeds slechter uit, met ernstige bladvergeling en necrotische bladranden, en vooral Midori, die extreem slecht was. Het gewas met blad halveren als snoeibehandeling blijft, ondanks de aangebrachte schade (het door midden scheuren van het blad), het mooist.
- Afgezien van de effecten op de wortelkwaliteit, heeft de methode van JBB continu ook een negatieve invloed op de productie: er worden minder takken geoogst en deze zijn korter en lichter. Mogelijk is het negatieve effect op de productie het gevolg van te weinig blad aan de plant voor voldoende fotosynthese (en daarom iets te verbeteren met het verjongen van één blad, of met het halveren van uitgerolde bladeren in plaats van het breken van jonge bladeren). Dit effect wordt waarschijnlijk versterkt door de slechte voedingsopname als gevolg van slechte wortels.
- De bloemmaat wordt niet door de snoeimethode beïnvloed.
- De snoeimethode continu Jong Blad Breken leidt tot een verlaging van de houdbaarheid van de bloemen na de oogst ten opzichte van de andere twee methodes,
- De snoeimethode continu Jong Blad Breken verhoogt de kans op blauwverkleuring en glazigheid na de oogst aanzienlijk in vergelijking met de andere twee bladsnoeimethodes.

6 Aanbevelingen

Voor vervolg onderzoek

Een “extreem” (donker) klimaat of de methode van bladsnoei zijn uit dit onderzoek niet als DE oorzaken voor het rotten van wortels aan te wijzen. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn eerder genoemd en zouden in een eventueel vervolg moeten worden uitgesloten.

Aanbevolen wordt in geval van nieuw of vervolg onderzoek om:

- planten te gebruiken voor het aanleggen van snoeibehandelingen waar niet eerder jong blad is gebroken (dit is reeds meegenomen in een later gestartte onderzoek door Anthura)
- een referentie mee te nemen in de proef met “traditioneel blad snoeien”
- enkele planten in een pot gebruiken (niet twee of drie per pot)
- voldoende lang aanhouden van eventueel gewenste klimaatbehandelingen en voldoende verschil creëren in de toegepaste klimaatfactoren.

Aanbevolen wordt tevens in een eventueel vervolg onderzoek om aandacht te besteden aan de rol van het jonge blad in de afvoer van overtollig water en mineralen via guttatie (de uiting van worteldruk). In de discussie is dit uitgebreid besproken. Het is een nieuwe hypothese en alleen uit onderzoek kan het blijken of het weinig kunnen gutteren van planten waar Jong Blad permanent wordt gebroken tot het optreden van wortelrot zou kunnen leiden.

Tot slot zou de ruimte die de wortels krijgen voor expansie aandacht moeten krijgen in een vervolgonderzoek, door bij voorbeeld de wortelkwaliteit van een gewas in een krappe pot, zoals waarmee dit onderzoek is uitgevoerd, te vergelijken met gewassen die in bedden of andere teeltsystemen groeien, zoals bijvoorbeeld een substraatloze teelt met wortelbesproeiing, zodat de wortelgroei niet fysiek gehinderd wordt.

Voor de praktijk is niet direct een aanbeveling te destilleren die met zekerheid het optreden van wortelrot zal voorkomen. Wel wordt met klem aanbevolen om kritisch de gevolgen van de huidige methodes van bladsnoei te bekijken en de voor en nadelen goed tegen elkaar af te wegen.

Voor onderzoek en praktijk

Het ontwikkelen van een goede bladmanagementstrategie is van wezenlijk belang voor een evenwichtige productie, kwaliteit, arbeidsbehoefte en gewasgezondheid bij Anthurium.

Maar wat is een goede bladmanagementstrategie?. Helaas is dat niet bekend. Er lijken wel een paar regels van belang:

- De teler ziet er in ieder geval toe dat er voldoende blad aanwezig is aan de plant voor de aanmaak van assimilaten voor groei en ontwikkeling. Of dit hele, halve, jonge of oude bladeren zijn, kan afhankelijk zijn van seizoen en plantleeftijd.
- De plant moet oud genoeg zijn om de fase van assimilatenopslag in de wortels te hebben voltooid. (Minimaal 9 bladeren volgens Dufour).
- De kwaliteit van het blad is ook van belang: wordt het blad slecht, bij voorbeeld vergeeld, necrotisch: dan draagt het in totaal weinig bij aan de fotosynthese, en dient er blad vervangen of aangevuld te worden voor het te laat is.

Nog niet uit onderzoek vastgesteld (nog slechts een hypothese), maar mogelijk ook van belang: In de strategie gaat men voorzichtig om met maatregelen die de opbouw van worteldruk in de hand werken. Verdamping remmende maatregelen bevorderen worteldruk en guttatie. Bij voorbeeld hoge RV nastreven op momenten dat de plant weinig verdampt, zoals donkere dagen na zonnige periodes of vroeg in de ochtend voordat de planten actief gaan verdampen, of met het gebruik van vaste plastic folie.

Met planten die oud genoeg zijn, en mits er voldoende blad aanwezig is, kan het breken van een zeer jong blad een nuttige maatregel zijn, zeker in de winter, als de natuurlijke groeicyclus (van bloem tot bloem) het langst is. In de zomer is er voldoende licht en is de uitgroeiduur van een bloem het kortst, maar ook de bloemprijzen zijn het laagst: een goed moment om een blad te laten uitgroeien?.

7 Literatuur

- Cahill, D.M., Weste, G.M. en Grant, B.R., 1986.
Changes in Cytokinin Concentrations in Xylem Extrudate following Infection of *Eucalyptus marginata* Donn ex Sm with *Phytophthora cinnamomi* Rands. *Plant Physiol.* 81, 1103-1109
- Chandler, J.W. 1998.
Local Auxine production: a small contribution to a big field. *BioEssays: news and reviews in molecular, cellular and developmental biology.* vol. 20, 31: 60-70.
- Choi, J., Choi, D., Lee, S., Ryu, C. M., en Hwang, I., 2011.
Cytokinins and plant immunity: old foes or new friends?. *Trends in Plant Science*, Vol. 16, No. 7
- Dai J. and R.E. Paull, 1990.
The role of leaf development on *Anthurium* flower growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(6): 901-905.
- De Kreij, C., Voogt, W.; Van den Bos, A.L., Baas, R. 1999.
Bemestingsadviesbasis Substraten. ISSN 1387-2427. PPO rapport nr. 169
- De Ruijter, N., en Van Lammeren, A., 2012.
Verslag analyse bladschade bij pot-*Anthurium*. Intern verslag Leerstoelgroep Celbiologie Wageningen UR (CLB-WUR) en Wageningen lichtmicroscopie Centrum WLMC. (Onderdeel van Warmenhoven, M., García Victoria, N. en Van Noort, F., 2012).
- Dufour, L. and Guérin, V. 2003.
Growth, developmental features and flower production of *Anthurium andreaeanum* Lind. In tropical conditions. *Scientia Horticulturae* 98, 25-35
- Durieux, A., Nijssen, H.M.C., Van Mourik, N.M., 1997.
Invloed van klimaatfactoren op productie en fotosynthese bij snijanthurium. PBG rapport 82.
- Ferguson, B. J. en Beveridge. C.A., 2009.
Roles for Auxin, Cytokinin, and Strigolactone in Regulating Shoot branching. *Plant Physiology* vol. 149 no. 4 1929-1944
- Gajdosova, S., Spichal, L., Kaminek, M., Hoyerova, K., Novak, O., Dobrev, P., Galuszka, P., Klima, P., Gaudinova, A., Zizkova, E., Hanus, J., Danca, M., Travnicek, B., Pesek, B., Krupicka, M., Vankova, R., Strnad, M. and Motyka, V., 2011.
Distribution, biological activities, metabolism, and the conceivable function of cis-zeatin-type cytokinins in plants. *Journal of Experimental Botany* doi:10.1093/jxb/erq457.
- García Victoria, N., 2009.
Effect CO₂ doseren bij *Anthurium*, een literatuurstudie. Wageningen UR Glastuinbouw. Nota 641
- García Victoria, N., De Zwart, F., Labrie, C. Het Nieuwe Telen *Anthurium*. 2010.
Ontwerpen en doorrekenen van een energiezuinig teeltconcept . Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport GTB-1056
- García Victoria, N., 2011.
Kwantificeren effecten CO₂ doseren bij *Anthurium*. Wageningen UR Glastuinbouw. Nota 641
- Gevers, M., en Van Spingelen, J., 2011,
Wortelkwaliteit in *Poinsettia*. DLV Plant rapport.
- Iersel, M., 1997.
Root restriction effects on Growth and Development of *Salvia* (*Salvia Splendens*). *HortScience* 32 (7): 1186-1190.
- Jilesen, C., 2003.
Wortelrot in groene en bonte planten, *Praktijk Onderzoek Plant en Omgeving*, Rapportnummer PPO GT13080
- Klapwijk D. and H.J.H van der Spek, 1988.
Development rate, flower growth and production of *Anthurium*. *Neth. J. Agr. Sci.* 36, 219-224.
- Normanly, J., J. P. Slovin and J. D. Cohen. Auxine biosynthesis and metabolism.
- Novák, O., Tarkowski, P., Tarkowská, D., Doležal, K., Lenobel, R. and Strnad, M., 2003.
Quantitative analysis of cytokinins in plants by liquid chromatography-single-quadrupole mass spectrometry.

- Analytica Chimica Acta 480, 207-218
- Sakakibara, H. 2006.
Cytokinins: Activity, Biosynthesis, and Translocation. *Annu. Rev. Plant Biol.* 57:431-49
- Schapendonk, A.H.C.M., Pot, C.S. and Rappoldt, C., 2009.
Plantenpassport roos: sleutel tot optimale productie. *Plantdynamics rapport.*
- Slootweg G., N. García Victoria en M. ten Hoope, 2006.
Sorteren Anthurium t.b.v. mobiele teelt. *Rapport PPO Glastuinbouw 3241303400.*
- Slootweg G., N. García Victoria en N. van Mourik, 2008.
Stuurfactoren groei en ontwikkeling bij snij-Anthurium Wageningen UR Glastuinbouw, *Nota 560*
- Telgen H.J. van, J. van der Hulst, 2003.
Bevordering winterbloei potanthurium. *Intern verslag PPO Glastuinbouw*
- Van Eijk, H., 2012.
Wortelrotproef Midori en massale wortelrot China. *PP presentatie, Anthura/ Bureau IMAC Bleiswijk B.V.*
- Van der Hulst, J., 2003.
Nieuw teeltsysteem voor Anthurium andreanum. *Praktijkonderzoek Plant en Omgeving. Rapport nr., GT173100*
- Warmenhoven, M., García Victoria, N. en Van Mourik, N., 2005.
Effect van bladsnijregiem bij Anthurium andreanum op productie en kwaliteit. *Praktijkonderzoek Plant en Omgeving nr., 41717068*
- Warmenhoven, M. en García Victoria, N., 2009.
Onderzoek naar de oorzaak van blauwverkleuring en glazigheid bij Anthurium. *Wageningen UR Glastuinbouw. Nota 639*
- Warmenhoven, M., García Victoria, N. en Van Noort, F., 2012.
Bladschade bij potanthurium. *Wageningen UR Glastuinbouw. Rapport GTB -1186*
- Werner, T., Motyka, V., Laucou, V., Smets, R., Van Onckelen, H., Schmülling, T 2003.
Cytokinin-Deficient Transgenic Arabidopsis Plants Show Multiple Developmental Alterations Indicating Opposite Functions of Cytokinins in the Regulation of Shoot and Root Meristem Activity. *The Plant Cell*, vol. 15 no. 11 2532-2550
- Woodward, A.W., and Bartel, B., 2005.
Auxin: Regulation, Action, and Interaction. *Annals of Botany* 95: 707-735.
- Yeh, D.M., and Chiang, H.H., 2001.
Growth and flower initiation in Hydrangea as affected by root restriction and defoliation. *Scientia Horticulturae* 91, 123-132

Bijlage I Foto's startsituatie gewas + wortels

Midori

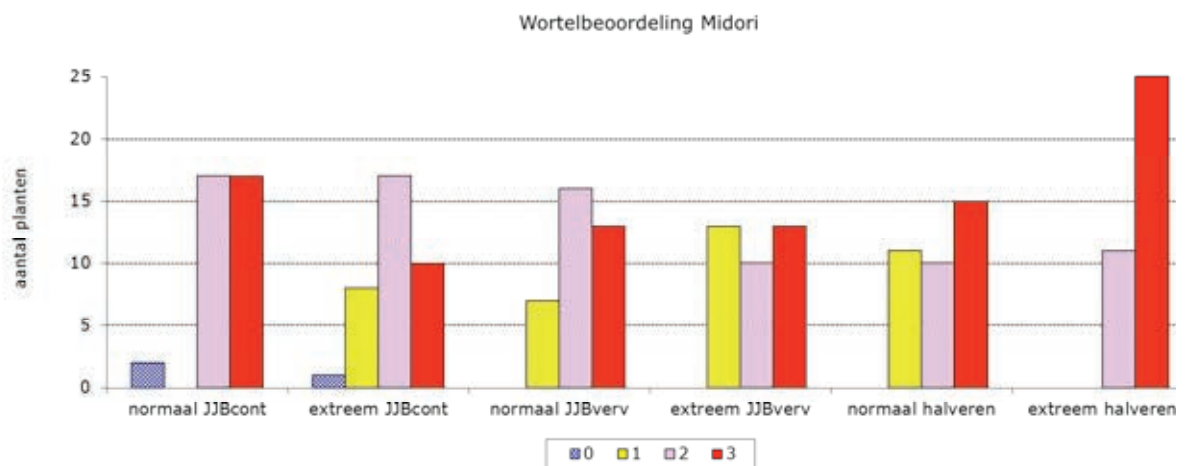
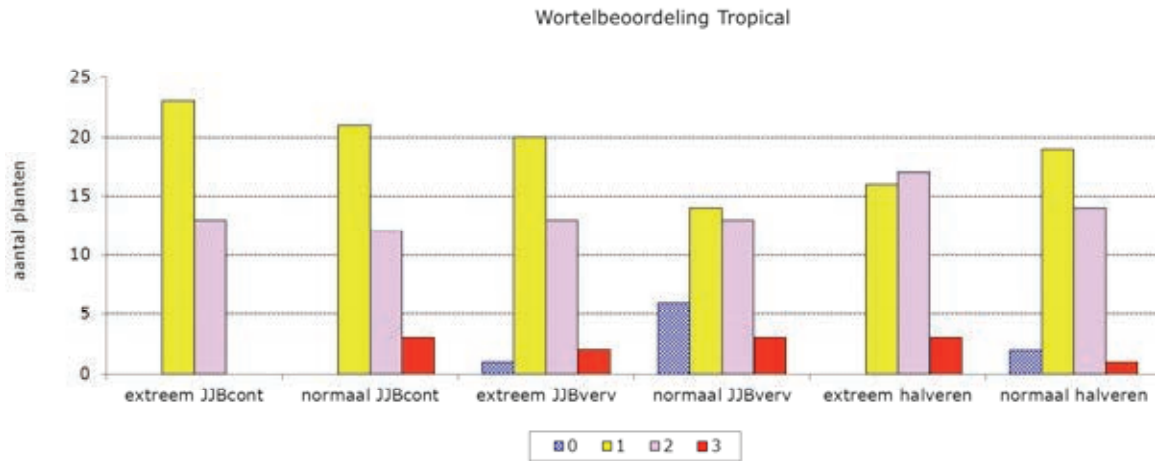


Tropical



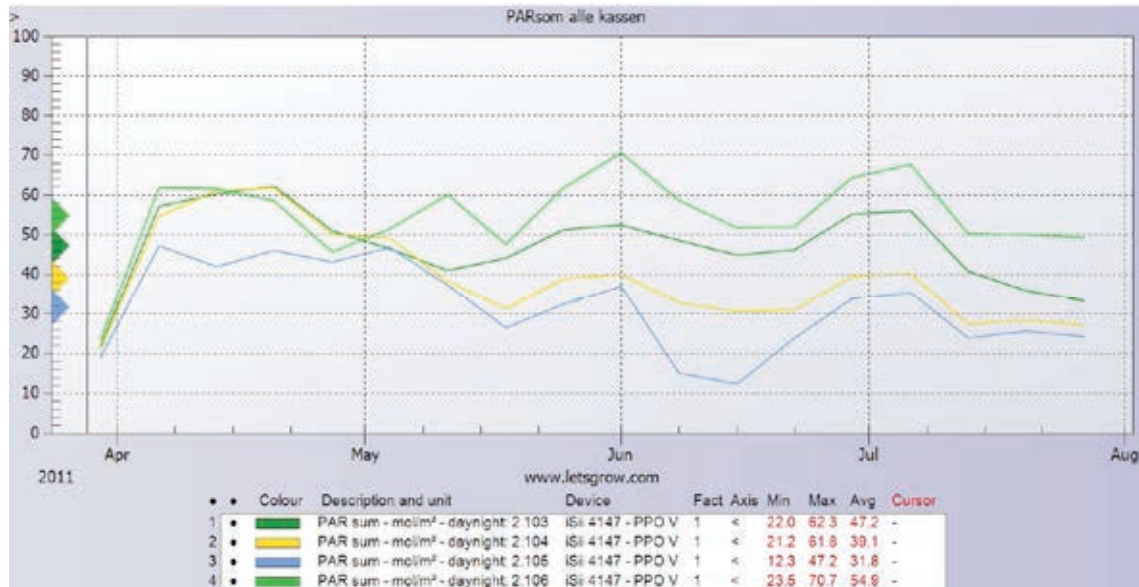
Bijlage II Wortelkwaliteit

Weergegeven in aantal planten die de score 0 tot 3 kregen. Beoordeling uitgevoerd in Mei 2011, een maand na de start van de proef.

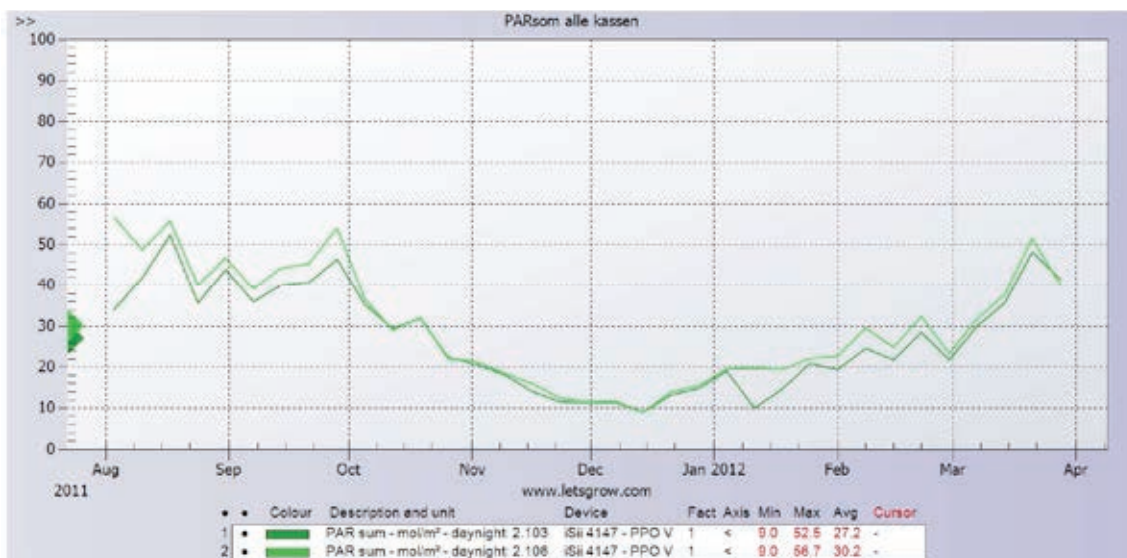


Bijlage III Klimaat realisatie

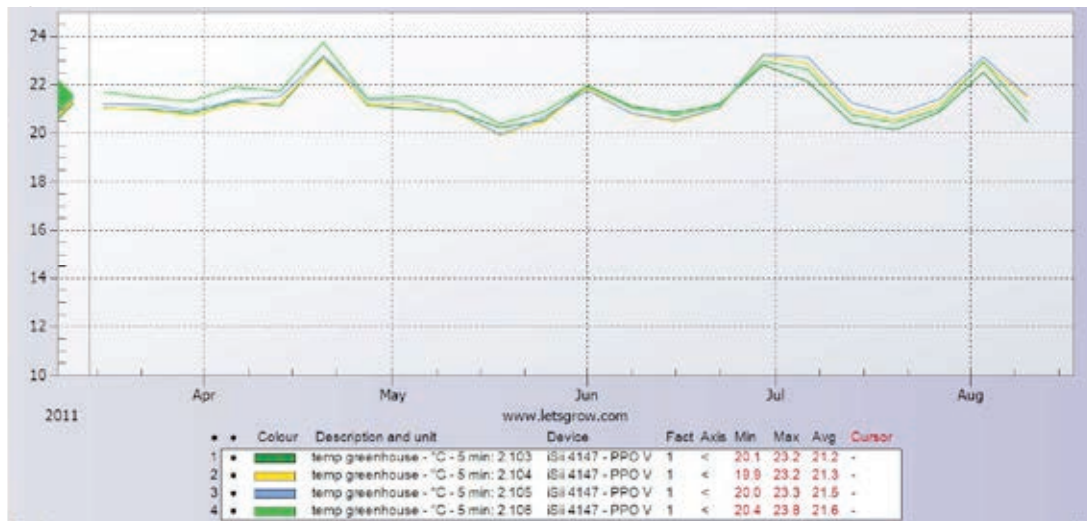
III.a. PAR som (in Mol/week) per kas in de periode dat er twee klimaatregiems werden toegepast (April tot Augustus 2011) waarbij 2103 is Midori normaal, 2104 is Midori Extreem, 2105 is Tropical Extreem en 2106 is Tropical Normaal.



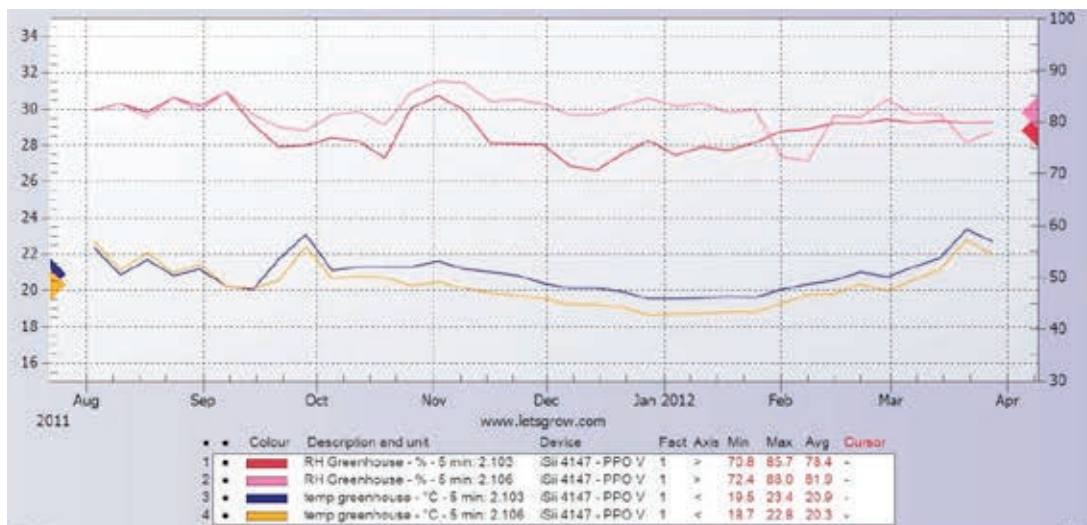
III.b. PAR som (in Mol/week) per kas in de periode vanaf Augustus 2011, na het opruimen van de behandelingen met "extreem klimaat". 2103 is de kas Midori met "normaal" klimaat, en 2106 is de kas Tropical met "Normaal klimaat".



III.c. Gemiddelde etmaaltemperatuur per kas in de periode dat er twee klimaatregiems werden toegepast (April tot Augustus 2011) waarbij 2103 is Midori normaal, 2104 is Midori Extreem, 2105 is Tropical Extreem en 2106 is Tropical Normaal.



III.d. Gemiddelde etmaaltemperatuur en etmaal RV per kas in de periode vanaf Augustus 2011, na het opruimen van de behandelingen met "extreem klimaat". 2103 is de kas Midori met "normaal" klimaat, en 2106 is de kas Tropical met "Normaal klimaat".



Bijlage IV Suiker en zetmeelgehaltenes

De tabellen hieronder tonen de gemeten gehaltenes aan vrije suikers (Glucose, Fructose, Sucrose) en zetmeel per soort, snoeibehandeling en bemonsterde plantdeel. Monsters genomen aan het einde van het experiment in April 2012. Het gehaltenes aan suikers is in mg/g vers gewicht weergegeven.

glucose (mg/g)							
Tropical				Midori			
Behandeling	wortel	steel	kop	wortel	steel	kop	
continu JBB	0.14	0.60	0.91	0.04	0.17	1.10	
JBB vervanging	0.18	1.91	1.94	0.03	0.31	1.33	
Halveren	0.46	1.18	3.84	0.08	0.86	2.54	
fructose (mg/g)							
Tropical				Midori			
Behandeling	wortel	steel	kop	wortel	steel	kop	
continu JBB	0.16	0.79	1.08	0.33	3.02	3.38	
JBB met vervanging	0.25	1.13	2.24	0.04	0.49	1.67	
Halveren	0.65	1.41	4.15	0.12	1.15	2.98	
sucrose (mg/g)							
Tropical				Midori			
Behandeling	wortel	steel	kop	wortel	steel	kop	
continu JBB	0.14	1.96	1.42	0.06	0.30	1.45	
JBB met vervanging	0.15	2.02	1.32	0.17	2.99	2.78	
Halveren	0.2	2.03	1.47	0.29	2.74	2.28	
zetmeel (mg/g)							
Tropical				Midori			
Behandeling	wortel	steel	kop	wortel	steel	kop	
continu JBB	4.31	27.97	1.99	4.03	29.60	9.00	
JBB vervanging	7.28	35.51	2.18	3.30	32.96	4.56	
Halveren	4.51	33.64	1.09	4.29	14.42	3.42	

Bijlage V Extractie en purificatie protocol t.b.v. hormoononderzoek.

Plant hormones extraction and purification

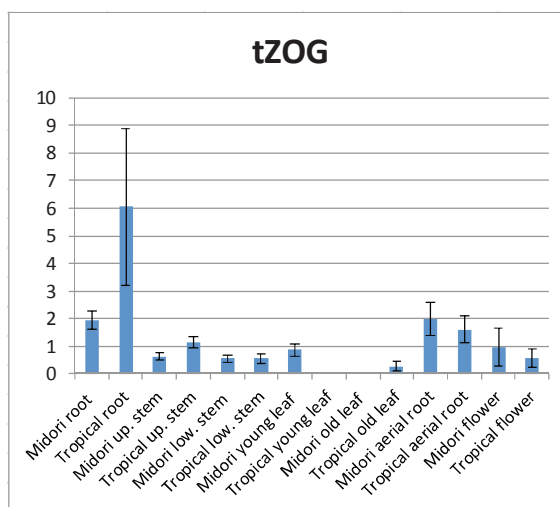
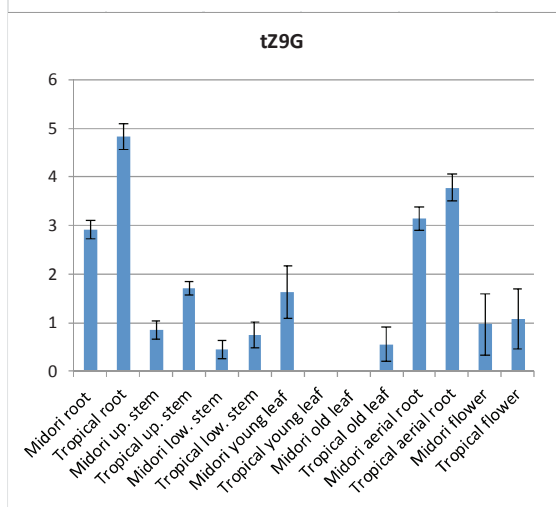
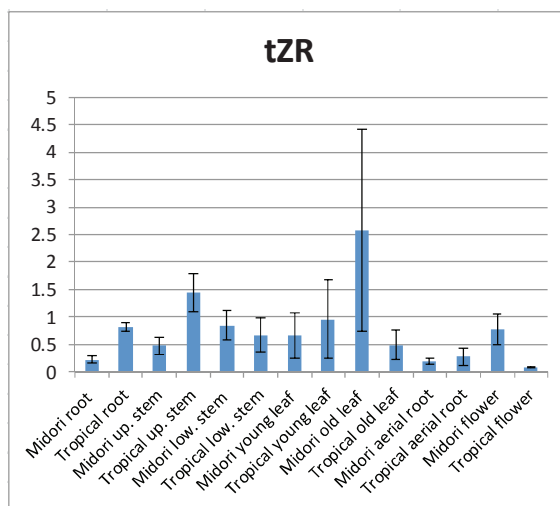
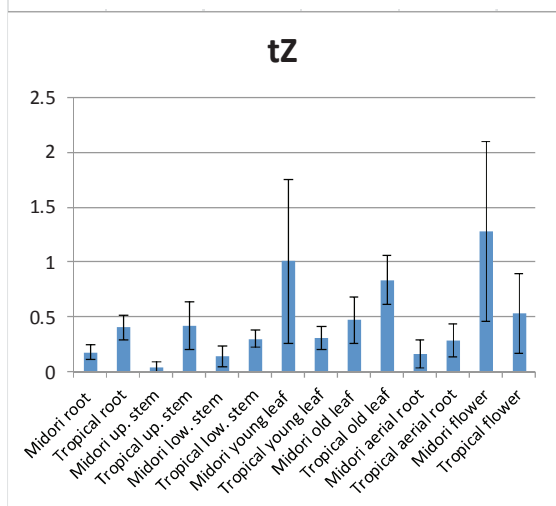
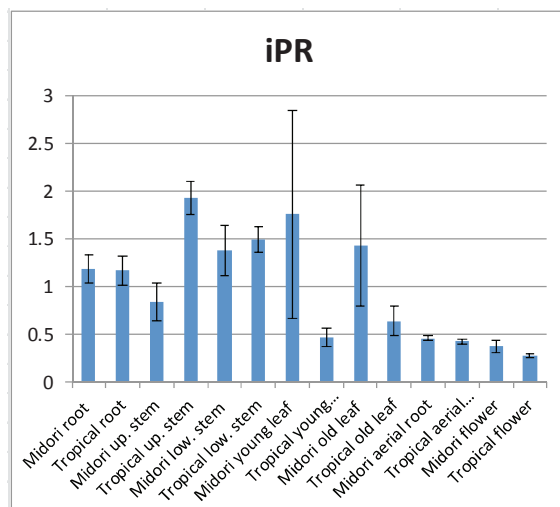
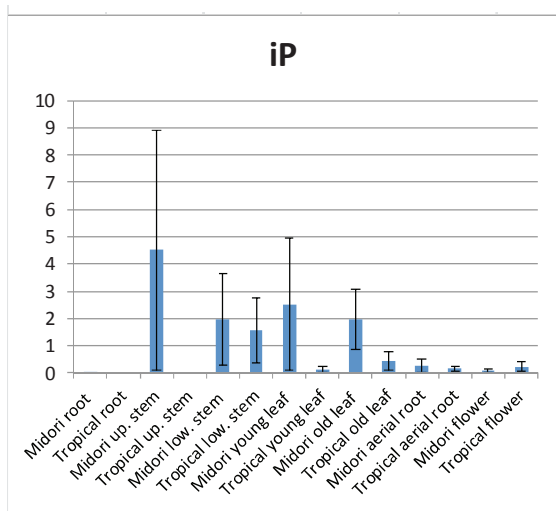
- Grind 1g of frozen in liquid nitrogen plant material (samples 1-50)
- Put in 10ml glass tube, weigh
- Add 1 ml of methanol(MeOH) containing 2.5mM diethyl, dithio-carbamic acid (as antioxidant) and mixture of internal standards (IS)*: ¹³C-labelled indole-3-acetic acid (¹³C₆-IAA); deuterium labeled cytokinins D6-iP, D6-iPR, D5-tZ, D5-tZR, D3-DHZ, D3-DHZR, D5-tZ9G at the concentration 0.1nmol/ml to have the final concentration of IS in the samples 0.5nmol/ml
- Add 1ml of methanol
- Short vortex (rotation)
- 5 min sonication
- Shake at -20 °C for 24 h, the 2nd and the 3d - for 30min at -20 °C; in dark**
- 10 min centrifugation 2500 rpm tabletop centrifuge
- Transfer supernatant to 4ml vials (take it with pipette, put in big 4ml-vials)
- Repeat extraction with 2ml of (MeOH) without IS (without sonication) for 30min at -20 °C in dark (during this step evaporate first portions of methanol in speed-vac)
- 10 min centrifugation 2500 rpm tabletop centrifuge
- Pool the solvent fractions (put MeOH solution in the same 4ml-vials)
- Repeat extraction with 2ml of ethyl acetate (EtOAc) for 30min at -20 °C in dark (during this step evaporate all methanol in speed-vac)
- Put EtOAc solution in the same 4ml-vials
- Evaporate EtOAc in speed-vac
- Dissolve the samples in small volume (0.05ml) of MeOH (vortex) and add 3ml of mq-water (vortex).
- Purify the samples using Grace-Pure 500mg C18 columns pre-conditioned with methanol and mq-water:
- Load samples into C18-columns***
- Wash column with 3ml mq-water
- Elute with 3ml of acetone
- Evaporate acetone under N₂ or in speedvac
- Add 200µl ACN:H₂O:FA=25:75:0.1 (ACN - acetonitrile)
- Vortex
- Hand filter of extract in LC/MS vials with RC4 minisart 0.2 µm filter (or centrifuge 10 min and collect 180 µl into final vial)
- Use for UPLC/MS/MS analyses

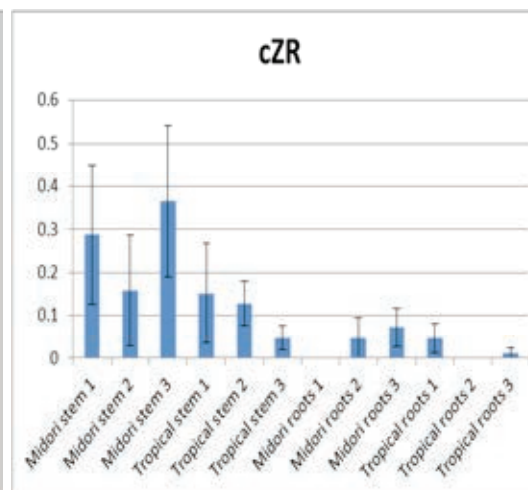
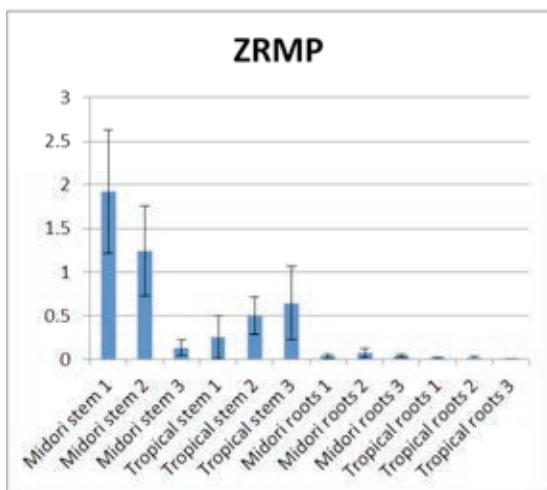
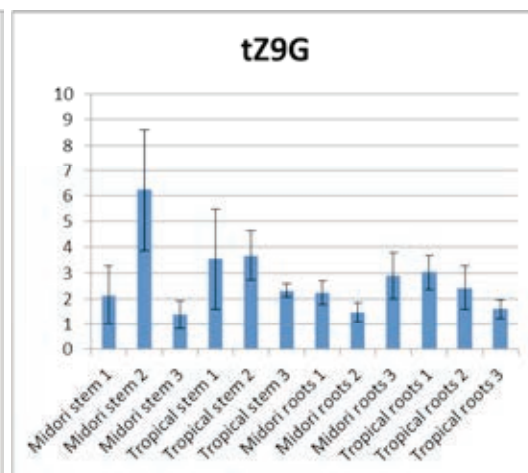
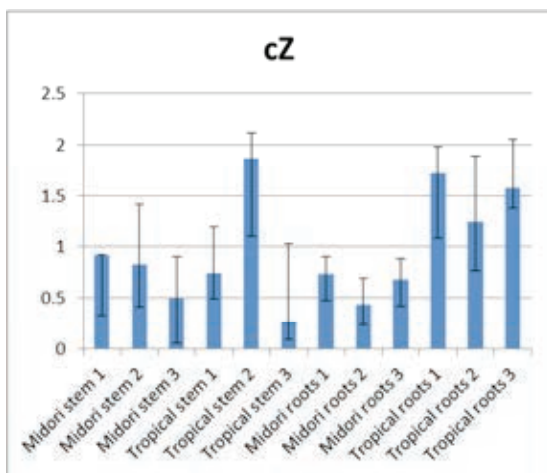
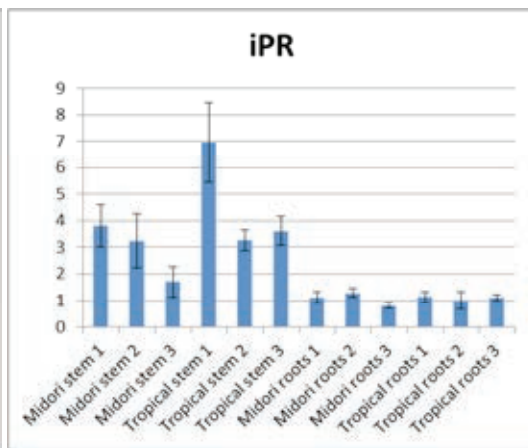
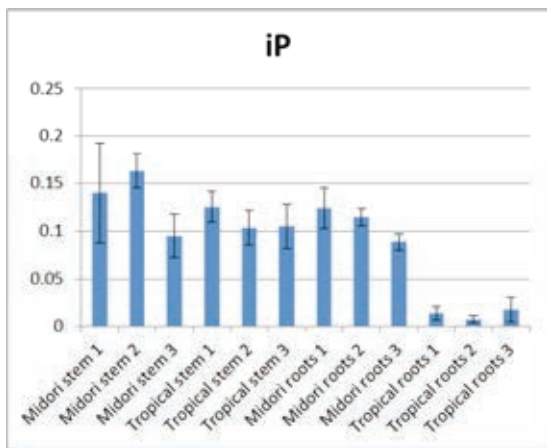
* internal standards stock solutions should be prepared in advance and added directly to the ground plant material before the extraction;

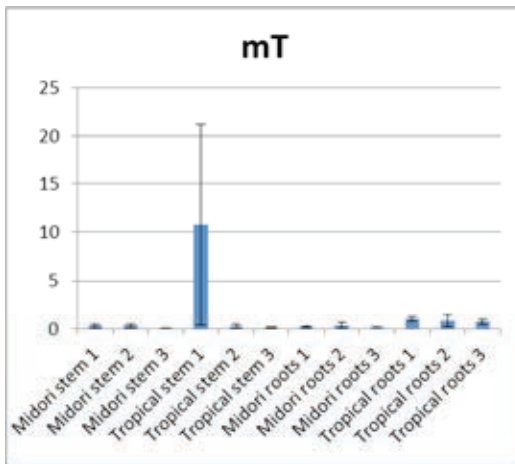
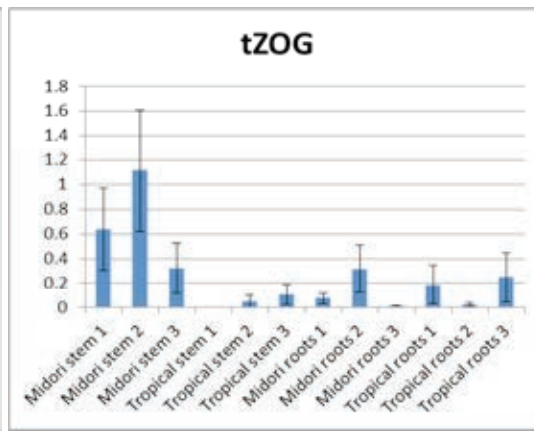
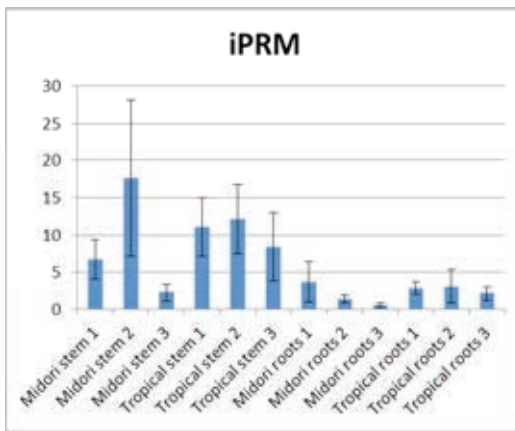
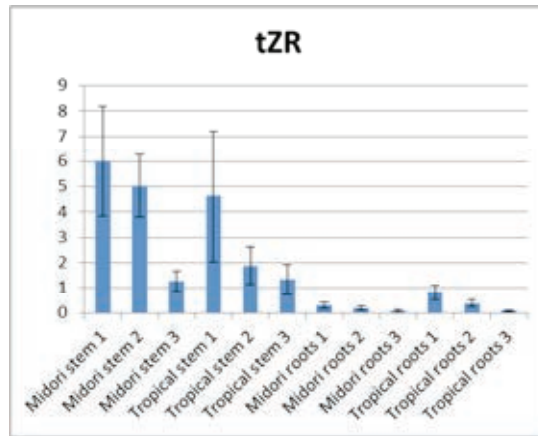
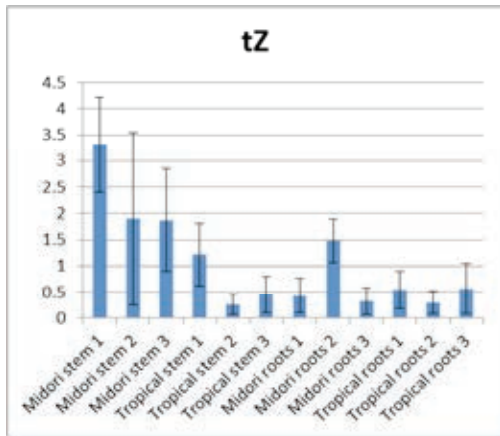
** For the samples 16-18 Oasis MCX(150mg) Waters columns (Dobrev&Kaminek, J. chrom, 2002) were used except C18, the fraction W2, E1 and E2 were collected, evaporated in speed-vac, dissolved in 200µl of ACN:H₂O:FA=25:75:0.1 T. Charnikhova, Wageningen UR

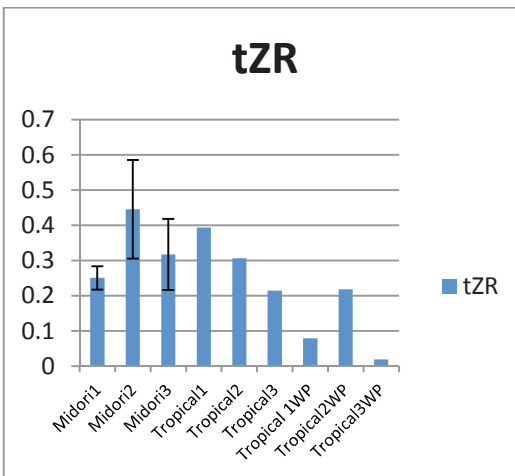
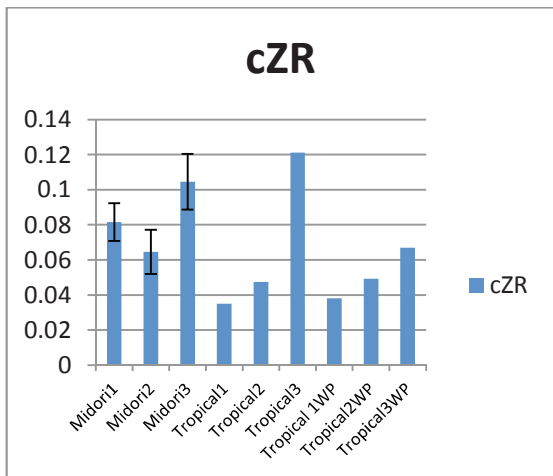
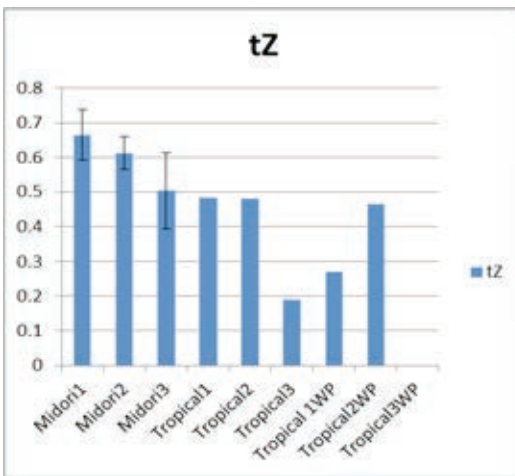
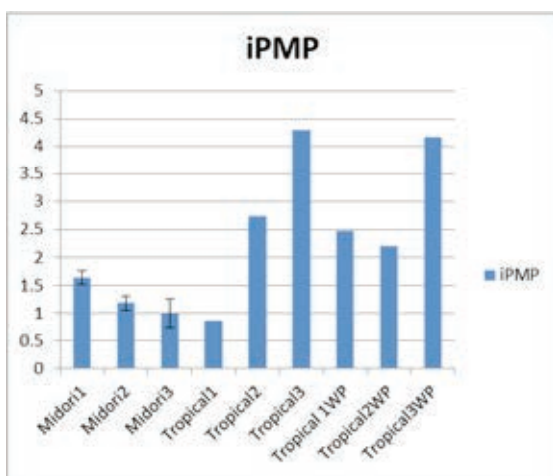
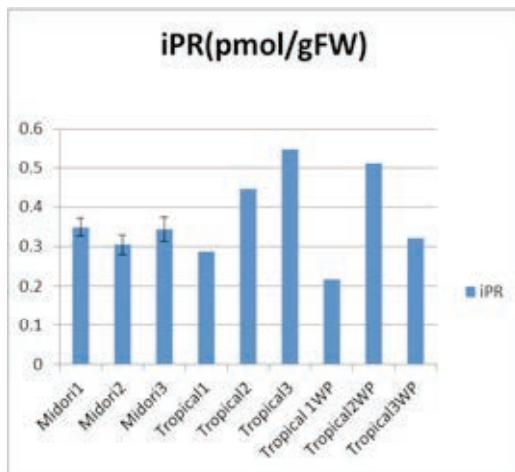
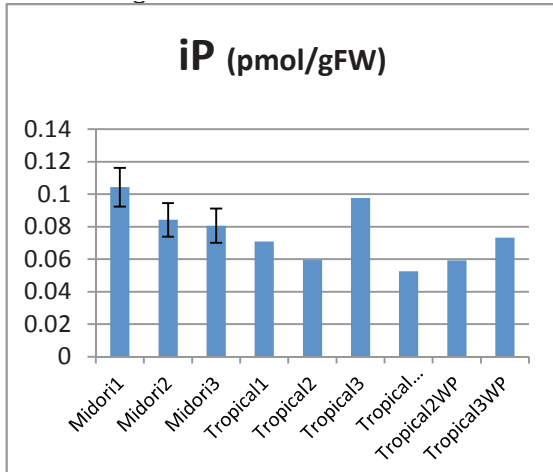
Bijlage VI Resultaten cytokinine analyses

Bemonsteringsdatum: vooronderzoek, april 2011









Bijlage VII Resultaten fotosynthese metingen juli 2011

Links D1, rechts D2, metingen uitgevoerd op twee opeenvolgende dagen, waarvan de eerste dag deels bewolkt. "Extreem" zijn de kassen met lagere daglichtsommen dan de kassen "normaal". Op de horizontale axis de bladsnoeibehandelingen, 1 (JBB continu), 2 (JBB vervanging) of 3 (blad halveren). j= jongste afgeharde blad; o=een oude blad.

