



Teelt Gerbera in Balans

De invloed van lichtsom, etmaaltemperatuur en daglengte op productie, energiegebruik en plantbalans

Nieves García Victoria¹, Arie de Gelder¹, Frank Kempkes¹, Eugenie Dings²

Rapport GTB-1417

1. Wageningen University & Research Glastuinbouw, 2. Flori Consult Group

Referaat

Met financiering door "Kas als Energiebron" (Ministerie van Economische Zaken en LTO Glaskracht) en de Kennis Coöperatie Gerbera is in 2015-2016 het onderzoek "Gerbera: Teelt in Balans" uitgevoerd met als doel het energie en CO₂ verbruik in de gerberateelt verder te verlagen. De rassen Pre-Semmy, Rich, Whisper en Suri zijn hiertoe in drie kasafdelingen met ieder een andere behandeling geteeld: "Koel Telen" (etmaaltemperatuur 15°C; 90 µmol/m²s belichting, daglengte winter 13 uur); "Praktijk", (etmaaltemperatuur afhankelijk van daglichtsom, 100 µmol belichting, daglengte 11.5 uur) en "Lichtafhankelijk" (etmaaltemperatuur zeer sterk afhankelijk van daglichtsom, 90 µmol/m²s belichting, daglengte winter 13 uur). De daglichtsommen werden, ondanks verschil in lichtintensiteit en daglengte in de winter, gelijk gehouden. Voor bloemkwaliteit en energiegebruik bleek "Koel Telen" het beste (warmtevraag 5.1 m³ gas/m²), gevolgd door "Praktijk", maar vroeg de meeste kg/m² CO₂. Suri en Whisper produceerden meer bloemen/m² in de behandeling "Lichtafhankelijk" maar van laag bloemgewicht. Pre-Semmy en Rich gaven meer bloemen in de behandeling "Praktijk", maar de takstevigheid was in Mei en Juni laag. De 13 uur daglengte in de winter was niet nadelig voor productie of kwaliteit. In de winter was in de drie teelt strategieën de plantbelasting laag, ondanks een toename in uitgroeiduur. Deze hangt van het ras en de temperatuur af. Lichtsom, daglengte en etmaaltemperatuur zijn de drie knoppen ter regulatie van de plantbalans voor optimale productie en kwaliteit.

Abstract

"Gerbera: Growing in Balance" was a research project to support the reduction of energy and CO₂ consumption in the cultivation of Gerbera. The varieties Pre-Semmy, Rich, Whisper and Suri were grown in three glasshouses with different treatments: "Cool Cultivation" (15°C temperature; 90 µmol light, day length 13 hour in winter); "Practice" (temperature depending on day light integral, 100 µmol/m²s light, day length 11.5 hours) and "Light Dependent" (temperature depending sharply on day light integral, 90 µmol/m²s light, day length 13 hours in winter). The day light integral was kept equal in all treatments, regardless the difference in light intensity and day length in the winter. For flower quality and energy use "Cool Cultivation" was the best treatment, but required the most kg / m² of CO₂. Whisper and Suri produced more flowers / m² in the treatment "Light Dependent" but flower weights were low. Pre-Semmy and Rich gave more flowers in the treatment "Practice", but spalkes were weak in May and June. The 13 hour day length in winter was not detrimental to production or quality. Light sum, day length and daily temperature are the three buttons to control the plant balance for optimum production and quality. The project was Funded by the Program "Greenhouse as Energy Source" (Ministry of Economic Affairs and LTO Glaskracht) and the Knowledge Cooperative Gerbera.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1417

Projectnummer: 3742208400

DOI: 10.18174/405710

Disclaimer

© 2017 Wageningen Plant Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E glastuinbouw@wur.nl, www.wur.nl/plant-research. Wageningen Plant Research.

Wageningen UR Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

Inhoud

	Dankwoord	7
	Samenvatting	9
1	Inleiding	11
1.1	Achtergrond: energiebesparing in de gerberateelt	11
1.1.1	Knelpunten bij praktijkimplementatie HNT	11
1.1.2	Praktische aanpak van lichtafhankelijk telen	11
1.1.3	Koel telen gunstig effect op productie	12
1.1.4	Plantkundige aspecten	12
1.1.5	Registratie bevordert de kennis	12
1.2	Onderzoeksvraag	12
1.3	Doelstellingen	13
1.3.1	Te toetsen hypothesen	13
1.3.2	Energiedoelstelling	13
1.3.3	Nevendoelstellingen	13
1.4	Samenwerking en overlegstructuur	13
2	Materiaal en methodes	15
2.1	Klimaat installaties	15
2.2	Plantmateriaal	16
2.3	Water en voeding	16
2.4	Behandelingen	17
2.4.1	Daglengte	18
2.4.2	Temperatuur strategieën	18
2.4.2.1	Koel telen, kas 802	18
2.4.2.2	Praktijk, kas 801	18
2.4.2.3	Lichtafhankelijk telen, kas 803	18
2.4.3	Energiestrategie	19
2.4.3.1	Verwarmen	19
2.4.3.2	Belichten	19
2.5	Gewasgezondheid	20
2.6	Meetnet en waarnemingen	21
2.6.1	Klimaatregistratie	21
2.6.2	Gewaswaarnemingen	21

3	Resultaten	25
3.1	Klimaat	25
3.1.1	Buiten condities	25
3.1.2	Kasklimaat gerealiseerd	26
3.1.2.1	Etmaaltemperatuursturing op verwachte daglichtsom	26
3.1.3	Vocht in de kas	28
3.1.4	CO ₂ in de kas	30
3.1.5	Daglengte	32
3.1.6	Omstandigheden in voorjaar	33
3.2	Energiegebruik	33
3.3	Productie	34
3.3.1	Cumulatieve productie	34
3.3.2	Productie per daglengte periode	36
3.4	Licht benutting efficiëntie	38
3.5	Bloemkwaliteit	39
3.5.1	Verloop lengte	40
3.5.2	Verloop bloemgewicht (bloem en steel op volledige lengte)	40
3.5.3	Verloop gewicht bij 50 cm	41
3.5.4	Verloop bloemdiameter	42
3.5.5	Bloem en steelgewicht tegen het einde van de teelt	43
3.6	Plantbelasting	44
3.6.1	Gemeten plantbelasting	44
3.6.2	Berekende plantbelasting	46
3.7	Uitgroeiduur	46
3.7.1	Uitgroeiduur in dagen	46
3.7.2	Uitgroeiduur in graaddagen	48
3.7.3	Uitgroeiduur en stralingsom	50
3.8	Relatie uitgroeiduur en plantbelasting	51
3.9	Houdbaarheid	51
3.10	Destructieve waarnemingen	55
3.10.1	Bladlengte	55
3.10.2	Aantal bladeren per plant	55
3.10.3	Bladoppervlak	56
3.10.4	Droge stof percentage (blad, bloemen en knoppen)	56
3.11	Substraat temperatuur	57
4	Leerpunten benoemd in de loop van het jaar	59
5	Teelt en proefverloop vanuit praktijk perspectief	61
6	Discussie en conclusies	63
6.1	Hypothese 1	63
6.2	Hypothese 2	64
6.3	Energiedoelstelling	64
6.4	Nevendoelstellingen	65
6.5	Verklaring kwaliteitsafname in de zomer in de behandeling "lichtafhankelijk"	65
6.5.1	De natuurlijke habitat van de planten	65
6.5.2	Respiratie en fotorespiratie	66
6.5.3	Beperking in de fotosynthesesnelheid	66
6.5.4	Plantbelasting	66
6.5.5	Droge stof vraag van vruchten (tomaat) en van bloemen (gerbera)	67
6.6	Sleutel voor plantbalans?	67

7	Opsoming conclusies en leerpunten	69
	7.1 Energie en CO ₂ gebruik	69
	7.2 Bloemproductie en kwaliteit	69
	7.3 Plantbelasting en uitgroeiduur	69
	7.4 Plantbalans/ plantbelasting in de winter	70
	7.5 De voor- en nadelen van Lichtafhankelijk telen bij Gerbera	70
8	Aanbevelingen	71
	Literatuur	73
	Bijlage 1 Lichtmetingen kassen	75
	Bijlage 2 Voedingsanalyses	77
	Bijlage 3 Tabel Flori Consult Group	79
	Bijlage 4 Realisatie etmaal vs lichtsom uitgesplitst per periode	81
	Bijlage 5 Productie uitgesplitst per periode	87
	Bijlage 6 Berekende plantbelasting	89
	Bijlage 7 Houdbaarheidsgegevens	91
	Bijlage 8 Destructieve waarnemingen	93

Dankwoord

Aan het goed verloop van dit onderzoek hebben veel mensen bijgedragen. Graag spreken wij hier onze waardering voor ze uit.

Dank aan Piet Koornneef en Rob Pret voor de technische inrichting van de kas en de belichting. Ben Kaashoek voor de calibratie en installatie van de sensoren. Mary Warmenhoven voor de licht en transmissie metingen. Braam van Haaster bedankt voor de, soms heel lastige klimaatregeling en de gewasverzorging. Peter Grootsholte en Denise Huyskes voor de oogstwerkzaamheden en overige gewasactiviteiten. Ada Leman voor het scouten en je deskundig advies om het gewas gezond te houden. Hanjo Lekkerkerk, Johan Steenhuizen voor de gewaswaarnemingen, en Peter Lagas voor zowel waarnemen als uitwerken.

Dank aan de telers van de intensieve BCO (Peter Barendse, Hen Groenewegen, Richard Vijverberg en Berry den Houter) en alle leden van de extensieve BCO (Arjan Bassie, Aad Zuijderwijk, Mathieu van Holstein, Ruud van Leeuwen, Jan Voogt). Zij zorgden ervoor dat de proef zo dicht mogelijk bij de praktijk werd uitgevoerd en communiceerden naar de achterbaan.

Aat Dijkshoorn (LTO Glaskracht) voor de organisatie en het voorzitten van de BCO vergaderingen. Leo Oprel (Ministerie EZ) en Dennis Medema (LTO Glaskracht), samen met Aat coördinatoren van het programma Kas als Energiebron voor het scherp opvolgen van de energiedoelen van de proef.

Tot slot, dank aan het programma Kas als Energiebron en de gewascoöperatie gerbera voor het vertrouwen en de financiering.

Nieves, Arie, Frank en Eugenie

Samenvatting

In de teelt van Gerbera zijn in de afgelopen jaren grote stappen gezet in het energiezuinig maken van deze teelt. De ontwikkeling van Het Nieuwe Telen (HNT) gaat gestaag door in dit gewas: verduisteringsdoeken voor daglengte regeling worden ook ingezet worden tegen afkoeling door uitstraling; naast luchtbehandeling kasten (LBK's) en slurven onder en/of boven het gewas wordt er gebruik gemaakt van Ventilationjets die droge lucht van boven het gesloten doek gebruiken om uit te wisselen met vochtige kaslucht. Uit eerder onderzoek bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk (Dueck *et al.*, 2015) bleek dat veel energie bespaard kon worden zonder inzet van minimumbuis met goede productie en kwaliteit door een daglengte verlenging, van 11.5 naar 13 uur met lage intensiteit van de belichting (SON-T, 90 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$) in combinatie met lage etmaaltemperatuur (15°C). Deze strategie zou in de praktijk ongunstig kunnen zijn voor vochtbeheersing. In de praktijk wordt daarom gewerkt aan de ontwikkeling van strategieën die energie besparen, ontvochtigen vergemakkelijken en bij instraling vocht en CO₂ "sparen" voor een hogere assimilaten productie. Een voorbeeld van deze strategie is het lichtafhankelijk telen waarbij men de etmaaltemperatuur laat variëren aan de hand van de lichtsom; dus meer met de natuur mee sturen: Op lichte dagen een hoge etmaal temperatuur, op donkere dagen een lage etmaaltemperatuur.

Het onderzoek "Gerbera: Teelt in Balans" is tussen juli 2015 en juli 2016 uitgevoerd bij Wageningen UR Glastuinbouw met medewerking van de Gerbera teeltadviseurs van de Flori Consult Group met financiering vanuit het programma "Kas als Energiebron" van het Ministerie van Economische Zaken en LTO Glaskracht, en door de Kennis coöperatie Gerbera.

Het onderzoek is opgezet met als doel het energie en CO₂ verbruik in de gerberateelt verder te verlagen (doelstellingen: 73.1 kWh/m² voor belichting en 265 MJ/m² voor warmte, d.w.z. 8.4 m³ gas/m²) en door het beperken van de ventilatie overdag 5% CO₂ te besparen. Beoogd wordt dat de eerder bereikte besparingen herhaald kunnen worden met een ander klimaat, geborgd kunnen worden door het systeem robuuster te maken en teeltzekerheid vergroten door een betere vochtbeheersing.

Behalve een energiebesparingsdoel, zijn kennisvragen en twee hypothesen geformuleerd: 1- De sleutel voor het sturen van plantbelasting in de winter is niet de lichtintensiteit maar de lichtsom en de daglengte in combinatie met lage etmaaltemperaturen. En 2- Vanaf half februari moet de temperatuur met het licht mee worden gevarieerd met een korte daglengte om voldoende knoppen aan te leggen.

Voor het beantwoorden van deze vragen zijn vier rassen (Pre-Semmy, Rich, Whisper en Suri) in drie kasafdelingen geteeld met ieder een andere klimaat en daglengte behandeling maar gelijke daglichtsom: Een behandeling "Koel Telen" (met een streef etmaaltemperatuur van 15°C en tussen oktober en februari, een daglengte van 13 uur); een behandeling "Praktijk", waarbij de etmaaltemperatuur afhankelijk is van de daglichtsom volgens de verhouding (etmaaltemperatuur = 0.35 * daglichtsom (in Mol PAR/m² per dag) + 14.1) en een daglengte van 11.5 uur; een behandeling "Lichtafhankelijk" waarbij de etmaaltemperatuur zeer sterk afhankelijk is van de daglichtsom volgens de verhouding (etmaaltemperatuur = 0.83 * daglichtsom (in Mol PAR/m² per dag) + 10.83) en tussen oktober en februari, een daglengte van 13 uur.

De beste behandeling voor zware bloemkwaliteit bij alle rassen en energiegebruik is de "Koel Telen" behandeling gebleken: ruim onder de prognose voor warmte input (er is een warmte input nodig geweest van 162 MJ/m², oftewel 5.1 m³ gas/m²). De behandeling "Praktijk" zat er iets boven (232 MJ/m²), maar nog altijd 12% onder de doelstelling. De behandeling "Lichtafhankelijk" zat ruim boven de doelstelling omdat in koude dagen in het voorjaar met hele hoge instraling er warmtevraag was om de gewenste etmaal temperatuur te realiseren. De "Koel Telen" behandeling vroeg wel de meeste kg/m² aan gedoseerde CO₂.

De productie van de kleinbloemige rassen in aantal bloemen per m² was het hoogst in de behandeling "Lichtafhankelijk" (10% tot 25% meer bloemen dan "Koel Telen"), maar de bloemgewichten waren altijd lager en vanaf April veel te laag. Bij de grootbloemige rassen was de behandeling "Praktijk" het beste met 2% tot 8% meer bloemen dan "Koel Telen", maar de takstevigheid was in Mei en Juni laag, wat tot veel knikken tijdens het vaasleven heeft geleid. Uit de productie cijfers blijkt niet dat een langere daglengte van 13 uur in de winter voor de productie of de kwaliteit nadelig is geweest; dit bevestigt de resultaten van het onderzoek van Dueck *et al.*, (2015). De productie met een "koel telen" strategie is vooral kwalitatief beter. Dit komt door de hogere takgewichten.

De plantbelasting in aantal bloemen per m² blijkt tussen de gekozen teeltstrategieën in de winter nauwelijks te variëren. In de winter is er voor alle behandelingen een lage plantbelasting, ondanks de toename van de uitgroeiduur van de bloemen. De groei lijkt dan vooral beperkt door de beschikbare hoeveelheid assimilaten.

De uitgroeiduur is sterk afhankelijk van het ras en blijkt verder sterk beïnvloed te worden door de temperatuur. In het voorjaar moet met stijgende temperatuur en geleidelijk toenemende lichtsom er voor gewaakt worden dat de uitgroeiduur niet te snel afneemt ten opzichte van de toenemende lichtsom. Een snelle stijging van de temperatuur zorgt er voor dat de aanwezige knoppen snel uitgroeien en daardoor te weinig steelstevigheid ontwikkelen.

In de aanloop van de teelt blijkt dat de etmaal temperatuur wel hoog kan zijn om snel tot een voldoende productieve plant te komen. De "lichtafhankelijke" behandeling was in het najaar het snelst in productie en met de hoogste productie van voldoende kwaliteit. Het voordeel van deze strategie in het najaar is dat dan juist in deze kritische periode voor de vochtbeheersing de ruimte temperatuur hoog gehouden kan worden en daarmee de luchtvochtigheid in de kas beter te sturen is. In het voorjaar was de "lichtafhankelijke" strategie niet de juiste aanpak voor een goede kwaliteit product. De plantbelasting ging in deze behandeling niet omlaag terwijl de uitgroeiduur door de hoge nagestreefde etmaal temperatuur in relatie tot licht zeer kort werd. Hierdoor kregen de bloemen te weinig assimilaten tot hun beschikking. Dit ondanks dat de omstandigheden voor fotosynthese nagenoeg optimaal zijn. Geconcludeerd moet worden dat er blijkbaar ook een bovengrens is aan het nastreven van een hoge verhouding tussen etmaal temperatuur en lichtsom.

Er is dus niet een sleutel naar een goede plantbalans en daarmee productie en kwaliteit, maar lichtsom, daglengte en etmaaltemperatuur zijn alle drie knoppen in de regulatie van de plantbalans die gebruikt moeten worden om tot een optimale productie in stuks en kwaliteit te komen.

1 Inleiding

Dit verslag beschrijft het onderzoek "Gerbera: Teelt in Balans" wat tussen juli 2015 en juli 2016 bij Wageningen UR Glastuinbouw is uitgevoerd met medewerking van de Gerbera teeltadviseurs van de Flori Consult Group, en gefinancierd vanuit het programma "Kas als Energiebron" van het Ministerie van Economische Zaken en LTO Glaskracht, en door de Kennis Coöperatie Gerbera.

1.1 Achtergrond: energiebesparing in de gerberateelt

De Gerberateelt heeft de laatste jaren forse stappen gemaakt in energiebesparing, mede door nieuwe inzichten uit onderzoek en praktijk. De ontwikkeling van Het Nieuwe Telen (HNT) gaat gestaag door in dit gewas. Naast toepassing van luchtbehandeling kasten (LBK's) en slurven onder en/of boven het gewas wordt er doorontwikkeld aan de Ventilationjets die droge lucht van boven het gesloten doek gebruiken om uit te wisselen met vochtige kaslucht. Daarnaast beschikken telers voor teeltsturing en energiebesparing over verduisteringsdoeken voor daglengte regeling, die ook ingezet worden tegen afkoeling door uitstraling.

1.1.1 Knelpunten bij praktijkimplementatie HNT

Bij de praktijkimplementatie van maatregelen die passen bij HNT lopen telers tegen gevolgen aan, die de potentiële besparingen deels in de weg staan.

- De hoeveelheid groeilicht met assimilatielampen is de laatste jaren toegenomen. In combinatie met verbetering van het sortiment en de sturing van de daglengte lijkt dit te leiden tot een alsmaar hoger wordende plantbelasting (gedefinieerd als aantal knoppen per plant of per m²) die leidt tot een toename van de uitgroeiduur.
- Om voldoende goede kwaliteit te behouden (door de toegenomen plantbelasting is er meer concurrentie tussen bloemen met als gevolg kortere stelen en kleinere bloemen) en voldoende generativiteit in het gewas te houden, wordt er met steeds lagere temperaturen geteeld. Een lagere etmaaltemperatuur zorgt voor langere stelen en grotere bloemen, maar ook voor een langzamere uitgroei van de knoppen, waarmee de plantbelasting oploopt.
- Om deze "koel telen strategie" te realiseren, moeten telers de warmte afgifte van de lampen die overdag branden compenseren door lagere nachttemperaturen aan te houden. De lage nachttemperatuur wordt gerealiseerd door boven het doek te ventileren en fors met de doeken te kieren. Kieren in de doeken zorgen voor klimaatongelijkheid in de kas, wat deels met een buis gecorrigeerd wordt.
- De verschillen tussen binnen en buitentemperatuur 's nachts zijn klein geworden, en dit levert weer problemen op met het afvoeren van vocht. De investeringen die er gedaan zijn in de installaties voor vochtafvoer worden dan weer deels teniet gedaan omdat de hoeveelheid uitgewisselde lucht steeds hoger moet worden.

1.1.2 Praktische aanpak van lichtafhankelijk telen

Er is de afgelopen jaren onder meer door de Flori Consult Group aan een mogelijke aanpak van deze problemen gewerkt: De etmaaltemperatuur laat men sterker variëren aan de hand van de lichtsom; dus meer met de natuur mee sturen. Op lichte dagen een hoge etmaaltemperatuur, op donkere dagen een lage etmaaltemperatuur, waarbij de hogere etmaaltemperatuur deels wordt gerealiseerd door een hogere nachttemperatuur.

Dit levert naast een plant die wat meer in balans lijkt, verschillende voordelen op:

- Bij instraling kunnen vocht en CO₂ binnen worden gehouden voor een hogere assimilaten productie. Hierdoor is de lichtbenutting per saldo hoger.
- In de nacht kan een groter verschil met de buitentemperatuur aangehouden worden zodat de RV onder het scherm gemakkelijker in de hand te houden is.
- Door minder kieren ontstaat een hogere isolatie graad en dus minder energiekosten.
- Meer kunnen schermen tegen uitstraling (zonder dat de hogere kasttemperatuur een probleem wordt).
- Verduisteren voor daglengte gaat eenvoudiger omdat hogere temperaturen minder problemen opleveren.

1.1.3 Koel telen gunstig effect op productie

In onderzoek bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk in het seizoen 2014-2015 (Dueck *et al.*, 2015) werd de warmte uit de lampen in een behandeling verminderd door (deels) gebruik te maken van LED. Uit het onderzoek bleek dat ook met normale SON-T lampen veel energie bespaard kon worden door een daglengte verlenging, van 11.5 naar 13 uur, te combineren met een lagere intensiteit van de belichting (SON-T, 90 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) en met een systeem voor vochtbeheersing onder het scherm (Ventilation Jet). In combinatie met een lage etmaaltemperatuur (soms daalde deze tot een etmaal temperatuur onder de 15 graden, met zeer lage nachttemperaturen tot onder de 13 graden), bleek deze strategie in het najaar en winter tot een goede productie en kwaliteit te leiden. In deze proef was de kas met SON-T lampen altijd de droogste kas, zonder inzet van minimumbuis en met een ongekend laag energiegebruik voor met name warmte.

Zeer verrassend was het resultaat op de productie: door de lage etmaaltemperatuur zijn er meer bloemknoppen aangelegd per 15 maart, wanneer de 'winter omstandigheden' nog meetellen, en tot 7 bloemen/ m^2 meer geoogst dan in de andere behandelingen. Er is hier echter juist NIET met de natuur meegeteld, maar er is gestreefd naar een zo laag mogelijke etmaaltemperatuur. Dit levert op een eenvoudige wijze energiebesparing op die ook nog gemakkelijk kan worden toegepast in de praktijk, maar die voor vochtbeheersing juist ongunstig is.

1.1.4 Plantkundige aspecten

Plantkundig moet onderscheid worden gemaakt tussen het proces van scheutafsplitsing dat leidt tot de aanleg van bladeren en knoppen en het proces van knopuitgroei. De aanleg van scheuten en knoppen lijkt vooral gestuurd door lichtsom en daglengte. Terwijl de uitgroei van de knoppen vooral gestuurd lijkt te worden door de temperatuur. Een hogere lichtsom in verhouding tot een lage temperatuur zal leiden tot aanleg van meer scheuten. Deze scheuten worden door een langere daglengte vegetatiever. Ze maken meer blad per scheut. De eindknoppen worden wel aangelegd en groeien bij lage temperatuur uit. Ze aborteren niet. Als de gemiddelde temperatuur met de lichtsom varieert zal de aanleg niet sneller gaan maar wel de uitloop van bloemen. De snelle uitgroei heeft een remmend effect op de aanleg van de knoppen en kan leiden tot meer afsterven van jonge knoppen. De aanleg van scheuten en knoppen is vanuit balans van de plant in competitie met de uitgroei van de aangelegde knoppen. De aanleg van zijscheuten en daarmee knoppen wordt gestimuleerd door een kortere daglengte. Daarom kan in de zomer als er wel voldoende assimilaten zijn de aanleg van knoppen gestimuleerd worden door de daglengte te verkorten. In de winter zal de aanleg van nieuwe knoppen als er meer belicht wordt vertragen door een langere daglengte.

1.1.5 Registratie bevordert de kennis

Naarmate het gebruik van PAR meters in de praktijk toeneemt, groeit de kennis en het bewustzijn van de werkelijk in de kas ontvangen hoeveelheid groei licht. Met de komst van het groeimodel is ook de noodzaak van en de bereidheid tot het uitvoeren van een goede gewasregistratie toegenomen. De begrippen "plantbelasting" en "plantbalans" gaan hierdoor meer betekenis krijgen in de praktijk.

1.2 Onderzoeksvraag

De vraag die uit de omschreven recente praktijk en onderzoekservaringen, en de plantkundige beschouwing rijst is: waar ligt de sleutel voor het sturen van de plantbalans: in de intensiteit van het (SON-T) licht, in de daglengte, of in de daglichtsom (daglengte x lichtintensiteit), of juist in de verhouding van een van deze factoren met de teelttemperatuur in de verschillende seizoenen van het jaar? Alleen door deze vraag te beantwoorden is een verdere ontwikkeling van de energiezuinige gerbera teelt mogelijk.

Deze vragen spelen bij alle Gerbera telers, maar in het bijzonder voor de telers van grootbloemige rassen. Deze zijn minder prijselastisch waardoor ze het moeten hebben van de winterproductie.

1.3 Doelstellingen

De hoofddoelstellingen zijn tweeledig: enerzijds is er een kennisvraag; anderzijds is er een energievraag en doel. Verder zijn er een aantal nevendoelestellingen. Deze worden hieronder toegelicht.

1.3.1 Te toetsen hypotheses

De plantbalans (uitgedrukt in aantal knoppen per m² die tot een kwalitatief goede bloem kunnen uitgroeien) is in de winter te sturen door de lichtsom en de daglengte in combinatie met lage etmaaltemperaturen.

De tweede aanname is dat vanaf half februari meer met de natuur mee moet worden geteeld met een korte daglengte om voldoende knoppen aan te leggen. De temperatuur moet dan met het licht mee worden gevarieerd.

1.3.2 Energiedoelstelling

Beoogd wordt een energiebesparing gelijk aan de energiebesparing die bereikt is met de SON-T belichting afdeling van proef 2014-2015 (Dueck *et al.*, 2015). Van 1 oktober tot eind maart bedroeg deze ruim 39% op elektra en 69% op warmte. Deze besparingen zijn berekend door het verbruik aan warmte en elektra te vergelijken met een referentie van 21 m³/m² warmte en 101.4 kWh elektra. De referentie is modelmatig verkregen door een verbruik voor het klimaat 2013-2014 met de heersende praktijk instellingen te berekenen (KASPRO).

Door het beperken van de ventilatie overdag zal nog wel een warmte besparing van maximaal 10% en 5% CO₂ besparing mogelijk zijn.

Beoogd wordt dat de bereikte besparingen in de praktijk geborgd kunnen worden door het systeem robuuster te maken, en mogelijk de trend naar steeds hogere lichtintensiteiten te installeren om te keren.

1.3.3 Nevendoelstellingen

Teeltzekerheid vergroten door een betere vochtbeheersing.

Het Nieuwe Telen beter kunnen toepassen met eenvoudige regelingen door een groter verschil in temperatuur tussen binnen en buiten.

Een nieuwe balans vinden tussen teeltsnelheid en plantbelasting.

De bevindingen van het afgelopen onderzoek bevestigen ondanks wellicht een ander buitenklimaat.

1.4 Samenwerking en overlegstructuur

De projectleiding en uitvoering van dit onderzoek ligt bij Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw te Bleiswijk.

Flori Consult Group, initiatiefnemer voor dit onderzoek, heeft meegedacht met de proefopzet en zorggedragen voor de bestelling en kwaliteitscontrole van het plantmateriaal. Eén van de Flori Consult adviseurs bezoekt minimaal eens per twee weken de proef, geeft teeltbegeleiding en zorgt voor vergelijking van de proefgegevens met gegevens uit praktijkbedrijven. De deelname van Flori Consult adviseurs waarborgt tevens de doorstroming van kennis naar de praktijk.

Jan Voogt van Hoogendoorn brengt klimaatadviezen in ten aanzien van Het Nieuwe Telen en faciliteert de software technische mogelijkheden om te sturen naar gewenste verhoudingen van bijvoorbeeld lichtsom en temperatuursom.

LTO glaskracht organiseert de BCO en voert een deel van de communicatie uit voor haar achterban van Gerberatelers.

Een afvaardiging van kwekers is als adviseur betrokken via de Landelijke Gewascommissie Gerbera en de achterban van LTO Glaskracht: een kleine begeleidingsgroep van twee kwekers en een voorlichter van Flori Consult Group die één keer per 2 weken op het proefbedrijf bijeen komt. Een Begeleidings Commissie van het Onderzoek (BCO) komt eens per zes weken bij elkaar voor discussie over de tussentijdse resultaten en advies. Aansluiting met de praktijk verloopt verder via het uitgebreide netwerk van Flori Consult Group en LTO Glaskracht.

2 Materiaal en methodes

De proef is uitgevoerd in 3 aan elkaar grenzende proefkassen van ieder 144 m² van het kassencomplex bij WUR Glastuinbouw in Bleiswijk, afdelingen 801, 802 en 803.

Het zijn Venlo-type kassen met doorlopende nokluchting aan beide zijdes.

De kassen laten gemiddeld 60 % van het buitenlicht door (Bijlage 1). De transmissie is gemeten op 50 cm hoogte vanaf het bladpakket bij diffuus licht in de maand juli.

2.1 Klimaat installaties

Het kasklimaat in de afdelingen wordt gestuurd door middel van een ISII de klimaatcomputer van Hoogendoorn.

De kassen zijn uitgerust met 3 schermdoeken op twee dradenbedden:

2 schermen op het bovenste dradenbed:

- Een energiescherm, Luxous 1347 FR - energie besparing 47%, lichttransmissie 87% voor loodrecht invallend licht en 80% voor diffuus licht.
- Een diffuus zonnescherm, Harmony 3315 O FR – energie besparing 15%, lichttransmissie 60% voor loodrecht invallend licht en 54% voor diffuus licht.

1 scherm op het onderste dradenbed:

- Een verduisteringscherm, Obscura 10070 FR WB+BW – energie besparing 70%, lichttransmissie 0%.



Figuur 1 Ventilationjet met daaronder een nivolorator.

In iedere afdeling is er een "Ventilationjet" gemonteerd (Figuur 1). Dit is een ventilatiesysteem voor vochtbeheersing in de kas. Het systeem bestaat uit een koker die door de twee schermdoeken steekt met daarin een regelbare ventilator en daaronder een mengplaat en een nivolorator die de kaslucht mengt met de koude lucht van boven het scherm. De ventilator van de ventilationjet kan maximaal 3200 m³/m²/uur koude droge lucht toevoeren. De nivolorator is op een vaste stand van 50% gezet. Daarbij wordt 1700 m³/uur aan lucht verplaatst. De aanzuiging van lucht boven het doek gaat aan als het scherm voor 99% gesloten is en regelt in het traject voor vochtdeficit van de kaslucht van 1.8 g/m³ naar 1 g/m³ tussen uit en volvermogen.

De kassen beschikken over een hogedruk nevel installatie die gebruikt kan worden om de luchtvochtigheid te verhogen. Deze is gebruikt als het vochtdeficit boven de 10 g/m³ kwam.

In alle kassen worden de planten belicht met 1000W SON-T lampen, zodat de intensiteit op gewas hoogte 90 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ bedraagt in 2 afdelingen (802 en 803) en 100 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ in de derde afdeling (801), conform het behandelingsplan (zie 2.3).

Ter controle en bijstelling is de lichtverdeling over de hele kas gemeten met alleen assimilatie licht aan. Er is boven elk teeltbed gemeten in de lengte van de kas, om de 50 cm, op een hoogte van 65 cm van de teeltgoot. De verdeling van het licht over de drie kassen is te zien in Bijlage 1.

De proefplanten zijn op basis van de lichtcontrole metingen verdeeld, zodat deze onder het geplande belichtingsniveau staan.

2.2 Plantmateriaal

Een nieuwe Gerberateelt in pottensysteem op kokos substraat (6 planten/m²) is voor deze proef gestart. De planten, vier verschillende rassen van twee leveranciers (Schreurs en Preesman) zijn verlengd opgekweekt en op 30 juni 2015 in de kassen geplant.

De rassenkeuze is in overleg met telers gedaan, zodat de rassen representatief zijn voor het huidige praktijk assortiment. Er zijn twee grootbloemige rassen en twee mini's. In hun groeiwijze zijn de rassen zo gekozen dat er een vegetatief groeiend ras en een generatief groeiend ras van iedere type aanwezig was.

De gekozen rassen (Figuur 2 en Figuur 3) zijn:

- Pre Semmy (Grootbloemig, vegetatief)
- Rich (Grootbloemig, generatief)
- Whisper (Mini, generatief)
- Suri (Mini, vegetatief).



Figuur 2 Grootbloemige rassen in de proef, links Pre Semmy, rechts Rich.



Figuur 3 Mini rassen, links Suri, rechts Whisper.

2.3 Water en voeding

De planten krijgen water en nutriënten via een druppel systeem (per plant één druppelaar). Voor alle rassen en de drie kassen wordt dezelfde basis voedingsschema gehanteerd. Elke 2 weken wordt een monster van de drain genomen. Op basis van de uitslagen van deze monsters (Bijlage 2) wordt de voedingsoplossing indien nodig bijgesteld.

De planten krijgen dagelijks minimaal 4 beurten van 100 cc per plant, tussen 7 en 10 uur. Het overtollige water (drain) bedraagt minimaal 50 en maximaal 70% van de gift. Met toenemende natuurlijke straling werd de watergift sneller na elkaar gegeven en langer aangehouden tot uiterlijk vier uur 's middags.

In najaar 2015 is paarsverkleuring en stug blad geconstateerd bij Rich in de afdeling Koel Telen. In april 2016 werd paarsverkleuring en geel verkleuring van bladeren in de koel telen afdeling waargenomen. De paarse bladeren blijken een hoog droge stof gehalte te hebben. Er is geen verdere actie van onderzoek op deze afwijking gezet. De verkleuringen namen niet verder toe en bij het verouderen van deze bladeren zijn ze verdwenen. Er is geen berekening gemaakt van de opgenomen voeding in gram/m². Verschillen in opname zouden kunnen ontstaan bij grote groeiverschillen.



Figuur 4 Paars en geel verkleuring van blad in de koel telen afdeling 802 in april.

2.4 Behandelingen

In iedere kas is een andere klimaatbehandeling aangelegd. Tabel 1 geeft de behandelingen schematisch weer.

Gestreefd wordt naar een gelijke PAR som in de drie afdelingen. In de winter wordt door 13 uur belichting met 90 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ vrijwel net zoveel licht gegeven als met 100 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$ gedurende 11.5 uur. Er zijn tussen de kassen verschillen in daglengte en etmaaltemperatuur.

Tabel 1

Schema behandelingen per kasafdeling.

Kas nr. Behandeling	Daglengte (fotoperiode)	Intensiteit belichting	PAR som (belichting, Mol/m ² dag)	Temperatuur strategie
801 Praktijk	11.5 uur	100 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$	Maximaal 4.1	Laag in winter (streef 15°C etmaal); na half februari met het licht mee oplopend, tabel Flori Consult Group (Bijlage 3)
802 Koel telen	13 uur okt.à febr. (tot oktober en vanaf half februari 11.5 uur)	90 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$	Maximaal 4.2	Laag, (streef 15°C etmaal)
803 Lichtafhankelijk telen	13 uur okt.à febr. (tot oktober en vanaf half februari 11.5 uur)	90 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$	Maximaal 4.2	Variabel. Sterker licht afhankelijk dan tabel Flori Consult Group.

2.4.1 Daglengte

In de periode van de start van de proef op 1 juli tot 6 oktober is in alle kassen een daglengte van 11.5 uur aangehouden. Hiertoe is er verduisterd met het donker doek.

Vanaf 6 oktober is de daglengte in de afdelingen 802 en 803 verlengd naar 13 uur. In afdeling 801 is de daglengte niet gewijzigd, 11.5 uur blijft gehandhaafd. De verlenging werd bereikt door in de avond later te gaan schermen of langer te belichten.

Vanaf 17 februari, als de natuurlijke daglengte boven de 11.5 uur komt, is de daglengte in de 13 uur behandelingen teruggebracht naar 11.5 uur om de verschillen in PAR som te minimaliseren en het ongewenste effect van een langere dag met oplopende etmaaltemperaturen (vegetatief gewas) te voorkomen.

2.4.2 Temperatuur strategieën

2.4.2.1 Koel telen, kas 802

In deze temperatuurstrategie wordt getracht een constante etmaaltemperatuur van 15 graden aan te houden gedurende de hele periode. In combinatie met een langere daglengte, was dit de strategie die in het onderzoek van Dueck *et al.*, (2015) de beste resultaten opleverde voor bloemproductie en kwaliteit. Bij hoge buitentemperaturen is deze strategie moeilijk te realiseren omdat er in de kassen geen koeling aanwezig is. Dan zal de etmaaltemperatuur hoger worden. In de natuurlijke nacht wordt bij deze strategie het verduisteringsscherm zonodig op een grote kier (tot 30%) gezet om de nachttemperatuur in de kas te laten dalen.

2.4.2.2 Praktijk, kas 801

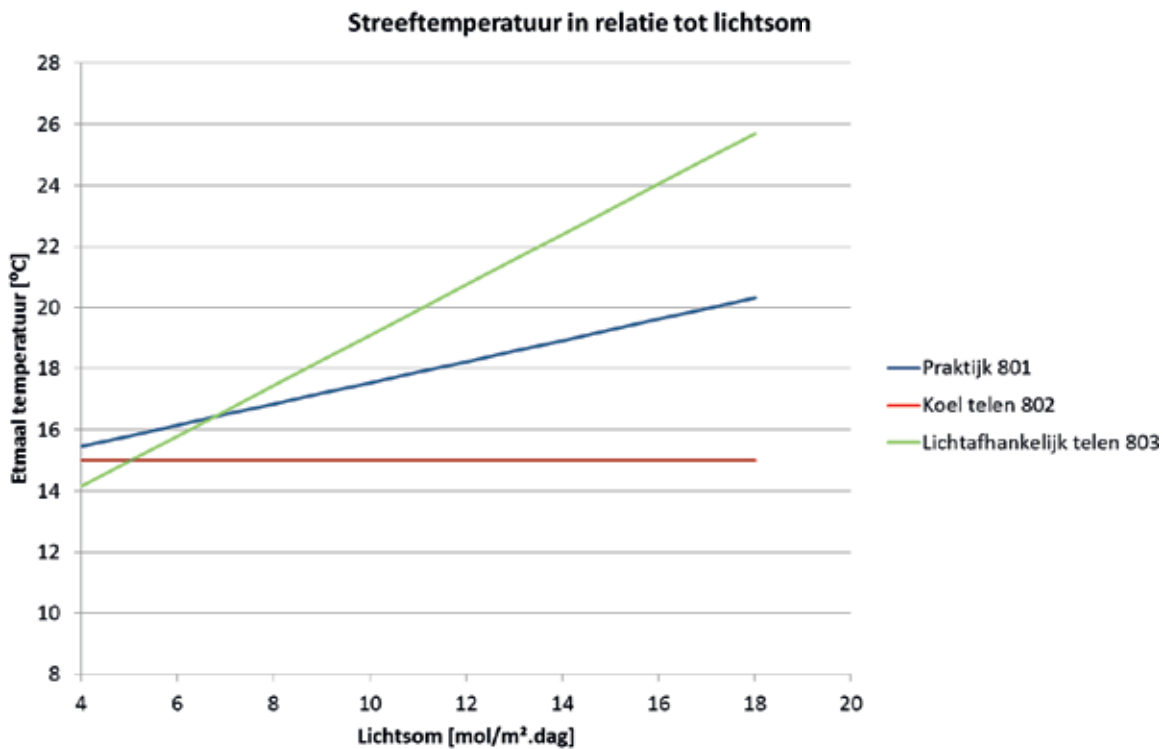
De strategie is een temperatuur die koel blijft bij lage lichtintensiteit en hoger mag worden afhankelijk van het licht. De hogere temperatuur wordt, conform een energiezuinige teeltmethode, vooral overdag door de zon gerealiseerd. Voor de temperatuur / licht verhouding wordt een relatie aangehouden die in de praktijk gehanteerd wordt, en die in de loop van de afgelopen jaren ontwikkeld is door de voorlichters van de Flori Consult Group (Bijlage 3). Ook bij deze strategie wordt met het verduisteringsdoek in de natuurlijke nacht zo nodig nog gekierd om de gewenste etmaaltemperatuur te realiseren.

2.4.2.3 Lichtafhankelijk telen, kas 803

Een steilere verhouding tussen lichtsom en temperatuursom wordt aangehouden dan in de praktijk-kas 801. Bij hele lage week PAR sommen ligt de etmaaltemperatuur lager dan de Flori Consult Group strategie (FCG), maar bij toenemend PAR wordt een hogere etmaaltemperatuur nagestreefd: Bij een PARsom van 10 mol PAR per dag zal de etmaaltemperatuur 0.5 °C per dag hoger zijn dan de streef temperatuur van FCG. Dit verschil moet bereikt worden door een hogere dag en nachttemperatuur te realiseren. In de winter bij een lage lichtsom wordt bij deze strategie met het verduisteringsdoek in de natuurlijke nacht zo nodig nog gekierd om de gewenste etmaaltemperatuur te realiseren.

De temperatuur in beide lichtafhankelijke afdelingen wordt op daglicht som geregeld, dit is nauwkeuriger dan op weeklichtsom.

De streeftemperaturen ten opzichte van het lichtsom bij de drie behandelingen worden in Figuur 5 weergegeven.



Figuur 5 Verhouding tussen ontvangen daglichtsom in de kas en de streef etmaal gemiddelde temperatuur. In kas 802, behandeling Koel telen, is de streef temperatuur onafhankelijk van de daglichtsom.

2.4.3 Energiestrategie

In beginsel wordt in de drie kassen gestreefd naar een gezond en productief gewas van voldoende kwaliteit. Gestreefd wordt naar een energiegebruik dat vergelijkbaar is met die van de proef van Dueck *et al.*, (2015), lager mag, maar zonder concessies op de productie en de kwaliteit.

2.4.3.1 Verwarmen

Er wordt in geen van de drie kassen een minimum buis ingezet maar gestookt op basis van warmtebehoefte. Als de vochtigheid te hoog wordt, in het geval de vocht beheersing met de ventilation jet vanwege de buitenomstandigheden onvoldoende blijkt, kan op basis van de vochtigheid ook extra warmte worden ingebracht.

Een te lage etmaaltemperatuur wordt bij voorkeur overdag gecompenseerd, door de ramen langer gesloten te houden en de kas door de zon op te laten warmen, of onder gesloten scherm, zodat de energie-input hiervoor minimaal is.

Een te hoge etmaal wordt met een lagere nachttemperatuur gecompenseerd, mits de buitentemperaturen dit toelaten.

Deze koel telen strategie voor verwarming heeft in de proef van Dueck *et al.*, (2015) tot een hoge besparing op warmte geleid.

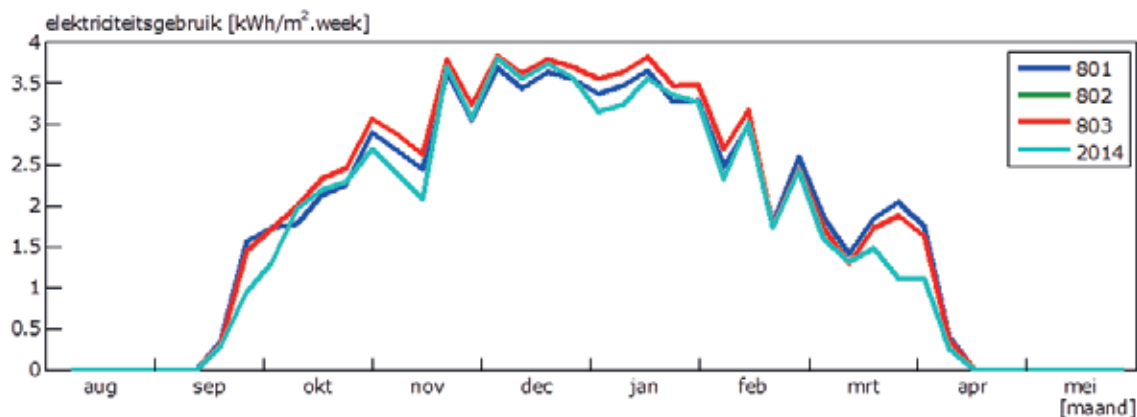
2.4.3.2 Belichten

De bovenbeschreven strategie voor verwarming bespaart 71% op warmte vraag ten opzichte van een voor het experiment van Dueck *et al.*, 2015 gehanteerde referentieteel. De belangrijkste energiebesparing valt echter te behalen op de elektriciteitsvraag.

Met het klimaat van de winter 2014-2015 is vooraf het energiegebruik van elke kas doorgerekend en vergeleken met het klimaat van de proef van Dueck *et al.*, (2015) in de winter 2014-2015. Deze berekening is grafisch weergegeven in Figuur 6. Het elektragebruik in 2014-2015 bedroeg 70.3 kWh/m² totaal. In de Praktijk behandeling (11.5 uur daglengte en temperatuur lichtafhankelijk volgens Flori Consult Group tabel) zou 74.8 kWh/m² worden gebruikt; in de twee behandelingen met een langere daglengte in de winter, maar minder lichtintensiteit zou dit 77.2 kWh/m² zijn.

Om in de buurt van het gebruik van de eerdere proef te komen, is het dus nodig om verder terug te gaan in elektra gebruik. De volgende middelen zijn hiervoor ingezet:

- Eerder de lampen af schakelen.
- De dagverlenging met één streng te doen.
- Meer op lichtintegratiebasis over 7 dagen het aantal benodigde lamplicht uren af te stemmen.



Figuur 6 Prognose energiegebruik voor belichting in de behandelingen in vergelijking met het gebruik in een proef het jaar ervoor. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Licht afhankelijk telen.

Om deze reden is er voor de belichting een lichtplan gemaakt voor iedere kas, dat rekening houdt met de weersverwachting en binnen een week corrigeert. Gestreefd wordt naar minimaal 8 Mol/m² per dag. Dat betekent dat op lichte dagen (boven de 8 Mol/m²) er in principe geen lampen branden buiten de benodigde uren om de gewenste daglengte te realiseren. Alleen als de dagen ervoor en de verwachting al donkere dagen laat zien zal er wel worden belicht om gemiddeld op de streefwaarde te komen. Op hele donkere winterdagen, met 1 tot 2 Mol/m² PAR natuurlijk licht in de kas, zullen de lampen de volledige duur van de daglengte branden (maximaal 4.1 Mol/m² PAR per dag), en dan nog wordt de streefwaarden van 8 Mol/m² niet gehaald.

De belichting bestaat uit twee parallelle strengen lampen, en is in 2 groepen schakelbaar. Dat betekent dat de lampen kunnen worden aan- en uitgeschakeld in zig-zag vorm (Dambord opstelling).

De dagverlenging, van 11.5 uur naar 13 uur, in de kassen 802 en 803 wordt gedaan met één streng lampen om en om. De streng die op dag 1 brandt is op dag 2 uit tijdens de dagverlenging.

2.5 Gewasgezondheid

Ziekten en plagen worden zoveel mogelijk geïntegreerd bestreden. De plaagontwikkeling is met behulp van tweewekelijkse scouting gevolgd op zowel het gewas als op vangplaten voor vliegende insecten. Gedurende een groot deel van de teelt is ter preventie van meeldauw aantasting in de kassen 's nachts gedurende 2 tot 4 uur met zwavelverdamers gewerkt. Zonodig werd meeldauw verder chemisch bestreden. Voor de gewasgezondheid zijn per behandeling geen duidelijke verschillen in aanpak geconstateerd. Dit wordt in het rapport daarom verder niet uitgewerkt.

2.6 Meetnet en waarnemingen

Om het klimaat goed te kunnen regelen en om inzicht te krijgen in de effecten van de behandelingen op de groei van de planten, worden de volgende metingen en waarnemingen verricht.

2.6.1 Klimaatregistratie

In elke kas zijn geventileerde meetboxen geplaatst om het kasklimaat te monitoren net boven de hoogte van het gewas voor meting van CO₂ concentratie, kastemperatuur en relatieve luchtvochtigheid. Het licht in iedere kas wordt met 2 PAR meters bijgehouden.

De planttemperatuur wordt continu gemeten op drie plaatsen per afdeling met IR Camera's.

Een meetbox is boven de schermen in de nok van de kas geïnstalleerd, zodanig dat er inzicht kan worden verkregen in de uitwisseling van kaslucht onder de scherm met kaslucht van boven het scherm en met de buitenlucht, en daarmee van het ontvochtiging niveau.

Daarnaast worden de watergiften, drain, raamstanden, schermdoek gebruik, aan- en uitschakeling van lampen, warmte afgifte van de buizen, CO₂ doseerflux en het gebruik van de Ventilation Jet bijgehouden.

2.6.2 Gewaswaarnemingen

Aan het gewas worden verschillende soorten waarnemingen gedaan om de effecten van de behandelingen te kunnen evalueren:

Productie en kwaliteit:

2 keer per week worden de oogstrijpe bloemen geoogst. De geoogste bloemen worden gebruikt voor het bepalen van de productie en kwaliteit. Bijgehouden wordt per ras:

- Aantal bloemen per m².
- Steellengte.
- Bloemgewicht op volledige lengte, en na het afknippen op 50 cm (om lengte invloeden op het gewicht te kunnen uitschakelen).
- Bloemdiameter.
- % onverkoopbare bloemen (= bloemen korter dan 50 cm, bloemen met beschadigen of vervormingen).



Figuur 7 Productie en kwaliteitsmetingen bij de geoogste bloemen.

Uitgroeiduur en plantbelasting

Eén keer per week worden detailmetingen gedaan bij 6 planten (1 m²) per behandeling (2 planten met drie positie-herhalingen):

- Uitgroeiduur, gedefinieerd als de tijd vanaf het moment dat een knop groter is dan 2 cm tot het moment van oogsten. Hiertoe worden in de meetplanten knoppen gelabeld bij een lengte van 2 cm, en bij oogsten wordt de label datum en oogstdatum genoteerd.
- Plantbelasting, gedefinieerd als het aantal bloemen en knoppen groter dan 1 cm op een plant en op één vierkante meter.



Figuur 8 Detailmetingen, links: uitgroeiduur per bloem, rechts: gemerkte planten voor het volgen van de plantbelasting.

Destructieve gewaswaarnemingen

Eens per 3 maanden wordt een sloopwaarneming uitgevoerd. Hiertoe worden 3 representatieve planten per ras per kas uit elkaar gehaald. Gemeten wordt:

- Aantal bladeren.
- Bladlengte langste 5 bladeren (3 van de 5 waarnemingen).
- Bladgewicht (vers en droog).
- Bladoppervlakte.
- Aantal bloemen.
- Bloemgewicht (vers en droog).

Houdbaarheidsonderzoek

Eens per 2 maanden worden 10 bloemen per ras per kas uit de oogst apart gehouden. Deze bloemen worden naar een uitbloeiruimte gebracht en direct in individuele vazen met water met daarin 5 ppm chloor geplaatst voor het volgen van het vaasleven.



Figuur 9 Bloemen in individuele vazen voor houdbaarheidsonderzoek.

De houdbaarheid of vaasleven wordt gedefinieerd als: het aantal dagen tussen plaatsing van de bloem in de uitbloeiruimte (dag 0) tot het moment dat ze worden afgeschreven. De bloemen worden afgeschreven als ze zodanig slap, verwelkt of uitgebloeid zijn, of andere afwijkingen vertonen (b.v., krimp, bloemverkleuring, Botrytis-rot) dat de gemiddelde consument ze niet langer in de vaas zou laten staan.

De heersende condities in de onderzoeksruimte zijn volgens internationale voorschriften ingesteld: 20°C, 60% RV, 12h licht per dag bij 14 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ (Reid en Kofranek, 1981).

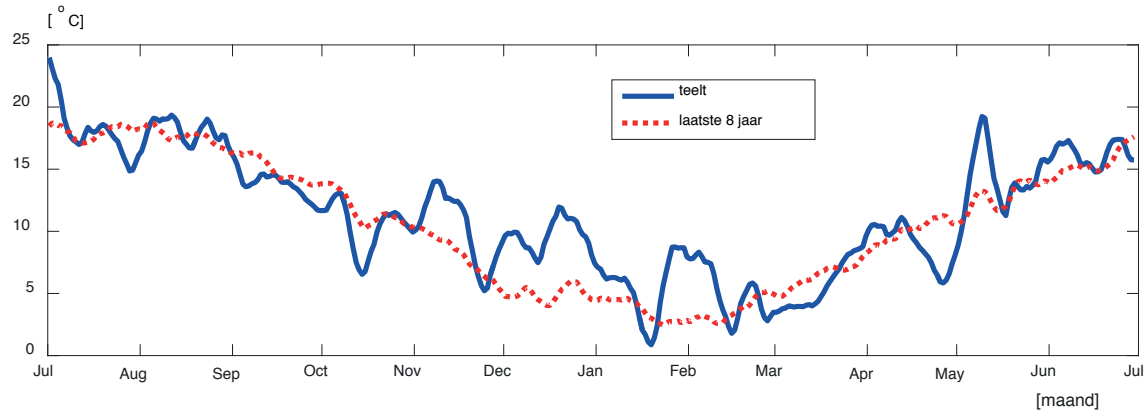
3 Resultaten

3.1 Klimaat

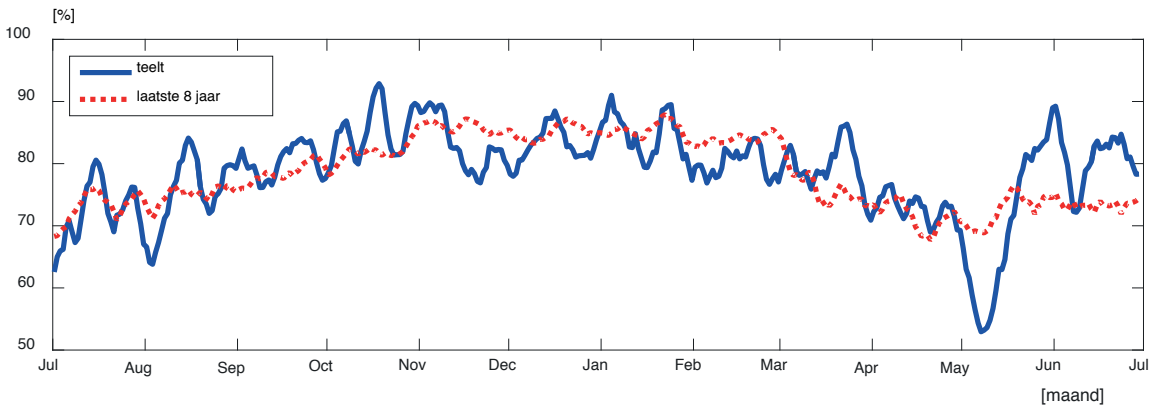
3.1.1 Buiten condities

Voor de gewenste temperatuur strategieën zijn de buitencondities belangrijk. De te behalen temperatuur in de afdelingen is afhankelijk van deze condities. In Figuur 10 wordt per etmaal de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht en de stralingsom getoond.

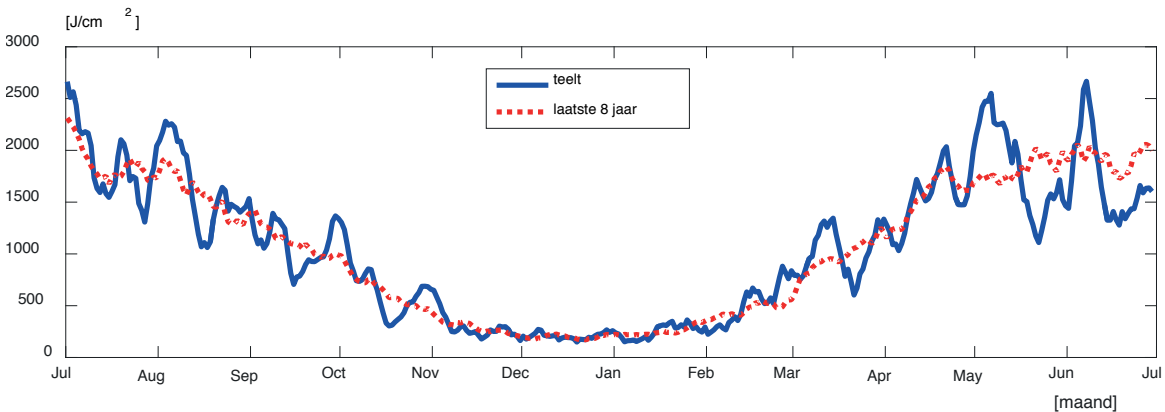
Temperatuur



Relatieve luchtvochtigheid



Stralingsom per dag

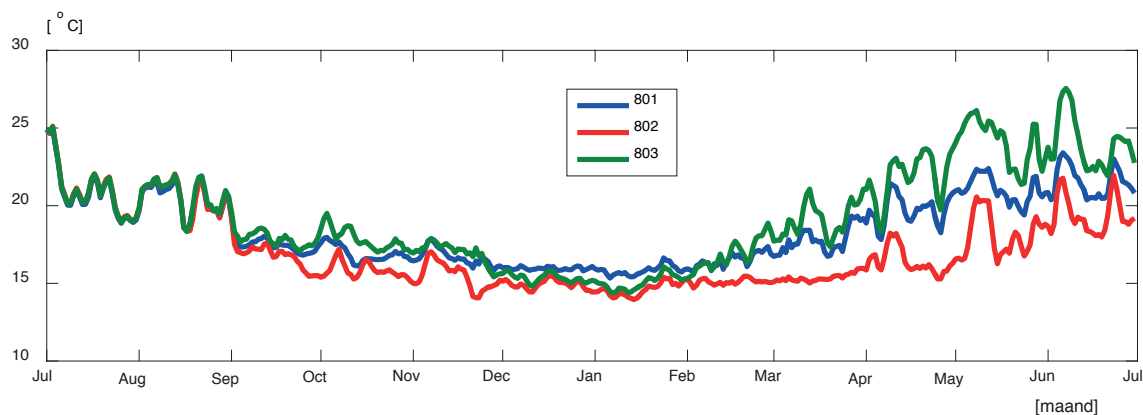


Figuur 10 De temperatuur en relatieve luchtigheid van de buitenlucht en de stralingsom gedurende de teelt en gemiddeld over de laatste 8 jaren.

Opvallend is dat het in november en december 2015 en in februari 2016 relatief warm was, dit heeft direct gevolgen voor de etmaaltemperatuur die in de behandelingen gerealiseerd kan worden. Die kon in die periode met weinig natuurlijk licht niet laag genoeg komen.

3.1.2 Kasklimaat gerealiseerd

Het gerealiseerde klimaat voor de drie behandelingen is duidelijk verschillend geweest. Zowel voor temperatuur, vochtigheid (3.1.3) als CO₂ (3.1.4) niveau. Vooral na februari zijn grote verschillen in etmaaltemperatuur gerealiseerd. In het najaar zijn de verschillen klein, maar wel duidelijk aanwezig.



Figuur 11 De gerealiseerde etmaaltemperatuur voor de drie afdelingen. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

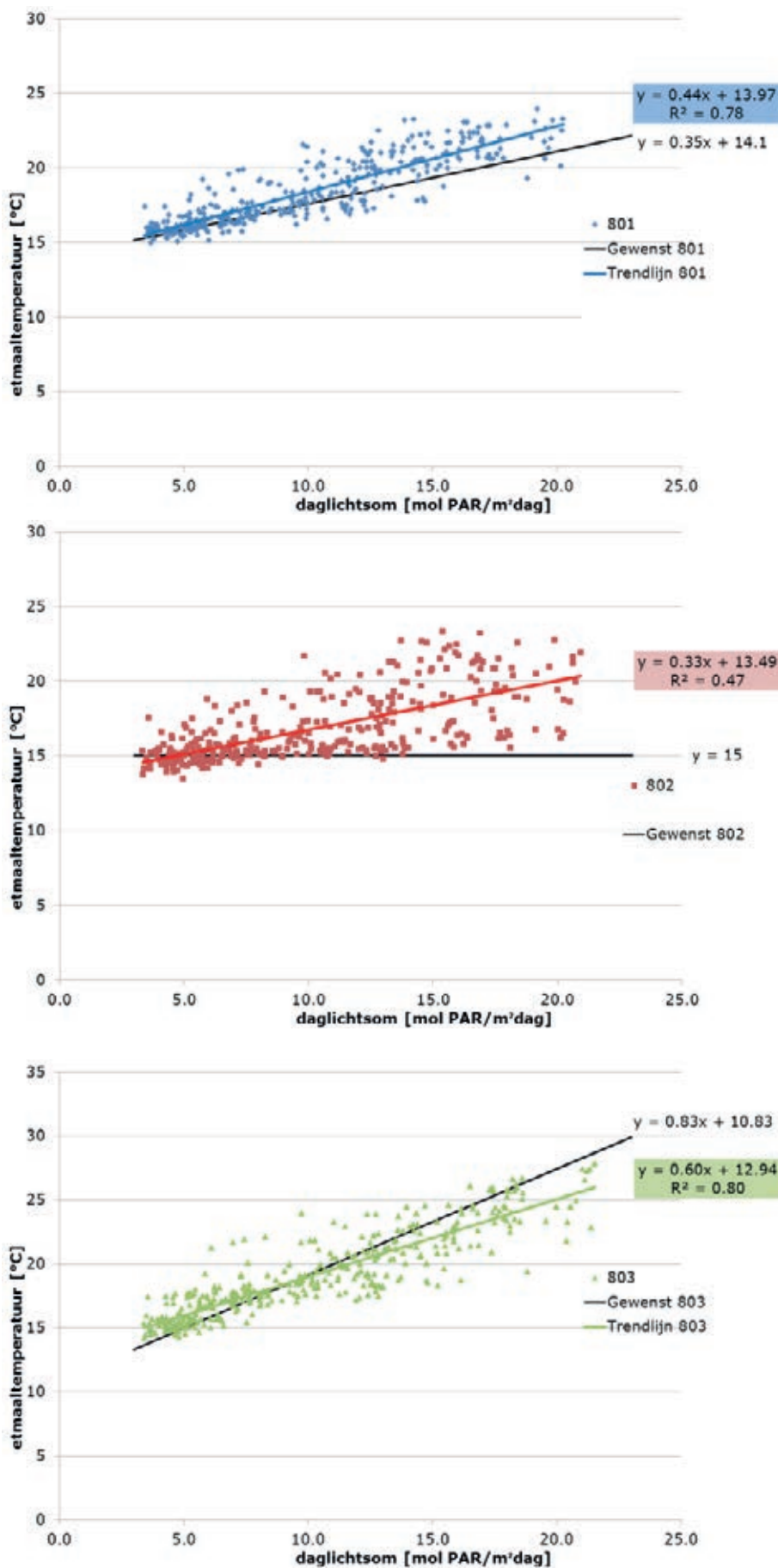
3.1.2.1 Etmaaltemperatuursturing op verwachte daglichtsom

Zoals eerder is betoogd is de realisatie van de gewenste etmaaltemperatuur in relatie van de lichtsommen sterk afhankelijk van de buitentemperatuur. In Figuur 4 zijn de streefwaardes getoond; in Figuur 12 zijn per afdeling de gerealiseerde en gewenste temperaturen weergegeven.

Door de punten in Figuur 12, midden, behorende bij Koel telen, kas 802, kan de rode lijn worden "gefit". Deze lijn had een horizontale lijn moeten zijn op een etmaalgemiddelde van 15°C. Zonder koeling is het onmogelijk om de kastemperatuur onder die van de buitentemperatuur te houden. Alleen op dagen met een gemiddelde buitentemperatuur onder de 10-12 graden is dit mogelijk en daarbij stijgt de temperatuur met toenemende lichtintensiteit omdat licht als energiebron de kas opwarmt. Daarom is de trendlijn niet horizontaal maar loopt enigszins met het licht mee op. Bij de koel telen strategie is het dus niet mogelijk om continu 15°C aan te houden. Vanuit het denken in plantbalans is dit ook niet gewenst, omdat bij meer licht de plant bij een hogere temperatuur mag ontwikkelen.

De blauwe punten in Figuur 12, boven, corresponderen met de temperatuur van de Praktijk kas 801, waarbij het de bedoeling is om hogere temperaturen toe te laten voor hogere PAR licht sommen. De regressielijn door de gerealiseerde waarden is $T = 13.97 + 0.44 \cdot \text{daglichtsom}$. De streeflijn uit figuur 4 en 10 is $T = 14.1 + 0.35 \cdot \text{daglichtsom}$. De basis waarde is vrijwel gelijk maar de helling van de realisatie is 0.09 hoger. Dat betekent dat bij 5 mol/m² PAR de gerealiseerde etmaaltemperatuur 0.3°C hoger is dan de streefwaarde voor deze behandeling en bij 15 mol/m² PAR is dit toegenomen tot 1.2°C.

De groene lijn in Figuur 12, onder, is die van de behandeling lichtafhankelijk telen kas 803. Deze wordt benaderd door de lijn $T = 12.94 + 0.60 \cdot \text{daglichtsom}$. De streeflijn voor deze afdeling zoals weergegeven in figuur 4 en 10 is $T = 10.85 + 0.83 \cdot \text{daglichtsom}$. De temperatuur in deze afdeling wijkt sterk af van de geplande waarden. Bij een lage daglichtsom van 5 mol/m² is de gerealiseerde temperatuur 1°C hoger dan de gewenste waarde, maar bij 15 mol/m² is de gerealiseerde temperatuur 1.3°C lager dan de streefwaarde. De gerealiseerde temperatuur is dus minder sterk licht afhankelijk dan gepland. De licht afhankelijk telen kas 803 zou bij lage lichtintensiteit koeler gehouden moeten worden door overdag sterker te ventileren. Dit gaat dan echter ten koste van de CO₂ concentratie in de kaslucht. Zoals hierboven al vermeld is daarbij de buitentemperatuur de begrenzendende waarde.



Figuur 12 De gerealiseerde en gewenste etmaaltemperatuur (y-as) in relatie tot de in elke kas gemeten daglichtsom (x-as) per afdeling over de periode 15 juli 2015-3 juli 2016. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

De punten liggen niet netjes op de lijnen, maar als een wolk daaromheen. Dit komt enerzijds zoals aangegeven door de buitentemperatuur. In het najaar met lage lichtniveaus is het bijvoorbeeld moeilijk om zonder koeling de gewenste lage etmalen te realiseren. Anderzijds blijkt straling een onzekere parameter in de weersverwachting. Als op een dag een hoge PAR som werd verwacht, werd de temperatuur vastgehouden door minder te luchten. Wanneer het in de middag plots bewolkt wordt en dus een lage PAR som gerealiseerd, dan zijn er nog maar enkele uren tijd om de kas af te koelen en zo te compenseren voor de eerst vastgehouden temperatuur naar de bijgestelde etmaaltemperatuur. Daarbij wordt de temperatuur regeling dan ook nog sterk veranderend, wat weer ongunstig is voor de gewasontwikkeling.

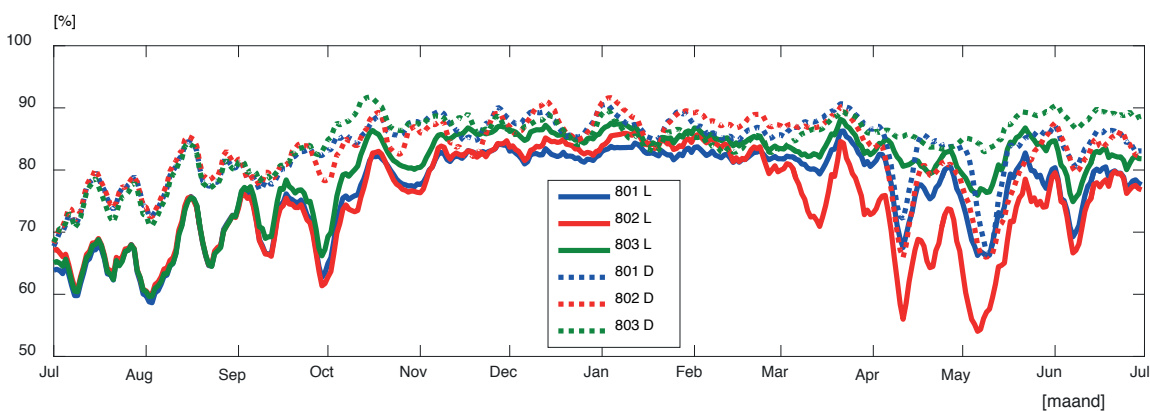
In de kassen werd zonlicht bij 650 Watt/m² buiten straling weggeschermd. De daglengte werd door verduistering op 11.5 uur maximaal gehouden. De combinatie van factoren zorgde er voor dat het soms warmer dan gewenst wordt omdat er gerekend werd met een hogere verwachte lichtsom dan in werkelijkheid gehaald werd. Het omgekeerde kwam ook voor: de PAR licht som werd hoger dan verwacht door het wegtrekken van bewolking, waardoor er onvoldoende warmte was vastgehouden om aan de hoge PAR som te voldoen. Dit zou hebben betekend dat er in de periode na zon onder of tijdens de verduistering iets gestookt had moeten worden om een voldoende hoge etmaal temperatuur te bereiken; er is ervoor gekozen om dit niet te doen, en daarom was op die dagen een lagere etmaal dan gewenst.

In Bijlage 4 zijn de puntenwolken uit Figuur 12 voor de drie afdelingen in vijf periodes van ca. 2 maanden uitgesplitst. Te zien is dat in de periode tussen 15 december en 15 april de meest nauwkeurige realisatie van de gewenste verhoudingen is behaald. Daarvoor en daarna speelt de buitentemperatuur een sterke rol waardoor de realisatie van de gewenste temperaturen zoals toegelicht minder nauwkeurig was.

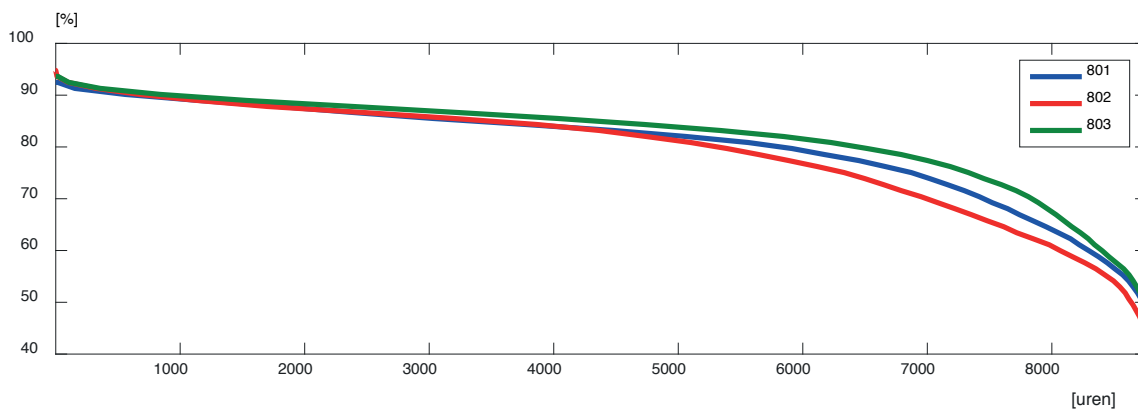
In de loop van het project is door Let's Grow en Hoogendoorn aan een module gewerkt gebaseerd op de ToControl regeling in de ISII gecombineerd met gegevens uit Let's Grow om de sturing van etmaaltemperatuur op de verwachte stralingssom in de kas te automatiseren.

3.1.3 Vocht in de kas

De beheersing van de luchtvochtigheid is een belangrijke voorwaarde om botrytis vrij Gerbera te telen. In de hele teelt is de gemiddelde luchtvochtigheid in alle drie de afdelingen onder de 90% gehouden (Figuur 13). Daarbij is het in de lichtperiode droger dan in de donker periode. Dit is ook logisch omdat in het donker de schermen meer gesloten zijn en er minder energie input in de kas is. In het voorjaar (april en mei) is het in de koel telen afd 802 duidelijk droger omdat daar meer moet worden geventileerd. Dat deze behandeling gemiddeld een lagere relatieve luchtvochtigheid heeft gehad is ook te zien in Figuur 14.



Figuur 13 De relatieve luchtvochtigheid in de lichtperiode (L) en in de donker periode (D) voor de drie behandelingen. Behandelingen 801 =Praktijk; 802 =Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.



Figuur 14 De jaar belastingsduur kromme van de relatieve luchtvochtigheid in de voor de drie behandelingen. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

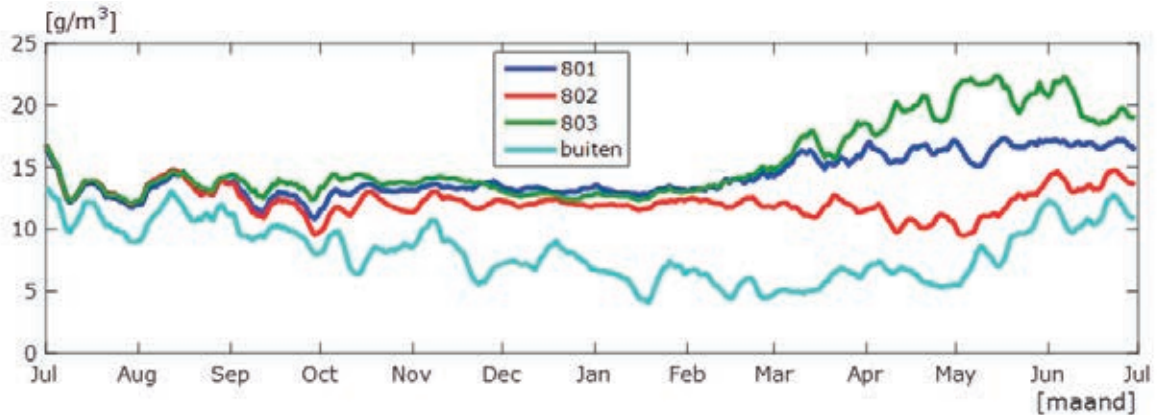
Voor de vochtbeheersing in de kas is vochtafvoer via ventilatie een belangrijke parameter. De vochtafvoer per m³ is groter als het verschil in absoluut vocht tussen buitencondities en de kascondities groter is. In de winter is het absoluut vocht in de drie afdelingen vrijwel gelijk. In het najaar is er een klein verschil geweest, waarbij de lichtafhankelijke afdeling het hoogste is in absoluut vocht. In het voorjaar zijn er duidelijke verschillen. Dan is het absolute vocht in de lichtafhankelijke afdeling het hoogste (Figuur 16). Dit komt overeen met het feit dat daar minder geventileerd behoeft te worden en dus een hoger CO₂ gehalte gehandhaafd kan blijven (3.1.4).

In het voorjaar kwam het voor dat door de verschillen in temperatuur en luchtvochtigheid tussen de afdelingen er condensatie plaatsvond op de tussengevel van de afdelingen 803 en 802 (Figuur 15).

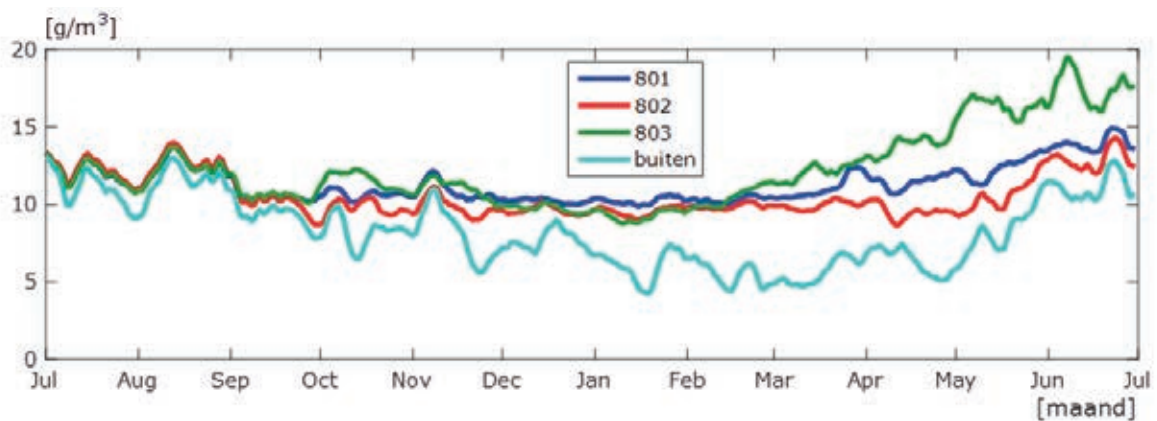


Figuur 15 Condensatie op de tussen gevel op 2 juni om 10 uur.

Licht periode



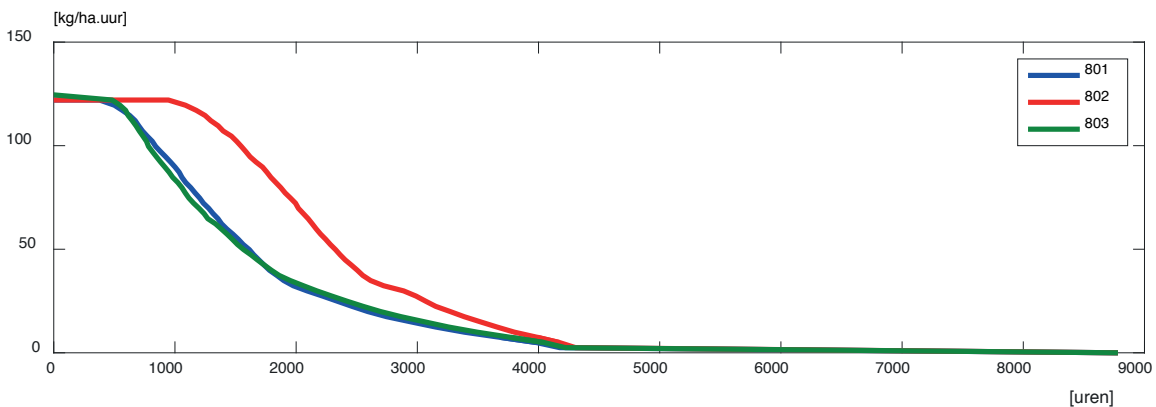
Donker periode



Figuur 16 De absolute luchtvochtigheid buiten en in de drie afdelingen in de licht periode (boven) en donker periode (onder). Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

3.1.4 CO₂ in de kas

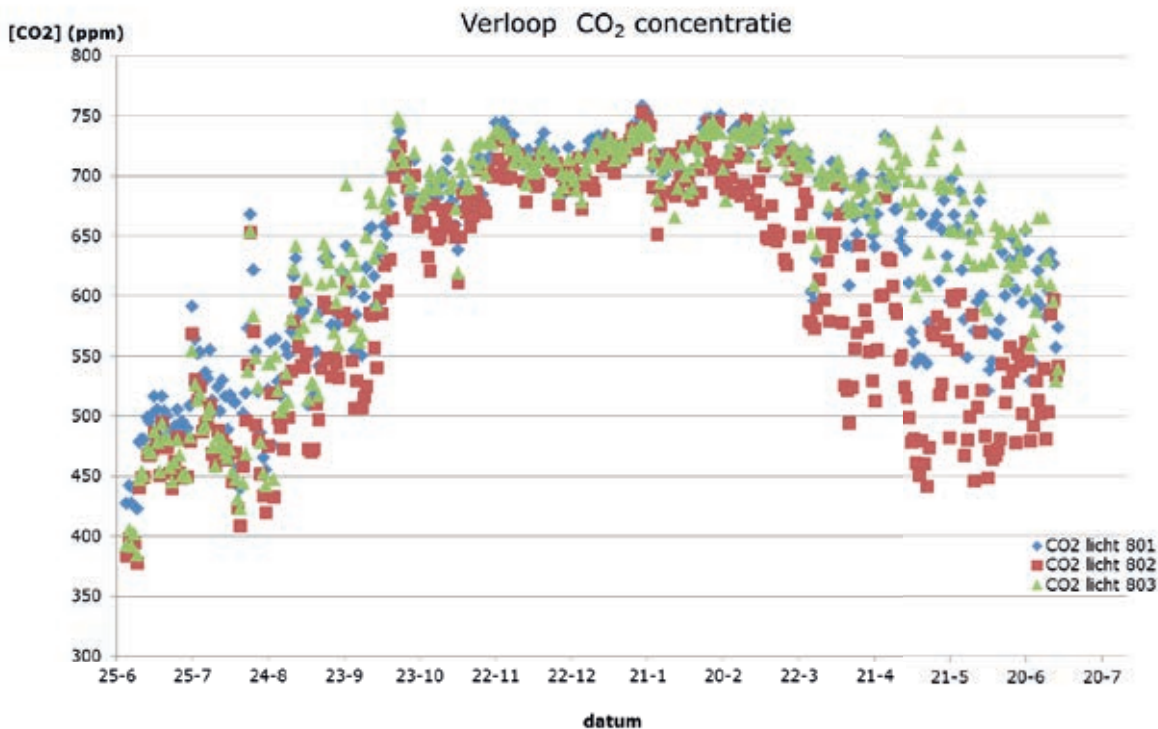
De ingestelde CO₂ flux was 125 kg/ha·uur. In Figuur 17 is de jaarbelastingsduur kromme van de dosering getoond. Voor afdeling 802 (behandeling koel telen) was dat bijna 1000 uur doseren op maximale flux en voor 801 en 802 ca. 500 uur doseren met de kleppen vol open.



Figuur 17 Jaarbelastingsduurkromme van de CO₂ doseersnelheid.

Figuur 18 geeft de CO₂ concentratie in de kas gedurende de dag over het jaar weer. Over de hele periode was de concentratie CO₂ gemiddeld 50 ppm lager in koel telen kas 802 dan in de andere twee kassen. Het is goed te zien dat de verschillen in CO₂ concentratie in de kas zijn gemaakt in het najaar en het voorjaar en zomer, omdat er vrij veel ventilatieverschillen waren tussen de kassen.

Van half november 2015 tot half februari 2016 waren er dagen waarbij het verschil tussen de koel telen kas 802 en de beide andere kassen, slechts 40 ppm bedroeg; gemiddeld over deze periode was het verschil nog geen 20 ppm. Logisch, want bij de bijbehorende lage lichtniveaus, was het verschil in streeftemperaturen tussen kassen klein en daarmee is ook het verschil in ventilatie via de luchtramen klein, zodat overdag een hoog niveau van CO₂ gerealiseerd kan worden (CO₂ doseersnelheid is dan niet beperkend).



Figuur 18 Verloop CO₂ concentratie gedurende de dag in de drie afdelingen. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

De verschillen vanaf 28 maart waren groot. Dit kwam doordat in de lichtafhankelijke afdelingen gestreefd werd naar een hogere etmaaltemperatuur, waarbij overdag minder werd geventileerd.

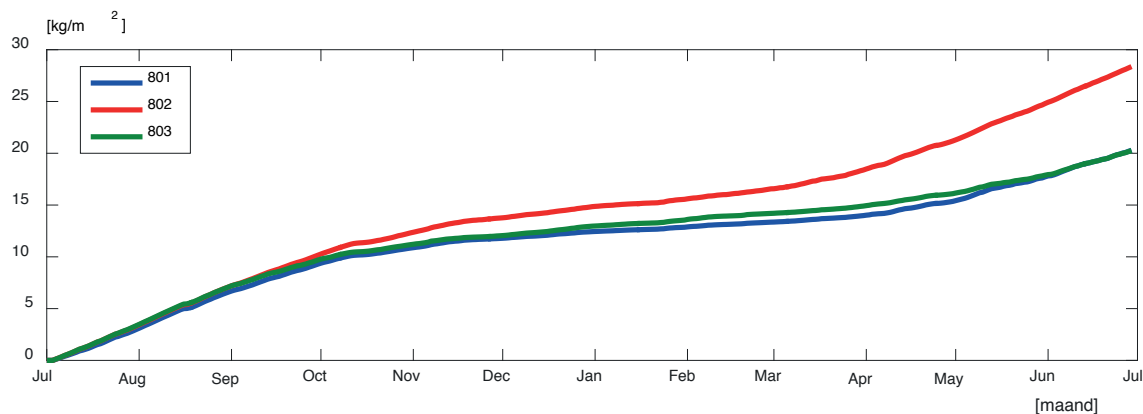
Na 28 maart is gemiddeld een ruim 100 ppm lagere CO₂ concentratie gemeten in de afdeling waar gestreefd werd naar een constante lage etmaaltemperatuur van 15°C (koel telen 802) dan in de andere twee afdelingen. Op dagbasis kon het verschil tussen de koeltelen kas en de licht afhankelijke kas tot 200 ppm oplopen, zoals op 11 april.

Om een lage temperatuur bij hogere instraling te bereiken moest in afdeling 802 veel worden geventileerd. Dit zorgde ervoor dat CO₂ door de ramen naar de buitenlucht verdween. Om de streefwaarde van 800 ppm te bereiken, moest er voortdurend CO₂ in de kas gedoseerd worden. Het spreekt vanzelf dat de ventilatie in 802 niet alleen voor een lagere gemiddelde concentratie, maar ook voor een hoger CO₂ verbruik zorgt. Dit is goed te zien in Tabel 2 en Figuur 19. De hoeveelheid gedoseerde CO₂ in de koel telen afdeling is duidelijk hoger dan in de twee andere behandelingen. De raamstand luwe zijde is vooral in de periode maart-juni verschillend en dan ontstaan ook de grootste verschillen tussen koel telen en de beide andere behandelingen in hoeveelheid gedoseerde CO₂.

Tabel 2

CO₂ verbruik in de drie afdelingen, afhankelijk van streeftemperatuur en gemiddelde raamstand.

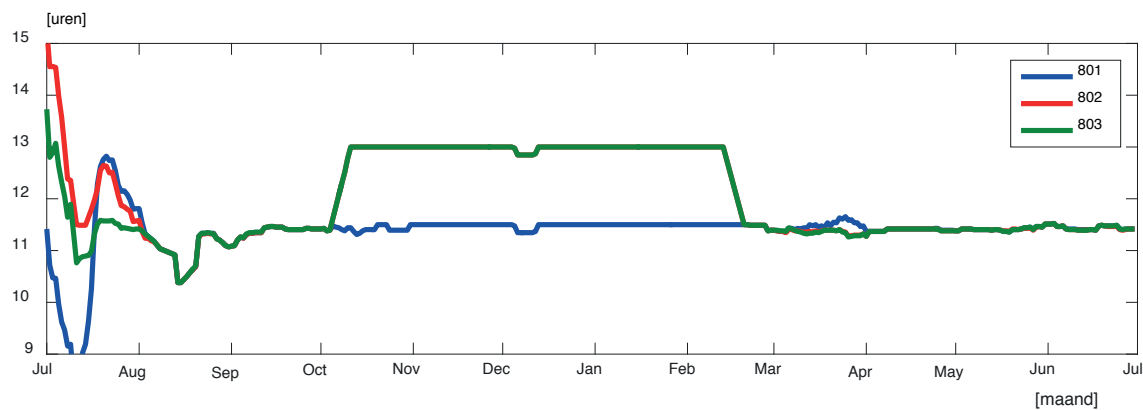
Afdeling	Behandeling	CO ₂ verbruik in kg/m ²	streeftemperatuur	gemiddelde raamstand		
				Juli-Okt	Nov-Feb	Maart-Juni
801	Praktijk	20.7	Lichtafhankelijk	44.1	2.0	10.6
802	Koel telen	28.8	15°C, licht onafhankelijk	49.8	4.2	38.0
803	Licht afhankelijk telen	20.7	Sterk lichtafhankelijk	39.9	1.7	4.9



Figuur 19 De cumulatieve hoeveelheid CO₂ gedoseerd per m² in de loop van de teelt voor de drie behandelingen. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

3.1.5 Daglengte

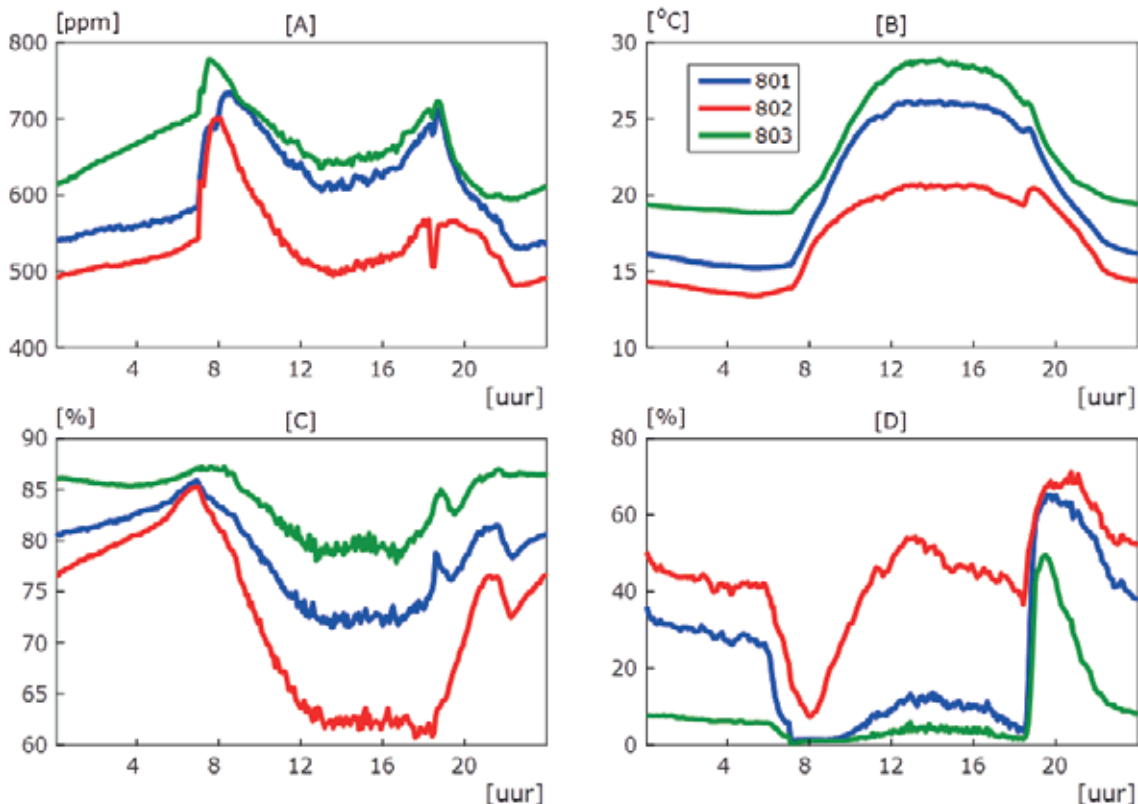
De daglengte is volgens het teeltplan aangepast (Figuur 20). In de praktijk kas is het hele jaar een daglengte van 11.5 uur aangehouden. In de afdelingen Koel telen (802) en Lichtafhankelijk telen (803) is conform de positieve ervaringen uit het onderzoek van de winter ervoor een daglengte van 13 uur aangehouden, alléén in de periode 6 oktober tot 17 februari. De dagverlenging is gedaan op halve lampkracht, zodat er tussen de afdelingen GEEN lichtsom verschil was.



Figuur 20 De daglengte in de loop van de teelt voor de drie behandelingen. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen. Daglengte voor koel telen valt vrijwel de gehele tijd samen met die voor lichtafhankelijk telen en is daarom niet te zien. (Rood valt achter Groen).

3.1.6 Omstandigheden in voorjaar

In de voorgaande paragrafen is steeds een aspect van het kasklimaat bekeken. Daarin blijkt dat de grootste verschillen zijn gerealiseerd in het voorjaar. In deze paragraaf wordt daarom het verloop van het klimaat over de dag gemiddeld over de maanden april en mei weergegeven (Figuur 21). Voor die periode is voor CO₂ concentratie, relatieve luchtvochtigheid en temperatuur de koel telen afdeling steeds de laagste, de praktijk zit hoger en de lichtafhankelijke afdeling de top. Dit is overeenkomstig de verwachting van de nagestreefde strategieën. Vanuit de combinatie van de klimaatfactoren zou de lichtafhankelijke afdeling de hoogste droge stof productie moeten hebben en daarmee ook de hoogste productie in kg/m². Dit blijkt echter alleen voor het ras Whisper het geval te zijn (3.3).



Figuur 21 Cyclisch gemiddelde van de CO₂ concentratie [A], kasluchttemperatuur [B], luchtvochtigheid [C] en raamstand [D] in de periode 1 april t/m 31 mei 2016.

Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

3.2 Energiegebruik

Voor het energiegebruik zijn het elektriciteit gebruik en het warmte gebruik belangrijk. Het elektriciteit gebruik voor belichting is gekoppeld aan de inzet van de lampen. Het warmtegebruik aan de gewenste etmaal temperatuur en hoe die is gerealiseerd. De doelstelling van het elektriciteit en warmtegebruik is geformuleerd op basis van het onderzoek van Dueck *et al.*, (2015) zoals beschreven in energiedoelstelling (1.3.2). Daarnaast is er op basis van het teeltplan en een gemiddelde weersverloop een prognose gemaakt voor de energiegebruiken.

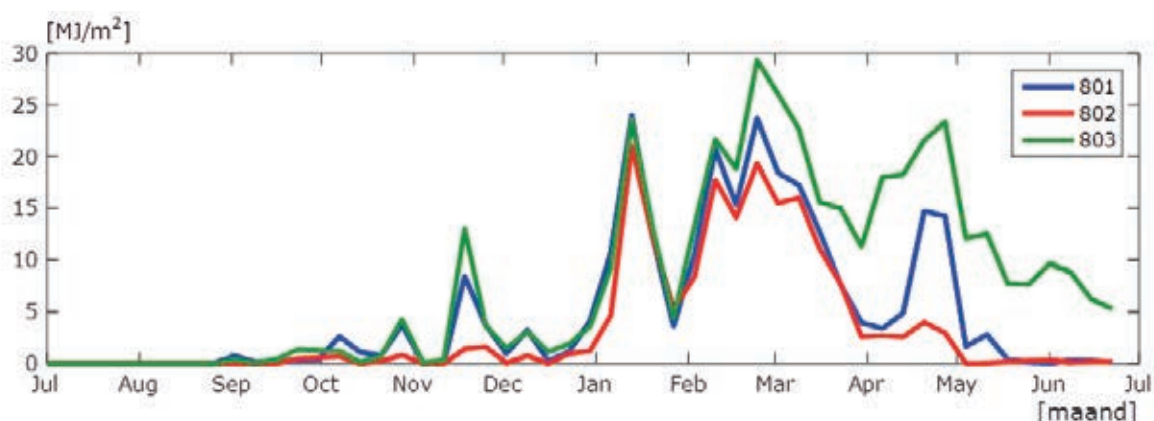
Die liggen voor elektriciteit bij verlenging van de daglengte iets hoger dan de doelstelling. Voor warmte gebruik is de prognose voor koel telen gelijk aan de doelstelling en voor de beide andere behandelingen iets hoger (Tabel 3). De realisatie voor elektriciteit is voor de twee behandelingen met een belichtingssterkte van 90 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ vrijwel gelijk aan de prognose. Voor de praktijk behandeling die een hogere belichtingssterkte heeft is de realisatie hoger dan de prognose. Deze afdeling zal daarom ook een hogere gerealiseerde PAR som hebben. De realisatie van de praktijkbehandeling is ook meer dan op basis van het verschil in belichtingssterkte verwacht mag worden. Dit komt doordat de dagverlenging in de behandelingen Koel telen en Lichtafhankelijk is gerealiseerd met de helft van het vermogen aan lampen.

Het warmte gebruik van de drie behandelingen toont grote verschillen tussen de behandelingen en ten opzichte van de prognose. Praktijk en Koel telen zijn beide veel lager dan de prognose. Dit komt door de relatief warme winter. De licht afhankelijke behandeling is hoger dan de prognose en dit komt vooral door de warmte vraag in het voorjaar, die voortkwam uit de gewenste etmaal temperatuur (Figuur 22).

Tabel 3

Doelstelling, prognose en realisatie voor het gebruik van elektriciteit en warmte per behandeling.

Behandeling	Elektriciteit [kWh/m ²]			Warmte [MJ/m ²]		
	Doelstelling	Prognose	Realisatie	Doelstelling	Prognose	Realisatie
Praktijk 801		74.8	91.0		324	232
Koel Telen 802	73.1	77.2	79.7	265	278	162
Licht afhankelijk 803		77.2	79.7		329	376



Figuur 22 Warmte input voor de drie behandelingen per week.

Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

3.3 Productie

3.3.1 Cumulatieve productie

De totale productie over de volledige proefperiode, 1 juli 2016 tot 30 juni 2016, is in Tabel 4 weergegeven. Per ras wordt deze in zowel aantal stelen als in totaal aantal verkoopbare kilogram bloem per m² uitgedrukt.

Te zien is dat, zoals gebruikelijk bij gerbera, er verschillen zijn in hoe de rassen op het klimaat gereageerd hebben. De strategie lichtafhankelijk telen heeft tot een substantieel hogere productie in aantal bloemen geleid bij de kleinbloemige rassen (Suri en Whisper). Bij de grootbloemige rassen zijn er kleine verschillen in totaal aantal bloemen tussen de behandelingen.

Veel bloemen hoeft echter niet per se een hoge productie in kg/m² te betekenen: het kan ook betekenen dat evenveel aangemaakte biomassa anders is verdeeld; meer bloemen maar lichtere bloemen. Daarom drukken we de productie, zoals bij andere gewassen gebruikelijk is, ook uit als kg productie. Dit geeft ook een indruk of er werkelijk meer biomassa is geproduceerd met een andere klimaat regiem.

Als de productie in kg per m² wordt uitgedrukt, zien we dat voor het ras Whisper de ruim 100 bloemen extra per m² uit de strategie lichtafhankelijk telen samen gaan met tot 1.5 kg extra biomassa per m², maar wel met een bloemgewicht dat 1 gram/bloem lager is. Voor het ras Suri, gaan 70 extra bloemen bij lichtafhankelijk telen gepaard met een afname van de kg productie met een halve kg per m² ten opzichte van de koel telen behandeling, maar met ruim één kg extra bloembiomassa dan de praktijk behandeling. De bloemgewichten zijn gemiddeld vrijwel gelijk voor de praktijk en de lichtafhankelijke behandeling, maar in de behandeling koel telen zijn ze bijna 3 gram hoger. Gemiddeld over het jaar doet het gewicht van de bloemen niet substantieel onder voor de bloemen van praktijk bedrijven (laatste kolom Tabel 4).

Bij de grootbloemige rassen Rich en Pre Semmy bleek de behandeling lichtafhankelijk tot de laagste kg producties te leiden. De planten waren hier juist gebaat bij de "koudere" strategie van de behandeling koel telen of de praktijkstrategie.

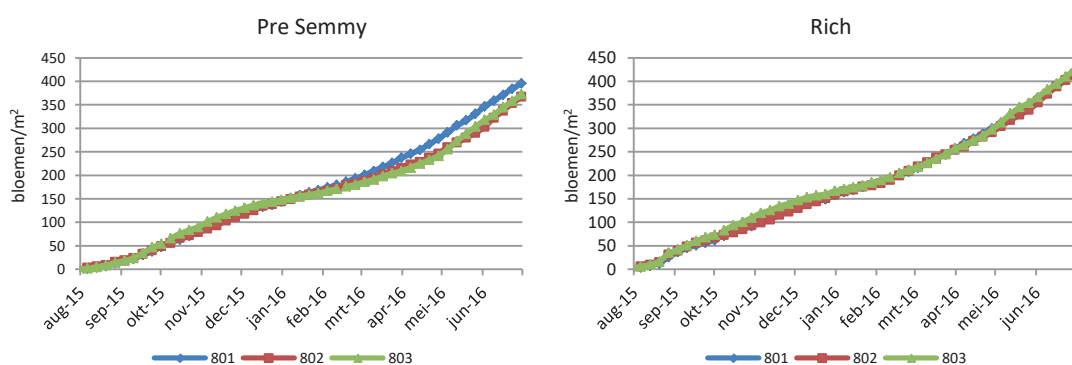
De resultaten zoals op Tabel 4 zijn weergegeven, worden in Bijlage 5 tevens in drie periodes uitgesplitst weergegeven. De periodekeuze valt samen met de aangebrachte daglengteverschillen (Tabel 5). Daar is het zien onder andere dat het gemiddelde gewicht van de bloemen van alle rassen in de periode na april duikt onder wat voor de praktijk acceptabel is. Voor de bloemgewichten per ras per week is Figuur 31 ook heel illustratief.

Tabel 4

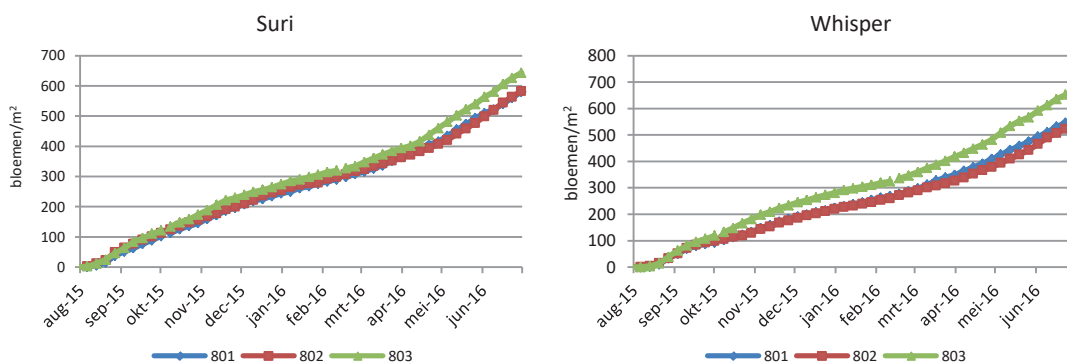
Productie over totale proefperiode in zowel bloemen/m² als in kg/m² en het gemiddelde bloemgewicht. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen. Praktijk = data verschillende telers uit registratiesysteem FloriFocus over het hele jaar. Gewicht Pre-Semmy * uit heel weinig data (een teler, week 7 tot 13, 2015).

Afdeling	801	802	803	801	802	803	801	802	803	Praktijk bedrijven
Ras	aantal bloemen/m ²			kg/m ²			gr/bloem			gr/bloem
Suri	581	583	643	12.1	13.8	13.3	20.8	23.7	20.7	18-20
Whisper	567	536	671	11.4	11.3	12.8	20.1	21.1	19.1	18-20
Pre Semmy	396	367	372	16.8	16.4	14.1	42.4	44.7	37.9	35-40*
Rich	423	414	425	14.8	15.6	14.8	35.0	37.7	34.8	30-35

De grafieken hieronder (Figuur 23 en Figuur 24) laten de cumulatieve productie in aantal stelen per m² in de tijd zien voor de drie klimaat strategieën.



Figuur 23 Cumulatieve productie in aantal bloemen/m² voor de grootbloemige rassen Pre Semmy (links) en Rich (rechts). Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.



Figuur 24 Cumulatieve productie in aantal bloemen/m² voor de kleinbloemige rassen Suri (links) en Whisper (rechts). Behandelingen 801 =Praktijk; 802 =Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

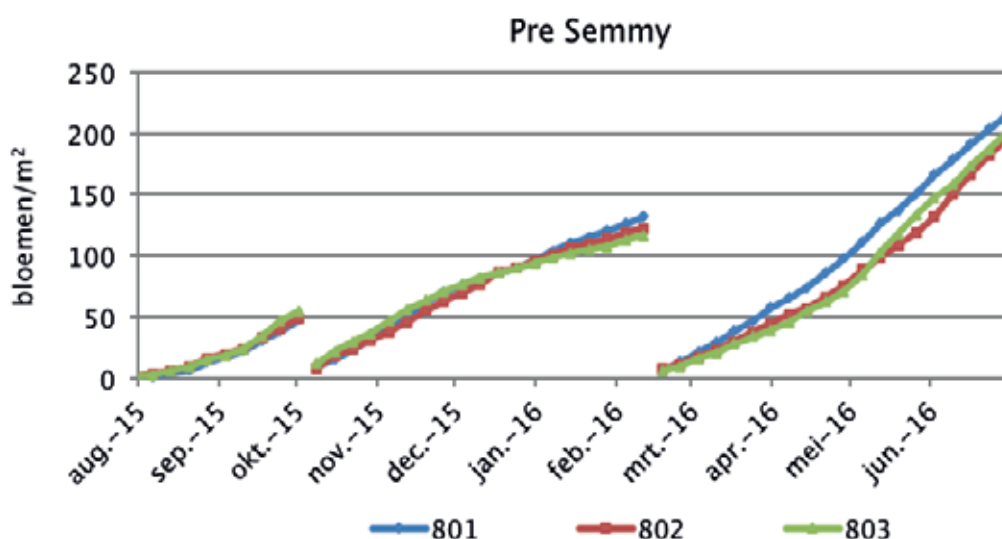
3.3.2 Productie per daglengte periode

Uit de cumulatieve lijnen is niet goed te zien dat er mogelijk verschillen zijn in reactie per periode daarom is in de figuren (Figuur 25 tot Figuur 28) de cumulatieve productie in drie periodes verdeeld aan de hand van de aangebrachte verschillen in daglengte als in Tabel 5 aangeduid.

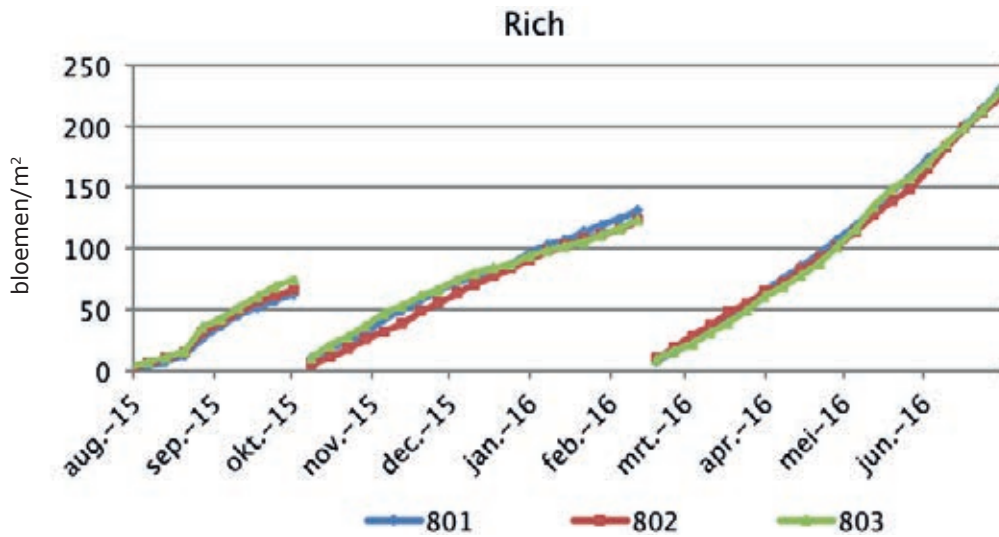
Tabel 5

Drie daglengte periodes.

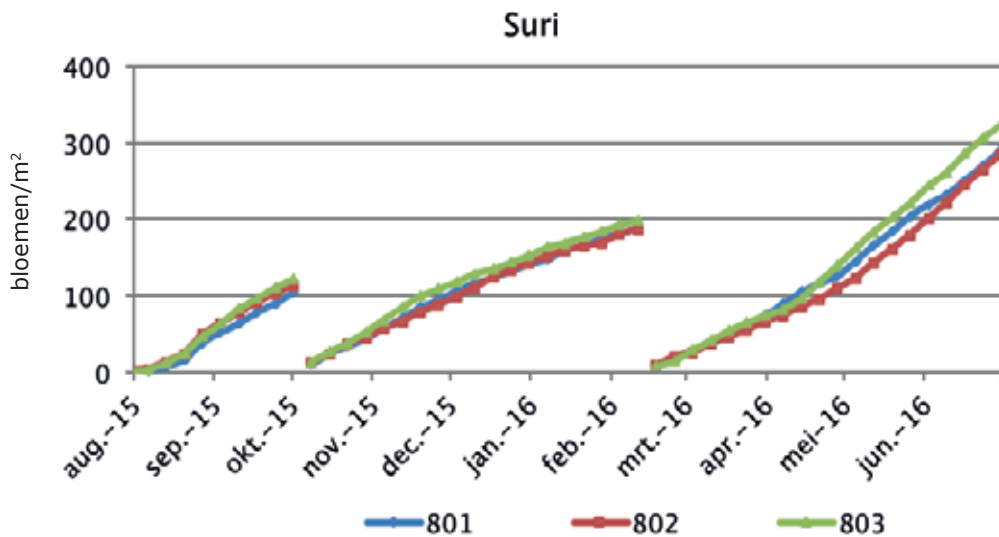
Periode	Van - tot	Daglengte
1	1 juli tot 5 oktober	11.5 uur alle kassen
2	6 oktober tot 16 februari	11.5 uur kas 801 13 uur kas 802 en 803
3	17 februari tot 30 juni	11.5 uur alle kassen



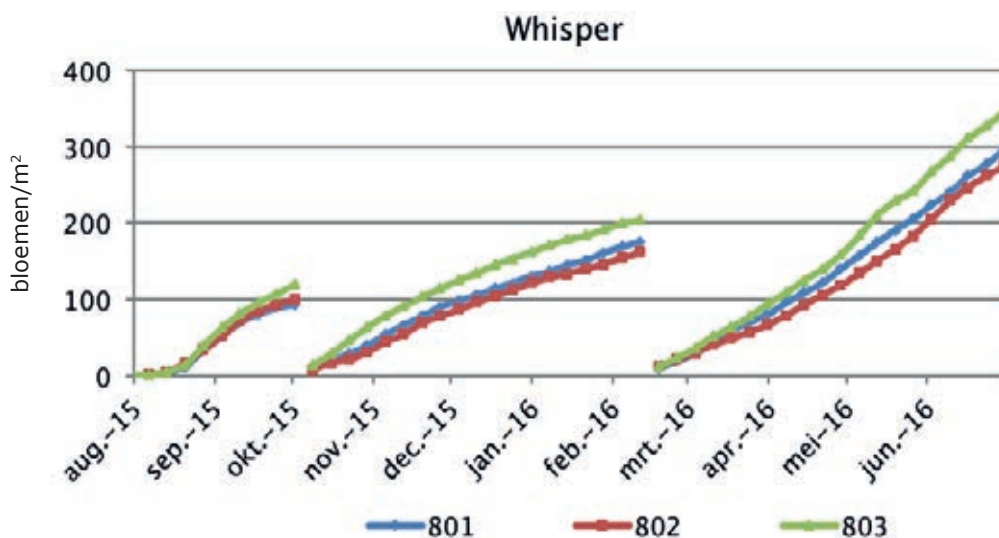
Figuur 25 Cumulatieve productie in aantal bloemen per m² per daglengte periode en per behandeling voor het ras Pre Semmy.



Figuur 26 Cumulatieve productie in aantal bloemen per m² per daglengte periode en per behandeling voor het ras Rich. Behandelingen 801 =Praktijk; 802 =Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.



Figuur 27 Cumulatieve productie in aantal bloemen per m² per daglengte periode en per behandeling voor het ras Suri. Behandelingen 801 =Praktijk; 802 =Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.



Figuur 28 Cumulatieve productie in aantal bloemen per m² per daglengte periode en per behandeling voor het ras Whisper. Behandelingen 801 =Praktijk; 802 =Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

Voor alle rassen zien we een "opstart periode" waarin de productie op gang komt en deze is vrij vlak. Die fase duurt voor alle rassen tot ongeveer half augustus/ begin september en komt overeen met een periode waarin er vanwege het warme weer buiten, nauwelijks verschillen in temperatuur tussen kassen zijn gerealiseerd.

Dan komt de productie op gang. In deze periode lijken alle rassen baat te hebben van de strategie uit kas 803 lichtafhankelijk telen; het komt erop neer dat voor hetzelfde lichtniveau, er een hogere temperatuur wordt aangehouden dan in de andere twee kassen. Begin oktober hebben alle rassen bij lichtafhankelijk telen kas 803 de hoogste productie gerealiseerd. Het aandeel niet verkoopbare bloemen is in alle behandelingen laag.

Op 6 oktober is in kassen 802 en 803 de daglengte naar 13 uur gebracht. De dagverlenging werd gerealiseerd met de belichting op halve kracht ($45 \mu\text{mol}/(\text{m}^2.\text{s})$) om de daglichtsom niet te sterk te verhogen. Vanaf dit moment tot half februari zien we een verschil tussen de rassen: de kleinbloemige rassen produceren nog altijd het meeste aantal in de behandeling lichtafhankelijk telen; bij de grootbloemige rassen blijft dit ook nog van kracht tot half december, waarna deze behandeling bij deze rassen geleidelijk de minst productieve wordt.

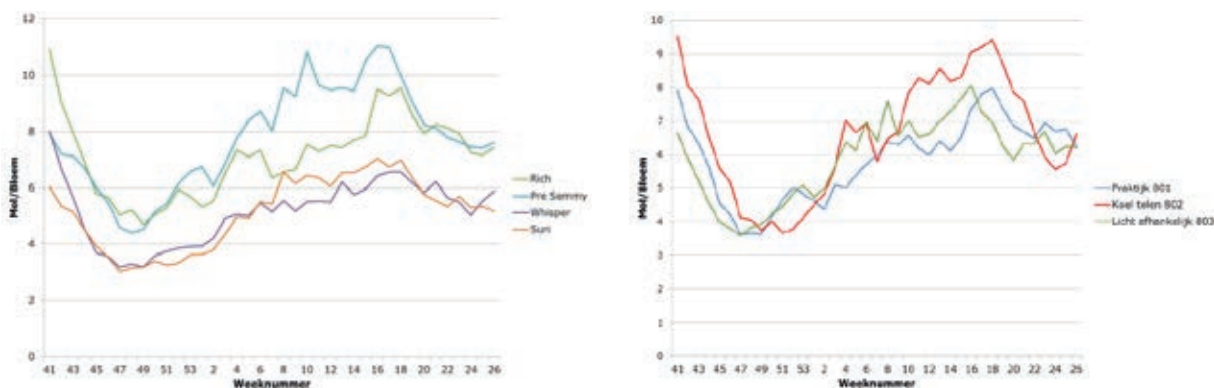
Na half februari verdwijnt het verschil in daglengte. Dan zien we dat het voor de kleinbloemige rassen, Whisper en Suri, weer de meeste productie in aantal bloemen wordt behaald met de strategie lichtafhankelijk telen. Bij de grootbloemige zien we deze trend niet. Bij Rich zien we de verschillen in productie tussen afdelingen volledig verdwijnen; bij Pre Semmy levert de praktijkstrategie, de meeste bloemen op.

In de grafieken is voor de productie in aantal bloemen bij de twee grootbloemige rassen een omslagpunt te zien in de periode 17 december tot 24 december: voor 17 december was er een productievoorsprong in de warmere afdelingen 801 en 803 boven de koel telen afdeling 802. Tussen 17 en 24 december vereffenen de verschillen tussen afdelingen. Na 24 december ontstaat een lichte productievoorsprong ten bate van de behandeling in afdeling 801. Bij Rich verdwijnt deze voorsprong weer snel weg. In de derde periode produceren de drie kassen evenveel Rich.

Het is niet uit te sluiten dat deze omslag in productie bij de grootbloemige rassen een reactie is van de plant op de zeer lage lichtniveaus dat in de omslagweken heersen. Maar ook de daglengte kan in met name Pre-Semmy hier de oorzaak van zijn: In afdeling 801 werd de daglengte korter gehouden dan in de afdelingen 802 en 803.

3.4 Licht benutting efficiëntie

De lichtbenutting is door Dueck *et al.*, (2015) in navolging van praktijk gebruik, uitgedrukt als het aantal mol dat nodig is om een bloem te produceren. Daarbij heeft hij gekeken naar de gemiddelde lichtintensiteit in de vier weken voor de oogst en het voortschrijdend gemiddelde van drie weken voor het aantal bloemen. Als op deze wijze de lichtbenutting wordt berekend dan levert dat voor de drie behandelingen gemiddeld over de rassen in de winter een hoeveelheid op van 4 mol per bloem. In het voorjaar stijgt deze naar 7 tot 8 mol per bloem, dit laatste geldt dan voor de koel telen afdeling (Figuur 29). Voor de rassen geldt dat de grootbloemig Rich en Pre Semmy meer licht per bloem nodig hebben dan de kleinbloemige rassen Whisper en Suri. Vooral Pre Semmy heeft in het voorjaar veel licht per bloem nodig. Opgemerkt moet wel worden dat deze praktische benadering van lichtbenutting niets zegt over de productie aan biomassa. Zoals eerder aangegeven zijn de takken van de koel telen afdeling gemiddeld zwaarder (zie 3.5). Dan is de lichtbenutting uitgedrukt per gram geoogst product weer meer in lijn met de beide andere behandelingen.



Figuur 29 Lichtbenuttings efficiëntie uitgedrukt als mol PAR/bloem voor de vier rassen (links) en de drie behandelingen (rechts). De lichtbenutting is gebaseerd op de gemiddelde lichtsom van de voorgaande 4 weken en het gemiddelde productie niveau van drie weken.

3.5 Bloemkwaliteit

In Tabel 4 is een gemiddeld bloemgewicht over de hele teelt gegeven, maar dit is niet maatgevend voor het verkoopbare product. De kwaliteit van de bloemen kan beter worden omschreven met behulp van de lengte van de steel, de diameter van de bloem, en het gewicht van de bloem zonder afknippen van de steel en het gewicht van de bloem na het afknippen op een steellengte van 50 cm, waarbij ook gekeken wordt naar het verloop in de tijd.

Gemiddeld over de hele proefperiode van een jaar, is de kwaliteit samengevat in Tabel 6 als bloemgewicht op een lengte van 50 cm en bloemdiameter. De hoogste waarde is in het rood weergegeven. Zo is het te zien dat de behandeling koel telen kas 802, voor alle rassen de grootste diameter heeft opgeleverd, al is het verschil in de meeste gevallen klein: Het verschil bij de kleinbloemige rassen is van 0.1 tot 0.2 cm (1 tot 2%) en bij de grootbloemige rassen 0.3 tot 0.4 cm (3 tot 5%).

Dit is ook het geval voor het gemiddelde bloemgewicht: alle bloemen zijn gemiddeld 2 gram zwaarder in koel telen 802. Dat is iets minder dan 10% toename van het gewicht van de bloemen ten opzichte van dit uit de warmere afdelingen, die wel meer bloemen produceerden.

Het gemiddelde geeft geen informatie over het verloop van de kwaliteit, en daarom wordt er in de volgende subhoofdstukken aandacht aan het wekelijkse verloop van de kwaliteitsparameters besteed.

Tabel 6

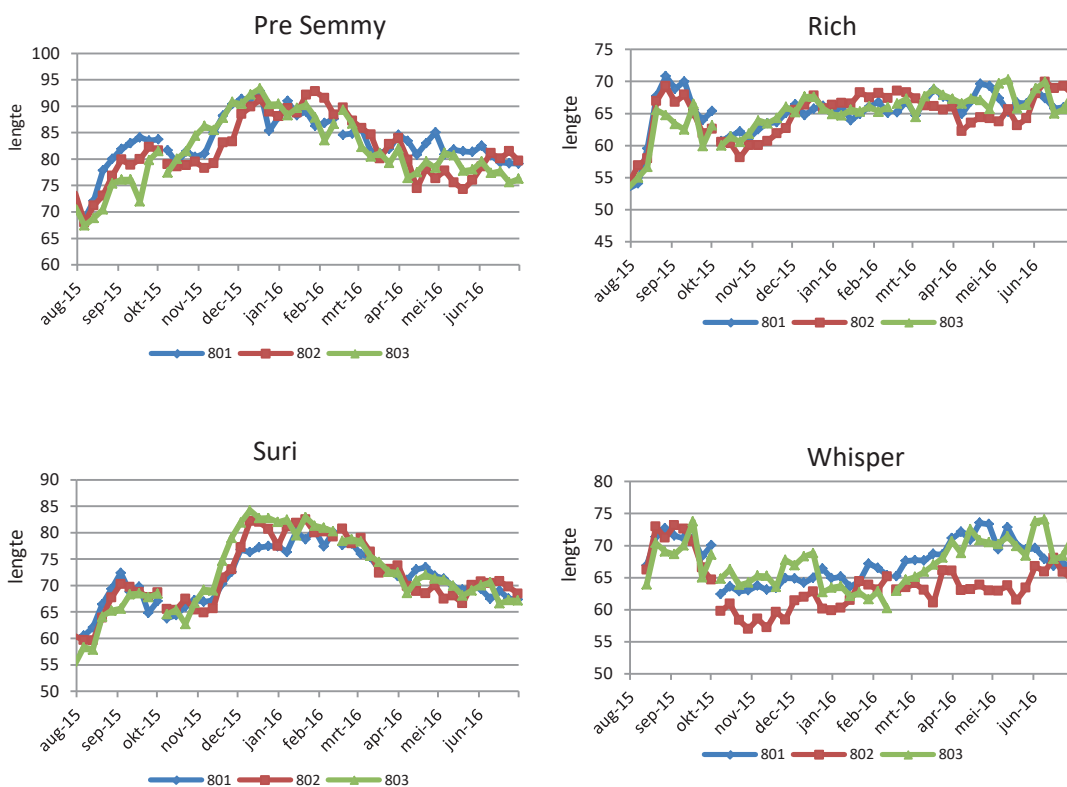
Samenvatting bloemkwaliteit per ras en behandeling over de hele proefperiode, weergegeven als gemiddelde bloem diameter (cm) en gemiddeld gewicht bloemen na knippen op 50 cm.

Ras	Bloem diameter (cm)			Gewicht (g) bij een steellengte van 50 cm			
	Behandeling	Praktijk	Koel telen	Licht afhankelijk telen	Praktijk	Koel telen	Licht afhankelijk telen
Suri		8.2	8.3	8.1	18	20	18
Whisper		8.3	8.4	8.2	17	19	17
Pre Semmy		11.1	11.2	10.8	33	35	30
Rich		10.4	10.7	10.4	31	34	33

3.5.1 Verloop lengte

In het verloop van de steellengte in de tijd (Figuur 30) kan het volgende worden waargenomen:

- De steellengte voldoet voor meer dan 99% aan de minimale lengte eis van 50 cm.
- Rich heeft over de hele periode, uitgezonderd de aanloopweken na het planten, een vrij constante lengte van rond de 65 cm.
- Whisper heeft ook een vrij constante lengte, waarbij de variatie groter is dan bij Rich, tussen de 60 en de 75 cm.
- Bij Pre Semmy en Suri is er een duidelijk seizoeneffect, sterker dan het behandelingseffect, in de steellengte te zien: in de winterweken (met minder licht) zijn de stelen langer, tot 15 cm of meer, dan in de rest van het jaar.
- De teelttemperatuur heeft een beperkte en wisselende invloed op de steellengte: de steel is in de "warmere kassen" (de twee lichtafhankelijke strategieën uit 801 en 803) vaak langer dan in de koel telen kas 802. Dit is vooral te zien bij de rassen Pre Semmy en Whisper.
- Toen de productie laag was, zoals in de aanloopmaanden na de start van de teelt, waren de stelen langer voor alle rassen dan toen de productie echt op gang was gekomen zo rond oktober-november.
- Het verschil tussen Pre Semmy en Suri enerzijds en Rich en Whisper anderzijds komt overeen met de aanduiding voor deze rassen als vegetatief respectievelijk generatief. De steellengte van de generatieve rassen blijft constanter.



Figuur 30 Verloop van de lengte van de steel in de tijd voor alle rassen en behandelingen. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

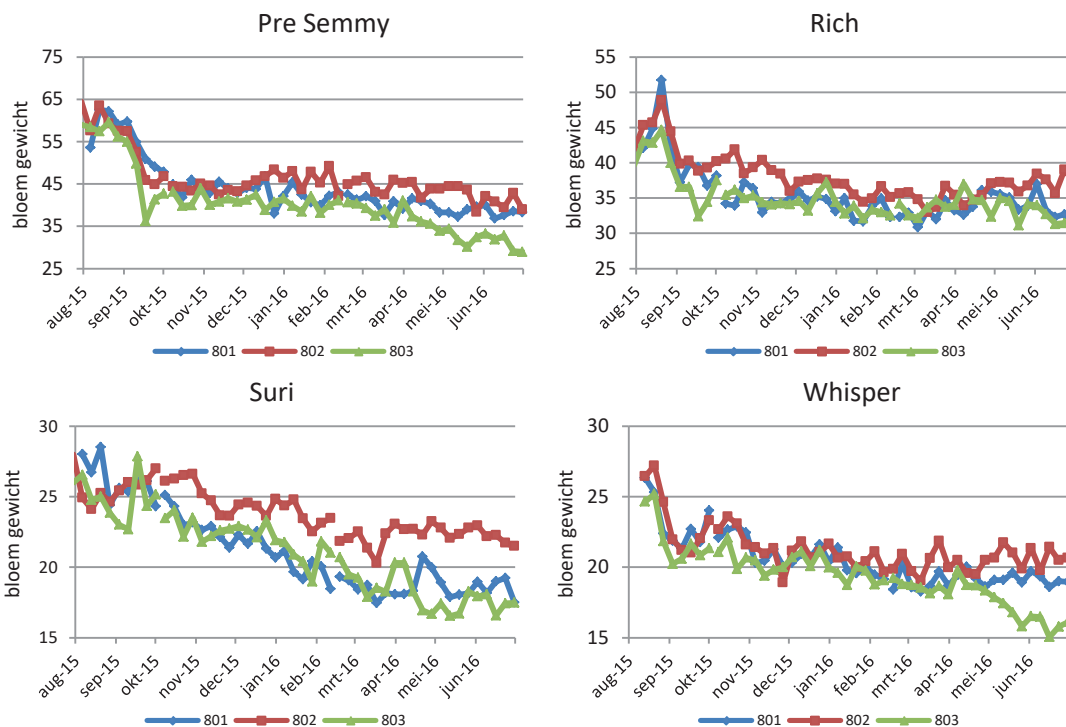
3.5.2 Verloop bloemgewicht (bloem en steel op volledige lengte)

De bloemgewichten in de tijd voor alle rassen en behandelingen zijn in Figuur 31 getoond. Uit deze figuren valt het op dat voor de rassen Pre Semmy, Rich en Whisper het bloemgewicht vrij constant is in de periode Oktober tot en met April, al zijn er verschillen tussen behandelingen in het verloop van het gewicht. Voor Suri zien we vanaf oktober een afname van het bloemgewicht in alle behandelingen. Dit stabiliseert pas half maart 2016.

Wat verder uit deze figuren opvalt is:

- Dat in de behandeling Koel telen 802 de gewichten hoger zijn dan in de andere twee behandelingen, bijna zonder uitzondering.
- Dat na april, in alle vier de rassen een flinke afname is waar te nemen in de bloemgewichten voor de behandeling Licht afhankelijk 803. Dit is in het "lichtrijke" voorjaar. De bloemgewichten dalen dan onder het winterniveau.
- Dat de eerste bloemen in de aanloopfase naar meer productie, kort na het planten, zwaarder zijn dan de bloemen die hierna komen. Ook in die aanloopfase, is voor alle rassen te zien dat de bloemen uit de afdeling licht afhankelijk 803 lichter zijn dan uit de andere twee afdelingen.
- In de bloemgewichten zien we geen "winter seizoen" effect zoals in de bloemlengte (3.5.1) te zien is; dit betekent dat de bloemgewichten niet evenredig (direct noch omgekeerd) zijn aan de lengte, en dat als bloemen zwaarder zijn, dit niet te danken is aan extra steel lengte of omgekeerd.

Hoewel de takgewichten, bijna gedurende de gehele looptijd van het onderzoek in de behandeling Licht afhankelijk 803 kwaliteit (uitgedrukt als takgewicht) lager liggen dan in de behandeling Koel telen 802, lijkt er na April een omslagpunt te zijn waarbij de behandeling lichtafhankelijk naar een dieptepunt duikt, onder de behandeling Praktijk.



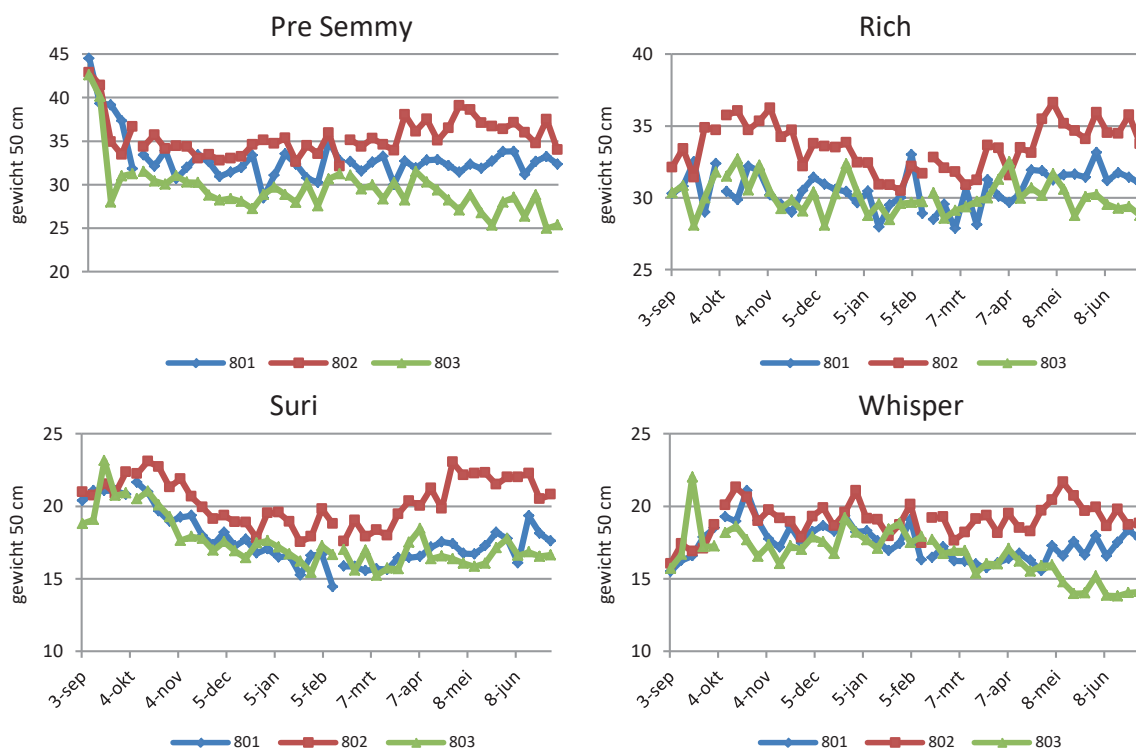
Figuur 31 Verloop van de bloemgewicht (bloem en steel) in de tijd voor alle rassen en behandelingen. Behandelingen 801 =Praktijk; 802 =Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

3.5.3 Verloop gewicht bij 50 cm

Voor een vergelijk van het gewicht van de bloemen tussen de behandelingen zonder dat deze beïnvloed wordt door de lengte, is het nuttig om bij voorbeeld de lengte door het gewicht van elke bloem te delen, en zo het gewicht uit te drukken als "gram per cm steel", zoals ook bij andere gewassen gebruikelijk is.

Bij Gerbera is een andere methode gebruikelijk, en dat is het wegen van de bloemen na knippen van de steel op een lengte van 50 cm. De resulterende gewichten in de tijd zijn getoond in Figuur 32.

Wat uit deze figuren opvalt is toch een seizoen effect voor de rassen Rich en Suri, waarbij de bloemen lichter zijn in de periode met het minste licht. En dat voor alle rassen, gedurende de hele proefperiode, de zwaarste bloemen zijn geproduceerd in de koel telen 802, met de laagste teelttemperatuur over de hele onderzoeksperiode. Vanaf april worden de verschillen tussen behandelingen voor alle rassen extreem groot, waarbij de bloemen uit koel telen 802 tot 10 gram zwaarder kunnen zijn dan de bloemen uit lichtafhankelijk 803. Opvallend is bij Suri dat steelgewicht per 50 cm in de winter veel lager is dan in het voorjaar. Het totaal steelgewicht vertoont een minder sterke toename in het voorjaar. Dus Suri bloem wordt in het voorjaar korter en dikker, sterker dan andere soorten.

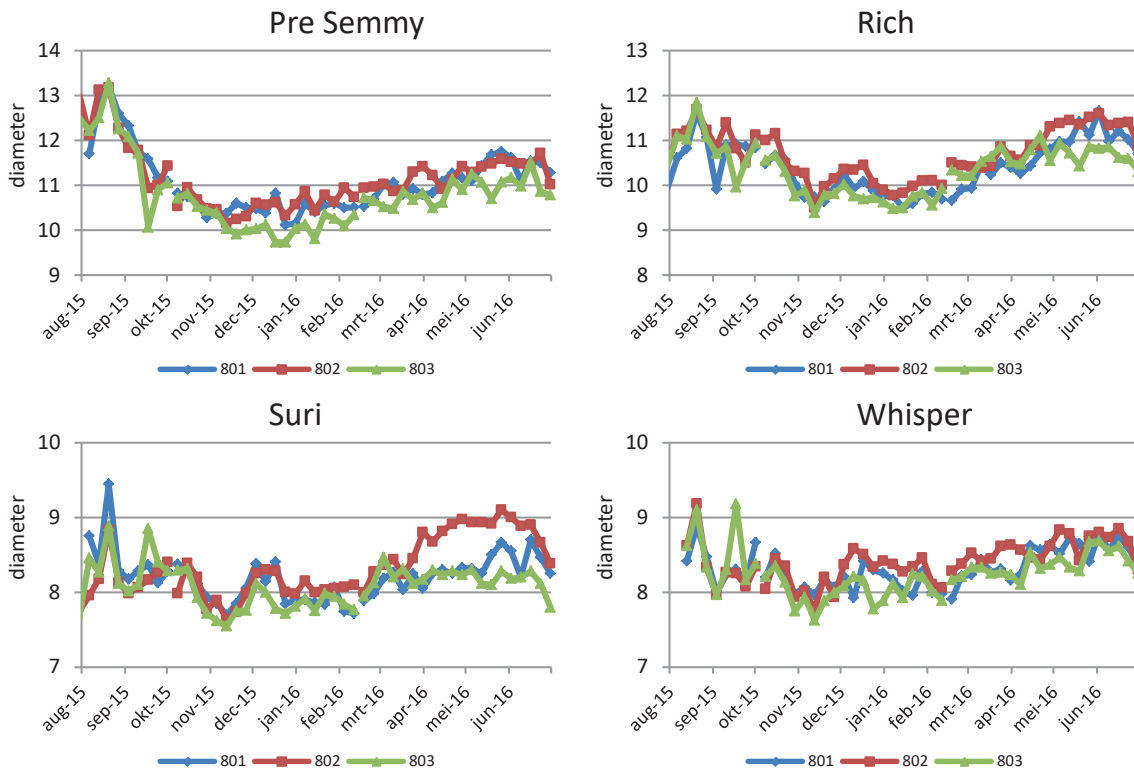


Figuur 32 Verloop van de bloemgewicht in de tijd voor alle rassen en behandelingen nadat de steel is afgeknipt tot een lengte van 50 cm. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

3.5.4 Verloop bloemdiameter

Uit het verloop van de bloemdiameter in de tijd (Figuur 33) kan het volgende worden waargenomen:

- De teelttemperatuur beïnvloedt de bloemdiameter: de diameter is in de warmere kassen consequent kleiner; het verschil in weekgemiddelde kan tot 1 cm= 10% oplopen.
- Er is een seizoensinvloed op de bloemdiameter: de diameter is in de winter kleiner dan in de rest van het jaar, ondanks dat de teelttemperatuur in deze periode lager is dan in het najaar en voorjaar; vermoedelijk speelt het beperkte licht een even belangrijke rol. In de winter kunnen de bloemen ruim 1 cm kleiner zijn dan in de zomer. Bij Whisper is deze 0.5 cm.
- Als de productie laag is, zoals in de aanloopmaanden na de start van de teelt, is de bloemdiameter groter. Dit is vooral zichtbaar bij het grootbloemige ras Pre Semmy.
- Bloemdiameter en bloemgewicht bij 50 cm vertonen een gelijke reactie voor alle rassen. Dit is logisch omdat grotere bloemen gepaard gaan met iets dikkere stelen en daarmee met hoger gewicht.



Figuur 33 Verloop in de tijd van de bloemdiameter per ras en per behandeling. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

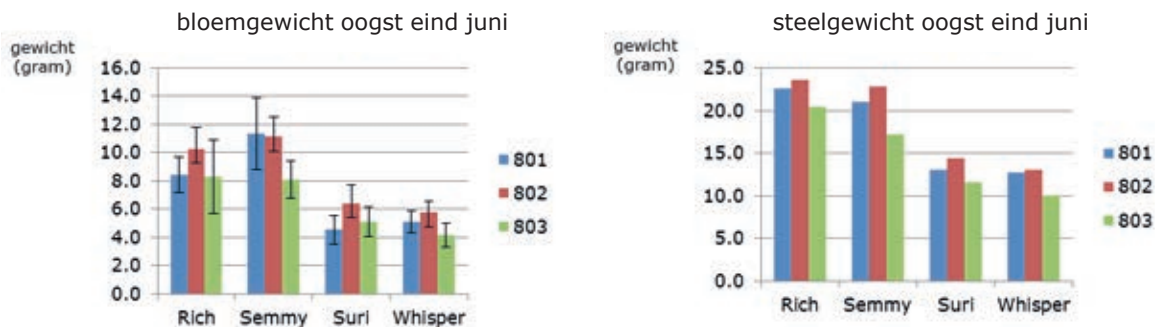
3.5.5 Bloem en steelgewicht tegen het einde van de teelt

Na het oogsten van de laatste bloemen, eind juni 2016, zijn bloemhoofden gewogen nadat deze gescheiden waren van de steel. Want zitten de verschillen in gewicht bij 50 cm alléén in de stevigheid en dus gewicht van de steel, alléén in het bloemhoofd of in de diameter en dus gewicht van de bloemen en steel?

Uit deze weging (Figuur 34) blijkt dat er een trend is naar zwaardere bloemen in de behandeling koel telen dan in de andere twee afdelingen voor drie van de vier rassen. De stelen zijn voor alle rassen het zwaarste in de koel telen afdeling.

De bloemgewichten van de behandelingen met stijgende temperatuur afhankelijk van de lichtsom zijn voor drie van de vier rassen juist gelijk. Alleen Pre Semmy is een uitzondering.

De steelgewichten zijn bij de warmste strategie het laagste. De temperatuur strategie bij lichtafhankelijk verlaagt dus het steelgewicht.



Figuur 34 Gewicht van de bloemen (links) en stelen (rechts) uit de laatste oogst. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

3.6 Plantbelasting

De plantbelasting is gedefinieerd als "het aantal bloemen en knoppen groter dan 1 cm op een bepaald moment op alle planten op 1 m²". Dit houdt geen rekening met de assimilaten vraag van de bloemen die afhankelijk is van het ontwikkelingsstadium van de bloem. Een kleine knop zal minder assimilaten vragen dan een bloem die uitgroeit. Dit is te vergelijken met de assimilaten vraag van vruchten tijdens de ontwikkeling. Die is in het begin laag, bereikt een top ongeveer halverwege de uitgroei en daalt daarna weer. Als er dus veel bloemen, die een maximale sink zijn, op de plant staan zal de plantbelasting uitgedrukt in gram droge stof groter zijn dan als er veel kleine bloemen op een plant staan. Bij de huidige manier van plantbelasting registreren wordt ervan uitgegaan dat alle fases van knoppen en bloemen altijd aanwezig zijn, dus een gelijkmatige verdeling over kleine en grote knoppen.

3.6.1 Gemeten plantbelasting

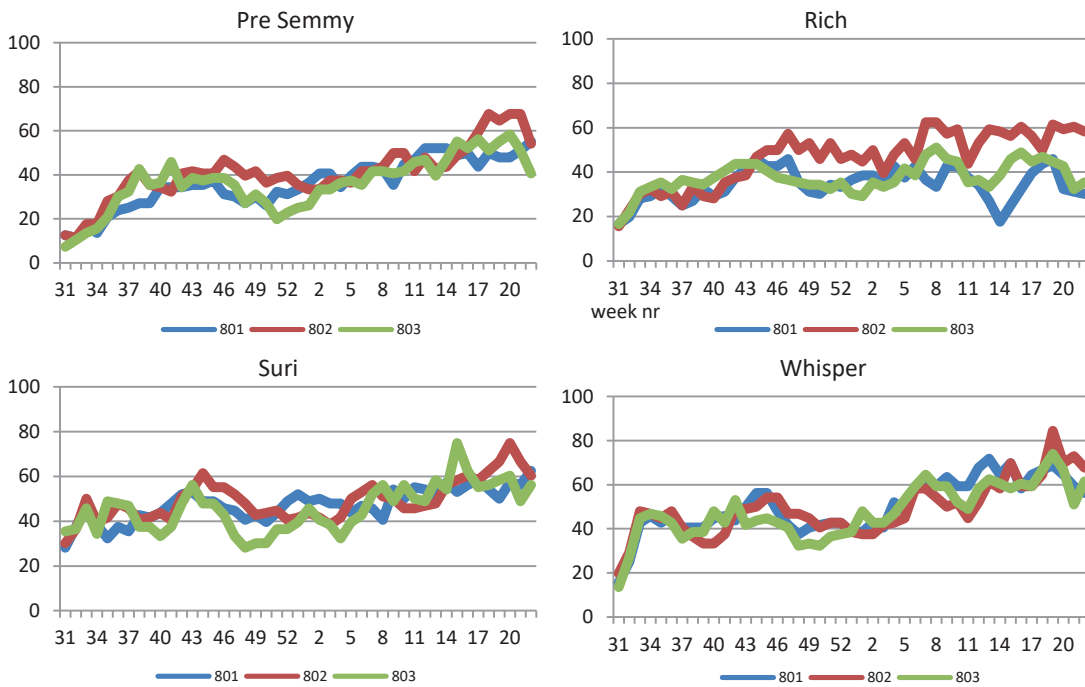
De plantbelasting in aantal bloemen is wekelijks bepaald van 6 planten per ras per afdeling. Het verloop in de tijd is te zien in Figuur 35.

Individueel gezien blijkt er een grote variatie te zijn tussen planten uit dezelfde kas en ras; maar ook de schommelingen in de tijd binnen een plant zijn groot.

Als illustratie ervan noemen we hier wat voorbeelden:

- Van het ras Pre Semmy, in kas 803, in week 6 werd in plant 4, 12 bloemen en knoppen geteld, en in plant 3 slechts 1.
- Een plant van Pre Semmy uit kas 803 gaat in een maand tijd van 10 naar 1 bloemen, om drie weken later weer 10 bloemen te hebben.
- Een plant van Suri uit kas 802 bleef redelijk stabiel in haar plantbelasting, met wekelijks 4 tot 7 bloemen, maar in het begin waren er 10 en 12 bloemen.
- Een plant van Suri uit kas 802 varieert tussen 5 en 17 knoppen, de trend is oplopend.

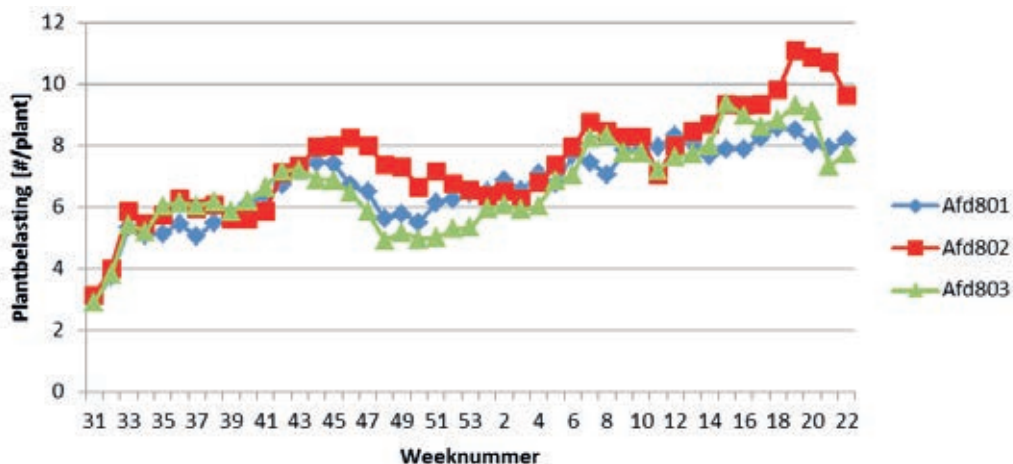
Hoe ontstaan de plant verschillen? Zijn er planten die altijd weinig knoppen aanmaken, en planten die altijd veel knoppen aanmaken? Van de 6 planten per ras per afdeling lijkt dit waar te zijn voor enkele van deze planten maar zeker niet algemeen. Mogelijk heeft dit te maken met hoeveel blad die ze hebben, maar de "source", de hoeveelheid blad of aantal scheuten, is niet bijgehouden.



Figuur 35 Gemiddelde verloop van de plantbelasting, uitgedrukt als aantal bloemen en knoppen groter dan 1 cm per m², weergegeven per ras en behandeling.

Daarnaast zien we rasverschillen. De productieve kleinbloemige rassen hebben in alle kassen een hogere plantbelasting, wat logisch is omdat de aantallen hoger zijn. De grootbloemige Rich is redelijk stabiel, terwijl Pre Semmy gestaag oploopt vanaf week 2 in alle kassen.

Door over alle rassen te middelen, kunnen we een oplopende trend waarnemen bij de drie kassen (wat logisch is omdat we begonnen zijn met een jong gewas), met een algemene "dip" in de weken 47 tot 3, en één dip in de weken 10-14 (Figuur 36). Daarbij hebben de koel telen behandeling en de lichtafhankelijke behandeling in december een lagere plantbelasting dan de praktijk behandeling.



Figuur 36 Gemiddeld verloop van de gemeten plantbelasting voor de drie behandelingen. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

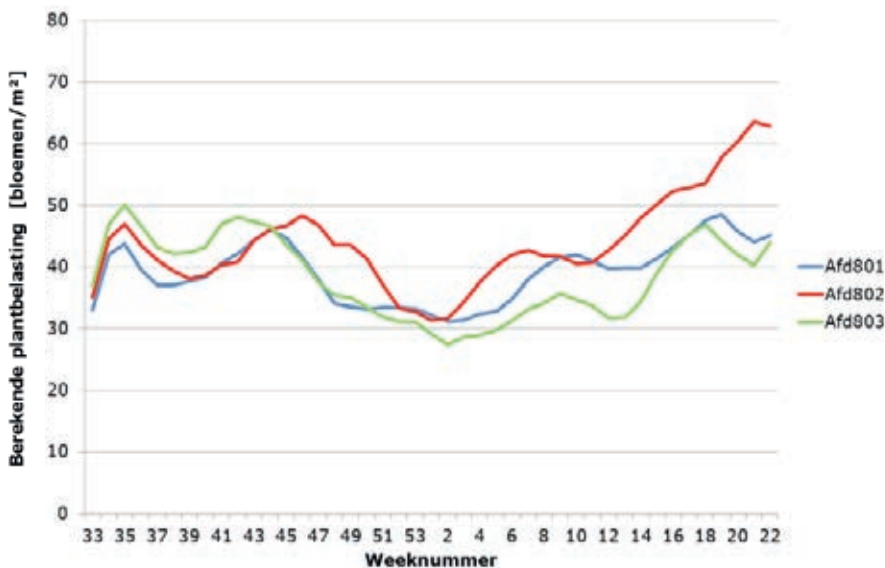
3.6.2 Berekende plantbelasting

Uit de gemeten productie per m² per week, de berekende lijnen voor de uitgroeiduur per ras (zie 3.7) en de gerealiseerde etmaal temperatuur is het mogelijk om te berekenen wat de plantbelasting in aantal bloemen per m² per week zou zijn geweest. Dit is een controle achteraf op de getelde plantbelasting.

Figuur 37 laat de resultaten van deze berekening gemiddeld per afdeling zien voor de vier rassen. Detail resultaten per ras en per afdeling worden getoond in Bijlage 6.

Vergeleken met de plantbelasting volgens de tellingen zijn er wel verschillen te zien, maar de hoofdlijn is wel overeenkomstig. De verschillen tussen tellingen en berekening kunnen te wijten zijn aan de grote variatie in plantbelasting per plant, zoals hierboven toegelicht. En mogelijk speelt knopabortie en "zittenblijvers" ook een verklarende rol in de toelichting.

De plantbelasting is in de winter lager dan in najaar en voorjaar. Dit ondanks de langere uitgroeiduur in de winter. Dat betekent dat er met minder licht en een lage temperatuur duidelijk minder nieuwe knoppen uitgroeien.



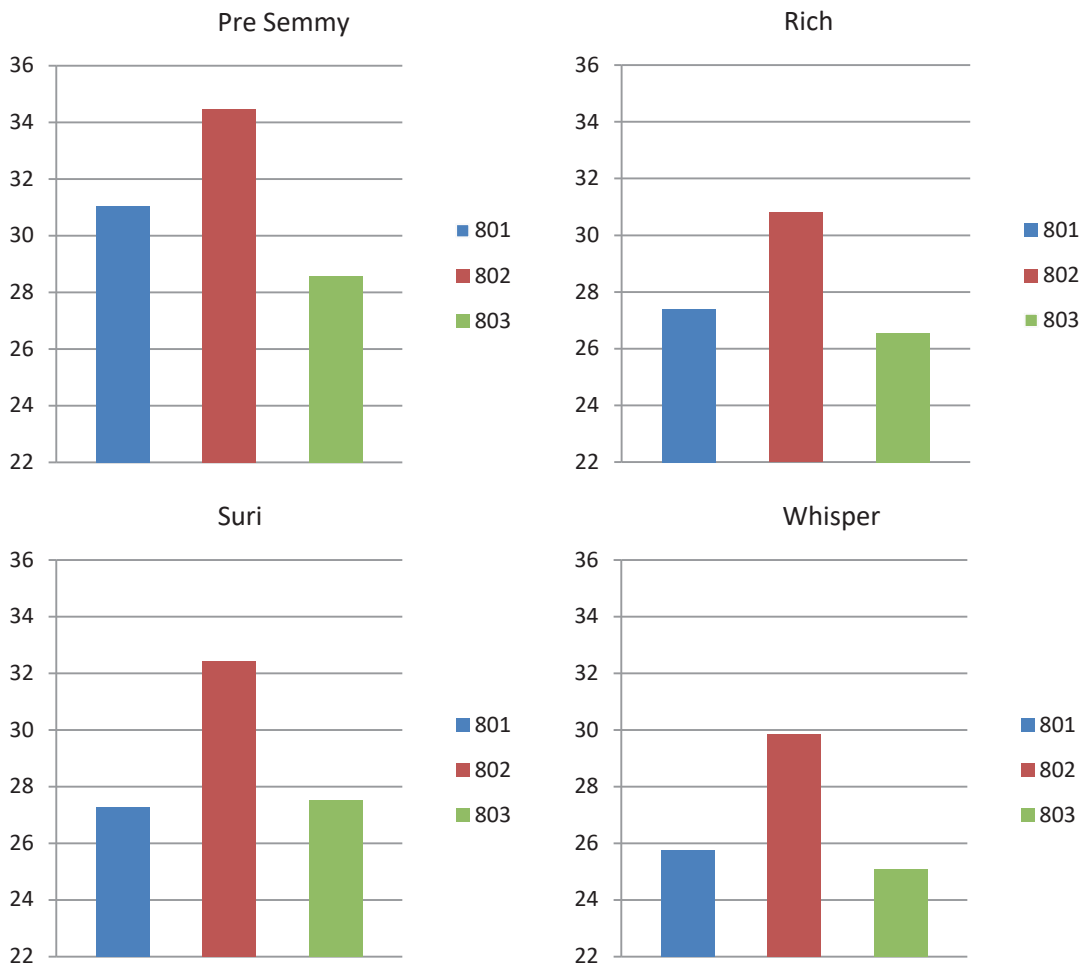
Figuur 37 Gemiddeld verloop van de berekende plantbelasting voor de drie behandelingen. Behandelingen 801 =Praktijk; 802 =Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

Het gemiddelde voor de drie behandelingen over alle rassen laat zien dat de koel telen afdeling 802 in het najaar langer een hoge plantbelasting houdt en in het voorjaar sterker oploopt. Deze afdeling krijgt bij alle rassen vooral aan het eind van de teelt in juni een hoge plantbelasting.

3.7 Uitgroeiduur

3.7.1 Uitgroeiduur in dagen

Figuur 38 laat de uitgroeiduur zien, gedefinieerd als "tijd in dagen vanaf dat een knop 2 cm lengte heeft tot deze oogstrijp is" voor de bloemen van elke ras uit de drie afdelingen.

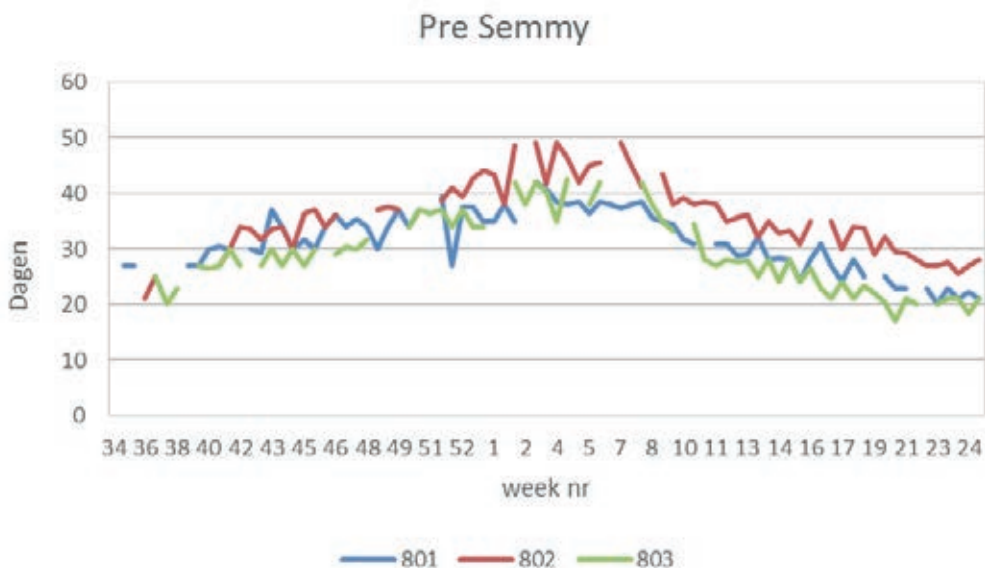


Figuur 38 Gemiddelde uitgroeiduur (dagen) voor de bloemen uit de drie afdelingen. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

Het gemiddelde geeft de uitgroeiduur weer van minimaal 177 bloemen en maximaal 277 bloemen. Dus een groot aantal bloemen. Te zien is dat de kleinbloemige rassen een snellere uitgroei hebben dan de grootbloemige, en dat de teelttemperatuur van grote invloed is op de uitgroeiduur: in de koel telen afdeling 802 doen de bloemen er gemiddeld 4 dagen langer over.

In de winter kan het voorkomen dat bloemen die met een lengte van 2 cm worden gelabeld, helemaal niet of extreem traag uitgroeien (langer dan 50 dagen over doen). Dit noemt men "zittenblijvers". In onze proef zijn ze ook voorgekomen, en dan vooral bij de koel telen afdeling 802 en de grootbloemige rassen. In totaal bleven 16 knoppen bij Pre Semmy zitten en 5 knoppen bij Rich.

Het verloop van de uitgroeiduur in de tijd laat een seizoensinvloed duidelijk zien. Deze is voor alle rassen zichtbaar. Getoond wordt hier (Figuur 39) het ras Pre Semmy. Afhankelijk van de teelttemperatuur en het seizoen kan een bloem bij Pre Semmy in minder dan 20 dagen of in meer dan 40 dagen uitgroeien.



Figuur 39 Verloop van de uitgroeiduur over het jaar heen voor het ras Pre Semmy. Behandelingen 801 =Praktijk; 802 =Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

3.7.2 Uitgroeiduur in graaddagen

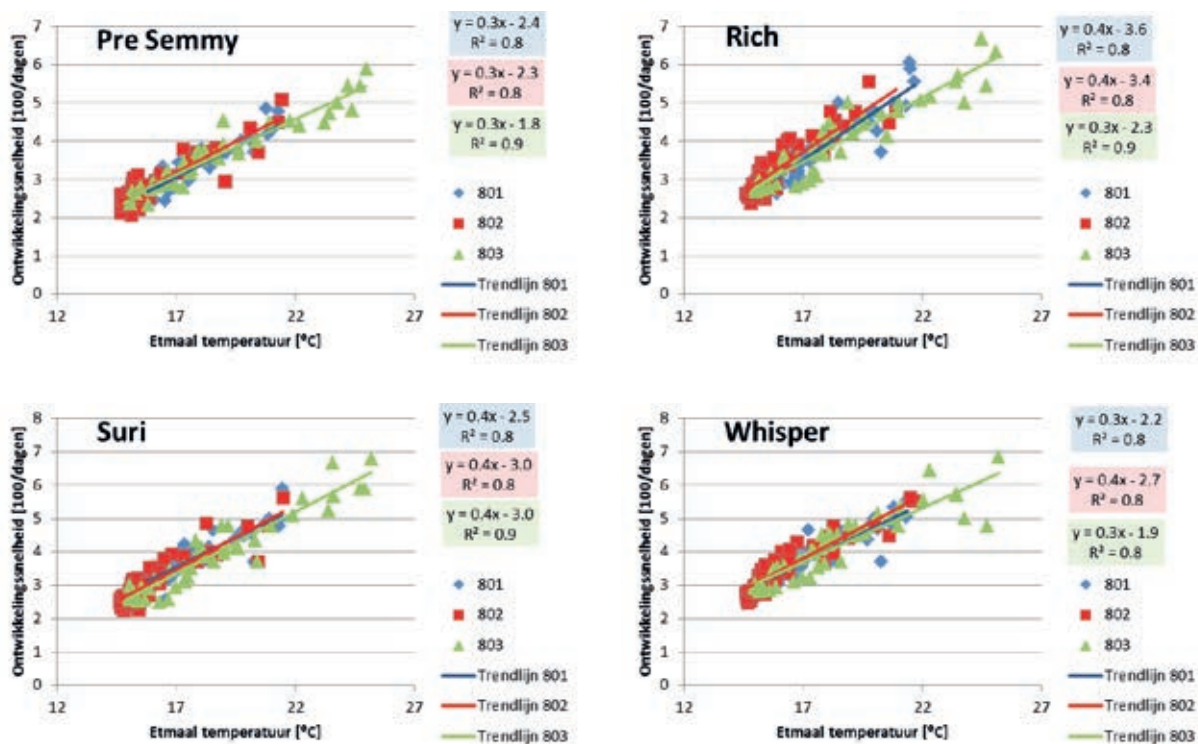
Bovenstaande weergave van uitgroeiduur is beschrijvend en legt geen kwantitatieve relaties. In een eerdere proef is met de cultivar Kimsey (een kleinbloemige ras) een hele goede relatie gevonden tussen uitgroeiduur en temperatuur (Dueck *et al.*, 2015); tussen uitgroeiduur en licht was de relatie heel zwak. Dit zou betekenen dat als je de ontwikkeling in graaddagen uitdrukt er een ongeveer gelijk aantal graaddagen nodig zou moeten zijn voor een de uitgroei van een bloem gedurende het hele jaar. Dueck *et al.*, (2015) gebruikten voor hun vergelijking een basis temperatuur van 5°C die is eerst afgetrokken van de gerealiseerde temperatuur over de periode voordat ze de resterende etmaaltemperatuur som berekenden. Daarmee wordt bij een uitgroeiduur van 40 dagen dus $40 \cdot 5 = 200$ graaddagen van de graaddagensom afgetrokken en bij een uitgroeiduur 20 dagen 100 graaddagen. Zij gebruiken dus een basis temperatuur van 5°C. De analyse van uitgroeiduur ten opzichte van de temperatuur kan beter worden uitgevoerd zoals beschreven door De Koning (1994) voor de uitgroeiduur van vruchten van tomaten. Daarbij wordt de ontwikkelingsnelheid, dat is de reciproke van de uitgroeiduur ($1/\text{uitgroeiduur}$) uitgezet tegen de gemiddelde etmaaltemperatuur gedurende de uitgroeiduur. De lijn die dan door de punten gefit kan worden geeft informatie over de basistemperatuur die gebruikt moet worden voor het berekenen van de graaddagensom die nodig is voor de uitgroei van een bloem en de graaddagensom zelf (Figuur 39). Gemiddeld over alle behandelingen levert dit de uitkomsten van Tabel 7 op. Daarin blijkt dat de basistemperatuur tussen de 5.9 en 7.5°C ligt en dat de daarboven nodige temperatuursom tussen de 276 en 335 graaddagen ligt.

Voor de vier cultivars geeft de ontwikkelingsnelheid tegen de etmaaltemperatuur de hieronder staande figuren (Figuur 40). Daarin zijn rechte lijnen getrokken, maar er lijkt bij de lage etmaaltemperaturen een extra vertraging te gaan optreden. Dit zou het gevolg kunnen zijn van een effect van gebrek aan assimilaten. Dit leidde bij Pre Semmy en Rich tot extreem traag of helemaal niet uitgroeien van wel aangelegde knoppen. Uit de correlaties van de uitgroeiduur met de etmaaltemperatuur volgt dat het logisch is dat bij de koel telen strategie de uitgroeiduur van de bloemen gemiddeld langer zal zijn dan bij de beide andere behandelingen.

Tabel 7

Basistemperatuur en temperatuur som voor de uitgroei van de vier Gerbera rassen.

Ras	Basistemperatuur [°C]	Temperatuursom [graaddagen]
Rich	6.9	284
Pre Semmy	6.6	335
Suri	7.5	276
Whisper	5.9	298



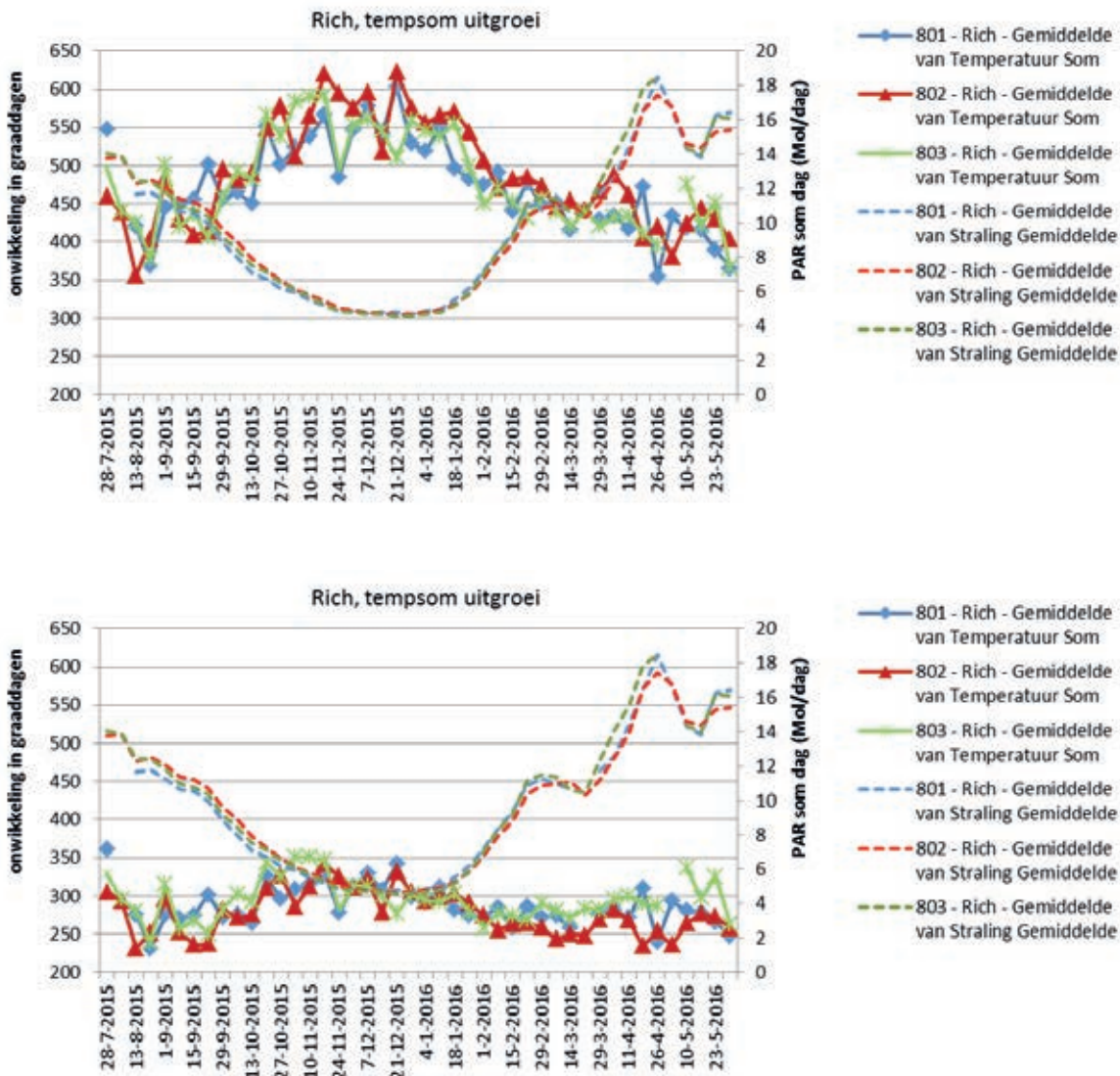
Figuur 40 Ontwikkelingssnelheid (100/uitgroeiduur in dagen) tegen de gemiddelde etmaal temperatuur tijdens de uitgroei voor de vier rassen en per behandeling. Behandelingen 801 = Praktijk; 802 = Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

De basistemperatuur van $\pm 6^{\circ}\text{C}$ betekent dat als de etmaaltemperatuur daalt onder de 15°C dat dan de uitgroeiduur snel sterk toe gaat nemen. Het relatieve effect van 1°C temperatuur verschil is bij 15°C (een klein verschil met de basis temperatuur) groter, dan bij bijvoorbeeld een temperatuur van 22°C .

Het uitsplitsen van de uitgroeiduur in periodes levert geen aanvullende informatie op. Er zijn dan te weinig punten om goede correlaties te vinden.

3.7.3 Uitgroeiduur en stralingsom

In de vorige paragraaf is beschreven dat er een basis temperatuur en graaddagen som berekend kan worden die de ontwikkelingsduur van een bloem bepalen. Dit verklaart niet volledig de uitgroeiduur over de hele looptijd van het experiment met alle wisselende condities. In de bijeenkomsten van de begeleidingscommissie is op basis van een niet voor de basis temperatuur gecorrigeerde graaddagensom al aangegeven dat er ook een stralingssominvloed verwacht mag worden. In de begeleidingscommissie is dat uitgelegd aan de hand van de bovenste grafiek uit Figuur 40. Achteraf kon op basis van alle metingen van gelabelde bloemen de berekening van de basistemperatuur en graaddagen pas gemaakt worden. Als de basistemperatuur van 6.9°C van de etmaaltemperatuur tijdens de uitgroei wordt afgetrokken krijg je de onderste grafiek uit Figuur 41. Hierin is te zien dat de graaddagen som dan fluctueert tussen 250 en 325 graaddagen en dat de hoogste waarden vooral liggen in de lichtarme periode November tot en met Januari. De lijn in de onderste grafiek is wel vlakker en ligt rond de berekende graaddagen som van 284 graaddagen, maar er is nog steeds een seizoen fluctuatie die gekoppeld lijkt aan de stralingssom. Het kan zijn dat de gewastemperatuur op de straling reageert zodat in de zomer de bloemtemperatuur vaker boven de ruimte temperatuur komt waardoor de ontwikkeling versneld of er is sprake van "source" limitatie in de winter.



Figuur 41 De graaddagen som voor Rich per afdeling berekend zonder correctie voor een basistemperatuur (bovenste grafiek) en met correctie van een basistemperatuur van 6.9°C (onderste grafiek).

3.8 Relatie uitgroei duur en plantbelasting

In 3.6 Plantbelasting is al beschreven dat plantbelasting niet alleen het aantal bloemen betreft, maar ook het ontwikkelingsstadium. Daarbij hoort ook nog de ontwikkelingssnelheid, want zowel ontwikkelingsstadium als ontwikkelingssnelheid zijn van invloed op de sink sterkte van alle bloemen samen.

Uit de bepaling van de plantbelasting als aantal bloemen en knoppen per m² blijkt dat die over de proefperiode vrij constant oploopt (de planten worden ouder en krijgen meer scheuten die bloemen kunnen geven); als we daar een rechte lijn trekken dan zien wij dat het: in de winter iets lager is, in de zomer loopt het op. Voor de sinksterkte is deze vorm van plantbelasting niet sterk variërend.

De ontwikkelingssnelheid is sterk afhankelijk van de temperatuur en vormt daardoor een veel grotere component in de plantbelasting. Een gelijk aantal bloemen moet bij toenemende temperatuur in kortere tijd tot ontwikkeling komen. De sinksterkte of plantbelasting in gram droge stof is bij gerbera dus sterk afhankelijk van de etmaal temperatuur. Terwijl de aanleg van nieuwe bloemen en scheuten blijkbaar meer door lichtsom of daglengte wordt gestuurd. Dit is dus anders dan bij een gewas als tomaat waar de ontwikkelingssnelheid van de plant ook sterk op temperatuur reageert.

De periode met de langste uitgroei duur komt globaal overeen met een dip in de plantbelasting als aantal bloemen per m². Hier is er mogelijk zelfs sprake van "source limitering", en daardoor te weinig knoppen die bovendien langzaam uitgroeien.

Telers doen ook veel moeite om, naast uitgroei duur en bloemgewichten, de plantbelasting te registreren. Er is zelfs een systeem opgezet om vergelijking tussen telers mogelijk te maken. Verondersteld wordt dat dit getal ook gaat helpen om beslissingen te nemen over klimaatinstellingen waarmee plantbelasting naar een gewenste (laag) waarde is te sturen, wat ten goede moet komen aan de productie en de kwaliteit. Gebaseerd op de metingen in deze proef kunnen we dit niet beamen. Het is wel zinvol om de uitgroei duur van rassen te kennen en meer daarop te sturen.

De "plantbelasting" als sturingsinstrument is overgenomen uit de tomatenteelt. Er zijn wel enkele belangrijke verschillen met de plantbelasting (aantal vruchten per m²) zoals in de tomatenteelt gebruikt wordt en de plantbelasting (aantal bloemen met m²) zoals in de gerbera teelt gebruikt wordt:

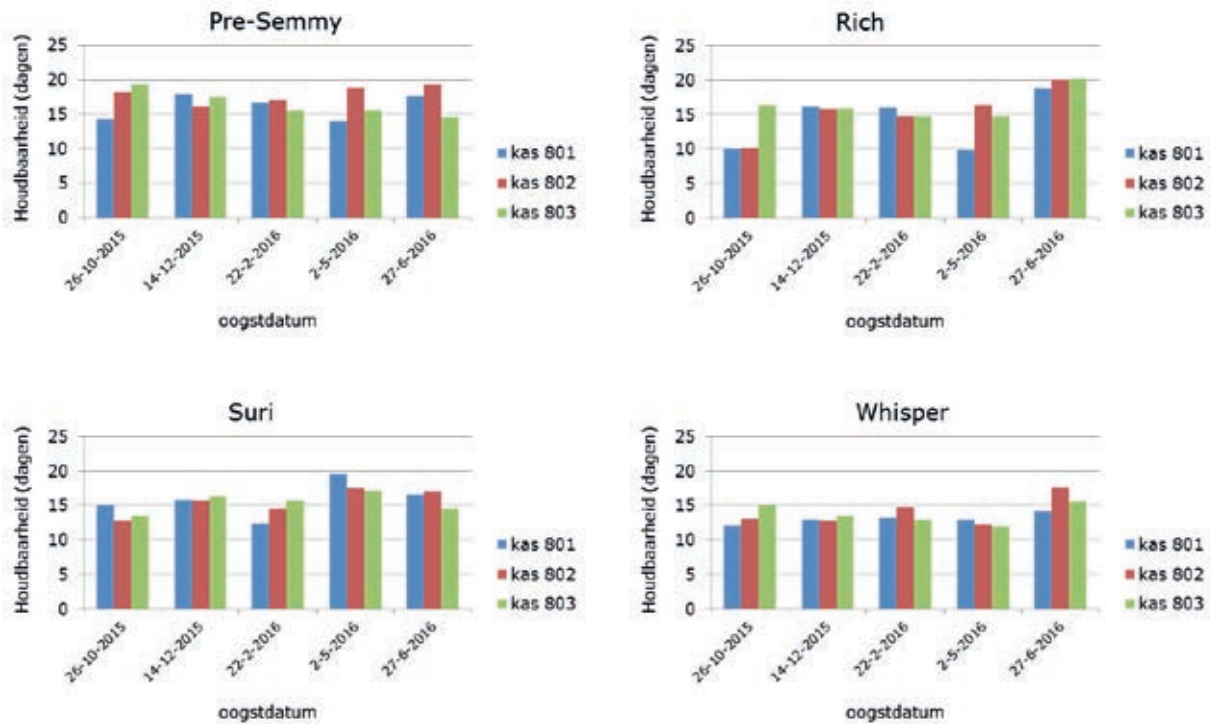
- Bij tomaat wordt vruchtsnoei toegepast, teneinde op elke tros een gelijk aantal vruchten te houden. Hierdoor worden de verschillen tussen planten voor een groot deel weggenomen (tenzij planten achter lopen).
- De waarnemingen aan de "sink sterkte" (het aantal trossen, vruchten per tros of bloemen) worden gecombineerd met waarnemingen aan de "source sterkte" (de kopdikte, de lengte van het blad, het aantal bladeren).
- Klimaat acties (hogere of lagere temperatuur) worden gecombineerd met sink-source regulerende acties: er wordt een extra blad geplukt, een extra vrucht gesnoeid, een blad minder geplukt.
- Als er meer kennis is over de source-sink relaties kan in de toekomst de registratie van plantbelasting bij gerbera verbeterd worden.

3.9 Houdbaarheid

In oktober, december, februari, mei en juni zijn bloemen uit de drie kassen en de vier rassen op houdbaarheid in dagen vaasleven getest.

Gemiddeld over de hele periode, alle kassen en rassen waren de bloemen 15.5 dagen houdbaar. Pre-Semmy bloemen hadden het langste vaasleven (16.9 dagen) en Whisper het kortste (13.6). De verschillen tussen behandelingen zijn per inzet moment klein (Figuur 42), omdat de spreiding tussen de bloemen van een partij best groot is. De gegevens per oogstdatum en ras zijn te vinden in Bijlage 5.

De belangrijkste reden voor het beëindigen van het vaasleven in oktober, december en februari was uitbloei; dit uitte zich per ras anders: Suri bloemen sluiten vaak het bloemscherm als een dichte paraplu of vervormen; bij Pre-Semmy en Rich krullen de lintbloemen vaak naar buiten (Figuur 43). Rich en Whisper verkleurden naar blauw en/of de lintbloemen vervormden.



Figuur 42 Het verloop in de tijd van het vaasleven bij de vier rassen.

Bij de bloemen geoogst in mei was het knikken van de steel net boven de hoogte van de vaas de belangrijkste reden voor het afschrijven van de bloemen (Figuur 44). Dit deed zich het meeste voor bij bloemen geoogst uit de kassen 801 en 803.

In de juni-oogst die op de vaas werd gezet, waren er geen knikkende stelen, maar bij Pre-Semmy "snoerde" het bovenste deel van de steel in, net onder de bloem, waardoor de bloem ging hangen. Bij het afschrijven werd ook bij een aantal bloemen een botrytis aantasting bij de lintbloemen of de steel geconstateerd.

In Tabel 8 is het percentage geknakte stelen, het percentage "ingesnoerde" bloemen en het % bloemen met botrytis op de lintbloem per kas en ras voor mei en juni weergegeven.



Figuur 43 Het krullen van de lintbloemen naar buiten bij Pre-Semmy (links) en bij Rich (rechts) aan het einde van het vaasleven.

Tabel 8

Incidentie van steel knik of insnoer en Botrytis op de lintbloemen per kas en per ras bij bloemen geoogst in mei en juni.

ras	kas	Oogstdatum 2 mei		Oogstdatum 27 juni		% botrytis
		% knikken	% insnoeren	% knikken	% insnoeren	
Pre-Semmy	801	20			40	50
	802	0			10	30
	803	30	10		30	30
Rich	801	70		10		10
	802	0		0		0
	803	40		10		0
Whisper	801	20				0
	802	0				0
	803	10				0
Suri	801	50				10
	802	20				0
	803	40				20



Figuur 44 Stelen Rich en Pre-Semmy geoogst op 2 mei knikken spontaan tijdens het vaasleven.

Het knikken van de steel tijdens het vaasleven is uitgebreid onderzocht en gedocumenteerd (Dubuc-Lebreux en Viet, 1985; Marousky, 1986; Perik *et al.*, 2012; González-Aguilar, 2012). Stelen knikken omdat er in het middendeel van de steel, de snelle strekkingszone, structureel weefsel dat de stevigheid aan de steel verleend (sclerenchym) ontbreekt of dunner is. Het holle deel van de steel, in het centrum, is doordat er minder sclerenchym is, groter. Ook is er in knikkende stelen doorgaans minder lignine gevonden in de steelweefsels.

De incidentie van steelknik is in de literatuur alléén na de oogst onderzocht. Voor zover we hebben kunnen nagaan, is er geen onderzoek gedaan naar hoe het teeltklimaat of de uitgroeiduur het optreden van knik beïnvloedt. Het werd eerder als een gegeven beschouwd. Verschillende rassen blijken wel in verschillende mate gevoelig voor steel knik. Ook bloemen die rijper worden geoogst, dus langer op de plant hebben gestaan, hadden meer sclerenchym en lignine en knikten minder. Verder blijken stelen die in een suiker oplossing met bactericide waren geplaatst, nog sclerenchym te kunnen ontwikkelen en verder te verhouten in de eerste tien dagen van het vaasleven.

Aan het einde van de teelt zijn daarom vers geoogste stelen uit onze teeltproef in de lengte doorgesneden (Figuur 45 en Figuur 46). De stelen uit de kas 803 waren hol of met een heel dun, draderig interfasciculair weefsel (sclerenchym). De stelen uit de kas 802 waren massief of hadden een dikke sclerenchym laag om de holte heen. In de figuren is dit duidelijk te zien.



Figuur 45 Doorgesneden bloemstelen (eind juni 2016) van het ras "Rich". Links, stelen uit koel telen kas 802; rechts, stelen uit licht afhankelijk kas 803.



Figuur 46 Doorgesneden bloemstelen (eind juni 2016) van het ras "Suri". Links, stelen uit koel telen kas 802; rechts, stelen uit licht afhankelijk kas 803.

De gevolgen voor het vaasleven van het ontbreken van voldoende structurele weefsels zijn eerder besproken en het lijkt hier duidelijk dat er sprake is van een invloed van de behandeling op de vorming van structurele weefsels.

De bloemen in deze periode en vooral in de afdelingen met behandeling praktijk en lichtafhankelijk groeiden in een recordtijd uit: De snelste Suri, Rich en Whisper bloem groeiden uit van 2 cm lengte tot oogstrijp in 14 dagen in kas 8.03, die met de hoogste etmaal temperatuur. De snelste Pre-Semmy, ook in kas 8.03, groeide in 18 dagen uit. In 8.02, de kas met de laagste etmaaltemperatuur, was de uitgroeiduur van de snelste bloem 23 dagen bij Pre-Semmy, dat is 5 dagen langer; en 6 dagen langer bij de andere drie rassen. Vermoedelijk droeg de langere uitgroeiduur bij aan de vorming van additionele sclerenchym en lignificatie in de steel. Begin mei was op basis van de ontwikkelingssnelheid de uitgroeiduur in de koel telen afdeling ruim 10 dagen langer dan in de lichtafhankelijke afdeling. Dat is ruim 1.6 keer zo lang. In juni is de uitgroeiduur korter dan in mei, maar blijkbaar is de mate van sclerenchym vorming wel voldoende. Ook zijn de relatieve verschillen in uitgroeiduur kleiner. De combinatie van bovenstaande gegevens wijst er op dat in mei de bloemen te weinig assimilaten kregen gedurende de uitgroei, hierdoor waren in de praktijk afdeling en de lichtafhankelijke afdeling de stelen te zwak.

3.10 Destructieve waarnemingen

3.10.1 Bladlengte

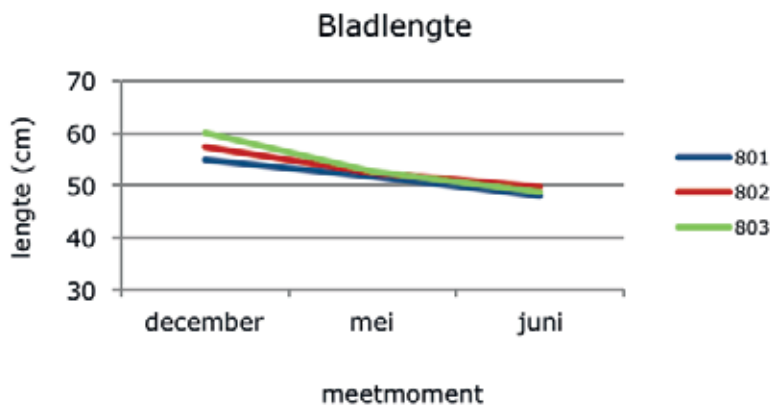
Bij het periodiek destructief waarnemen van planten is op drie momenten de lengte van de 5 langste bladeren per plant gemeten. Dit omdat bij de telers de indruk bestond dat de lengte van het blad zichtbaar beïnvloed werd door de aangebrachte verschillen in daglengte.

In Bijlage 8 zijn de resultaten van deze metingen per tijdstip, ras en behandeling in detail weergegeven, en in dit hoofdstuk vatten we ze samen.

Gemiddeld over alle rassen en kassen, bedroeg de lengte van de langste bladeren 57 cm in december, 52 cm in mei en 49 cm in juni.

Het blad is bij Pre-Semmy gemiddeld 11 cm langer (61 cm) dan van de andere drie rassen, waarvan het blad gemiddeld 50 cm is.

Gemiddeld over de vier rassen was het verschil in bladlengte tussen de drie verschillende klimaatbehandelingen verwaarloosbaar in mei en juni (Figuur 47). In de winter (december meting) leek er een klein verschil in bladlengte tussen de planten van de drie behandelingen; juist in december, de periode waarin de verschillen in klimaat het kleinst waren, is het niet te verwachten dat deze verschillen door het klimaatregiem of de daglengte zijn veroorzaakt. De indruk van de telers wordt in de metingen dus niet bevestigd.



Figuur 47 Bladlengte van de 5 langste bladeren per plant per meetmoment en behandeling. Gemiddeld over de vier rassen.

3.10.2 Aantal bladeren per plant

Voortdurend maken de planten nieuwe jonge bladeren aan bij het hart van de plant omdat die nodig zijn om nieuwe bloemen te kunnen vormen. De plant vormt afhankelijk van de klimaatcondities een aantal bladeren en dan twee bloemen aan het einde van de scheut. Onderaan de pot sterven bladeren af. Het afsterven van oud blad is een natuurlijk proces, waarbij de plant de hoeveelheid blad reguleert. Het aantal bladeren per plant liep op van de oktober meting naar de december meting, en weer van de februari tot de juni meting. In februari hadden de planten enkele bladeren minder dan in de overige meetmomenten; blijkbaar laat de plant meer bladeren afsterven in de periode met zeer lage lichtniveaus vanaf half december tot half februari. Terwijl er gelijktijdig minder nieuwe bladeren worden gevormd.

De hoeveelheid blad per plant lijkt een ras eigenschap, die mogelijk verband houdt met hoe vegetatief een ras is, maar ook met de vorm en oppervlakte van het blad. Van de gebruikte rassen, hadden de twee grootbloemige rassen minder bladeren per plant (Rich 56, Pre-Semmy 59). De kleinbloemige rassen, en dan vooral Whisper, hadden meer bladeren per plant (Suri 81, Whisper 103). Dit is gerelateerd aan het aantal bloemen.

Te oordelen uit de gemiddelde aantal bladeren per kas, beïnvloedden de toegepaste klimaatbehandelingen niet substantieel het totaal aantal bladeren per plant (801 = 76; 802 = 73; 803 = 75). Alléén in de bepaling die in juni is uitgevoerd blijkt dat in de behandeling "lichtafhankelijk" alle planten meer bladeren hadden met uitzondering van Pre-Semmy.

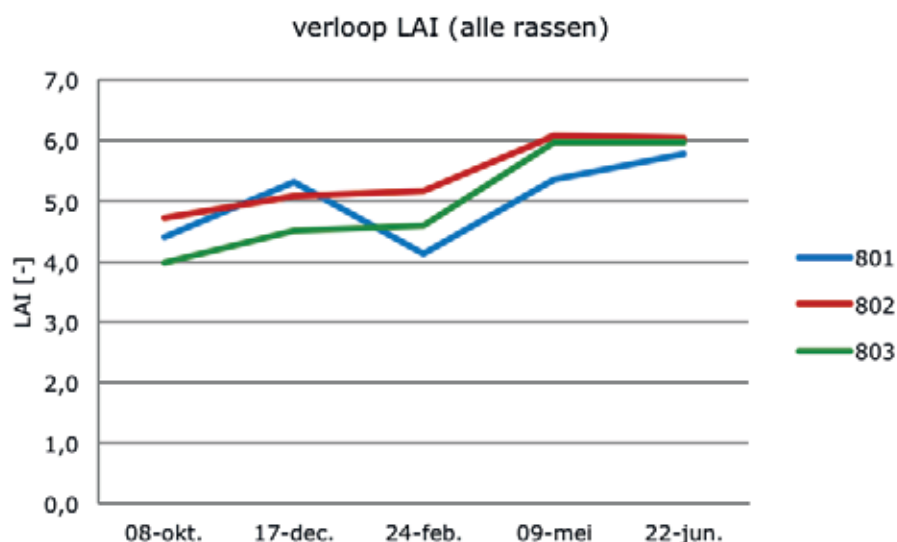
3.10.3 Bladoppervlak

Op 5 verschillende tijdstippen is de oppervlakte van het blad destructief (d.w.z., dat de planten gesloopt zijn) gemeten. In Bijlage 8 zijn de resultaten van deze metingen per tijdstip, ras en behandeling in detail weergegeven in cm² blad per plant.

In het algemeen kan het gesteld worden dat de omvang van de planten uitgedrukt in oppervlakte van het blad is toegenomen van de eerste naar de laatste meting, met in februari een kleine dip (minder dan in december maar meer dan in oktober).

De gemeten bladoppervlakte per plant kunnen we met het aantal planten per m² vermenigvuldigen, zodat we een indruk krijgen van de totale blad oppervlakte per m² teeltoppervlak, de zogenaamde Leaf Area Index of LAI. Zo uitgedrukt, blijkt het gewas een LAI van 5.1 te hebben gemiddeld over de duur van de proef over alle rassen (Figuur 48). De grootbloemige rassen, en dan vooral Pre-Semmy, hadden gemiddeld een groter LAI (Rich 5.3, Pre-Semmy 6.1) dan de kleinbloemige (Suri 4.6, Whisper 4.5).

Gemiddeld per afdeling was er een klein verschil in LAI: 5 in kas 8.01, 5.6 in kas 8.02 en 5.3 in kas 8.03. De LAI is op alle momenten dus ruim voldoende om een goede lichtonderschepping te hebben.



Figuur 48 Verloop van de LAI in de tijd, op basis van bladoppervlakte metingen (5 meetmomenten).

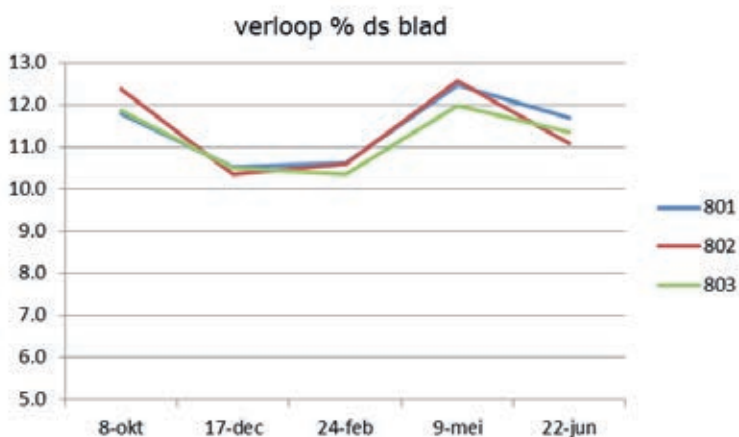
3.10.4 Droge stof percentage (blad, bloemen en knoppen)

Bij het uitvoeren van destructieve waarnemingen is zowel het droge als het versgewicht van blad en de toen aanwezige bloemen en knoppen bepaald.

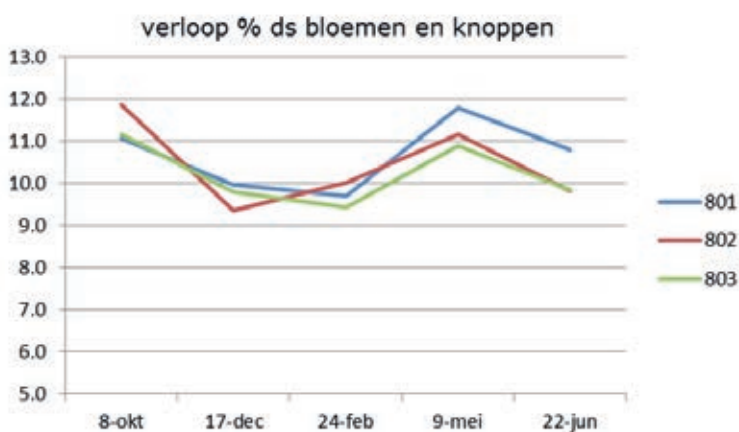
Het droge stof percentage van het blad over alle rassen, kassen en meetmomenten bedroeg 11.4%. Het blad van Rich had een iets hoger drogestof %, 12.4%; die van Whisper lager, 10.8%.

De bloemen en knoppen hadden 10.4% droge stof. Suri was het ras met de hoogste ds% (10.9%); Rich de laagste (10.1%).

Het gemiddeld verloop per kas in de tijd (5 meetmomenten, Figuur 49 en Figuur 50) laat zien dat onder invloed van het lage licht in de winter, zowel het blad als de bloemen en knoppen op de plant dan ook minder drogestof per gram vers gewicht bevatten. Deze daling ten opzichte van de rest van het jaar is algemeen voor de drie behandelingen. De verschillen tussen kassen zijn vrij klein; gemiddeld is er in de meimeting een iets lagere drogestof percentage gemeten bij de planten uit de behandeling lichtafhankelijk (kas 803). Detail resultaten per ras getoond in Bijlage 8. Daar is te zien dat Pre-Semmy de enige ras is met een afwijkend verloop van de ds gehalte. De andere drie rassen volgen hetzelfde patroon, met een toename van de ds % in het voorjaar in de praktijk behandeling (kas 801).



Figuur 49 Het droge stof percentage van het blad op de 5 momenten dat planten destructief gemeten zijn, gemiddeld voor de vier rassen en de 5 meetmomenten.

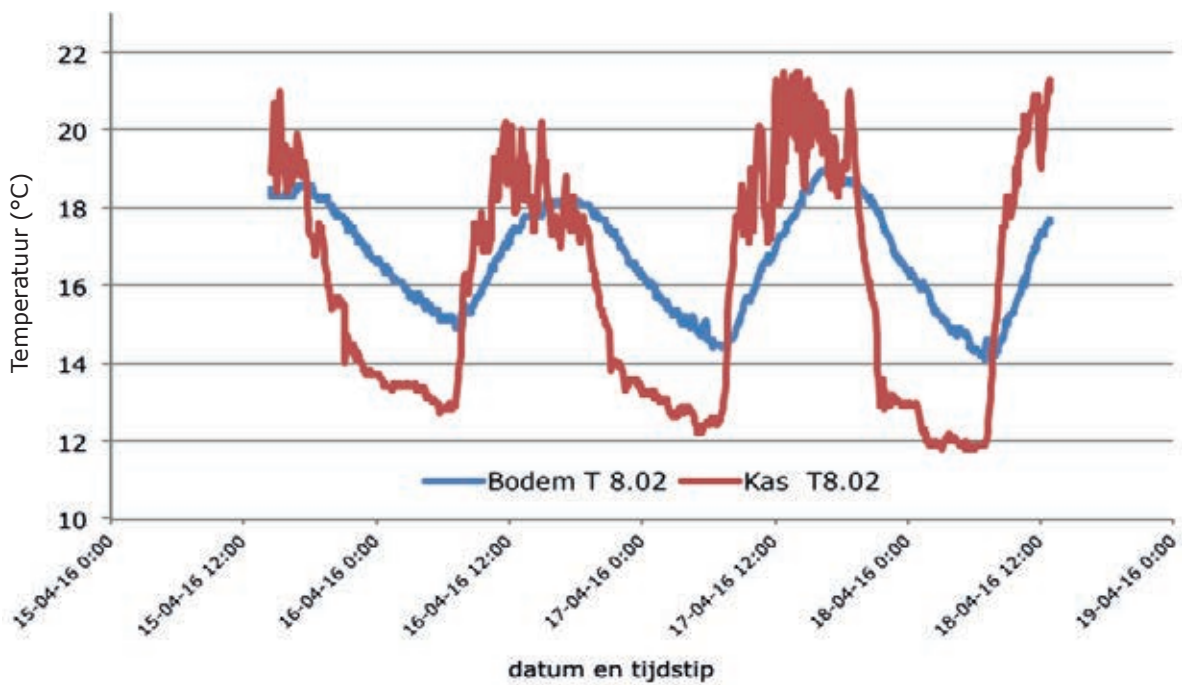


Figuur 50 Het droge stof percentage van alle op de plant aanwezige bloemen en knoppen op de 5 momenten dat planten destructief gemeten zijn, gemiddeld voor de vier rassen en de 5 meetmomenten.

3.11 Substraat temperatuur

15 tot 19 april is een sensor voor bodemtemperatuur geplaatst in een plant van de kas waar de behandeling Koud Telen werd toegepast. De telers van de BCO vonden interessant om te weten of de lage luchttemperatuur tot te koude wortels zou leiden, en indirect een negatief effect op de productie veroorzaken. In de Figuur is de temperatuur van het substraat (blauw) vergeleken met de kastemperatuur voor dezelfde dagen en uren.

Te zien is dat de temperatuur van het substraat de temperatuur van de lucht volgt. Maar dat doet hij met een vertraging van enkele uren. Het substraat werd op geen van deze dagen zo warm als de lucht onder invloed van de instraling, maar bleef twee tot drie graden onder de luchttemperatuur. De afkoeling van het substraat is ook minder snel en minder koud, zo rond de twee graden warmer dan de lucht.



Figuur 51 Substaat temperatuur (Bodem T) en luchttemperatuur (Kas T) op drie achtereenvolgende dagen in het voorjaar in planten in kas 802 (behandeling Koel Telen).

Geconcludeerd kan worden dat door de bufferende werking van het substraat en het water wat deze bevat, het substraat in ieder geval niet kouder wordt dan de lucht en dus geen reden is voor bezorgdheid.

4 Leerpunten benoemd in de loop van het jaar

In de loop van het jaar zijn in de bijeenkomsten van de grote begeleidingsgroep steeds leerpunten benoemd. In een aantal woorden zijn ze hier chronologisch samengevat. Veel van de leerpunten zijn verwerkt in de gegevens zoals die in hoofdstuk 3 zijn te vinden.

Het regelen van de etmaaltemperatuur op basis van de gerealiseerde en verwachte lichtsom was een constant aandachtspunt en is lastig te automatiseren, zonder dat dit tot grote veranderingen in setpoints voor temperatuur leidt. De setpointveranderingen door het sturen naar een gewenste etmaal zorgden voor ongewenste sprongen in temperatuur en daarmee in ventilatie of stookgedrag.

Er is een grote variatie in plantbelasting tussen de planten waarop dit wordt geteld.

De vier rassen laten verschillende reactie op het ingestelde klimaat zien. Door koel te telen in de winter kregen de planten langere uitgroeiduur, stevigere stelen, hoger bloemgewicht (allemaal, Whisper het minst), grotere bloemen (Pre Semmy), meer bladontwikkeling (Rich).

Bladlengte en bladoppervlakte worden niet door etmaaltemperatuur beïnvloedt.

Beste strategie voor productie hangt van het ras af.

Uitgroei trager bij koude teelt en de plantbelasting hoger, de kwaliteit uitgedrukt in gewicht per bloem is bij koude teelt wel beter.

5 Teelt en proefverloop vanuit praktijk perspectief

De gerberateelt is de laatste tien jaar een zeer innovatieve teelt. Vele nieuwe ontwikkelingen op het gebied van klimaatregeling worden als eerste in de Gerberateelt uitgeprobeerd. Zo is samen met het verduisteren het scherm tegen uitstraling standaard in de klimaatregeling. Ook groeit het gebruikt van ontvochtigingsinstallaties (slurven, ventilationjets of OPAC's) nog steeds in de Gerberateelt.

Ook meetapparatuur zoals PAR meters horen tot de standaard uitrusting van 75% van het Gerbera areaal. Door de metingen te betrekken in de dagelijkse adviespraktijk en de studieclubbijeenkomsten ontstaat er goede basis om de resultaten uit teelt in balans toe te passen.

De proef is van start gegaan met verlengd opgekweekte planten die niet verduisterd waren in de verlengde opkweek. De planten waren daardoor vrij vegetatief. Grote bladeren met nog weinig splitsing. Met name bij een schraal groeiend soort als Rich was dat een voordeel.

In de eerste periode na het planten zijn er een aantal dagen met vrij heet weer geweest. Hier heeft met name Whisper wel wat scheutafstoting op ontwikkeld. Om de plant toch goed tot ontwikkeling te laten komen zijn hier in het begin een aantal bloemknoppen uitgebroken. Dit om de plantbelasting iets te verlagen en de plant de kans te geven alle scheuten opnieuw in te wortelen.

Uiteindelijk wordt Whisper ook nog een keer met Topsin en Fenomenal behandeld omdat er Fusarium aantasting geconstateerd wordt.

De eerste oogst resulteert in zeer grote bloemen bij de Pre-Semmy en dubbele stelen bij de Suri. De planten hebben ruim blad, voldoende licht en relatief nog een lage plantbelasting. Juist onder deze omstandigheden komt kas 8.03 met de sterk lichtafhankelijke telen strategie er erg goed uit.

De koel telen strategie levert in oktober een gewas op met hard blad en daarnaast bij Rich ook blauw-paarse verkleuring van de topbladeren. Het vermoeden is dat dit een overschot aan assimilaten is in deze bladeren. Door de positie ontvangen ze veel licht en de bladeren koelen (vooral 's nachts) te hard af waardoor verwerking van assimilaten niet goed verloopt. Het gewas in deze afdeling blijft in oktober hard en stug, wat ook resulteert in kortere bloemen.

Vanaf begin oktober wordt de koel telen en de lichtafhankelijke afdeling op 13 uur daglengte gezet.

De afdeling met sterk lichtafhankelijke regeling staat veel spontaner, maar resulteert in lange en vrij dunne bloemen bij Whisper.

Begin december zie je duidelijk dat de koel telen afdeling later op maximale plantbelasting komt, met een heel goede kwaliteit. In de warmst geteelde afdeling staan er nu duidelijk minder knoppen op. Het warmer telen heeft wel voor een vervroeging van de productie gezorgd, maar de opvolging van de knopaanleg in de donkerste tijd van het jaar blijft achter.

Vanaf half december vallen de gewassen in de strategie praktijk en lichtafhankelijk duidelijk open. Suri en Pre-Semmy hebben hier meer last van dan Whisper en Rich.

Begin januari is goed zichtbaar dat de bij lichtafhankelijke strategie de knopaanleg rond week 50 weer als eerste afdeling is gaan toenemen. Dit is het sterkste bij Pre-Semmy en Suri. Bij Rich blijft de plantbelasting vlak lopen. Het open vallen van de gewassen blijkt hier toch iets sterker te zijn dan in de praktijk. Wel moet in aanmerking genomen worden dat de praktijk met hogere netto PAR sommen werkt. Dit komt door lichtere kassen en de dagverlenging vindt plaats met volle belichtingssterkte. Terwijl we hier streven naar dezelfde PAR som in alle kassen, ongeacht de daglengte.

Vanaf half februari wordt de daglengte weer op 11.5 uur gezet. De vegetatieve soorten hebben dan nog steeds iets last van hangende bloemen door het openvallen. Maar een schraal soort als Whisper staat er daarentegen frisser en groeizamer op met voldoende lange stelen.

De afdeling praktijk heeft in maart de stevigste stelen. Hier is geen langere dag aangehouden.

De koel telen afdeling heeft duidelijk moeite om voldoende kleur op het blad te houden in maart. Meer chlorose en opnieuw blauwe vlekken. Omdat er ook zeer weinig onder bus ingaat zou de te lage worteltemperatuur hier wellicht de oorzaak van kunnen zijn.

De plantbelasting neemt in alle behandelingen toe tot een punt rond week 8 m.u.v. het soort Rich, daar blijft de koel telen strategie continue veel hoger in plantbelasting. Tot eind maart resulteert dit nog niet in een zichtbaar kwaliteitsverschil. Vanaf half april beginnen met name Whisper en Suri snel dunner te worden in de lichtafhankelijke afdeling.

Vanaf half april tot ca. 5 mei zijn er hoge PAR sommen (15 mol) met een lage buitentemperatuur gerealiseerd. De temperatuurstrategie kon in de lichtafhankelijke afdeling vrij exact behaald worden. In de praktijk en koel telen afdeling kwam de temperatuur iets te hoog uit in die tijd t.o.v. de gewenste strategie.

Dit resulteert half mei in een goede gewasstand en een prima kwaliteit in de lichtafhankelijke afdeling. Alleen bij Pre-Semmy lijkt de variatie in bloemdiameter wat groter.

Na half mei neemt de uitgroeiduur in de lichtafhankelijke afdeling sneller af dan bij de andere behandelingen. De hoge etmalen zorgen voor dunnere, holle stelen en ook een deel 'winterbloemen' bij Whisper. Dit zijn onvolledig ontwikkelde bloemen, die vervroegd afrijpen. Het gewas blijft echter toch generatief staan. In de laatste periode maakt de koel geteeld afdeling de beste indruk. Wel opgemerkt dat de temperatuur strategie bij de praktijkafdeling te hoog uitgekomen is uiteindelijk.

In het najaar werd door de dalende temperatuur buiten de mogelijkheid geopend om de gewenste temperatuurverschillen aan te brengen. Dit bleek ook een belangrijke punt voor de telers te zijn.

De standaard temperatuur-optimalisatieregeling van de ISII computer bleek hier niet voldoende voor uitgerust te zijn. Met name het ingrijpen door verduisteren en belichten wordt niet door de weersvoorspelling meegenomen. Door een koppeling te maken naar de Letsgrow registratie en de werkelijk gerealiseerde PAR som op te halen aan het werkelijke einde van het etmaal was een deel van deze tekortkoming opgelost. Echter over de hele periode blijkt met name de praktijkafdeling die ook temperatuurafhankelijk gestuurd wordt te hoog uit te komen ten opzichte van de streeflijn. Dit heeft nog sterke verbetering.

6 Discussie en conclusies

In de inleiding is als onderzoeksvraag geformuleerd: "Waar ligt de sleutel voor het sturen van de plantbalans: in de intensiteit van het (SON-T) licht, in de daglengte, of in de daglichtsom (daglengte x lichtintensiteit), of juist in de verhouding van een van deze factoren met de teelttemperatuur in de verschillende seizoenen van het jaar?" Uit deze vraag zijn twee hypothesen afgeleid en daarop zijn de doelstellingen voor energie en CO₂ dosering gebaseerd.

6.1 Hypothese 1

De plantbalans (uitgedrukt in aantal knoppen per m² die tot een kwalitatief goede bloem kunnen uitgroeien. NB: met de kennis van nu is plantbalans hier niet de juiste term) is in de winter te sturen door de lichtsom en de daglengte in combinatie met lage etmaaltemperaturen.

Uit de meting van de plantbelasting in aantal bloemen per m² blijkt dat die tussen de gekozen teeltstrategieën in de winter nauwelijks varieerde. Alle behandelingen vertonen een dip in de plantbelasting in de winter. Wel daalt de plantbelasting bij de koel telen behandeling later dan bij de beide andere behandelingen maar in de winter is er voor alle behandelingen een lage plantbelasting. Dit ondanks de toename van de uitgroeiduur van de individuele bloemen.

De groei lijkt dan vooral beperkt door de beschikbare hoeveelheid assimilaten. Deze kan met een zelfde capaciteit van de belichtingsinstallatie worden verhoogd door daglengte te verlengen. In dit onderzoek is dat gedaan tot 13 uur, maar de vraag is of dit niet tot een hogere daglengte had gekund. Daarbij is in dit onderzoek bij een langere daglengte geen hogere lichtsom per dag gegeven.

Uit de productie cijfers blijkt niet dat een langere daglengte van 13 uur in de winter voor de productie nadelig is geweest. In eerder onderzoek van Wessels en Verberkt (2005) is gewerkt met een daglengte van 11.5, 16 en 20 uur. Daarin werd geconcludeerd dat 11.5 uur de beste keuze was, vanwege de aantallen geogoste bloemen, die gemiddeld wel lichter waren en een kleiner bloemdiameter hadden. Er zijn echter geen kleinere stappen tussen 11.5 en 16 uur onderzocht. Terwijl daar mogelijk het optimum ligt.

De uitgroeiduur blijkt uit de analyse van de uitgroeiduur/ontwikkelingssnelheid sterk beïnvloed te worden door de temperatuur. Bij een temperatuur van ca 7°C is de uitgroeiduur extreem lang. Door lage etmaal temperaturen van minder dan bijvoorbeeld 15°C zal de plantbelasting toenemen omdat de uitgroeiduur sterk toeneemt. Een verlaging van de etmaal temperatuur van 15 naar 14°C zal ongeveer leiden tot een toename van de uitgroeiduur van 35 naar 40 dagen. De uitgroeiduur is daarbij sterk afhankelijk van het ras. Als de plantbelasting ondanks de lange uitgroeiduur afneemt betekent dit dat de aanleg en uitgroei, tot het stadium van eerste telling, van nieuwe bloemen sterker afneemt dan de toename door langere uitgroeiduur.

In principe zou in de winter de plantbelasting kunnen afnemen als de daglengte nog verder wordt verhoogd. Dit zal echter mogelijk wel tot te veel bladvorming leiden en daarmee nadelig zijn voor de gewasontwikkeling. Gerbera reageert op het toenemen van daglengte met het meer afsplitsen van bladeren voordat de bloemknop wordt gevormd (Eveleens *et al.*, 2011)

In de winter als de lichtsom per dag zeer laag is kan de uitgroeiduur door source limitering mogelijk nog iets verder toenemen, dit uit zich bijvoorbeeld ook in het blijven zitten (aborteren of heel erg traag uitgroeien) van bloemknoppen.

In het voorjaar moet met stijgende temperatuur en geleidelijk toenemende lichtsom er voor gewaakt worden dat de uitgroeiduur niet te snel afneemt ten opzichte van de toenemende lichtsom. Een snelle stijging van de temperatuur zorgt er voor dat de aanwezige knoppen snel uitgroeien en daardoor te weinig steelstevigheid ontwikkelen.

In de aanloop van de teelt blijkt dat de etmaal temperatuur wel hoog kan zijn om snel tot een voldoende productieve plant te komen. De lichtafhankelijke behandeling was in het najaar het snelst in productie en met de hoogste productie van voldoende kwaliteit. Het voordeel van deze strategie in het najaar is dat dan juist in deze kritische periode voor de vochtbeheersing de ruimte temperatuur hoog gehouden kan worden en daarmee de luchtvochtigheid in de kas beter te sturen is.

In het voorjaar was de lichtafhankelijke strategie (NB: De behandeling heet lichtafhankelijk in dit rapport, maar in feite is de sterkst lichtafhankelijke, want ook de praktijk strategie is lichtafhankelijk, maar minder sterk, een zelfs in de Koud telen behandeling ontstaat door de natuurlijke instraling en ermee gepaarde temperatuur een zekere lichtafhankelijkheid) niet de juiste aanpak voor een goede kwaliteit product. De plantbelasting ging in deze behandeling niet omlaag terwijl de uitgroeiduur door de hoge nagestreefde etmaal temperatuur in relatie tot licht zeer kort werd. Hierdoor kregen de bloemen te weinig assimilaten tot hun beschikking. Dit ondanks dat de omstandigheden voor fotosynthese nagenoeg optimaal zijn. Geconcludeerd moet worden dat er blijkbaar ook een bovengrens is aan het nastreven van een hoge verhouding tussen etmaal temperatuur en lichtsom.

De koel telen strategie leidde in het voorjaar tot de zwaarste bloemen, ondanks dat de plantbelasting in stuks per m² opliep.

De temperatuur strategie zoals weergegeven in de Flori Consult Group tabel lijkt op basis van deze proef als een goede strategie bevestigd te worden. Daarbij wordt een goede balans tussen plantbelasting, ontwikkelingsnelheid en assimilaten beschikbaarheid bereikt.

Er is bij de start van een teelt mogelijk nog wel winst te boeken door een hogere temperatuur aan te houden. Het effect van een toegenomen lichtsom door een langere daglengte in de winter is in dit onderzoek niet aan te tonen.

6.2 Hypothese 2

De tweede aanname is dat vanaf half februari meer met de natuur mee moet worden geteeld met een korte daglengte om voldoende knoppen aan te leggen. De temperatuur moet dan met het licht mee worden gevarieerd.

Onder de discussie rond hypothese 1 is al geschreven over de plantbelasting vanuit de winter naar het voorjaar en de zomer. De etmaaltemperatuur mag in die periode niet te sterk worden verhoogd, omdat de dan uitgroeiende knoppen te weinig assimilaten krijgen om voldoende steelstevigheid op te bouwen. Een verlaging van het aantal uitgroeiende knoppen door een iets langere daglengte zou in die periode gunstig zijn. Dan kan de uitgroeiduur mogelijk wel iets worden verhoogd met behoud van kwaliteit. In het voorjaar zou daarom de daglengte met belichting zeker iets langer gehouden mogen worden.

Met de lichtsom mee laten oplopen van de etmaaltemperatuur is op zich een goede maatregel. De Flori Consult Group tabel geeft hiervoor afhankelijk van de CO₂ in de kas een waarde. Voor de praktijk afdeling was gestreefd naar een toename van ca 0.35°C/(mol PAR.dag). Hoe deze strategie voor een dag wordt omgezet in een regeling met ingestelde streefwaarden voor dag en nacht temperatuur bleek in dit onderzoek een lastige opgave die alleen door veelvuldig handmatig corrigeren op acceptabele wijze kon worden gerealiseerd.

6.3 Energiedoelstelling

Beoogd wordt een energiebesparing gelijk aan de energiebesparing die bereikt is met de SON-T belichting afdeling van proef 2014-2015 (Dueck *et al.*, 2015). Voor de inzet van elektriciteit blijkt deze vrijwel geheel gerealiseerd te zijn. De besparing op warmte is sterk afhankelijk van de gekozen temperatuur strategie. De koel telen strategie zat ruim onder de prognose voor warmte input. De lichtafhankelijke zat er ruim boven, omdat in het voorjaar gestookt moest worden om de gewenste etmaal temperatuur te realiseren.

De koel telen strategie vroeg wel de meeste kg/m² aan gedoseerde CO₂. Voor CO₂ was de lichtafhankelijke strategie technisch gezien de beste. Dit werd echter niet omgezet in een duidelijke meer productie.

6.4 Nevendoelstellingen

In het project zijn een aantal nevendoelstellingen geformuleerd.

- Teeltzekerheid vergroten door een betere vochtbeheersing.

In het najaar is met een jong gewas een hogere etmaal temperatuur mogelijk, wat gunstig is voor de vochtbeheersing. In de winter en voorjaar is vochtbeheersing met behulp van ventilation jet en ventileren boven een gesloten scherm goed uitvoerbaar.

- Het Nieuwe Telen beter kunnen toepassen met eenvoudige regelingen door een groter verschil in temperatuur tussen binnen en buiten.

Aan deze doekstelling is vrijwel niet gewerkt, omdat de aandacht vooral uitging naar de regeling van de etmaal temperatuur op basis van gerealiseerde en verwachte lichtsom.

- Een nieuwe balans vinden tussen teeltsnelheid en plantbelasting.

De teeltsnelheid en plantbalans worden met de Flori Consult Group tabel al vrij goed benaderd.

- De bevindingen van het afgelopen onderzoek van Dueck *et al.*, (2015) bevestigen ondanks wellicht een andere buitenklimaat.

Dit onderzoek bevestigt inderdaad de resultaten van het onderzoek van 2014-2015. De productie met een koel telen strategie is vooral kwalitatief beter. Dit komt door de hogere takgewichten. Een langere dag aanhouden dan de standaard 11.5 uur in de winter leverde in het onderzoek van 2015 meer productie op (7 takken per m²) op, maar in dit onderzoek geen voordelen noch nadelen op. Mogelijk omdat er bewust werd gestreefd naar gelijke daglichtsommen in de drie behandelingen.

6.5 Verklaring kwaliteitsafname in de zomer in de behandeling "lichtafhankelijk"

De strategie die in de behandeling "lichtafhankelijk" is gebruikt heeft zich bewezen bij verschillende gewassen, zowel vruchtgroente gewassen (tomaat, paprika, aubergine en komkommer), als sierplanten (Bromelia, Anthurium). Waarom Gerbera niet even positief reageert op de hoge etmaaltemperaturen van de behandeling "lichtafhankelijk", ondanks dat deze gepaard zijn gegaan met hoog licht, hoog vocht en hoog CO₂, is een vraag die we aan de hand van de behaalde resultaten en met de in deze proef verrichte metingen niet sluitend kunnen beantwoorden. Er zijn verschillende verklaringen mogelijk die hieronder worden beschreven.

6.5.1 De natuurlijke habitat van de planten

Het geslacht Gerbera heeft haar oorsprong in Zuid Afrika, waar het spontaan groeit in matig beschaduwde gebieden, op een hoogte tussen de 1100 en de 1700 m. De gemiddelde etmaal temperatuur is jaarrond 16°C, met een maximum van 21°C en een minimum van 12°C (Mercurio, 2002). Ruim 120 jaar veredeling hebben gezorgd voor een enorme uitbreiding in de hoeveelheid rassen, vele geschikt voor verschillende klimaatzones.

Qua natuurlijke oorspronkelijke habitat verschilt Gerbera aanzienlijk van alle eerder genoemde "succes gewassen", die allemaal hun oorsprong hebben in tropische of subtropische gebieden. De eerst genoemde drie vruchtgroente gewassen (tomaat, paprika en aubergine) behoren alle drie tot de familie van de Solanaceae, planten met oorsprong in warme en gematigde gebieden in midden Amerika. De komkommer heeft haar oorsprong in de tropische Aziatische gebieden. De genoemde potplanten komen oorspronkelijk uit de tropische en vochtige gebieden in midden Amerika.

De natuurlijke habitat van de plant geeft al aan dat de voorkeur van de planten voor een bepaalde klimaat kan verschillen.

6.5.2 Respiratie en fotorespiratie

De respiratie of ademhaling uit zich als zuurstofopname en CO₂ afgifte. Het proces loopt chemisch in de omgekeerde richting van die van de fotosynthese en wordt daarom ook dissimilatie genoemd. De gevormde glucose wordt afgebroken en met behulp van zuurstof geoxideerd tot water en zuurstof, waarbij energie vrij komt. De ademhaling gaat dag en nacht door. Ademhaling is niet alleen nodig voor groei, maar ook voor onderhoud. Hoge groeisnelheden vragen om een snelle glucolyse, omdat dit proces behalve energie ook belangrijke moleculen oplevert die weer precursors zijn van bouwstoffen, zoals bij voorbeeld lignine. Hoge temperaturen verhogen ook de hoeveelheid energie die nodig is voor onderhoud. Zowel groei als onderhoud verhogen de ademhalingsnelheid. Er is voor zover we weten geen literatuur over de respiratiesnelheid van Gerbera in relatie tot de temperatuur. Dit vraagt om meer onderzoek.

Fotorespiratie vindt alleen in de lichtperiode plaats. In dit proces neemt de plant O₂ op en staat CO₂ af, doordat het fotosynthetische enzym RuBisCo O₂ aan zich bindt in plaats van CO₂. Evenals de normale respiratie, neemt de snelheid van fotorespiratie toe met het toenemen van de temperatuur en het lichtniveau. Fotorespiratie bij gerbera is even weinig gedocumenteerd als respiratie en vraagt eveneens om onderzoek.

Zowel respiratie – via de onderhouds component- als fotorespiratie verlagen de hoeveelheid beschikbare suikers voor de groei.

Het zou best kunnen zijn dat de netto fotosynthese in de behandeling lichtafhankelijk door fotorespiratie en ademhaling lager was dan in de behandeling Koel telen, wat een verklaring zou bieden voor de afname in kwaliteit en totale productie in kg.

In deze proef zijn geen metingen gedaan van fotosynthese, respiratie of fotorespiratie, en daarom kunnen we deze mogelijke verklaring niet met data onderbouwen.

6.5.3 Beperking in de fotosynthesesnelheid

Bij lange daglengtes zagen DLV Facet en Plant Dynamics dat de fotosynthese bij gerbera afnam (Plant Dynamics website, 8-11-2016). Fotosynthese metingen bij gerbera planten (García Victoria *et al.*, 2016) laten zien een positief effect van de temperatuur op de momentane fotosynthese waarbij de curve in de meeste metingen (3 van de 4 metingen) boven 25°C afvlakt. Als de fotosynthese snelheid niet of nauwelijks meer toeneemt bij temperaturen boven 25°C maar zowel fotorespiratie (overdag) als respiratie (overdag en 's nachts) toenemen, dan zal dit tot een afname van de netto fotosynthese leiden. Even als het betoogd in 5.5.2, kan dit een verklaring bieden voor de behaalde resultaten maar is in de proef niet gemeten.

6.5.4 Plantbelasting

In de plantbalans gedachte wordt aanbevolen te streven naar een lage plantbalans in combinatie met hoge temperaturen, want een hoge plantbelasting vertraagt de afrijping. Dit blijkt in deze proef te gebeuren (tragere uitgroei in de koelste afdeling en hoogste plantbelasting).

Veel sinks op een plant kunnen meer assimilaten vragen dan de plant aan kan maken. Vanuit deze gedachte lijkt het nuttig om een lage plantbelasting na te streven. Echter, in deze proef was de hoogste plantbelasting in de koel telen afdeling gemeten en gekoppeld aan zowel een snellere uitgroei als een betere kwaliteit. Aanmaak capaciteit (hoeveelheid blad uitgedrukt als LAI) was in alle behandelingen ruim voldoende.

Er zijn meer voorbeelden uit onderzoek bekend bij onder andere tomaat en roos waaruit een hoge plantbelasting juist positief bleek voor de droge stof verdeling. Uit onderzoek van Heuvelink met vruchtsnoei bij tomaat blijkt dat bij planten met een hogere sinksterkte (meer vruchten per tros) er relatief meer droge stof naar de vruchten toe ging dan bij planten met minder vruchten per tros. Ook bij onderzoek met roos (García Victoria *et al.*, 2002) waarbij de sinksterkte verlaagd werd door alle uitgroeiende takken van een roos in een jong stadium weg te halen behalve 1 tak, bleek de totale productie maar 1/3 te bedragen van planten waarbij de sinksterkte niet werd verlaagd.

Uit deze twee voorbeelden blijkt dat hoge plantbelasting niet per se hoeft te leiden tot een lagere totale productie, in tegendeel: meer sinks kunnen zorgen voor een grotere aanvoer van assimilaten naar de sinks en minder naar het blad.

6.5.5 Droge stof vraag van vruchten (tomaat) en van bloemen (gerbera)

De uitgroeiduur van een tomatenvrucht is ca. 50 dagen, de uitgroeiduur van een gerbera bloem ca. 25 dagen. De droge stof gehalte van tomatenvruchten schommelt om en nabij de 6%. Bij de gerbera bloemen uit dit onderzoek is dit ca. 11%. Een gerbera bloem vormt daarbij vooral aan het einde van de ontwikkeling lintbloemen, buisbloemen en meeldraden. Een vrucht is daarentegen in grote lijnen aangelegd in het begin van de ontwikkeling en moet in de loop van de tijd vooral in omvang toenemen. Dit betekent dat de assimilaten vraag van een Gerbera bloem een heel ander verloop heeft van de sinksterkte dan een tomaten vrucht. Dit betekent ook dat de plantbelasting in de tijd anders is als er gelet wordt op aantal bloemen of vruchten. Over de sinksterkte van tomaten vruchten in de tijd is veel bekend, maar over die van gerbera bloemen weinig. De argumentatie over het verloop van de sinksterkte van de bloem is hypothese. Verhoging van de temperatuur heeft bij gerbera door de kortere ontwikkelingsduur een sterker effect op de sinksterkte dan bij tomaat.

6.6 Sleutel voor plantbalans?

In dit rapport is al eerder betoogd dat de plantbelasting plantkundig als "sink" niet moet worden gedefinieerd als aantal bloemen per m², omdat het stadium van ontwikkeling en de temperatuur een grote invloed hebben op de sinksterkte (3.6 en 3.8).

Bij gerbera wordt daarbij de verhouding tussen bladaanleg en bloemaanleg gestuurd door daglengte en bladeren zijn eveneens een sink.

De "source" voor assimilaten lijkt met een LAI van boven de 3 een gegeven voor de plant. Daarbij kan een hogere etmaal temperatuur eerder effect hebben op de onderhoudsademhaling, vooral omdat de nacht relatief lang is. Een hoge temperatuur is dan ongunstig voor de productie aan biomassa.

In de winter lijkt daarom de belangrijkste sleutel voor een betere productie een hogere lichtsom te zijn, zodat de source toeneemt. De uitgroeiduur (daarmee is de sinksterkte te beïnvloeden) is dan te sturen met de etmaaltemperatuur.

Bij een start van een teelt in de zomer is de plant voor source en sink nog niet in balans. De plant kan meer bloemen dragen dan er gevormd worden. Dan kan met etmaal temperatuur de sink sterkte worden verhoogd.

In de najaarsituatie van oktober tot december was voor de kleinbloemige rassen het hanteren van een iets hogere etmaaltemperatuur positief voor de ontwikkeling van veel bloemen. Vocht afvoer was geen probleem.

In het voorjaar moet juist de temperatuur niet te sterk stijgen. Dit is ongunstig voor de steelkwaliteit en de bloemomvang (diameter) en gewicht. De daglengte kan dan nog iets bijdragen aan verlagen van de plantbelasting door een iets langere daglengte. Naar de zomer toe is daglengte de sleutel om de verhouding tussen bloemen en bladeren te sturen.

Er is dus niet een sleutel naar een goede plantbalans en daarmee productie en kwaliteit, maar lichtsom, daglengte en etmaaltemperatuur zijn alle drie knoppen in de regulatie van de plantbalans die gebruikt moeten worden om tot een optimale productie in stuks en kwaliteit te komen.

7 Opsoming conclusies en leerpunten

Gedurende de uiteenzetting van de resultaten en vooral in de uitgebreide discussie van de resultaten zijn de belangrijkste conclusies, leerpunten en aanbevelingen meerdere malen genoemd en besproken. Voor de volledigheid, worden deze hierbij nogmaals puntsgewijs genoemd.

7.1 Energie en CO₂ gebruik

Voor energiebesparing was de behandeling "Koel Telen" in dit onderzoek de beste.

Er is geen elektra aan belichting gespaard maar de warmte input in deze afdeling was maar 162 MJ/m² (5.1 m³ gas/m²), ruim onder de doelstelling van 265 MJ/m². De behandeling "Praktijk" zat er iets boven (232 MJ/m²), maar nog altijd 12% onder de doelstelling.

De behandeling "Lichtafhankelijk" zat ruim boven de doelstelling omdat in koude dagen in het voorjaar met hele hoge instraling er warmtevraag was om de gewenste etmaal temperatuur te realiseren.

De "Koel Telen" behandeling vroeg wel de meeste kg/m² aan gedoseerde CO₂ (39% boven de behandelingen "Praktijk" en "Lichtafhankelijk").

7.2 Bloemproductie en kwaliteit

De productie van de kleinbloemige rassen in aantal bloemen per m² was het hoogst in de behandeling "Lichtafhankelijk" (10% tot 25% meer bloemen dan "Koel Telen"), maar de bloemgewichten waren altijd lager dan in de behandelingen "Koel Telen" en de "Praktijk" en vanaf April veel te laag.

Bij de grootbloemige rassen was voor het aantal bloemen de behandeling "Praktijk" het beste met 2% tot 8% meer bloemen dan "Koel Telen", maar de takstevigheid was in Mei en Juni laag, wat tot veel knikken tijdens het vaasleven heeft geleid.

De bloemgewichten waren voor alle rassen in de behandeling "Koel Telen" gedurende de hele proefperiode het hoogst, gevolgd door de behandeling "Praktijk".

Ook voor de bloemdiameters was de beste behandeling de "Koel Telen" behandeling, vooral in het voorjaar voor het ras Suri.

In de winterweken met weinig licht waren de bloemdiameters voor alle rassen en in alle behandelingen iets lager dan in de rest van het jaar.

Uit de productie cijfers blijkt niet dat een langere daglengte van 13 uur in de winter voor de productie of de kwaliteit nadelig is geweest; dit bevestigt de resultaten van het onderzoek van Dueck *et al.*, (2015).

7.3 Plantbelasting en uitgroei duur

De plantbelasting in aantal bloemen blijkt sterk te variëren tussen planten onderling.

Uitgedrukt in aantal bloemen per m² blijkt deze over de hele periode hoger in de "Koel Telen" behandeling. Tussen de gekozen teeltstrategieën in de winter blijkt de plantbelasting- uitgedrukt als aantal bloemen per m²- nauwelijks te variëren. In de winter is er voor alle behandelingen een lage plantbelasting, ondanks de toename van de uitgroei duur van de bloemen. In het voorjaar neemt de plantbelasting toe, ondanks een sterke afname van de uitgroei duur. De vraag is of de plantbelasting als hier gedefinieerd voldoende informatie biedt voor het sturen van de plantbalans, of dat er andere metingen aan de assimilaten aanmaak kant voor nodig zijn.

De uitgroeiduur is sterk afhankelijk van het ras en blijkt verder sterk beïnvloed te worden door de temperatuur. Berekend is dat na aftrek van een basistemperatuur (5.9 graden bij Whisper tot 7.5 graden bij Suri) de temperatuursom voor de uitgroei 284 (Rich) tot 335 graaddagen (Pre-Semmy) bedraagt.

In het voorjaar moet met stijgende temperatuur en geleidelijk toenemende lichtsom er voor gewaakt worden dat de uitgroeiduur niet te snel afneemt ten opzichte van de toenemende lichtsom. Een snelle stijging van de temperatuur zorgt er voor dat de aanwezige knoppen snel uitgroeien en daardoor te weinig steelstevigheid ontwikkelen, waardoor ze tijdens het vaasleven al snel knikken en omvallen.

7.4 Plantbalans/ plantbelasting in de winter

Als eerder betoogd, is de vraag of de gehanteerde definitie van plantbalans niet te weinig rekening houdt met source-sink relaties.

In de winter lijkt de groei en ontwikkeling niet zo zeer door een te hoge plantbelasting te worden beperkt maar door de beschikbare hoeveelheid assimilaten. Dit uit zich in minder bloemen, een langere uitgroeiduur (iets meer graaddagen nodig voor een bloem), en kleinere bloemdiameters.

Gedacht wordt dat er in de winter sprake is van Source limitering, ondanks dat de LAI bij alle behandelingen ruim voldoende was.

Het aanhouden van een langere dag in de winter, bij gelijke lichtsom, heeft in dit onderzoek net als in het onderzoek van Dueck *et al.*, (2015), niet tot nadelige effecten geleid. Het enig waargenomen verschil tussen de daglengte behandelingen is een iets korter blad in december en iets kleiner bladoppervlakte in februari bij de planten onder korte dag, maar dit verschil verdween in de loop van het voorjaar.

Zoals in de discussie al betoogd, de vraag is of een nog hogere daglengte ook mogelijk zou zijn, ergens tussen 13 en 16 uur per dag, en waarbij de extra uren bijdragen aan een hogere lichtsom.

7.5 De voor- en nadelen van Lichtafhankelijk telen bij Gerbera

De door de Flori Consult Groep ontwikkelde strategie voor Lichtafhankelijk telen, in dit onderzoek "Praktijk" behandeling genoemd, blijkt zeker voor de productie van grootbloemige rassen en wat betreft energievraag, ook in lichtrijke dagen, niet verkeerd. Wel moet ervoor gewaakt worden dat de helling van de lijn bij de hoge daglichtsommen niet al te hoog oploopt en de uitgroeiduur te kort wordt.

In de aanloop van de teelt met het verlengd opgekweekt jong gewas blijkt dat de etmaal temperatuur best hoog kan zijn op lichtrijke dagen om snel tot een voldoende productieve plant te komen. De behandeling "Lichtafhankelijk" was in het najaar het snelst in productie en met de hoogste productie van voldoende kwaliteit. Het voordeel van deze strategie in het najaar is dat dan juist in deze kritische periode voor de vochtbeheersing de ruimte temperatuur hoog gehouden kan worden en daarmee de luchtvochtigheid in de kas beter te sturen is.

In het voorjaar en zomer bij hoge instraling was er wel warmtevraag, waardoor energetisch nadelig, en was de sterk lichtafhankelijke strategie beslist niet de juiste aanpak voor een goede kwaliteit product. De plantbelasting ging in de deze behandeling nauwelijks omlaag terwijl de uitgroeiduur door de hoge nagestreefde etmaal temperatuur in relatie tot licht zeer kort werd. Hierdoor kregen de bloemen te weinig assimilaten tot hun beschikking. Dit ondanks dat de omstandigheden voor fotosynthese nagenoeg optimaal zijn.

Geconcludeerd moet worden dat er voor dit gewas blijkbaar ook een bovengrens is aan het nastreven van een hoge verhouding tussen etmaal temperatuur en lichtsom.

8 Aanbevelingen

Voor vervolgonderzoek, zijn de volgende aanbevelingen gedaan en reeds in uitvoering in een vervolg onderzoek:

- Maximaliseren isolatie.
Door het gebruik van betere isolatie met de nieuwe generatie schermen met een kleine spouw kan de energie input beperkt worden op lichte, koude dagen als men gebruik maakt van een lichtafhankelijke teelt. De vraag die hierbij ontstaat is of het mogelijk is om gerbera's te telen met de nieuwe schermen.
- De source limitering bij gerbera in de winter opheffen of verminderen.
Door geleidelijk een extra lange dag in te voeren met de bestaande intensiteiten tussen oktober en februari (dus niet door hogere lichtintensiteiten op te hangen). Vermoedelijk ligt het optimum ergens tussen de 11.5 en 15 uur. Dit laatste aantal uur met een intensiteit van 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ (praktijkniveaus) verhoogt de dagelijkse lichtsom met maximaal 1.5 Mol.
- Bij een hogere lichtsom hoort een hogere etmaaltemperatuur, maar deze toename dient veel gematigder te zijn dan in de afgelopen proef het geval was. Dat geeft 's nachts bij voldoende licht overdag weer de mogelijkheid om hoger in temperatuur te blijven zodat er dankzij een verschil in AV binnen - buiten vocht afgevoerd kan worden.

Voor kennisontwikkeling tijdens toekomstig onderzoek, zijn er voldoende fysiologische vragen. In het licht van dit onderzoek is het nodig aandacht te besteden aan de volgende onderwerpen:

- Meer kennis opdoen over de bijdrage van het blad (jong blad/ oud blad) aan lichtonderschepping, verdamping en aan het samenspel tussen licht, temperatuur en aanmaak en verbruik van assimilaten.
- Bij het monitoren van de uitgroeiduur in graaddagen dient de basistemperatuur van de dagelijkse temperatuur te worden afgetrokken. Op deze manier krijgt men inzicht in of de ontwikkeling van de bloemen niet te snel of te traag gaat.
- Ontwikkeling van betere indicatoren voor plantbalans. Er dient te worden nagedacht over een gewasregistratiesysteem die beter inzicht geeft in de plantbalans dan de registratie van plantbelasting en uitgroeiduur alleen.
- Meer inzicht in de invloed van lichtafhankelijke strategieën op plaag en natuurlijke vijanden vestiging en ontwikkeling. In dit onderzoek is dit alleen beschrijvend gedaan met als doel een gezond gewas te telen.

Voor de praktijk, zijn de volgende aanbevelingen uit dit onderzoek te destilleren:

- Voor energiebewuste telers en telers die een zeer zware kwaliteit gewas wensen, is het nastreven van een lage temperatuur een goede keus, mits vochtafvoer niet in het geding komt.
- Bij de start van een teelt in zomer of najaar zou de etmaal temperatuur best hoog kunnen zijn op lichtrijke dagen om snel tot een voldoende productieve plant te komen. Met een betere vochtbeheersing in het najaar als bonus.
- Een goede regeling op de klimaatcomputer met ingestelde streefwaarden voor dag en nacht temperatuur op basis van de daglichtsom voorspelling is nodig. Deze moet ook rekening houden met alle variabelen (lampsterkte een duur van de belichting, lichtafscherming, bewolking, etc.) en op een energiezuinige wijze en zonder temperatuurschokken kunnen regelen. Dit bleek in dit onderzoek een lastige opgave die alleen door veelvuldig handmatig corrigeren op acceptabele wijze kon worden gerealiseerd.

Literatuur

De Koning, A.N.M.;1994.

Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach. Wageningen Ph.D. Thesis.

Dubuc-Lebreux, M.A., Vieth, J., 1985.

Histologie du pédoncule inflorescentiel de *Gerbera jamesonii*. Acta Botanica Neerlandica 34, 171-182.

Dueck, Tom; Kempkes, Frank; Visser, Pieter de;Lagas, Peter; 2015.

Besparen op groeilicht en warmte bij *Gerbera* Wageningen UR Glastuinbouw Bleiswijk. Rapport Nr. 1377

Eveleens, B., Helm, F. van der, Visser, P. de,; 2011.

Literatuuronderzoek bloei *Gerbera* : verkenning informatie voor gewasgroeimodel *Gerbera*. Bleiswijk, NL: Wageningen UR Glastuinbouw 32 p.

García Victoria, N., Weerheim, K., Van der Helm, F., Kempkes, F., Visser, P., De Groot, M., 2016.

Energiebesparing met LED belichting in *Gerbera*. Resultaten van 1ste jaar LED onderzoek. Wageningen UR Glastuinbouw, Rapport GTB-1389

García Victoria, N. ; Telgen, H.J. van; Kern, T. ; Mourik, N. van; Klap, J. ; Leeuwen, F. van; Akse, F., 2002.

CO₂-dosering bij roos onder verschillende temperaturen en belichtingniveaus : vervolgonderzoek kwantificering van CO₂-effecten op productie en kwaliteit bij roos. PPO rapport 532

González-Aguilar, S; Zavaleta-Mancera, A. 2012.

El CaCl₂ en la vida florero de *gerbera*: pigmentos, fenoles, lignina y anatomía del escapo. CaCl₂ in *gerbera* vase life: pigments, phenols, lignin and scape anatomy Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Vol.3(3), pp.539-551

Marousky, F.J., 1986.

Vascular structure of the *Gerbera* scape. Acta Horticulture 181, 399-406

Mercurio, G., 2002.

Gerbera Cultivation in Greenhouses, Schreurs, ISN 1766987

Perik, René R.J., 2012,

Bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers relates to adverse water relations and lack of stem sclerenchyma development, not to expansion of the stem central cavity or stem elongation. Journal Postharvest Biology and Technology. Volume 74. Page 11 - 18. ISSN0925-5214

Plant Dynamics Website

((<http://www.plant-dynamics.nl/UserFiles/File/pdf/gerbera-lezing.pdf>., geraadpleegd 8-11-2016)

Reid, M.S. and Kofranek, A.M. 1981.

Recommendations for standardized vase life evaluations. Acta Hort. (ISHS) 113:171-174

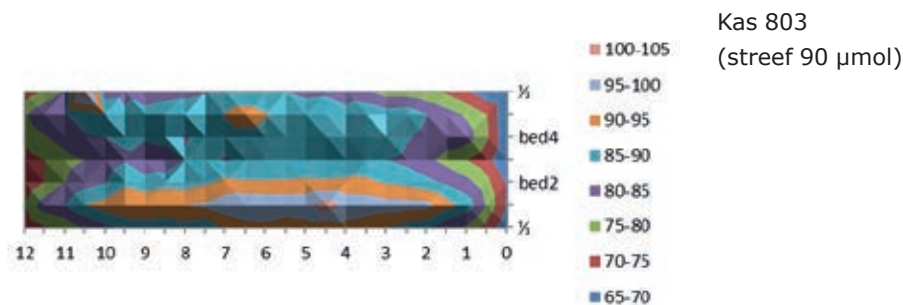
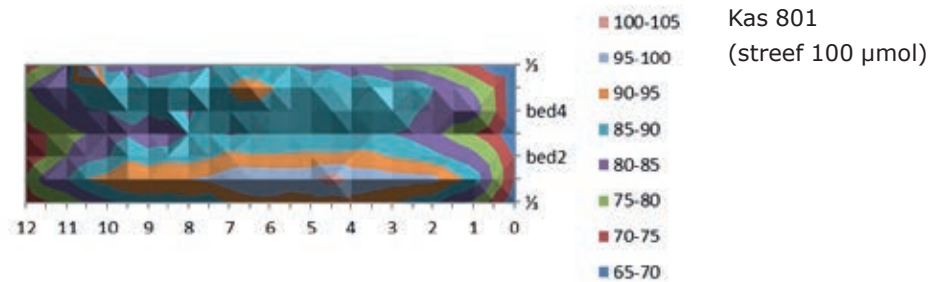
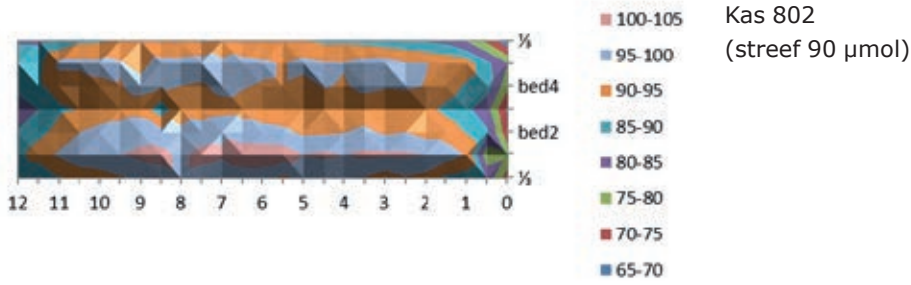
Bijlage 1 Lichtmetingen kassen

Kastransmissie

De transmissie van de kassen gemeten in juli 2015, in % van het buitenlicht.

Kas 8.03					Kas 8.02					Kas 8.01				
Bed 1	bed 2	bed 3	bed 4	bed 5	Bed 1	bed 2	bed 3	bed 4	bed 5	Bed 1	bed 2	bed 3	bed 4	bed 5
49.7	55.1	58.2	50.6	54.2	46.4	53.5	59.3	55.9	53.9	47.5	54.1	52.0	53.8	52.4
53.8	57.2	61.1	60.0	55.9	49.5	56.0	61.4	58.3	55.6	52.0	55.0	53.2	56.3	55.2
55.7	59.0	62.9	63.2	58.4	50.7	56.9	63.3	62.1	56.5	55.1	56.3	54.1	58.2	56.8
57.5	59.7	64.2	66.0	59.7	51.9	58.0	64.5	63.9	57.6	56.4	56.5	55.1	59.1	57.8
57.7	60.0	63.9	66.3	60.6	52.1	59.3	65.8	65.2	58.5	57.3	56.8	55.9	59.7	58.1
58.2	60.3	64.9	65.9	60.7	52.7	59.5	66.4	65.0	58.1	57.3	57.5	55.8	59.0	57.4
58.3	60.3	65.9	65.8	60.2	53.1	60.1	66.9	65.1	58.5	57.0	57.3	56.6	59.5	58.0
58.3	60.4	65.9	66.8	59.9	53.5	60.0	68.1	64.9	59.4	57.2	57.5	57.5	60.2	58.7
58.8	60.5	66.9	66.8	59.5	53.5	60.5	67.5	64.5	59.4	58.1	57.4	57.5	60.8	59.1
59.2	60.6	66.9	66.8	59.5	53.3	59.9	67.1	64.3	58.5	57.6	56.8	57.3	60.9	59.1
58.2	60.2	65.2	65.2	59.9	52.7	59.1	65.5	63.1	58.1	56.5	55.7	57.0	60.0	57.3
57.8	58.6	65.2	64.3	59.1	51.5	57.3	65.8	61.7	57.2	55.6	54.8	56.0	59.1	56.2
56.0	57.1	64.9	63.1	58.3	50.5	56.2	65.0	60.8	56.8	55.2	54.2	55.8	58.0	55.2
56.0	55.6	64.0	62.9	56.2	50.0	54.0	64.4	59.6	55.9	53.5	53.2	55.4	56.4	54.6
53.7	54.7	62.5	52.7	54.2	49.6	53.3	63.4	55.6	55.0	53.0	51.8	54.2	55.2	53.2
Gemiddelde					PAD									
56.6	58.6	64.2	63.1	58.4	51.4	57.6	65.0	62.0	57.3	55.3	55.7	55.5	58.4	56.6
		60.2					58.6					56.3		

Verdeling lamplicht




Bijlage 2 Voedingsanalyses

Analyses voor maken voedingsoplossing																	
Afdeling Praktijk 801																	
EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	S	NO3	O	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
[mS/cm]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]
datum ontvangst_	pH																
8-7-2015	5.1	2.5	0.50	4.7	1.6	<0.1	17.9	0.2	1.7	<0.1	1.6	25.1	2.4	7.9	33	1.2	<0.1
11-8-2015	4.6	2.5	<0.1	4.9	2.9	<0.1	16.0	2.3	1.9	<0.1	1.7	36.1	4.9	11.4	28	0.8	<0.1
24-8-2015	5.1	2.5	<0.1	6.4	5.7	<0.1	16.0	2.8	1.8	<0.1	1.6	36.3	3.7	9.1	26	0.8	0.10
7-9-2015	5.5	2.4	<0.1	6.2	6.3	<0.1	15.2	3.0	1.8	<0.1	1.6	40.6	2.9	10.4	26	0.9	0.10
18-9-2015	5.9	2.8	<0.1	7.0	7.3	<0.1	16.1	3.2	2.0	<0.1	2.0	42.3	2.9	10.9	41	0.8	0.10
30-9-2015	5.7	2.7	0.20	6.1	6.3	<0.1	16.4	3.2	2.1	<0.1	1.6	31.7	3.1	8.8	40	0.8	0.10
9-12-2015	5.3	2.5	0.10	5.3	6.8	<0.1	14.3	2.4	3.6	<0.1	1.7	44.7	8.0	8.3	46	1.4	0.10
15-1-2016	4.4	2.4	<0.1	4.9	7.2	<0.1	12.8	2.5	3.9	<0.1	2.1	44.7	11.0	10.5	56	1.8	<0.1
28-1-2016	5.0	2.5	<0.1	6.3	6.5	<0.1	12.8	2.7	3.7	<0.1	1.9	54.7	7.5	11.3	48	1.9	<0.1
11-3-2016	5.7	2.5	<0.1	7.0	8.0	<0.1	12.5	2.8	3.9	0.1	1.9	28.3	4.1	8.5	59	2.4	0.20
22-4-2016	5.0	2.6	0.10	6.7	7.0	<0.1	14.4	2.9	3.8	<0.1	1.9	78.2	9.7	12.2	61	2.5	0.20
22-6-2016	4.0	2.6	0.20	6.0	2.8	<0.1	13.2	2.5	3.5	<0.1	1.7	82.3	9.9	13.4	60	2.2	0.10
Afdeling Koeltelen 802																	
EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	S	NO3	O	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
[mS/cm]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]
datum ontvangst_	pH																
8-7-2015	4.9	2.5	0.60	9.7	0.3	4.7	16	<0.1	1.7	<0.1	1.6	25.1	1.8	7.5	34	1.4	<0.1
11-8-2015	4.9	2.5	<0.1	7.9	0.4	5.1	3.0	<0.1	1.6	<0.1	1.7	38.0	4.4	10.9	29	0.8	0.10
24-8-2015	5.2	2.6	<0.1	6.6	0.3	5.9	2.9	<0.1	1.6	<0.1	1.6	34.1	3.1	9.1	27	0.8	<0.1
7-9-2015	5.6	2.6	<0.1	6.0	0.2	6.3	2.5	<0.1	1.5	<0.1	1.5	37.5	2.1	10.0	25	0.9	0.10
18-9-2015	6.0	2.8	<0.1	6.9	0.3	7.2	2.7	<0.1	1.7	<0.1	1.7	34.6	1.9	8.8	39	0.8	0.10
30-9-2015	5.8	2.7	0.20	6.1	0.2	7.1	3.0	<0.1	1.7	<0.1	1.7	32.5	2.9	8.9	41	0.9	0.10
9-12-2015	5.1	2.6	<0.1	5.1	7.1	<0.1	15.5	2.2	3.5	<0.1	1.7	47.1	7.7	7.6	46	1.4	<0.1
15-1-2016	4.6	2.4	<0.1	5.2	0.3	7.1	2.5	<0.1	12.9	<0.1	2.0	41.4	9.6	10.6	53	1.7	<0.1
28-1-2016	4.7	2.4	<0.1	5.9	0.3	7.6	2.4	<0.1	12.6	<0.1	2.1	63.9	8.4	12.1	57	2.4	<0.1
11-3-2016	5.9	2.4	<0.1	6.4	0.4	8.5	2.2	<0.1	12.6	0.2	1.9	26.5	2.8	8.6	60	2.6	0.30
22-4-2016	5.7	2.7	<0.1	7.1	0.2	7.2	3.0	<0.1	15.0	0.1	1.9	75.6	7.1	11.3	64	2.9	0.10
22-6-2016	4.4	2.6	0.10	6.4	0.2	6.3	3.0	<0.1	13.8	<0.1	1.8	87.3	11.0	11.5	65	2.1	0.10
8-7-2015	4.8	2.6	0.60	9.3	0.3	4.9	1.6	<0.1	1.7	<0.1	1.6	27.8	3.5	14.0	35	1.6	<0.1
Afdeling Licht afhankelijk 803																	
EC	NH4	K	Na	Ca	Mg	S	NO3	O	SO4	HCO3	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
[mS/cm]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[mmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]	[µmol/l]
datum ontvangst_	pH																
11-8-2015	4.7	2.6	<0.1	8.2	0.4	5.2	3.1	<0.1	1.6	<0.1	1.8	40.1	5.2	13.1	30	0.9	0.10
24-8-2015	5.2	2.6	<0.1	6.9	0.3	6.2	2.8	<0.1	1.8	<0.1	1.7	37.3	3.7	10.8	28	0.9	0.10
7-9-2015	5.5	2.6	<0.1	6.3	0.2	6.5	2.6	<0.1	1.9	<0.1	1.6	44.2	2.8	10.8	28	0.9	0.10
18-9-2015	5.7	2.8	<0.1	6.8	0.3	7.2	2.7	<0.1	1.7	<0.1	1.7	36.8	2.7	9.4	37	0.8	0.10
30-9-2015	5.6	2.8	0.20	6.4	0.2	7.1	2.9	<0.1	1.7	<0.1	1.7	46.2	3.6	10.0	41	0.9	<0.1
9-12-2015	4.9	2.6	0.10	5.5	0.3	7.2	2.8	<0.1	1.9	<0.1	1.8	49.9	8.4	8.7	47	1.5	0.10
15-1-2016	4.4	2.4	<0.1	5.3	0.3	7.2	2.3	<0.1	13.1	<0.1	2.1	45.4	10.8	11.9	56	1.9	<0.1
28-1-2016	4.8	2.5	<0.1	5.7	0.3	7.2	2.3	<0.1	12.7	<0.1	2.1	64.7	8.3	13.8	55	2.3	0.10
11-3-2016	5.7	2.5	<0.1	6.8	0.4	8.3	2.2	<0.1	13.0	0.1	2.0	30.2	4.1	9.8	62	2.5	0.40
22-4-2016	5.0	2.8	<0.1	7.1	0.2	7.3	2.9	<0.1	14.9	<0.1	1.9	76.8	10.4	12.7	65	2.7	0.20
22-6-2016	3.9	2.5	0.20	6.4	0.2	6.0	2.8	<0.1	13.4	<0.1	1.8	86.2	11.4	15.0	60	2.0	0.20

Bijlage 3 Tabel Flori Consult Group

Tabel Flori Consult Group: temperatuur (etmaalgemiddelde) aan de hand van de week- PAR licht som
Deze vormde de basis voor de temperatuurstrategie van de kas 801.

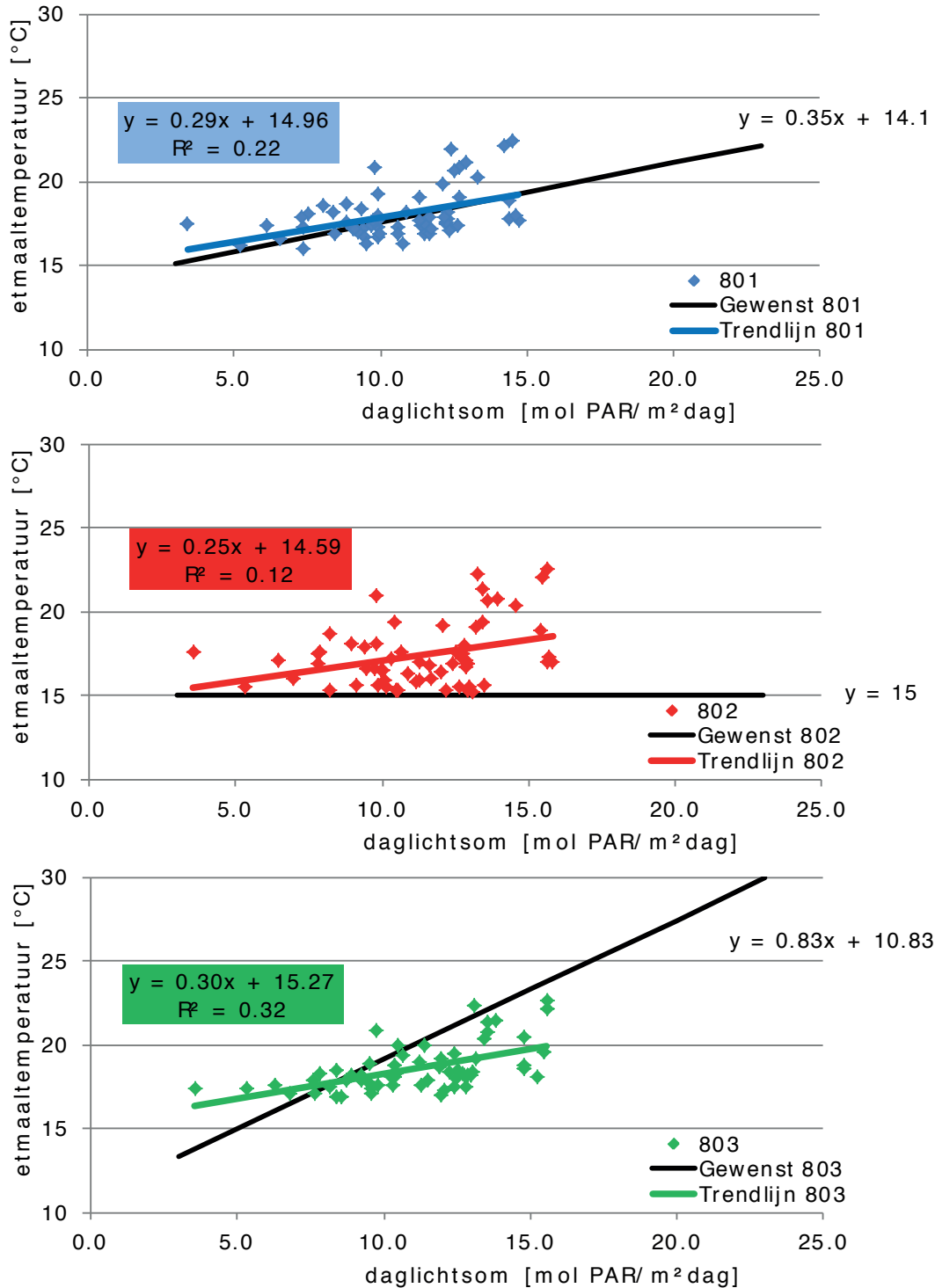
Etmaal temperatuur Gerbera 2015 optimum setpoint



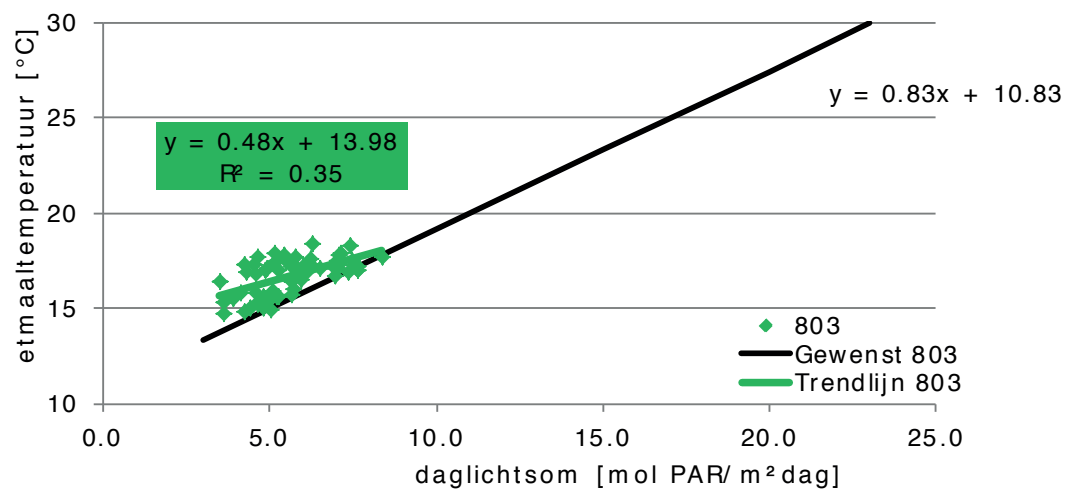
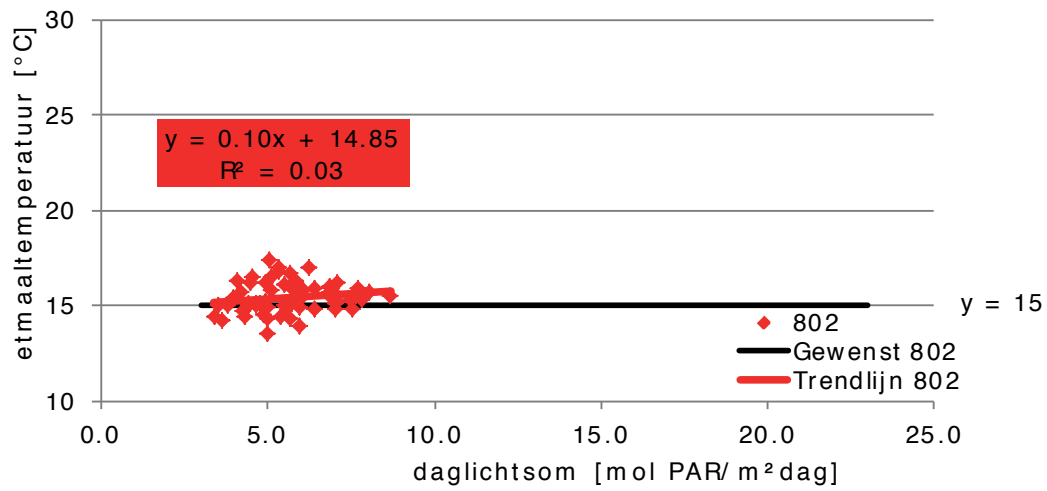
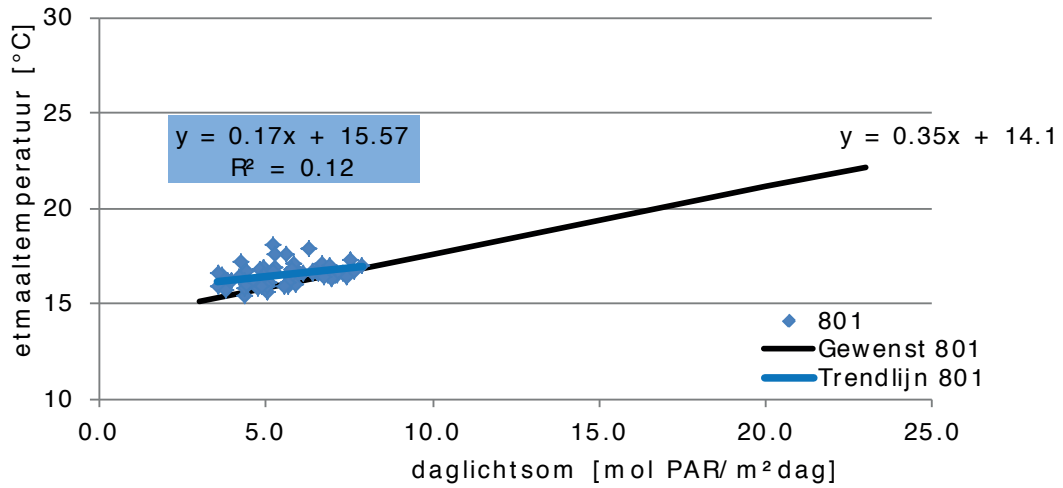
		CO2 concentratie				
PARsom/ wk	PARsom/dag	400	500	600	700	800
30	4	15,0	15,2	15,4	15,5	15,5
40	6	15,6	15,8	16,0	16,1	16,1
50	7	16,2	16,4	16,5	16,6	16,7
60	9	16,8	17,0	17,1	17,2	17,3
70	10	17,4	17,6	17,7	17,8	17,9
80	11	18,0	18,1	18,2	18,2	18,3
90	13	18,4	18,5	18,6	18,7	18,8
100	14	18,9	19,0	19,1	19,2	19,3
110	16	19,3	19,4	19,5	19,6	19,7
120	17	19,8	19,9	20,0	20,1	20,2
130	19	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7
140	20	20,8	20,9	21,0	21,1	21,2
150	21	21,2	21,3	21,4	21,5	21,6
160	23	21,6	21,7	21,8	21,9	22,0

Bijlage 4 Realisatie etmaal vs lichtsom uitgesplitst per periode

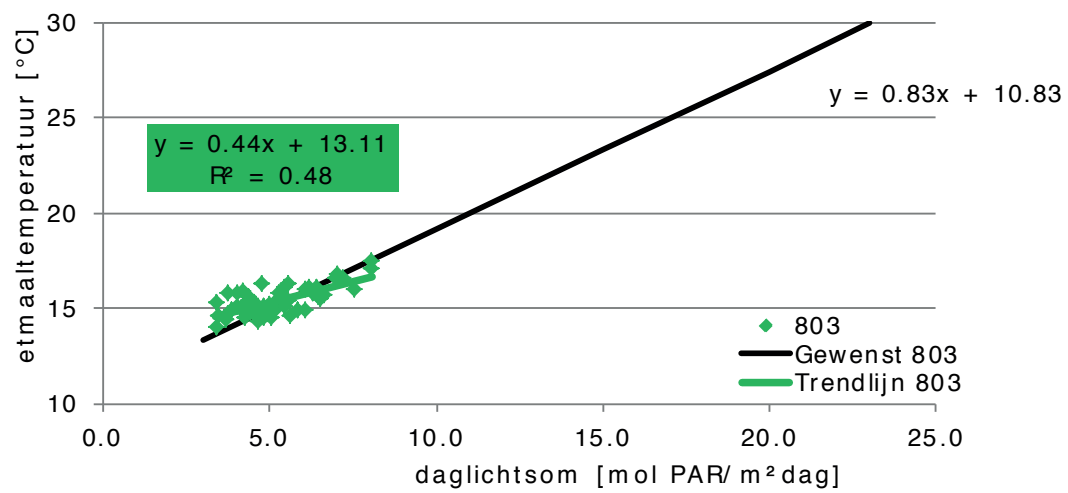
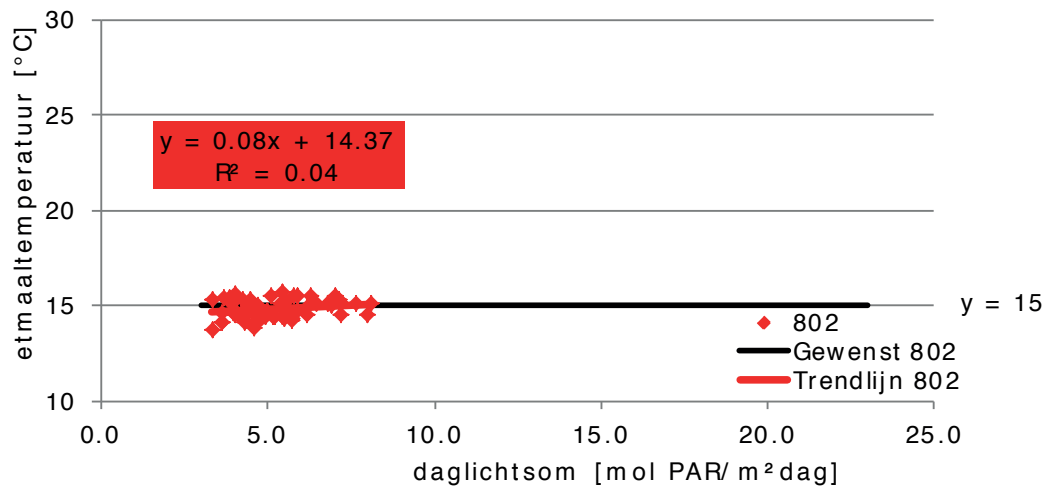
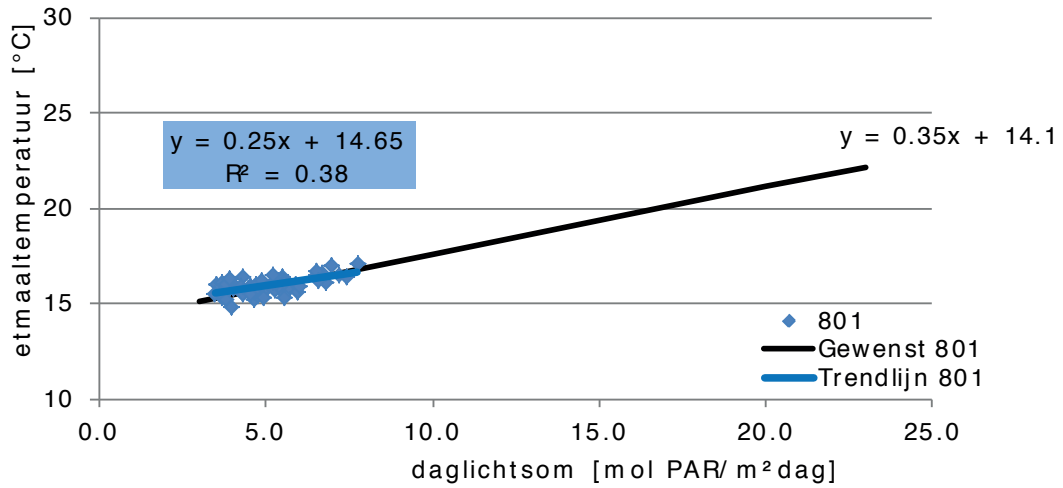
Periode 15 augustus 2015 tot en met 14 oktober 2015.



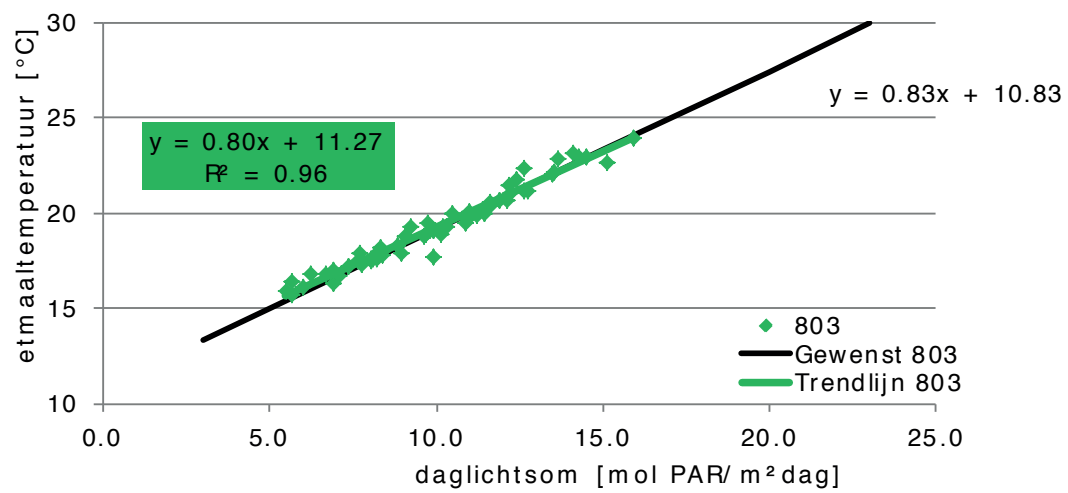
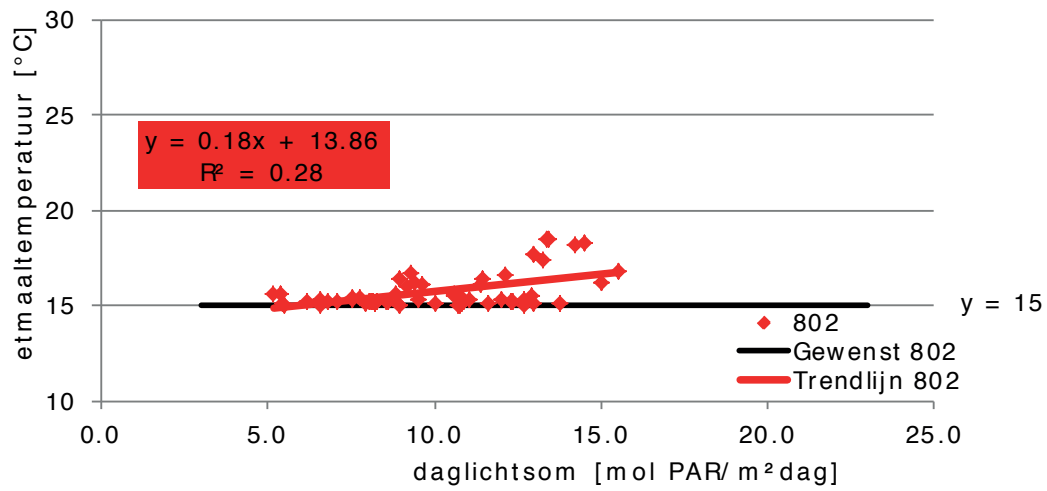
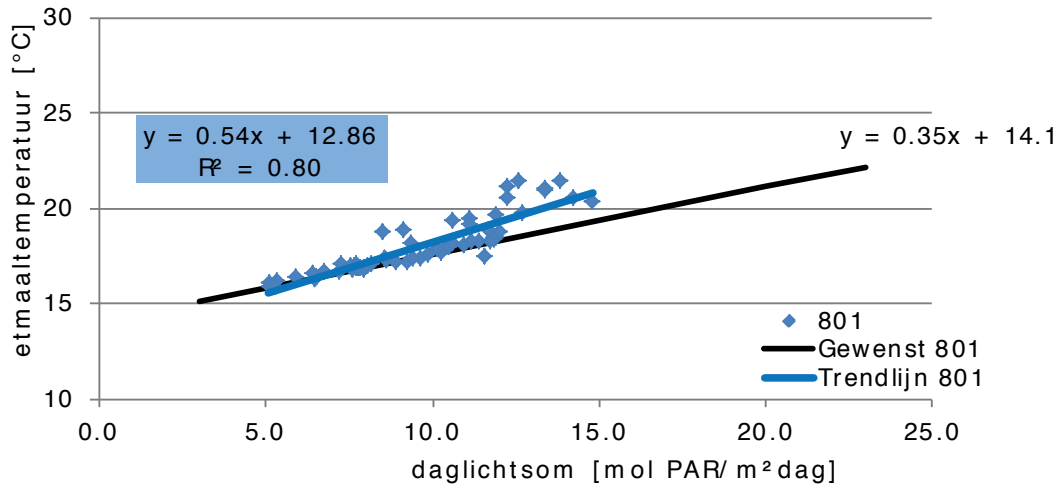
Periode 15 oktober 2015 tot en met 14 december 2015.



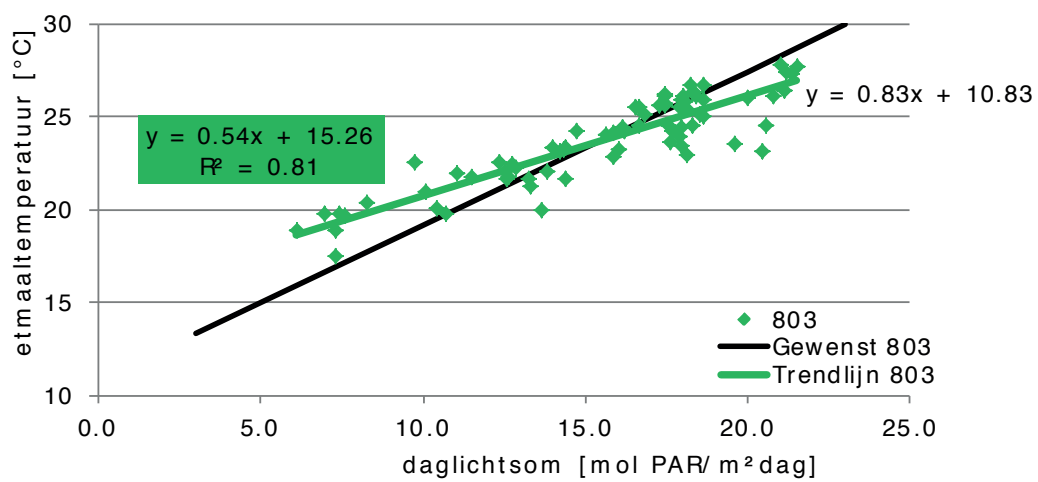
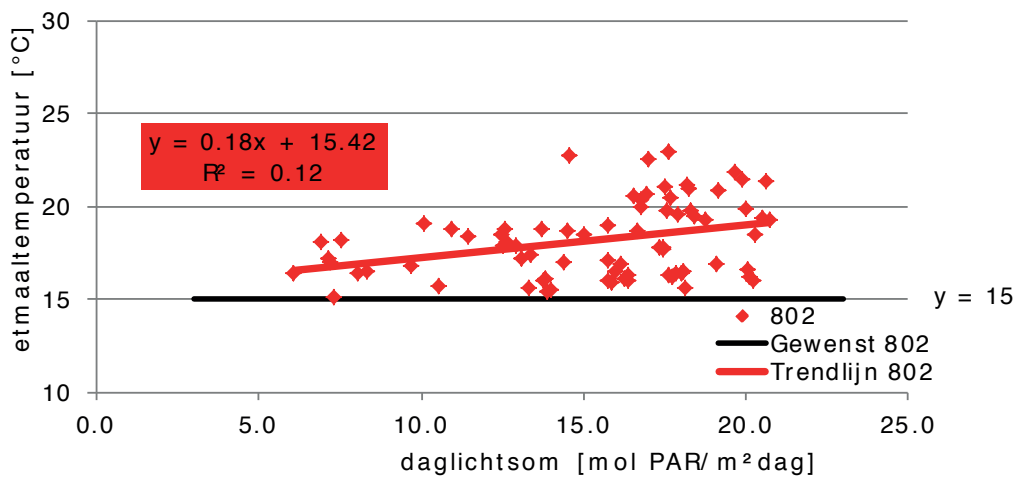
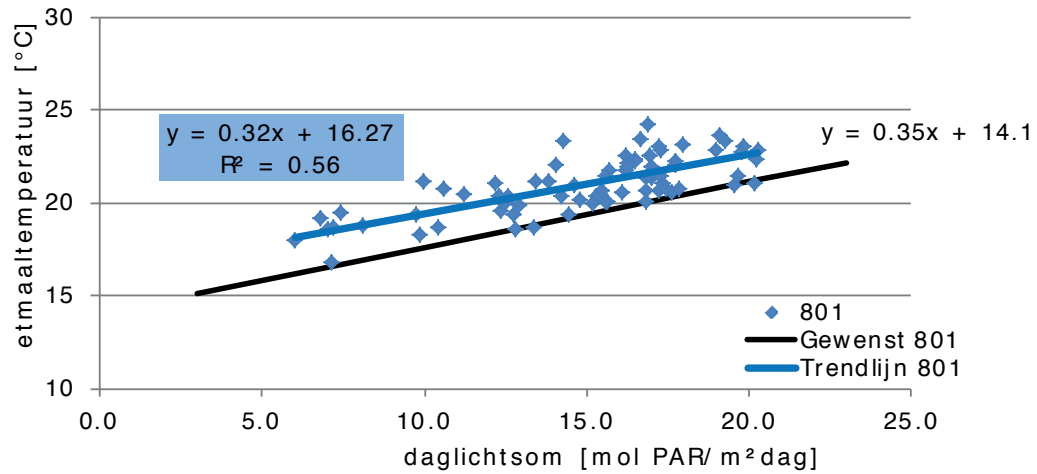
Periode 15 december 2015 tot en met 14 februari 2016.



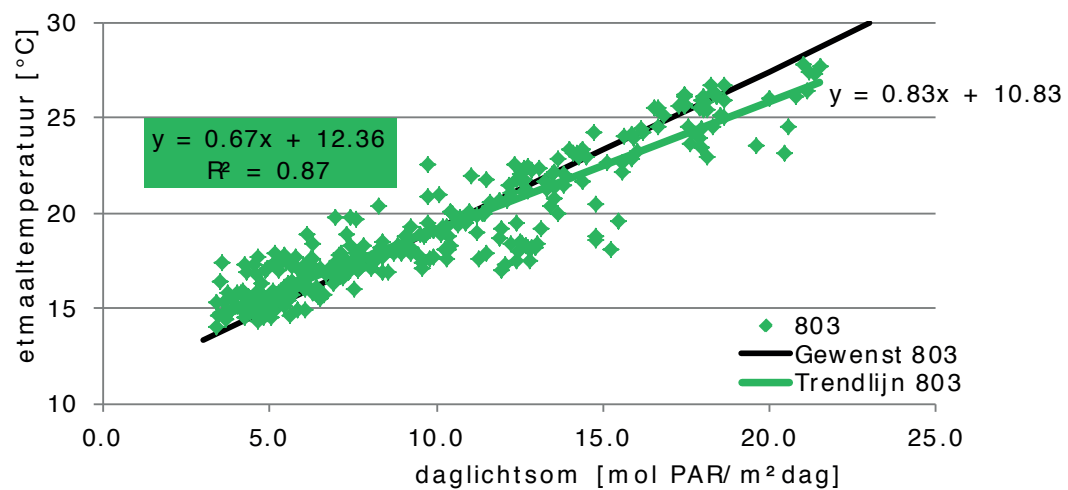
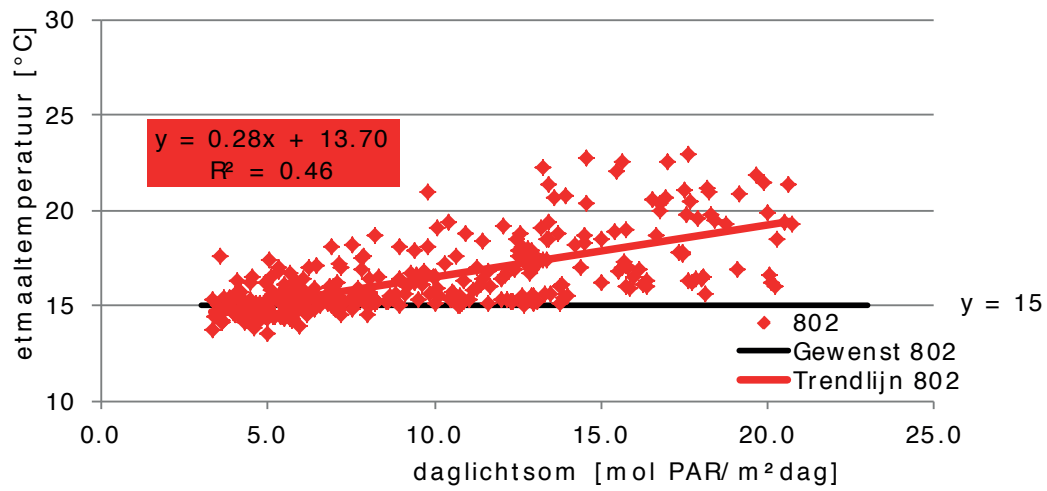
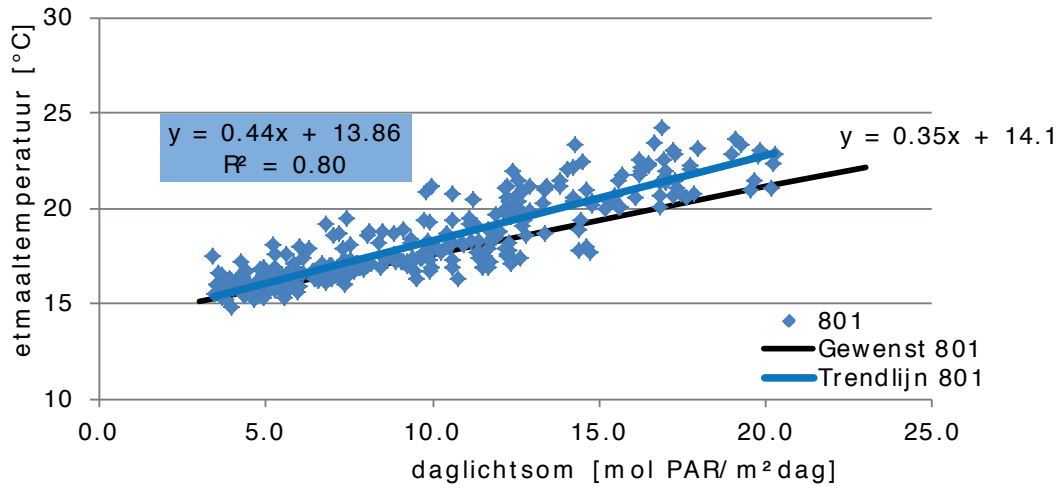
Periode 15 februari 2016 tot en met 14 april 2016.



Periode: 15 april 2016 tot en met 29 juni 2016.



Gehele periode van 15 augustus 2015 tot en met 29 juni 2016.



Bijlage 5 Productie uitgesplitst per periode

Periode eind juli – begin oktober (10 weken).

Afdeling	801	802	803	801	802	803	801	802	803
Ras	aantal bloemen/m ²			kg/m ²			gr/bloem		
Suri	103	113	121	2.7	2.9	3.0	26.1	25.7	24.9
Whisper	93	99	119	2.2	2.3	2.7	23.3	23.5	22.5
Pre Semmy	48	49	54	2.6	2.7	2.8	55.5	55.0	51.6
Rich	62	67	73	2.6	2.9	2.8	41.3	42.5	38.8

Periode begin oktober- half februari (18 weken).

Afdeling	801	802	803	801	802	803	801	802	803
Ras	aantal bloemen/m ²			kg/m ²			gr/bloem		
Suri	188	186	198	4.1	4.6	4.4	21.7	24.5	22.1
Whisper	176	162	204	3.7	3.4	4.1	20.8	21.2	20.1
Pre Semmy	132	122	116	5.7	5.5	4.7	43.2	45.2	40.8
Rich	131	123	123	4.5	4.6	4.2	34.3	37.6	34.3

Periode half februari- eind juni (19 weken).

Afdeling	801	802	803	801	802	803	801	802	803
Ras	aantal bloemen/m ²			kg/m ²			gr/bloem		
Suri	290	284	324	5.4	6.3	5.9	18.6	22.2	18.1
Whisper	298	276	348	5.7	5.6	6.1	16.8	19.3	15.5
Pre Semmy	216	196	202	8.5	8.5	7.1	39.6	43.2	35.1
Rich	230	224	229	7.8	8.1	7.7	33.7	36.1	33.5

Volledige periode, eind juli tot eind juni (47 weken).

Afdeling	801	802	803	801	802	803	801	802	803
Ras	aantal bloemen/m ²			kg/m ²			gr/bloem		
Suri	581	583	643	12.1	13.8	13.3	20.8	23.7	20.7
Whisper	567	536	671	11.4	11.3	12.8	20.1	21.1	19.1
Pre Semmy	396	367	372	16.8	16.4	14.1	42.4	44.7	37.9
Rich	423	414	425	14.8	15.6	14.8	35.0	37.7	34.8

Kwaliteit gesplitst per periode

Periode eind juli – begin oktober (10 weken).

Afdeling	801	802	803	801	802	803
Ras	Bloem diameter (cm)			Gewicht (g) bij een steellengte van 50 cm		
Suri	8.5	8.2	8.3	20.9	21.3	20.5
Whisper	8.3	8.3	8.4	16.9	17.2	17.8
Pre Semmy	12.0	12.1	11.9	38.4	37.9	34.6
Rich	10.7	11.0	10.8	31.0	33.3	30.2

Periode begin oktober- half februari (18 weken).

Afdeling	801	802	803	801	802	803
Ras	Bloem diameter (cm)			Gewicht (g) bij een steellengte van 50 cm		
Suri	8.0	8.0	7.9	17.8	19.9	17.7
Whisper	8.1	8.2	8.0	18.3	19.3	17.7
Pre Semmy	10.5	10.6	10.2	32.1	34.1	29.4
Rich	9.9	10.2	9.8	30.3	33.4	30.2

Periode half februari- eind juni (19 weken).

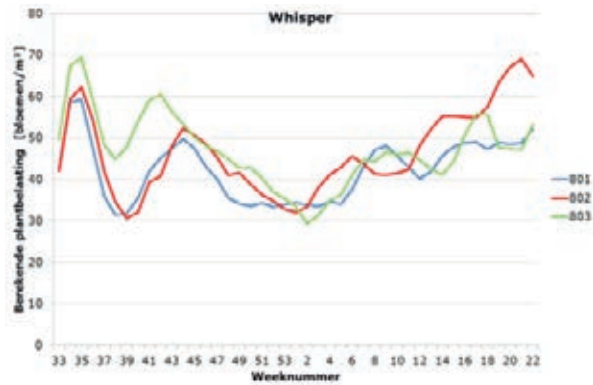
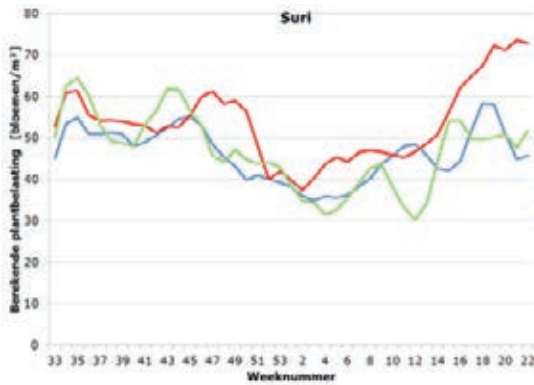
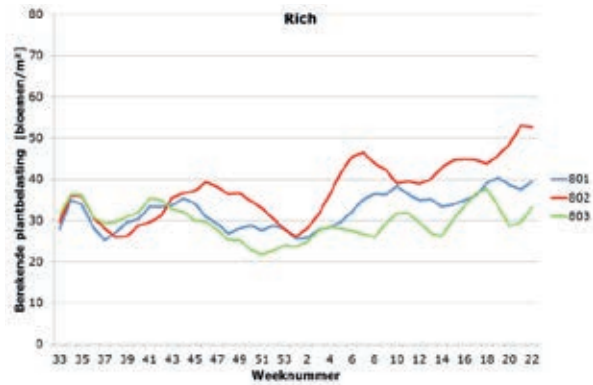
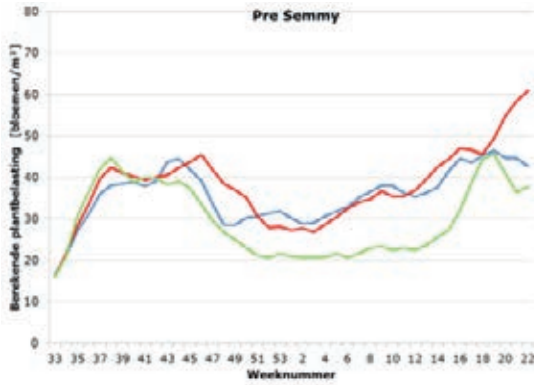
Afdeling	801	802	803	801	802	803
Ras	Bloem diameter (cm)			Gewicht (g) bij een steellengte van 50 cm		
Suri	8.3	8.4	7.8	17.6	20.8	16.6
Whisper	8.4	8.6	8.4	16.8	19.3	15.5
Pre Semmy	11.2	11.3	10.9	32.4	36.2	28.3
Rich	10.7	11.0	10.6	30.7	33.7	30.0

Volledige periode, eind juli tot eind juni (47 weken).

Afdeling	801	802	803	801	802	803
Ras	Bloem diameter (cm)			Gewicht (g) bij een steellengte van 50 cm		
Suri	8.2	8.3	8.1	18	20	18
Whisper	8.3	8.4	8.2	17	19	17
Pre Semmy	11.1	11.2	10.8	33	35	30
Rich	10.4	10.7	10.4	31	34	33

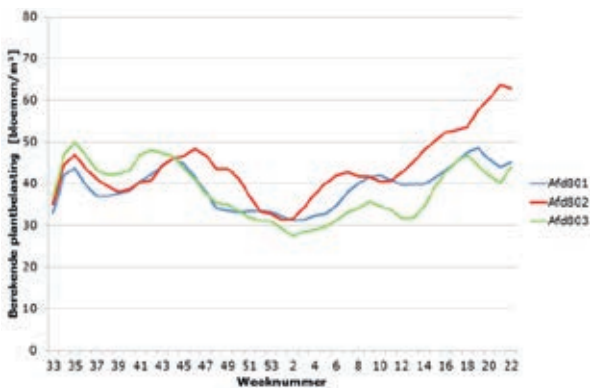
Bijlage 6 Berekende plantbelasting

Uit de gemeten productie per m² per week, de berekende lijnen voor de uitgroei duur per ras en de gerealiseerde etmaal temperatuur is het mogelijk om te berekenen wat de plantbelasting in aantal bloemen per m² per week zou zijn geweest. Dit is een controle achteraf op de getelde plantbelasting. Dit levert de onderstaande figuren voor berekende plantbelasting op.



Behandelingen 801 =Praktijk; 802 =Koel telen; 803 = Lichtafhankelijk telen.

De berekende plantbelasting per afdeling vertoont bij Pre Semmy een verschil waarbij de lichtafhankelijk afdeling een lagere belasting heeft. Ook bij het tweede grootbloemige ras Rich heeft deze afdeling de laagste plantbelasting.

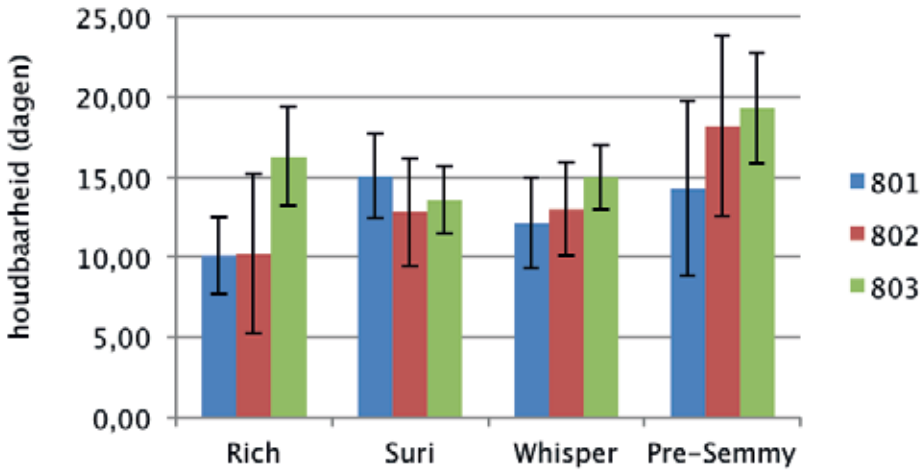


Het gemiddelde voor de drie behandelingen over alle rassen laat zien dat de koel telen afdeling 802 in het najaar langer een hoge plantbelasting houdt en in het voorjaar sterker oploopt. Deze afdeling krijgt bij alle rassen vooral aan het eind van de teelt in juni een hoge plantbelasting. Vergeleken met de plantbelasting volgens de tellingen zijn er wel verschillen te zien, maar de hoofdlijn is wel overeenkomstig. De plantbelasting is in de winter lager dan in najaar en voorjaar. Dit ondanks de langere uitgroeiduur in de winter. Dat betekent dat er met minder licht en een lage temperatuur duidelijk minder nieuwe knoppen uitgroeien.

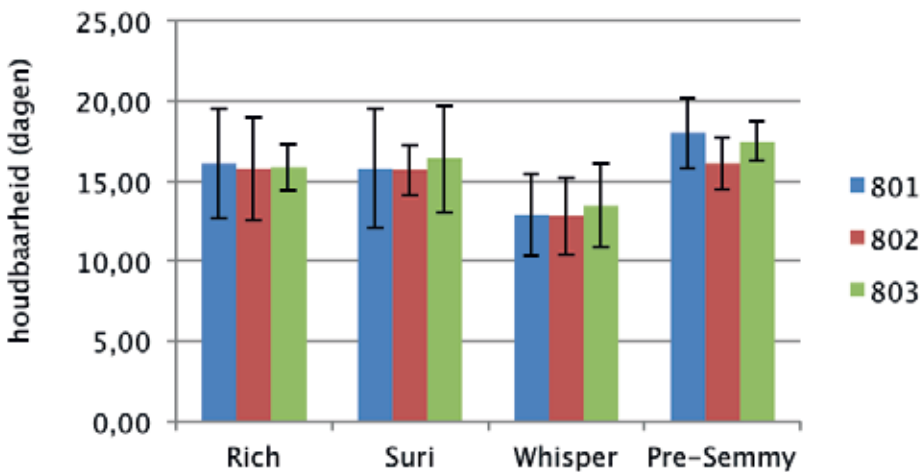
Bijlage 7 Houdbaarheidsgegevens

De onderstaande figuren geven een beeld van de houdbaarheid en de spreiding daarin per waarnemingsdatum.

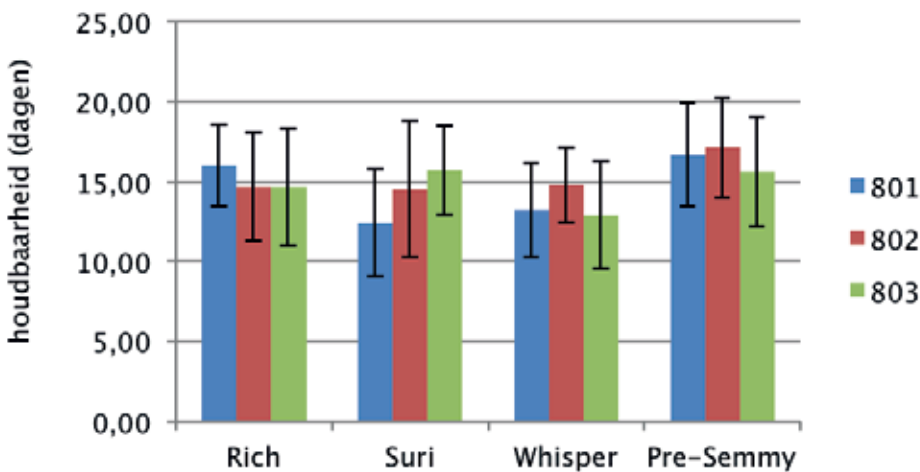
houdbaarheid (dagen), oogst 26-10



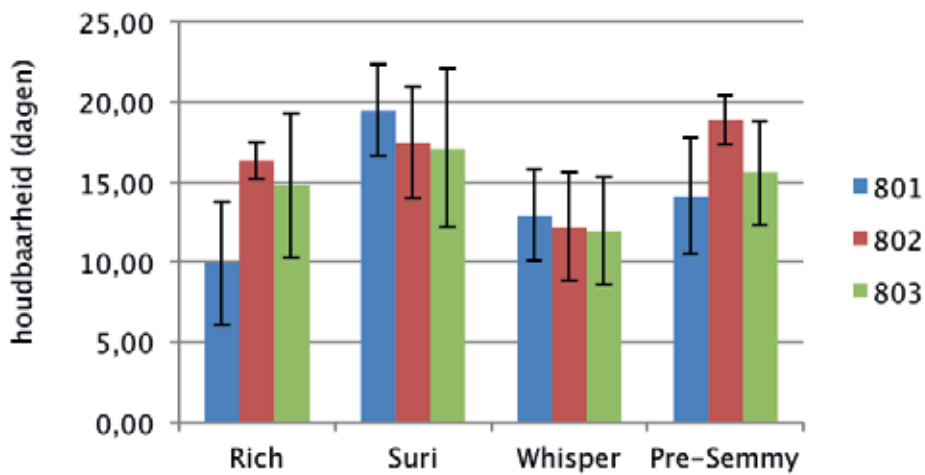
houdbaarheid (dagen), oogst 14-12



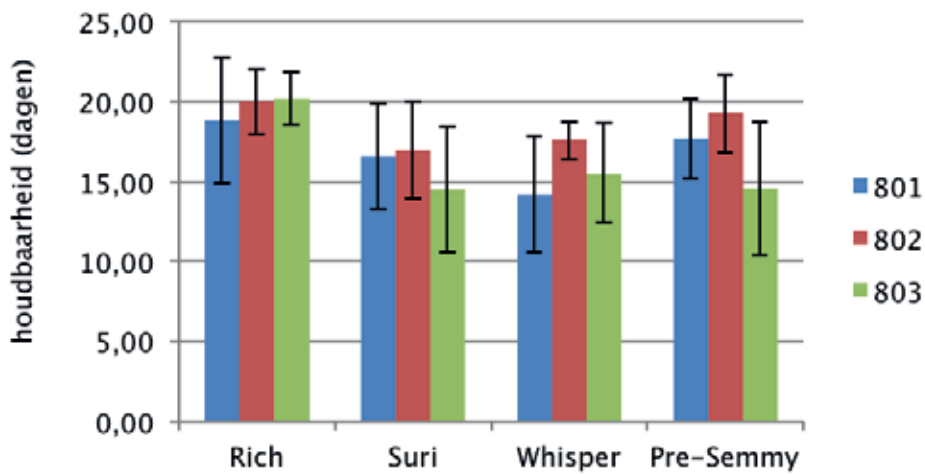
houdbaarheid (dagen), oogst 22-02



houdbaarheid (dagen), oogst 2-05



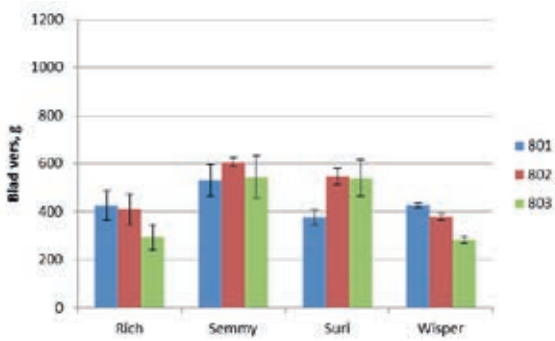
houdbaarheid (dagen), oogst 27-06



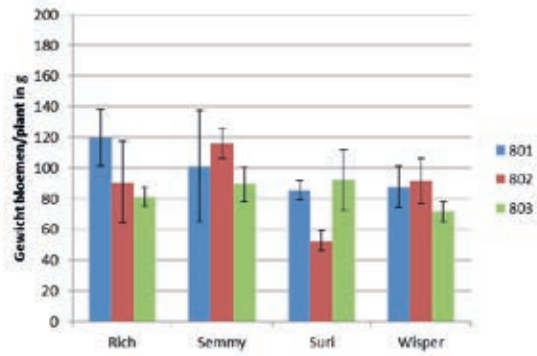
Bijlage 8 Destructieve waarnemingen

8 oktober

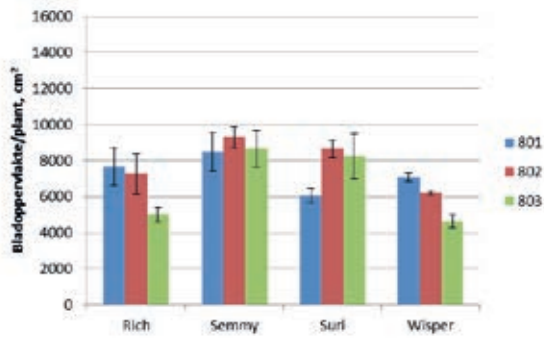
Bladgewicht in g/plant.



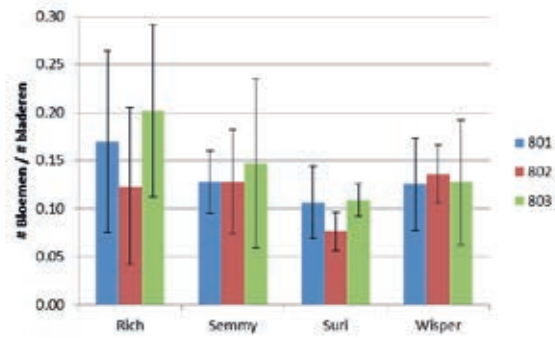
Gewicht bloemen en knoppen per plant.



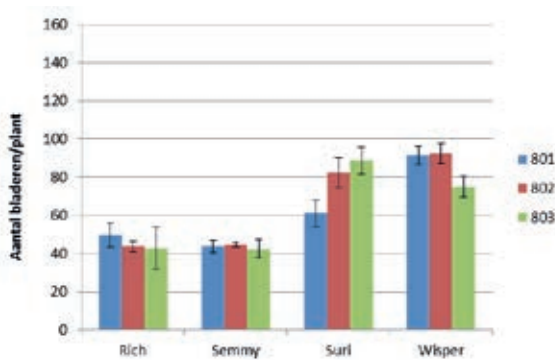
Bladoppervlak in cm²/plant.



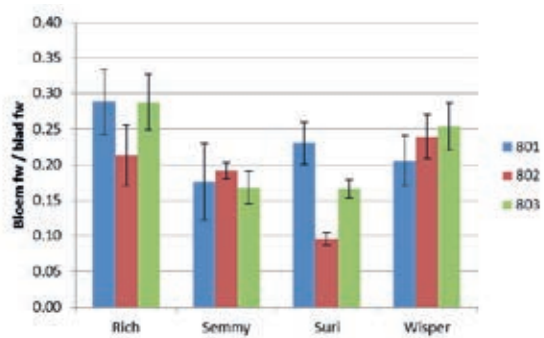
Aantal bloemen/aantal bladeren.



Aantal blad per plant.

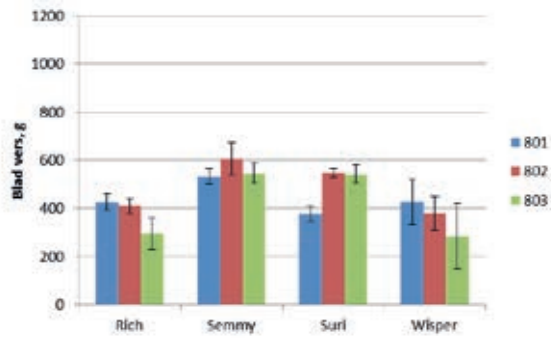


Bloemgewicht/bladgewicht.

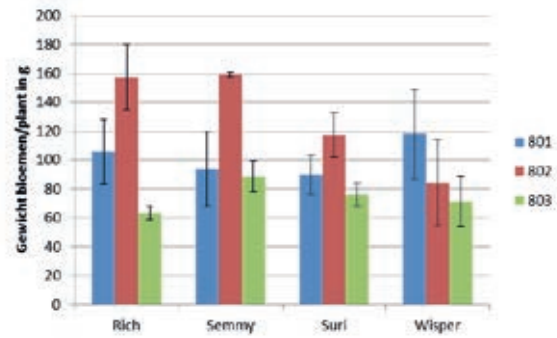


17 december

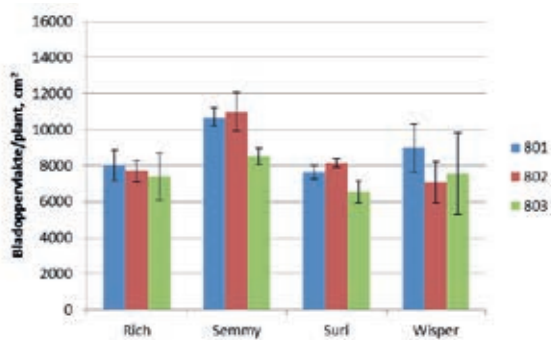
Bladgewicht in g/plant.



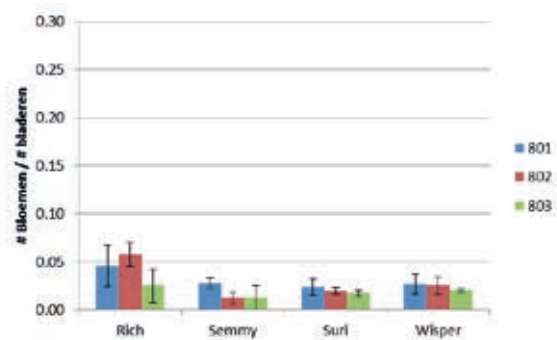
Gewicht bloemen en knoppen per plant.



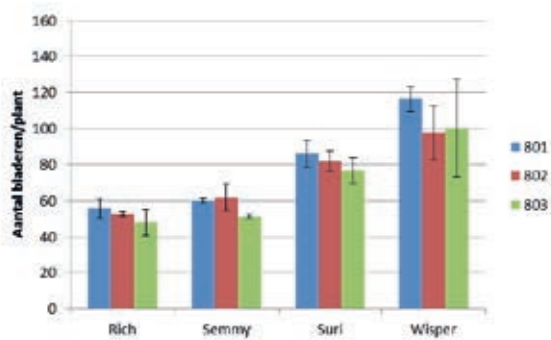
Bladoppervlak in cm²/plant.



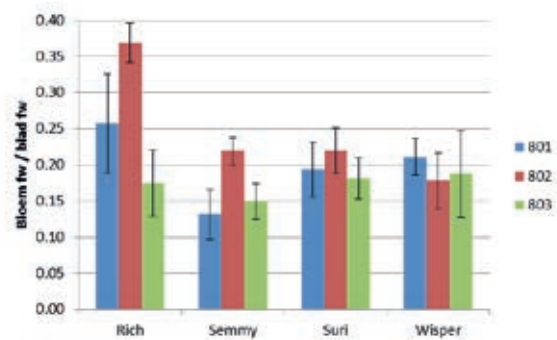
Aantal bloemen/aantal bladeren.



Aantal blad per plant.

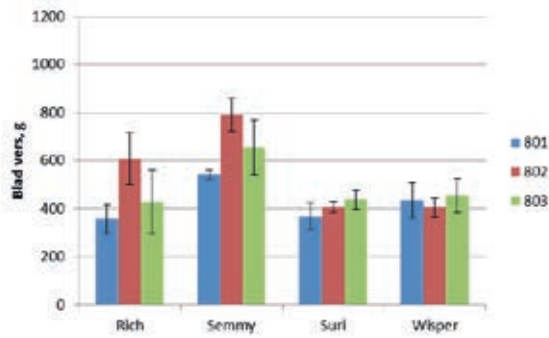


Bloemgewicht/bladgewicht.

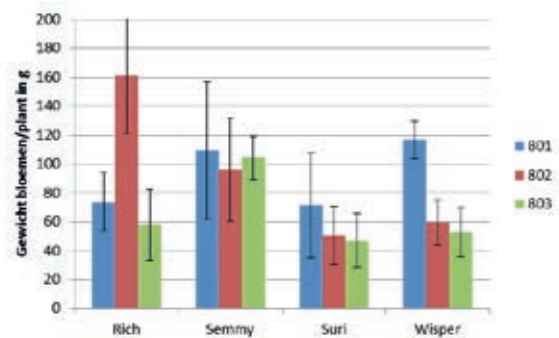


24 februari

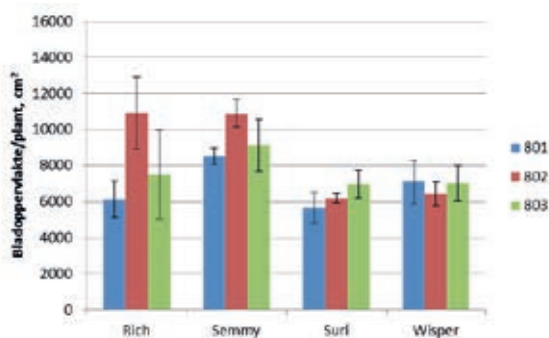
Bladgewicht in g/plant.



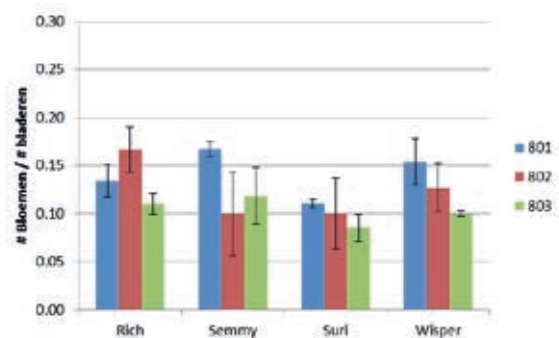
Gewicht bloemen en knoppen per plant.



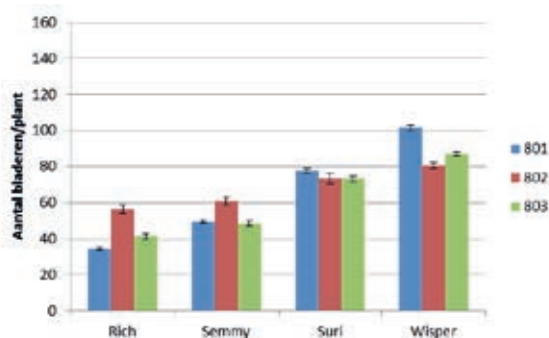
Bladoppervlak in cm²/plant.



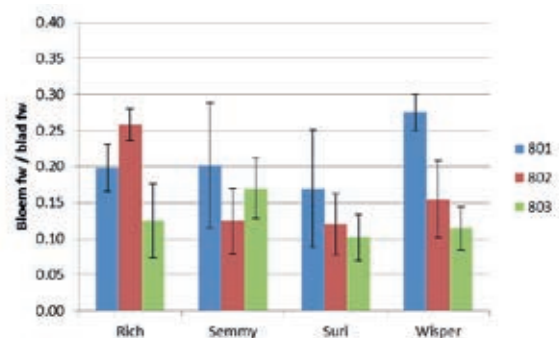
Aantal bloemen/aantal bladeren.



Aantal blad per plant.

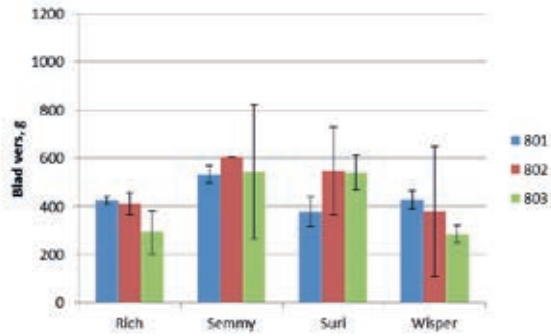


Bloemgewicht/bladgewicht.

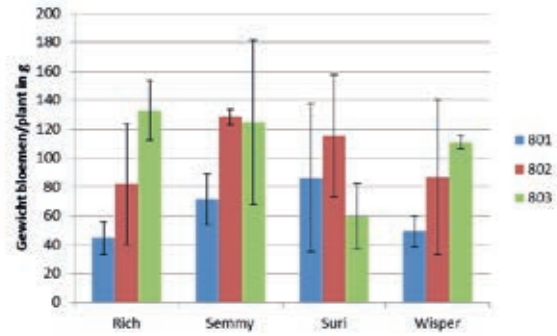


9 mei

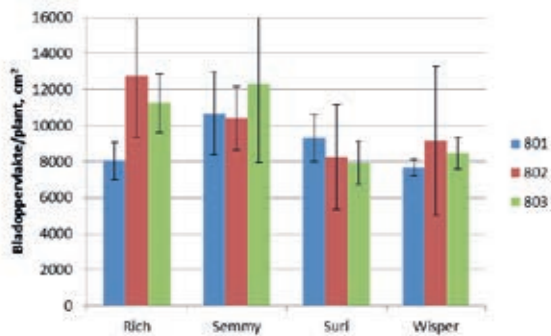
Bladgewicht in g/plant.



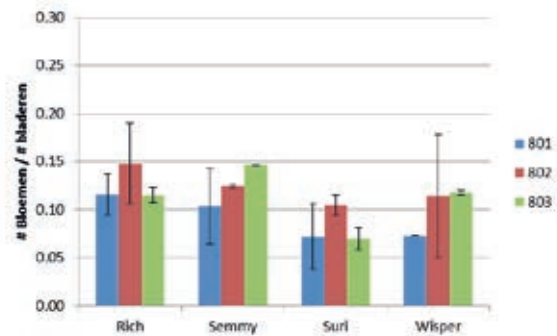
Gewicht bloemen en knoppen per plant.



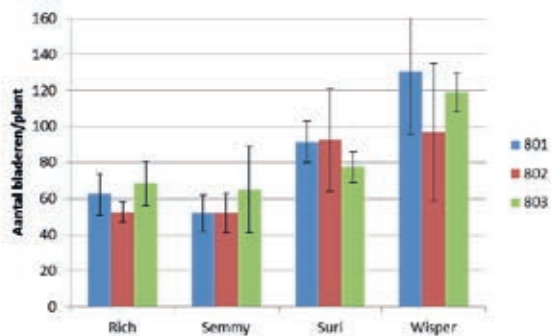
Bladoppervlak in cm²/plant.



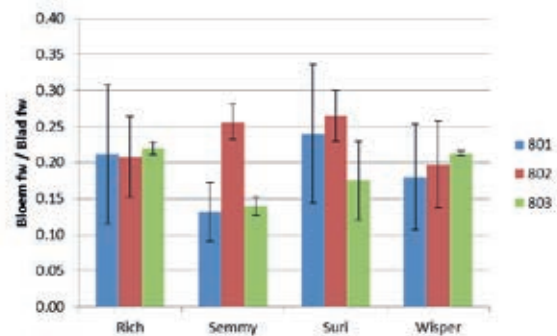
Aantal bloemen/aantal bladeren.



Aantal blad per plant.

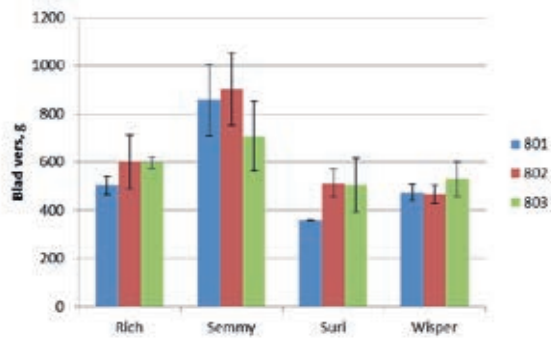


Bloemgewicht/bladgewicht.

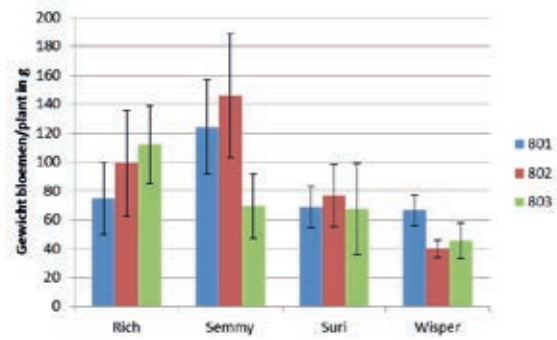


22 juni

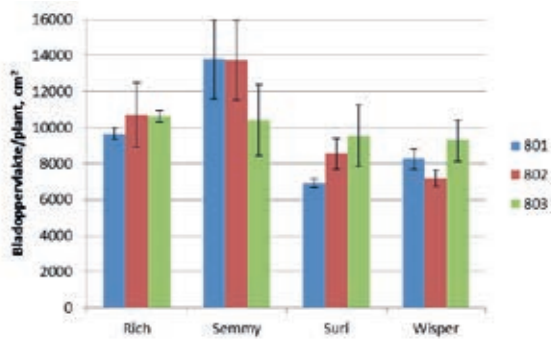
Bladgewicht in g/plant.



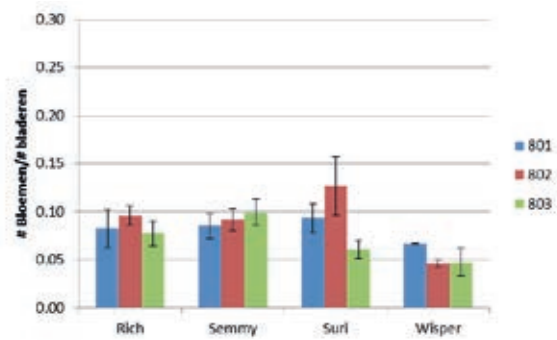
Gewicht bloemen en knoppen per plant.



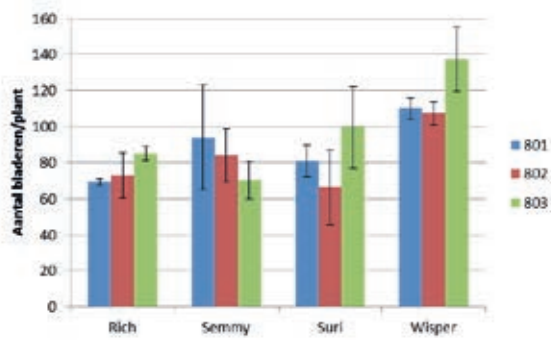
Bladoppervlak in cm²/plant.



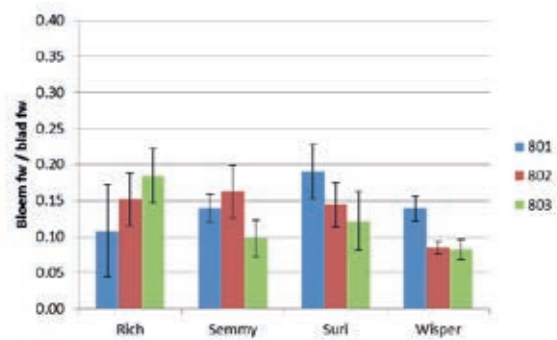
Aantal bloemen/aantal bladeren.



Aantal blad per plant.

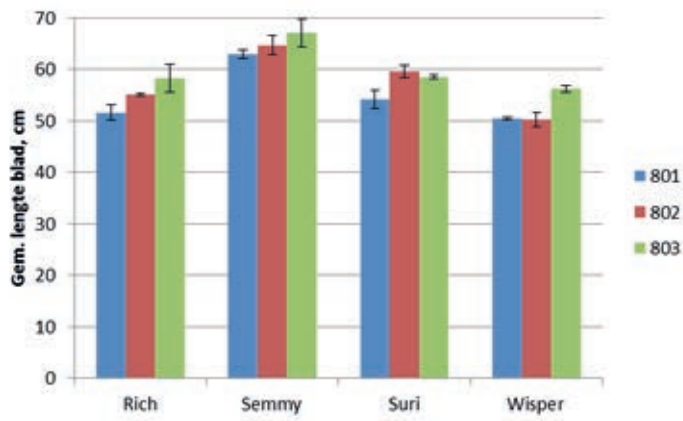


Bloemgewicht/bladgewicht.

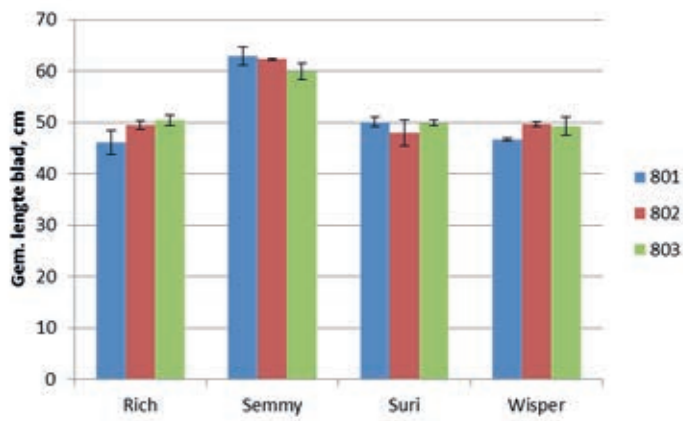


Bladlengte

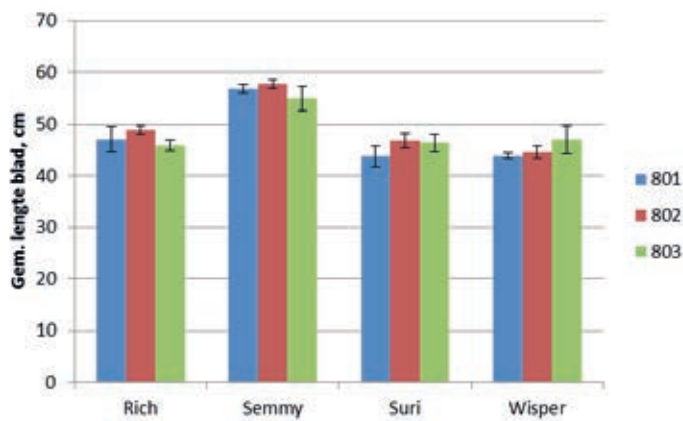
17 december



9 mei

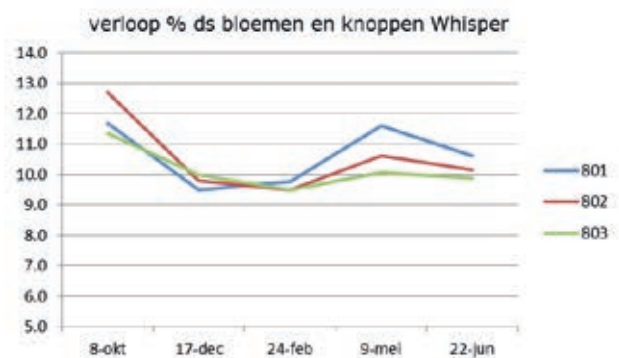
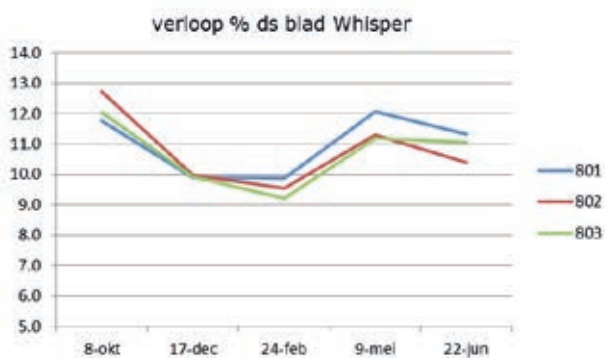
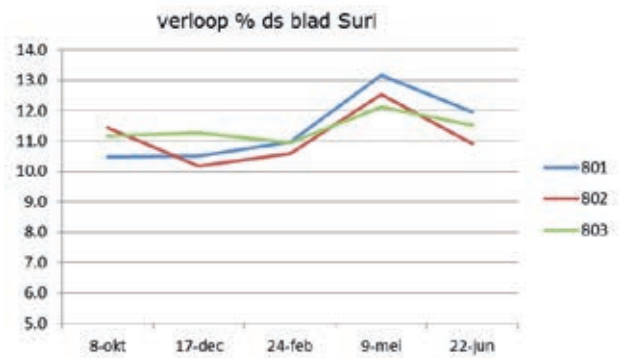
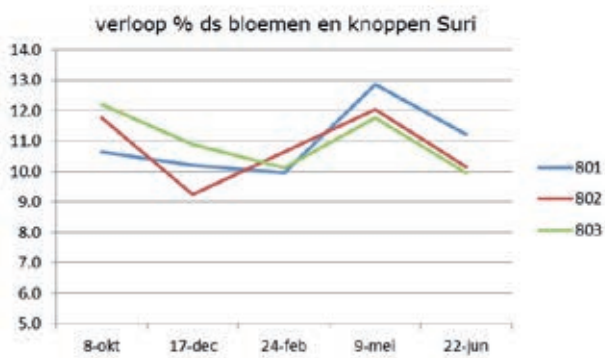
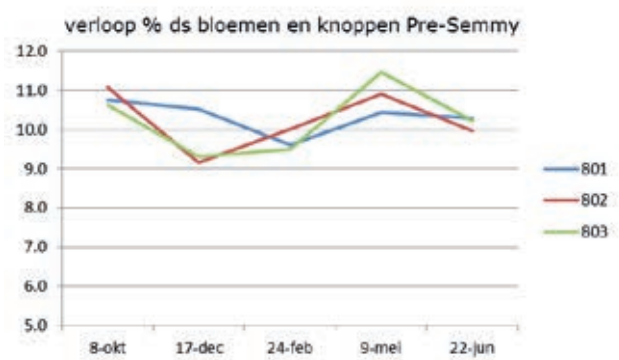
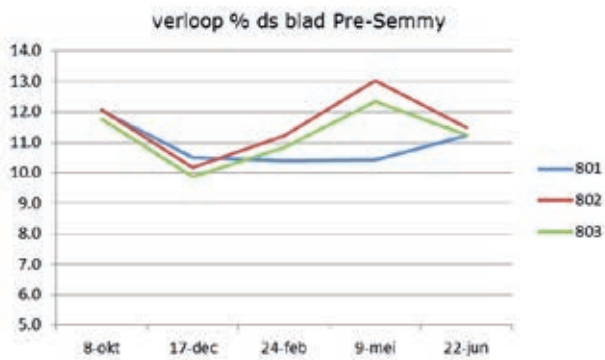
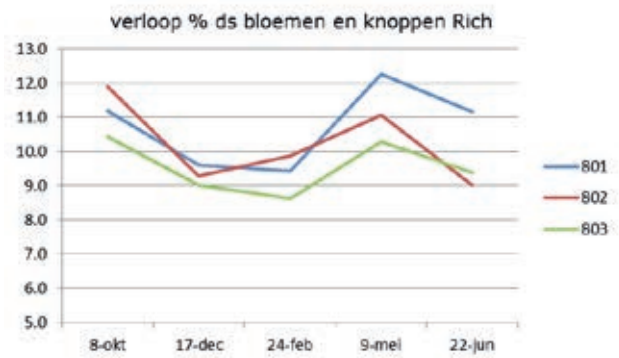
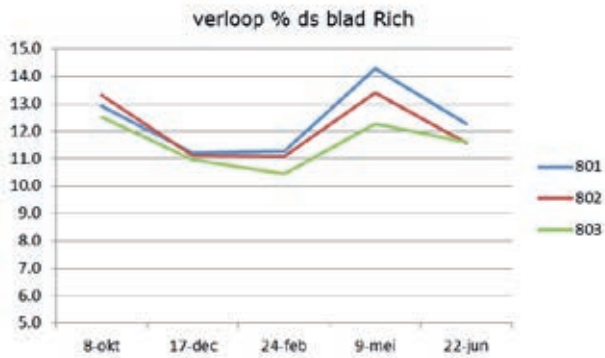


22 juni



Droge stof %

Het verloop van de drogestofpercentage in het blad (links) en de bloemen en knoppen (rechts) is hieronder weergegeven voor de vier rassen per behandeling. De getoonde waarde is het gemiddelde van drie planten per kas per tijdstip.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0) 10 522 51 93
www.wageningenur.nl/glastuinbouw

Glastuinbouw Rapport GTB-1417

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen WUR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort WUR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.