

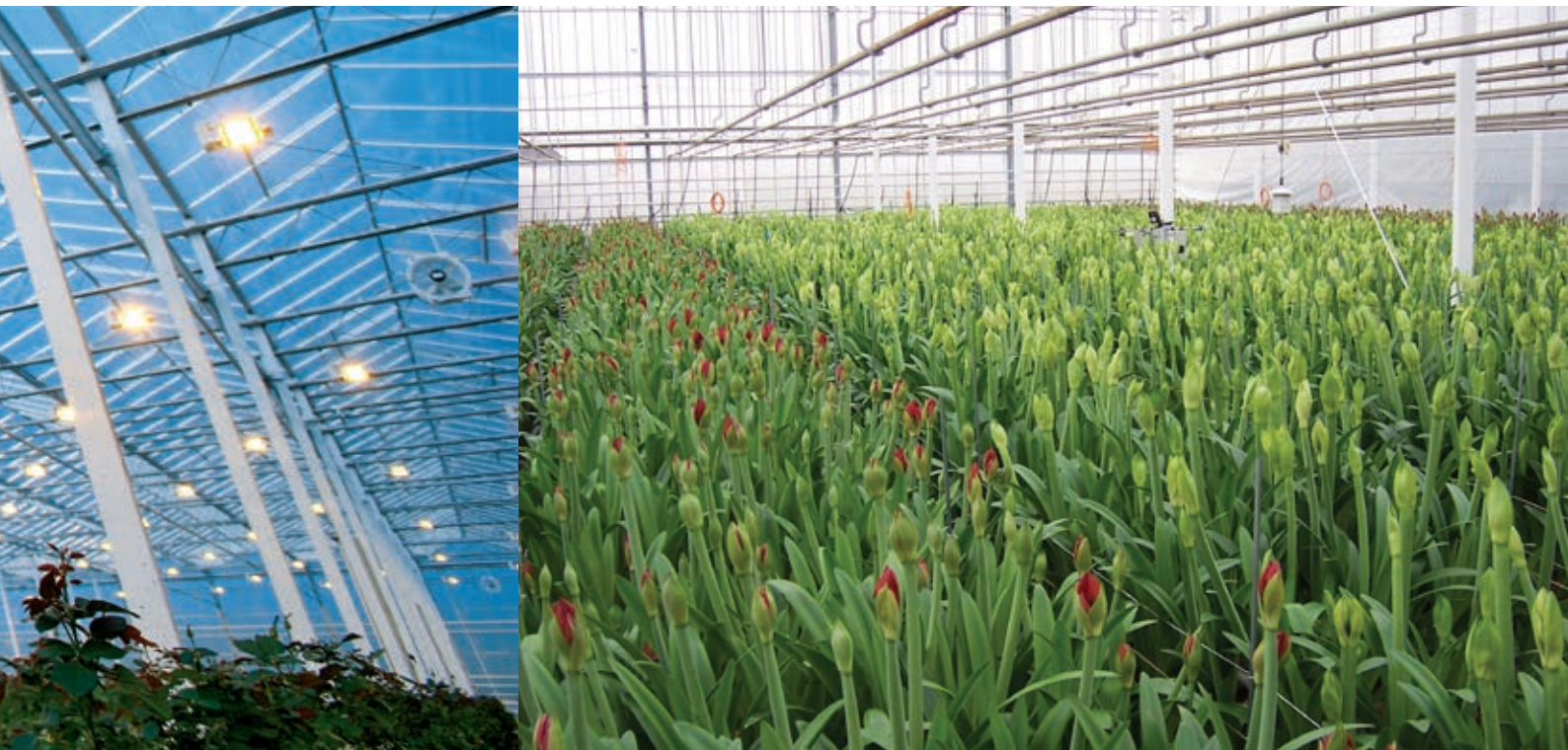


Opbrengstverhoging snij-amaryllis (*Hippeastrum*)

Teelt voor kerstbloei in 3-jarig gewas van 2010 t/m 2012

Arca Kromwijk¹, Arie de Gelder¹, Steven Driever¹, Jan Overkleeft², Marc Grootsholten³, Piet Hein van Baar³

¹ Wageningen UR Glastuinbouw ² Amaryllis teeltbegeleiding en advies ³ GreenQ Improvement Centre



Abstract NL

Om de rentabiliteit van snij-amaryllis (*Hippeastrum*) te verbeteren is onderzoek uitgevoerd naar productieverhoging voor de kerstbloei. In een kas van 600 m² is een teeltstrategie toegepast gericht op optimalisatie van de fotosynthese met verneveling en een diffuus schermdoek. De productie was vergelijkbaar tot iets hoger dan gemiddeld in de praktijk, maar lager dan verwacht door een tragere doorgroei tot bloeibare knop en toename van achterblijvende bollen. Geogoste bloemstelen bleken 10 tot 22 maanden voor de oogst aangelegd. De oudste knoppen zijn het meest gevoelig voor knopverdroging. Verhoging van de bodemtemperatuur van 22 naar 24 °C vanaf het vroege voorjaar tot de start van de koeling gaf meer *Fusarium* en geen productieverbetering ten opzichte van continu 22 °C. Op perliet was de productie iets hoger dan op kleikorrels. De cultivar Mont Blanc gaf minder bloemstelen, maar een hoger steelgewicht dan Red Lion. Omdat productieverhoging van een enkele bol lastig is, zal productieverhoging vooral moeten komen uit een vermindering van achterblijvers en gezond houden van de bollen.

Abstract UK

To improve the profitability of growing cut amaryllis (*Hippeastrum*) a study was conducted to increase the production of cut amaryllis for Christmas flowering. A growing strategy was developed and applied aimed at optimization of photosynthesis with fogging and a diffuse screen cloth. The production was good, but lower than expected. This was due to a slower outgrowth of an initiated flower bud to flowering bud stage and an increase in number of bulbs with delayed growth. Harvested flowers were initiated 10 to 22 months before the harvest. The oldest flower buds were the most susceptible to desiccation. An increase of the soil and bulb temperature from 22 to 24 °C from early spring until the start of the soil cooling period resulted in more bulbs with *Fusarium* symptoms and did not improve the production compared to continuously 22 °C. Production was slightly higher on perlite than on clay granules. The cultivar Mont Blanc gave less flower stems, but a higher stem weight than Red Lion. It is difficult to increase production of a single bulb, so higher production can mainly be achieved by reducing the number of bulbs with delayed growth and by keeping bulbs healthier.

Dit onderzoek is gesponsord door: Jongkind Hydro (kleikorrels), Pull Rhenen (perliet), Schellevis (betonelementen voor teeltsysteem) en diverse amaryllistelers (arbeid).



© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw

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

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	9
2	Materiaal en methode	13
	2.1 Proefopzet	13
	2.2 Klimaatregistratie en analyse	15
	2.3 Waarnemingen	15
	2.4 Begeleiding	17
3	1 ^e teeltjaar (2010)	19
	3.1 Teeltschema en klimaatinstellingen	19
	3.2 Gerealiseerde bodemtemperatuur 1 ^e jaar (2010)	20
	3.3 Effect verneveling en schermdoek	21
	3.4 Gerealiseerd kasklimaat 1 ^e jaar (2010)	25
	3.5 Gerealiseerde watergift 1 ^e jaar (2010)	27
	3.6 Resultaten fotosynthesemetingen 1 ^e jaar	28
	3.7 Resultaten destructieve metingen 1 ^e jaar	30
	3.8 Oogstresultaten 1 ^e jaar	31
	3.9 Samenvatting 1 ^e jaar (2010)	35
4	2 ^e teeltjaar (2011)	37
	4.1 Strategie 2 ^e jaar	37
	4.1.1 Verneveling	37
	4.1.2 Schermdoek	38
	4.1.3 Bodemtemperatuur	38
	4.1.4 Extra bladsnijproef	38
	4.2 Teeltschema en klimaatinstellingen 2 ^e jaar (2011)	39
	4.3 Gerealiseerde bodemtemperatuur 2 ^e jaar (2011)	40
	4.4 Gerealiseerd kasklimaat, bladtemperatuur en VPD 2 ^e jaar	41
	4.5 Extra analyses klimaat na afloop 2 ^e jaar	45
	4.6 Gewas- en destructieve waarnemingen 2 ^e jaar	49
	4.7 Resultaten fotosynthesemetingen 2 ^e jaar	53
	4.8 Oogstresultaten 2 ^e jaar	54
	4.9 Evaluatie oogst en destructieve waarnemingen 2 ^e jaar	57
	4.10 Resultaten bladsnijproef 2 ^e jaar	59
	4.10.1 Oogstresultaten	59
	4.10.2 Destructieve meting bladsnijproef na de koeling	60
	4.10.3 Destructieve meting bladsnijproef na de oogst	62
	4.11 Samenvatting 2 ^e jaar (2011)	63
5	3 ^e teeltjaar (2012)	65
	5.1 Teeltstrategie 3 ^e jaar	65
	5.2 Teeltschema en klimaatinstellingen 3 ^e jaar (2012)	65
	5.3 Gerealiseerde bodemtemperatuur 3 ^e jaar (2012)	66
	5.4 Gerealiseerd kasklimaat, bladtemperatuur en VPD 3 ^e jaar	67
	5.5 Gewaswaarnemingen 3 ^e jaar	75
	5.6 Resultaten destructieve waarnemingen 3 ^e jaar	75

5.7	Resultaten fotosynthesemetingen 3 ^e jaar	79
5.8	Oogstresultaten 3 ^e jaar	80
5.9	Extra waarnemingen na de oogst van 3 ^e jaar	83
5.10	Evaluatie oogst en destructieve metingen 3 ^e jaar	84
5.11	Samenvatting 3 ^e jaar (2012)	85
6	Analyses na afloop van de 3 teeltjaren	87
6.1	Groeigraadpuntdagen	87
6.2	Analyse productie 1 ^e , 2 ^e en 3 ^e jaar en totaal	88
7	Conclusies, discussie en aanbevelingen	93
7.1	Conclusies	93
7.2	Discussie	94
7.3	Aanbevelingen	96
	Literatuur	99
Bijlage I	Weekgemiddelden lichtsom	101
Bijlage II	Foto's gesneden bol Mont Blanc 14-2-2011	103
Bijlage III	Resultaten destructieve waarnemingen	105
Bijlage IV	Groeiwaarnemingen	111
Bijlage V	Schematische opbouw bol bij destructieve waarnemingen	113
Bijlage VI	Correlatie aantal bloemknoppen met bladoppervlak en aantal bladeren	131

Samenvatting

Bij andere gewassen is afgelopen jaren productieverhoging gerealiseerd, maar bij amaryllis (*Hippeastrum*) is dit nog onvoldoende gelukt. Gezien de rentabiliteit van de amaryllis teelt als snijbloem is het wel gewenst om productieverhoging te realiseren. Daarom is op verzoek van de landelijke commissie amaryllis onderzoek uitgevoerd met als doel 25% meer opbrengst te realiseren in de teelt van snij-amaryllis bij het GreenQ Improvement Centre (IC) in samenwerking met Wageningen UR Glastuinbouw en een intensieve begeleidingscommissie (BCO) met amaryllistelers en Amaryllis teeltbegeleiding en advies. Op basis van resultaten van eerder onderzoek en praktijkervaringen is een teeltstrategie voor productieverhoging ontwikkeld en toegepast tijdens drie opeenvolgende teeltjaren gericht op kerstbloei, waarbij de bollen, net als in de praktijk, gedurende 3 jaar vast zijn blijven staan. De realisatie van het klimaat en gewasreacties zijn elke twee weken geëvalueerd met de BCO en op basis daarvan is de teeltstrategie indien nodig tussentijds aangepast.

Toegepaste teeltstrategie

Bij amaryllis wordt na elke vier bladeren één bloemknop aangelegd in de bol. Gezien de lengte van de bladknopcyclus van 8 à 9 weken bij een bodemtemperatuur van 22 à 25 °C in eerder onderzoek zou het mogelijk moeten zijn om in 40 weken 4 bloemknoppen per bol aan te leggen en leek productieverhoging haalbaar. Om productieverhoging te realiseren is het ook nodig verdroging van al aangelegde bloemknoppen te voorkomen. Als bloemknopverdroging een gevolg is van een tekort aan assimilaten, dan zou dit verminderd kunnen worden door de aanmaak van assimilaten te verhogen. Daarom is een teeltstrategie ontwikkeld en toegepast gericht op optimalisatie van de fotosynthese. Eerste uitgangspunt was verneveling om remming van de fotosynthese door sluiting van de huidmondjes bij lage RV te voorkomen. Bovendien neemt lucht met een hoge RV meer warmte op waardoor met een kleinere raamstand evenveel warmte wordt afgevoerd. Daardoor blijft de CO₂-concentratie hoger en kunnen de planten meer CO₂ opnemen en meer assimilaten aanmaken. Daarnaast is bij andere gewassen gebleken dat bij een hogere RV meer licht toegelaten kan worden, waardoor de aanmaak van assimilaten nog verder verhoogd kan worden. In situaties dat verneveling alleen niet voldoende was om de huidmondjes open te houden, is een wit diffuus schermdoek met open structuur (XLS 35 F Harmony Revolux) dicht getrokken. Onder diffuus licht zal het bovenste blad minder snel last hebben van teveel licht waardoor de fotosynthese minder snel geremd wordt en er zal meer licht onder in het gewas komen waardoor de fotosynthese van het onderste blad wordt verhoogd. In het 1^e jaar is het setpoint van de verneveling gaandeweg verhoogd en vanwege de oplopende bladtemperatuur en dampdrukdeficiet van het blad is vanaf week 26 het schermdoek eerder dicht getrokken en sneller gelucht. In het 2^e en 3^e jaar is verneveld bij een vochtdeficiet van 7 met een lichtverlaging van -4 van 200 naar 400 Watt/m² straling buiten en is het scherm dicht getrokken bij 650 Watt/m² en weer geopend bij 400 Watt/m². In het 3^e jaar zijn de zijgevels gecoat met ReduHeat (1:4) en is tijdens de koeling het kasdek gekrijt met Redusol (1:4). Bij de helft van de bedden is een bodemtemperatuur van 22 °C ingesteld, zoals gangbaar in de praktijk. Bij de andere bedden is de bodemtemperatuur vanaf het voorjaar tot de koeling verhoogd naar 24 °C om extra bloemaanleg na te streven. Tijdens de koeling en strekking van de bloemstelen was de bodemtemperatuur bij alle bedden gelijk. Het onderzoek is uitgevoerd bij twee cultivars: Red Lion (veel geteelde rode cultivar) en Mont Blanc (witte cultivar die snel last heeft van knopverdroging) en twee substraten: perliet en kleikorrels.

Bladtemperatuur

Uit de bladtemperatuurmetingen bleek dat de bladtemperatuur van amaryllis soms fors boven de kastemperatuur uit kan stijgen. Dit komt doordat amaryllis onder stressomstandigheden snel de huidmondjes sluit, aanzienlijk sneller dan bv. groente gewassen. Dit werd bevestigd door de fotosynthesemetingen. Door stress-momenten waarbij de huidmondjes sluiten te voorkomen, zal de fotosynthese minder geremd worden en kan het gewas meer assimilaten aanmaken. Een bladtemperatuurmeter kan meer inzicht geven in welke situaties de huidmondjes gaan sluiten, zodat gericht bijgestuurd kan worden om sluiting van de huidmondjes te verminderen. Met behulp van de gemeten kas- en bladtemperatuur en de RV kan het dampdrukdeficiet van het blad berekend worden en wordt duidelijk in welke situaties het dampdrukdeficiet van het blad hoog oploopt en de huidmondjes gaan sluiten. Het blijft belangrijk om zoveel mogelijk licht toe te laten, zolang het dampdrukdeficiet niet te hoog oploopt. Meer licht betekent meer fotosynthese zolang de huidmondjes voldoende open zijn. Verder is het belangrijk om de CO₂-concentratie zodanig hoog te houden dat opname van CO₂ niet beperkend is voor de fotosynthese. Uit de fotosynthesemetingen kwam ook naar voren dat de fotosynthesecapaciteit van het blad

afneemt in de zomer. In de periode met bodemkoeling gingen de huidmondjes helemaal snel dicht. Amaryllis is afkomstig van tropische/subtropische gebieden. Dit zullen omstandigheden zijn met hoge RV's en kan mede verklaren waarom het gewas snel de huidmondjes sluit bij lage RV.

Productie

De productie van de cultivar Red Lion was goed en volgens de BCO hoger dan gemiddeld in de praktijk. De vooraf gestelde doelstelling van 25% productieverhoging ten opzichte van het gemiddelde van de praktijk is echter niet gehaald. De productie van Mont Blanc was in de eerste twee jaar ook goed, maar in het 3^e teeltjaar bleef de productie van Mont Blanc wat achter ten opzichte van de praktijk. Ondanks de knopverdroging in het 1^e jaar, was de productie in het 1^e jaar het hoogst, met gemiddeld 63 stelen/m² bij Red Lion en 49 stelen/m² bij Mont Blanc. In het 2^e jaar was er vrijwel geen knopverdroging en zijn gemiddeld 60 stelen/m² geoogst bij Red Lion en 45 stelen/m² bij Mont Blanc. In het 3^e jaar zijn gemiddeld 55 stelen/m² geoogst bij Red Lion en 39 stelen/m² bij Mont Blanc. Met name in het 3^e jaar leek de toename in aantal bloemknoppen in de zomer te stagneren. Dit was mede het gevolg van een toename van het aantal achterblijvers binnen de behandelingen, waardoor het gemiddeld aantal knoppen per behandeling ook achter bleef. Anderzijds lijkt het er ook op dat een bol een maximum aantal bloeibare knoppen maakt en vervolgens de aanleg stagneert. Dit kan ook verklaren waarom de opbrengstverhoging lager was dan op voorhand verwacht op basis van de bloemknopaanleg in eerder onderzoek bij de bollenteelt van amaryllis. Als het stagneren van de bloemknopontwikkeling bij een bepaald aantal bloemknoppen in de bol een gewaseigenschap is, beperkt dit de mogelijkheden voor productieverhoging bij amaryllis. Het kan echter ook (mede) een gevolg zijn van de source/sink verhouding in de bol, waardoor er bij een bepaalde aanmaak van assimilaten (source) maar een maximaal aantal bladeren, bloemknoppen en bolschubben (sinks) aangemaakt kunnen worden en de doorgroei tot bloeibare knop stagneert als er geen assimilaten meer over zijn. Dit sluit aan bij de resultaten van de bladsnijproef in het 2^e jaar. Het wegsnijden van circa de helft van het bladoppervlak in mei, gaf een klein negatief effect op de productie, maar geen extra knopverdroging. Het blad snijden leek meer de ontwikkeling van knoppen tot bloeibare knoppen en aanleg van nieuwe knoppen enigszins te vertragen.

Bodemtemperatuur

Verhoging van het setpoint van de bodemtemperatuur naar 24 °C in de periode met veel licht gaf in deze proef geen productieverbetering ten opzichte van een bodemtemperatuur van continu 22 °C. De verhoging van de bodemtemperatuur vanaf het vroege voorjaar tot de start van de koeling had in deze proef waarschijnlijk geen meerwaarde, vanwege de relatief geringe verhoging van de bodemtemperatuur ten opzichte van de hoge temperatuursom van één blad/knopcyclus (berekend uit resultaten van eerder onderzoek) en de gemiddeld vrij hoge bodemtemperatuur in het 1^e jaar (24,7 °C ten opzichte van 23,3 °C bij de controlebehandeling) en de daardoor opgetreden aantasting door *Fusarium* en en 10 tot 11% niet uitgelopen bollen in het 3^e jaar bij de cultivar Red Lion geteeld bij een hoge bodemtemperatuur. In alle 3 teeltjaren begonnen de bloemstelen na een verhoogde bodemtemperatuur in het voorjaar/zomer na de koeling wat later te strekken en kwam de productie daardoor wat later op gang dan bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 °C.

Substraat en cultivar

Op perliet was de productie hoger dan op kleikorrels. Het verschil was echter klein (gemiddeld 1,8 stelen per m²) en kan mede het gevolg zijn van het weghalen en inboeten van bollen in de bedden met kleikorrels en tijdelijk te droge periode in het 1^e jaar bij de kleikorrels. Bij de cultivar Mont Blanc was het aantal geoogste bloemstelen lager dan bij Red Lion. Het gemiddeld steelgewicht was bij Mont Blanc echter hoger dan bij Red Lion.

Bloemaanleg

Door telling van het aantal aangelegde en bloeibare knoppen in de bol werd duidelijk dat geoogste bloemstelen 10 tot 22 maanden voor de oogst zijn aangelegd. In één teeltjaar vindt dus zowel de uitgroei van eerder aangelegde knoppen tot bloeibare knop plaats voor de eerstvolgende oogst, als de aanleg van bloemknoppen voor de oogst van een daarop volgend teeltjaar. Ongunstige omstandigheden kunnen daardoor de oogst van twee teeltjaren negatief beïnvloeden. Het aantal bloeibare knoppen (lengte van minimaal 20 mm) bij de start van de koeling gaf een goede voorspelling van het aantal bloemstelen na de koeling als er tijdens de koeling geen knopverdroging optreedt. Als er knopverdroging optreedt, zijn dit meestal de oudste knoppen aan de buitenkant van de bol.

Verbetering uniformiteit

Omdat productieverhoging van een enkele bol lastig is, zal productieverhoging vooral moeten komen uit een vermindering van achterblijvers. Bij de destructieve metingen viel de grote variatie binnen één behandeling op. Deze variatie nam toe, naarmate de bollen langer vast stonden. Langs de zijkant van het bed, maar ook midden op het bed bleven bollen achter. Bollen die snel uitlopen nemen veel licht weg boven de bollen die laat uitlopen, waardoor bladeren van late bollen in de schaduw staan. Het verschil in bolomvang wordt daardoor steeds groter. Bollen die achterblijven, trekken de gemiddelde productie sterk naar beneden. Daarnaast blijkt het gezond houden van de bollen een belangrijke voorwaarde om een hoge productie te halen. Bij uitval of aantasting door *Fusarium* gaat de gemiddelde productie sterk achteruit.

1 Inleiding

Gezien de rentabiliteit van de amaryllis teelt als snijbloem is het gewenst om productieverhoging te realiseren. Bij andere gewassen is afgelopen jaren productieverhoging gerealiseerd, maar bij amaryllis is dit onvoldoende gelukt. Daarom heeft de landelijke commissie amaryllis van LTO-Groeiservice in 2009 onderzoek gevraagd met als doel 25% meer opbrengst te realiseren in de teelt van snijamaryllis. De landelijke commissie amaryllis heeft als doel gesteld om met hetzelfde aantal bollen per m² (27 bollen/m²) meer bloemstelen te produceren. Het effect van plantdichtheid op de productie wordt namelijk in een ander onderzoek in de praktijk uitgezocht. De huidige productie in de praktijk ligt rond de 45 bloemstelen per m² en incidenteel wordt 60 bloemstelen per m² gehaald. De landelijke commissie amaryllis heeft zich tot doel gesteld om uiteindelijk een productie van 75 bloemstelen per m² te realiseren. Dit betekent dus dat nagenoeg elke bol 3 bloemstelen per jaar moet produceren. In de praktijk geven sommige bollen nu al 3 stelen per bol, maar gemiddeld komt men toch nog niet veel hoger dan 45 bloemstelen per m² of wel minder dan 2 stelen per bol. Omdat het merendeel van de snijamaryllis geteeld wordt voor de kerstbloei en de bollen 3 à 4 jaar vast blijven staan is het onderzoek gericht op verhoging van de productie voor de kerstbloei in een 3-jarig gewas.

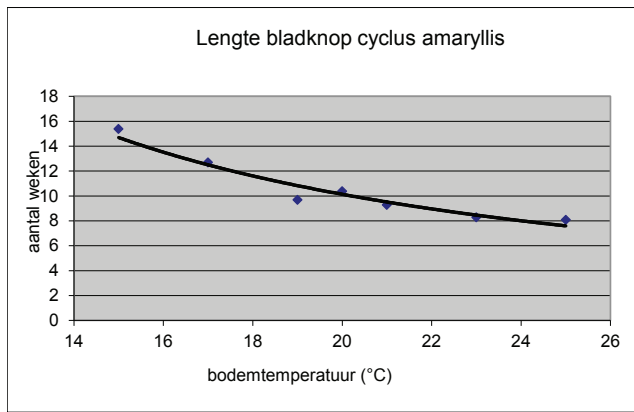
Bij de huidige snijbloemeteelt van amaryllis wordt in de praktijk gedurende 40 weken een hoge bodemtemperatuur (21-23 °C) aangehouden. In deze periode vindt bloemknopaanleg in de bol plaats. De aangelegde bloemknoppen blijven in rust in de bol. Om de bloemknoprust te doorbreken worden de bollen in de bodem gedurende 10 weken gekoeld bij 12-13 °C. Na de koelperiode wordt het blad afgesneden, de bodem- en daarmee de boltemperatuur verhoogd en groeien de bloemstelen uit.

Een amaryllisbol bestaat uit verdikte bladbases op een bolbodem. De bol heeft een sympodiale vertakking. Na elke vier bladeren vormt het eindgroeipunt een bloemknop en wordt een lateraal groeipunt aan de zijkant van de apex gevormd. Deze ontwikkelt vervolgens weer vier bladeren en een bloemknop (Okubo, 1993).

Uit onderzoek naar het effect van bodemtemperatuur bij amaryllis (Doorduyn *et al.* 2002) is gebleken dat ongeacht de boltemperatuur steeds één bloemsteel per vier bladeren wordt aangelegd in de bol. Verder bleek dat bij een verhoging van de boltemperatuur van 15 naar 25 °C (bij gelijke kasttemperatuur):

- meer bladeren en bloemsteelknoppen werden aangelegd,
- de knop/blad-cyclus werd gehalveerd van 16 naar 8 weken (zie Figuur 1.)
- het aantal knopcycli nam toe van 3 naar 6 in 11 maanden
- meer bloemsteelknoppen verdroogden (tot week 22 was er nauwelijks knopverdroging, maar daarna nam de knopverdroging snel toe)
- aantal bloemstelen na de koeling nam toe, maar boven de 20 °C nam het aantal bloemstelen niet veel meer toe
- aantal bloemkelken na de koeling had optimum bij 23 °C
- bolmaat toenam
- droge stof percentage van de bol af nam
- relatief meer droge stof naar het blad en minder naar de bol ging
- bij 25 °C trad in laatste maanden van de teelt *Fusarium* op

Conclusie van dit onderzoek was dat de boltemperatuur verhoogd kan worden tot tenminste 23 °C zonder negatieve effecten op de bolkwaliteit. Met het licht mee in het voorjaar tot in juli zou zelfs zonder bezwaar 25 °C aangehouden kunnen worden. In de praktijk heeft men echter ervaren dat er bij een hoge bodemtemperatuur meer risico is op *Fusarium* en daarom wordt in de praktijk niet hoger gegaan dan 23 °C. Doorgaans houdt men in de winter een bodemtemperatuur aan van 22 °C en in de zomer 23 °C. Gezien de lengte van de bladknopcyclus (Figuur 1.) van 8 à 9 weken bij een bodemtemperatuur van 22 à 25 °C zou het dan in theorie mogelijk moeten zijn om in de 40 weken met hoge bodemtemperatuur 4 bloemknoppen per bol aan te leggen en lijkt productieverhoging haalbaar.



Figuur 1: Lengte bladknopcyclus amaryllis in relatie tot de bodemtemperatuur (bron: Doorduyn, 2002).

Naarmate de bodemtemperatuur hoger is, worden dus meer bloemknoppen aangelegd, maar boven de 20 °C nam het aantal bloemstelen na de koeling echter niet veel meer toe in het onderzoek van Doorduyn (2002). Dit zou (mede) verklaard kunnen worden uit de toename van het aantal verdroogde bloemknoppen bij een hogere bodemtemperatuur. Om productieverhoging te realiseren zal dus naast voldoende bloemknop aanleg in de bol er ook voor gezorgd moeten worden dat aangelegde knoppen niet verdrogen. Bij andere gewassen kan knopverdroging of abortie ontstaan door een tekort aan assimilaten. Als assimilaten tekort bij de bloemknopverdroging bij amaryllis een rol speelt, dan zou bloemknopverdroging verminderd kunnen worden door er voor te zorgen dat er meer assimilaten naar de bol gaan, door bv. de assimilatenproductie (=fotosynthese) te verhogen en door de bloemknopaanleg meer af te stemmen op het assimilatenaanbod (=bodemtemperatuur afstemmen op lichtsom).

Uit metingen aan de blad- en kastemperatuur, RV, lichtniveau, CO₂-gehalte, VPD, sapstroom en bladdikte in de praktijk met een Plantmonitor leek naar voren te komen dat amaryllis sneller dan verwacht last heeft van een hoge instraling en een lage RV (<70-72%). Dit roept de vraag op of ook de fotosynthese geremd wordt onder deze omstandigheden. In onderzoek naar energiebesparing bij amaryllis (Baas *et al.* 2004) is eind mei bladverbranding opgetreden in een ongeschermd teelt. Vanaf eind mei is toen geschermd bij een instraling boven de 600 W/m². In het onderzoek met bodemtemperatuur (Doorduyn *et al.* 2002) was er tot week 22 nauwelijks knopverdroging, maar daarna nam de knopverdroging snel toe. Blijkbaar is er in de periode voor week 22 iets gebeurd, waardoor na week 22 knopverdroging is ontstaan. Dan kan gedacht worden aan negatieve effecten van een hoge instraling, een lage RV en/of lage CO₂-concentratie (door veel luchten) op de fotosynthese (=assimilatenproductie) of negatieve effecten op het transport van assimilaten naar de bol in late voorjaar/zomer. Met schermen kunnen negatieve effecten van een te hoge instraling voorkomen worden, maar dat heeft als nadeel dat een deel van de lichtsom wordt weggenomen en niet benut kan worden voor de aanmaak van assimilaten. M.b.v. luchtbevochtiging kan de RV in de kas verhoogd worden en bij andere gewassen is gebleken dat dan zonder nadelige gevolgen meer licht toegelaten kan worden en meer groei gerealiseerd kan worden. Voor optimale fotosynthese moet er dan ook wel voldoende CO₂ in de kas aanwezig zijn. Bij toepassing van verneveling hoeft er minder gelucht te worden en kan het CO₂-gehalte meer op peil gehouden worden. Mogelijk dat met deze maatregelen ook bij amaryllis meer fotosynthese, meer assimilaten in de bol, minder knopverdroging en daardoor meer productie gerealiseerd kan worden.

Tot slot is het voor de realisatie van de gewenste productieverhoging bij amaryllis ook noodzakelijk om de juiste koeltemperatuur te realiseren om strekking van alle bloeibare bloemknoppen te induceren en daardoor zoveel mogelijk bloeibare knoppen uit te laten groeien. Onderzoek (Bartels, *et al.* 2002) heeft laten zien dat de optimale temperatuur voor de koeling 12 à 14 °C is afhankelijk van de cultivar, met voorkeur van 12 °C. Bij een koelduur van 10 weken neemt het aantal stelen per bruto m² kas, afhankelijk van de cultivar, af met 1 tot bijna 4 stelen/m² af per oC hogere koeltemperatuur (Bartels, *et al.* 2002). Substraattemperaturen die tijdens de koeling onvoldoende laag zijn, werken dus opbrengstverlagend. Hoewel er dan misschien wel voldoende bloemknoppen zijn aangelegd, kan door onvoldoende rustdoorbreking de productie dan toch nog tegenvallen.

Bij oriënterende metingen in de praktijk d.m.v. oproeien en snijden van bollen na de oogst (Doorduyn, persoonlijke

mededeling) waren na de bloei nog een aantal knoppen in de bol achter gebleven die wel bloeibaar waren, maar niet waren uitgegroeid. Dit roept de vraag op of de koelduur van 10 weken in de praktijk wel lang genoeg is om bij alle bloeibare knoppen de strekking te induceren (m.n. bij bollen met veel aangelegde knoppen). Mogelijk dat dan met een langere koelduur wel bij meer bloemknoppen de strekking geïnduceerd kan worden en daardoor meer bloemstelen geoogst zouden kunnen worden.

Naar aanleiding van bovenstaande wordt gedacht aan de volgende punten om meer productie te realiseren bij amaryllis:

- Om productieverhoging te realiseren zullen allereerst voldoende bloemsteelknoppen aangelegd moeten worden in de bol door een voldoende hoge boltemperatuur.
- Daarnaast moet er voor gezorgd worden dat de aangelegde knoppen niet verdrogen. Als de bloemknopverdroging bij amaryllis een gevolg is van assimilaten tekort, dan zou bloemknopverdroging verminderd kunnen worden door de productie van assimilaten (=fotosynthese) te verhogen. Daarbij wordt gedacht aan:
 - o Verhoging van de RV in de kas door luchtbevochtiging, waardoor het gewas naar verwachting minder snel last zal hebben van een hoge instraling en de fotosynthese minder geremd wordt. Daarnaast kan door de hogere RV waarschijnlijk meer licht toegelaten worden en daarmee de assimilaten aanmaak en groei nog meer bevorderd worden.
 - o Verhoging van CO₂-gehalte in kas om assimilaten aanmaak en groei te bevorderen. Verhoging van het CO₂-gehalte heeft in het algemeen een positief effect op de fotosynthese, assimilaten aanmaak en groei en eerder onderzoek heeft ook positieve effecten laten zien van een hoger CO₂-gehalte bij amaryllis (Doorduyn, 1989, Ephrath *et al.* 2001 en Silberbush *et al.* 2003).
 - o Bij toepassing van verneveling hoeft er minder gelucht te worden omdat vochtige lucht meer energie bevat en er per m³ lucht dus meer energie afgevoerd wordt uit de kas. Doordat er minder gelucht wordt kan het CO₂-gehalte meer op peil gehouden worden en dat kan naar verwachting nog een extra bijdrage leveren aan verhoging van de aanmaak van assimilaten.
 - o In de proefkas is een XLS 35 F Harmony Revolux doek geïnstalleerd om dicht te laten lopen indien de verneveling alleen niet voldoende is om de fotosynthese te bevorderen. Dit is een wit doek met een open structuur wat niet alleen licht weg schermt, maar het licht wat doorgelaten wordt meer diffuus maakt. Door de open structuur kan dit doek helemaal gesloten worden (geen kieren) en door de diffuse eigenschappen wordt verwacht dat het licht meer verspreid wordt waardoor enerzijds het bovenste blad minder snel te warm wordt en/of teveel licht krijgt waardoor de fotosynthese van het bovenste blad minder snel geremd wordt en anderzijds meer licht onder in het gewas komt en de fotosynthese van het blad onderin het gewas verhoogd zou kunnen worden.
- Door verhoging van de aanmaak van assimilaten in het vorige punt, is het wellicht mogelijk een hogere bodemtemperatuur aan te houden dan gebruikelijk in de praktijk in perioden met veel licht.

De begeleidingscommissie (BCO) amaryllis heeft voorkeur voor onderzoek dat zo dicht mogelijk aansluit bij de omstandigheden in de praktijk en daarom is het onderzoek op verzoek van de BCO amaryllis uitgevoerd bij het GreenQ Improvement Centre (IC) in één afdeling van 600 m². In deze afdeling is gestart met een teeltstrategie gebaseerd op bovengenoemde uitgangspunten. Het onderzoek is gedurende 3 opeenvolgende jaren uitgevoerd, waarbij de bollen, net als in de praktijk, 3 jaar vast zijn blijven staan. Tijdens de uitvoering van de proef is de voortgang steeds geëvalueerd en zijn zonnig tijdens de uitvoering keuzes voor een andere aanpak van de teeltstrategie of andere aanpak van waarnemingen gemaakt. Op basis van de resultaten van elk teeltjaar is de toegepaste teeltstrategie geëvalueerd en in overleg met de begeleidingsgroep aangepast bij de start van een volgend teeltjaar.

Dit rapport geeft een overzicht van de proefopzet, toegepaste teeltstrategie en resultaten van dit onderzoek naar opbrengstverhoging bij snij-amaryllis voor de kerstbloei. In hoofdstuk 2 is een overzicht gegeven van de proefopzet en plan van aanpak bij de start van dit onderzoek. Daarna volgen 3 hoofdstukken met de drie teeltjaren in chronologische volgorde. In elk hoofdstuk wordt de toegepaste teeltstrategie, tussentijdse aanpassingen, gerealiseerd klimaat en resultaten van de fotosynthese-, destructieve-, groei- en productiewaarnemingen weergegeven per teeltjaar. Aan het begin van hoofdstuk 4 en 5 is weergegeven welke aanpassingen gemaakt zijn in de gevolgde strategie en waarom. In hoofdstuk 6 staat een analyse van groeigradpuntdagen van eerder onderzoek en een statistische analyse van de 3 teeltjaren.

Hoofdstuk 7 geeft een overzicht van de conclusies, discussie en aanbevelingen. Om meer inzicht te krijgen in het proces van bloemknopverdroging is in het 2^e jaar een extra proef op een randbed uitgevoerd met verschillende manieren van blad snijden. De opzet en resultaten van deze extra proef zijn weergegeven bij de resultaten van het 2^e jaar in hoofdstuk 4.

Doel: 25% productieverhoging bij de teelt van snij-amaryllis. Dit wordt bereikt door een teeltstrategie gericht op gericht op verhoging van aanmaak van assimilaten door middel van optimalisering van de fotosynthese en verhoging van de aanleg van bloemknoppen door middel van een verhoogde bodemtemperatuur in perioden met veel licht. Bij Red Lion zou de productie dan uit moeten komen op 65-70 stelen per m² en bij Mont Blanc op 60 stelen per m².

2 Materiaal en methode

2.1 Proefopzet

Om bij amaryllis te komen tot een productieverhoging is het enerzijds nodig om te komen tot een verhoging van de aanleg van bloemsteelknoppen en anderzijds het verdrogen van bloemknoppen te verminderen. Omdat de aanleg van bloemknoppen bij amaryllis volgens een vast patroon van één bloemsteel per vier bladeren in de bol plaats vindt is meer aanleg van bloemknoppen alleen mogelijk via een versnelling van het proces van bladafsplitsing en bloemknopaanleg. Dit zou kunnen door een hogere bodemtemperatuur. Als verdroging van bloemknoppen een gevolg is van een tekort aan assimilaten, dan zou bloemknopverdroging verminderd kunnen worden door er voor te zorgen dat er meer assimilaten aangemaakt worden door optimalisatie van de fotosynthese. Daarom is voor dit onderzoek een klimaatstrategie ontwikkeld voor optimalisatie van de fotosynthese en hogere bodemtemperatuur voor een mogelijke verhoging van de bloemknopaanleg.

Klimaatstrategie voor optimalisatie aanmaak assimilaten

Bij de start van het onderzoek is op basis van eerder onderzoek en praktijkervaringen bij amaryllis (zie Hoofdstuk 1) en onderzoek bij andere gewassen een teeltstrategie opgesteld, waarmee naar verwachting de fotosynthese en daarmee de aanmaak van assimilaten zou verbeteren en knopverdroging als gevolg van assimilaten tekort verminderd zou kunnen worden. Uitgangspunt van de teeltstrategie was het verhogen van de RV in de kas met behulp van verneveling, waardoor de huidmondjes meer open blijven en het blad meer CO₂ op kan nemen en meer assimilaten aangemaakt kunnen worden. Bovendien neemt lucht met een hogere RV meer warmte op, waardoor met een kleinere raamstand evenveel warmte afgevoerd kan worden. Door de kleinere raamstand kan de CO₂-concentratie in de kas dan op een hoger niveau gehouden worden, waardoor de planten meer CO₂ op kunnen nemen en meer assimilaten aangemaakt kunnen worden. Daarnaast is bij andere gewassen gebleken dat bij een hogere RV meer licht toegelaten kan worden, wat ook nog eens een positief effect op de aanmaak van assimilaten kan geven.

In de proefkas was al een SLS 10 Ultra Plus schermdoek aanwezig (energiedoek) en voor deze amaryllisproef is een XLS 35 F Harmony Revolux doek geïnstalleerd. Dit is een wit doek met een open structuur wat niet alleen licht weg schermt, maar het licht wat doorgelaten wordt meer diffuus maakt. Volgens de technische gegevens van de fabrikant laat dit bij zonnig weer 67% en bij bewolkt weer 63% licht door en zorgt voor 15% energiebesparing als het 's nachts gesloten wordt. Door de open structuur kan dit doek helemaal gesloten kunnen worden (geen kieren) en de verwachting was dat door de diffuse eigenschappen het licht meer verspreid wordt waardoor enerzijds meer licht onder in het gewas komt waardoor de fotosynthese van het blad onderin het gewas verhoogd zou kunnen worden en anderzijds het bovenste blad minder snel te warm wordt en/of teveel licht krijgt waardoor de fotosynthese van het bovenste blad minder snel geremd wordt.

Twee bodemtemperaturen

Naast de optimalisatie van de fotosynthese voor voldoende aanmaak van assimilaten om knopverdroging te voorkomen, is de aanleg van voldoende bloemstelen van belang. De aanleg van bloemstelen in de bol wordt bij amaryllis vooral gestuurd door de bodemtemperatuur. Daarom zijn in de proefkas twee bodemtemperatuurbehandelingen aangelegd. Bij de eerste behandeling is jaarrond een bodemtemperatuur van 22 °C aangehouden, zoals gangbaar in de praktijk. Bij de tweede behandeling is de bodemtemperatuur in het voorjaar bij toenemend lichtniveau verhoogd naar 24 °C om extra bloemaanleg na te streven. Om er voor te zorgen dat de bloeibare bloemknoppen in de bol goed gaan strekken is bij alle behandelingen vanaf medio juli gedurende 10 weken een bodemtemperatuur van 12 °C nagestreefd om te zorgen voor voldoende rustdoorbreking van alle bloeibare bloemknoppen.

Twee cultivars

Op verzoek van de BCO-amaryllis is het onderzoek uitgevoerd bij twee cultivars:

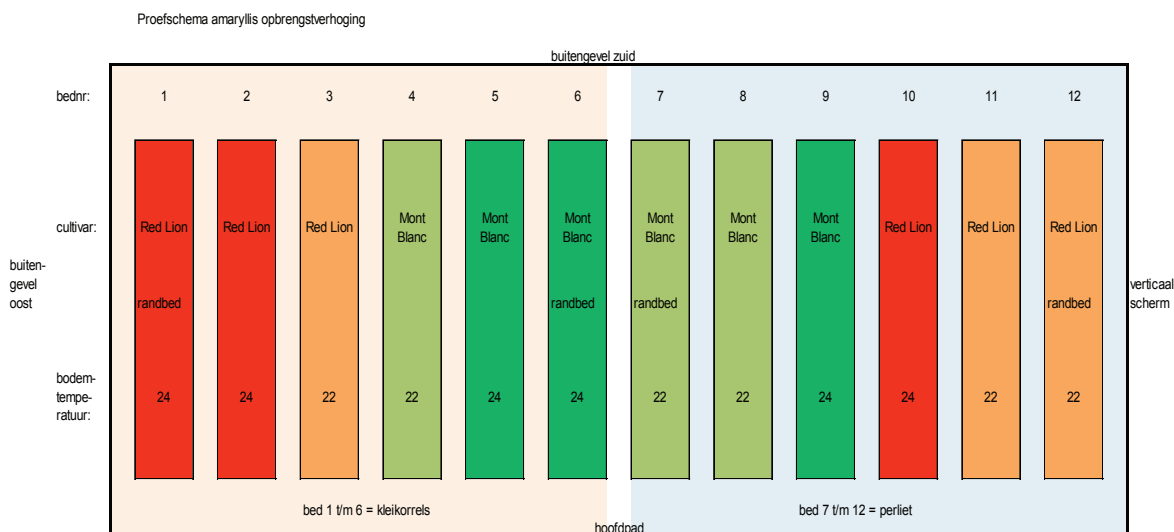
- Red Lion: een veel geteelde rode cultivar
- Mont Blanc: een witte cultivar die snel last heeft van knopverdroging.

Twee substraten

Omdat in de praktijk een deel van de substraatteelt op kleikorrels staat en een deel op perliet is het onderzoek op verzoek van de BCO-amaryllis uitgevoerd bij twee substraten: perliet en kleikorrels. Samen met de teeltadviseur en BCO is elke week de natheid van beide substraten beoordeeld en de watergeeffrequentie per substraat naar behoefte aangepast. Per substraat stonden de twee bodemtemperaturen en de twee cultivars op één kraanvak en kregen dezelfde hoeveelheid water. Voor de bemesting is het bemestingsadvies van de teeltadviseur gevolgd.

In totaal waren er dus 2 bodemtemperaturen * 2 cultivars * 2 substraten = 8 behandelingen binnen de proefkas. Er waren 12 bedden à 50 m² beschikbaar in de proefkas. De helft van de bedden is aangelegd met kleikorrels en de helft met perliet. Op de middelste 4 bedden van elk substraat zijn de vier combinaties van twee bodemtemperaturen en twee cultivars verlost (Figuur 2.). Bij elke behandeling is apart de bodemtemperatuur gemeten en bijgestuurd.

Het onderzoek is uitgevoerd tijdens 3 opeenvolgende teeltjaren, waarbij de bollen, net als in de praktijk, gedurende 3 jaar vast zijn blijven staan. Na elk teeltjaar zijn de resultaten geëvalueerd met de begeleidingscommissie (BCO) en is de teeltstrategie verder verbeterd en aangepast. Omdat de proef maar in één kas uitgevoerd kon worden, was er geen controlebehandeling met een strategie zoals gangbaar in de praktijk.



Figuur 2: Proefschemamaryllis opbrengstverhoging in de proefkas.

Met inzet van amaryllistellers zelf is in de proefkas een teeltsysteem voor amaryllis aangelegd zoals gangbaar in de praktijk (Foto 1.). De grond van de kas is ge-egaliseerd en er zijn betonnen U-profielen geplaatst ter hoogte van de paden tussen de bedden. In de zo ontstane bakken is in het midden een drainageslang en verdeeld over het bed 12 slangen voor de bodemverwarming/koeling aangelegd. De bakken zijn vervolgens gevuld met kleikorrels en met perliet, wat gratis beschikbaar is gesteld door de substraatleveranciers van de amaryllistellers. Bovenop elk bed is een CO₂-slang en 4 druppelsslangen neer gelegd en iets boven het bed zijn twee verwarmingsbuizen geplaatst. De proef is gestart met een goede partij grote amaryllisbollen.

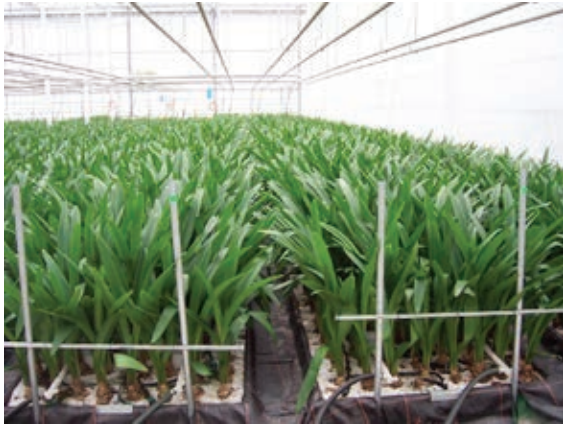


Foto 1: Het aangelegde teeltsysteem voor amaryllis in de proefkas.

2.2 Klimaatregistratie en analyse

De klimaatsturing vond plaats met een Priva klimaatcomputer en de realisatie van het klimaat is geregistreerd in LetsGrow.com, zodat de teeltadviseur en BCO amaryllis mee konden kijken met de klimaatrealisatie. Bij de cultivar Mont Blanc op kleikorrels is een Growwatch geïnstalleerd om de chlorofylfluorescentie te volgen. De chlorofylfluorescentie geeft een indicatie van de fotosynthese van het bovenste blad. De Growwatch heeft ook de bladtemperatuur en lichtniveau op planthoogte geregistreerd.

Bij de analyse van het klimaat is gebruik gemaakt van de 5-minuutgegevens van de kastemperatuur, bodemtemperatuur, RV, vochtdeficiet, raamstanden, schermstanden, watergift bij perliet, stralingssom en CO₂-concentratie van de klimaatcomputer geregistreerd in LetsGrow en de 5-minuutgegevens van de bladtemperatuur, lichtniveau op planthoogte geregistreerd door de Growwatch. Met behulp van de gerealiseerde RV en kastemperatuur van de klimaatcomputer en de bladtemperatuur geregistreerd door de Growwatch is het verschil tussen de kas- en bladtemperatuur en de VPD van het blad ten opzichte van de kaslucht berekend en in beeld gebracht. Op basis van de analyse van deze waarden is de teeltstrategie indien nodig bijgesteld. In Bijlage I is een overzicht gegeven van de weekgemiddelden van de stralingssom buiten en in de kas gemeten op planthoogte van de drie teeltjaren.

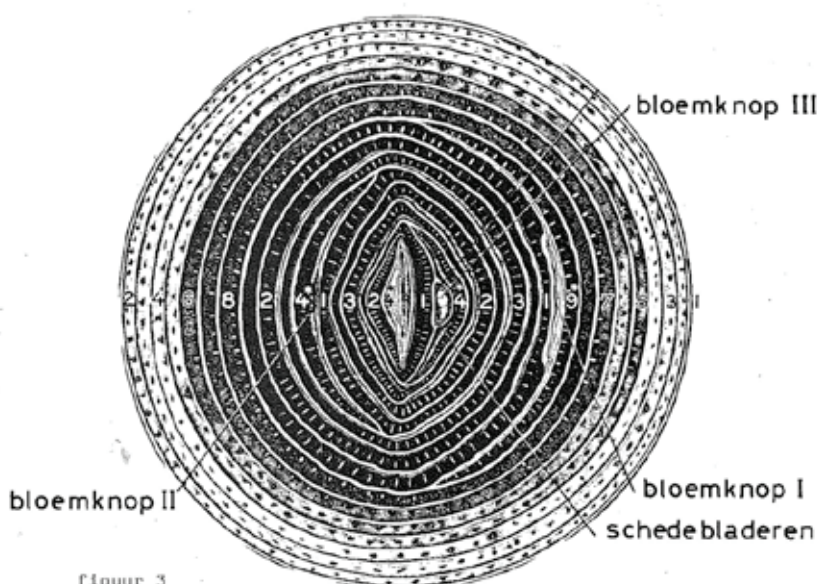
2.3 Waarnemingen

Oogstwaarnemingen:

- Tijdens de oogst is per bed (à 50 m²) de oogstdatum, aantal bloemstelen en totaal geoogst gewicht gemeten bij de 8 behandelingen binnen de kas. In het 2^e en 3^e teeltjaar zijn de dubbele stelen bij Mont Blanc en de stelen geoogst van de klisters apart geteld.
- Bij de 4 behandelingen op kleikorrels zijn op 2 representatieve meetvelden (2 * 64 bollen) per behandeling extra kwaliteitsmetingen uitgevoerd aan aantal kelken per steel, lengte bloemsteel, lengte bloem, steelgewicht en totaal productiegewicht. In het 1^e, 2^e en 3^e teeltjaar zijn de dubbele stelen bij Mont Blanc en de stelen geoogst van de klisters apart geteld.
- De productiegegevens weergegeven in dit rapport, zijn berekend op basis van de beteelde oppervlakte in de kas, dus exclusief hoofpad.
- Na afloop van het onderzoek zijn de productiegegevens van de tellingen van de meetvelden en bedden statistisch geanalyseerd. In een eerste analyse zijn alle afzonderlijke factoren: substraat, cultivar, bodemtemperatuur en jaar en alle 2- en 3-factor interacties meegenomen in een variantieanalyse. Daarin bleek dat alle 3-factor interacties niet significant waren. Vervolgens is een nieuwe analyse gedaan waarbij alle 3-factor interacties zijn weggelaten. Vervolgens zijn de 2-factor interacties weg gelaten die verre van significant waren etc.

Gewaswaarnemingen:

- Om de gewasontwikkeling in kaart te brengen is elke 2 weken het aantal bladeren, lengte van het langste blad en bladbreedte gemeten bij elke behandeling.
- Op 5 tijdstippen per jaar zijn bij de vier behandelingen op kleikorrels destructieve waarnemingen uitgevoerd aan 8 bollen per behandeling. Uit de eerste helft van elk proefbed is bij elke meting uit elke rij bollen één bol geroid. Op deze manier werden bij elke steekproef 6 bollen uit de 6 middenrijen en 2 bollen uit de randrijen aan weerszijden van het bed meegenomen. Hierdoor was er in de steekproef een zelfde verhouding midden- en randrijen als in de praktijk (75% uit middenrijen en 25% uit randrijen). Bij deze meting is het aantal aangelegde bloemknoppen, aantal bloeibare en verdroogde bloemknoppen en aantal bolrokken per bol geteld, de bolomtrek, vers- en drooggewicht van de bol gemeten en het percentage droge stof van de bol uit gerekend. Daarnaast is ook het aantal bladeren, lengte van het langste blad, breedte van het blad, totale bladoppervlakte en totaal vers- en drooggewicht van het blad gemeten en het percentage droge stof van het blad uit gerekend. Verder is bij elke meting een schematisch overzicht gemaakt van de opbouw van de bol om meer inzicht te krijgen in het proces van de aanleg en verdroging van bloemknoppen (zie foto's in Bijlage II en voorbeelden van de schema's in Bijlage V). In Figuur 3. hieronder een tekening van een dwarsdoorsnede van de bol. Bloeibare knoppen zijn knoppen met een lengte van 20 mm. Dit komt overeen met stadium dat kelken en meeldraden volledig zijn aangelegd en de bloemsteel kan gaan strekken als deze voldoende kou heeft gehad. In alle 3 teeltjaren is gemeten rond 12 februari, 10 juni, start koeling (circa 20 juli) en einde koeling (circa 1 oktober). Na de oogst van het 3^e jaar is op 14 januari een laatste meting uitgevoerd.



figuur 3

Dwarsdoorsnede bol van buiten naar binnen: drie series bolrokken: 1 t/m 8; 1 t/m 3 en 1 t/m 3, met in de oksels van de onvolkomen bolrokken no. 9 van de eerste serie en de bolrokken no. 4 van de 2e en 3e serie, de bloemknoppen I, II en III.

naar A.H. Blaauw, 1931.

Figuur 3: Figuur van dwarsdoorsnede van een amaryllis bol (Bron: Bakker et al. 1980).

Fotosynthesemetingen:

- In elk teeltjaar zijn op 3 verschillende tijdstippen fotosynthesemetingen uitgevoerd aan de vier behandelingen op kleikorrels om de lichtresponscurve van de bovenste bladeren te bepalen. Dit geeft een indicatie van de meerwaarde van een hoger lichtniveau op de fotosynthese van amaryllis. De metingen zijn uitgevoerd onder standaardomstandigheden in de meetcuve bij 800 ppm CO₂ en een dampdrukdeficiet (VPD) van < 1 aan het 3^e na jongste blad op 30 cm onder de top van het blad. Dit zijn optimale omstandigheden voor de fotosynthese.

Na de laatste oogst (januari 2013):

- Steekproef telling aantal niet uitgelopen bollen per behandeling
- Steekproef beoordeling bolbodem na zolen

2.4 Begeleiding

De uitvoering van dit onderzoek is begeleid door teeltadviseur Jan Overkleef (wekelijks) en de telers van de intensieve teeltbegeleiding: Frans Kouwenhoven, Ab van Paassen en Raymond van der Lans (twee wekelijks). Vanuit de projectuitvoerders waren Arca Kromwijk, Steven Driever (tot halverwege het onderzoek) en Arie de Gelder (tweede helft) van Wageningen UR Glastuinbouw en Piet Hein van Baar en Marc Grootsholten van GreenQ Improvement Centre aanwezig bij de tweewekelijkse bijeenkomsten en Arca Kromwijk en Piet Hein van Baar waren ook aanwezig bij het wekelijkse bezoek van de teeltadviseur. Op verzoek van de coördinatoren van het energieonderzoek waren vanaf 2011 ook Peter Geelen (Klimaat adviseur) en Maarten Sonneveld regelmatig aanwezig vanuit het project 'Het Nieuwe Telen' van Amaryllis wat op het bedrijf van Maarten Sonneveld is uitgevoerd.

3 1^e teeltjaar (2010)

3.1 Teeltschema en klimaatinstellingen

Half februari 2010 is geplant en vanaf 9 maart is gestart met vernevelen. Vervolgens zijn de effecten van de klimaatinstellingen de realisatie van het klimaat en effect op bladtemperatuur en gewasstand regelmatig geanalyseerd en bijgestuurd. Omdat de bladtemperatuur vrij ver boven de kasttemperatuur uit steeg is in de loop van het seizoen meer verneveld. Het setpoint van het vochtdeficiet waarbij de verneveling aan ging is verlaagd en de periode dat de verneveling aan ging op een dag verlengd. Vanaf week 26 is ook het schermdoek wat sneller dicht getrokken en is sneller gelucht. In Tabel 1 staat een overzicht van het teeltschema en de belangrijkste klimaatinstellingen, enkele waarnemingen van klimaat- en plantcondities, aanpassingen en teelthandelingen in het 1^e teeltjaar.

Tabel 1: Tijdschema van klimaatinstellingen en teelthandelingen in 1^e teeltjaar.

Week 6	Bollen geplant . Setpoint bodemtemperatuur = 22 °C bij alle behandelingen Setpoint kasttemperatuur=15 °C, luchten bij 21 °C (+1 °C op licht)
Week 10	Start verneveling tussen 9.30 en 18.00 uur als vochtdeficiet in de kas > 10
Week 14	Setpoint bodemtemperatuur naar 24 °C bij behandelingen met bodemtemperatuur =24 °C Harmony doek dicht bij 750 Watt instraling Meer verneveling vanaf 12.00 uur
Week 15	Verhoging verneveling: vernevelen bij vochtdeficiet > 7 (10.30 tot 17.00 uur). Luchten bij 22 °C en +7 °C van 460-750 Watt. Harmony doek dicht bij 850 Watt
Week 16	Bodemtemperatuur bij 24 °C -behandeling op kleikorrels overdag opgelopen tot tegen 28 °C Gewas erg warm en lichte vlekken op blad. Luchten bij 22 °C en +1 °C van 460-750 Watt
Week 26	Geelverkleuring blad bij Mont Blanc-24 op kleikorrels Nachttemperatuur blijft hoog en bodemtemperatuur loopt nog op. luchten bij 17 °C (nacht) en 19 °C (dag) min. raamstand=5 Harmony doek dicht bij 700 Watt
Week 27	Vanwege warm weer doek dicht bij 600 Watt en weer open bij 500 Watt <i>Fusarium</i> in wortels
Week 28	Scherm tijdelijk dicht bij 500 Watt
Week 29	Bodemverwarming uit bij alle behandelingen Start bodemkoeling Mont Blanc. Setpoint bodemtemperatuur naar 12 °C
Week 30	Start bodemkoeling Red Lion. Setpoint bodemtemperatuur naar 12 °C min. 5% lucht voor vochtafvoer Dag: luchten vanaf 17 °C, nacht: luchten vanaf 12-14 °C Vermindering watergift vanwege start koeling
Week 31	Vernevelen lichtafhankelijk: vernevelen bij vochtdeficiet > 7 met verlaging naar 3 van 300 naar 500 Watt/m ² Bodemtemperatuur aan hoge kant, daarom meer lucht. Dag: vanaf 14-15 °C, nacht: vanaf 8 °C Scherm dicht bij 650 Watt
Week 35	In 1 bed plek bollen met bruin blad. Waarschijnlijk door <i>Fusarium</i> . Fungicide mee gedruppeld Scherm dicht bij 600 Watt
Week 38	Blad begint af te sterven. In vergelijking met praktijk blad nog vrij groen
Week 39	Paar nieuwe plekje met verbranding in blad

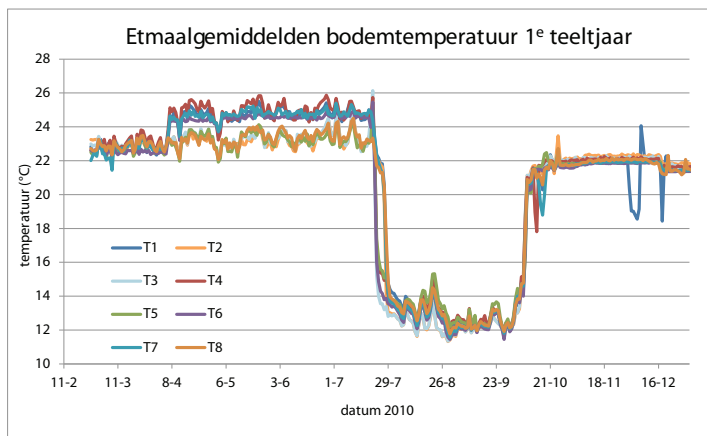
Week 40	Einde koeling: setpoint bodemtemperatuur naar 21,5 °C bij alle behandelingen Setpoint kasttemperatuur naar 15 °C en luchten bij 19 °C
Week 41	Blad snijden
week 43	Kleikorrels aan droge kant. Verhoging watergift.
Week 44	Om oogst voor kerst te halen, hogere kasttemperatuur: setpoint naar 17 °C en luchten bij 21 °C
Week 46	Mont Blanc op kleikorrels lijkt wat los te staan. Mogelijk iets te nat geweest tijdens koeling
Week 48 t/m 4	Oogst bloemstelen

3.2 Gerealiseerde bodemtemperatuur 1^e jaar (2010)

Na het planten is bij alle behandelingen een bodemtemperatuur ingesteld van 22 °C. van 25 februari tot en met 5 april was de gerealiseerde bodemtemperatuur gemiddeld 0,8 °C hoger dan het setpoint van 22 °C (Tabel 2 en Figuur 4.). Dit kwam doordat de bodemverwarming aan ging zodra de bodemtemperatuur onder de 22 °C zakte en door opwarming van het substraat bij hoge instraling van buiten direct op het substraat. Vanaf 6 april is het setpoint van de bodemtemperatuur in de 24 °C -behandeling verhoogd naar 24 °C. Omdat de realisatie in veel gevallen al hoger was dan het setpoint is het setpoint van de bodemtemperatuur niet meer naar 25 °C verhoogd zoals gepland in de proefopzet. Op 20 juli is de bodemverwarming bij alle behandelingen uitgezet om bij Mont Blanc de bodemkoeling te kunnen gaan starten. Bij Red Lion is de bodemkoeling gestart vanaf 27 juli. Bij de behandelingen met een bodemtemperatuur setpoint van 22 °C is gemiddeld van 6 april t/m 20 juli 2010 een bodemtemperatuur van 23,3 °C gerealiseerd. Dit is 1,3 °C hoger dan het setpoint. Bij een setpoint van 24 °C is gemiddeld 24,7 °C gerealiseerd. Dit was 0,7 °C hoger dan het setpoint. Tussen beide behandelingen is dus een verschil van 1,4 °C gerealiseerd. De hogere realisatie van de bodemtemperatuur werd veroorzaakt door opwarming van het substraat door instraling en geringere bladbedekking van het eerstejaarsgewas. Tijdens de koelperiode van 29 juli tot 7 oktober is een gemiddelde bodemtemperatuur van 12,8 °C gerealiseerd. Vanaf 7 oktober is de bodemverwarming weer aangezet en tot en met 31 december is een gemiddelde bodemtemperatuur van 21.8 °C gerealiseerd.

Tabel 2: Gemiddeld gerealiseerde bodemtemperatuur (°C) in het 1^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) op kleikorrels en perliet geteeld bij een bodemtemperatuur van 22 of 24 °C en gemiddeld per bodemtemperatuur.

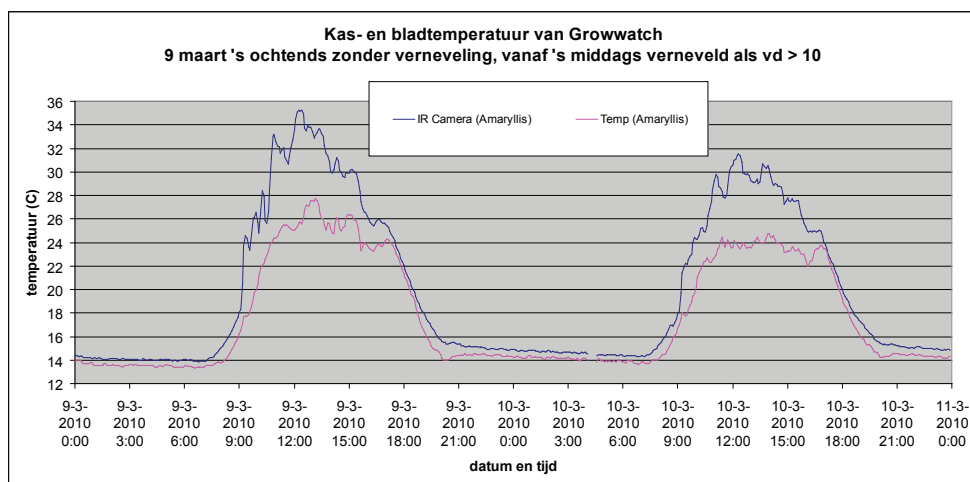
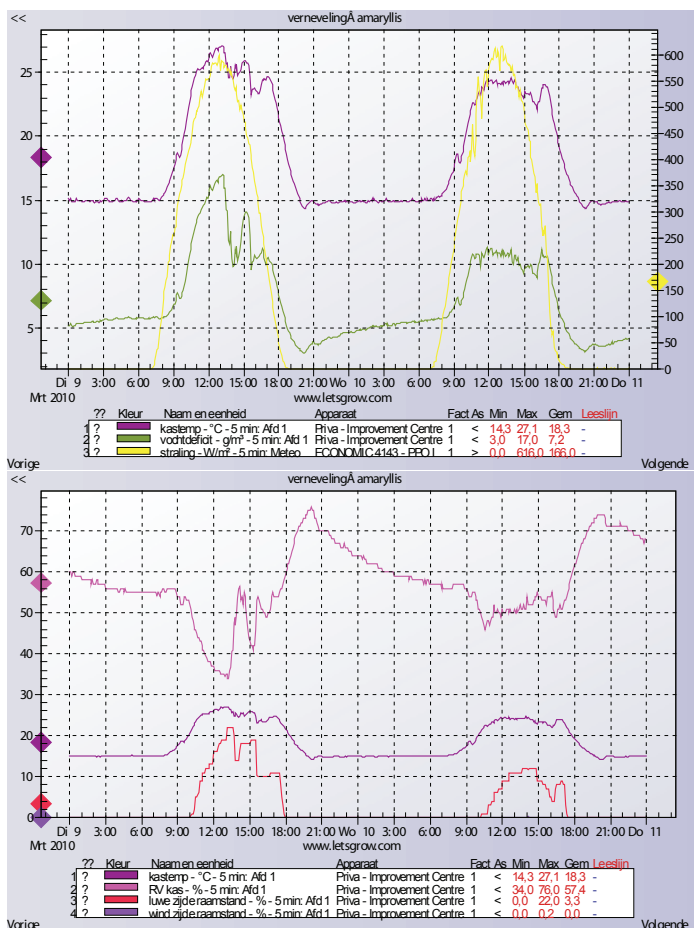
	Kleikorrels				Perliet				Gem	Gem
	RL		MB		MB		RL			
	T=24	T=22	T=22	T=24	T=22	T=24	T=24	T=22	T=22	T=24
periode	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
25feb-5 april	22.8	22.9	22.9	23.0	22.7	22.5	22.7	22.9	22.8	22.8
7 april-19juli	24.7	23.2	23.3	25.0	23.2	24.5	24.7	23.4	23.3	24.7
29 juli-7 okt	13.0	12.4	12.4	13.1	13.2	12.6	12.8	13.0	12.7	12.9
9 okt-31dec	21.5	22.1	22.0	21.8	21.7	21.6	21.6	21.8	21.9	21.7



Figuur 4: Etmaalgemiddelden van de bodemtemperatuur in de 8 behandelingen in het 1^e jaar. In Tabel 2 staan de bijbehorende behandelingen van T1 tot en met T8.

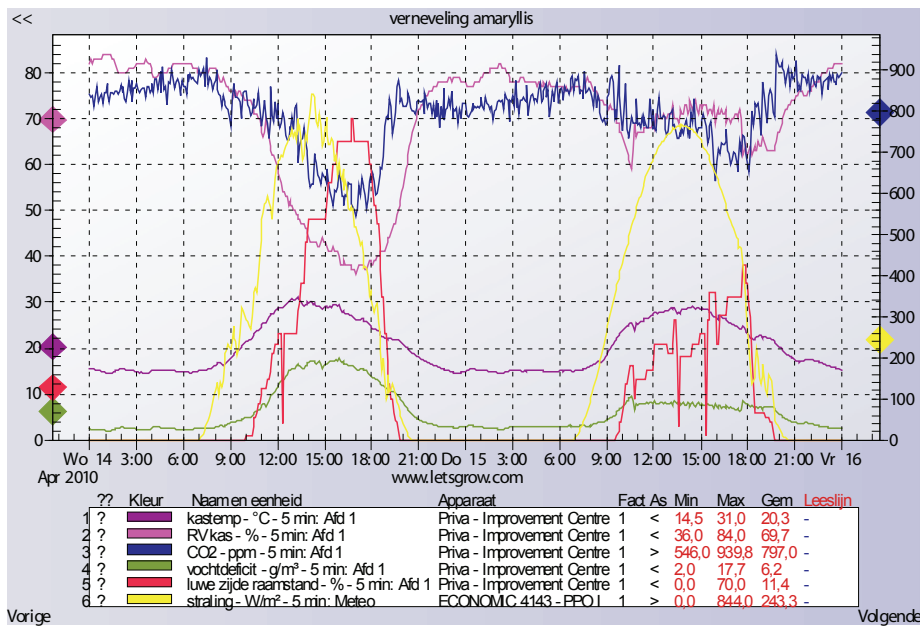
3.3 Effect verneveling en schermdoek

Op 9 maart is 's middags gestart met vernevelen als het vochtdeficiet in de kas boven de 10 g/m³ kwam. Vergelijking van het klimaat op 9 en 10 maart laat het effect van de verneveling op het klimaat zien (Figuur 5.). Door de verneveling zakken het vochtdeficiet en de kastemperatuur op 9 maart 's middags en op 10 maart lopen het vochtdeficiet en de kastemperatuur minder hoog op dan op 9 maart. De kastemperatuur loopt minder hoog op, omdat met vochtige lucht meer warmte per m³ lucht afgevoerd wordt door de luchtramen dan met droge lucht. Figuur 5-midden laat zien dat de RV minder ver weg zakt en de ramen minder ver open gingen. Doordat met vochtige lucht meer warmte per m³ lucht afgevoerd wordt door de luchtramen, hoeven de ramen minder ver open om dezelfde hoeveelheid warmte af te voeren. Daardoor kan het CO₂-gehalte in de kas langer hoog gehouden worden, wat een positief effect heeft op de fotosynthese. Figuur 5-onder laat zien dat de bladtemperatuur bij amaryllis flink boven de kastemperatuur stijgt. Het vernevelen vanaf 9 maart 's middags zorgt er voor dat de bladtemperatuur minder hoog wordt. Dit geeft aan dat de huidmondjes meer geopend zijn. Doordat de huidmondjes meer open zijn, kan het gewas meer CO₂ opnemen en dat heeft een positief effect op de fotosynthese.

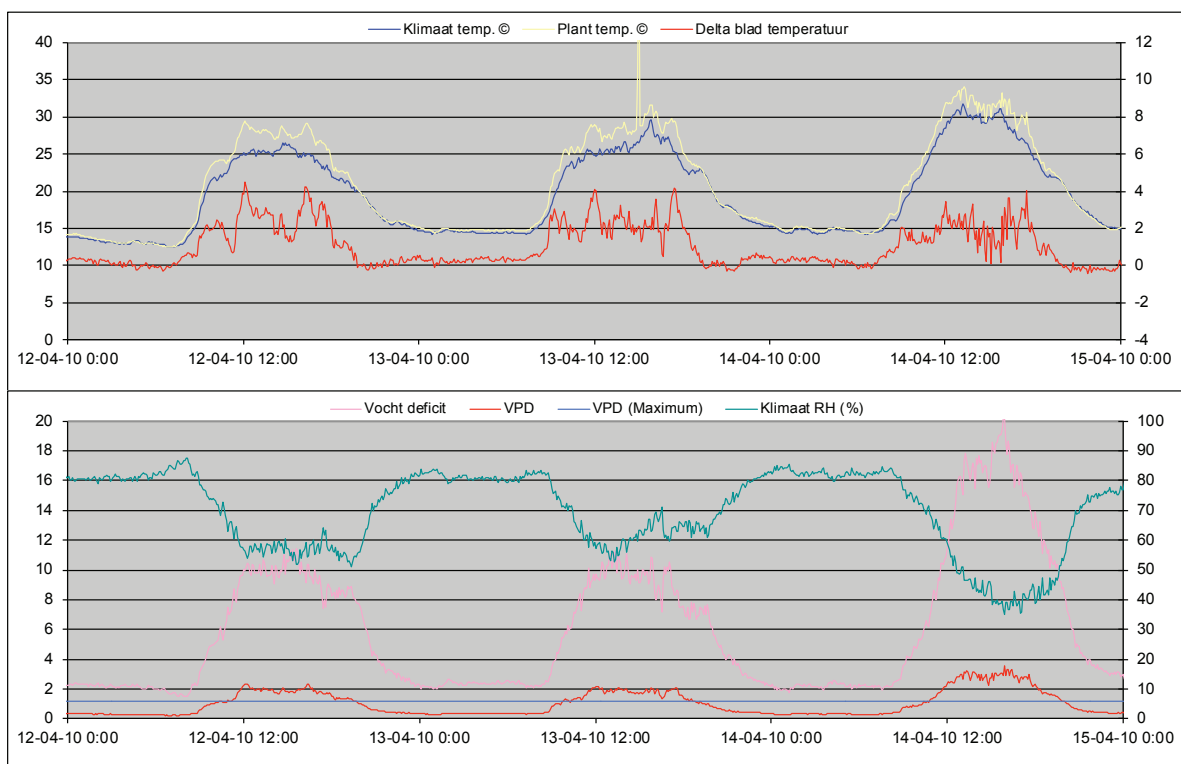


Figuur 5: Effect van het starten van de verneveling 9 maart 's middags op het verloop van het kasklimaat gemeten door de klimaatcomputer (boven en midden) en op de kas- en bladtemperatuur gemeten met de Growwatch (onder).

Op 14 april was technisch onderhoud nodig van het vernevelingssysteem en kon er niet verneveld worden. Figuur 6. laat dan nog eens zien dat het vochtdeficit dan flink oploopt, de RV weg zakt naar 40%, de ramen meer open gaan en het CO₂gehalte meer weg zakt in vergelijking met 15 april toen de verneveling weer aan was.



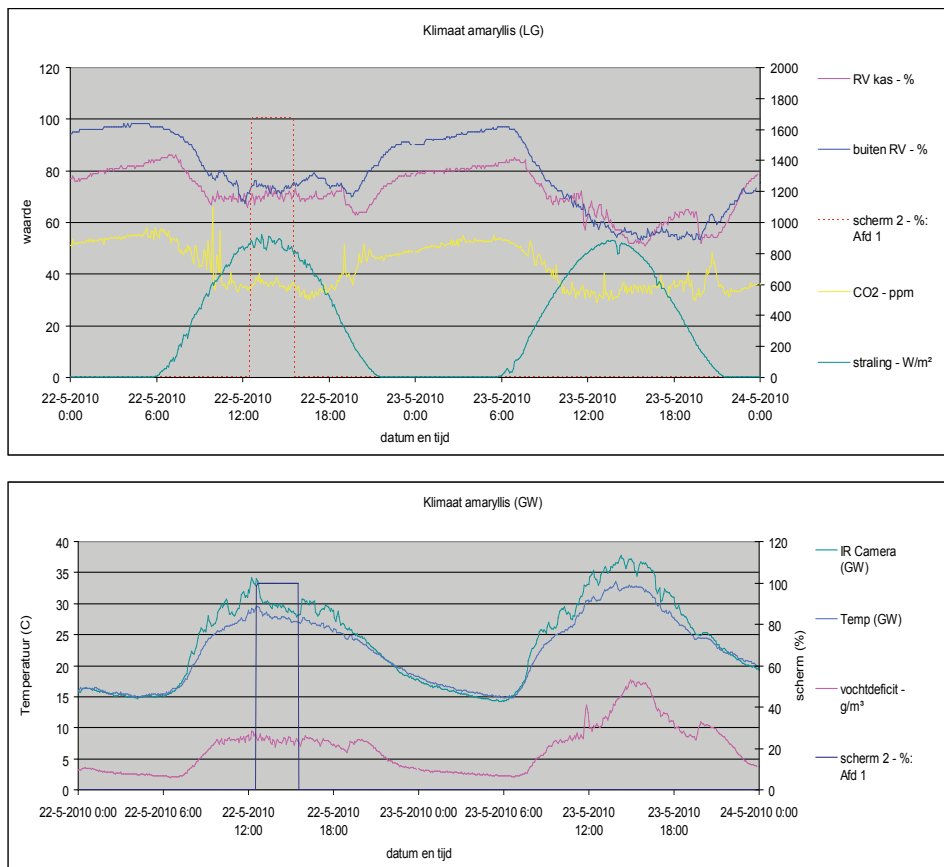
Figuur 6: Verloop van het kasklimaat tijdens een storing van de verneveling op 14 april en na herstel van de storing op 15 april in het 1^e jaar.



Figuur 7: Verloop van kas- en bladtemperatuur en verschil tussen blad- en kastemperatuur (boven) en gerealiseerd vochtdeficit, relatieve luchtvochtigheid en dampdrukdeficiet (VPD) van het blad op 12 en 13 april met goed werkende verneveling en tijdens een storing in de verneveling op 14 april.

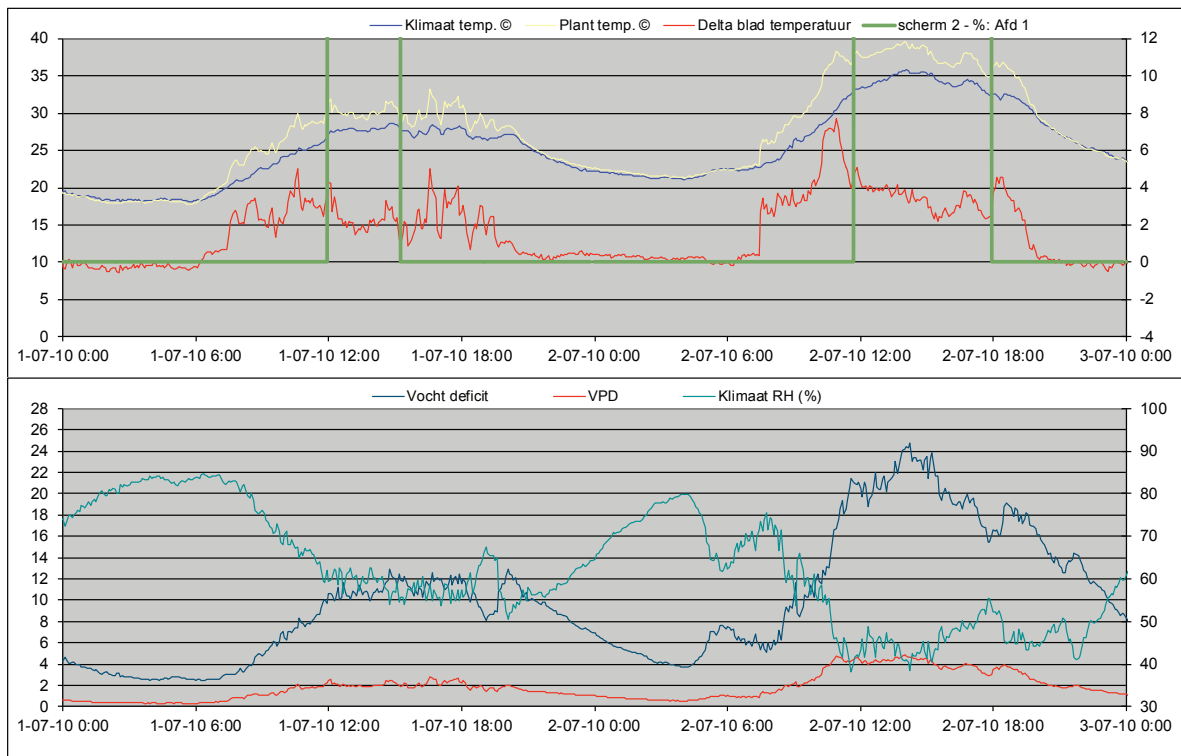
Het verloop van het klimaat op 22 mei laat het effect van het sluiten van het Harmonydoek zien (Figuur 8.). Net vóór het sluiten van het doek begint de bladtemperatuur verder boven de kastemperatuur uit te stijgen, begint het vochtdeficit op te lopen en de RV terug te zakken. Dit geeft aan dat de huidmondjes meer gaan sluiten, wat nadelig is voor de fotosynthese. Na het sluiten van het doek zakt zowel de bladtemperatuur als de kastemperatuur en komt de bladtemperatuur dichterbij de kastemperatuur te liggen. Dit geeft aan dat de huidmondjes weer meer open gaan, wat positief is voor de fotosynthese.

Het verloop van het klimaat tijdens een storing in de verneveling op 23 mei (en het scherm niet dicht loopt) laat zien dat de RV flink terug zakt en het vochtdeficiet, kas- en bladtemperatuur gemeten met de IR camera van de Growwatch hoog oplopen (Figuur 8.).



Figuur 8: Effect van het sluiten van het Harmonydoek op 22 mei en een storing in de verneveling op 23 mei op het verloop van het kasklimaat gemeten door de klimaatcomputer (boven) en de kas- en bladtemperatuur gemeten door de Growwatch (onder) in het 1^e teeltjaar.

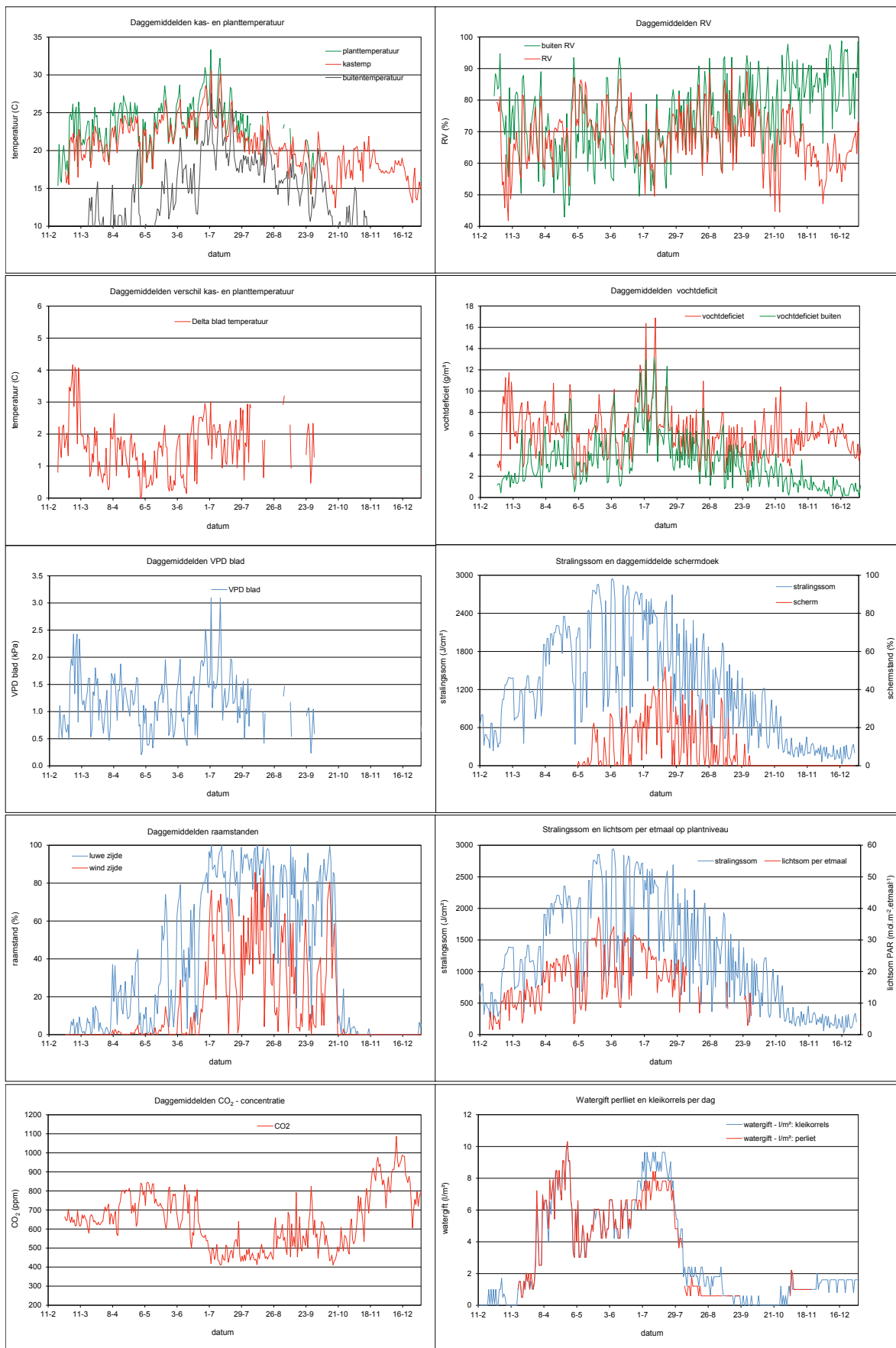
Figuur 9. laat het klimaat zien op 1 juli zien. In de ochtend loopt het vochtdeficiet op tot 10, zakt de RV weg naar 60%, stijgt de bladtemperatuur 3 tot 4 graden boven de kasttemperatuur en loopt het dampdrukdeficiet van het blad (VPD) te hoog op. Na het sluiten van het schermdoek om 12.00 uur neemt het verschil tussen de kas- en bladtemperatuur wel iets af, maar het vochtdeficiet blijft hoog, de RV blijft laag en ook de VPD blijft hoog. Bij een storing in de verneveling op 2 juli lopen het vochtdeficiet, verschil tussen kas- en bladtemperatuur en VPD van het blad nog veel verder op.



Figuur 9: Verloop van kas- en bladtemperatuur, verschil tussen blad- en kastemperatuur en doekstand (boven) en gerealiseerd vochtdeficiet, relatieve luchtvochtigheid en dampdrukdeficiet (VPD) van het blad op 1 juli met goed werkende verneveling en tijdens een storing in de verneveling op 2 juli in het 1^e teeltjaar.

3.4 Gerealiseerd kasklimaat 1^e jaar (2010)

In het verloop van de weekgemiddelden van RV en vochtdeficiet op de dag is duidelijk te zien dat in week 10 de verneveling is gestart (Figuur 10.). Vanaf week 10 stijgt de RV, daalt het vochtdeficiet en neemt het verschil tussen de blad- en kastemperatuur op de dag af. Tot en met week 24 varieerde het weekgemiddelde van het vochtdeficiet op de dag van 4 tot 7 en blijft de RV op de dag rond de 70-80%. Vanaf week 25 liep het weekgemiddelde van het vochtdeficiet op de dag op tot boven de 10 en zakte het weekgemiddelde van de RV op de dag naar 65-70%. Dit was het gevolg van de hogere buitentemperaturen en de gewijzigde lucht strategie (ramen meer open) om de temperatuur in de kas bij de hogere buitentemperaturen minder op te laten lopen. Het verschil tussen blad- en kastemperatuur loopt in deze periode op, waarschijnlijk doordat de huidmondjes meer sluiten. Dit is nadelig voor de fotosynthese. Omdat de ramen ver open waren op de dag zakte het weekgemiddelde van het CO₂-gehalte op de dag terug naar circa 450 ppm, wat ook nog eens nadelig is voor de fotosynthese omdat het voor het blad lastiger wordt om voldoende CO₂ op te nemen. Om de RV in de kas op een hoger niveau te krijgen, de huidmondjes meer open te houden en de fotosynthese te bevorderen is vervolgens het stralingsniveau waarbij het Harmonydoek dicht liep verlaagd.



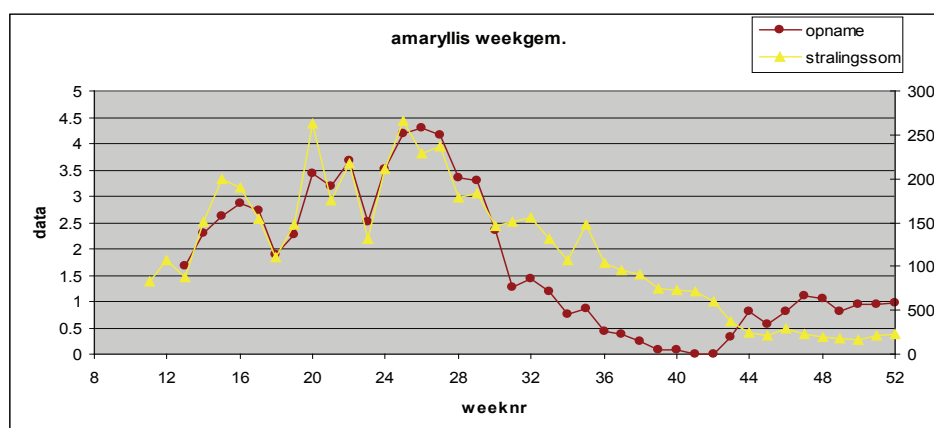
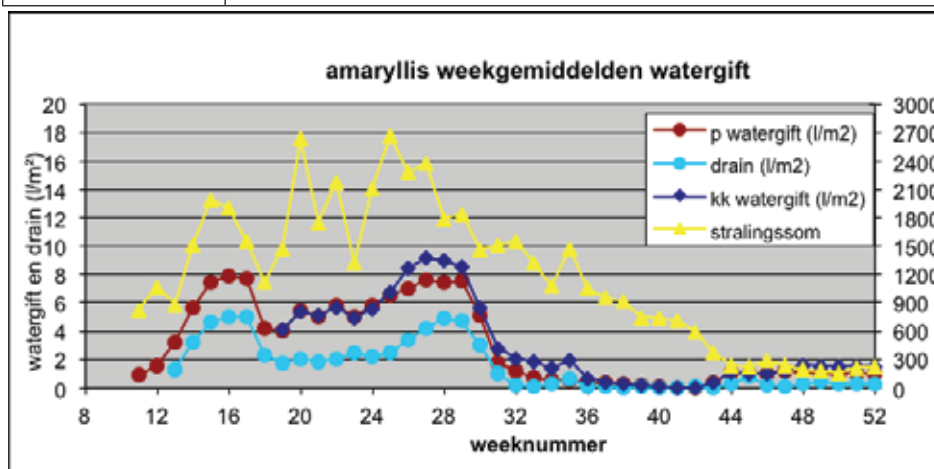
Figuur 10: Daggemiddelden van het klimaat in het 1^e jaar. Verschil blad- en kastemperatuur en VPD overdag zijn berekend door van de gegevens uit de Growwatch de periode van de dag met instraling > 5 Watt/m² te nemen.

3.5 Gerealiseerde watergift 1^e jaar (2010)

De watergift is ingesteld op basis van de gerealiseerde stralingsom en aangepast op basis van de adviezen van de teeltadviseur en begeleidingscommissie tijdens de (twee)wekelijkse bezoeken. Tijdens de discussie met de begeleidingscommissie in week 20 bleek dat de ingestelde watergift hoger was dan in de praktijk. Omdat deze toen ongeveer het dubbele bleek te zijn van de watergift in de praktijk is de instelling van de watergift gehalveerd van een extra watergift bij elke 150 Watt instraling naar elke 300 Watt instraling (Tabel 3). Daarna is de watergift geleidelijk weer verhoogd (Figuur 11.) omdat vooral de kleikorrels vrij droog werden. Achteraf gezien is de verlaging in watergift te groot geweest en het substraat te droog geworden. In Figuur 11-onder is de gemiddelde wateropname uitgerekend uit het verschil van de watergift en drain en is te zien dat de wateropname tot week 30 vrij dicht de stralingsom blijft volgen. Van week 31 tot en met week 43 (tijdens koeling en eerste weken na bladsnijden en opstoken) blijft de wateropname achter bij de stralingsom. Vanaf week 44 is er meer wateropname.

Tabel 3: Samenvatting instellingen en waarnemingen watergift in 1^e teeltjaar.

Week 13	Perliet aan droge kant. Verkurking wortels MB. Verhoging watergift.
week 20:	Watergift was dubbele van praktijk, nu gehalveerd. Elke 300 Watt i.p.v. elke 150 Watt.
Week 21:	Watergift naar 60% i.p.v. 50%.
Week 24-27:	Watergift geleidelijk verhoogt. Kleikorrels vrij droog.
Week 27:	Wat slap blad in meetvelden, later ook oud blad wat slap, komt in praktijk ook voor.
Week 30:	Watergift vermindert i.v.m. start koeling.

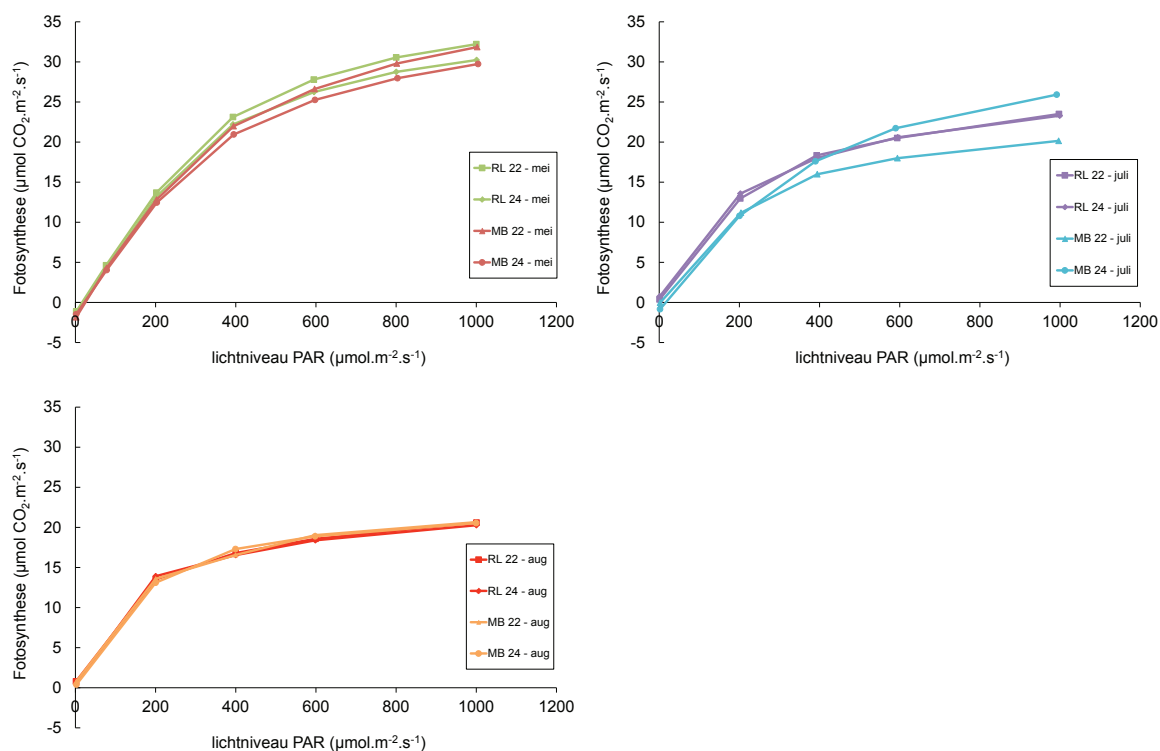


Figuur 11: Weekgemiddelden van de watergift op perliet (p) en kleikorrels (kk), gezamenlijke drain van perliet en kleikorrels en stralingsom in J/cm^2 (boven) en berekende wateropname (l/m^2) en stralingsom in J/cm^2 (onder).

3.6 Resultaten fotosynthesemetingen 1^e jaar

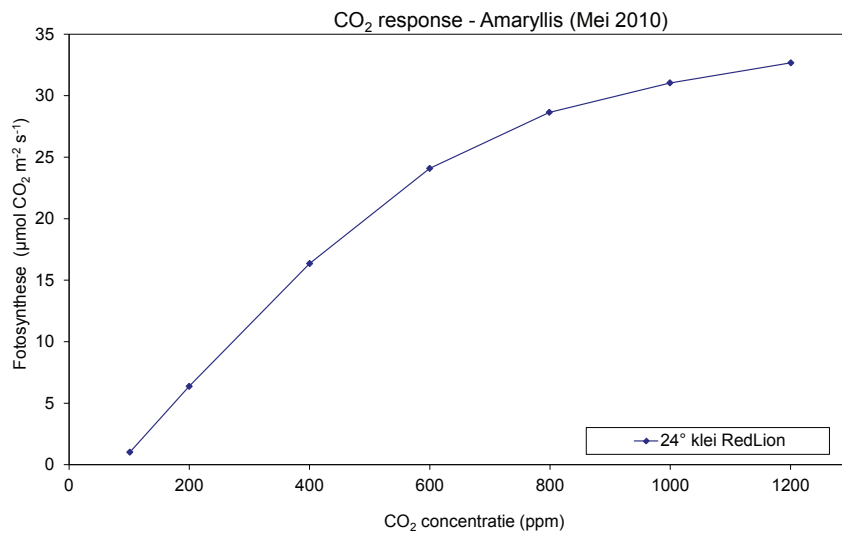
In mei en juli (setpoint bodemverwarming: 22 of 24 °C) en in augustus (setpoint bodemkoeling: 12 °C bij alle behandelingen) zijn fotosynthesemetingen uitgevoerd bij de cultivars Red Lion en Mont Blanc geteeld op kleikorrels. Opvallend was dat in tegenstelling tot andere gewassen de fotosynthesecapaciteit bij amaryllis in de zomer (juli) lager was dan in het voorjaar (mei). Het lijkt alsof bij een toename van het licht in de zomer, de fotosynthesecapaciteit naar beneden ging (Figuur 12.). Dit kan het gevolg zijn van een slechtere bladkwaliteit (beschadiging fotosynthesesysteem).

Verder leek er bij de metingen in mei een kleine trend zichtbaar dat de fotosynthesecapaciteit bij een bodemtemperatuur van 24 °C wat lager was dan bij een bodemtemperatuur van 22 °C, maar bij de metingen in juli was er bij Red Lion geen verschil tussen de twee bodemtemperaturen en bij Mont Blanc was het verschil tussen de bodemtemperaturen precies andersom dan in mei met een hogere fotosynthesecapaciteit bij een bodemtemperatuur van 24 dan bij 22 °C. In augustus was er geen verschil in fotosynthesecapaciteit tussen de behandelingen en was de fotosynthesecapaciteit lager dan in mei en juli. Dit kan het gevolg zijn van een slechtere bladkwaliteit en/of moeilijkere wateropname door de bodemkoeling die op dat moment bij alle behandelingen aan stond (setpoint: 12 °C).



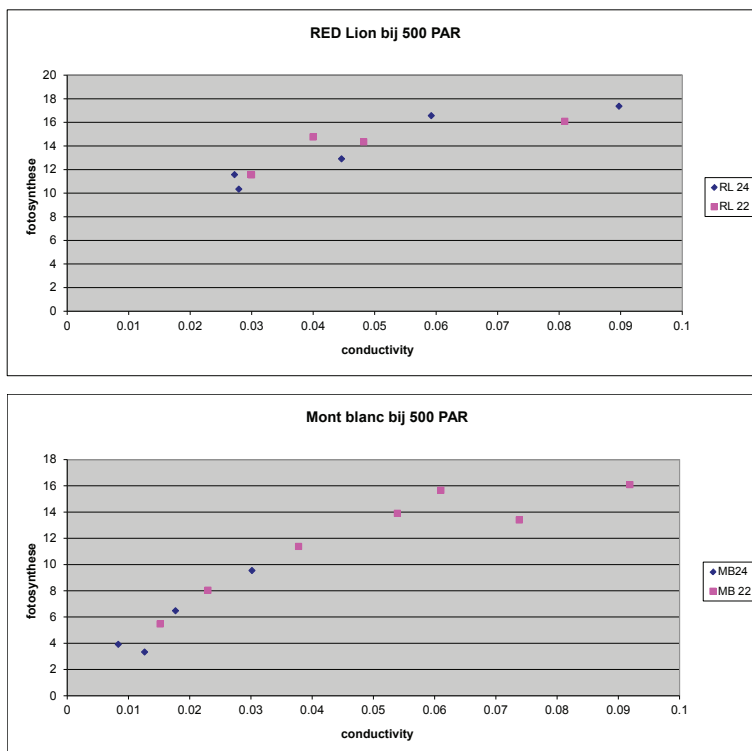
Figuur 12: Fotosynthesecapaciteit van amaryllisblad bij een toenemend lichtniveau gemeten op 6 mei, 7 juli (setpoint bodemverwarming op 22 of 24 °C) en 12 augustus (setpoint bodemkoeling = 12 °C bij alle behandelingen) in het 1^e teeltjaar bij Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) op kleikorrels.

In mei zijn ook fotosynthesemetingen uitgevoerd bij verschillende CO₂-concentraties om het effect van de CO₂-concentratie op de fotosynthese te bepalen (Figuur 13.). In deze curve neemt de fotosynthesecapaciteit met circa 30% af als de CO₂-concentratie van 400 ppm (buitenlucht), terugzakt naar 300 ppm. Als de CO₂-concentratie van 400 naar 600 ppm gebracht kan worden, neemt de fotosynthesecapaciteit met circa 50% toe. Het verzadigingspunt voor CO₂ ligt in deze curve rond/iets voorbij de 1200 ppm.



Figuur 13: Fotosynthesecapaciteit van amaryllisblad bij een toenemende CO₂-concentratie gemeten in mei in het 1^e jaar bij Red Lion op kleikorrels bij een setpoint van de bodemtemperatuur van 24 °C van 7 april t/m 20 juli.

Bij de fotosynthesemetingen bleek dat de huidmondjes bij amaryllis gemakkelijk meer of minder sluiten. Om dit zichtbaar te maken is in augustus een reeks fotosynthesemetingen uitgevoerd bij een vast lichtniveau van 500 µmol.m⁻².s⁻¹. Vervolgens is de gemeten fotosynthese uitgezet tegen de gemeten conductivity (Figuur 14.). Deze Figuur laat zien dat bij een grotere conductivity (=grotere opening van de huidmondjes) de fotosynthese toe neemt.



Figuur 14: Fotosynthesecapaciteit van amaryllisblad in relatie tot conductivity bij een lichtniveau van 500 PAR gemeten op 12 augustus (setpoint bodemkoeling op 12 °C bij alle behandelingen) in het 1^e jaar bij Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) op kleikorrels.

3.7 Resultaten destructieve metingen 1^e jaar

Bij de destructieve waarnemingen is het aantal bloeibare knoppen (> 20 mm), totaal aantal knoppen en verdroogde knoppen in de bol geteld. Bij de verdroogde knoppen is op basis van de positie in de bol onderscheid gemaakt tussen recentelijk verdroogde knoppen in bloemknoppen die bij een komende oogst zouden gaan bloeien en oude verdroogde knoppen die al in een eerder seizoen zijn verdroogd (zie aantal voorbeelden op Foto 2.).



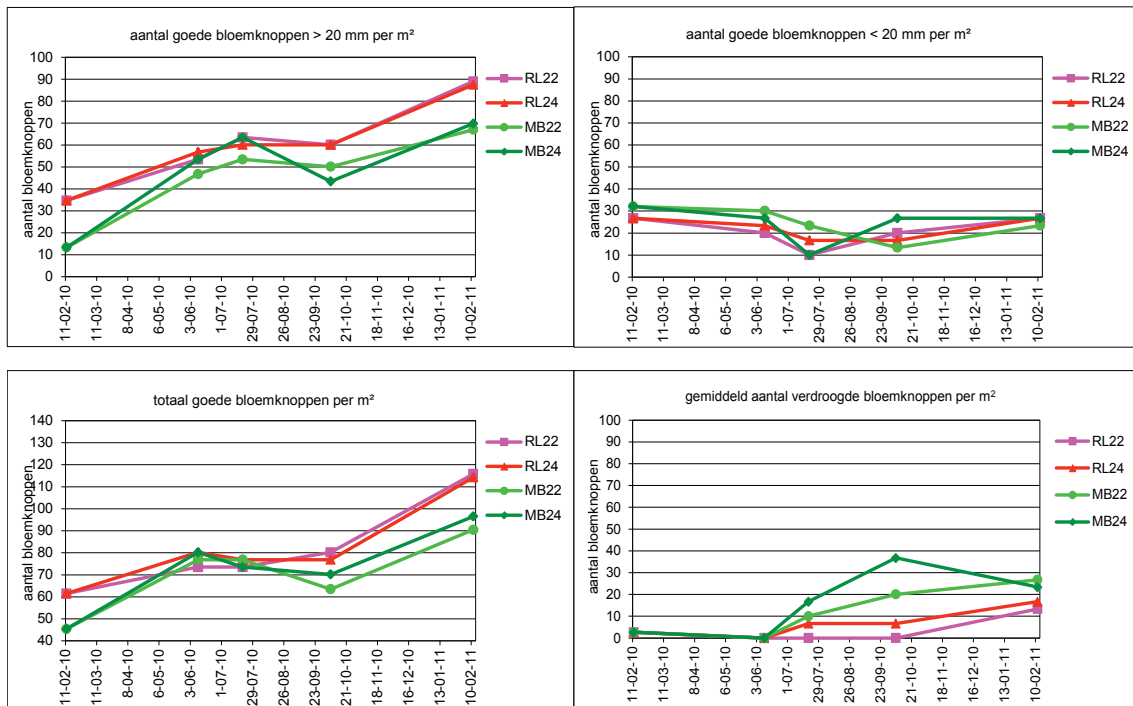
Foto 2: Voorbeeld van een goede bloemknop (boven op Foto links), recentelijk verdroogde knoppen (onder op Foto links) en oude verdroogde knoppen (rechts).

Bij de cultivar Red Lion lijkt het aantal bloeibare bloemknoppen na het planten, minder snel toe te nemen dan bij Mont Blanc (Figuur 15.). Dit is waarschijnlijk (mede) veroorzaakt door het voortijdig strekken van diverse bloemstelen bij Red Lion na het planten.

Bij de telling van het aantal bloeibare knoppen (> 20 mm) in de bol was er tot half juli bij de cultivar Mont Blanc bij een bodemtemperatuur van gemiddeld 24,7 °C een grotere toename in het aantal bloeibare knoppen te zien dan bij een bodemtemperatuur van 23,3 °C (Figuur 15.). Bij de cultivar Red Lion was er echter geen duidelijk verschil in aantal bloeibare knoppen tussen de twee bodemtemperaturen.

Tijdens de koeling stagneerde het aantal bloeibare bloemknoppen (> 20 mm) en daalde zelfs bij Mont Blanc geteeld bij een bodemtemperatuur van 24,7 °C. Dit komt door knopverdroging. Bij de meting van 10 juni was er nog geen knopverdroging te zien, maar bij de meting van 20 juli en vooral bij de meting na de koeling was er wel knopverdroging. Bij de bollen geteeld bij een bodemtemperatuur van gemiddeld 24,7 °C was er bij beide cultivars meer knopverdroging dan bij een bodemtemperatuur van 23,3 °C. Uit deze proef kan niet geconcludeerd worden wat de oorzaak is van de knopverdroging. Dit kan zowel een gevolg zijn van de periode met te lage watergift (3.1.4) als van de periode met geremde fotosynthese door lage RV, hoge bladtemperaturen en lage CO₂-concentratie vanaf week 25 (3.1.3). Bij de cultivar Mont Blanc zijn meer knoppen verdroogd dan bij Red Lion.

Het totaal aantal goede bloemknoppen stagneerde al wat eerder dan het aantal bloeibare bloemknoppen. Dit komt door een afname van het aantal kleine bloemknoppen na de meting van begin juni. Blijkbaar waren de omstandigheden toen dusdanig dat er geen nieuwe bloemknoppen geïnitieerd werden.



Figuur 15: Gemiddeld aantal bloeibare knoppen (linksboven), kleine bloemknoppen (rechtsboven), totaal aantal bloemknoppen (linksonder) en verdroogde bloemknoppen (rechtsonder) berekend per m² op basis van de destructieve metingen van Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur van 22 en 24 °C op kleikorrels in het 1^e jaar (Het aantal bloeibare bloemknoppen en totaal aantal goede bloemknoppen februari 2011 is inclusief de productie van het 1^e jaar).

De resultaten van de metingen aan vers- en drooggewichten van bol en blad, aantal bladeren, bladoppervlakte, aantal bolrokken en gemiddelde lengte van de bloemknoppen zijn weergegeven in Bijlage III. Bij beide cultivars was het aantal bladeren, lengte van het blad, bladoppervlakte per m² (=leaf area index) en vers- en drooggewicht van het blad bij een bodemtemperatuur van 24 °C gemiddeld iets hoger dan bij een bodemtemperatuur van 22 °C.

3.8 Oogstresultaten 1^e jaar

Er was geen duidelijke meerwaarde te zien van een hogere bodemtemperatuur op de productie in het 1^e jaar. Bij de metingen aan de meetvelden leek de productie bij een bodemtemperatuur van 24,7 °C nog wel net iets hoger dan bij 23,3 °C (Tabel 4 en Figuur 16.), maar bij de tellingen per bed was er meer een tegenovergestelde trend zichtbaar (Tabel 5 en Figuur 17.). De meetvelden zijn zodanig gekozen dat er geen bollen voor destructieve metingen uit gehaald waren en lagen buiten de minder goede plekken in de proefbedden (zoals bv. de Fusariumplek in de behandeling met een bodemtemperatuur van 24,7 °C bij Red Lion op kleikorrels). Dit zou een verklaring kunnen zijn van het verschil tussen de resultaten van de meetvelden en van de gehele bedden. Als alles optimaal zou zijn geweest zou een hogere bodemtemperatuur de productie mogelijk wel iets hebben kunnen verhogen. De bollen gebruikt voor de destructieve meting na de koeling (willekeurig geloot uit de eerste helft van de proefbedden, dus ook uit minder goede plekken) liet echter ook al geen meerwaarde meer zien van een hogere bodemtemperatuur (3.3).

Bij Mont Blanc geteeld bij een bodemtemperatuur van 24,7 °C van 6 april tot 20 juli kwam de oogst gemiddeld 6 dagen later dan bij een bodemtemperatuur van 23,3 °C (Tabel 4). Dit is ook zichtbaar in het verloop van de oogst in Figuur 16. en 17. en was ook al opgevallen bij het strekken van de bloemstelen op Foto 3. Tijdens en na de koeling was de bodemtemperatuur gelijk ingesteld bij beide bodemtemperatuurbehandelingen. De bodemtemperatuur was dus alleen vóór de koeling hoger geweest. Het is echter niet uit te sluiten dat het later gaan strekken van de bloemstelen (mede) het gevolg geweest is van de te droge periode in de zomer.

Tijdens de oogst was er bij de cultivar Mont Blanc een klein percentage stelen dat dubbel was. Het gaat hier om twee of meer met elkaar vergroeide bloemknoppen tot 1 steel met een groot aantal bloemknoppen. Bij de destructieve metingen zijn in enkele bollen op de plaats waar normaal 1 bloemknop wordt aangelegd, 2 of meer knoppen op 1 positie gevonden. Als de bloemstelen uit gaan groeien vergroeien deze waarschijnlijk tot 1 dubbele steel met veel kelken. Halverwege de oogst is besloten om de dubbelstelen apart te gaan tellen bij de meetvelden. Bij de hoge bodemtemperatuur zijn meer dubbele stelen geteld dan bij de bodemtemperatuur van 23,3 °C (Tabel 4).

Tabel 4: Aantal normale stelen, dubbelstelen en totaal aantal stelen en gemiddeld dagnummer van de oogst in het 1^e jaar bij de cultivar Red Lion en Mont Blanc geteeld op kleikorrels bij een bodemtemperatuursetpoint van 22 of 24 °C van 6 april tot en met 20 juli (geteld bij 2 meetvelden per behandeling van 64 bollen=2*2.39 m²).

Cultivar	Setpoint bodemtemperatuur (°C)	Aantal stelen per m ²			% dubbelstelen*	gem. dagnummer oogst
		Normale stelen van hoofdbol	dubbelstelen*	totaal		
Red Lion	22	62.3		62.3		349
	24	64.1		64.1		349
Mont Blanc	22	47.0	0.8	47.8	1.7	352
	24	46.4	3.3	49.7	6.7	358

* aantal dubbelstelen pas vanaf 22-12 apart geteld

Tabel 5: Aantal stelen en geoogst versgewicht per m² in het 1^e jaar en berekend gemiddeld steelgewicht bij de cultivar Red Lion en Mont Blanc geteeld op kleikorrels en perliet bij een bodemtemperatuursetpoint van 22 of 24 °C, geteld per bed van 49.9 m².

Substraat	Cultivar	Setpoint bodemtemperatuur (°C)	Aantal stelen per m ²	Geoogst versgewicht (kg/m ²)	Gemiddeld steelgewicht (gram)
Kleikorrels*	Red Lion	22	61.6	15.0	243.7
		24	59.5	14.1	236.7
	Mont Blanc	22	48.5	15.4	318.2
		24	45.3	13.6	300.6
Perliet	Red Lion	22	63.7	15.3	240.0
		24	62.8	15.6	248.1
	Mont Blanc	22	48.8	15.1	310.3
		24	47.1	14.8	315.2

* bij de behandelingen op kleikorrels zijn 4*8 =32 bollen per bed gerooid voor destructieve waarnemingen, bij perliet niet. Na de koeling zijn daar nieuwe bollen voor ingeboet vanaf een randbed.

Bij de oogst van de meetvelden was er geen verschil in totaal geoogst versgewicht per m² (Tabel 6). Bij de oogst van het gehele bed was er bij de behandelingen op perliet ook weinig verschil in totaal geoogst gewicht (Tabel 5), maar bij de bedden op kleikorrels leek het gewicht bij een bodemtemperatuur van 24,7 °C echter iets achter te blijven. Bij het berekende gemiddelde steelgewicht van de behandelingen op kleikorrels lijkt het steelgewicht bij een bodemtemperatuursetpoint van 24,7 °C lager dan bij 23,3 °C, maar op perliet is het juist andersom (Tabel 5). Bij de metingen op de meetvelden op kleikorrels was het gemiddelde steelgewicht bij 24,7 °C ook wat lager dan bij 23,3 °C en bij de verdeling van het percentage bloemstelen per gewichtsklasse was er ook een lichte trend dat er bij een hoge bodemtemperatuur wat minder stelen in de hogere lengteklassen waren (Tabel 6).

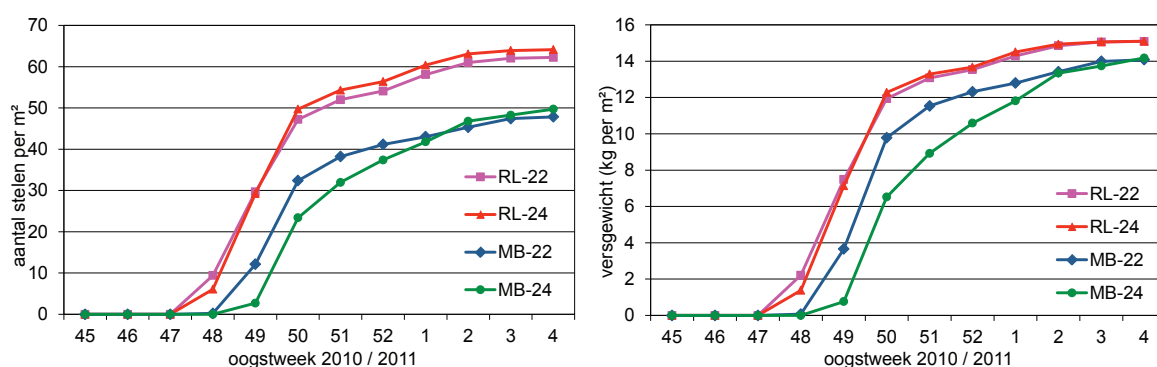
Tabel 6: Totaal geoogst versgewicht, percentage stelen per gewichtsklasse, gemiddeld steelgewicht en totale lengte, steellengte en bloemlengte in 1^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld op kleikorrels bij een bodemtemperatuursetpoint van 22 of 24 °C (geteld bij 2 meetvelden per behandeling van 64 bollen=2.39 m²).

Cultivar	Setpoint bodemtemperatuur (°C)	Totaal geoogst versgewicht (kg/m ²)	% bloemstelen per gewichtsklasse				gem. steelgewicht (gram)	Lengte (cm)		
			> 300 gram	225-300 gram	150-225 gram	< 150 gram		steel	bloem	totaal
Red Lion	22	15,1	5	61	32	2	242	72	12	84
	24	15,1	5	57	34	4	235	73	12	85
Mont Blanc	22	14,1	48	41	10	0	294	76	15	91
	24	14,2	38	53	10	0	285	71	14	86

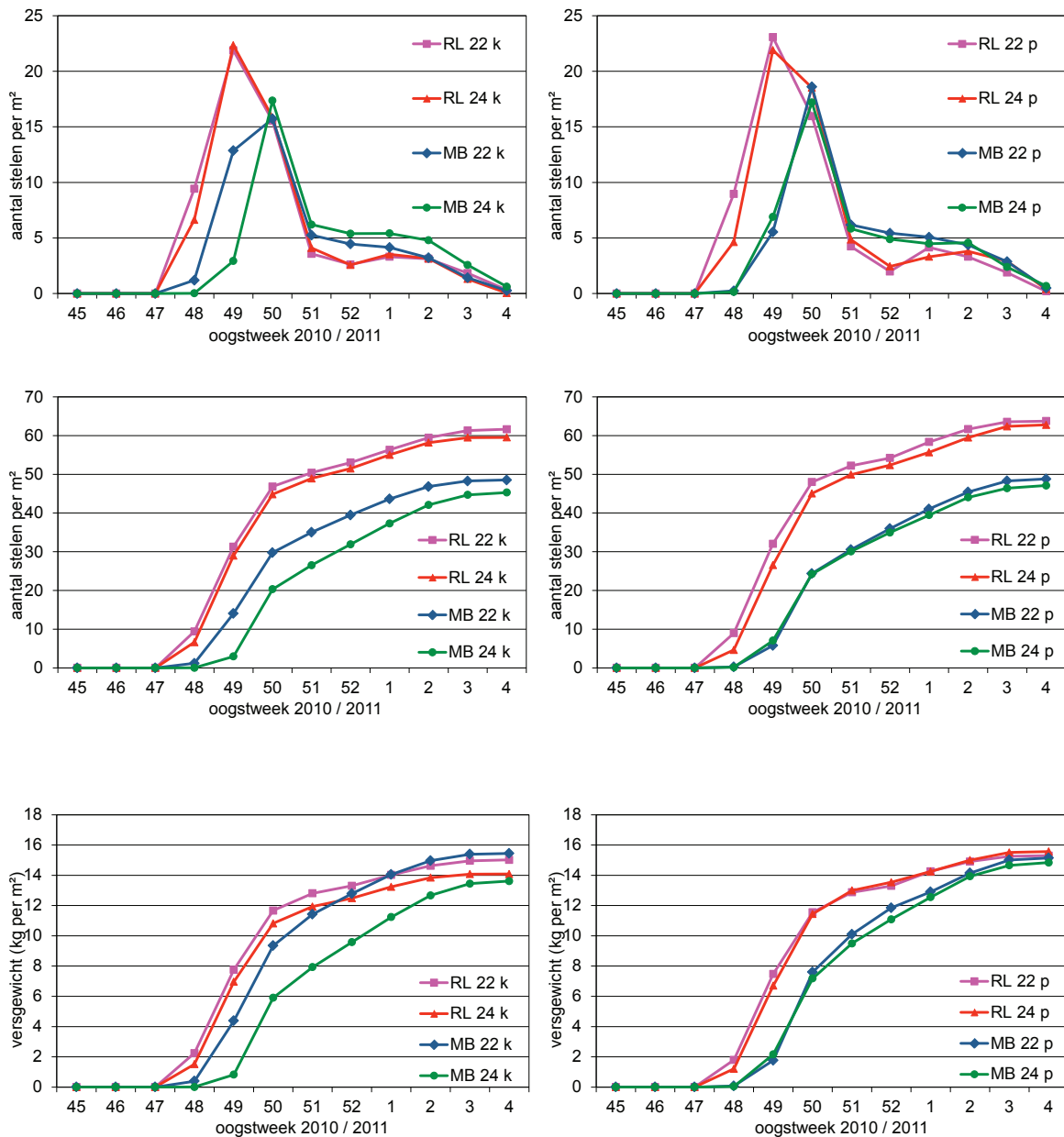
Bij de verdeling van het percentage bloemstelen per klasse op basis van het aantal kelken per steel was er weinig verschil, behalve bij Mont Blanc. Bij een bodemtemperatuursetpoint van 24,7 °C waren er meer stelen met 6 of meer kelken (Tabel 7). Dit hangt waarschijnlijk samen met het hogere percentage dubbelstelen bij deze behandeling.

Tabel 7: Percentage stelen met 2, 3, 4, 5 of meer dan 6 kelken en gemiddeld aantal kelken per steel in 1^e jaar bij de cultivar Red Lion en Mont Blanc geteeld op kleikorrels bij een bodemtemperatuursetpoint van 22 of 24 °C (geteld bij 2 meetvelden per behandeling van 64 bollen=2.39 m²).

Cultivar	Setpoint bodemtemperatuur (°C)	Percentage stelen per klasse o.b.v. aantal kelken per steel					Gem. aantal kelken per steel
		2 kelken	3 kelken	4 kelken	5 kelken	6 of meer kelken	
Red Lion	22	1	4	83	11	2	4.1
	24	4	3	82	10	1	4.0
Mont Blanc	22	1	2	81	12	3	4.2
	24	0	2	61	25	13	4.5



Figuur 16: Cumulatief aantal geoogste bloemstelen (links) en totaal geoogst versgewicht (rechts) per m² in 1^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuursetpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels (geteld bij 2 meetvelden per behandeling van 64 bollen=2.39 m²).



Figuur 17: Aantal geogste bloemstelen per week per m² (boven), cumulatief aantal geogste bloemstelen per m² (midden) en cumulatief geogst versgewicht per m² (onder) in 1^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuursetpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels (links) en perliet (rechts) geteeld per bed van 49,9 m². NB: bij behandelingen op kleikorrels zijn 4*8=32 bollen per bed gerooid voor destructieve waarnemingen, bij perliet niet. Na de koeling zijn daar nieuwe bollen voor ingeboet vanaf een randbed.

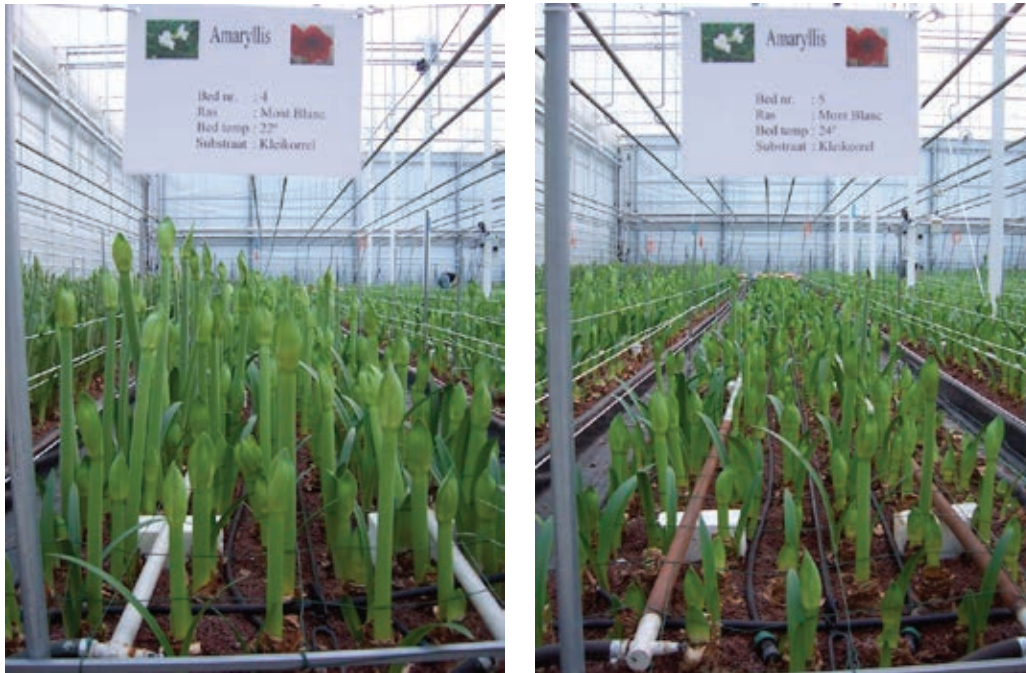


Foto 3: Verschil in uitgroeisnelheid bij Mont Blanc op 25 november in het 1^e jaar geteeld bij een bodemtemperatuursetpoint van 22 °C (links) en 24 °C van 6 april tot 20 juli. Tijdens en na de koeling was het bodemtemperatuursetpoint gelijk.

3.9 Samenvatting 1^e jaar (2010)

- Gewenste productieverhoging van 25% is niet gehaald
- Een deel van de potentiële productie is verloren gegaan door bloemknopverdroging in de zomer. Het is niet duidelijk wat de oorzaak is van de bloemknopverdroging. Dit kan een gevolg zijn van:
 - o tijdelijk te lage watergift waardoor substraat te droog geworden is
 - o en/of periode met ongunstige klimaatomstandigheden voor de fotosynthese zoals een lage RV, hoog vochtdeficiet, hoge bladtemperatuur, groot verschil tussen blad- en kasttemperatuur en hoog dampdrukverschil van het blad met de kaslucht (VPD).
- Bij het gewas amaryllis kan de bladtemperatuur flink boven de kasttemperatuur uit stijgen waardoor hoge dampdrukverschillen ontstaan tussen het blad en de kaslucht (tot 3 kPa). Dit wijst er op dat de huidmondjes snel sluiten en daardoor:
 - o wordt de verdamping beperkt en gaat de bladtemperatuur nog verder omhoog
 - o wordt door de gesloten huidmondjes minder CO₂ opgenomen en vermindert de fotosynthese
 - o Een bodemtemperatuur van 24,7 °C gaf geen (duidelijke) meerproductie in vergelijking met een bodemtemperatuur van 23,3 °C van 6 april tot 20 juli.
 - o Bij de destructieve metingen in juni en juli zijn bij Mont Blanc bij een bodemtemperatuur van 24,7 °C wel wat meer bloeibare knoppen geteld dan bij een bodemtemperatuur van 23,3 °C van 6 april tot 20 juli, maar bij Red Lion was er geen verschil.
 - o Door bloemknopverdroging in de zomer is een deel van de bloeibare knoppen verloren gegaan.
 - o Bij een hoge bodemtemperatuur van 24,7 °C is meer bloemknopverdroging opgetreden dan bij een bodemtemperatuur van 23,3 °C van 6 april tot 20 juli.
 - o Bij de tellingen van de meetvelden waren de resultaten van de behandelingen met een bodemtemperatuur van 24,7 °C beter dan bij de tellingen van de gehele bedden. Aangezien de meetvelden buiten de slechte plekken op het bed waren neergelegd, kan daaruit afgeleid worden dat de bodemtemperatuur van 24,7 °C in potentie mogelijk wel betere resultaten kan geven als de slechte plekken verminderd kunnen worden.

- Met de klimaatstrategie zoals toegepast in het 1^e jaar blijkt het moeilijk om onder alle omstandigheden een voldoende hoge luchtvochtigheid (laag vochtdeficiet), klein verschil tussen blad- en kastemperatuur en laag VPD te handhaven.
- Fotosynthesecapaciteit van het blad van amaryllis daalt met een toename van het licht in de zomer. Dit is tegengesteld aan andere gewassen.

4 2^e teeltjaar (2011)

4.1 Strategie 2^e jaar

4.1.1 Verneveling

Na de evaluatie van de resultaten van het 1^e jaar is een aangepaste strategie opgesteld voor het 2^e jaar gericht op het realiseren van omstandigheden die de gevoelige huidmondjes van amaryllis minder snel doen sluiten, waardoor de bladtemperatuur minder hoog oploopt, de opname van CO₂ voor de fotosynthese verbetert en meer assimilaten aangemaakt kunnen worden. Huidmondjes reageren sterk op het dampdrukverschil tussen blad en kaslucht (VPD). Dit is algemeen bekend, maar amaryllis lijkt hiervoor extra gevoelig. De VPD wordt bepaald door de kastemperatuur, relatieve luchtvochtigheid en bladtemperatuur. Bij een groot verschil tussen blad- en kastemperatuur is een veel hogere RV nodig om de VPD laag te houden en de huidmondjes niet te laten sluiten. Bij een kastemperatuur van 26 °C en bladtemperatuur van 26 °C is een RV van minimaal 71% nodig om de VPD beneden de 1 kPa te houden. Bij dezelfde kastemperatuur en een bladtemperatuur van 28 °C is een minimale RV nodig van 85% en bij een bladtemperatuur van 30 °C is een minimale RV nodig van 97% om de VPD beneden de 1 kPa te houden. Tabel 8. met een aantal meetmomenten bij het amaryllisgewas in april in het 1^e jaar laat zien dat bij de toen gehanteerde vernevelingsstrategie bij een vochtdeficiet boven de 7 hoge VPD waarden op kunnen treden bij amaryllis. Ook is te zien dat bij een vrijwel gelijke bladtemperatuur van ongeveer 28,5 °C er sprake kan zijn van grote verschillen in VPD afhankelijk van het verschil tussen blad- en kastemperatuur en de RV in de kas. Daarom is de verneveling in het 2^e jaar verhoogd. De meest optimale regeling zou zijn om de setpoints van de verneveling (mede) in te stellen op basis de VPD van het blad (bv. als VPD blad > 0,75 starten met vernevelen en als VPD blad > 1,2 scherm dicht) of op het verschil tussen kas- en bladtemperatuur, maar dat was helaas niet mogelijk omdat de bladtemperatuurmeter niet aangesloten was op de klimaatcomputer. Omdat de bladtemperatuur vooral bij instraling oploopt en om te voorkomen dat bij weinig licht de RV te hoog werd is daarom het setpoint voor de verneveling in het 2^e jaar lichtafhankelijk ingesteld:

- Bij 0 - 200 Watt/m² instraling buiten: vernevelen als vochtdeficiet > 7
- Van 200 naar 400 Watt/m²: verlaging setpoint vochtdeficiet verneveling van 7 naar 3
- Boven 400 Watt/m²: vernevelen als vochtdeficiet > 3

Omdat kaslucht met een hogere RV meer warmte bevat, wordt per m³ lucht meer warmte afgevoerd door de luchtramen. De luchtramen hoeven daardoor minder ver open om dezelfde hoeveelheid warmte af te voeren en daardoor kan langer een hoge CO₂-concentratie aangehouden worden in de kas. Het blad kan daardoor makkelijker CO₂ op nemen voor de fotosynthese en dat bevordert de aanmaak van assimilaten (zie 3.2).

Tabel 8: Dampdrukdeficiet (VPD) van amaryllisblad bij verschillende combinaties van kastemperatuur, bladtemperatuur en RV in april van het 1^e jaar.

Kastemperatuur (°C)	Bladtemperatuur (°C)	Vershil blad- en kastemperatuur (°C)	RV (%)	Vochtdeficiet (g/m ³)	VPD blad (kPa)
21.3	21.0	-0.3	62.3	7.0	0.9
24.8	26.3	1.4	69.2	7.0	1.2
25.8	28.5	2.8	70.9	7.0	1.6
23.7	28.6	4.9	67.4	7.0	2.0
27.4	28.4	1.0	73.0	7.1	1.2

4.1.2 Schermdoek

Wanneer het met verneveling niet meer lukt om de VPD voldoende laag te houden is de volgende stap het dicht trekken van het schermdoek. Daarmee wordt de directe instraling op het blad verminderd, het licht meer diffuus gemaakt en onder het scherm kan de relatieve luchtvochtigheid en CO₂-concentratie meer vast gehouden worden. De meest optimale regeling zou zijn om het scherm (mede) dicht te laten lopen op de VPD of op het verschil tussen kas- en bladtemperatuur, maar dat was helaas niet mogelijk omdat de bladtemperatuurmeter niet aangesloten was op de klimaatcomputer. Daarom is op basis van de ervaringen in het 1^e jaar er voor gekozen om het scherm dicht te laten lopen bij 650 Watt/m² instraling buiten en bij 400 Watt/m² weer open te laten lopen. Er zal dan meer geschermd gaan worden dan in het 1^e jaar. Het lichtniveau op plantniveau zal dan gemiddeld lager zijn. Uit de analyse van het 1^e jaar was echter de vraag gerezen of het extra licht wat toegelaten is wel benut is, omdat de huidmondjes vanwege de hoge VPD waarden waarschijnlijk meer gesloten waren. Bovendien bleek uit de fotosynthesemetingen dat de fotosynthesecapaciteit van het blad afnam in het seizoen. Om te zien of er inderdaad sprake is van een natuurlijke groeicyclus, zijn in het 2^e en 3^e jaar op dezelfde momenten in het jaar fotosynthesemetingen uitgevoerd om te zien of een zelfde afname in het seizoen op treedt.

4.1.3 Bodemtemperatuur

In het 1^e jaar is het setpoint van de bodemtemperatuur van de behandelingen met een verhoogde bodemtemperatuur bij toenemend licht op 6 april verhoogd naar 24 °C. Om in het 2^e jaar een maximaal effect van een verhoogde bodemtemperatuur te realiseren is er voor gekozen om in het 2^e jaar het setpoint van de bodemtemperatuur van de behandelingen met hoge bodemtemperatuur al vanaf 2 februari te verhogen naar 24 °C. In het 1^e jaar zijn de setpoints van de bodemtemperatuur ingesteld op 22 °C en 24 °C, maar werden hogere waarden gerealiseerd. Bovendien werd in enkele plekken een aantasting met *Fusarium* geconstateerd, mogelijk mede het gevolg van een te hoge bodemtemperatuur. In het 2^e jaar is er daarom naar gestreefd de gerealiseerde bodemtemperaturen op 22 °C en 24 °C te houden. Daarvoor zijn de setpoints van de bodemtemperatuur iets lager ingesteld en indien nodig bijgesteld gedurende de proef.

In het 1^e jaar kwam de oogst voor een deel pas na de kerst en moest extra gestookt worden om zoveel mogelijk van de bloemen voor de kerst te kunnen oogsten. Om dit te voorkomen is in het 2^e jaar eerder gestart met koelen.

4.1.4 Extra bladsnijproef

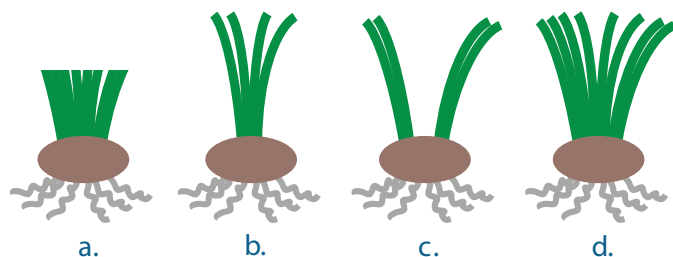
Bij de knopverdroging in het 1^e jaar was niet duidelijk of dit een gevolg was een tekort aan water of een tekort aan assimilaten. Bij andere gewassen is bekend dat knopverdroging kan ontstaan door een tekort aan assimilaten. De verwachting was dat een tekort aan assimilaten ook de oorzaak van knopverdroging bij amaryllis zou kunnen zijn. Die hypothese wordt ondersteund door de constatering in het 1^e jaar dat amaryllis sneller dan verwacht last heeft van hoge instraling en lage RV en daardoor ook de fotosynthese waarschijnlijk geremd kan worden in de zomer. Het 1^e jaar heeft daar echter geen duidelijkheid over kunnen geven omdat de knopverdroging mogelijk (mede) veroorzaakt is door een tijdelijk te lage watergift en/of tijdelijk te hoge bodemtemperatuur.

Om de hypothese te toetsen of een tekort aan assimilaten bij amaryllis knopverdroging kan veroorzaken is in het 2^e jaar een extra proef uitgevoerd met verschillende manieren van blad snijden op vier proefvelden van elk 64 bollen. Door het blad snijden zullen naar verwachting minder assimilaten beschikbaar komen voor de bloemknopaanleg (verlaging source/sink verhouding) en als de hypothese klopt zou daarmee meer knopverdroging opgewekt worden.

Deze proef is uitgevoerd op een bed met Mont Blanc op kleikorrels buiten de proefbehandelingen, waarvan de bodemtemperatuurregeling mee liep met de behandeling van 24 °C van Mont Blanc op kleikorrels. Dit was de behandeling waar in het 1^e jaar de meeste knopverdroging opgetreden was. In de proef is op 3 manieren blad gesneden om ook na te kunnen gaan in hoeverre de positie van het weggesneden blad al dan niet effect heeft op de positie in bol waar de bloemknopverdroging plaats vindt. Bij het blad snijden is er naar gestreefd om even veel bladoppervlak weg te halen bij

de verschillende manieren van blad snijden. Op 18 mei zijn de volgende behandelingen uitgevoerd (zie ook Figuur 18.):

- Halvering bladoppervlak door bovenste helft van al het blad weg te snijden (=verlaging source over hele plant voor alle bladeren)
- Halvering bladoppervlak door buitenste bladeren geheel weg te halen (=verlaging source voor buitenste, oudste knoppen)
- Halvering bladoppervlak door binnenste bladeren geheel weg te halen (=verlaging source voor de middelste knoppen)
- Controle zonder blad weghalen



Figuur 18: vier verschillende manieren van blad weg snijden in de extra proef in het 2^e jaar.

Bij de vier behandelingen is na de koeling een destructieve meting uitgevoerd aan 8 bollen per behandeling om de mate van knopverdroging en de positie waar de knopverdroging is opgetreden te bepalen. Bij de bloei is het aantal bloemstelen per proefveld geteld en na de oogst is nog een destructieve meting uitgevoerd.

4.2 Teeltschema en klimaatinstellingen 2^e jaar (2011)

In het 2^e jaar is in week 5 de bodemtemperatuur verhoogd in de behandelingen met hogere bodemtemperatuur en in week 9 is weer gestart met vernevelen (Tabel 9). De belangrijkste teelthandelingen, gewasobservaties en wijzigingen in de klimaatinstellingen zijn weergegeven in Tabel 9.

Tabel 9: Tijdschema van klimaatinstellingen en teelthandelingen in 2^e jaar.

Week 2	Bodemtemperatuur naar 22 °C bij alle behandelingen Kasttemperatuur naar 17 °C
Week 3	Meer slapers in MB-24 op kleikorrels
Week 5	Bodemtemperatuur naar 24 °C in behandelingen met hoge bodemtemperatuur
Week 9	Start verneveling Verneveling aan als vochtdeficiet (VD) > 7 en van 200 naar 400 Watt/m ² instraling buiten setpoint VD voor verneveling afbouwen naar 3. Frequentie verneveling en tijdsduur sproeitijd gaat dan automatisch omhoog.
Week 14 (7 april)	VPD opgelopen tot 2, daarom scherm ingesteld: dicht bij 650 en weer open bij 400 Watt/m ²
Week 17 (26 april)	Bij Mont Blanc af en toe wat verkleurd blad. Scherm dicht bij 625 Watt/m ²
Week 19 (10 mei)	CO ₂ gehalte in kas vrij laag. Streven naar hoger CO ₂ gehalte
Week 21 (24 mei)	Blad van Mont Blanc begint meer rood te verkleuren. Bij Red Lion soms lichtgele randjes langs het blad. Bij bodemtemperatuur =24 °C langer blad dan bij 22 °C.
Week 24 (14 juni)	Plek met bruine verdroogde randen in Red Lion, mogelijk <i>Fusarium</i> ?
Week 25 (21 juni)	Op zomerse dagen niet te koel beginnen, maar eerst klimaat opbouwen en proberen maximaal vocht in kas te houden. Bij geleidelijke temperatuurstijging vanaf 26 °C luchten.
Week 27 (5 juli)	CO ₂ module in kas vervangen, gaf 250 ppm te laag aan

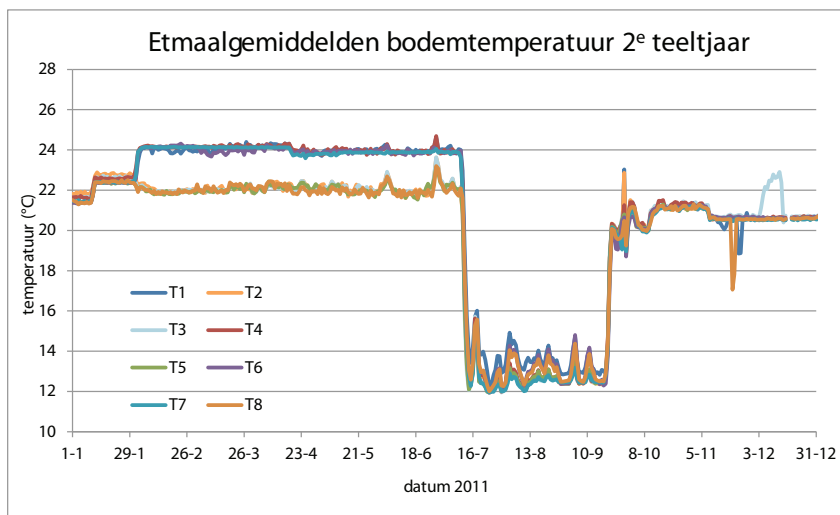
Week 28 (12 juli)	Bodemverwarming uit bij alle behandelingen Start bodemkoeling. Setpoint bodemtemperatuur naar 12-12,5 °C Scherm dicht bij 200 Watt/m ² en weer open bij 125 Watt/m ² , geen krijt op dek Verlaging watergift
Week 38 (21 sep)	Bodemkoeling uit
Week 38 (23 sep)	Bodemverwarming aan, setpoint bodemtemperatuur = 20 °C
Week 39 (26 sep)	Blad snijden (bodemverwarming 2 dagen uit)
Week 41 (11 okt)	Setpoint bodemtemperatuur naar 21,0 °C. Stooktemperatuur kas=13-14 °C en luchten bij 19 °C
Week 45 (8 nov)	Setpoint bodemtemperatuur naar 20,5 °C
Week 45 t/m 2	Oogst bloemstelen
Week 49 (6 dec)	Stooktemperatuur naar 15 °C, luchten bij 17 °C Weer starten met CO ₂ doseren tot 600 ppm
Week 51 (20 dec)	Onregelmatige bladstand bij Mont Blanc (pieken en dalen)

4.3 Gerealiseerde bodemtemperatuur 2^e jaar (2011)

In het 2^e jaar zijn de setpoints van de bodemtemperatuur van 22 en 24 °C van 2 februari tot de start van de koeling beter gerealiseerd dan in het 1^e jaar (Figuur 19. en Tabel 10). Dit was het gevolg van een iets lager setpoint, het bijsturen van het setpoint indien nodig en in het 2^e jaar stond *et al.* vroeg in het jaar veel blad en was er daardoor vrijwel geen directe instraling op het substraat.

Tabel 10: Gemiddeld gerealiseerde bodemtemperatuur (°C) per periode in 2^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) op kleikorrels en perliet geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C en gemiddeld per bodemtemperatuur setpoint.

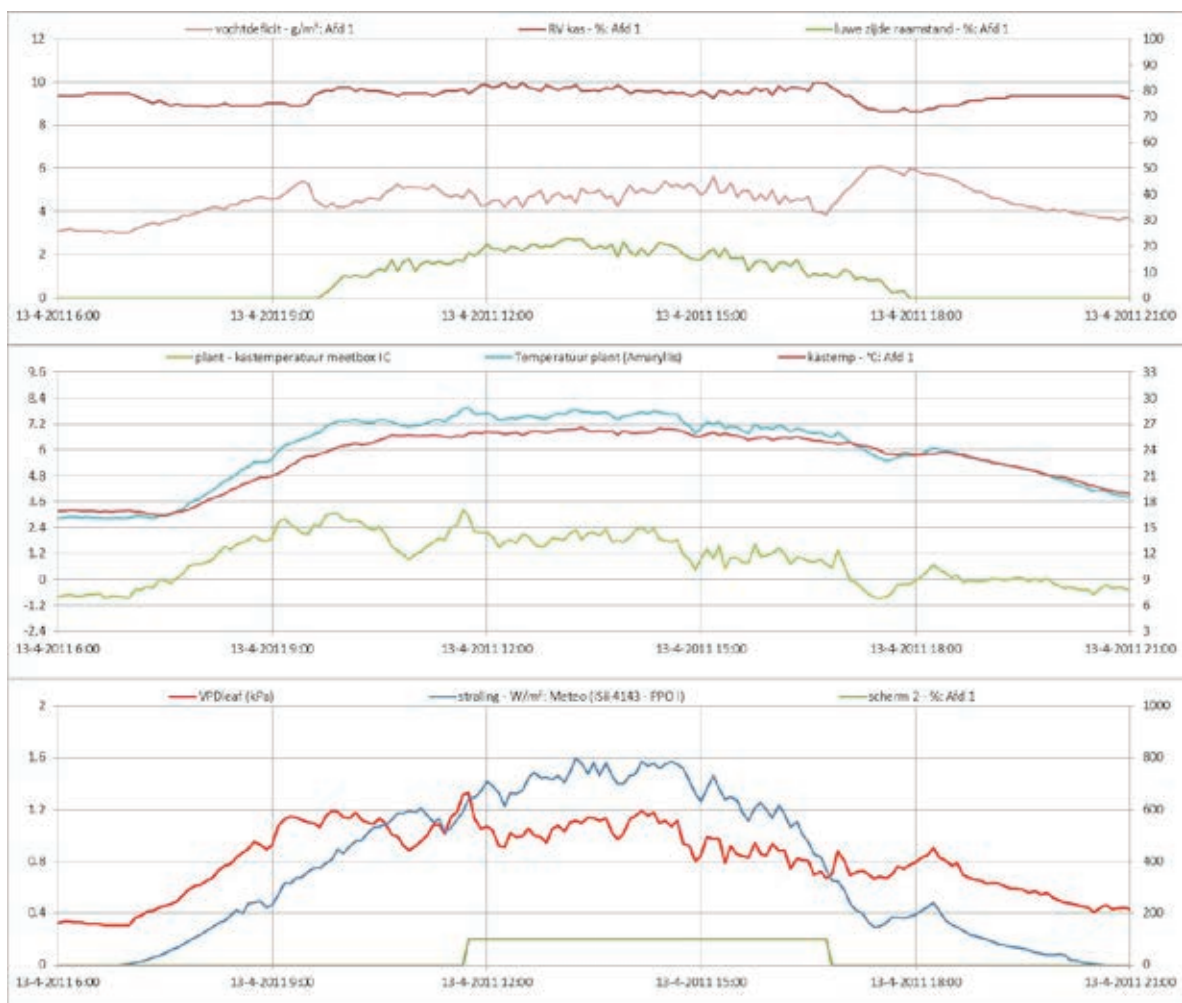
	Kleikorrels				Perliet					
	RL		MB		MB		RL		Gem	Gem
periode	T=24	T=22	T=22	T=24	T=22	T=24	T=24	T=22	T=22	T=24
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
1 jan-2 feb	22.1	22.5	22.3	22.3	22.1	22.0	22.1	22.1	22.2	22.1
2 feb-11 juli	24.0	22.1	22.1	24.0	22.0	24.0	24.0	22.0	22.1	24.0
14 juli-19 sep	13.5	12.7	12.6	12.7	12.6	13.1	12.5	13.0	12.7	13.0
22 sep-31 dec	20.7	20.7	21.0	20.8	20.7	20.7	20.6	20.6	20.7	20.7



Figuur 19: Etmaalgemiddelden van de bodemtemperatuur in de 8 proefbedden in het 2^e jaar. In Tabel 10 staan de bijbehorende behandelingen van T1 tot en met T8. (De opgelopen temperatuur bij T3 in december was het gevolg van een klep die vast zat).

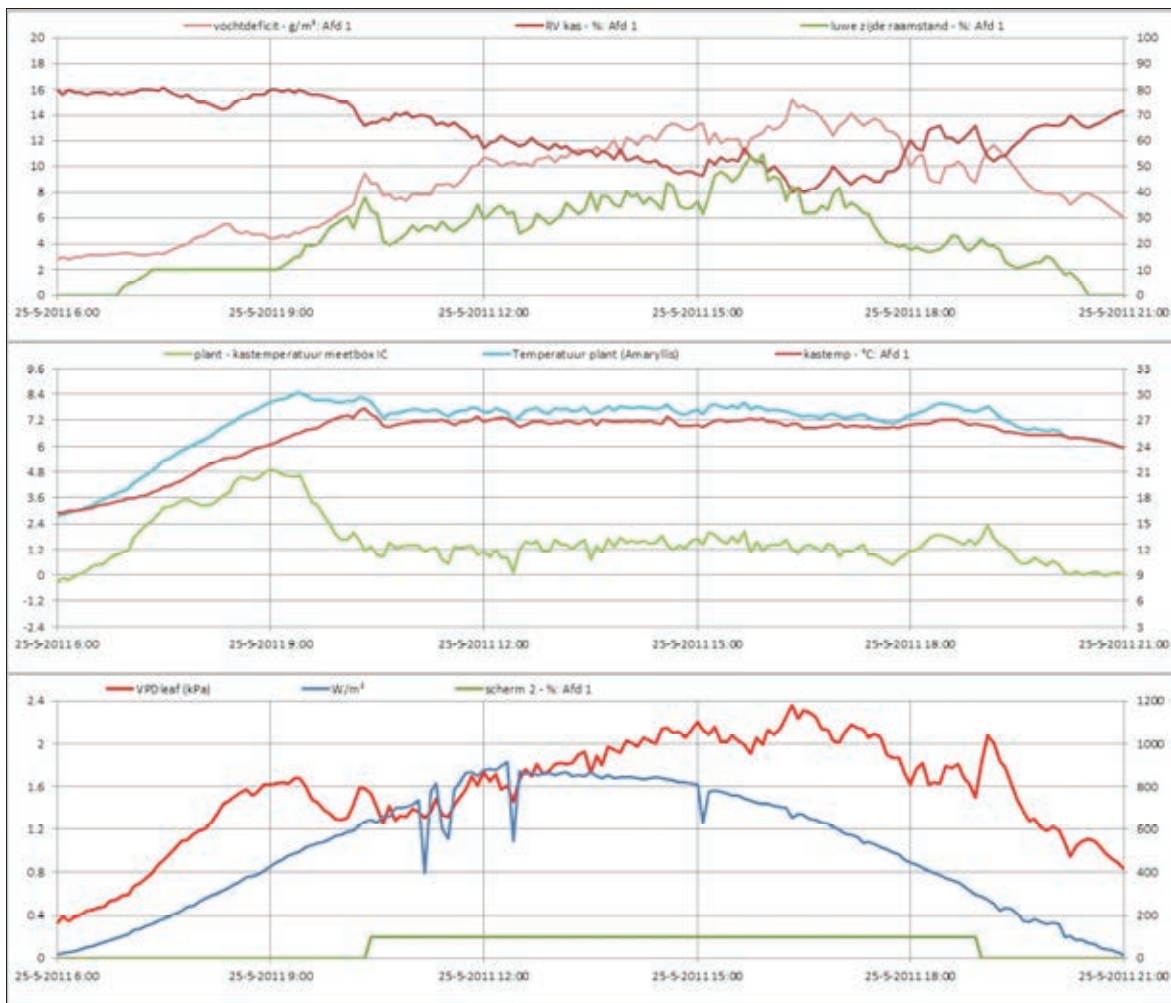
4.4 Gerealiseerd kasklimaat, bladtemperatuur en VPD 2^e jaar

Volgens de intensieve begeleidingscommissie is in het 2^e jaar een goede gewasgroei gerealiseerd in vergelijking met de praktijk. Figuur 20. geeft het gerealiseerde kasklimaat, bladtemperatuur en VPD weer op 13 april in het 2^e jaar. Daar is te zien dat de VPD met de verneveling onder de 1,2 gehouden kan worden tot even voor 12 uur. Even voor 12.00 uur stijgt de VPD boven de 1,2 maar na het dichtlopen van het schermdoek, zakt de bladtemperatuur en zakt de VPD weer onder de 1,2 en blijft de hele dag onder de 1,2.



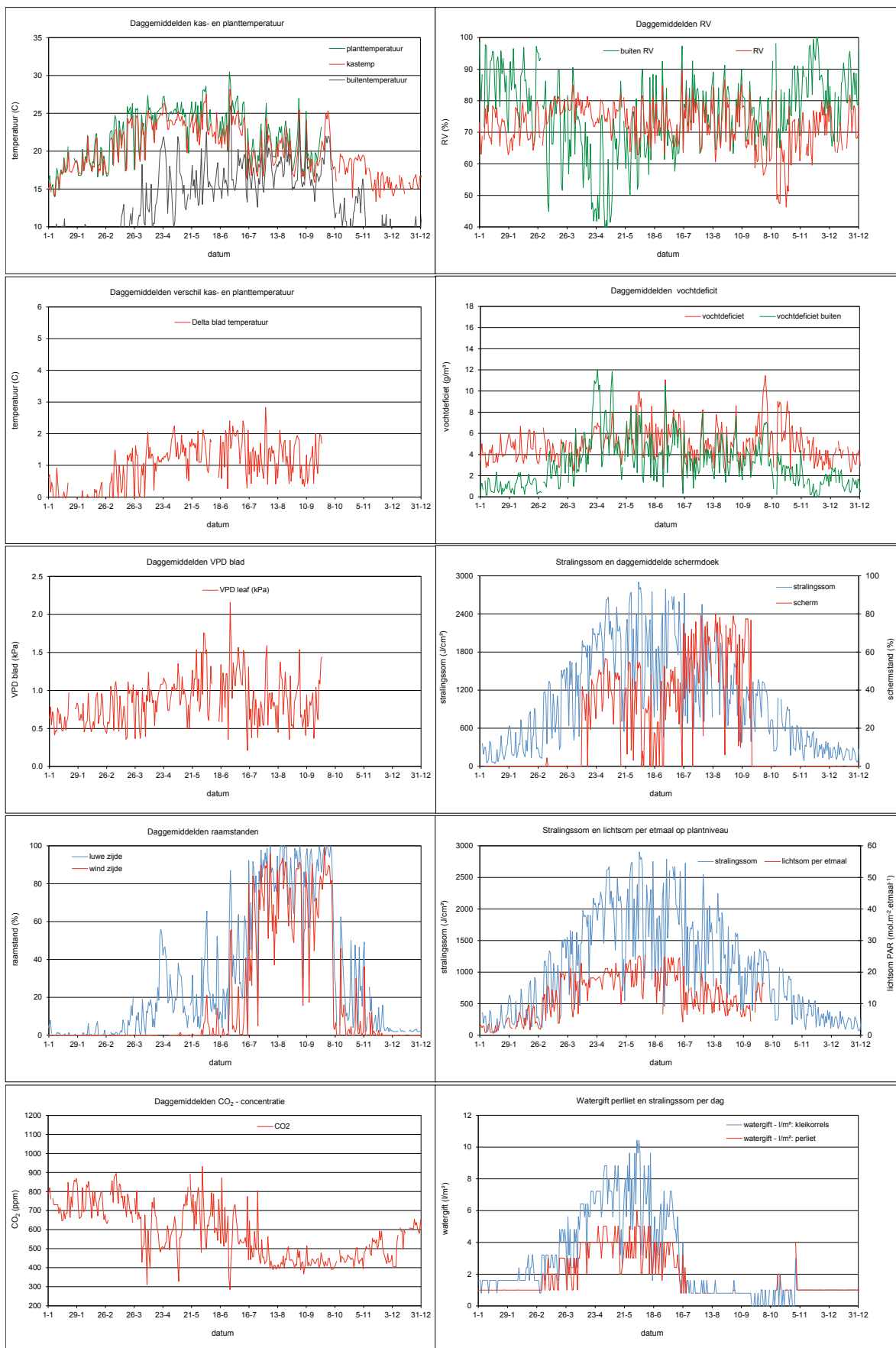
Figuur 20: Gerealiseerde kasklimaat, bladtemperatuur en VPD op 13 april in het 2^e jaar.

Op 25 mei, een dag met een buitentemperatuur van circa 20 °C en lage RV buiten van 25-35%, lukt het niet om de RV hoog te houden. De RV in de kas zakt geleidelijk steeds verder weg en het vochtdeficiet loopt geleidelijk op. Door het sluiten van het schermdoek blijft de bladtemperatuur nog wel redelijk dicht bij de kastemperatuur, maar door de lage RV stijgt de VPD tot boven de 2, wat nadelig is voor de fotosynthese en assimilaten aanmaak (Figuur 21.).



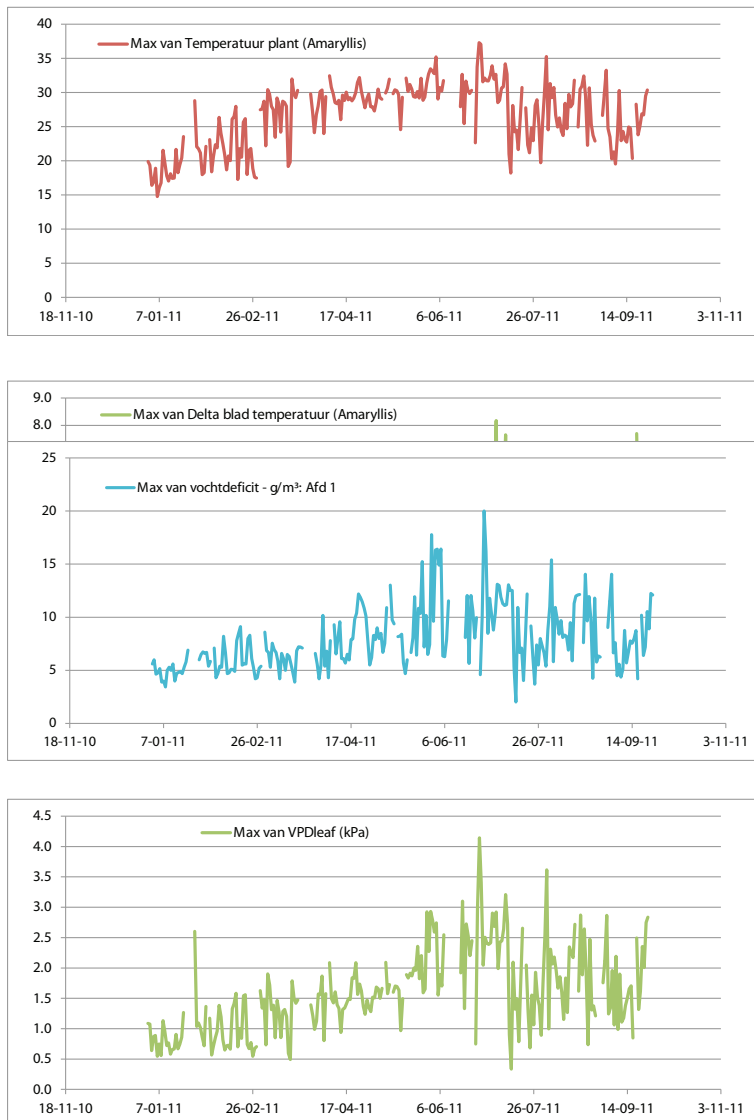
Figuur 21: Gerealiseerde kasklimaat, bladtemperatuur en VPD op 25 mei in het 2^e jaar.

Het 2^e jaar had een licht voorjaar en donker najaar. In het 2^e jaar is eerder verneveld dan in het 1^e jaar en is gemiddeld een lager vochtdeficiet en hogere RV gerealiseerd overdag dan in het 1^e jaar (Figuur 22.). Het klimaat was beter, maar soms bleef het moeilijk om bijvoorbeeld bij veel instraling en een lage RV buiten het vochtdeficiet laag te houden. De beheersing van de bladtemperatuur was in het 2^e jaar eveneens beter dan in het 1^e jaar, maar er bleven soms nog wel moeilijke momenten waarbij de VPD van het blad toch nog zeer hoog op kon lopen.



Figuur 22: Daggemiddelden van het klimaat in het 2^e jaar. Verschil blad- en kastemperatuur en VPD overdag zijn berekend door van de gegevens uit de Growwatch de periode van de dag met instraling > 5 Watt/m² te nemen.

Hoewel de daggemiddelden van het klimaat, verschil tussen kas- en bladtemperatuur en VPD van het blad in het 2^e jaar al een beter beeld laten zien dan in het 1^e jaar, waren er toch nog perioden waarin het gewenste klimaat en VPD van het blad niet gehaald werden. Om daar meer inzicht in te krijgen zijn in Figuur 23. de maximumwaarden per etmaal van de 5-minutengemiddelden van de bladtemperatuur, verschil tussen kas- en bladtemperatuur, vochtdeficiet in de kas en VPD van het blad uitgezet in de tijd. Dit laat zien dat de maxima van de gemeten dampdrukdeficiet in het begin van het jaar nog mooi laag zijn, maar in de loop van het seizoen stijgen. Vooral vanaf eind mei/begin juni is een stijging te zien. Een periode waarin eerst vooral hoge maxima van het vochtdeficiet in de kas gemeten zijn en wat later in de tijd ook hoge maxima in het verschil tussen kas- en bladtemperatuur. Na het sneller dicht trekken van het scherm doek tijdens de koeling lopen de maxima in het verschil tussen kas- en bladtemperatuur minder hoog op, net als het VPD van het blad.

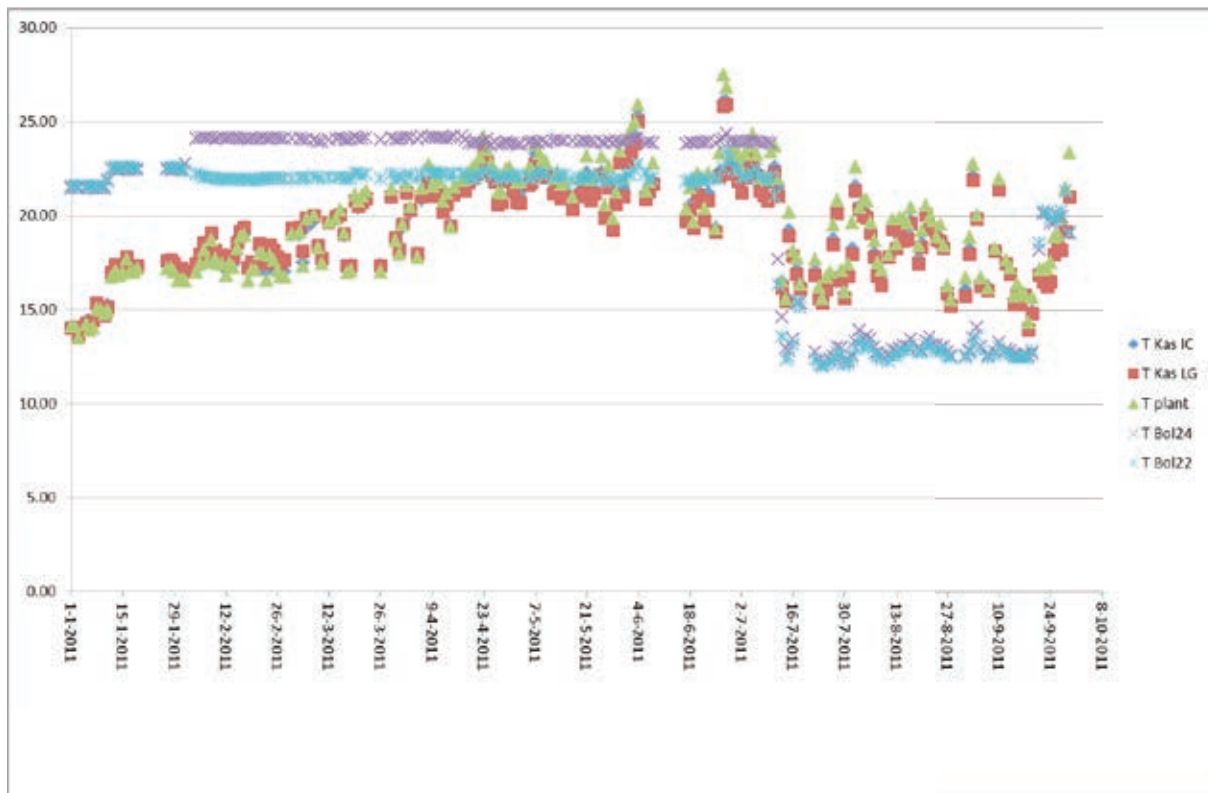


Figuur 23: Gemeten maximum per etmaal van de 5-minutengemiddelden van de bladtemperatuur, verschil tussen blad- en kastemperatuur, vochtdeficiet in de kas en dampdrukdeficiet van het blad in het 2^e jaar.

4.5 Extra analyses klimaat na afloop 2^e jaar

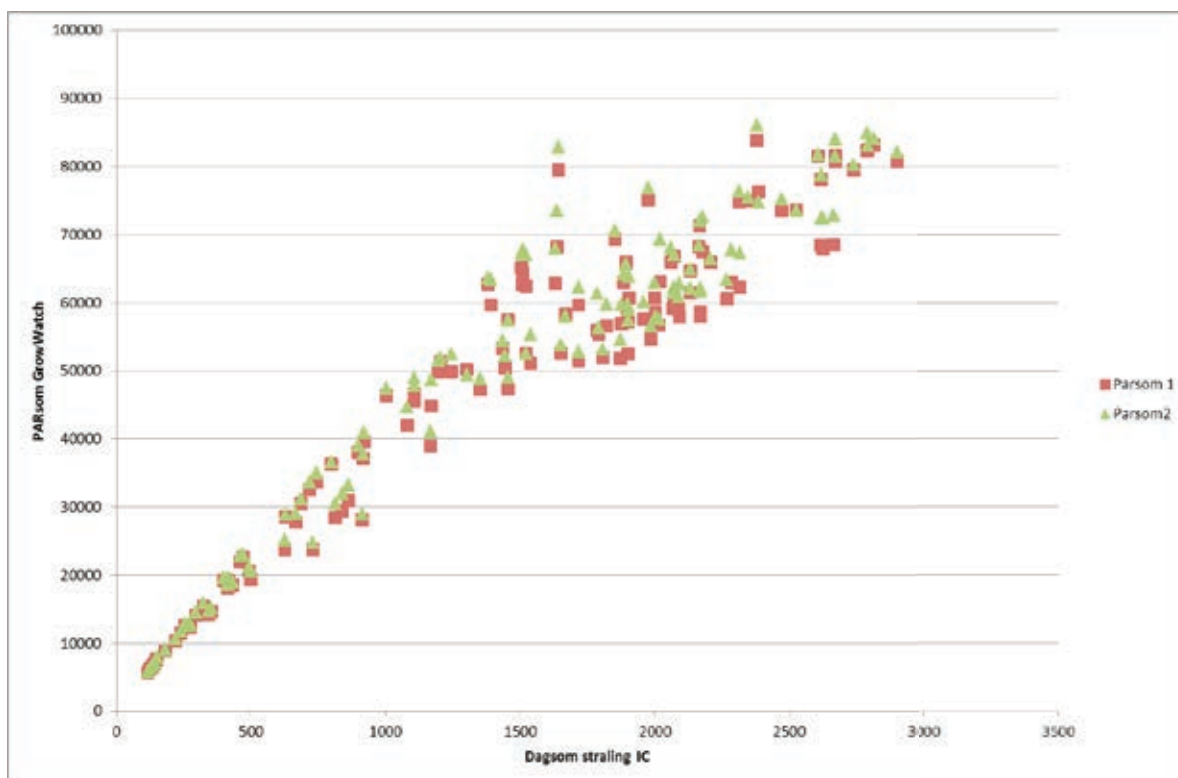
Na afloop van het 2^e jaar is een analyse gemaakt van de klimaatgegevens van het 2^e jaar (2011). Om de analyse te kunnen maken zijn gegevens gebruikt van de klimaatcomputer van GreenQ IC, gegevens van de GrowWatch in de kas en stralingscijfers van de klimaatcomputer van Wageningen UR Glastuinbouw. De analyse is gedaan over die dagen dat alle 5 minuten gegevens beschikbaar zijn. De eerste grafiek laat de temperaturen zien gedurende de periode 1 januari tot 29 september (Figuur 24.). Van 4 februari tot 8 juli is er een duidelijk verschil in de bodemtemperaturen van 22 en 24 °C.

Dat is ook de periode dat de temperatuur en straling belangrijk zijn voor het gedrag van het blad. Daarom is in de volgende grafieken de analyse beperkt tot die periode. In de periode na 8 juli is de bodemkoeling aan en wordt er anders omgegaan met de ruimte temperatuur. Als die dagen in de analyse worden betrokken zou dit voor vergelijking van stralingssom met etmaaltemperatuur een vertekend beeld geven.

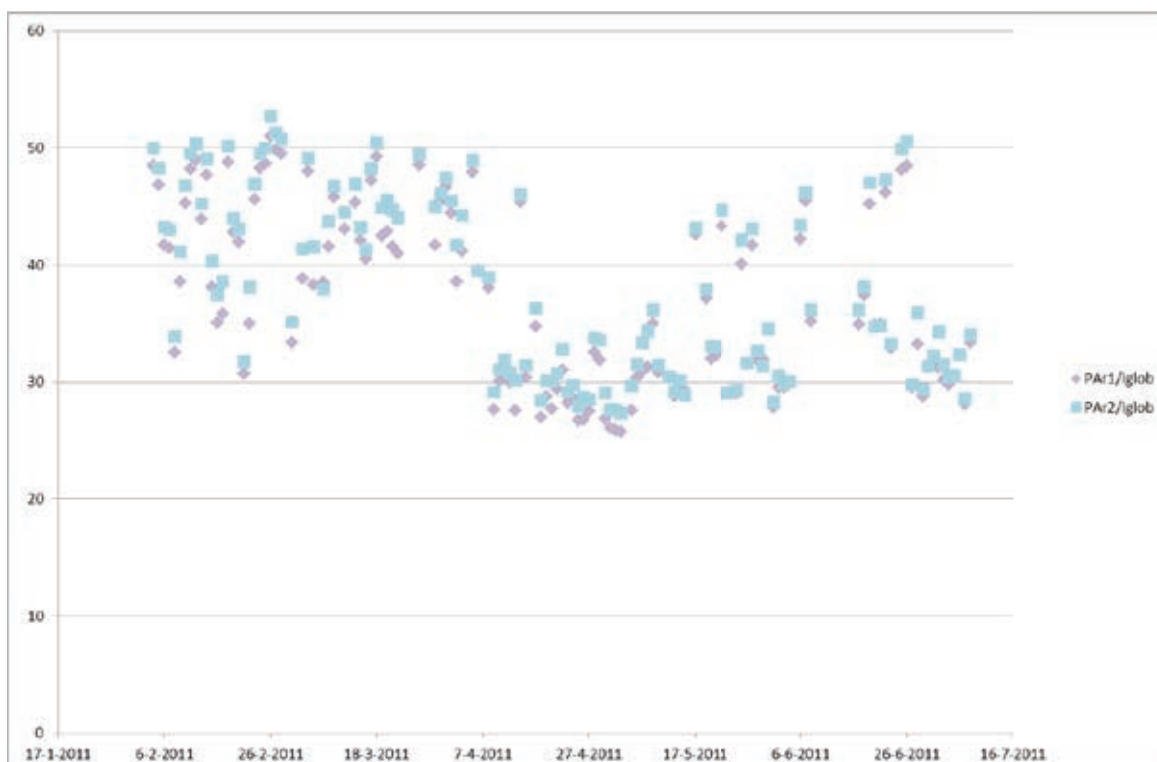


Figuur 24: Gemiddelde etmaaltemperatuur van de kas (gemeten door de klimaatcomputer van het IC en door de Growwatch), blad en bol van 1 januari tot 29 september van de dagen dat alle 5 minuten gegevens van het klimaat beschikbaar waren.

Figuur 25. laat zien hoe de lichtsommen op plantniveau (gemeten door de GrowWatch) samenhangen met de Globale straling buiten. Deze grafiek laat zien dat bij een toenemende dagsom voor straling de PAR som op plantniveau niet evenredig toeneemt. Dit heeft te maken met gebruik van het scherm. Als de gemeten PAR som gedeeld door de dagsom van de globale straling buiten wordt uitgezet in de tijd (Figuur 26.) is goed te zien dat er in april stevig geschermd moet zijn, want dan wordt de verhouding Parsom/Globale straling plotseling een stuk lager. Uit deze gegevens is echter nog niets te zeggen over de lichttransmissie als gevolg van het gebruik van de schermen.



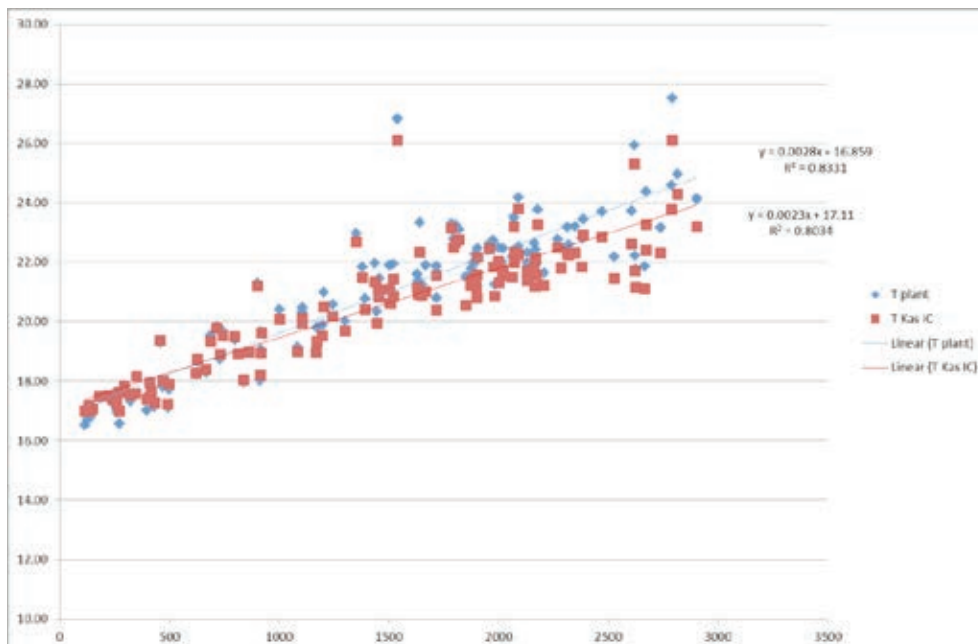
Figuur 25: Lichtsommen op plantniveau (gemeten door de GrowWatch in PAR) in relatie tot de Globale stralingsom buiten.



Figuur 26: Gemeten PAR som gedeeld door de dagsom van de globale straling uitgezet in de tijd.

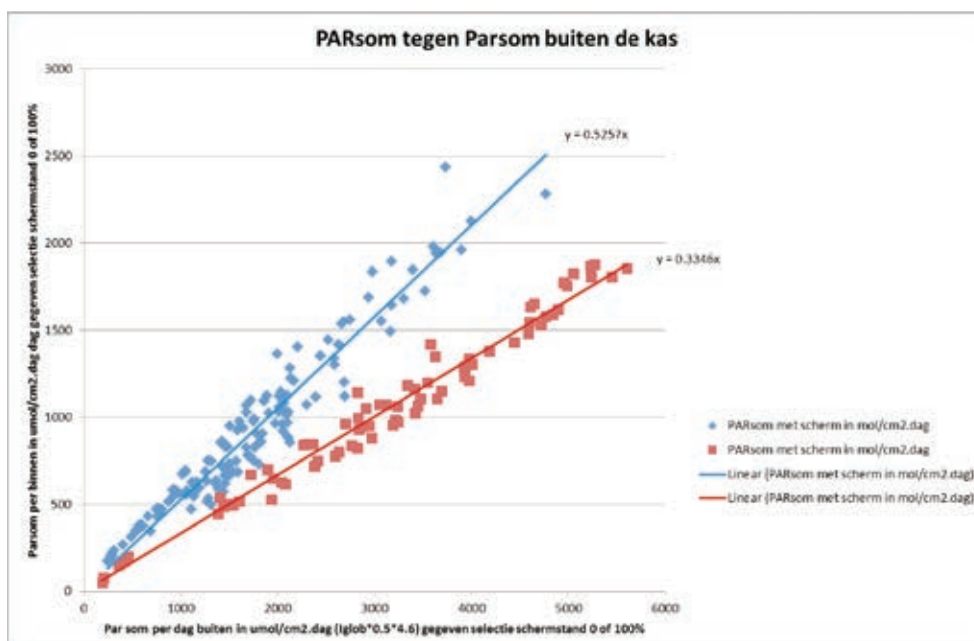
In Figuur 27. met de kas- en bladtemperatuur uitgezet tegen de globale straling is te zien dat bij een toenemende lichtintensiteit de gemiddelde bladtemperatuur iets meer toe neemt dan de ruimte temperatuur. Bij lage lichtintensiteit is de bladtemperatuur lager dan de ruimte temperatuur. Gemiddeld is bij een hogere instraling wel een hogere ruimtetemperatuur gerealiseerd. Bij dagsommen boven de 2000 J lijkt de ruimte temperatuur iets lager gehouden te zijn. Met uitzondering van 2 warme dagen. Het beeld dat de bladtemperatuur boven de ruimte temperatuur komt te liggen is ook al te zien in Figuur 24, waar dit gebeurt in de loop van de tijd van februari naar juni. Dat is met toenemende lichtintensiteit. Op zich

lijken deze lijnen redelijk aanvaardbaar. De temperatuurlijn heeft als vergelijking $17.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ basis + $2.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ per 1000 Joule instraling.



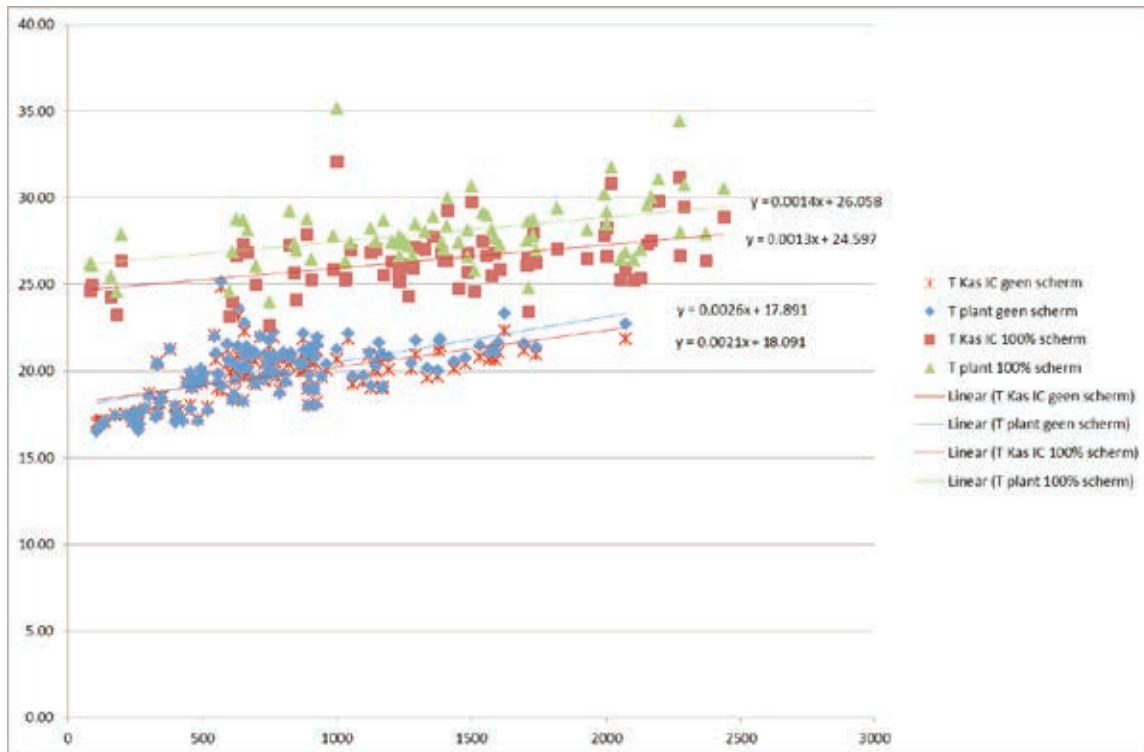
Figuur 27: Kas- en bladtemperatuur uitgezet tegen de globale stralingsom buiten.

Om te bepalen hoeveel licht verlies er is geweest door het schermen is een selectie gemaakt van de 5 minuten waarden waarbij het zonnescerm niet gesloten is of 100% gesloten is. Over die periodes is per dag de globale stralingsom en de PARsom in de kas bepaald (Figuur 28.). In deze Figuur is duidelijk te zien dat schermen de lichttransmissie vermindert. Een lage instraling per dag met gesloten schermen kan alleen maar worden bereikt als op zo'n dag de schermen slechts kort zijn gesloten. De licht transmissie van de kas zonder scherm is 53% en met scherm 33%. Het is simpel uit te rekenen dat het scherm $(0.53-0.33)/0.53=36\%$ lichtverlies geeft. Dit komt vrij goed overeen met de 63% lichtdoorlaat volgens de specificaties van de fabrikant.



Figuur 28: Globale stralingsom buiten en PARsom in de kas bepaald van 5 minuten waarden waarbij het zonnescerm niet gesloten was of 100% gesloten was in het 2^e jaar.

Over dezelfde periode is ook de temperatuur uitgezet tegen de straling (Figuur 29.). Daar valt op dat de bij gebruik van de schermen de bladtemperaturen gemiddeld boven de ruimte temperatuur ligt. Dat was ook wel te verwachten omdat de schermen vooral sluiten bij veel instraling. Bij geen scherming liggen blad- en ruimtetemperatuur dicht bij elkaar.



Figuur 29: kas- en bladtemperatuur zonder schermdoek en met schermdoek helemaal dicht uitgezet tegen de stralingsom buiten (J/cm^2).

4.6 Gewas- en destructieve waarnemingen 2^e jaar

Aantal bladeren en bladoppervlakte

In het 2^e jaar werd al vroeg veel blad gevormd en later in het seizoen nam het aantal groene bladeren weinig meer toe (bijlage III en IV). Het uiteindelijke aantal groene bladeren van 8 à 9 bladeren was ongeveer gelijk aan het aantal bladeren in het 1^e jaar. Bij Mont Blanc duurde het vrij lang voordat er blad kwam na de oogst, maar doordat bij deze cultivar langer nieuw blad bleef komen, kwam het aantal bladeren uiteindelijk ook op 8. Bij de meting in mei was *et al.* een groot bladpakket gevormd met een LAI (=Leaf Area Index = m^2 blad per m^2 kasoppervlak) tot boven de 10 (bijlage III). Daarna kwam er weinig blad meer bij en daalde het aantal groene bladeren en bladoppervlak in het 2^e jaar zelfs een beetje. Dit was het gevolg van blad afstoting onder in het gewas. Dit was in het 1^e jaar niet opgetreden. Bij de bijeenkomst van de intensieve begeleiding in mei viel op dat het blad bij een bodemtemperatuur setpoint van 24 °C langer was dan bij een setpoint van 22 °C. Dit is ook te zien in de metingen van het langste blad bij de destructieve waarnemingen (bijlage III) en was ook in het 1^e jaar al te zien.

Bladverkleuring

Op 26 april werd de eerste roodverkleuring geconstateerd in blad van Mont Blanc. Bij nadere bestudering van de roodverkleuring op 9 juni, leken twee soorten roodverkleuring te onderscheiden. Vanaf de noordkant gezien waren de bladeren die tot voor kort weinig zon hadden gehad (vrij plat, richting het zuiden liggend), donkerrood verkleurd verspreid over het hele blad (Foto 4.). Dit waren mogelijk bladeren waarop voorheen nog weinig direct zonlicht op kwam en nu door hogere zonnestand in zomer wel zonlicht op kwam. Vanaf de zuidkant gezien vertoonden vooral bladeren die overeind stonden een felrode verkleuring, m.n. langs de rand van het blad (Foto 5.). Dit zou mogelijk meer het gevolg kunnen zijn van een verdampingsprobleem.

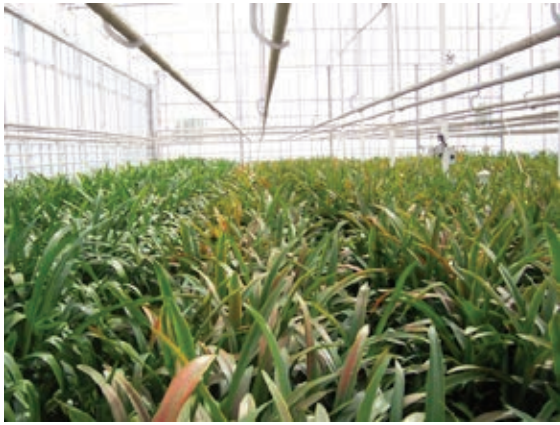


Foto 4: Bladverkleuring bij Mont Blanc vanaf noordkant gezien, 9 juni 2011. Bladeren die mogelijk tot voor kort weinig zon hebben gehad (vrij plat, richting het zuiden liggend) waren donkerrood verkleurd verspreid over het hele blad.



Foto 5: Bladverkleuring bij Mont Blanc vanaf zuidkant gezien, 9 juni 2011. Vooral bladeren die overeind staan vertonen een felrode verkleuring, vooral langs de rand van het blad.

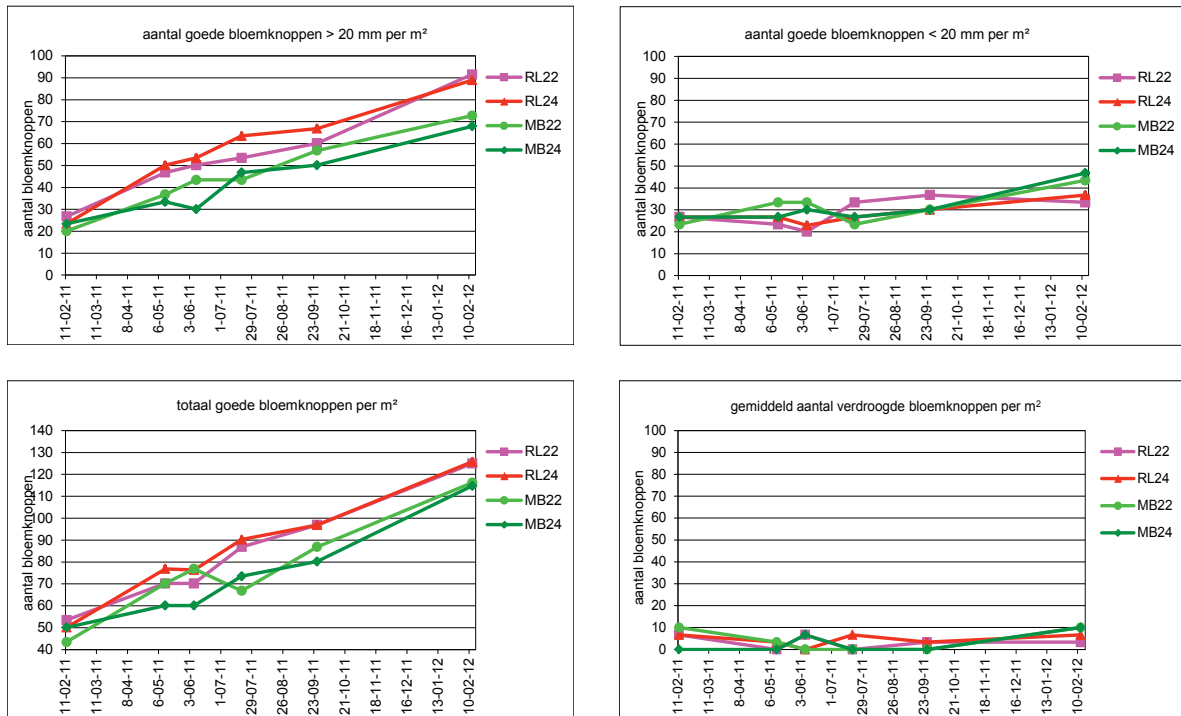
Foto 6. laat het verschil zien in bladstand op 28 juni. Bij Mont Blanc was er duidelijk bladverkleuring en bij Red Lion nauwelijks. Bij Red Lion waren soms alleen wat lichte randjes langs de bladranden te zien. Bij Red Lion waren er wat meer plat liggende bladeren in het gewas, terwijl het blad bij Mont Blanc meer recht op stond.



Foto 6: Bij Mont Blanc (links) was er meer bladverkleuring dan bij Red Lion (rechts) op 28 juni, maar bij Red Lion waren er wat meer plat liggende bladeren, terwijl het blad bij Mont Blanc meer recht op stond.

Bol en bloemknoppen

Het versgewicht van de bol bleef net als in het 1^e jaar toenemen tot de meting na de koeling (bijlage III). De toename in versgewicht was echter groter dan de toename in drooggewicht. Het percentage droge stof nam dus af. In het 2^e jaar is vrijwel geen bloemknopverdroging opgetreden bij alle behandelingen (Figuur 30.). Het aantal bloeibare knoppen en totaal aantal bloemknoppen bleef daardoor het hele jaar geleidelijk toenemen. Het aantal bloeibare knoppen (> 20 mm) liet in het 2^e jaar geen duidelijk verschil zien tussen de behandelingen met een bodemtemperatuur setpoint van 22 en 24 °C. Bij Red Lion waren er bij een bodemtemperatuur van 24 °C wel wat meer bloeibare knoppen, maar bij de cultivar Mont Blanc was de trend eerder andersom.



Figuur 30: Gemiddeld aantal bloeibare knoppen (linksboven), kleine bloemknoppen (rechtsboven), totaal aantal bloemknoppen (linksonder) en verdroogde bloemknoppen (rechtsonder) berekend per m² op basis van de destructieve metingen van Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur van 22 en 24 °C op kleikorrels in het 2^e jaar (Het aantal bloeibare bloemknoppen en totaal aantal goede bloemknoppen februari 2012 is inclusief de productie van het 2^e jaar).

Spreiding binnen de behandelingen

Wat verder opviel was de grote spreiding in bollen afkomstig uit dezelfde behandeling (Foto 7. en 8). De bollen uit de rijen aan de buitenkant van de bedden bleven in het algemeen wat achter, maar soms bleven ook bollen midden uit het bed opeens achter. Eén of meer van dergelijke achterblijvers had soms grote invloed op het gemiddelde van de steekproef van 8 bollen per bed. Om te voorkomen dat bij de steekproef onwillekeurig alleen maar goede bollen meegenomen zouden worden, is bij elke steekproef vooraf een loting gemaakt welke bollen gebruikt zouden worden voor de destructieve meting. In een praktijksituatie zullen namelijk ook achterblijvers voorkomen en een nadelig effect hebben op de productie. Wat ook opviel bij de destructieve metingen was het verschil in beworteling tussen bollen van dezelfde behandelingen (Foto 7. en 8).



Foto 7: Voorbeeld van de variatie van de 8 Red Lion bollen per behandeling bij de destructieve metingen op 12 mei in het 2^e jaar bij een bodemtemperatuur van 22 °C (boven) en 24 °C (onder). Van links naar rechts bollen uit rij 1 (=randrij aan oostkant), 2, 3, 4, 5, 6, 7 en 8 (=randrij aan westkant).

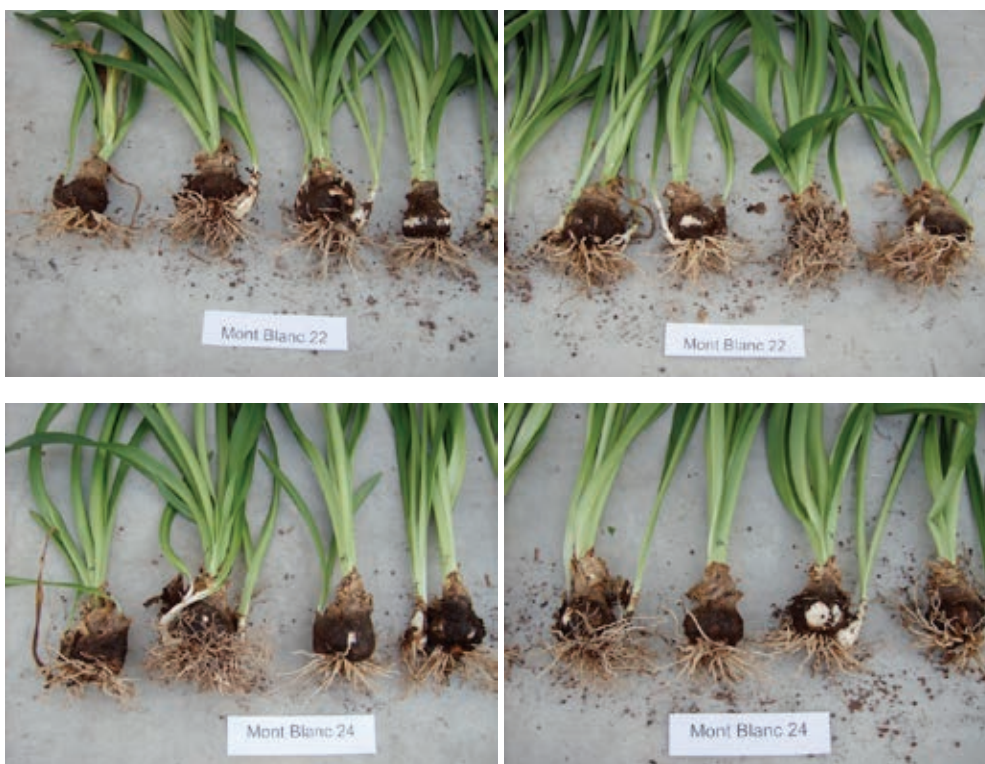


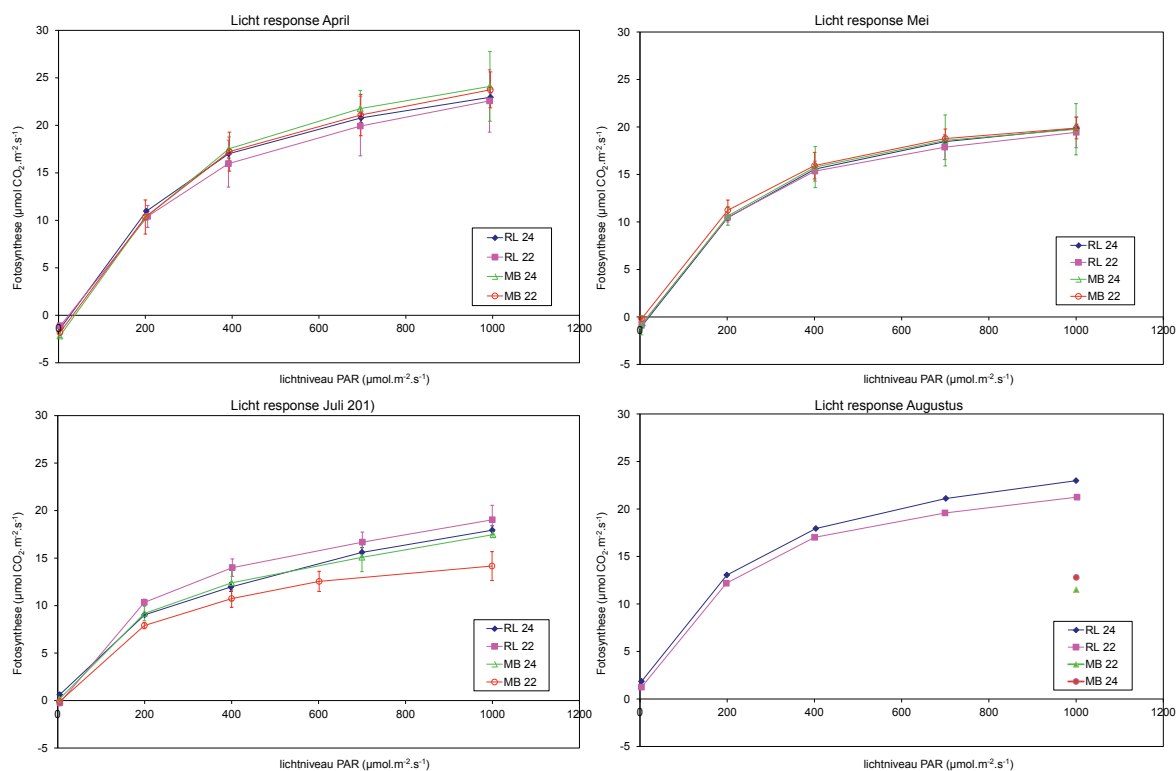
Foto 8: Voorbeeld van de variatie van de 8 Mont Blanc bollen per behandeling bij de destructieve metingen op 12 mei in het 2^e jaar bij een bodemtemperatuur van 22 °C (boven) en 24 °C (onder). Van links naar rechts bollen uit rij 1 (=randrij aan oostkant), 2, 3, 4, 5, 6, 7 en 8 (=randrij aan westkant).

4.7 Resultaten fotosynthesemetingen 2^e jaar

In het 2^e jaar is in april een extra fotosynthesemeting vroeg in het seizoen uitgevoerd en daarna zijn op ongeveer dezelfde tijdstippen als in het 1^e jaar weer fotosynthesewaarnemingen uitgevoerd. Bij een toename van het PAR-licht van 0 naar 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ neemt de fotosynthesecapaciteit snel toe. Van 400 naar 600 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ is de stijging veel minder snel en boven 600 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ lijkt er voor de bovenste bladeren niet veel meer te winnen. In tegenstelling tot het eerste jaar was de fotosynthesecapaciteit van Red Lion nu lager dan van Mont Blanc. De waarnemingen zijn gedaan aan het 3 na jongste blad. Omdat bij Mont Blanc de bladeren later uitgroeiden dan bij Red Lion kan het verschil tussen de cultivars mogelijk (mede) veroorzaakt zijn door een verschil in bladleeftijd (door latere uitgroeit blad, was het blad bij Mont Blanc minder verouderd dan bij Red Lion).

Van 15 april naar 5 mei en naar 7 juli neemt de fotosynthesecapaciteit van het blad af (Figuur 31.). Dit lijkt in lijn met de stand van het gewas, die in het begin van het jaar nog fris groen stond en in juli 'verouderd' was. De huidmondjes gingen in het 2^e jaar opnieuw snel dicht, net als in het 1^e jaar. Er was geen duidelijk verschil in de fotosynthesecapaciteit tussen de 2 bodemtemperaturen. Bij de geel/rood verkleurde bladeren bij Mont Blanc was de conductance extreem laag. Bij enkele verkleurde bladeren is één meting per blad gedaan bij het hoogste lichtniveau. De fotosynthesecapaciteit was erg laag. Dit blad doet dus weinig meer.

In het 2^e jaar was de fotosynthesecapaciteit in april en mei lager dan in mei in het 1^e jaar. Mogelijk is dit (mede) het gevolg zijn van een oudere leeftijd van het bladpakket en/of de donkere omstandigheden tijdens de uitgroeit van het blad in de winter in het 2^e jaar. In het 1^e jaar waren de bladeren jonger doordat het bladpakket pas na het planten in februari gevormd is. Anderzijds zou ook de periode met veel licht voorafgaand aan de metingen in het 2^e jaar een rol kunnen spelen. Bij de metingen tijdens de bodemkoeling in augustus gingen de huidmondjes bij Mont Blanc zo snel dicht, dat er geen lichtresponsecurve gemaakt kon worden. Enkele losse metingen bij een hoog lichtniveau lieten een lage fotosynthesecapaciteit zien.



Figuur 31: Fotosynthesecapaciteit van amaryllisblad bij een toenemend lichtniveau gemeten op 15 april, 5 mei, 7 juli (setpoint bodemverwarming op 22 of 24 °C) en 11 augustus (setpoint bodemkoeling op 12 °C bij alle behandelingen) in het 2^e jaar bij Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) op kleikorrels.

4.8 Oogstresultaten 2^e jaar

De productie in het 2^e jaar kwam bij de meetvelden op gemiddeld 60 stelen per m² bij Red Lion en 45 stelen per m² bij Mont Blanc (Figuur 32. en Tabel 11). Dit was iets lager dan de productie in het 1^e jaar met gemiddeld 63 stelen voor Red Lion en 49 stelen voor Mont Blanc. De gewenste productieverhoging van 25% is dus in het 2^e jaar niet gehaald. Analyse van de bloemknopaanleg op basis van de destructieve waarnemingen geeft aan dat dit mogelijk het gevolg is van minder gunstige omstandigheden in het 1^e jaar tijdens de bloemknopaanleg van de bloemstelen voor het 2^e jaar (zie 4.9).

Bodemtemperatuur

Verhoging van het bodemtemperatuur setpoint naar 24 °C vanaf 1 februari in het 2^e jaar gaf geen meerwaarde op de productie in het 2^e jaar. Bij de metingen op de meetvelden was er bij Red Lion nauwelijks meer productie en bij Mont Blanc was de productie bij een bodemtemperatuur setpoint van 24 °C eerder wat lager dan bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 °C (Figuur 32. en Tabel 11). Bij de metingen van de gehele proefbedden bleef de productie van de behandelingen met een bodemtemperatuur setpoint van 24 °C in alle gevallen wat achter, zowel in aantal bloemstelen als in totaal geoogst versgewicht (Figuur 33. en Tabel 12). Dit is niet alleen het gevolg van de bodemtemperatuur in het 2^e jaar, de aanleg van de geoogste bloemstelen van het 2^e jaar vond immers al plaats in het 1^e jaar en de bloemknopaanleg van de behandelingen met een bodemtemperatuur setpoint van 24 °C hebben in het 1^e jaar mogelijk meer last gehad van de droogte dan de behandelingen met een bodemtemperatuur setpoint van 22 °C. Bovendien hebben de behandelingen met een bodemtemperatuur setpoint van 24 °C mogelijk ook meer last gehad van te hoge bodemtemperatuur (en daardoor mogelijk meer *Fusarium*) in het 1^e jaar.

Dubbelstelen

Net als in het 1^e jaar waren er in het 2^e jaar bij een bodemtemperatuur van 24 °C wat meer dubbelstelen dan bij een bodemtemperatuur van 22 °C bij Mont Blanc. Er was een lichte tendens van een iets lager aantal dubbelstelen in het 2^e jaar in vergelijking met het 1^e jaar, maar de verschillen waren minimaal.

Substraat

Er was geen betrouwbaar verschil tussen kleikorrels en perliet. Er zijn wel iets meer bloemstelen geoogst op perliet, maar het verschil was klein en de productie op kleikorrels is op 2 manieren mogelijk meer nadelig beïnvloed dan op perliet. Ten eerste zijn vooral de kleikorrels in het 1^e jaar te droog geweest en heeft de droogte bij de kleikorrels waarschijnlijk meer nadelig effect gehad dan bij het perliet. Ten tweede zijn bij de kleikorrels regelmatig bollen weg gehaald voor de destructieve waarnemingen en de lege plekken na de koeling ingeboet. Bij het perliet zijn geen bollen weggehaald. Dit kan beide de productie op kleikorrels nadelig beïnvloed hebben ten opzichte van perliet.

Tabel 11: Productie in aantal stelen per m² uitgesplitst in aantal stelen van hoofdbol, dubbelstelen en stelen van klisters en totaal en gemiddeld dagnummer van de oogst in 2^e jaar bij de cultivar Red Lion en Mont Blanc geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels (geteld bij 2 meetvelden per behandeling van 64 bollen=2.39 m²).

Cultivar	Setpoint bodemtemperatuur (°C)	Aantal stelen per m ²				Percentage		gem. dagnummer oogst
		Van hoofdbol	dubbelstelen	van klisters	Totaal	dubbelstelen	van klisters	
Red Lion	22	58.1		1.9	60.0		3.1	332
	24	58.9		2.1	61.0		3.4	333
Mont Blanc	22	46.0	0.6		46.6	1.3		334
	24	41.2	2.5		43.7	5.7		334

Tabel 12: Aantal stelen en geogst versgewicht per m² en berekend gemiddeld steelgewicht in 2^e jaar bij de cultivar Red Lion en Mont Blanc geteeld op kleikorrels en perliet bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C, geteld per bed van 49.9 m².

Substraat	Cultivar	Setpoint bodemtemperatuur (°C)	Aantal stelen per m ²	Geogst versgewicht (kg/m ²)	Gem. steelgewicht (gram)
Kleikorrels	Red Lion	22	60.5	14.5	239.7
		24	56.7	13.1	230.2
	Mont Blanc	22	45.6	15.0	329.6
		24	41.8	14.3	341.1
Perliet	Red Lion	22	61.8	15.1	244.4
		24	57.9	14.0	241.2
	Mont Blanc	22	46.2	16.1	349.2
		24	43.7	15.6	357.7

Tabel 13: Aantal stelen en geogst versgewicht per m² uitgesplitst in normale stelen van hoofdbol, dubbelstelen en stelen van klisters en percentage van de totale productie in 2^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld op kleikorrels en perliet bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C, geteld per bed van 49.9m².

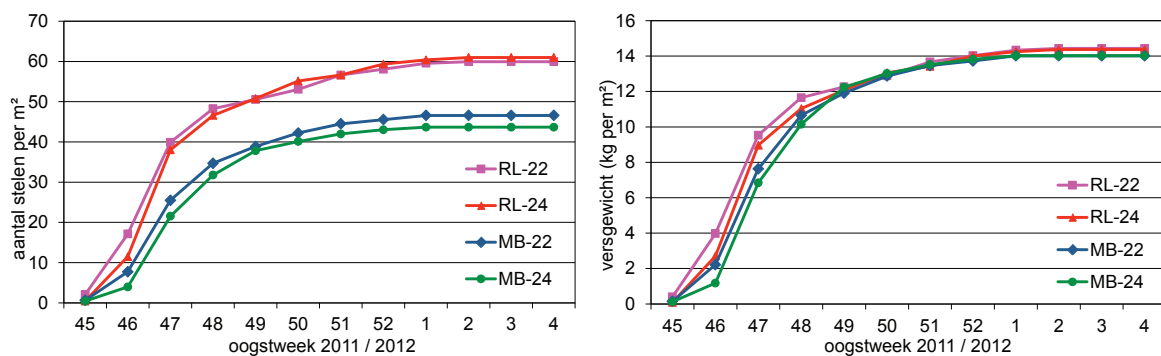
Substraat	Cultivar / setpoint bodemtemperatuur	Stelen per m ²					Gewicht per m ²				
		Aantal			Percentage		Gewicht			Percentage	
		hoofdbol	dubbelstelen	van klisters	% dubbel	% van klisters	hoofdbol	dubbelstelen	van klisters	% dubbel	% van klisters
Kleikorrels	RL-22	54.8		5.7		9.4	13.6		0.9		6.3
	RL-24	52.7		4.0		7.0	12.4		0.7		5.1
	MB-22	43.4	2.2		4.9		14.0	1.0		6.9	
	MB-24	38.9	2.9		7.1		12.9	1.4		9.6	
Perliet	RL-22	57.1		4.7		7.6	14.4		0.7		4.3
	RL-24	54.2		3.7		6.5	13.5		0.4		3.1
	MB-22	44.3	2.0		4.3		15.2	1.0		6.0	
	MB-24	40.7	3.0		6.8		14.2	1.4		9.2	

Tabel 14: Totaal geogst versgewicht, percentage stelen per gewichtsklasse, gemiddeld steelgewicht, totale lengte, steellengte en bloemlengte in 2^e jaar bij de cultivar Red Lion en Mont Blanc geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels (geteld bij 2 meetvelden per behandeling van 64 bollen=2.39 m²).

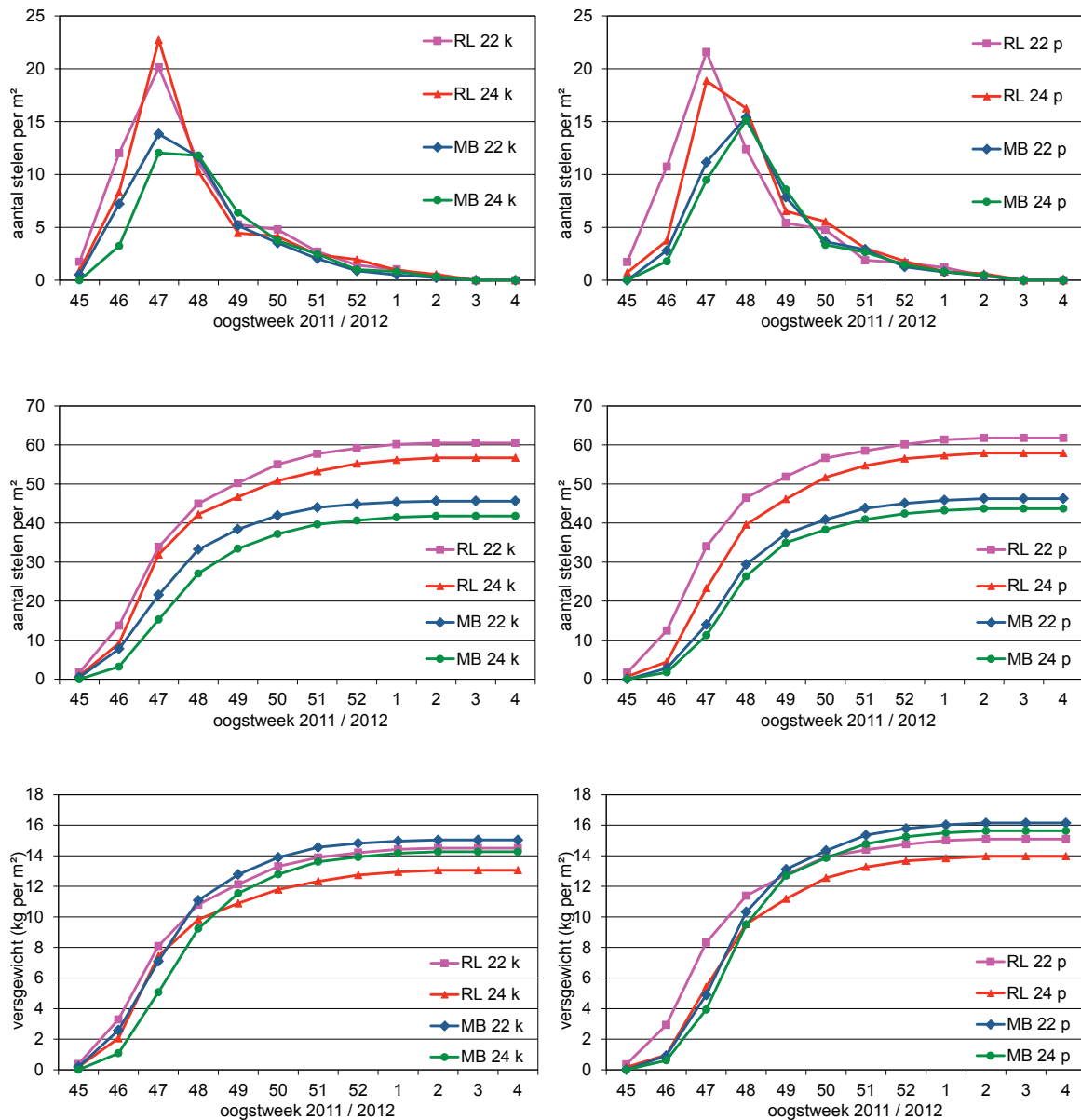
Cultivar	Setpoint bodemtemperatuur (°C)	Totaal geogst versgewicht (kg/m ²)	Percentage bloemstelen per gewichtsklasse				gem. steelgewicht (gram)	Lengte (cm)		
			> 300 gram	225-300 gram	150-225 gram	< 150 gram		steel	bloem	totaal
Red Lion	22	14.4	7	64	23	6	242	73	12	85
	24	14.4	5	61	29	6	236	74	12	86
Mont Blanc	22	14.0	48	40	12	0	300	75	14	90
	24	14.0	58	35	8	0	321	76	14	90

Tabel 15: Percentage stelen met 2, 3, 4, 5, 6 of meer dan 6 kelken en gemiddeld aantal kelken per steel in 2^e jaar bij de cultivar Red Lion en Mont Blanc geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels (geteld bij 2 meetvelden per behandeling van 64 bollen=2.39 m²).

Cultivar	Setpoint bodemtemperatuur (°C)	Percentage stelen per klasse o.b.v. aantal kelken per steel					Gem. aantal kelken per steel
		2 kelken	3 kelken	4 kelken	5 kelken	6 of meer kelken	
Red Lion	22	3	6	91	0	0	3.9
	24	3	3	93	1	0	3.9
Mont Blanc	22	0	4	80	10	6	4.2
	24	2	1	57	21	19	4.6



Figuur 32: Cumulatief aantal geogoste bloemstelen (links) en totaal geogost versgewicht (rechts) per m² in 2^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels (geteld bij 2 meetvelden per behandeling van 64 bollen=2.39 m²).



Figuur 33: Aantal geoogste bloemstelen per week (boven), cumulatief aantal geoogste bloemstelen (midden) en cumulatief geoogst versgewicht (onder) per m² in 2^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels (links) en perliet (rechts) geteld per bed van 49,9 m². NB: bij behandelingen op kleikorrels zijn 5 keer per jaar bollen gerooid voor destructieve waarnemingen, bij perliet niet. Na de koeling zijn daar nieuwe bollen voor ingeboet.

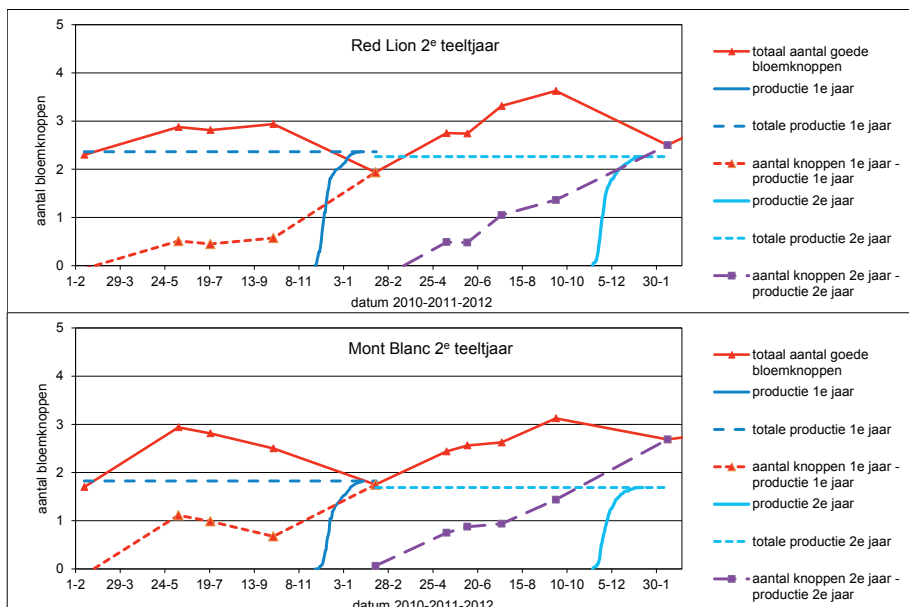
4.9 Evaluatie oogst en destructieve waarnemingen 2^e jaar

Na afloop van het 2^e jaar is met behulp van de resultaten van de destructieve metingen en oogstgegevens een verdere analyse gemaakt van de bloemknopaanleg in de snijbloemteelt van amaryllis. In Figuur 34. is het verloop van het gemiddelde aantal goede bloemknoppen per bol (rode lijn) en het gemiddeld aantal geoogste stelen per bol in het 1^e jaar (donkerblauwe lijn) weergegeven. Door het aantal geoogste stelen van het 1^e jaar af te trekken van het aantal goede bloemknoppen in de bol in het 1^e jaar wordt het aantal goede bloemknoppen in het 1^e jaar in de bol zichtbaar die in het 1^e jaar niet zijn gaan bloeien en pas in het 2^e jaar bloeien (rode stippellijn). Aan het snijpunt van de rode stippellijn met de x-as is te zien dat in februari van het 1^e jaar (2010) de bloemknopaanleg begonnen is van de bloemstelen die rond kerst in het 2^e jaar (2011) zijn geoogst.

Vervolgens is het aantal geogoste stelen van het 2^e jaar (lichtblauwe lijn) af getrokken van het aantal goede bloemknoppen in de bol in het 2^e jaar en werd daarmee het aantal goede bloemknoppen in de bol zichtbaar die in het 2^e jaar niet zijn gaan bloeien en pas in het 3^e jaar gaan bloeien (paarse stippellijn). Daaruit blijkt dat vanaf februari/maart in het 2^e jaar (2011) de bloemknopaanleg begonnen is van de bloemstelen die in het 3^e jaar, rond kerst 2012 geogost gaan worden. De geogoste stelen van het 2^e jaar (kerst 2011) zijn dus aangelegd tussen februari 2010 en februari/maart 2011. Dit is 10 tot 22 maanden vóór de oogst. Hieruit blijkt dat de oogst van het 2^e jaar voor een groot deel het resultaat is van bloemknopaanleg in het 1^e jaar. In 2012 (=3^e jaar) zal dan dus pas het resultaat te zien zijn van de bloemknopaanleg die in het 2^e jaar (2011) heeft plaatsgevonden.

Het aantal goede bloemknoppen aangelegd in 2010 en die pas in 2011 zijn gaan bloeien (rode stippellijn) verloopt minder regelmatig en minder steil dan de aanleg van bloemknoppen in 2011 die pas in 2011 gaan bloeien (paarse stippellijn). Het lijkt er op dat de minder gunstige omstandigheden in het 1^e jaar niet alleen bloemknopverdrogting tot gevolg hebben gehad, maar ook de aanleg van bloemknoppen voor het 2^e jaar hebben benadeeld. Ongunstige omstandigheden in een bloemteelt van amaryllis kunnen dan een negatief effect hebben op twee oogstjaren. Vanaf februari vindt zowel de uitgroei van eerder aangelegde knoppen tot bloeibare knop voor de eerstvolgende kerst, als de aanleg van nieuwe knoppen voor de oogst van het jaar daarop, plaats. Als verbeteringen in de teelt doorgevoerd worden, kan het dus gemiddeld 16 maanden duren voordat daar een positief effect van gezien kan worden.

Bij de destructieve metingen in februari 2012 zijn duidelijk meer bloemknoppen in de bol gevonden dan in februari 2011. De verwachtingen voor de oogst in het 3^e jaar waren daardoor positief. Als de bloemknopaanleg en uitgroei van bloemknoppen in het 3^e jaar op dezelfde manier zou gaan verlopen als in het 2^e jaar en voorkomen kan worden dat er bloemknoppen gaan verdrogen, dan zou het aantal bloemknoppen in de bol van de meting in februari 2012 al een indicatie kunnen geven van de mogelijke productie rond kerst 2012. Bij Red Lion waren op 13 februari 2012 gemiddeld 2,5 knoppen per bol aanwezig en omgerekend naar m² is dat 67 stelen. Bij Mont Blanc waren 2,7 knoppen per bol aanwezig, wat omgerekend naar m² uit komt op 72 stelen. Bij vergelijking van de periode van knopaanleg van de bloemknoppen die in 2011 hebben gebloeid lijkt de periode van bloemknopaanleg bij Red Lion iets langer door te zijn gegaan. Bij deze cultivar groeien knoppen blijkbaar sneller uit tot bloeibare knop. Bij Red Lion zou de productie in 2012 daarom iets hoger uit kunnen komen dan 67 stelen per m² en bij Mont Blanc mogelijk iets lager dan 72 stelen per m².



Figuur 34: Bepaling periode van knopaanleg van de bloemstelen geogost in het 2^e jaar.

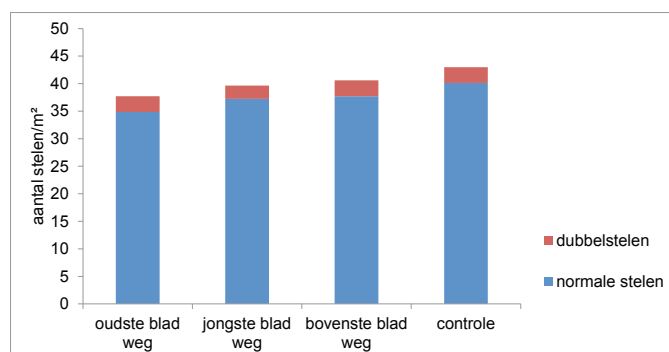
4.10 Resultaten bladsnijproef 2^e jaar

4.10.1 Oogstresultaten

Blad wegsnijden had een negatief effect op de productie. Zowel het aantal stelen per m² als het totaal geoogst versgewicht per m² was lager dan bij de controle zonder blad weg snijden (Tabel 16 en Figuur 35.). Dit komt overeen met de hypothese dat een lagere aanmaak van assimilaten een negatief effect heeft op de productie. Er was geen duidelijk verschil tussen de drie manieren van blad snijden. Er was wel een lichte tendens dat het aantal stelen per m² bij het weghalen van het oudste blad wat meer achterbleef dan van de andere twee manieren van blad snijden, maar in het totaal geoogst versgewicht was er geen verschil. Mogelijk zijn de beschikbare assimilaten bij deze behandeling meer in een hoger steelgewicht geïnvesteerd dan in een hoger aantal stelen. Er was geen verschil in het aantal dubbelstelen of de gemiddelde oogstdatum.

Tabel 16: Aantal stelen en dubbelstelen en totaal geoogst gewicht per m² en percentage dubbelstelen van bladsnijproef in 2^e jaar (n=56 bollen per behandeling).

Behandeling	Aantal normale bloemstelen per m ²	Aantal dubbelstelen per m ²	Totaal aantal stelen per m ²	Totaal geoogst versgewicht (kg/m ²)	% dubbelstelen	gem. dagnr. oogst
oudste blad weg	34.9	2.9	37.7	13,4	7.6	334
jongste blad weg	37.2	2.4	39.6	13,4	6.0	335
bovenste helft weg	37.7	2.9	40.6	13,3	7.1	334
controle	40.1	2.9	43.0	14,1	6.7	334



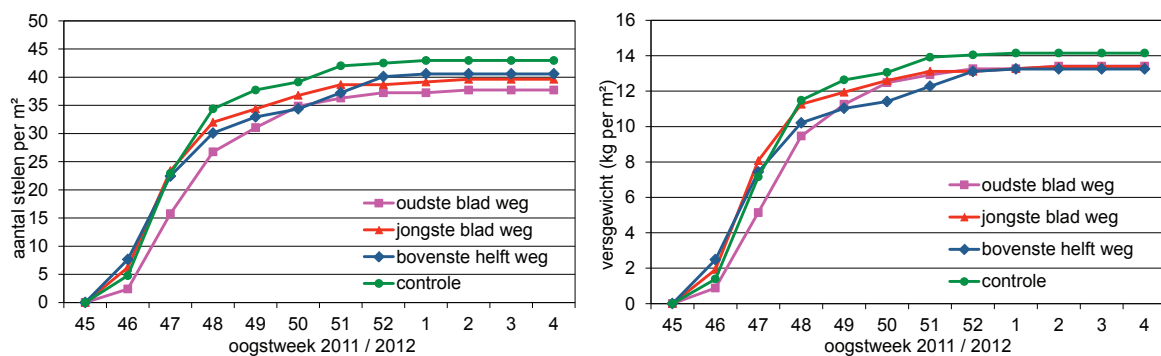
Figuur 35: Aantal geoogste bloemstelen bij de bladsnijproef bij de cultivar Mont Blanc geteeld bij een bodemtemperatuur van 24 °C in voorjaar- en zomerperiode (n=56 bollen per behandeling).

Tabel 17: Percentage stelen per gewichtsklasse en gemiddeld gewicht en lengte van bladsnijproef in 2^e jaar (n=56 bollen per behandeling).

Behandeling	% bloemstelen per gewichtsklasse				Gem. steelgewicht (gram)	Lengte (cm)		
	> 300 gram	225-300 gram	150-225 gram	< 150 gram		steel	bloem	totaal
oudste blad weg	73	23	4	0	360	79	14	93
jongste blad weg	63	31	6	0	338	77	14	91
bovenste helft weg	56	34	9	0	327	75	14	89
controle	60	30	9	1	333	74	14	88

Tabel 18: Percentage stelen met 2, 3, 4, 5, 6 of meer dan 6 kelken en gemiddeld aantal kelken per steel van bladsnijproef in 2^e jaar (n=56 bollen per behandeling).

Behandeling	Percentage stelen per klasse o.b.v. aantal kelken per steel					gem. aantal kelken per steel
	2 kelken	3 kelken	4 kelken	5 kelken	6 of meer kelken	
oudste blad weg	1	3	50	22	24	4.8
jongste blad weg	0	0	42	36	22	4.9
bovenste helft weg	0	2	45	27	26	5.0
controle	0	4	51	22	22	4.8



Figuur 36: Cumultief aantal geoogste bloemstelen (links) en totaal geoogst versgewicht (rechts) bij de bladsnijproef bij de cultivar Mont Blanc geteeld bij een bodemtemperatuur van 24 °C in voorjaar- en zomerperiode (n=56 bollen per behandeling).

4.10.2 Destructieve meting bladsnijproef na de koeling

Tegen het eind van de koeling is een destructieve meting uitgevoerd. Daar was ook een trend te zien dat het aantal bloeibare knoppen (> 20 mm) bij de drie behandelingen met blad snijden wat achter bleef bij de controle zonder blad snijden (Tabel 19). In het aantal verdroogde knoppen was echter vrijwel geen verschil te zien. Alleen bij het jongste blad weghalen was er 1 knop meer verdroogd dan bij de controle, maar dat kan ook een gevolg van de spreiding binnen de behandeling zijn. Het weghalen van blad lijkt dus niet direct veel invloed te hebben op de knopverdroging. Mogelijk zijn minder knoppen doorgroeid tot bloeibare knop door het blad snijden. Er was geen duidelijk verschil in de positie van knopverdroging in de bol in relatie tot de manier van blad snijden (bijlage V). Bij alle knopverdrogingen ging het om de buitenste (oudste) bloemknop. Er lijkt dus geen sprake van specifieke source/sinkverhoudingen binnen de plant en de positie van knopverdroging. Er was echter wel een trend dat bij de behandelingen met jong blad of bovenste helft van het blad wegsnijden, het aantal goede knoppen < 20 mm wat lager was dan bij de controle en oudste blad weg snijden. Dit zou er op kunnen wijzen dat bij jong blad of bovenste helft van blad wegsnijden de aanleg van nieuwe knoppen wat meer wordt geremd en er op die manier toch wel een effect is van de positie van het blad.

Tabel 19: Gemiddeld aantal knoppen en bolrokken per bol en gemiddelde knopgrootte bij de destructieve meting na de koeling (19 september 2011) en bij het moment van blad snijden (mei 2011) bij de bladsnijproef in het 2^e jaar bij Mont Blanc (n=8 bollen per behandeling).

Behandeling	Aantal bloemknoppen				aantal bolrokken	Lengte (mm)		
	> 20 mm	< 20 mm	totaal	Verdroogd		knop 1	knop 2	knop 3
oudste blad weg	1.5	1.6	3.1	0.4	25.8	44	24	7
jongste blad weg	1.4	1.1	2.5	0.6	22.1	38	17	5
bovenste helft blad weg	1.5	1.1	2.6	0.4	24.1	37	19	5
controle	1.8	1.3	3.0	0.5	24.0	41	22	7
startmeting mei 2011	1.3	1.0	2.3	0.0	23.0	27	15	4

Het weghalen van het bovenste deel van het blad of het weghalen van het jongste blad gaf een wat kleinere bolomtrek, lager vers- en drooggewicht van de bol en een lager percentage droge stof in de bol dan de controlebehandeling (Tabel 20). Er was weinig verschil in bolkenmerken tussen oudste blad wegsnijden en de controlebehandeling. Het aantal klisters bleef door het wegsnijden ook wat achter, maar in het totaal versgewicht van de klisters was er weinig verschil tussen de controle en jongste blad of bovenste helft van blad wegsnijden.

Tabel 20: Gemiddelde bol-, wortel- en klisterkenmerken bij de destructieve meting na de koeling (16 september 2011) en bij het moment van blad snijden (mei 2011) bij de bladsnijproef in het 2^e jaar bij Mont Blanc (n=8 bollen per behandeling).

Behandeling	Bolomtrek (cm)	vers gewicht bol (g)	droog gewicht bol (g)	% droge stof bol	Aantal klisters	vers gewicht klisters (g)
oudste blad weg	39.0	869	136	15.6	1.8	152
jongste blad weg	37.8	806	120	14.5	1.6	207
bovenste helft blad weg	38.8	804	116	14.5	1.5	201
controle	39.0	873	144	16.4	2.3	206
startmeting mei 2011	35.5	640	78	12.0	1.4	133

Bij jong blad of bovenste helft van het blad wegsnijden bleef de lengte van het blad, het aantal groene bladeren, bladoppervlakte en vers- en drooggewicht van het blad zoals te verwachten duidelijk achter (Tabel 21). Bij de behandeling met oudste blad wegsnijden bleven deze minder achter. Waarschijnlijk doordat bij de controlebehandeling ook wat oud blad afgestorven was.

Tabel 21: Gemiddelde blad kenmerken bij de destructieve meting na de koeling (16 september 2011) en bij het moment van blad snijden (mei 2011) bij de bladsnijproef in het 2^e jaar bij Mont Blanc (n=8 bollen per behandeling).

Behandeling	Lengte blad (cm)	breedte blad (cm)	aantal groene bladeren	aantal verdroogde bladeren	Blad-oppervlak groen blad (cm ²)	Versgewicht blad (g)	Drooggewicht blad (g)	% droge stof blad
oudste blad weg	132	7.0	2.6	0.4	1470	172	13.7	7.9
jongste blad weg	91	7.4	2.3	1.0	992	101	8.9	9.3
bovenste helft blad weg	66	4.6	2.3	2.6	781	101	9.6	10.2
controle	121	7.3	4.3	1.4	1808	211	17.2	8.3
startmeting mei 2011	122	7.0	5.9	0.0	2694	378	22.7	6.0

4.10.3 Destructieve meting bladsnijproef na de oogst

Bij de bollen waar het oudste of jongste blad was weggesneden was het aantal bloeibare knoppen na de oogst wat groter dan bij de controle en de bollen waar de bovenste helft van het blad was weggesneden (Tabel 22). Voor het aantal kleine bloemknoppen was het echter precies andersom. In het totaal aantal bloemknoppen per bol was weinig verschil. Alleen de bollen waarbij de bovenste helft van het blad was weggesneden leek iets achter te blijven. Er was geen verschil in het aantal bolrokken.

Tabel 22: Gemiddeld aantal knoppen, bolrokken en knopgrootte in de bol na de oogst (6 februari 2012) na de bladsnijproef in het 2^e jaar bij Mont Blanc (n=8 bollen per behandeling).

Behandeling	aantal bloemknoppen				aantal bolrokken	Lengte (mm)		
	> 20 mm	< 20 mm	totaal	Verdroogd		knop 1	knop 2	knop 3
oudste blad weg	1.6	1.0	2.6	0.1	25.5	25	13	2
jongste blad weg	1.5	1.0	2.5	0.3	24.8	25	11	2
bovenste helft blad weg	0.8	1.4	2.1	0.1	24.3	21	7	2
controle	0.9	1.5	2.4	0.3	23.1	22	11	2

Bij de behandelingen waar blad weggesneden was, was het percentage droge stof in de bol na de oogst lager dan bij de controle zonder blad snijden (Tabel 23). Het versgewicht van de klisters leek echter iets hoger dan bij de controle.

Tabel 23: Gemiddelde bol-, wortel- en klistervenmerken bij de destructieve meting na de oogst (6 februari 2012) na de bladsnijproef in het 2^e jaar bij Mont Blanc (n=8 bollen per behandeling).

Behandeling	Bolomtrek (cm)	versgewicht bol (g)	drooggewicht bol (g)	% droge stof bol	Aantal klisters	versgewicht klisters (g)
oudste blad weg	35.6	795	68.2	8.6	2.5	317
jongste blad weg	36.1	749	71.3	9.6	1.9	214
bovenste helft blad weg	33.8	702	62.7	8.9	2.6	361
controle	33.6	687	80.0	11.6	1.5	101

Tabel 24: Gemiddelde blad kenmerken bij de destructieve meting na de oogst (6 februari 2012) na de bladsnijproef in het 2^e jaar bij Mont Blanc (n=8 bollen per behandeling).

Behandeling	Lengte blad (cm)	breedte blad (cm)	aantal groene bladeren	aantal verdroogde bladeren	blad oppervlak groene bladeren (cm ²)	Versgewicht blad (g)	Drooggewicht blad (g)	% droge stof blad
oudste blad weg	111.1	6.8	7.5	0.1	3344	514	28.0	5.5
jongste blad weg	101.3	6.8	6.5	0.1	2730	387	22.3	5.8
bovenste helft blad weg	97.8	6.6	6.1	0.3	2346	323	18.6	5.9
controle	94.5	6.4	7.1	0.0	2215	289	17.6	6.0

4.11 Samenvatting 2^e jaar (2011)

- In het 2^e jaar is over het algemeen een goed klimaat gerealiseerd, hoewel er nog wel verbeterpunten zijn op momenten dat het vochtdeficiet te hoog wordt. Dit had ook gevolgen voor het dampdrukdeficiet (VPD) van het blad, welke soms hoog opliep.
- De temperatuursetpoints van de bodemverwarming zijn beter gerealiseerd dan in het 1^e jaar.
- De productie was niet hoger dan vorig jaar.
- Er zijn vrijwel geen verdroogde knoppen gevonden.
- Blad snijden heeft een negatief effect op de productie. Blad snijden heeft weinig effect op knopverdroging. De aanleg van nieuwe knoppen en doorgroei naar bloeibaar stadium wordt meer benadeeld.
- Bloemstelen geogst in het 2^e jaar zijn aangelegd in het 1^e jaar. Achterblijvende productieverhoging in 2^e jaar is mogelijk (mede) het gevolg van ongunstige omstandigheden tijdens de aanleg in het 1^e jaar.
- Weinig verschil in productie tussen bodemtemperaturen van 22 °C en 24 °C van 2 februari tot start koeling.
- Om de VPD van het blad beter onder controle te houden is het scherm meer gebruikt. Daardoor is minder licht toe gelaten dan in het 1^e jaar. In de kas van Het Nieuwe Telen bij amaryllis kon meer licht toegelaten worden, met minder bladschade dan in deze proef.

5 3^e teeltjaar (2012)

5.1 Teeltstrategie 3^e jaar

Verneveling

In het 2^e jaar was het al beter gelukt om de VPD van het blad onder controle te houden, maar bij sommige condities liep de VPD van het blad toch teveel op. In het 3^e jaar is er naar gestreefd de klimaatregeling verder te optimaliseren om de VPD van het blad nog beter onder controle te houden. Vorig jaar is verneveld op vochtdeficiet met een setpoint verlaging op instraling. Beter zou zijn om de verneveling en het dicht lopen van het scherm directer bij te sturen op VPD blad en/of verschil blad- en kastemperatuur, maar dat was helaas niet mogelijk. Het verschil tussen kas- en bladtemperatuur en de VPD zijn gevolgd in de Growwatch en aan de hand daarvan zijn de klimaatinstellingen bij gestuurd. In 3^e jaar is naar een iets lagere temperatuur in de nacht en voornacht gestreefd.

CO₂-dosering

Om de huidmondjes meer open te houden is in de loop van het 3^e jaar het setpoint van de CO₂-dosering verlaagd naar 600 ppm.

Bodemtemperatuur

De effecten van de vervroegde verhoging van de bodemtemperatuur in het 2^e jaar viel tegen. Wellicht was het lichtniveau nog te laag ten opzichte van de bodemtemperatuur en daardoor te weinig assimilaten beschikbaar voor de verhoogde ontwikkeling door de verhoogde bodemtemperatuur. Daarom is de verhoging van de bodemtemperatuur in het 3^e jaar uitgesteld tot begin maart.

ReduHeat

Bij de analyse van het klimaat en de bladtemperatuur viel op dat in de ochtend de bladtemperatuur sneller oploopt dan de kastemperatuur. Dit zou mede het gevolg kunnen zijn van de grote lichtval 's ochtends door de zijgevel aan de oostkant. Daarom is afgesproken de zijgevels in het 3^e jaar te krijten als de bladtemperatuur te veel op gaat lopen. Voor de zijgevels is ReduHeat in 1: 4 gebruikt.

In het 2^e jaar is relatief veel geschermd om de VPD blad goed te houden. Als het scherm dicht is, is er 37% lichtverlies. Een coating die in verhouding meer warmte wegneemt en meer licht toe laat zoals ReduHeat biedt mogelijk perspectief voor amaryllis, omdat amaryllis snel last heeft van oplopende bladtemperatuur. Met een dergelijke coating hoeft het binnenscherm minder snel of geheel niet meer dicht en als de coating niet teveel licht wegneemt kan daarmee het lichtniveau in de kas verhoogd worden. Daarom is voor de strategie voor het 3^e jaar voorgesteld om een dunne laag ReduHeat aan te brengen op het kasdek zodra er een periode van warm weer voorspeld wordt. Omdat de korte warme periodes in het 3^e jaar al weer voorbij waren, voordat de krijter tijd had om te krijten is het kasdek uiteindelijk niet meer gekrijt met ReduHeat tijdens de periode dat de bodemverwarming aan was. Bij de start van de koeling is het kasdek gekrijt met Redusol 1:4.

5.2 Teeltschema en klimaatinstellingen 3^e jaar (2012)

In het 3^e jaar is wat later gestart met de verhoging van de bodemtemperatuur en met vernevelen dan in het 2^e jaar (Tabel 25). In week 14 zijn de zijgevels gekrijt met ReduHeat (1:4) en een paar dagen voor de start van de koeling is het kasdek gekrijt met ReduSol (1:4).

Tabel 25. - Tijdschema van klimaatinstellingen en teelthandelingen in 3^e jaar.

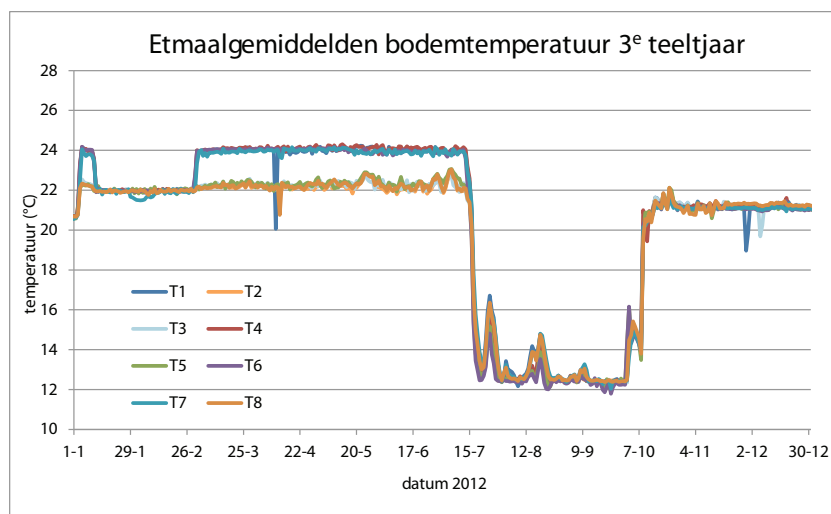
Week 1/2	Bodemverwarming bij behandelingen met hoge temperatuur tijdelijk gedurende 7 dagen naar 24 °C, daarna alles weer terug naar 22 °C. Stooktemperatuur kas = 16 °C
Week 2	Bodemverwarming bij alle behandelingen naar 22 °C
Week 9	Tot week 9 CO ₂ -dosering tot 600 ppm. Daarna CO ₂ -dosering tot 900 ppm.
Week 9	Bodemverwarming naar 24 °C bij behandelingen met hoge temperatuur
Week 11	Start verneveling. Zelfde instellingen als in 2 ^e jaar.
Week 12	Setpoint CO ₂ -dosering naar 600 ppm.
Week 13	Scherm dicht bij 650 Watt/m ² Enkel plekje met iets roodverkleuring
Week 14	Zijgevels gecoat met ReduHeat 1:4
Week 15	Growwatch hoger gehangen zodat groter oppervlak blad gemeten wordt
Week 20	Klep drain vast, kwam drain van andere afdelingen bij
Week 21	Enkele warme zonnige dagen. Waren al weer voorbij voordat krijter tijd had om te krijten. Daarom weer afgebeld.
Week 28	Kasdek gekrijt met Redusol 1:4 voor start koeling volgende week (schermwerking = 67%). Scherm alleen nog deels dicht als er bij veel instraling en grote raamstand teveel directe straling op het gewas komt.
Week 29	Start bodemkoeling. Setpoint bodemtemperatuur naar 12-13 °C Ramen sneller open. Setpoint verneveling iets verhoogd.
Week 30	Lage bodemtemperatuur onvoldoende gerealiseerd door warm weer en tekort kou beschikbaar
Week 34	Bladkleur Mont Blanc gaat flink achteruit, vertoont natuurlijke afsterving. Alle witter/roze soorten doen dit min of meer. Red Lion blijft groen.
Week 40	Bodemkoeling uit. Blad versnipperd. Week langer gekoeld dan normaal vanwege te warme bodemtemperatuur in week 30.
Week 41	Bodemverwarming aan. Setpoint bodemtemperatuur: 21 °C, setpoint stooktemperatuur: 16 °C. Bollen met hand na gesneden. Krijt verwijderd.
Week 48 t/m 4	Oogst bloemstelen

5.3 Gerealiseerde bodemtemperatuur 3^e jaar (2012)

In het 3^e jaar zijn de setpoints van de bodemtemperatuur van 22 en 24 °C van 2 maart tot de start van de koeling net als in het 2^e jaar goed gerealiseerd (Tabel 26 en Figuur 37.). Vanwege het meerjarige gewas was er in beide teeltjaren al vroeg in het jaar veel blad en daardoor weinig directe instraling op het substraat. In het 3^e jaar is langer gekoeld dan in het 1^e en 2^e jaar. Omdat in een warme periode tijdens de koeling, de bodemtemperaturen onvoldoende laag gehouden konden worden, is besloten de koelperiode te verlengen, zodanig dat de bollen in ieder geval minimaal 10 weken voldoende lage bodemtemperatuur hebben gehad.

Tabel 26: Gemiddeld gerealiseerde bodemtemperatuur (°C) per periode in 3^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) op kleikorrels en perliet geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C en gemiddeld per bodemtemperatuur setpoint.

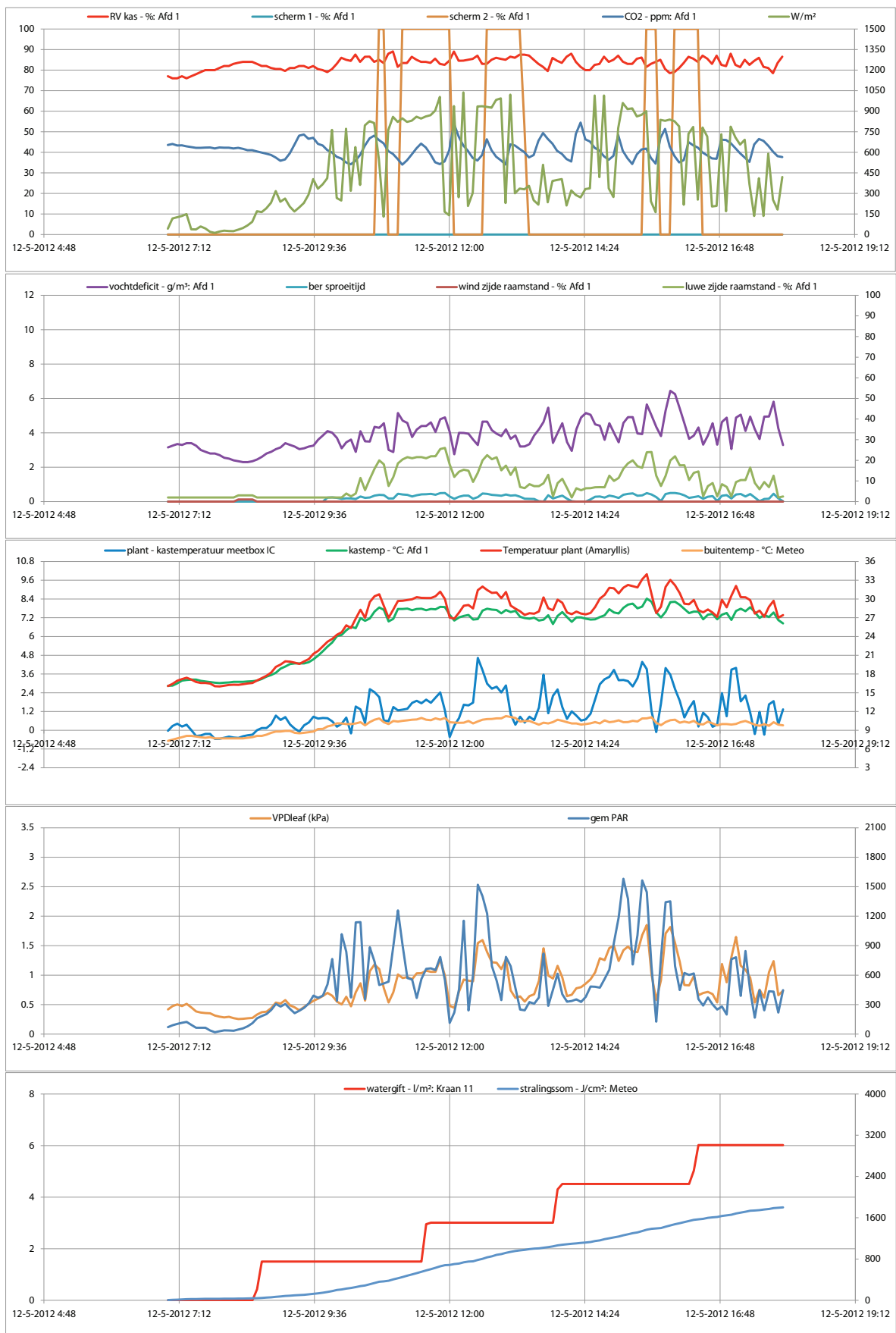
	Kleikorrels				Perliet					
	RL		MB		MB		RL		Gem	Gem
periode	T=24	T=22	T=22	T=24	T=22	T=24	T=24	T=22	T=22	T=24
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
1 jan-1 mrt	22.2	22.0	22.0	22.2	21.9	22.2	22.0	21.9	22.0	22.1
2 mrt-15 juli	24.0	22.2	22.3	24.1	22.3	24.0	23.9	22.2	22.2	24.0
18 juli-1 okt	13.0	12.7	12.7	12.8	12.7	12.6	13.1	13.0	12.8	12.9
9 okt-31 dec	21.2	21.2	21.2	21.2	21.1	21.1	21.1	21.2	21.2	21.1



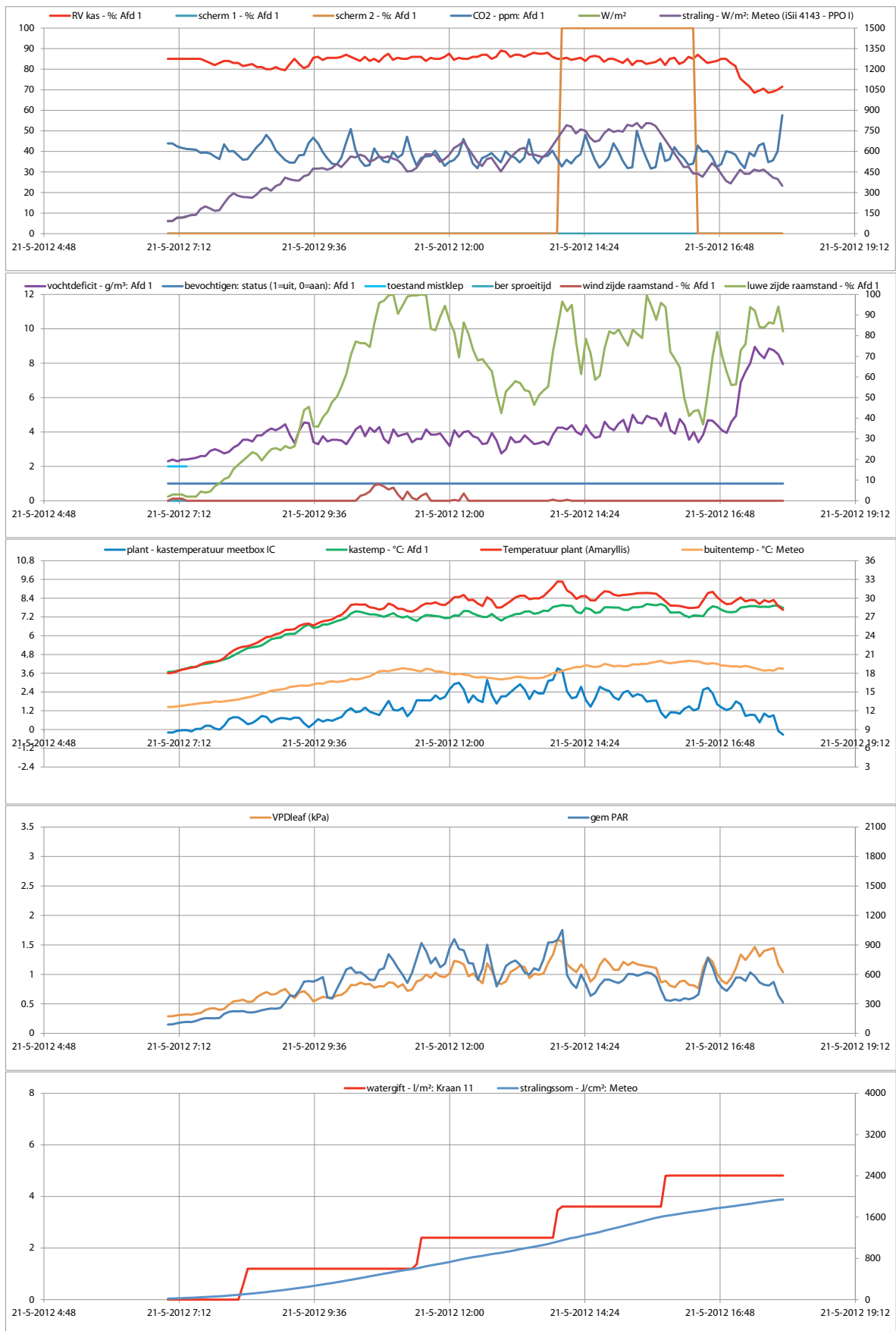
Figuur 37: Etmaalgemiddelden van de bodemtemperatuur in de 8 proefbedden in het 3^e jaar. In Tabel 26 staan de bijbehorende behandelingen van T1 tot en met T8.

5.4 Gerealiseerd kasklimaat, bladtemperatuur en VPD 3^e jaar

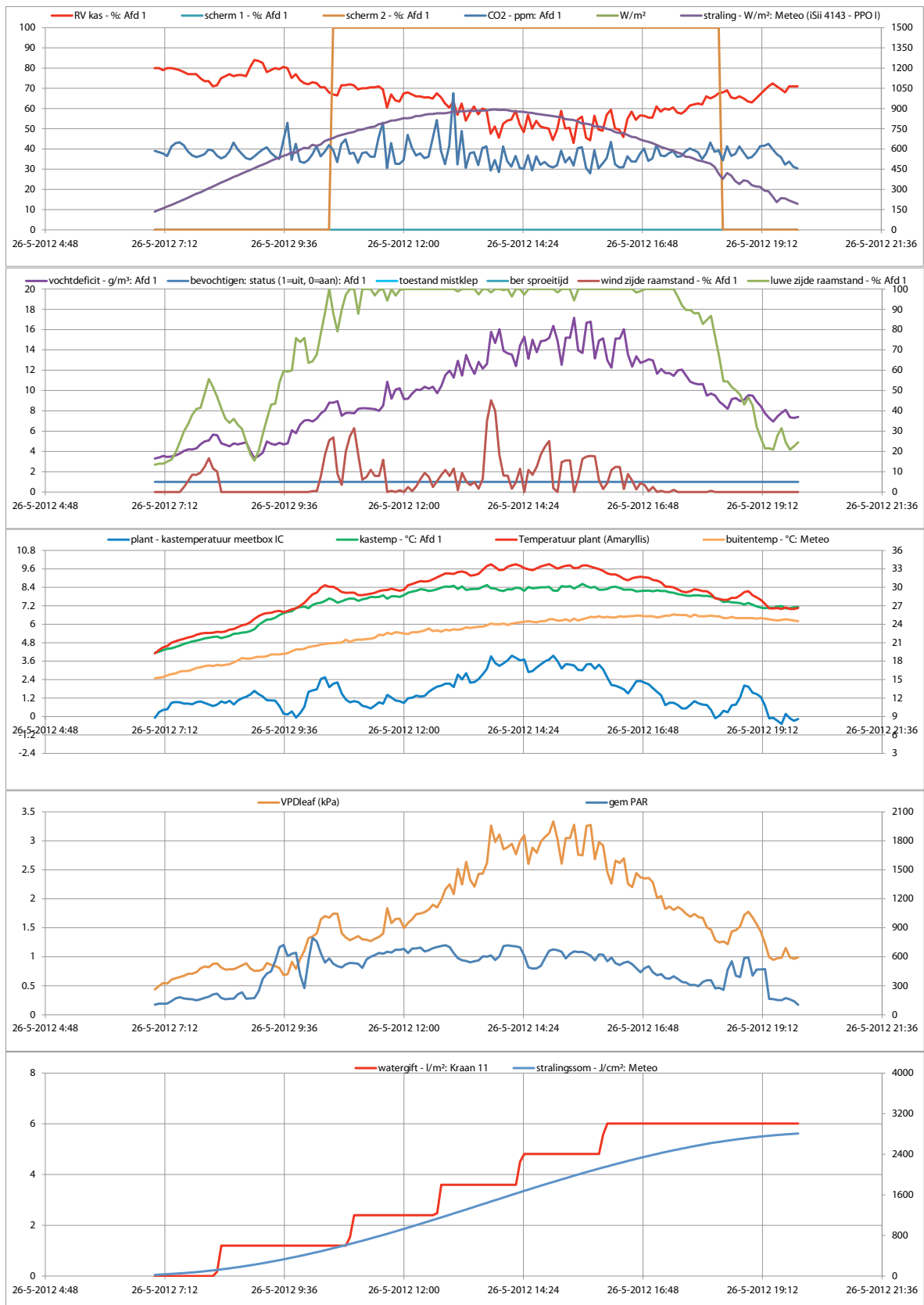
Met uitzondering van enkele pieken werd in het 3^e jaar tot eind half mei goed het gewenste klimaat gerealiseerd (zie 12 en 21 mei in Figuur 38. en 39.). Op zonnige en warme dagen, zoals bv. 26 mei lukte het echter niet om het vochtdeficiet laag te houden en liep het VPD behoorlijk hoog op (Figuur 40. en 41.).



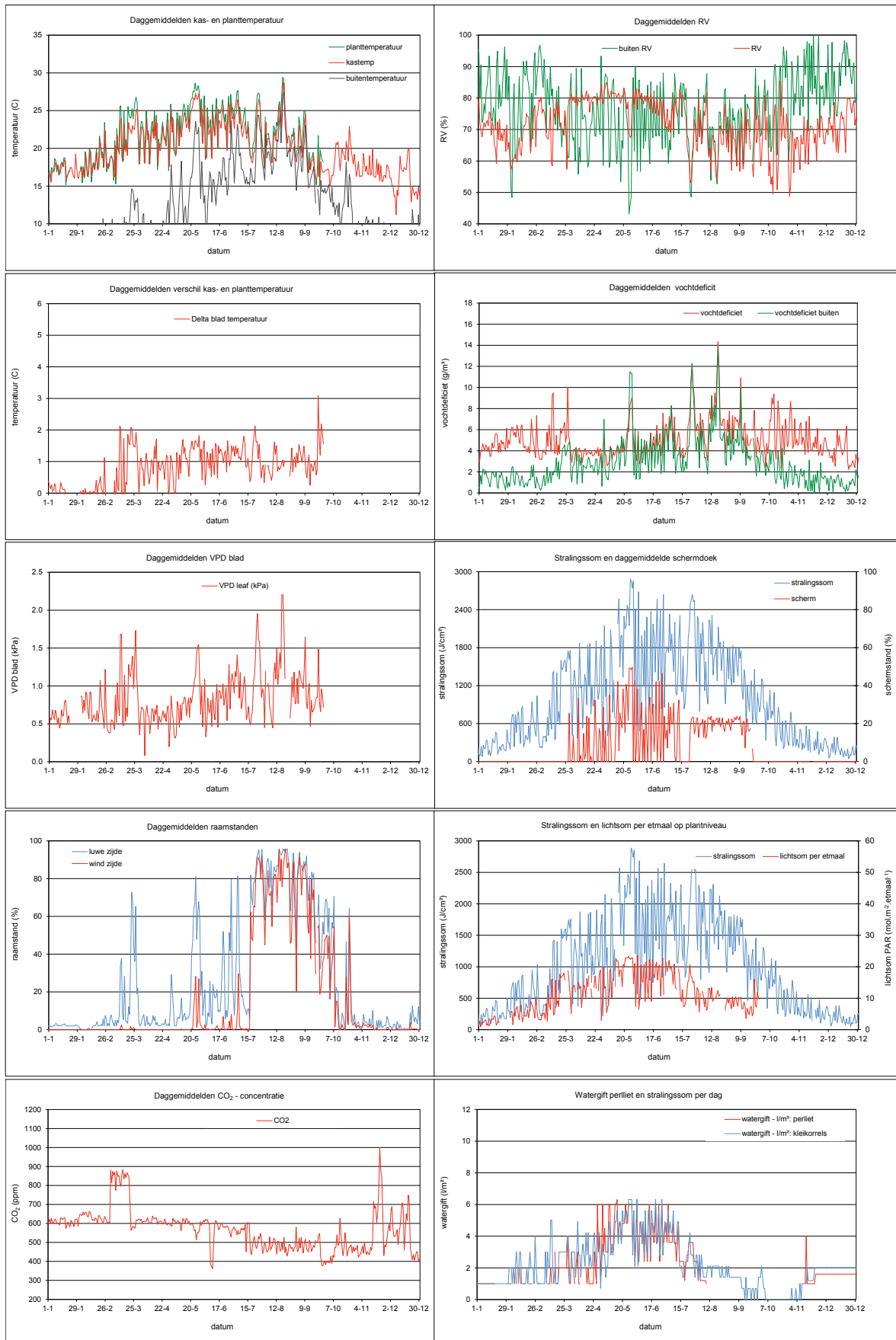
Figuur 38: Gerealiseerd kasklimaat, bladtemperatuur en VPD op 12 mei in het 3^e jaar.



Figuur 39: Gerealiseerd kasklimaat, bladtemperatuur en VPD op 21 mei in het 3^e jaar.



Figuur 40: Gerealiseerd kasklimaat, bladtemperatuur en VPD op 26 mei in het 3^e jaar.

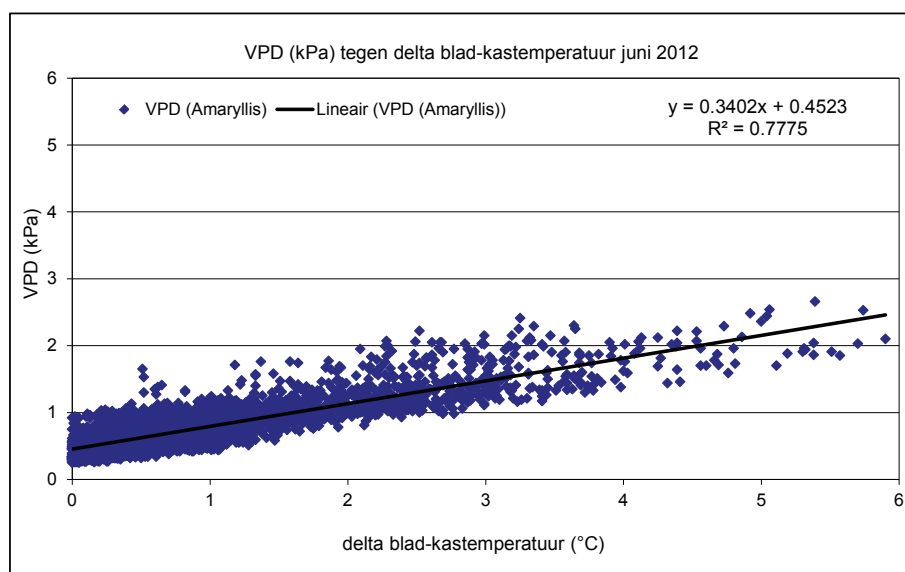


Figuur 41: Daggemiddelden van het klimaat in het 3^e jaar. Verschil blad- en kastemperatuur en VPD overdag zijn berekend door van de gegevens uit de Growwatch de periode van de dag met instraling > 5 Watt/m² te nemen.

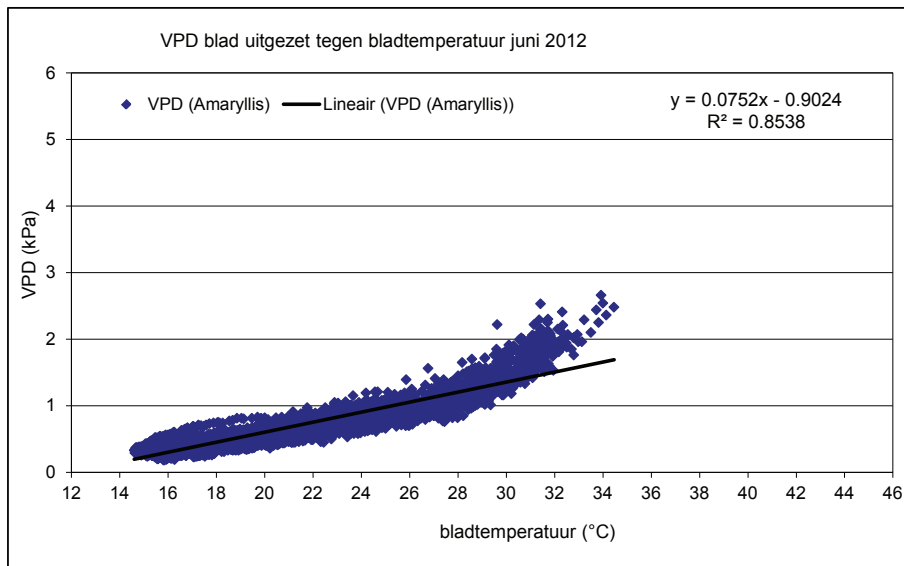
Van de 5 minutengemiddelden van juni 2012 is een extra analyse gemaakt om meer zicht te krijgen bij welke omstandigheden de huidmondjes sluiten (=omstandigheden waarbij de VPD van het blad hoog oploopt). Daarvoor is in Figuur 42. de VPD van het blad uitgezet tegen het verschil tussen blad- en kasttemperatuur. Daarin is te zien dat bij een verschil van meer dan 2 graden tussen de blad- en kasttemperatuur de VPD van het blad vaak boven de 1,2-1,5 stijgt, wat aangeeft dat de huidmondjes gaan sluiten. In Figuur 43. is de VPD van het blad uitgezet tegen de bladtemperatuur. Daarin is te zien dat tot circa 28 °C de VPD geleidelijk oploopt met de bladtemperatuur, maar bij een bladtemperatuur van circa 28 °C lijkt er een knik op te treden in de grafiek. Bij een bladtemperatuur boven 28 °C loopt de VPD van het blad sneller op dan onder de 28 °C. Dit wijst er op dat bij hoge bladtemperaturen de huidmondjes zich sneller sluiten.

In Figuur 44-boven zijn de 5-minuten gemiddelden van de bladtemperatuur uitgezet tegen de kasttemperatuur. Daarin is een bijna lineair verband tussen de blad- en kasttemperatuur te zien. De bladtemperatuur stijgt bij een hoge kasttemperatuur wel iets meer dan bij een lage kasttemperatuur, maar de 'knik' is minder duidelijk dan in Figuur 43. In Figuur 44-midden zijn alleen de 5 minuten gemiddelden weergegeven van de punten waarbij de bladtemperatuur meer dan 2 °C boven de kasttemperatuur lag. Daarin is te zien dat dit ook al bij een kasttemperatuur van iets meer dan 20 °C op kan treden. In Figuur 44-onder zijn alleen de 5 minuten gemiddelden weergegeven van de punten waarbij de bladtemperatuur meer dan 3 °C boven de kasttemperatuur lag. Daarin is te zien dat dit ook al bij een kasttemperatuur van iets meer dan 20 °C op kan treden. Situaties met een hoge VPD van het blad (wat aangeeft dat de huidmondjes sluiten) komen dus niet alleen bij hoge kasttemperaturen voor, maar kunnen ook al bij lage bladtemperaturen voor komen.

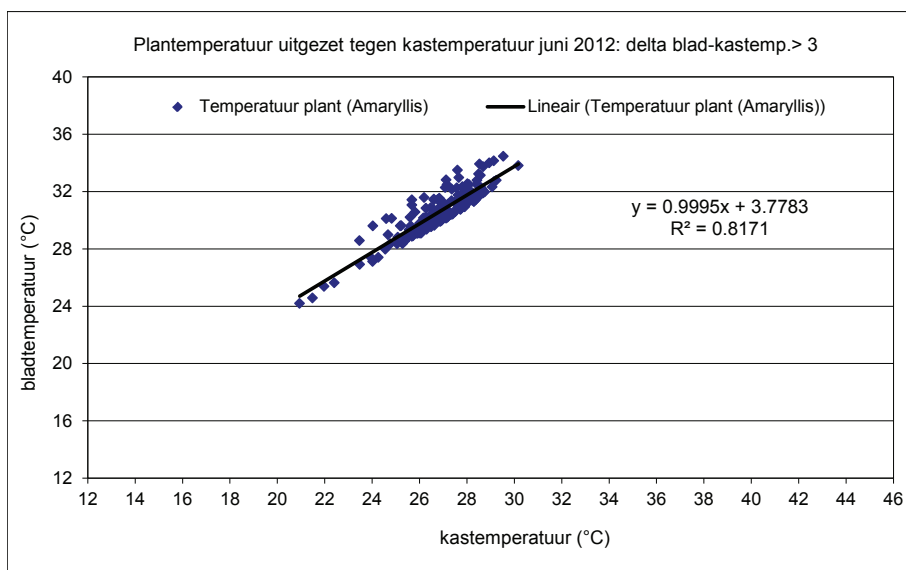
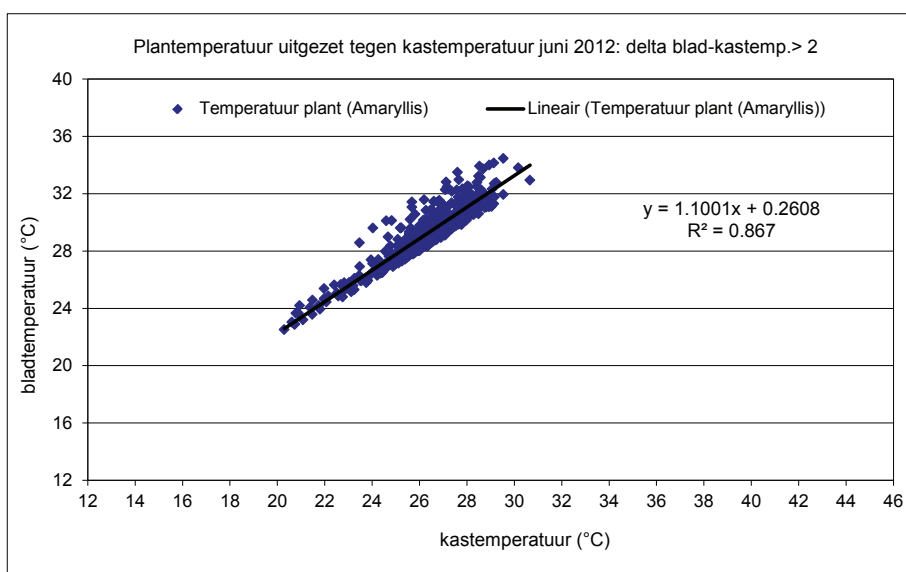
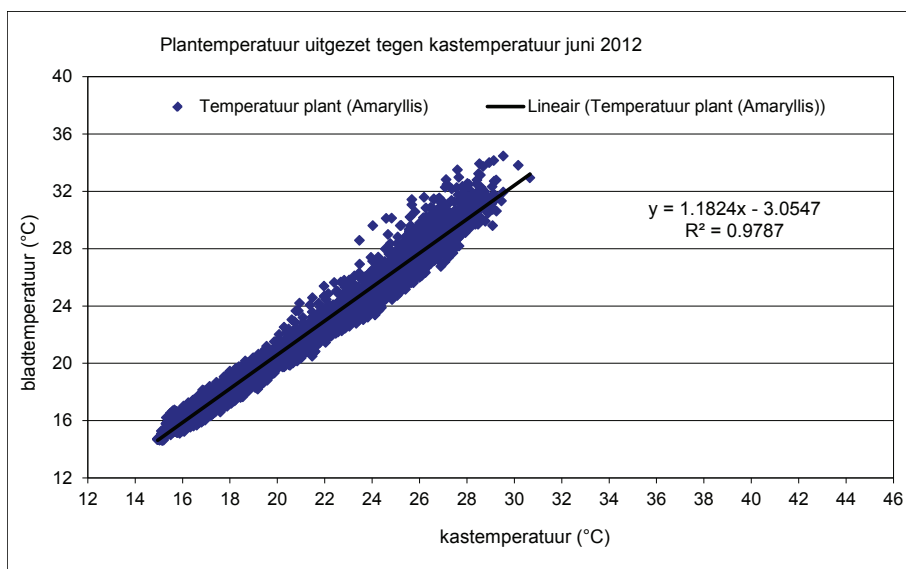
Omdat het dus per situatie verschillend kan zijn, hoe lang de VPD voldoende laag gehouden kan worden om de huidmondjes voldoende open te houden, wordt telers geadviseerd om in de teelt van amaryllis de bladtemperatuur te meten en daarmee de VPD van het blad te berekenen. Hiermee wordt duidelijk in welke situaties de VPD van het blad te hoog oploopt en kan gericht bijgestuurd worden om deze situaties te voorkomen. Verneveling kan er voor zorgen dat de VPD minder snel oploopt en langer laag gehouden kan worden. Als vernevelen alleen niet meer toereikend is om de VPD voldoende laag te houden, kan vervolgens overwogen worden het scherm dicht te laten lopen om het verschil tussen blad- en kasttemperatuur en daarmee VPD te verkleinen. Indien mogelijk scherm geleidelijk afbouwen na een weerovergang naar mooi weer, om het gewas te laten wennen aan meer licht en meer licht toe te kunnen laten. Het blijft belangrijk om zoveel mogelijk licht toe te laten, zolang de VPD niet te hoog oploopt. Meer licht betekent meer fotosynthese zolang de huidmondjes voldoende open zijn. Verder is het belangrijk om de CO₂-concentratie zodanig hoog te houden dat opname van CO₂ niet beperkend is voor de fotosynthese.



Figuur 42: VPD blad uitgezet tegen verschil tussen blad- en kasttemperatuur (5 minuten gemiddelden juni 2012).



Figuur 43: VPD blad uitgezet tegen bladtemperatuur (5 minuten gemiddelden van het klimaat van juni 2012).



Figuur 44: Bladtemperatuur uitgezet tegen kasttemperatuur van alle 5 minuten gemiddelden van juni 2012 (boven), van de 5 minuten gemiddelden van juni 2012 waarbij bladtemperatuur meer dan 2 graden boven de kasttemperatuur ligt (midden) en de 5 minuten gemiddelden van juni 2012 waarbij bladtemperatuur meer dan 3 graden boven de kasttemperatuur ligt (onder).

5.5 Gewaswaarnemingen 3^e jaar

De gewasontwikkeling tijdens en na de oogst was bij de start van het 3^e jaar gelijk dan in het 2^e jaar. Onder in het gewas zaten echter wel wat 'slapers' tussen het gewas. Eind januari stond het gewas er goed bij. Op het oog stond het gewas dat in het 1^e en 2^e jaar bij een bodemtemperatuur van 24 °C was geteeld er beter op dan dat bij een bodemtemperatuur 22 °C was geteeld. Begin april viel op dat het gewas er beter bij stond dan in het 2^e jaar en dat de bladafplitsing bij Mont Blanc op kleikorrels bij een bodemtemperatuur van 24 °C voor liep ten opzichte van 22 °C. Op perliet was er minder verschil. Het gewas leek in het 3^e jaar ook beter nieuw blad af te splitsen. Bij de tellingen van het aantal groene bladeren bij de destructieve waarnemingen (bijlage III) en bij de groeiwaarnemingen (bijlage IV) kwam het aantal bladeren echter niet hoger dan in het 1^e en 2^e jaar.

In het 3^e jaar trad bij Mont Blanc ook weer bladverkleuring op, net als in het 2^e jaar. En onder in het gewas trad verdroging op van het oude blad, bij zowel Red Lion als Mont Blanc op beide substraten (zie Foto 9.).

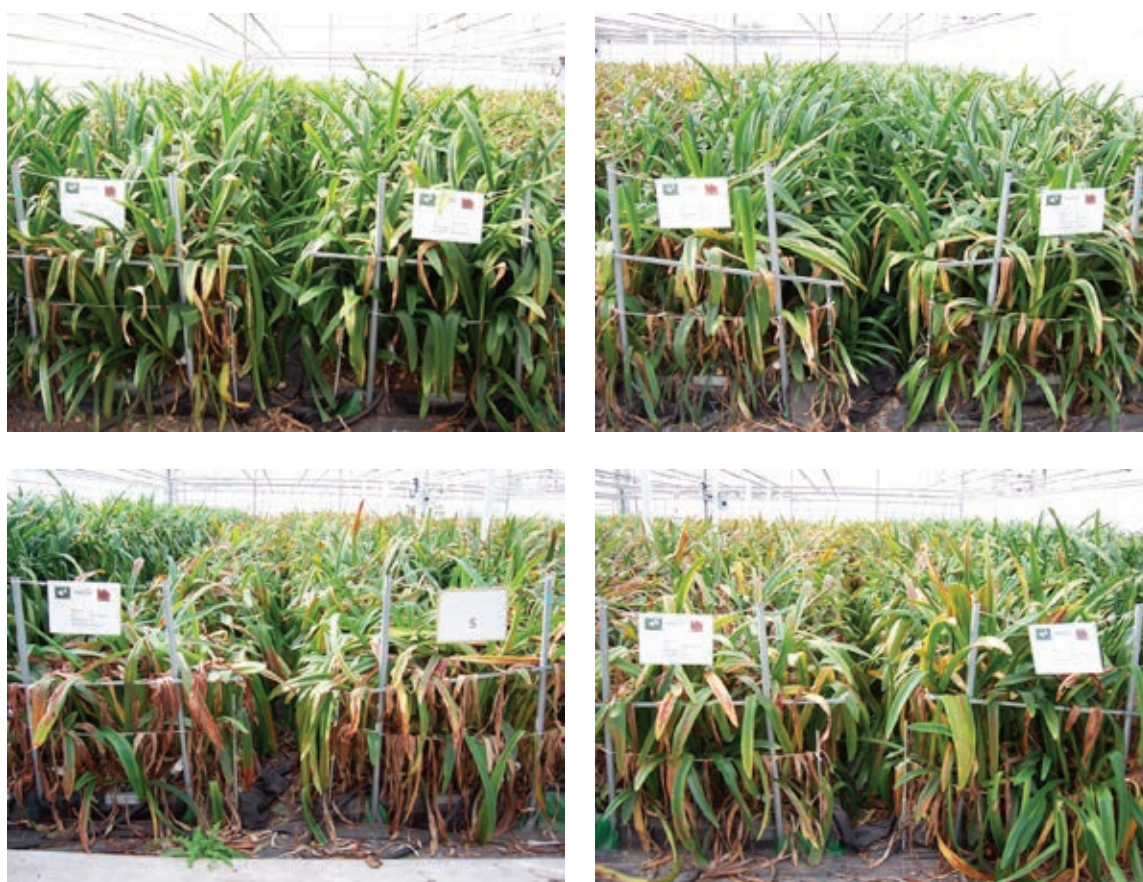


Foto 9: Bladverdroging van het oude blad onder in het gewas bij Red Lion (boven) en Mont Blanc (onder) op kleikorrels (links) en op perliet (rechts) na de koeling van het 3^e jaar op 1-10-2012.

5.6 Resultaten destructieve waarnemingen 3^e jaar

De verwachtingen voor oogst van het 3^e jaar waren op basis van de destructieve meting in februari nog hooggespannen (zie 4.6). Er waren toen veel bloemknoppen in de bol aanwezig en als de uitgroei van deze bloemknoppen op dezelfde manier zou verlopen als in het 2^e jaar én bloemknopverdroging voorkomen zou kunnen worden, zou dat een hoge productie op kunnen leveren. Ondanks het geringe aantal verdroogde knoppen, lieten de destructieve metingen van mei, juni en juli echter een minder snelle stijging van het aantal bloeibare knoppen en totaal aantal knoppen zien dan in het 2^e jaar (Figuur 45.). Op basis van het gemiddeld aantal bloeibare knoppen bij de start van de koeling was een productie te verwachten van ongeveer 60 stelen/m² bij Red Lion en ongeveer 50 stelen/m² bij Mont Blanc van de hoofdbollen. De

stelen van de klasters zouden daar dan nog bij komen. Het aantal bloeibare knoppen na de koeling in het 3^e jaar was bij Red Lion uiteindelijk ongeveer gelijk aan het 1^e en 2^e jaar (bijlage III). Bij Mont Blanc was het aantal bloeibare bloemknoppen in het 3^e jaar na de koeling ongeveer gelijk aan het 1^e jaar en wat lager dan in het 2^e jaar. Bij het aantal kleine knoppen in de bol was een opgaande lijn te zien van het 1^e naar het 2^e jaar en van het 2^e naar het 3^e jaar. De bolomtrek, versgewicht bol en drooggewicht bol was bij Mont Blanc kleiner dan in het 2^e jaar. Bij Red Lion bleef de bolomtrek meer gelijk over de jaren.

Kijkende naar het verloop van het aantal aangelegde bloemknoppen lijkt het er op dat de eerste steel die rond kerst 2012 geogst zal gaan worden, is aangelegd tussen 12 februari en 20 juli 2011 en tweede steel (en deel van derde stelen) die rond kerst 2012 geogst zal gaan worden is aangelegd tussen 20 juli 2011 en 13 februari 2012.



Figuur 45: Gemiddeld aantal bloeibare knoppen (linksboven), kleine bloemknoppen (rechtsboven), totaal aantal bloemknoppen (linksonder) en verdroogde bloemknoppen (rechtsonder) berekend per m² op basis van de destructieve metingen van Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur van 22 en 24 °C op kleikorrels in het 3^e jaar (Het aantal bloeibare bloemknoppen en totaal aantal goede bloemknoppen januari 2013 is inclusief de productie van het 3^e jaar).

Het aantal bloeibare bloemknoppen en het totaal aantal goede bloemknoppen geteld bij de destructieve metingen bij de start van de koeling (23 juli) is uitgezet tegen de bolomtrek, aantal groene bladeren en bladoppervlakte. Er was een sterkere correlatie tussen het aantal goede knoppen met het aantal bladeren en meer nog met het totale bladoppervlak per bol dan met de bolomtrek (Bijlage VI).

Op verzoek van de intensieve begeleiding is in augustus van het 2^e jaar een analyse gemaakt van alle destructieve metingen om na te gaan of er een relatie zichtbaar is tussen de positie van de verdroogde bloemknoppen en het al dan niet aanwezig zijn van een groen functionerend blad naast de verdroogde knop. Hier is geen verband gevonden. Bij 20 bloemknoppen was er wel een groen functionerend blad naast een verdroogde knop en bij 19 verdroogde knoppen was er geen functionerend groen blad naast de knop. Er is ook een vergelijking gemaakt van het aantal knoppen dat tijdens de koeling verdroogd is in het 1^e en 2^e jaar. In het 1^e jaar zijn er tijdens de koeling gemiddeld 0,28 knoppen verdroogd per bol en in het 2^e jaar 0,06. Dit komt overeen met 7,5 en 1,6 stelen per m². In het 3^e jaar zijn er tijdens de koeling gemiddeld geen verdroogde knoppen bijgekomen.

Vergelijking van de bolomtrek na de koeling in het 3^e jaar met de bolomtrek na de koeling in het 1^e en 2^e jaar, laat zien dat

de Mont Blanc bollen in het 3^e jaar gemiddeld kleiner waren dan in het 1^e en 2^e jaar (bijlage III). Bij de cultivar Red Lion was er weinig verschil. Van de cultivar Mont Blanc valt het 4^e jaar in de praktijk ook altijd tegen. Blijkbaar loopt de kwaliteit van de bollen bij Mont Blanc sneller terug dan bij Red Lion. Vergelijking van het drooggewicht van de bollen laat zien dat bij drie van de vier behandelingen het drooggewicht na de koeling in het 2^e jaar hoger was dan in het 1^e en 3^e jaar. Bij de vierde behandeling (Red Lion - 22 °C) was het drooggewicht van de bollen in het 3^e jaar juist wat hoger dan in het 1^e en 2^e jaar.

Bij de destructieve metingen viel op dat het gewas in het derde jaar behoorlijk heterogeen werd (zie Foto 10. en 11). Klusters groeien steeds verder uit en bollen die in het begin minder snel blad maken krijgen het moeilijker omdat het gewas steeds voller wordt. De doorgroei tot bloeibare knoppen blijft in deze bollen achter en trekt het gemiddelde aantal bloeibare knoppen naar beneden. Dit kan (mede) een verklaring zijn de tegenvallende productie in het 3^e jaar. Toename van ongelijkheid treedt ook op bij derde- en vierdejaars gewassen bij telers in de praktijk. Om een goede vergelijking te houden met een praktijksituatie zijn de metingen niet gecorrigeerd voor achterblijvende bollen. Volgens de intensieve begeleiding bleven de randrijen in de proef wel wat meer achter dan normaal in de praktijk.



Foto 10: Voorbeeld van een slechte bol met aangetaste bolbodem (links), voorbeeld van 4 goede knoppen uit 1 bol (midden) en voorbeeld van een knop waarbij de kelken verdroogd zijn (links op rechterfoto) bij de destructieve waarnemingen op 11 juni in het 3^e jaar.



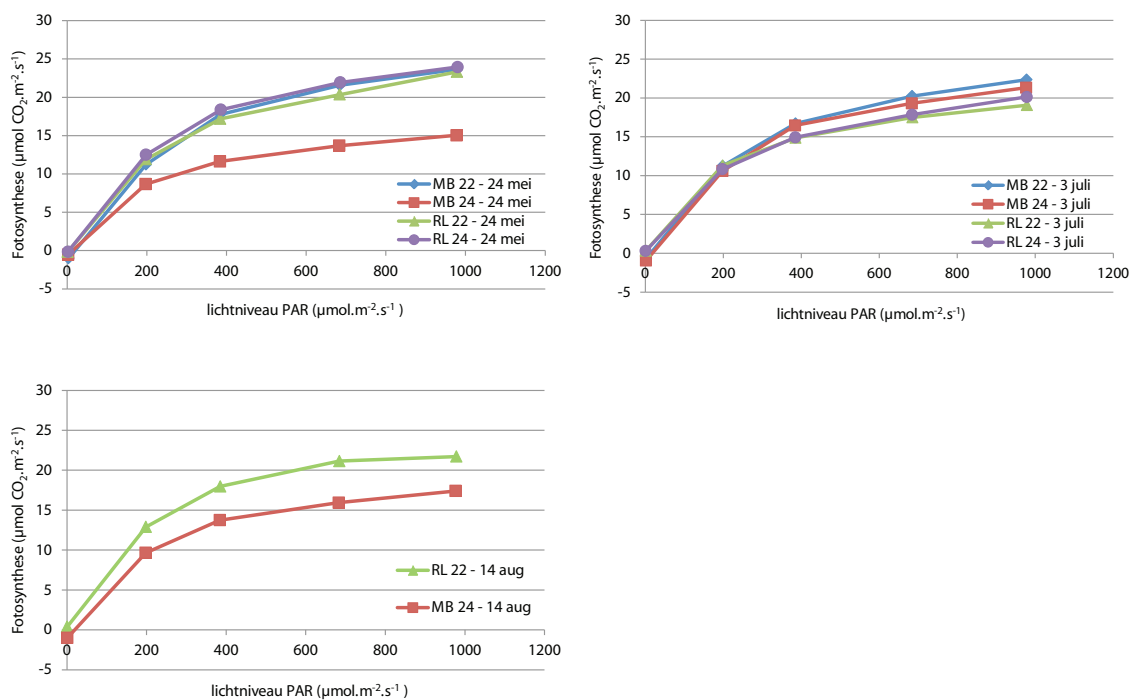
Foto 11: Bollen voor destructieve waarnemingen 1 oktober 2012. Bol uiterst links en rechts komen uit de randrijen.

5.7 Resultaten fotosynthesemetingen 3^e jaar

Bij de fotosynthesewaarnemingen op 24 mei 2012 was er bij de cultivar Red Lion geen verschil in fotosynthesecapaciteit tussen de twee bodemtemperaturen (Figuur 46-linksboven). Bij de metingen viel op dat er wel een verschil was in conductance. De huidmondjes bleken bij een bodemtemperatuur van 22 °C verder open dan bij 24 °C. Bij de cultivar Mont Blanc was de fotosynthesecapaciteit bij een bodemtemperatuur van 24 °C lager dan bij 22 °C. De meting was in het 3^e jaar (24 mei) bijna 3 weken later dan in het 2^e jaar (5 mei). De minder goede resultaten van de fotosynthesecapaciteit van het gewas bij een bodemtemperatuur van 24 °C leken in tegenspraak met de betere stand van het gewas op dat moment bij 24 °C ten opzichte van 22 °C.

Bij de metingen op 3 juli (Figuur 46-rechtsboven) hielden alleen de jonge zeer gezonde bladeren (zonder verkleuring en/of necrose) lang genoeg hun huidmondjes open om een lichtresponsecurve te meten. De conductance was overall aan de lage kant. De fotosynthesecapaciteit lag bij de meeste behandelingen net iets lager dan in mei en er was bij beide cultivars geen verschil tussen de twee bodemtemperaturen.

Bij de metingen op 14 augustus tijdens de koeling was het heel erg zoeken naar goede bladeren waaraan nog fotosynthese gemeten kon worden. De meeste bladeren waren verkleurd en slechts twee bladeren waren goed genoeg om een lichtresponsecurve te maken: één blad van de cultivar Red Lion en één blad van de cultivar Mont Blanc (Figuur 46-linksonder). Bij alle andere bladeren gingen al snel de huidmondjes dicht en was er geen goede meting meer mogelijk. Voor goede fotosynthesemetingen wordt aangehouden dat de conductance minimaal 0,1 moet zijn om een goede meting te kunnen doen, dat werd hier niet gehaald. Daarom is het de vraag of de verschillen niet meer door een verschil in conductance komen, dan door de behandeling.



Figuur 46: Fotosynthesecapaciteit van amaryllisblad bij een toenemend lichtniveau gemeten op 24 mei, 3 juli (setpoint bodemverwarming op 22 en 24 °C) en 14 augustus (setpoint bodemkoeling op 12 °C bij alle behandelingen) in het 3^e jaar bij Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) op kleikorrels.

5.8 Oogstresultaten 3^e jaar

De productie van de hoofdbollen in het 3^e jaar was wat lager (Figuur 46. en 47. en Tabel 27 en 28) dan op basis van de destructieve meting bij de start van de koeling verwacht was. Inclusief de stelen van de klisters kwam de productie wel bijna op de verwachting uit. Tijdens het strekken van de bloemstelen viel op dat bij sommige behandelingen een deel van de bollen niet uit gelopen waren. Dit zou de lagere productie (mede) kunnen verklaren. Daarom zijn na de oogst tellingen uitgevoerd van het aantal niet uitgelopen bollen per bed (zie 5.7).

Tabel 27: Aantal stelen van hoofdbol, dubbelstelen, stelen van klisters en totaal per m² en gemiddeld dagnummer van de oogst in 3^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels (geteld bij 2 meetvelden per behandeling van 64 bollen=2.39 m²).

Cultivar	Setpoint bodemtemperatuur (°C)	Aantal stelen per m ²				Percentage		gem. dagnr. oogst
		Van hoofdbol	dubbelstelen	van klisters	Totaal	dubbelstelen	van klisters	
Red Lion	22	45.8		11.3	57.0		19.8	346
	24	39.1		13.0	52.0		24.9	346
Mont Blanc	22	35.5	0.6	2.3	38.4	1.6	6.0	346
	24	32.8	2.3	4.4	39.5	5.8	11.1	349

Een bodemtemperatuur van 24 °C gaf geen hogere productie dan 22 °C in het 3^e jaar (Figuur 47. en 48. en Tabel 27 en 28). Bij Red Lion was er zelfs eerder sprake van een lagere productie dan bij een bodemtemperatuur van 22 °C. Bij de tellingen van het hele bed bleef de productie bij een bodemtemperatuur van 24 meer achter dan de tellingen van de meetvelden. Waarschijnlijk doordat bij de tellingen per bed meer slechte plekken zijn meegeteld. Bij beide cultivars zijn in het 3^e jaar bij een bodemtemperatuur van 24 °C wat meer bloemstelen van klisters geoogst dan bij een bodemtemperatuur van 22 °C. Dit roept de vraag op of de bollen bij een hoge bodemtemperatuur wellicht sneller verklisteren? Bij Mont Blanc was het aantal dubbelstelen geoogst bij een bodemtemperatuur van 24 °C wat hoger dan bij 22 °C. Dit komt overeen met het 1^e en 2^e jaar.

Tabel 28: Aantal stelen en geoogst versgewicht per m² en berekend gemiddeld steelgewicht in 3^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels en perliet, geteld per bed van 49.9 m².

Substraat	Cultivar	Setpoint bodemtemperatuur (°C)	Aantal stelen per m ²	Geoogst versgewicht (kg/m ²)	Gem. steelgewicht (gram) 3 ^e jaar
Kleikorrels	Red Lion	22	62.4	14.8	236.6
		24	48.7	10.8	221.0
	Mont Blanc	22	41.8	13.2	316.2
		24	42.2	13.1	309.8
Perliet	Red Lion	22	63.0	14.2	225.1
		24	54.3	11.6	213.7
	Mont Blanc	22	45.5	15.1	330.6
		24	41.6	14.1	339.4

Tabel 29: Aantal stelen en geoogst versgewicht per m² uitgesplitst in normale stelen van hoofdbol, dubbelstelen en stelen van klisters en percentage van de totale productie in 3^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels en perliet, geteld per bed van 49.9 m².

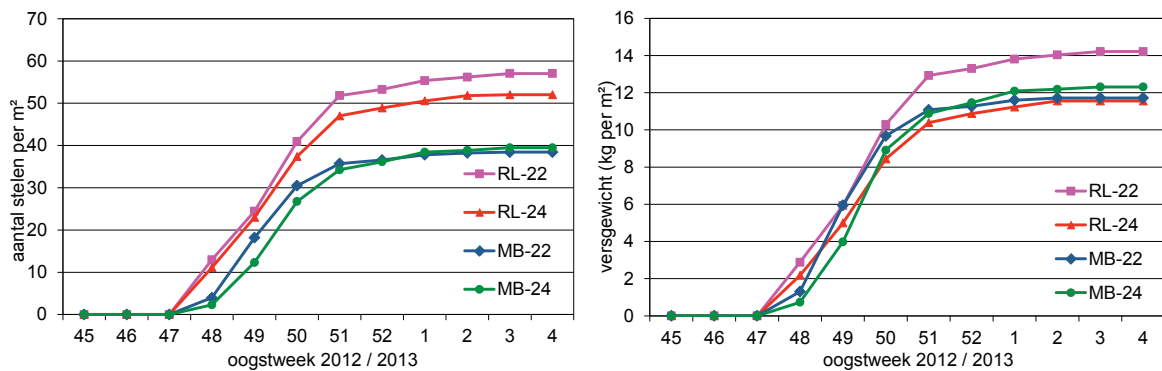
Sub-straat	Cultivar / setpoint bodemtemperatuur (°C)	Stelen per m ²					Gewicht per m ²				
		Aantal			Percentage		Gewicht			Percentage	
		hoofdbol	dubbelstelen	van klisters	% dubbel	% van klisters	hoofdbol	dubbelstelen	van klisters	% dubbel	% van klisters
Kleikorrels	RL-22	50.5		11.9		19.1	13.2		1.5		10.3
	RL-24	40.3		8.4		17.3	9.8		1.0		9.3
	MB-22	38.2	0.4	3.3	0.9	7.9	12.3	0.3	0.7	2.0	5.2
	MB-24	39.1	0.5	2.6	1.3	6.1	12.3	0.2	0.5	1.8	4.1
Perliet	RL-22	49.6		13.5		21.3	12.6		1.6		11.0
	RL-24	42.7		11.6		21.4	10.3		1.3		11.1
	MB-22	41.5	0.6	3.4	1.4	7.5	14.1	0.3	0.7	2.0	4.4
	MB-24	39.0	0.7	1.9	1.6	4.6	13.4	0.3	0.4	2.4	2.8

Tabel 30: Totaal geoogst versgewicht, percentage stelen per gewichtsklasse, gemiddeld steelgewicht, totale lengte, steellengte en bloemlengte in 3^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels (geteld bij 2 meetvelden per behandeling van 64 bollen=2.39 m²).

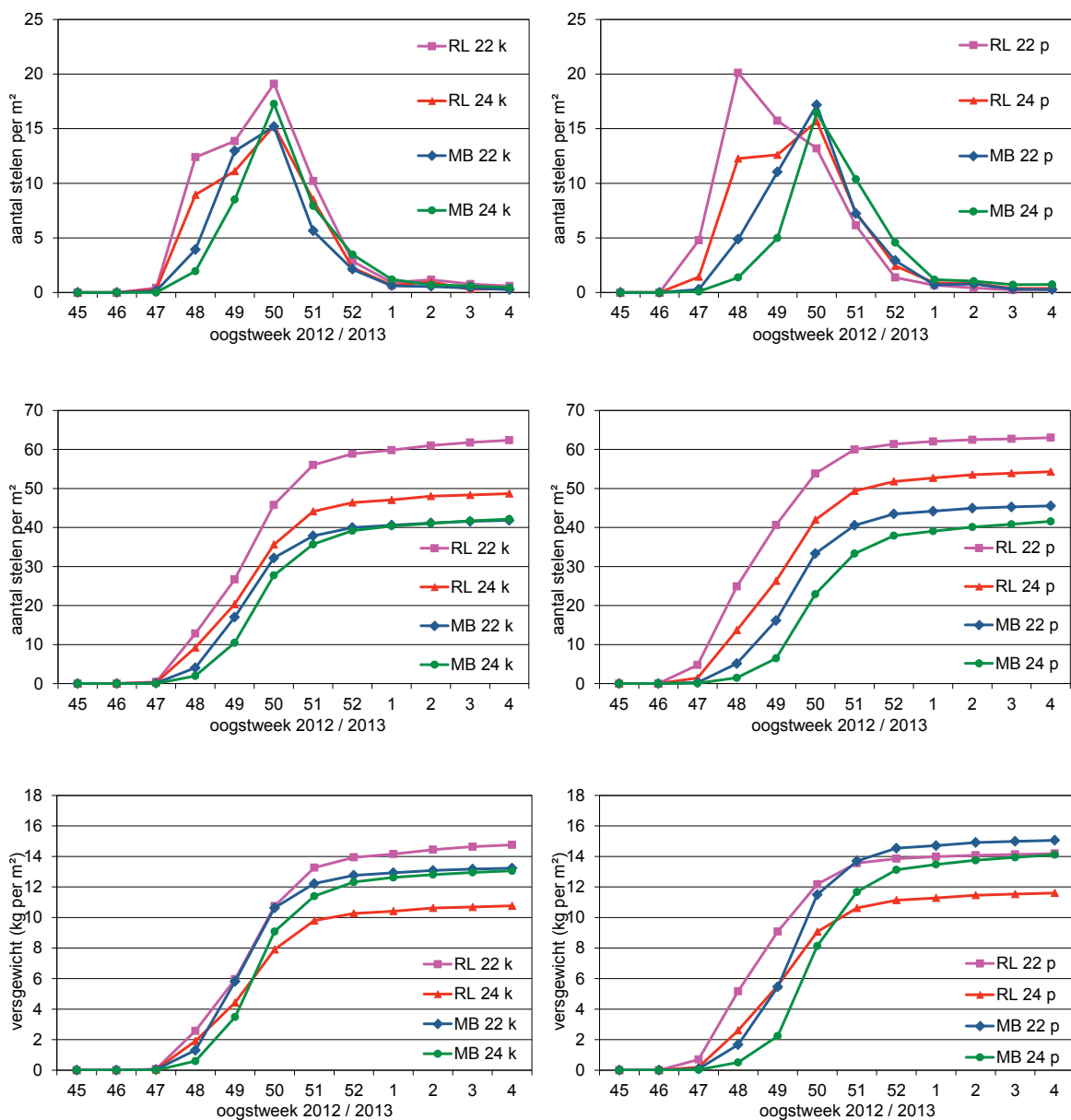
Cultivar	Setpoint bodemtemperatuur (°C)	Totaal geoogst versgewicht (kg/m ²)	Percentage bloemstelen per gewichtsklasse				gem. steelgewicht (gram)	Lengte (cm)		
			> 300 gram	225-300 gram	150-225 gram	< 150 gram		steel	bloem	totaal
Red Lion	22	14.2	28	40	19	14	250	76	11	87
	24	11.6	16	40	22	22	222	73	11	84
Mont Blanc	22	11.7	54	35	9	2	307	81	13	94
	24	12.3	62	24	10	4	314	83	13	97

Tabel 31: Percentage stelen met 2, 3, 4, 5, 6 of meer dan 6 kelken en gemiddeld aantal kelken per steel in 3^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels (geteld bij 2 meetvelden per behandeling van 64 bollen=2.39 m²).

Cultivar	Setpoint bodemtemperatuur (°C)	Percentage stelen per klasse o.b.v. aantal kelken per steel					Gem. aantal kelken per steel
		2 kelken	3 kelken	4 kelken	5 kelken	6 of meer kelken	
Red Lion	22	7	3	90	0	0	3.8
	24	8	6	84	2	0	3.8
Mont Blanc	22	3	4	77	14	2	4.1
	24	6	8	61	14	12	4.2



Figuur 47: Cumulatief aantal geogste bloemstelen (links) en totaal geogst versgewicht (rechts) per m² in 3^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels (geteld bij 2 meetvelden per behandeling van 64 bollen=2.39 m²).



Figuur 48: Aantal geogste bloemstelen per week (boven), cumulatief aantal geogste bloemstelen (midden) en cumulatief geogst versgewicht (onder) per m² in 3^e jaar bij de cultivar Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 of 24 °C op kleikorrels (links) en perliet (rechts) geteld per bed van 49,9 m². NB: bij behandelingen op kleikorrels zijn 5 keer per jaar bollen gerooid voor destructieve waarnemingen, bij perliet niet. In 3^e jaar is productie gecorrigeerd voor weggehaalde bollen.

5.9 Extra waarnemingen na de oogst van 3^e jaar

Omdat tijdens het strekken van de bloemstelen opgevallen was dat bij sommige behandelingen een deel van de bollen niet uit gelopen waren, zijn na de oogst tellingen uitgevoerd van het aantal niet uitgelopen bollen per bed. Op 23 januari 2013 is steekproefsgewijs het aantal uitgelopen en niet uitgelopen bollen per bed geteld. Dit was na het bladsnijden en voor het rooien van de bollen. Per bed zijn 6 vakjes à 40 bollen verspreid over het bed van voor naar achter geteld (=totaal 240 bollen per bed). Dit is uitgevoerd bij de behandelingen met kleikorrels en een extra telling is uitgevoerd bij de bedden met Red Lion op perliet. Alles wat één of meer blad gemaakt had, is meegeteld als uitgelopen bol. Niet uitgelopen bollen waren onder meer op het oog goede bollen die niet uitgelopen waren, verrotte bollen of bollen die helemaal verklisterd waren.

Tabel 32. laat zien dat bij de cultivar Red Lion op de proefbedden met een bodemtemperatuur van 24 °C in voorjaar en zomer circa 10/11% van de bollen niet uitgelopen was. Dit was zowel op de kleikorrels als het perliet zichtbaar. Bij een bodemtemperatuur van 22 °C jaarrond was 0 tot 3% van de bollen niet uitgelopen en bij de cultivar Mont Blanc op kleikorrels waren bij beide temperaturen 2 tot 3% van de bollen niet uitgelopen. Bij deze cultivar was er dus geen verschil tussen 22 en 24 °C bodemtemperatuur.

Tabel 32: Percentage uitgelopen bollen 23 januari 2013 (n=240 per behandeling).

Substraat	Cultivar	Bodemtemperatuur (°C)	% uitgelopen bollen
kleikorrels	Red Lion	22	100
		24	90
	Mont Blanc	22	97
		24	98
perliet	Red Lion	22	97
		24	89

Vervolgens is bij de cultivar Red Lion van elk geteld vak de middelste rij bollen opgerooid, gezoold en beoordeeld (=6 rijen à 8 bollen verspreid over het bed). De bollen zijn daarbij in 4 klassen: goede bollen met bolbodem helemaal wit, bollen met witte bolbodem met alleen kleine bruine puntjes in cirkel van wortelaanhechting, bollen met kleine of grote bruine (rotte) plek in bolbodem of bollen die geheel rot of helemaal weg waren (Tabel 33). Bij de beoordeling viel op dat bij de grote bollen vaak bruine puntjes in wortelaanhechting te zien waren. Bij de kleine bollen was dit minder vaak te zien en was de wortelaanhechting meestal wel helemaal mooi wit. In de klasse met bruine plek in wortelbodem is alles met een bruine plek mee geteld, van een klein bruin plekje tot grotere bruine plek in de bolbodem.

Tabel 33. laat zien dat bij de cultivar Red Lion op de proefbedden met een bodemtemperatuur van 24 °C in voorjaar en zomer bij 31% van de bollen een kleine of grotere bruine plek in de bolbodem zichtbaar was. Dit was zowel op de kleikorrels als het perliet zichtbaar. Bij een bodemtemperatuur van 22 °C jaarrond had 2 tot 6% van de bollen een bruine plek in de bolbodem. Op de kleikorrels waren bij een bodemtemperatuur van 24 °C in voorjaar en zomer bovendien nog eens 10% van de bollen helemaal rot of weg.

Tabel 33: Percentage Red Lion bollen per kwaliteitsklasse na zolen 23 januari 2013 (n=48 per behandeling).

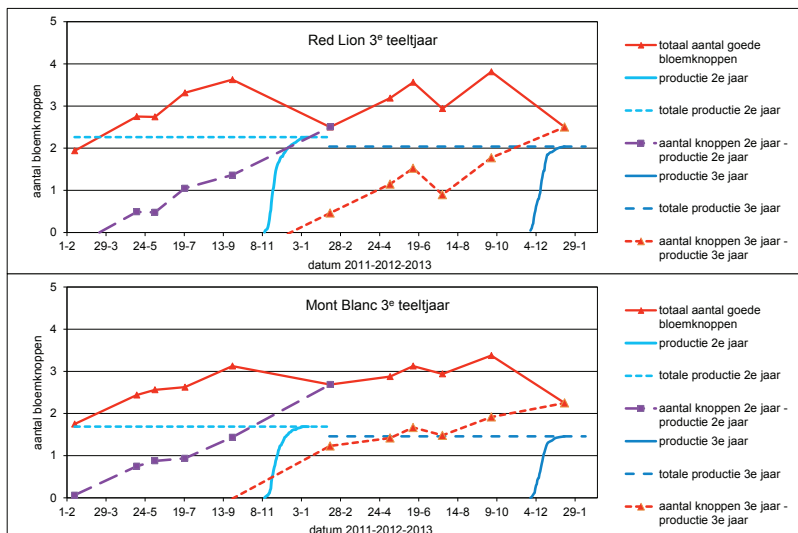
Substraat	Bodemtemperatuur (°C)	Percentage bollen per klasse:			
		goed	witte bolbodem, bruine puntjes in wortelaanhechting	bruin plek(je) in bolbodem	helemaal rot of weg
kleikorrels	22	21	77	2	0
	24	13	46	31	10
perliet	22	21	69	6	4
	24	21	48	31	0

De bruine plek in de bolbodem is waarschijnlijk het gevolg van *Fusarium*. Een op het oog gezonde bol en een rotte bol zijn beide onderzocht. Van de rotte bol is weefsel genomen van een jong blad in de bol op het grensvlak van wit gezond materiaal en bruin aangetast materiaal en op een voedingsbodem gelegd. Hier groeide *Fusarium* uit. De rotte bol was ook aangetast door bacteriën, maar deze zijn waarschijnlijk secundair, na de *Fusarium* opgetreden. Ook in wortelpuntjes van de rotte bol is *Fusarium* gevonden. Bij de op het oog gezonde bol is een stukje wit weefsel midden uit de bolbodem gesneden. De buitenkant van dit stukje weefsel is ontsmet en vervolgens is het weefsel op een voedingsbodem gelegd. Ook hier groeide *Fusarium* uit. Dus ook in bollen met een op het oog gezonde witte bolbodem kan toch *Fusarium* aanwezig zijn. Omdat de buitenkant van het weefsel ontsmet was, voordat het op de voedingsbodem werd gelegd is het niet waarschijnlijk dat de *Fusarium* van het mes van het zolen is gekomen.

Gezondheid van de bollen blijkt een belangrijke factor om een hoge productie te halen. Bij uitval of aantasting door *Fusarium* gaat de productie sterk achteruit.

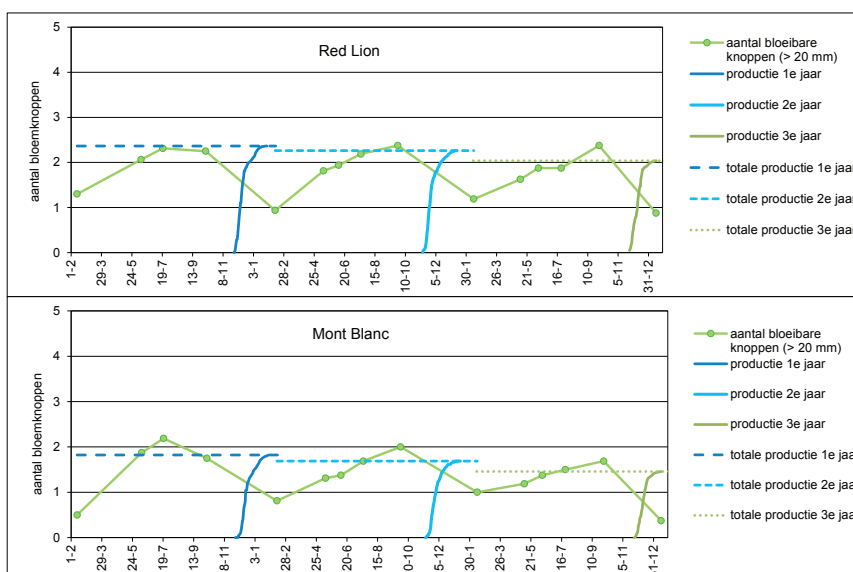
5.10 Evaluatie oogst en destructieve metingen 3^e jaar

Na afloop van het 3^e jaar is met behulp van de resultaten van de destructieve metingen en oogstgegevens een zelfde analyse gemaakt van de bloemknopaanleg als na het 2^e jaar (Figuur 49.). Daaruit blijkt dat de geoogste stelen Red Lion van het 3^e jaar (kerst 2012) zijn aangelegd tussen maart en december 2011. Dit is 12 tot 21 maanden vóór de oogst. Bij Mont Blanc zijn de geoogste stelen van het 3^e jaar aangelegd van februari tot september 2011. Dit is 15 tot 22 maanden voor de oogst. De periode tussen aanleg en oogst lijkt voor de oogst van het 3^e jaar dus nog iets groter dan voor de oogst van het 2^e jaar. Het lijkt of de toename in aantal bloeibare knoppen enigszins is gestagneerd in de zomer. Dit zou mogelijk het gevolg kunnen zijn van de toename in variatie in bolkwaliteit (meer achterblijvers die het gemiddelde benadelen) binnen de behandelingen. Anderzijds is het ook denkbaar dat een bol een maximum aantal bloeibare knoppen maakt en vervolgens de aanleg stagneert, zoals eerder gesuggereerd door Doorduyn in 1990. In dat onderzoek werd bij Apple Blossom en Red Lion wel elke 13 en 11,5 week een knop geïnduceerd, maar werd slechts eens per 16 tot 19 weken een bloeibare knop ontwikkeld. Doorduyn geeft daar ook aan dat voor de ontwikkeling van 2 bloemknoppen minimaal 9 maanden nodig is.



Figuur 49: Bepaling periode van knopaanleg van de bloemstelen geogst in het 3^e jaar.

In Figuur 50. is het aantal bloeibare knoppen en aantal geogste bloemstelen per bol weer gegeven. Daaruit komt naar voren dat bloemknoppen die bij de start van de koeling (half juli) groter waren dan 20 mm, na de koeling zijn gaan strekken. Dit komt overeen met resultaten van eerder onderzoek (Doorduyn, 1990). Bloemknoppen die bij de start van de koeling kleiner waren dan 20 mm, bleven in de bol en bloeiden pas in een volgend jaar. Het aantal bloeibare bloemknoppen bij de start van de koeling kan zo een redelijke voorspelling geven van de oogst. Bij verdroging van bloemknoppen in de koeling, zoals bij Mont Blanc in het 1^e jaar, kan de oogst echter lager uit komen dan het aantal bloeibare knoppen bij de start van de koeling.



Figuur 50: verloop van het aantal bloeibare bloemknoppen per bol (> 20 mm) gemiddeld per bol in relatie tot de gemiddelde productie per bol in de drie teeltjaren.

5.11 Samenvatting 3^e jaar (2012)

- Gewenste productieverhoging is niet gehaald.
- Verhoogde bodemtemperatuur heeft in 3^e jaar geen meerproductie gegeven. Vooral bij Red Lion was er zelfs een lagere productie bij de verhoogde bodemtemperatuur. Dit was mede het gevolg van een hoger percentage bollen wat na de koeling niet meer uitgelopen is, mogelijk (mede) het gevolg van een grotere aantasting door *Fusarium*. Er lijkt daarom weinig speelruimte in de aan te houden bodemtemperatuur.

- Het verschil in bodemtemperatuur is relatief klein en de temperatuursom voor bloemknopaanleg bij amaryllis berekend uit eerder onderzoek is dusdanig groot, dat maar weinig effect verwacht mag worden van de toegepaste verhoging van de bodemtemperatuur (zie 6.1).
- De VPD van het blad kon beter onder controle gehouden worden, mogelijk mede door het krijten van de zijgevels. De lichtsom per etmaal op plantniveau lag in dezelfde orde van grootte als in het 2^e jaar.
- Het krijten van de kas tijdens de koeling heeft niet veel extra licht op plantniveau opgeleverd tijdens de koeling. Mede omdat voor het voorkomen van directe straling door de luchtramen op het gewas de schermen een groot deel van de dag gedeeltelijk dicht gehouden zijn.

6 Analyses na afloop van de 3 teeltjaren

6.1 Groeigraadpunt dagen

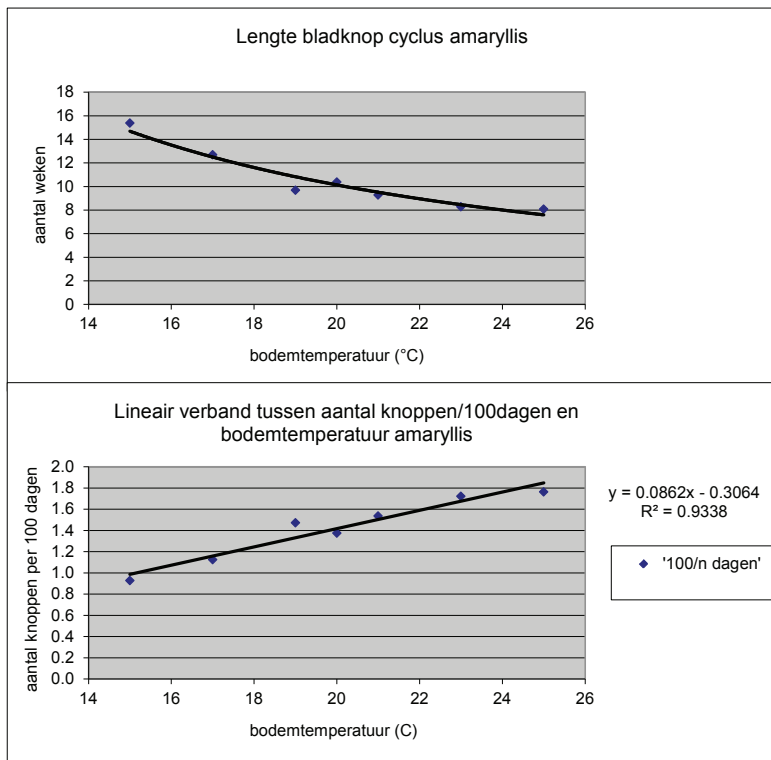
Tijdens de uitvoering van dit onderzoek is een nadere analyse gemaakt van resultaten van eerder onderzoek naar het effect van de bodemtemperatuur op de bloemknopaanleg bij een bollenteelt van amaryllis (Doorduyn, 2002). Uit de gegevens van dat onderzoek (Figuur 51-boven) is per bodemtemperatuur het aantal knoppen berekend dat in 100 dagen aangelegd wordt. Deze waarden zijn uitgezet tegen de bodemtemperatuur en vervolgens is de relatie met de bodemtemperatuur bepaald (Figuur 51-onder). Uit dit lineaire verband volgt een basistemperatuur van 3,5 °C (=temperatuur waarbij 0 bloemknoppen gemaakt worden in 100 dagen) en bij een temperatuur van 15,2 °C wordt in 100 dagen precies 1 bloemknop aangelegd. Hieruit volgt dat voor de aanleg van 1 bloemknop dus $(15,2-3,5) \cdot 100 = 1160$ groeigraadpunt dagen nodig zijn.

In het 1^e jaar is van 7 april tot 19 juli (103 dagen) gemiddeld een verschil van 1,4 °C gerealiseerd tussen de behandelingen met een bodemtemperatuur setpoint van 22 en 24 °C (zie 3.3). Dit is een verschil van 144 groeigraadpunt dagen. Dit is slechts 12% van het aantal groeigraadpunt dagen wat nodig is om één extra knop per bol aan te laten leggen en zou betekenen dat slechts 12% van de bollen een extra bloemsteel heeft aangelegd. Bij een standdichtheid van 26,74 bollen per m² zou dat in theorie een meerproductie geven van 3.3 bloemstelen per m².

In het 2^e jaar is van 2 februari tot 12 juli (160 dagen) gemiddeld een verschil van 1,9 °C gerealiseerd tussen de behandelingen met een bodemtemperatuur van 22 en 24 °C (zie 4.3). Dit is een verschil van 304 groeigraadpunt dagen. Dit is 26% van het aantal groeigraadpunt dagen wat nodig is om één extra knop per bol aan te laten leggen. Bij een standdichtheid van 26,74 bollen per m² zou dat in theorie een meerproductie geven van 7 bloemstelen per m².

In het 3^e jaar is van 2 maart tot 16 juli (136 dagen) is gemiddeld een verschil van 1,8 °C gerealiseerd tussen de behandelingen met een bodemtemperatuur van 22 en 24 °C (zie 5.3). Dit is een verschil van 245 groeigraadpunt dagen. Dit is 21% van het aantal groeigraadpunt dagen wat nodig is om één extra knop per bol aan te laten leggen. Bij een standdichtheid van 26,74 bollen per m² zou dat in theorie een meer productie geven van 5.6 bloemstelen per m².

Hieruit blijkt dat de verhogingen van de bodemtemperatuur zoals toegepast in dit onderzoek niet voldoende zijn om de vooraf gestelde doelstelling van 25% productieverhoging te halen. Om alle bollen in 160 dagen (zoals in het 2^e jaar) 1 extra knop aan te laten leggen, zou dan in theorie de bodemtemperatuur met 7,3 °C verhoogd moeten worden naar 29,3 °C. Of tijdens alle 42 weken waarin de bodemverwarming aan staat (52 weken - 10 weken bodemkoeling) zou dan een 3,9 °C hogere bodemtemperatuur nodig zijn om alle bollen 1 bloemsteel extra aan te laten leggen. Dit is niet haalbaar in de praktijk gezien de grotere vatbaarheid voor *Fusarium* bij hogere bodemtemperaturen. De grotere gevoeligheid voor *Fusarium* is één van de mogelijke verklaringen waarom er in deze proef geen meerproductie is gerealiseerd bij een verhoogde bodemtemperatuur.



Figuur 51: Lengte bladknopcyclus in relatie tot de bodemtemperatuur op basis van eerder onderzoek van Doorduyn, 2002 (boven) en relatie tussen aantal knoppen aangelegd per 100 dagen en de bodemtemperatuur (onder).

6.2 Analyse productie 1^e, 2^e en 3^e jaar en totaal

In Tabel 34 staat een totaaloverzicht van productie en gewicht per behandeling van de 3 teeltjaren van zowel de metingen op de meetvelden (alleen kleikorrels) als de metingen per heel bed (zowel kleikorrels als perliet). In Tabel 35 t/m 38 staan de resultaten van de statistische analyses op de hoofdeffecten.

Bodemtemperatuur

Gemiddeld over alle teeltjaren, cultivars en substraten, was er in deze proef geen meerwaarde van de verhoogde bodemtemperatuur (Tabel 35). Op de meetvelden was er in alle teeltjaren weinig verschil tussen de twee bodemtemperaturen. Bij de metingen van de hele bedden was de productie bij een verhoogde bodemtemperatuur gemiddeld over alle teeltjaren lager dan bij een bodemtemperatuur setpoint van continu 22 °C. Uitgesplitst per teeltjaar was er in het 1^e jaar geen significant verschil in productie tussen de twee bodemtemperaturen in de statistische analyse. In het 2^e en 3^e jaar bleven de productietellingen van de bedden met hoge bodemtemperatuur wat meer achter dan in het 1^e jaar en was er wel een significant verschil tussen de twee bodemtemperaturen. In het 3^e jaar valt op dat de hoge bodemtemperatuur vooral bij de cultivar Red Lion achterblijft. Dit is waarschijnlijk (mede) het gevolg van de 10 à 11% niet uitgelopen bollen na de koeling van het 3^e teeltjaar (zie paragraaf 5.9).

Tabel 34: Aantal stelen en totaal geoogst versgewicht per m² en gemiddeld steelgewicht per behandeling van alle 3 teeltjaren gemeten op de meetvelden (2,39 m²) en op de hele bedden (49,9 m²).

Behandeling				Gemeten op meetvelden (2,39 m ²)*				Gemeten op hele bedden (49,9 m ²)					
teeltjaar	substraat (kleikorrels/perliet)	Cultivar (Red Lion/ Mont Blanc)	Setpoint bodem- temperatuur (°C)	Productie (aantal stelen per m ²)	Meerproductie bodemtemperatuur 24 °C t.o.v. 22 °C	Totaal geoogst versgewicht (kg/m ²)	Gemiddeld steelgewicht (gram)	Productie (aantal stelen per m ²)	Meerproductie bodemtemperatuur 24 °C t.o.v. 22 °C	Totaal geoogst versgewicht (kg/m ²)	Gemiddeld steelgewicht (gram)		
1	kk.	RL	22	62.3		15.1	242	61.6		15.0	244		
			24	64.1	1.8	15.1	235	59.5	-2.1	14.1	237		
		MB		22	47.8		14.1	294	48.5		15.4	318	
				24	49.7	1.9	14.2	285	45.3	-3.2	13.6	301	
	per.	RL							63.7		15.3	240	
										62.8	-1.0	15.6	248
		MB							48.8		15.1	310	
										47.1	-1.7	14.8	315
	2	kk.	RL	22	60.0		14.4	242	60.5		14.5	240	
				24	61.0	1	14.4	236	56.7	-3.8	13.1	230	
			MB		22	46.6		14.0	300	45.6		15.0	330
					24	43.7	-2.9	14.0	321	41.8	-3.8	14.3	341
per.									61.8		15.1	244	
										57.9	-3.8	14.0	241
									46.2		16.1	349	
										43.7	-2.5	15.6	358
3		kk.	RL	22	57.0		14.2	250	62.4		14.8	237	
				24	52.0	-5	11.6	222	48.7	-13.7	10.8	221	
			MB		22	38.4		11.7	307	41.8		13.2	316
					24	39.5	1.1	12.3	314	42.2	0.3	13.1	310
	per.	RL							63.0		14.2	225	
										54.3	-8.7	11.6	214
		MB							45.5		15.1	331	
										41.6	-4.0	14.1	339

*De extra waarnemingen op meetvelden zijn alleen bij de kleikorrels uitgevoerd.

Tabel 35: Aantal stelen, totaal geoogst versgewicht per m² en gemiddeld steelgewicht per behandeling gemiddeld over alle teeltjaren, gemeten op de meetvelden op kleikorrels (2,39 m²), op de hele kleikorrelbedden (49,9 m²) en gemiddeld op de hele bedden met kleikorrel en perliet (49,9 m²).

Setpoint bodem- bodemtem- peratuur (°C)	Gem. van meetvelden kleikorrels			Gem. van hele bed kleikorrels			Gem. hele bed kleikorrels+perliet		
	Aantal stelen per m ²	Totaal geoogst versgewicht (kg/m ²)	steelgewicht (gram)	Aantal stelen per m ²	Totaal geoogst versgewicht (kg/m ²)	steelgewicht (gram)	Aantal stelen per m ²	Totaal geoogst versgewicht (kg/m ²)	steelgewicht (gram)
22	52.0 a*	13.9 a	273 a	53.4	14.7	281	54.1 b	14.9 b	282 a
24	51.7 a	13.6 a	269 a	49.0	13.1	273	50.1 a	13.7 a	280 a

* Bij twee verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden in één kolom is sprake van een significant verschil. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

Substraat

De productie op perliet was hoger dan op kleikorrels (Tabel 36). Het verschil was echter klein (gemiddeld 1,8 stelen per m²) en kan mede het gevolg zijn van het weghalen en inboeten van bollen in de bedden met kleikorrels en tijdelijk te droge periode in het 1^e jaar bij de kleikorrels. Het totaal geoogst gewicht was op perliet ook wat hoger dan op kleikorrels en bij Mont Blanc was het gemiddelde steelgewicht op perliet ook wat hoger dan op kleikorrels. Bij de cultivar Red Lion was er geen verschil in gemiddeld steelgewicht tussen de twee substraten.

Tabel 36: Resultaten van de statistische analyse substraat van de tellingen per bed.

Hele bedden	Aantal stelen/m ²	Totaal geoogst gewicht/m ²	gemiddeld steelgewicht (gram)	
			Mont Blanc	Red Lion
kleikorrel	51.2 a*	13.9 a	319.3 a	234.6 a
perliet	53.0 b	14.7 b	333.7 b	235.4 a

* Bij twee verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden in één kolom is sprake van een significant verschil. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

Cultivar

Bij de cultivar Mont Blanc was het aantal geoogste bloemstelen per m² lager dan bij Red Lion (Tabel 37). Het gemiddeld steelgewicht was bij Mont Blanc echter duidelijk hoger dan bij Red Lion. In het totaal geoogst gewicht was er weinig verschil tussen de twee cultivars. Bij de metingen op de meetvelden was er geen significant verschil in het totaal geoogst gewicht tussen Red Lion en Mont Blanc. Bij de metingen op de hele bedden, was het totaal geoogst gewicht bij Red Lion gemiddeld iets lager dan bij Mont Blanc.

Tabel 37: Gemiddelde productie van Red Lion en Mont Blanc gemeten op de meetvelden (alleen kleikorrels) en op de hele bedden (kleikorrels en perliet) en resultaten van de statistische analyse.

	Gemiddelde van meetvelden (kleikorrels)			Gemiddelde van hele bed (kleikorrels en perliet)		
	Aantal stelen per m ²	Totaal geoogst versgewicht (kg/m ²)	gem. steelgewicht (gram)	Aantal stelen/m ²	Totaal geoogst versgewicht (kg/m ²)	gem. steelgewicht (gram)
Red Lion	59.4 b*	14.1 a	238 a	59.4 b	14.0 a	235 a
Mont Blanc	44.3 a	13.4 a	304 b	44.9 a	14.6 b	326 b

* Bij twee verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden in één kolom is sprake van een significant verschil. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

Teeltjaar

In het 1^e teeltjaar was de productie gemiddeld het hoogst, zowel in aantal stelen als in totaal geoogst versgewicht (Tabel 38). Het 2^e teeltjaar bleef iets achter en het 3^e teeltjaar bleef nog wat meer achter. Het achterblijven van het 2^e en 3^e teeltjaar trad vooral bij een verhoogde bodemtemperatuur. Bij een bodemtemperatuur setpoint van continu 22 °C was er geen significant verschil in productie tussen de 3 teeltjaren. In Bijlage I staat een grafiek en een tabel van de weekgemiddelden van de stralingssom buiten en de lichtsom gemeten op plantniveau in de drie teeltjaren. De stralingssom buiten tijdens de groeiperiode van week 1 tot start koeling (week 28), was in het 2^e teeltjaar 4% hoger dan in het 1^e jaar en in het 3^e teeltjaar 8% lager dan in het 1^e teeltjaar. De totale lichtsom gemeten op plantniveau in de kas, was in het 2^e teeltjaar echter 8% lager dan in het 1^e teeltjaar en in het 3^e teeltjaar zelfs 18% lager dan in het 1^e teeltjaar. Dit komt mede doordat in het 2^e en 3^e teeltjaar het scherm eerder dicht getrokken is dan in het 1^e teeltjaar. Vanwege de ervaringen met het snelle sluiten van de huidmondjes in het 1^e teeltjaar, is het stralingsniveau waarbij het scherm dicht liep in het 2^e en 3^e jaar lager ingesteld dan in het 1^e jaar om de huidmondjes meer open te houden.

Tabel 38: Gemiddelde productie van het 1^e, 2^e en 3^e teeltjaar gemeten op de meetvelden (alleen kleikorrels) en op de hele bedden (kleikorrels en perliet) en resultaten van de statistische analyse.

	Gemiddelde van meetvelden (kleikorrels)			Gemiddelde van hele bed (kleikorrels en perliet)		
	Aantal stelen per m ²	Totaal geoogst versgewicht (kg/m ²)	gem. steelgewicht (gram)	Aantal stelen/m ²	Totaal geoogst versgewicht (kg/m ²)	gem. steelgewicht (gram)
1 ^e jaar	56.0 c*	14.6 b	264 a	54.7 b	14.9 b	277 a
2 ^e jaar	52.8 b	14.2 b	275 a	51.8 a	14.7 b	292 b
3 ^e jaar	46.7 a	12.5 a	273 a	49.9 a	13.4 a	274 a

* Bij twee verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden in één kolom is sprake van een significant verschil. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil.

Aantal bollen met drie bloeibare knoppen

Omdat het gemiddelde aantal bloeibare knoppen per bol sterk beïnvloedt wordt door het aantal achterblijvers is in Tabel 39 een overzicht gemaakt van het aantal bollen met 3 bloeibare knoppen bij de start van de koeling en bij het einde van de koeling in de 3 teeltjaren. Bij de start van de koeling waren er in het 1^e teeltjaar meer bollen met 3 bloeibare knoppen dan in het 2^e en 3^e teeltjaar. Aan het eind van de koeling was de tendens juist andersom met in het 1^e teeltjaar iets minder bollen met 3 bloeibare knoppen dan in het 2^e en 3^e teeltjaar. Dit is waarschijnlijk het gevolg van verdroging van bloemknoppen tijdens de koeling in het 1^e teeltjaar.

Tabel 39: Aantal bollen met 3 bloeibare knoppen bij start en einde koeling in de 3 teeltjaren (n=8 bollen per behandeling).

	Start koeling			Einde koeling		
	20-7-2010	21-7-2011	23-7-2012	7-10-2010	26-9-2011	1-10-2012
MB24	3	0	0	0	0	2
MB22	1	0	0	0	1	1
RL24	2	3	1	3	5	3
RL22	3	0	1	3	2	3

7 Conclusies, discussie en aanbevelingen

7.1 Conclusies

- De productie van de cultivar Red Lion was goed en volgens de BCO hoger dan gemiddeld in de praktijk. De productie van Mont Blanc was in de eerste twee jaar ook goed, maar in het 3^e teeltjaar bleef de productie van Mont Blanc wat achter ten opzichte van de praktijk. De vooraf gestelde doelstelling van 25% productieverhoging ten opzichte van het gemiddelde van de praktijk is niet gehaald.
 - Ondanks de knopverdroging in het 1^e teeltjaar, was de productie in het eerste proefjaar het hoogst, met gemiddeld 63 stelen/m² bij Red Lion en gemiddeld 49 stelen/m² bij Mont Blanc.
 - In het 2^e teeltjaar was er vrijwel geen knopverdroging en kwam de productie op gemiddeld 60 stelen/m² bij Red Lion en gemiddeld 45 stelen/m² bij Mont Blanc.
 - In het 3^e teeltjaar zijn gemiddeld 55 stelen/m² geoogst bij Red Lion en gemiddeld 39 stelen/m² bij Mont Blanc. Bij Red Lion bleef vooral de productie bij de verhoogde bodemtemperatuur achter in het 3^e teeltjaar, mede doordat 10-11% van de bollen niet uit liepen. Bij de bodemtemperatuur van 22 °C was de productie wel goed.
- De verhoging van de bodemtemperatuur vanaf het vroege voorjaar tot de start van de koeling had in deze proef geen meerwaarde voor de productie.
- Omdat er geen duidelijke meerproductie gerealiseerd is ten opzichte van de praktijk, is niet duidelijk geworden of de gevolgde klimaatstrategie meerwaarde heeft voor de teelt van snij-amaryllis.
- Uit de bladtemperatuurmetingen bleek dat de bladtemperatuur van amaryllis soms fors boven de kasttemperatuur uit kan stijgen. Dit komt doordat dat amaryllis onder stressomstandigheden snel de huidmondjes sluit, aanzienlijk sneller dan bv. groente gewassen. Dit werd bevestigd door de fotosynthesemetingen en daaruit kwam ook naar voren dat de fotosynthesecapaciteit van het blad afneemt in de zomer. In de periode met bodemkoeling gingen de huidmondjes helemaal snel dicht. Verhoging van de RV door verneveling kan er voor zorgen dat de huidmondjes meer open blijven.
- Geoogste bloemstelen bleken 10 tot 22 maanden voor de oogst te zijn aangelegd. In één teeltjaar vindt dus zowel de uitgroei van eerder aangelegde knoppen tot bloeibare knop plaats voor de eerstvolgende oogst, als de aanleg van bloemknoppen voor de oogst van een daarop volgend teeltjaar. Ongunstige omstandigheden kunnen daardoor de oogst van twee teeltjaren negatief beïnvloeden.
- In alle 3 teeltjaren begonnen de bloemstelen bij een bodemtemperatuur setpoint van 24 °C wat later te strekken en kwam de productie daardoor wat later op gang dan bij een bodemtemperatuur setpoint van 22 °C. Dit sluit aan bij ervaringen in andere bolgewassen na een warme zomer.
- Op perliet was de productie gemiddeld hoger dan op kleikorrels. Het verschil was echter klein (gemiddeld 1,8 stelen per m²) en kan mede het gevolg zijn van het weghalen en inboeten van bollen in de bedden met kleikorrels en tijdelijk te droge periode in het 1^e jaar bij de kleikorrels.
- Bij de cultivar Mont Blanc was het aantal geoogste bloemstelen lager dan bij Red Lion. Het gemiddeld steelgewicht was bij Mont Blanc echter hoger dan bij Red Lion. In het totaal geoogst versgewicht was er weinig verschil.
- Circa 50% van het blad weg snijden in mei had een klein negatief effect op de productie. Het blad snijden gaf geen extra knopverdroging. Er was meer een tendens dat blad snijden de ontwikkeling van knoppen tot bloeibare knop en de aanleg van nieuwe knoppen remt.

- In dit onderzoek werd bevestigd dat het aantal knoppen met een lengte van 20 mm bij de start van de koeling een vrij goede voorspelling van het aantal bloemstelen na de koeling kan geven als er tijdens de koeling geen knopverdroging optreedt. Dit sluit aan bij de conclusie van Doorduyn van 1990.
- Als er knopverdroging optreedt, zijn dit meestal de oudste knoppen (meest aan buitenkant van de bol). Dit sluit ook aan bij resultaten van Doorduyn van 1990.

7.2 Discussie

- De verhoging van de bodemtemperatuur vanaf het vroege voorjaar tot de start van de koeling had in deze proef geen meerwaarde, waarschijnlijk vanwege:
 - o Bij amaryllis wordt na elke vier bladeren één bloemknop afgesplitst in de bol. De verhoging van de bodemtemperatuur was gering en de temperatuursom van één blad/knopcyclus (berekend uit resultaten van Doorduyn, 2002) is bij amaryllis zo groot, dat verhoging van de bodemtemperatuur zoals toegepast in dit onderzoek, ook in theorie maar een geringe productieverhoging kan geven.
 - o Het tegenvallende resultaat van een hogere bodemtemperatuur is mogelijk mede het gevolg van de te hoog opgelopen bodemtemperatuur in het 1^e jaar (gemiddelde gerealiseerde bodemtemperatuur van 24,7 °C bij de behandeling met verhoogde bodemtemperatuur en gemiddeld 23,3 °C bij de controlebehandeling) en daardoor opgetreden aantasting door *Fusarium*.
 - o Bovendien was er bij de cultivar Red Lion geteeld bij een hoge bodemtemperatuur een hoger percentage (10/11%) niet uitgelopen bollen in het 3^e jaar.
- De hoge temperatuursom per bladknopcyclus en grotere gevoeligheid voor *Fusarium* bij een hogere bodemtemperatuur maakt dat de bloemknopaanleg in de bol bij amaryllis maar moeilijk te versnellen is.
- Vooral in het 3^e jaar leek de toename in aantal bloemknoppen in de zomer enigszins te stagneren. Dit kan het gevolg zijn van de toename in variatie in bolkwaliteit binnen de behandelingen (meer achterblijvers die het gemiddeld aantal knoppen per behandeling naar beneden halen). Anderzijds is het ook denkbaar dat een bol een maximum aantal bloeibare knoppen maakt en vervolgens de aanleg stagneert, zoals eerder aangegeven door Doorduyn in 1990. In dat onderzoek werd bij Apple Blossom en Red Lion wel elke 13 en 11,5 week een bloemknop geïnduceerd, maar werd slechts eens per 16 tot 19 weken een bloeibare knop ontwikkeld. Doorduyn geeft daar ook aan dat voor de ontwikkeling van 2 bloeibare bloemknoppen minimaal 9 maanden nodig is. Dit zou ook kunnen verklaren waarom de productie in dit onderzoek naar opbrengstverhoging bij amaryllis lager was dan op voorhand verwacht op basis van de resultaten van onderzoek naar bloemknopaanleg in de bollenteelt van amaryllis (Doorduyn, 2002).
 - o De vraag rijst waarom de ontwikkeling stagneert als een bepaald aantal bloemknoppen ontwikkeld is in de bol. Als dit een gewaseigenschap is, beperkt dit de mogelijkheden voor productieverhoging bij amaryllis. Het kan echter ook een gevolg zijn van de source/sink verhouding in de bol, waardoor er bij een bepaalde aanmaak van assimilaten (source) maar een maximaal aantal bladeren, bloemknoppen en bolschubben aangemaakt, in stand gehouden en verder ontwikkeld kan worden. De doorgroei tot bloeibare knop zou dan stagneren als er geen assimilaten meer over zijn. Dit lijkt aan te sluiten bij de resultaten van de bladsnijproef in het 2^e jaar. 50% van het blad weg snijden in mei leek ook de ontwikkeling van bloeibare knoppen en aanleg van nieuwe knoppen enigszins te vertragen.

- In de discussie met de begeleidingscommissie kwam naar voren dat men in de praktijk de ervaring heeft dat een teelt met een teeltschema gericht op bloei in februari in het algemeen een hogere productie geeft dan een teelt met een teeltschema gericht op kerstbloei. Het is nog niet helemaal duidelijk waardoor dit komt. Mogelijk speelt de totale lichtsom tijdens de groeiperiode een rol. Bij een teeltschema gericht op bloei in februari valt de groeiperiode (met bodemverwarming aan) namelijk meer in de maanden met een hoog natuurlijk lichtniveau en is de totale lichtsom tijdens de groeiperiode hoger dan bij een teeltschema gericht op kerstbloei. Bij een teeltschema voor kerstbloei start de groeiperiode in de winter en wordt half juli al de bodemkoeling gestart, waardoor het natuurlijk licht eind juli en in augustus en september minder goed benut kan worden.
- Vanwege onderzoekswerkzaamheden is er vaker door de paden gelopen dan in de praktijk gebruikelijk is en daardoor is meer beschadiging van blad van de randrijen opgetreden dan in een praktijksituatie. Dit kan er (mede) voor gezorgd hebben dat de randrijen in deze proef meer achter gebleven zijn dan de praktijk.
- Het is niet uit te sluiten dat grote variatie tussen bollen binnen één behandeling en de tegenvallende productie bij een hogere bodemtemperatuur (mede) het gevolg is van een niet helemaal uniforme bodemtemperatuur over de bedden. Bij het rooien van de bollen na het 3^e teeltjaar bleken namelijk de slangen van de bodemtemperatuur niet overal helemaal goed te liggen. Daardoor kan het op plekken lokaal warmer (op plekken waar slangen te dicht bij elkaar lagen) of kouder (op plekken waar te weinig slangen lagen, bv. langs de zijanten van het bed) zijn geweest dan de ingestelde bodemtemperatuur tijdens de periode van verwarming van de bodem. In de periode met bodemkoeling zullen sommige bollen dan wellicht te warm zijn gebleven.
- In het eerste jaar is er een periode geweest waarin knopverdroging is opgetreden. Het is niet duidelijk of dit een gevolg was van te hoog dampdrukdeficiet omdat de klimaatomstandigheden nog niet helemaal goed geoptimaliseerd waren, een tijdelijk te lage watergift en/of een tijdelijk te hoge bodemtemperatuur in het 1^e jaar. In het 2^e en 3^e jaar zijn de klimaatinstellingen verder geoptimaliseerd, is de watergift beter gecontroleerd en bijgestuurd en zijn de bodemtemperatuur setpoints beter gerealiseerd. In het 2^e en 3^e jaar is weinig knopverdroging meer opgetreden in het voorjaar en zomer.
- *Amaryllis (Hippeastrum)* is van oorsprong een tropische plant afkomstig uit Midden en Zuid Amerika, met name Brazilië en Peru (Okubo, 1993). De plant zal dus van oorsprong gewend zijn aan omstandigheden met hoge RV's en dit zou mede kunnen verklaren waarom het gewas snel de huidmondjes sluit bij een lage RV.
- Bij enkele fotosynthesemetingen kwam naar voren dat de fotosynthesecapaciteit bij een verhoogde bodemtemperatuur lager was. Achterblijven van de fotosynthese bij hoge worteltemperatuur is ook bij andere gewassen gezien (Jan Snel, pers. com.). Bij veel metingen in deze proef was er echter geen duidelijk verschil in fotosynthesecapaciteit tussen de twee bodemtemperaturen.
- Aangezien verhoging van de productie per bol beperkt is, moet verhoging van de productie per m² kas meer gezocht worden in een hogere standdichtheid of mobiele systemen waarbij meer bollen per m² kas gezet kunnen worden.
- Het is niet duidelijk of verkleuring van het blad in de zomer, zoals bij Mont Blanc op trad, wel of niet goed is. Bij deze cultivar treedt in de praktijk ook vaak bladverkleuring op in de zomer bij meerjarige gewassen. Daarom wordt het in de praktijk soms gezien als mogelijke natuurlijk afsterving van blad in de natuurlijke cyclus van de bol. Anderzijds is roodverkleuring van het blad een algemeen verschijnsel van stress. In een zoutproef met amaryllis nam de roodverkleuring toe bij een hoger zoutgehalte. Enkele fotosynthesemetingen aan verkleurde bladeren lieten zien dat de fotosynthesecapaciteit van deze bladeren erg laag was. Verkleurd blad zal dus weinig assimilaten aanmaken en weinig bijdragen aan droge stof productie.

- In de praktijkkas van het Nieuwe Telen amaryllis is in 2011 minder geschermd en meer licht toegelaten en kon langer een hoog vochtdeficiet gerealiseerd worden dan in de proefkas. Er is geen duidelijke verklaring gevonden voor dit verschil. Het geeft wel aan dat het per situatie verschillend is, hoe lang de VPD voldoende laag gehouden kan worden om de huidmondjes voldoende open te houden.

7.3 Aanbevelingen

- Gezond houden van de bollen blijkt een belangrijke voorwaarde om een hoge productie te halen. Omdat productieverhoging van een enkele bol lastig is, zal productieverhoging vooral moeten komen uit een vermindering van achterblijvers. Bij uitval of aantasting door *Fusarium* gaat de gemiddelde productie sterk achteruit.
- Omdat productieverhoging van een enkele bol lastig is, is een goede uniformiteit binnen een partij een voorwaarde voor een hoge productie. Bij de destructieve metingen viel de grote variatie binnen één behandeling op. Deze variatie nam toe, naarmate de bollen langer vast stonden. Langs de zijkant van het bed, maar ook midden op het bed bleven bollen achter. Bollen die snel uitlopen nemen veel licht weg boven de bollen die laat uitlopen, waardoor bladeren van late bollen in de schaduw staan. Het verschil in bolomvang wordt daardoor steeds groter. Bollen die achterblijven, trekken de gemiddelde productie sterk naar beneden.
- Omdat het per situatie verschillend kan zijn, hoe lang de VPD voldoende laag gehouden kan worden om de huidmondjes voldoende open te houden, wordt telers geadviseerd om in de teelt van amaryllis de bladtemperatuur te meten en daarmee de VPD van het blad te berekenen. Hiermee wordt duidelijk in welke situaties de VPD van het blad te hoog oploopt en kan gericht bijgestuurd worden om deze situaties te voorkomen. Verneveling kan er voor zorgen dat de VPD minder snel oploopt en langer laag gehouden kan worden. Als vernevelen alleen niet meer toereikend is om de VPD voldoende laag te houden, kan vervolgens overwogen worden het scherm dicht te laten lopen om het verschil tussen blad- en kasttemperatuur en daarmee VPD te verkleinen. Indien mogelijk scherm geleidelijk afbouwen na een weerovergang naar mooi weer, om het gewas te laten wennen aan meer licht en meer licht toe te kunnen laten. Het blijft belangrijk om zoveel mogelijk licht toe te laten, zolang de VPD niet te hoog oploopt. Meer licht betekent meer fotosynthese zolang de huidmondjes voldoende open zijn. Verder is het belangrijk om de CO₂-concentratie zodanig hoog te houden dat opname van CO₂ niet beperkend is voor de fotosynthese.
- In deze proef is er naar gestreefd de huidmondjes meer open te houden door het klimaat zodanig in te stellen dat de VPD van het blad, berekend met kasttemperatuur en RV gemeten door de klimaatmeetbox en bladtemperatuur gemeten met IR-camera van de Growwatch, niet te veel oploopt. Deze camera meet de temperatuur van de bovenkant van het bladpakket. Er is dus gestuurd op het open houden van de huidmondjes van de bovenste bladeren en als alleen verneveling onvoldoende was om VPD van het blad voldoende laag te houden, is het scherm dicht getrokken. De assimilatie van het bovenste blad wordt daardoor minder geremd, maar het onderste blad krijgt daardoor echter minder licht en zal daardoor minder assimilaten aan maken. Het is niet bekend wat optimaal is voor het totale gewas. De totale fotosynthese van het gehele bladpakket (wat bij amaryllis aanzienlijk is met een LAI tot boven de 10, zie Bijlage III) bepaald hoeveel assimilaten er in totaal aangemaakt worden en beschikbaar komen voor de bloemknopontwikkeling en bolgroei. Daarom zou het interessant zijn te vergelijken wat de totale productie is bij een strategie met verneveling zonder schermen ten opzichte van de strategie zoals toegepast in het 2^e en 3^e jaar van dit onderzoek met verneveling met schermen als de VPD van het bovenste blad te hoog wordt. Omdat sommige telers in de praktijk een geheel andere teeltstrategie toe passen met veel luchten (luchten bij 16 °C met lichtverhoging van max. 4 °C) en lage temperatuur in de winter zou dat als 3^e strategie mee genomen kunnen worden in de vergelijking.

- Vanwege de afwijkingen in de duur van bloemknopaanleg ten opzichte van onderzoek naar bodemtemperatuur in de bollenteelt (Doorduyn, 2002) en onduidelijkheden in het patroon en bepalende factoren voor de doorgroei tot bloeibare knop wordt geadviseerd vervolgonderzoek te doen naar het effect van een reeks bodemtemperaturen in een snijbloemteelt van amaryllis. Resultaten van een dergelijk onderzoek zullen meer inzicht geven en mogelijk nieuwe aanknopingspunten opleveren om de productie van amaryllis te verhogen.
- Als de uitgroei tot bloeibare knoppen geremd wordt door de aanwezigheid van meerdere bloeibare knoppen, kan misschien beter gedacht worden aan verkorting van de groeiperiode en eerder koelen. Meerdere kortere teeltcycli (bv. 4 bloeiseizoenen in 3 jaar) leveren mogelijk meer productie op dan minder lange teeltcycli (3 bloeiseizoenen in 3 jaar).
- Gezien de grote gevoeligheid van de huidmondjes en sterk oplopende bladtemperatuur is het interessant te onderzoeken wat coatings waarbij relatief meer warmte buiten de kas gehouden wordt zoals bv. ReduHeat, kunnen betekenen in de teelt van amaryllis. Gezien resultaten bij andere gewassen en het dikke bladpakket bij amaryllis, is het ook interessant onderzoek te doen naar het effect van diffuse coatings of diffuus glas in combinatie met verneveling in de teelt van amaryllis. Bij andere gewassen kan met verneveling en diffuus glas meer licht toe gelaten worden dan gebruikelijk en groeiwinst behaald worden.
- Bij aardbei wordt cyclisch belicht als het gewas onvoldoende kou heeft gehad om de bloemknoprust te doorbreken. Dit roept de vraag op of een gedeelte van de bodemkoeling bij amaryllis wellicht vervangen zou kunnen worden door cyclische belichting of lange dag belichting. Door verkorting van de koelperiode zou de groeiperiode dan verlengd kunnen worden. Bij amaryllis wordt na de koeling al het blad afgesneden. Vraag is dan of het blad het stuurlicht dan wel waar kan nemen? Bovendien ontbreekt nog veel achtergrond kennis over het fysiologische proces in de bol tijdens de koeling bij amaryllis. Daarom wordt geadviseerd daar eerst meer achtergrond kennis over te verzamelen en vervolgens wat testen op kleine schaal te doen.
- Wellicht zijn er nog andere manieren om de huidmondjes meer open te houden. Bijvoorbeeld stuurlicht met bepaalde kleuren licht? Of wellicht creëren van meer luchtbeweging?

Literatuur

Baas, R.; Doorduyn, J.; Kromwijk, A. 2004.

Energiebesparing amaryllis (Hippeastrum): teeltonderzoek naar toepassing temperatuurintegratie en verlaagde kasttemperatuur bij verschillende substraattemperaturen. Rapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving.

Bakker, J. ; Boer, W. den; Dijkhuizen, T., 1980.

De teelt van Hippeastrum (Amaryllis). Bloementeeltinformatie nr. 17.

Bartels-Schouten, C.A.M.; Doorduyn, J.C. 2002.

Boltemperatuurbehandeling tijdens de strekkingsinductieperiode bij amaryllis (Hippeastrum) : eindrapport. Rapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving Nr. 548.

Doorduyn, J.C., 1990.

Growth and development of Hippeastrum grown in glasshouses. Acta Horticulturae 266, 123-131.

Doorduyn, J.C., 2002.

Invloed boltemperatuur op de groei en ontwikkeling van amaryllis (Hippeastrum). CD-Rom Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Doorduyn, J.C., 1989.

Bepaling van bloeimogelijkheden van 10 amaryllisrassen in septemberplanting bij 2 CO₂ niveaus. Intern verslag nr. 47 Proefstation voor de Tuinbouw onder Glas.

Ephrath, Ben-asher, Alekperov, Silberbush, Dayan, 2001.

Growth and development of Hippeastrum in response to temperature and CO₂. Biotronics 30, p. 63-73.

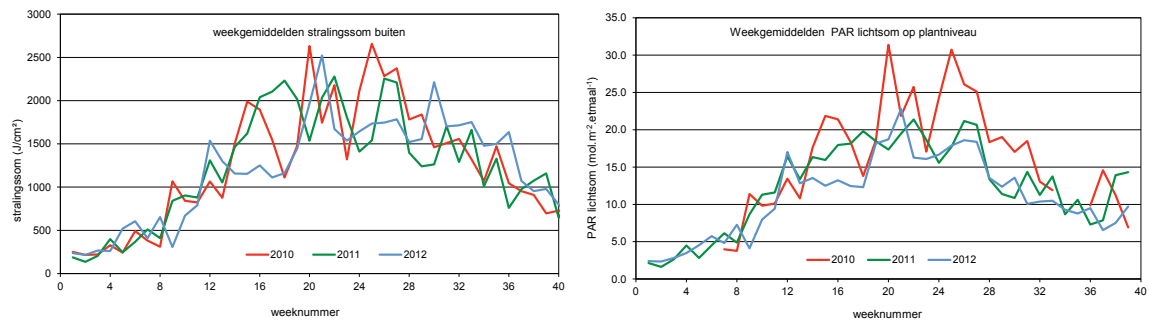
Okubo, H., 1993.

Hippeastrum (amaryllis) Chapter 23 in: The Physiology of flower bulbs, p. 321-334.

Silberbush, M., Ephrath, J.E., Alekperov, C., Ben-Asher, J., 2003.

Nitrogen and potassium fertilization interactions with carbon dioxide enrichment in Hippeastrum bulb growth. Scientia Horticulturae, Vol.98(1), p.85-90.

Bijlage I Weekgemiddelden lichtsom



Figuur 52: Weekgemiddelden van stralingsom buiten in J/cm^2 (links) en PAR lichtsom op plantniveau in $mol.m^2.etmaal^{-1}$ (rechts) in de 3 teeltjaren (zie ook tabel op volgende pagina).

Tabel : Weekgemiddelden en totaalsom van week 1 tot start koeling (=t/m week 28) van stralingsom buiten en lichtsom in PAR op plantniveau in de 3 teeltjaren.

Weeknr.\jaar	Stralingsom buiten (J/cm ²)			lichtsom PAR op plantniveau (mol.m ⁻² .etmaal ⁻¹)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
1		187	236		2.1	2.4
2		136	216		1.6	2.3
3		204	266		2.6	2.8
4		398	261		4.5	3.5
5		247	520		2.8	4.5
6		368	605		4.5	5.7
7	382	511	409	4.0	6.1	4.8
8	311	410	655	3.8	4.9	7.3
9	1067	841	308	11.4	8.7	4.1
10	842	903	670	9.8	11.3	8.0
11	822	880	791	10.1	11.6	9.4
12	1066	1310	1537	13.4	16.4	17.0
13	877	1055	1300	10.8	13.4	12.8
14	1506	1465	1156	17.6	16.3	13.5
15	1989	1621	1153	21.9	15.9	12.5
16	1897	2040	1252	21.4	17.9	13.2
17	1548	2103	1111	18.4	18.1	12.5
18	1110	2232	1161	13.8	19.8	12.3
19	1475	2018	1443	18.6	18.5	18.2
20	2632	1537	1966	31.4	17.3	18.7
21	1745	2034	2522	21.9	19.5	22.8
22	2177	2278	1672	25.7	21.4	16.3
23	1321	1807	1538	17.1	18.7	16.1
24	2110	1410	1644	24.3	15.6	16.7
25	2656	1539	1735	30.7	17.7	17.9
26	2283	2255	1747	26.1	21.2	18.6
27	2374	2209	1784	25.1	20.7	18.4
28	1783	1397	1521	18.3	13.4	13.5
29	1838	1241	1555	19.0	11.4	12.4
30	1462	1262	2214	17.0	10.9	13.6
31	1510	1704	1702	18.5	14.4	10.1
32	1557	1290	1714	13.0	11.3	10.4
33	1321	1661	1752	11.9	13.7	10.5
34	1070	1011	1478	-	8.7	9.3
35	1472	1329	1501	-	10.6	8.8
36	1044	760	1635	9.8	7.3	9.5
37	954	976	1071	14.6	7.9	6.5
38	909	1074	953	11.2	13.9	7.5
39	697	1158	979	6.9	14.3	9.7
totaal week 1 t/m 28	33971	35395	31182	395.5	362.5	325.8
Relatief (%) t.o.v 1 ^e jaar		+ 4%	-8%		-8%	-18%

Bijlage II Foto's gesneden bol Mont Blanc 14-2-2011



Halve bolrok met oude steel en 3 hele rokken



Halve bolrok met oude steel en 3 hele rokken



Halve bolrok met geogste steel en 3 hele rokken.



Halve bolrok met geogste steel en 3 hele rokken.
Laatste bolrok met blad.

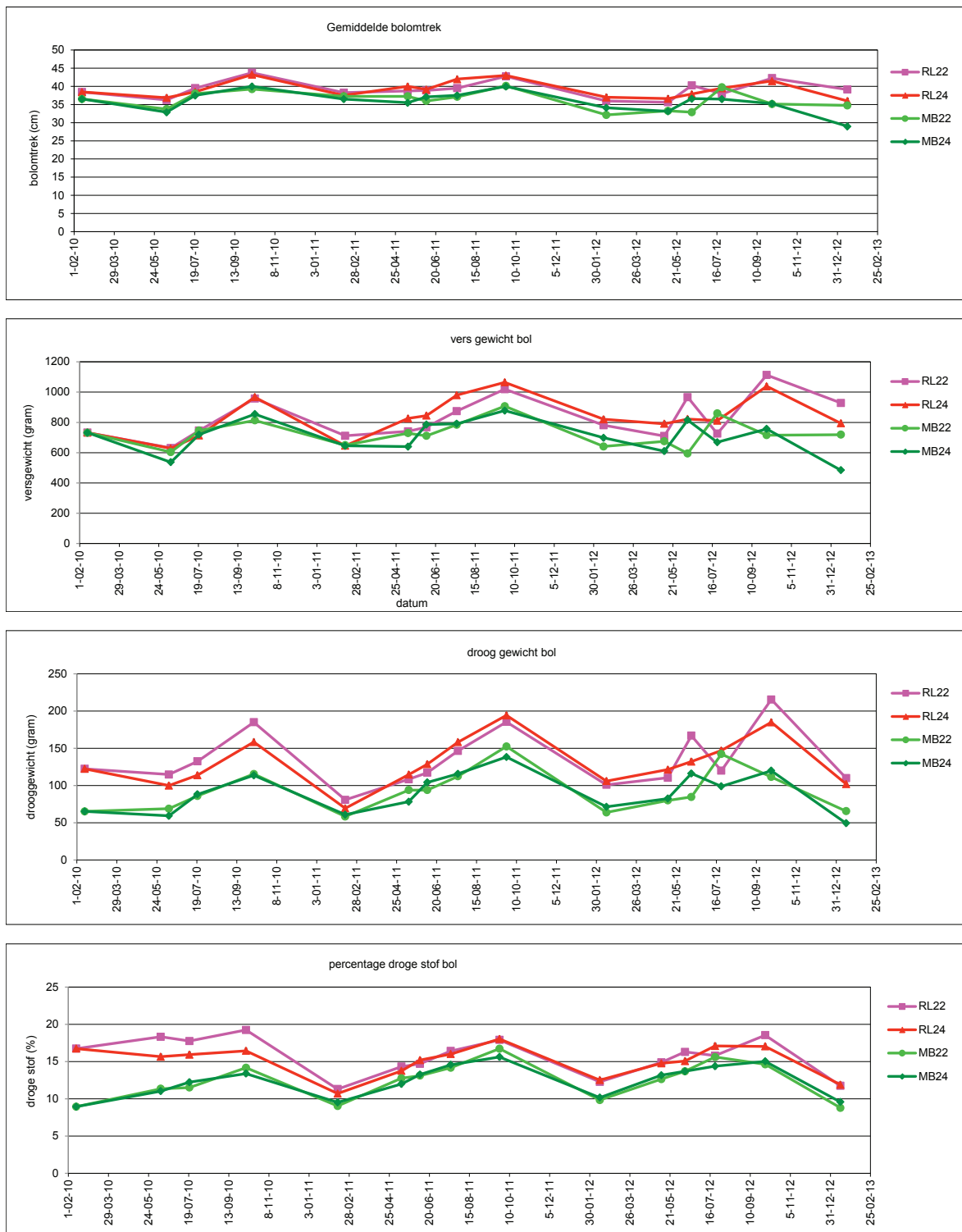


Halve bolrok met knop en 3 hele rokken.
Allemaal met blad.

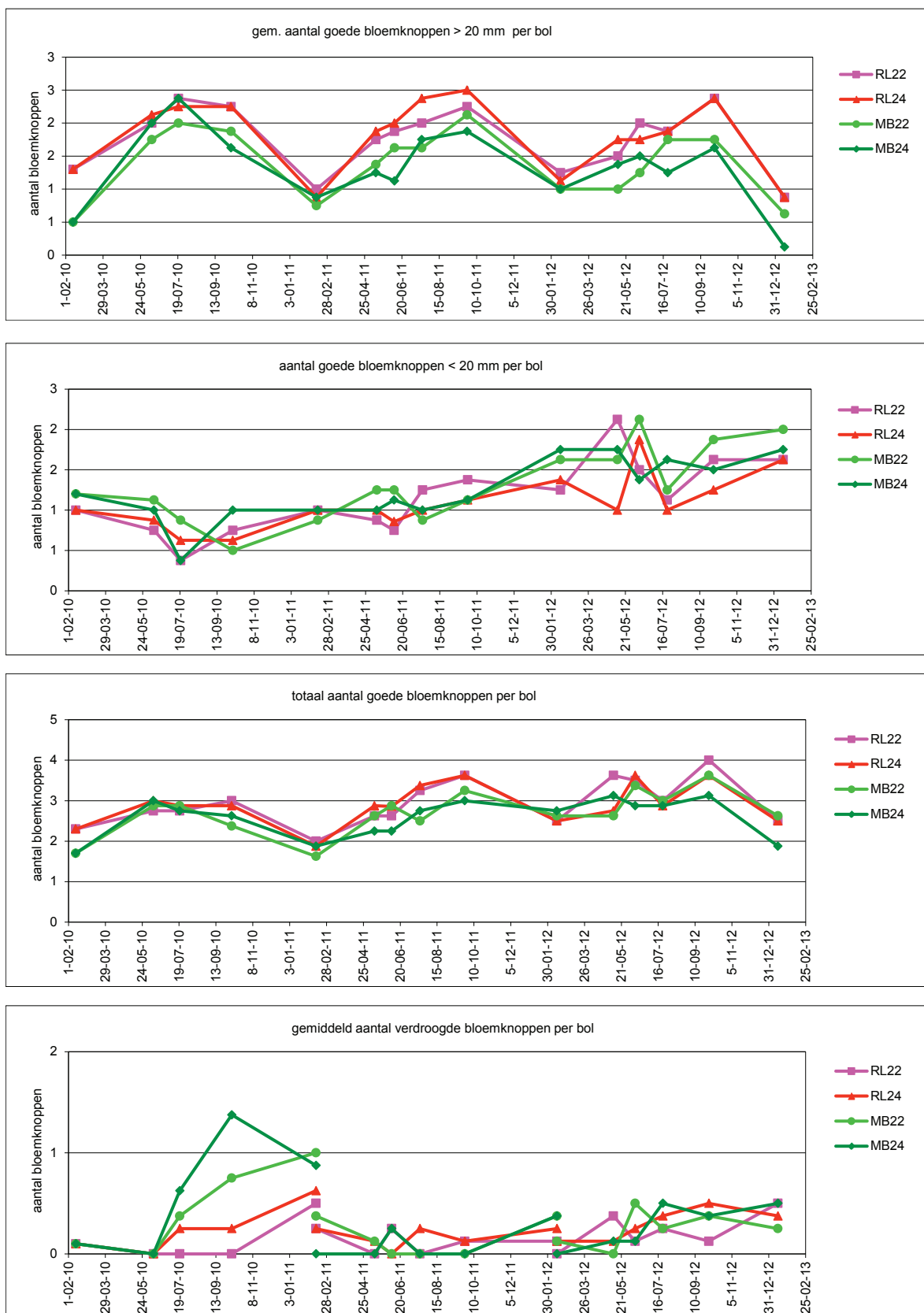


Halve bolrok met blad en knop en beginnend blad.

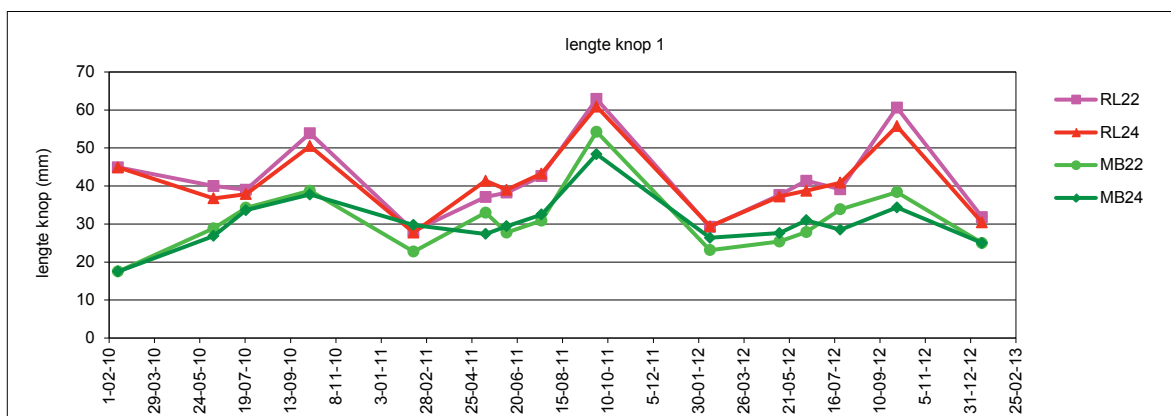
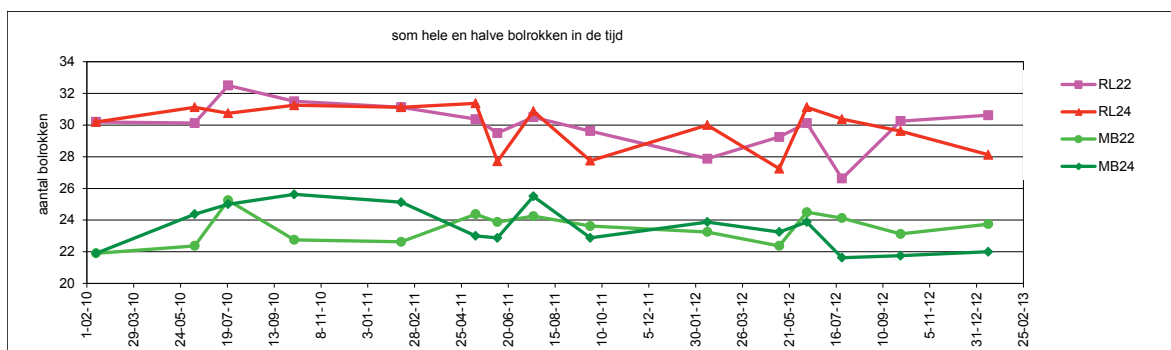
Bijlage III Resultaten destructieve waarnemingen



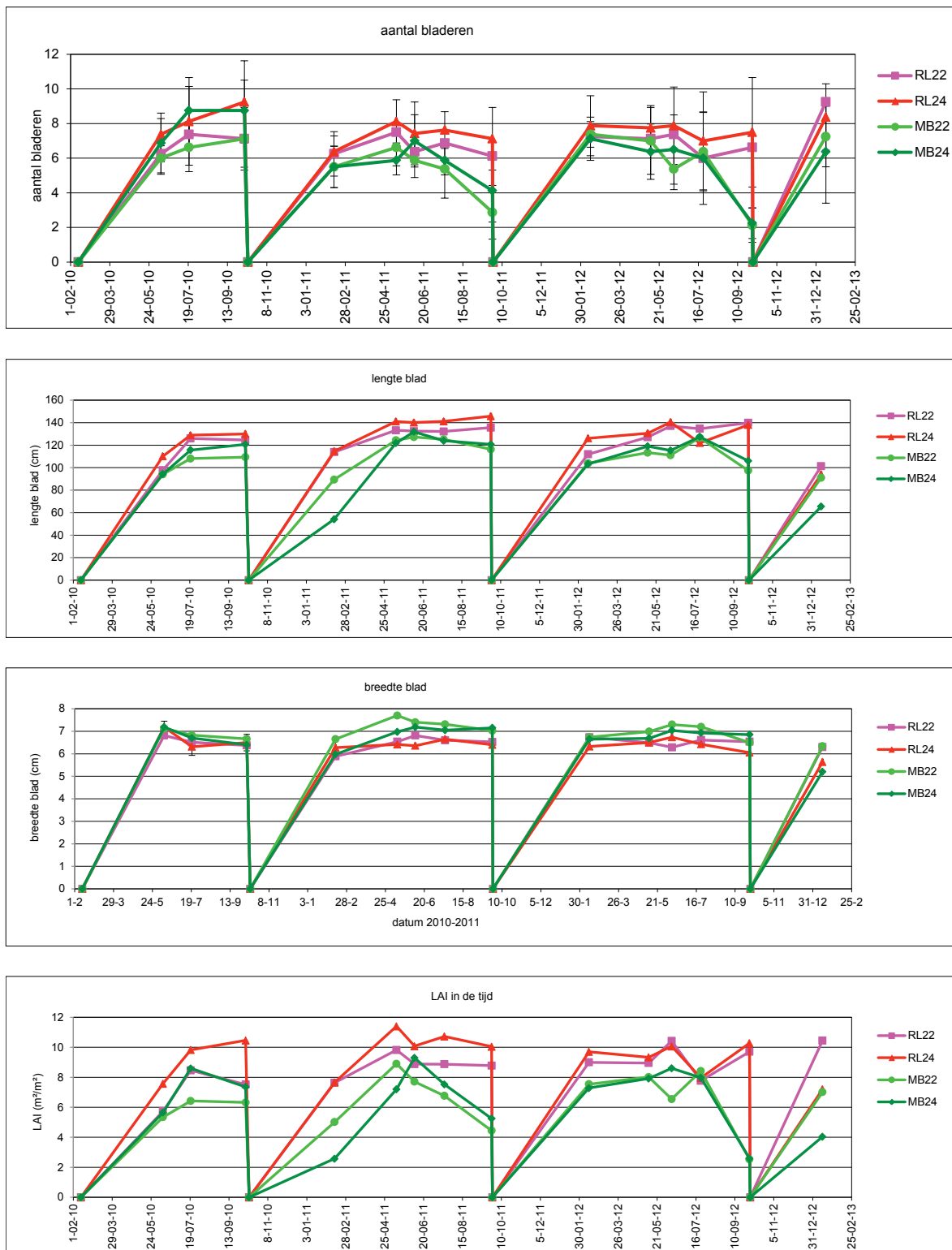
Figuur 53: Gemiddelde bolontrek, versgewicht en drooggewicht van de bol en percentage droge stof bij de destructieve metingen van Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur van 22 en 24 °C op kleikorrels (n=8 bollen per behandeling). In alle 3 teeltjaren is gemeten rond 12 februari, 10 juni, start koeling (circa 20 juli) en einde koeling (circa 1 oktober). In het 2^e en 3^e jaar is ook een meting rond 10 mei uitgevoerd en na de oogst van het 3^e jaar is op 14 januari een laatste meting uitgevoerd.



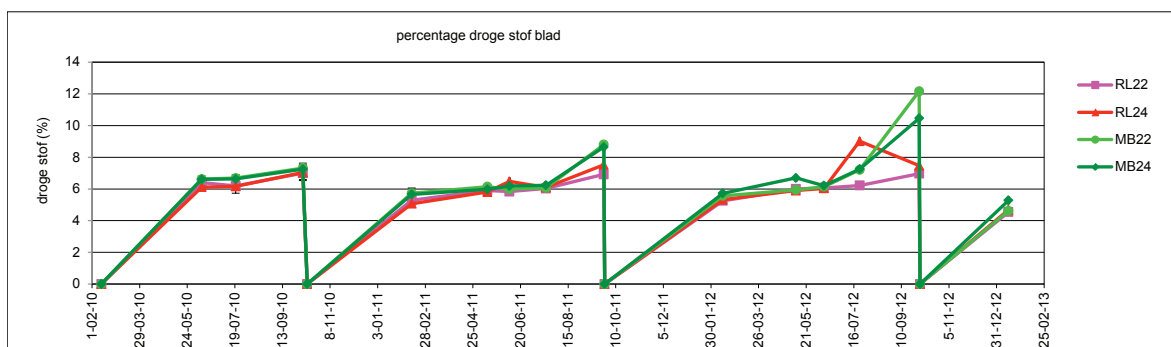
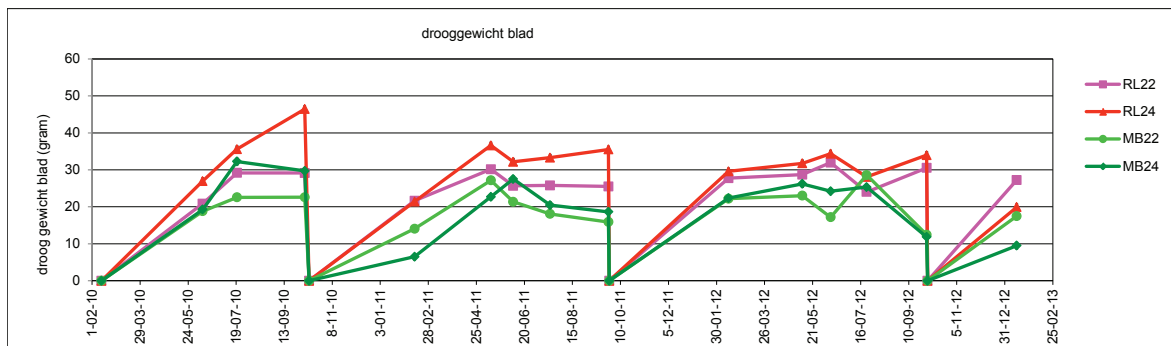
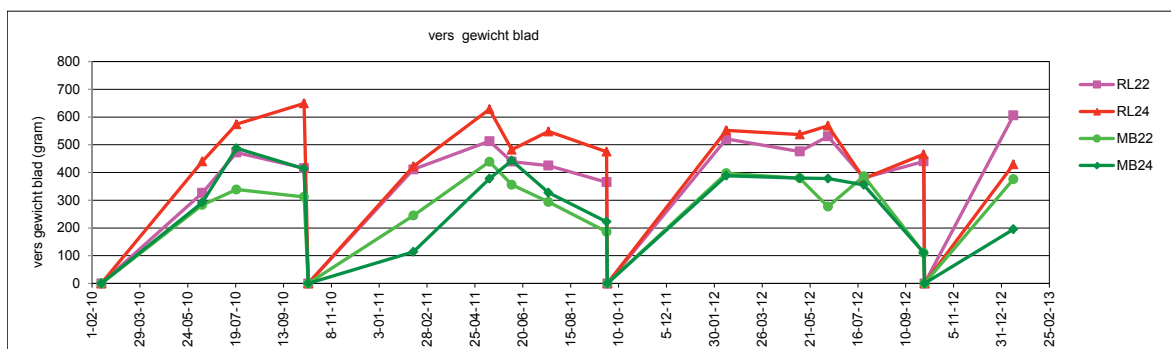
Figuur 54: Gemiddeld aantal bloeibare knoppen (> 20 mm), aantal kleine knoppen (<20 mm), totaal aantal knoppen en aantal verdroogde bloemknoppen van Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur van 22 en 24 °C op kleikorrels.



Figuur 55: Gemiddeld aantal bolrokken en gemiddelde lengte van 1^e bloeibare knop (=oudste) en 2^e bloeibare knop van Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur van 22 en 24 °C op kleikorrels. (excl. 2 meetdata tijdens koeling in 2010 en 2011). NB: daling lengte knop 1 is het gevolg van uitgroei van bloemknoppen bij Red Lion net na de oogst.

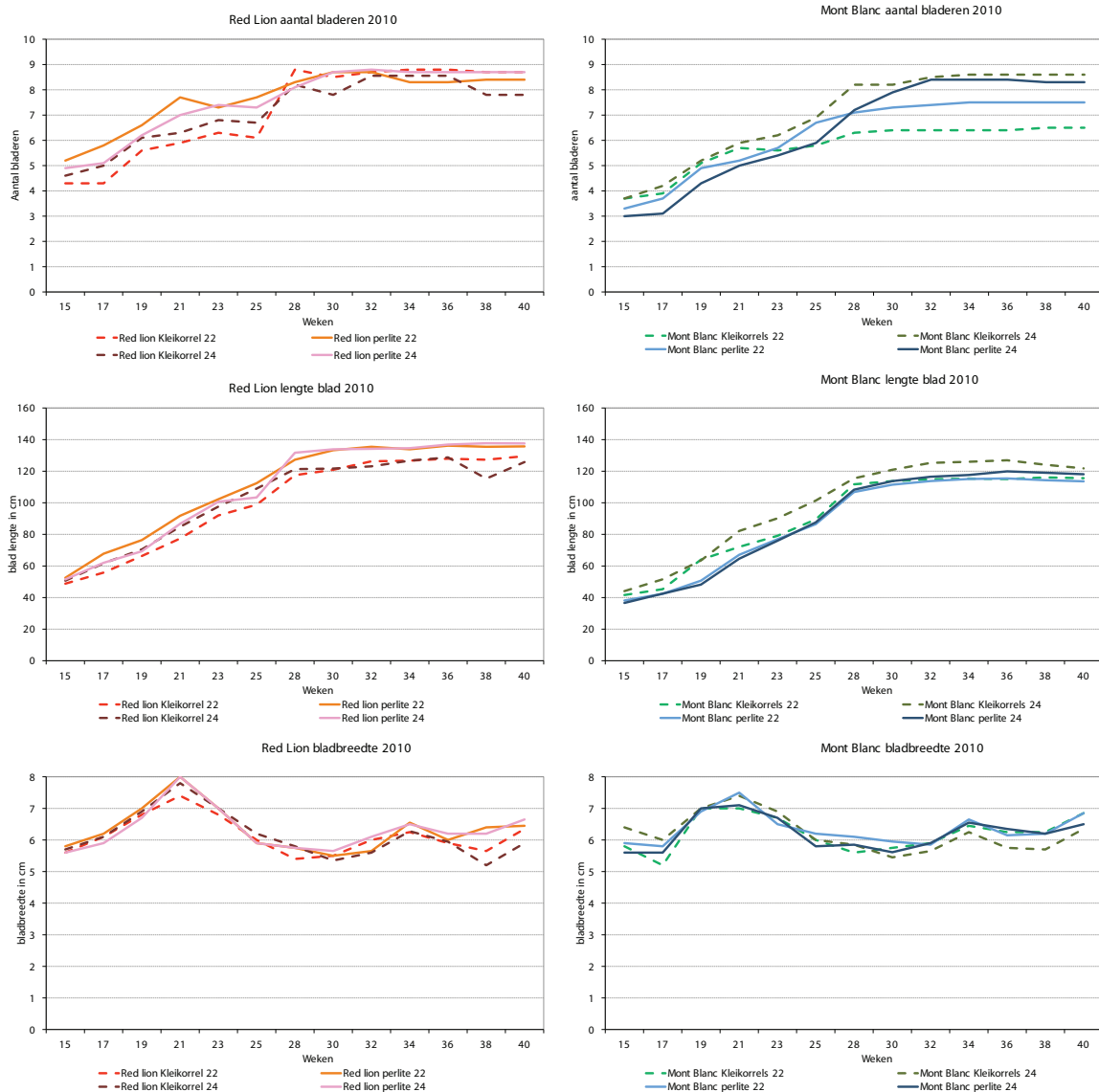


Figuur 56: Gemiddeld aantal bladeren per bol, gemiddelde lengte en breedte blad en leaf area index (LAI) van Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur van 22 en 24 °C op kleikorrels.

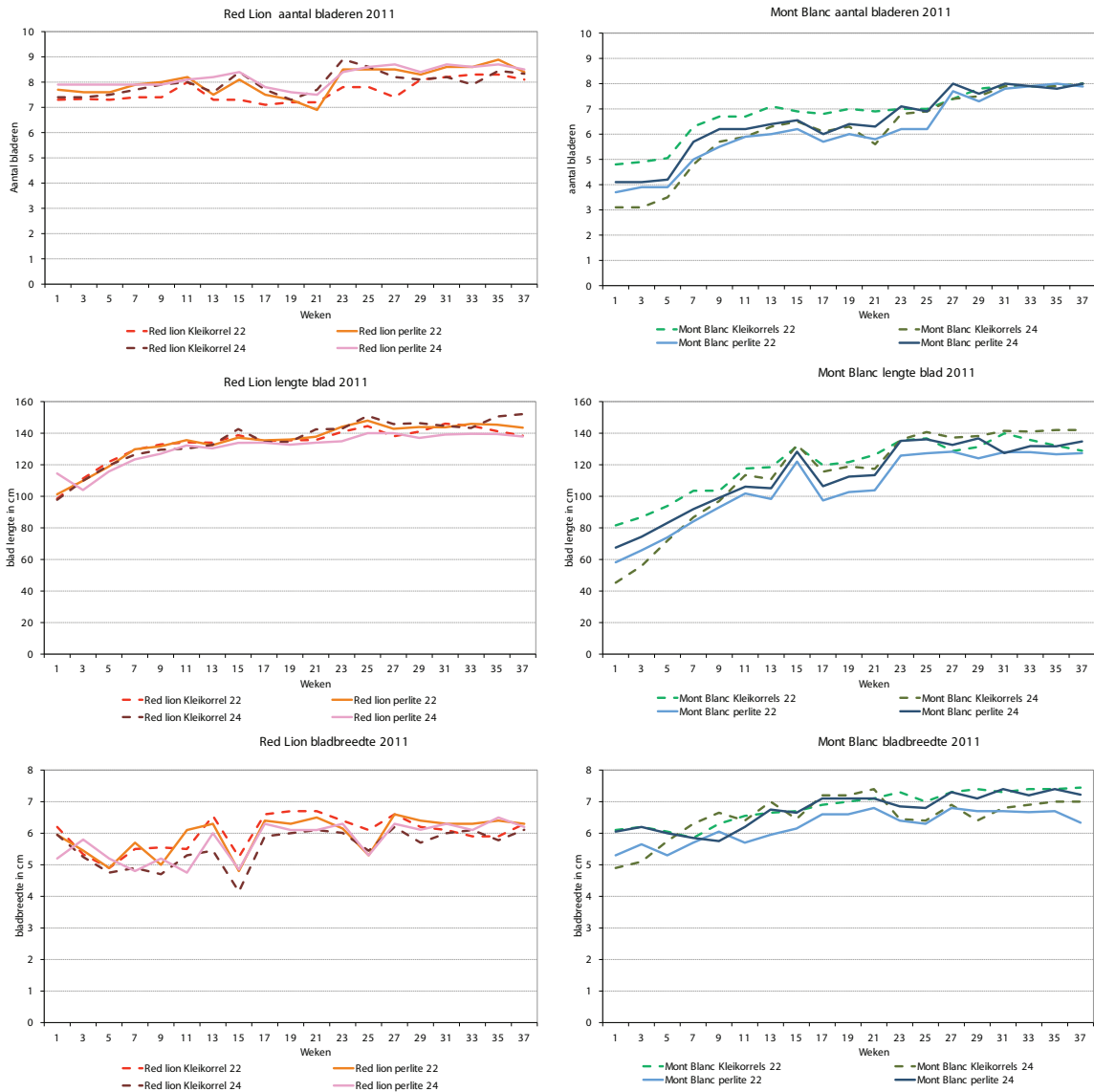


Figuur 57: Gemiddeld vers- en drooggewicht blad en percentage droge stof van het blad van Red Lion (RL) en Mont Blanc (MB) geteeld bij een bodemtemperatuur van 22 en 24 °C op kleikorrels.

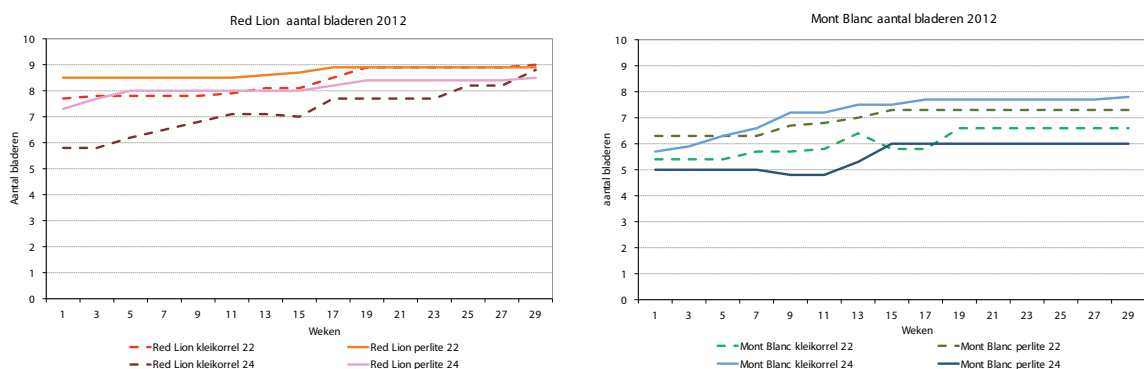
Bijlage IV Groeiwaarnemingen



Figuur 58: Verloop van het aantal bladeren (boven), lengte langste blad (midden) en breedte blad (onder) bij Red Lion (rechts) en Mont Blanc (links) op kleikorrels en perliet bij een bodemtemperatuur van 22 of 24 °C van april tot start koeling in het 1^e jaar.



Figuur 59: Verloop van het aantal bladeren (boven), lengte langste blad (midden) en breedte blad (onder) bij Red Lion (rechts) en Mont Blanc (links) op kleikorrels en perliet bij een bodemtemperatuur van 22 of 24 °C van april tot start koeling in het 2^e jaar.



Figuur 60: Verloop van het aantal bladeren (boven), lengte langste blad (midden) en breedte blad (onder) bij Red Lion (rechts) en Mont Blanc (links) op kleikorrels en perliet bij een bodemtemperatuur van 22 of 24 °C van april tot start koeling in het 3^e jaar.

															19-sep-11								
(	/	o	(	/	w*	(	/	o	(	/	b	(	/	b	(	/	k 43	(b	/	k 20	(	/	kk 7
(	/	w*	(	/	w*	(	/	b	(	/	w	(	/	b	(	/	k 37	(b	/	k 25	(	/	kk 5
(	/	w*	(	/	w*	(	/	o	(	/	w	(	/	b	(	/	k 42	(b	/	kk 16	(	/	kk 5
(	/	o	(	/	w*	(	/	o	(	/	b	(	/	b	(	/	k 40	(b	/	k 25	(	/	kk 8
(	/	w*	(	/	w*	(	/	o	(	/	b	(	/	b	(	/	k 42	(b	/	kk 18	(	/	kk 7
(	/	w*	(	/	w*	(	/	w*	(	/	b	(	/	b	(	/	k 43	(b	/	k 28	(	/	kk 14
(	/	o	(	/	o	(	/	b	(	/	w	(	/	b	(	/	k 45	(b	/	k 35	(	/	kk 7
(	/	w*	(	/	o	(	/	b	(	/	w	(	/	b	(	/	w	(b	/	k 32	(	/	kk 8
(	/	w*	(	/	o	(	/	o	(	/	b	(	/	b	(	/	k 44	(	/	kk 13	(	/	kk
(	/	w*	(	/	w*	(	/	o	(	/	b	(	/	b	(	/	k 48	(b	/	k 21	(	/	kk 12
(	/	w*	(	/	w*	(	/	o	(	/	o	(	/	o	(	/	k 32	(b	/	k 21	(	/	kk 6
(	/	w*	(	/	o	(	/	o	(	/	w	(	/	b	(	/	k 36	(b	/	kk 10	(/	
(	/	o	(	/	o	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	k 37	(b	/	k 30	(	/	kk 12
(	/	o	(	/	w*	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	k 40	(	/	k 30	(	/	kk 8
(	/	w*	(	/	w*	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	k 40	(	/	k 25	(	/	kk 5
(	/	w*	(	/	w*	(	/	o	(	/	w	(	/	b	(	/	k 28	(	/	kk 18	(	/	kk 5
(	/	w*	(	/	b	(	/	o	(	/	b	(	/	b	(	/	k 48	(	/	k 29	(	/	kk 9
(	/	w*	(	/	b	(	/	o	(	/	w	(	/	b	(	/	k 45	(b	/	k 25	(	/	kk 5
(	/	w*	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	k 45	(	/	kk 17	(	/	kk 5
(	/	w*	(	/	o	(	/	w*	(	/	b	(	/	b	(	/	k 45	(b	/	k 30	(	/	kk 6
(	/	w*	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	k 45	(b	/	k 35	(	/	kk 13
(	/	w*	(	/	o	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	k 45	(b	/	k 45	(	/	kk 13
(	/	w*	(	/	o	(	/	b	(	/	w	(	/	b	(	/	k 45	(b	/	k 28	(	/	kk 12
(	/	w*	(	/	o	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	k 28	(	/	kk 5	(	/	kk 5
(	/	w*	(	/	o	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	k 45	(	/	k 31	(	/	kk 6
(	/	w*	(	/	o	(	/	b	(	/	w	(	/	b	(	/	k 44	(b	/	k 24	(	/	kk 7
(	/	o	(	/	w*	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	k 48	(b	/	k 33	(	/	kk 6
(	/	w*	(	/	w*	(	/	b	(	/	w	(	/	b	(	/	k 38	(b	/	kk 19	(	/	kk 4
(	/	w*	(	/	w*	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	k 37	(b	/	kk 18	(	/	kk 6
(	/	w*	(	/	o	(	/	w*	(	/	b	(	/	b	(	/	k 51	(	/	k 42	(	/	kk 14
(	/	w*	(	/	o	(	/	b	(	/	w	(	/	b	(	/	k 49	(	/	kk 12	(	/	kk 5
(	/	w*	(	/	o	(	/	b	(	/	b	(	/	b	(	/	k 40	(b	/	kk 11	(	/	kk 5

19-sep-11

MB controle

MB bovenste helft blad weg

MB jongste blad weg

MB oudste blad weg

Legenda

(= volledige bolrok zonder blad

(b = volledige bolrok met blad

/ = halve bolrok zonder blad

/b = halve bolrok met blad

b = rest oude bloemsteel vorig seizoen

o = rest oude bloemsteel 2 seizoenen terug

w* = bloeibare knop + lengte in mm

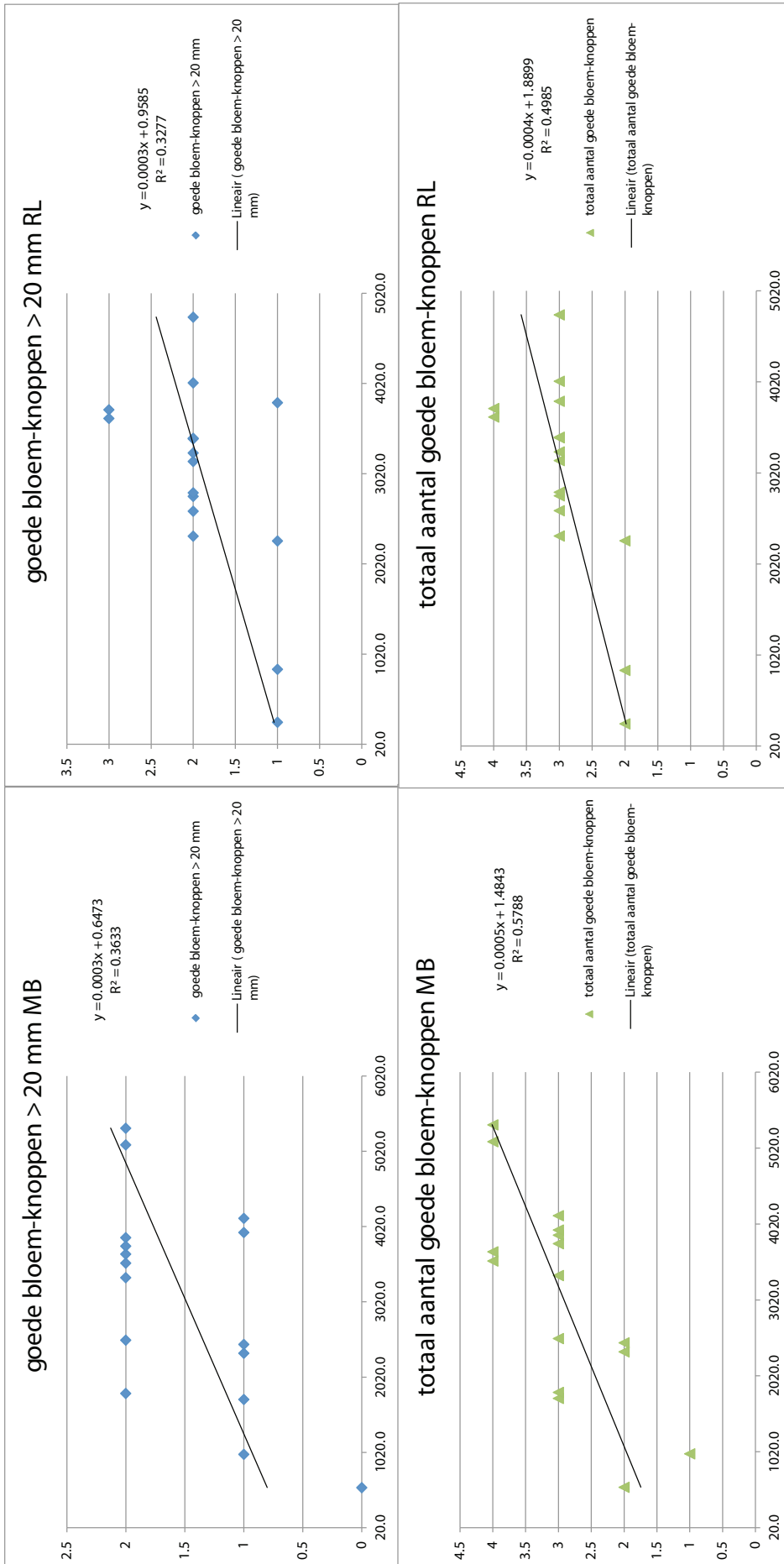
kk 10 = kleine knop + lengte in mm

kv = knop met kelken verdroogd

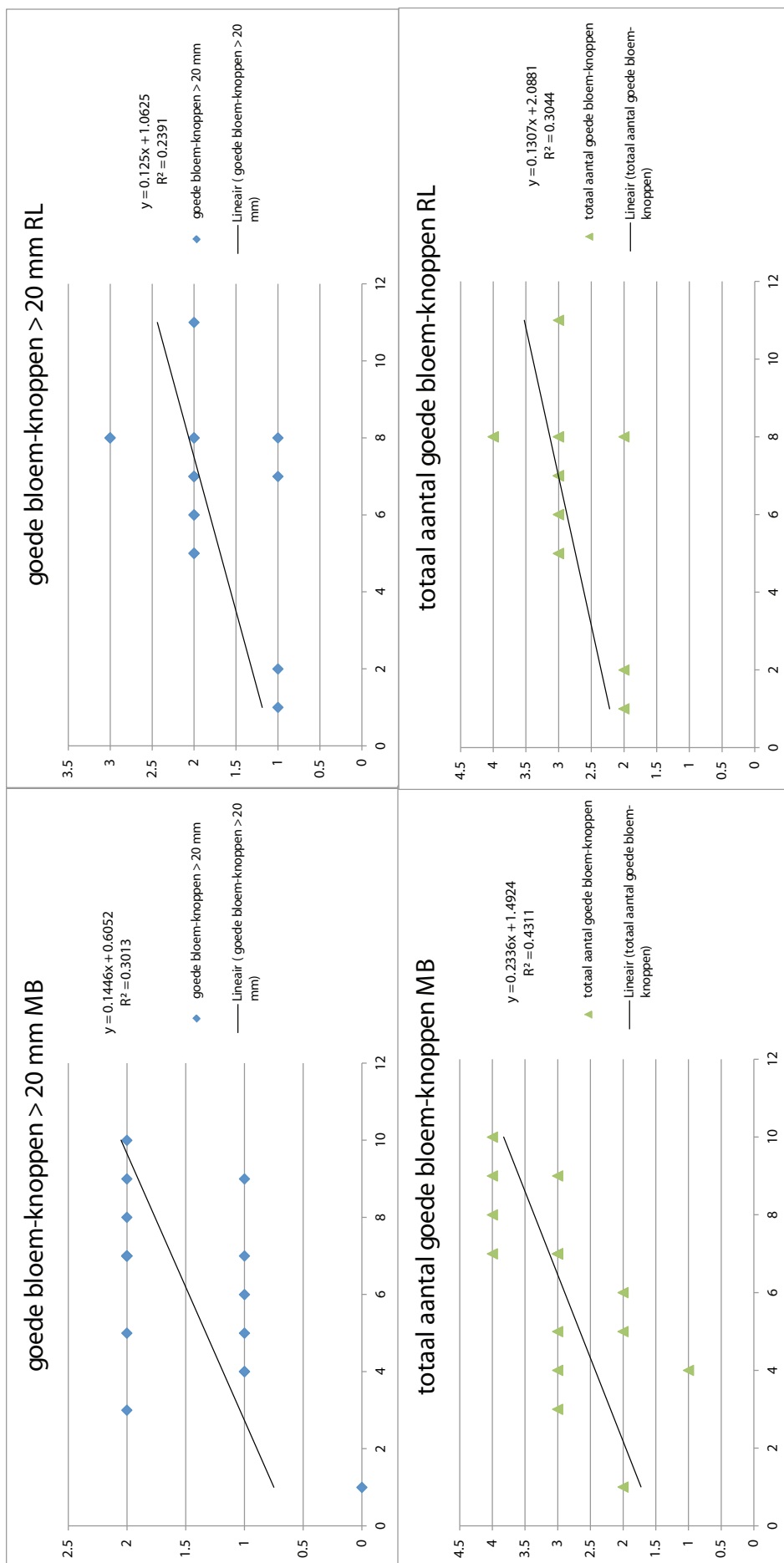
w = volledig verdroogde knop

w* = oude verdroogde knop van vorig seizoen

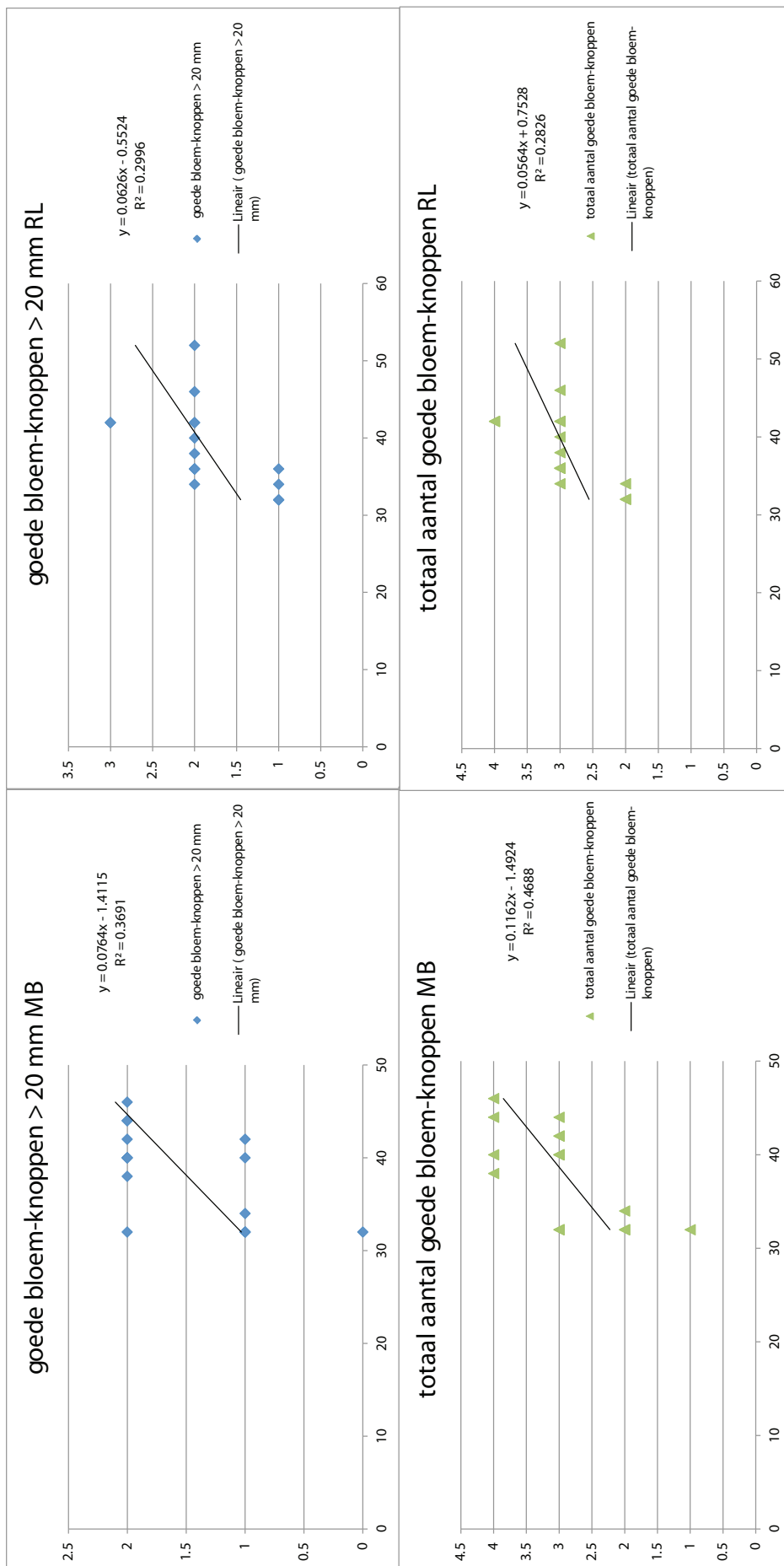
Bijlage VI Correlatie aantal bloemknoppen met bladoppervlak en aantal bladeren



Figuur 61: Aantal bloemknoppen uitgezet tegen bladoppervlakte data 23 juli 2012.



Figuur 62: Aantal knoppen uitgezet tegen aantal groene bladeren per bol data 23 juli 2012.



Figuur 63: Aantal knoppen uitgezet tegen de bolomtrek per bol data 23 juli 2012.

