

Grenswaarden voor temperatuurfluctuaties van verschillende duur bij siergewassen

Verslag van een teeltproef met modelgestuurd temperatuursverloop
Deelverslag 5: mogelijkheden bij Potchryasant, Begonia en Saintpaulia

F. Buwalda

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.



Dit project werd uitgevoerd in opdracht van:
NOVEM
Productieschap Tuinbouw
Ministerie van LNV

Projectnummer: 41505074

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5
2771 KT Naaldwijk

Tel. : 0174-636700

Fax : 0174-636835

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

VOORWOORD	6
1 INLEIDING	7
2 EXPERIMENTELE BENADERING.....	9
3 RESULTATEN	11
4 DISCUSSIE	15
5 CONCLUSIES	18
LITERATUUR.....	19

Voorwoord

Voor u ligt het deel 5 van het vierde rapport van het project: "**Grenswaarden voor temperatuurfluctuaties bij siergewassen**".

Na de definitiestudie (Rapport 1) en de basis experimenten voor de modelvorming (Rapport 2) is in 2003-2004 een experiment uitgevoerd, waarin het kasklimaat gestuurd is op basis van een door een model (Rapport 3) berekende gewenste kasttemperatuur.

Om de analyse van dit experiment overzichtelijk te houden is de rapportage opgesplitst in een aantal deelrapporten.

Deel 1 geeft het temperatuurverloop, energieverbruik en een overzicht van de teeltresultaten.

Deel 2 werkt het teeltsturingsmodel uit.

Deel 3 is de toetsing van het dynamisch gewasmodel voor groei, ontwikkeling en sierwaarde van Kalanchoe.

Deel 4 levert een analyse van verschillende scenario's die met het model zijn door te rekenen

Deel 5 beschrijft de mogelijkheden bij Potchryasant, Begonia en Saintpaulia

Aan dit project hebben diverse collega's meegewerkt. In het bijzonder worden bedankt Claudia Jillessen, Henny van Gurp, Dik Zonnenberg, Filip van Noort, Peter Korsten en Peter Lagas.

De weg van het oorspronkelijke project voorstel via experimenten en verwerking is geen rechte lijn geweest. Steeds moest worden bijgestuurd omdat zaken anders liepen dan vooraf gedacht.

Uiteindelijk schrijven de beide opstellers van het projectvoorstel uit 2000 gezamenlijk de diverse deelverslagen.

Fokke Buwalda en Arie de Gelder.

1 Inleiding

In dit verslag worden resultaten beschreven van de laatste proef in een serie experimenten, die in het kader van het PPO-project 'Grenswaarden voor temperatuurfluctuaties bij siergewassen' zijn uitgevoerd op de voormalige PPO-locatie Horst. Doel van de proeven was om te onderzoeken welke fysiologische processen bepalend zijn voor de grenswaarden die aangehouden moeten worden bij het toepassen van temperatuurintegratie. Temperatuurintegratie betekent dat het gemiddelde temperatuurniveau bepalend is voor het teeltresultaat, en dat tijdelijke afwijkingen van de streefwaarde kunnen worden toegelaten, mits ze op tijd worden gecompenseerd. De meest bekende toepassing van temperatuurintegratie in de glastuinbouw is gericht op energiebesparing, waarbij een stooktechnisch optimaliserende klimaatregelaar de ruimte wordt gegeven om de gratis warmte van de zon te benutten door minder te luchten, en de temperatuuroverschotten die hierbij ontstaan te compenseren door de temperatuur op andere momenten tijdelijk te verlagen. Temperatuurafwijkingen worden uitgedrukt in graaddagen, waarbij een verschil van 1°C gedurende 1 dag een afwijking van 1 graaddag oplevert. Deze vorm van temperatuurintegratie is ontstaan uit de oorspronkelijke landbouwkundige toepassing, waarbij het doorlopen van opeenvolgende ontwikkelingsstadia van akkerbouwgewassen wordt beschreven in graaddagen door in de loop van de teelt de som (integraal) te berekenen van de etmaaltemperaturen boven een bepaalde drempeltemperatuur waarbij de gewasontwikkeling stilstaat. De achterliggende aanname is dat de ontwikkelingssnelheid van het gewas recht evenredig is met de etmaaltemperatuur boven de drempelwaarde.

Deze klassieke vorm van temperatuurintegratie kan in principe in de tuinbouw ook worden gebruikt bij de teeltplanning. Met de huidige trend naar ketengericht telen kan het nuttig zijn om met een teelt precies op een van tevoren bepaald aflevermoment aan te sturen, met inachtneming van eveneens van tevoren bepaalde kwaliteitsspecificaties. In het verslag Definitiestudie dat in het kader van dit project is opgesteld (Buwalda, 2003) wordt een theorie ontwikkeld met betrekking tot de onderlinge samenhang van groeiprocessen, ontwikkelingsprocessen en de totstandkoming van uitwendige plantkwaliteit (sierwaarde). Deze theorie kan als volgt worden samengevat: de ontwikkelingssnelheid van het gewas is afhankelijk van de temperatuur, en bepaalt hoe snel een teelt klaar zal zijn. De groeisnelheid in die periode bepaalt hoe zwaar elke plant op de einddatum zal zijn. Als er weinig biomassa te verdelen valt zullen de meeste planten het eerst geneigd zijn te bezuinigen op groei in de breedte (uitlopen van zijscheuten) en op de biomassa die in bloemen wordt geïnvesteerd. Een plant die een ruime hoeveelheid assimilaten beschikbaar heeft zal juist mooi gevuld worden en rijk bloeien. Volgens de theorie maakt het daarbij niet uit of dit wordt bereikt door wat rustiger te telen bij een verlaagde temperatuur, waardoor de assimilatenvraag afneemt maar de teeltduur wordt verlengd, of door meer licht te geven door bijvoorbeeld assimilatielampen te gebruiken. Voor de verhouding tussen groei en ontwikkelingssnelheid werd voorgesteld om voortaan de term 'plantbalans' te gebruiken. Er is geprobeerd om een maat te ontwikkelen voor de sierwaarde van een plant op basis van verhoudingsgetallen: de hoeveelheid versgewicht in zijscheuten ten opzichte van het gewicht van de hoofdscheut, de hoeveelheid versgewicht in bloemen ten opzichte van dat in vegetatieve delen, en het versgewicht van de hele plant per cm planthoogte.

Deze theorie is voor het gewas Kalanchoe uitgewerkt tot een gewasmodel dat de biomassaproductie en de ontwikkelingssnelheid van de plant beschrijft in relatie tot lichtniveau, wijderzetschema en temperatuurniveau (zie Rapport Gewasmodel; Buwalda 2004). Het model bevat functies die, afhankelijk van de verhouding tussen de beschikbaarheid van assimilaten en de vraag, bepalen hoe veel zijscheuten er uitlopen en hoeveel biomassa de plant in bloemen investeert. Het model bleek onder verschillende constante of wisselende teeltomstandigheden de groei en de ontwikkelingssnelheid van Kalanchoe goed te kunnen narekenen, evenals het gewichtsaandeel van de bloemen op de einddatum (zie deelverslag 3: toetsing gewasmodel; Buwalda 2004). Effecten op het aantal uitgelopen zijscheuten bleken redelijk goed te kunnen worden voorspeld. Uit de resultaten van zowel de experimenten als de simulaties bleek dat Kalanchoe bijzonder grote temperatuurafwijkingen aankan, en dat het gewas daarmee zeer geschikt is voor het toepassen van temperatuurintegratie. Een belangrijke conclusie uit het onderzoek is dat voor het

berekenen van de ruimte die aan een optimaliserend stookprogramma kan worden gegeven om energie te besparen precies de zelfde informatie over groei en ontwikkeling van het gewas kan worden gebruikt die ook nodig is voor het realiseren van een van tevoren bepaald teeltplan.

Uiteraard is het van belang om te weten in hoeverre deze conclusies voor Kalanchoe ook geldig zijn voor andere gewassen. In de proefkassen die voor dit project beschikbaar waren was lang niet alle ruimte nodig voor de experimenten met Kalanchoe. De extra ruimte die beschikbaar was is gebruikt om ook waarnemingen te kunnen doen aan andere potplantengewassen: potchrysan, Saintpaulia en Begonia.

De resultaten van de eerste twee proeven waarbij de planten werden opgekweekt bij drie vaste instellingen van het temperatuursetpoint (16, 19 en 22°C) en twee lichtniveaus (met en zonder assimilatiebelichting) staan beschreven in een eerder uitgewerkt rapport (Grenswaarden voor temperatuurfluctuaties van verschillende duur bij siergewassen). Experimenten potplanten Horst 2002-2003; Buwalda et al., 2004).

2 Experimentele benadering

In het najaar van 2003 is in Horst een afsluitende proef uitgevoerd waarbij in drie afdelingen de temperatuur werd gestuurd met behulp van het gewasmodel voor Kalanchoe. Gestreefd is naar het handhaven van drie verschillende niveaus van plantbalans door op grond van een doelfunctie de kastemperatuur af te stemmen op het heersende lichtniveau (zie deelverslag 2: stuurmodel; Buwalda 2004). Omdat het lichtniveau van dag tot dag sterk varieerde veroorzaakte het streven naar een constante plantbalans ook forse temperatuursverschillen. Daarnaast werd bij het bepalen van de streef temperatuur tevens rekening gehouden met de stadiumafhankelijke assimilatenbehoefte van het gewas. In elk van de drie modelgestuurde afdelingen zijn daarom regelmatig extreme temperaturen voorgekomen in de range van 13 tot 28°C (zie deelverslag 1: Temperatuurverloop, energieverbruik en overzicht teeltresultaten; Buwalda 2004). Er werd in een afdeling gestreefd naar een lichte plantbalans door een relatief hoog temperatuurniveau aan te houden wat resulteerde in een snelle gewasontwikkeling, zodat de planten weinig kans kregen om uit te zwaren. In een andere afdeling werd een zware plantbalans ingesteld met lage temperaturen, waardoor de planten meer zijscheuten ontwikkelden en wat rijker bloeiden. In de derde afdeling zorgde een tussenliggende plantbalans voor planten met gemiddelde kenmerken. De resultaten werden vergeleken met een referentieteel, waarbij het klimaat in overleg met telers zo veel mogelijk conform praktijk werd geregeld. Daarnaast zijn er verschillende wisselbehandelingen uitgevoerd, waarbij planten van de ene afdeling naar een andere afdeling verplaatst.

1. Eén serie had tot doel om contrasten aan te leggen tussen de plantbalans aan het begin van de teelt en de rest van de teeltperiode. Hier zijn planten verplaatst vanuit de afdeling met de lichte plantbalans naar de zware en van de zware naar de lichte. De wisselingen vonden plaats bij het begin van de bloei-inductie (KD-fase) en bij een tweede set planten bij het bereiken van bloeistadium 3.
2. In een tweede serie is gekeken naar de effecten van tijdelijke afwijkingen van het middelste niveau van plantbalans. Hierbij zijn planten vanuit de kas met de middelste plantbalans tijdelijk naar een van de extreme niveaus verplaatst, vervolgens als compensatie een even lange periode naar het andere extreem, waarna ze weer zijn teruggeplaatst in de afdeling met de middelste plantbalans. In deze serie wisselingen was de verwachting dat de behandelingen een neutraal effect zouden hebben.

Behandeling	Omschrijving
1	Controle praktijk, remmen
2	Controle praktijk niet remmen
3	Balans Licht (L), remmen
4	Balans Licht (L) niet remmen
5	Balans Middel (M), remmen
6	Balans Middel (M) niet remmen
7	Balans Zwaar (Z), remmen
8	Balans Zwaar (Z) niet remmen
9	Wissel L=>Z begin KD
10	Wissel Z=>L begin KD
11	Wissel L=>Z bloeistadium 3
12	Wissel Z=>L bloeistadium 3
13	Wissel 4d M=>L=>Z=>M begin KD
14	Wissel 4d M=>Z=>L=>M begin KD
15	Wissel 8d M=>L=>Z=>M begin KD
16	Wissel 8d M=>Z=>L=>M begin KD
17	Wissel 4d M=>L=>Z=>M bloeistadium 3
18	Wissel 4d M=>Z=>L=>M bloeistadium 3
19	Wissel 8d M=>L=>Z=>M bloeistadium 3
20	Wissel 8d M=>Z=>L=>M bloeistadium 3

Tabel 1– Omschrijving van de verschillende behandelingen in de stuurproef van najaar 2003.

Behandeling 1 t/m 8 zijn de standaardbehandelingen bij constante niveaus van temperatuur of plantbalans.

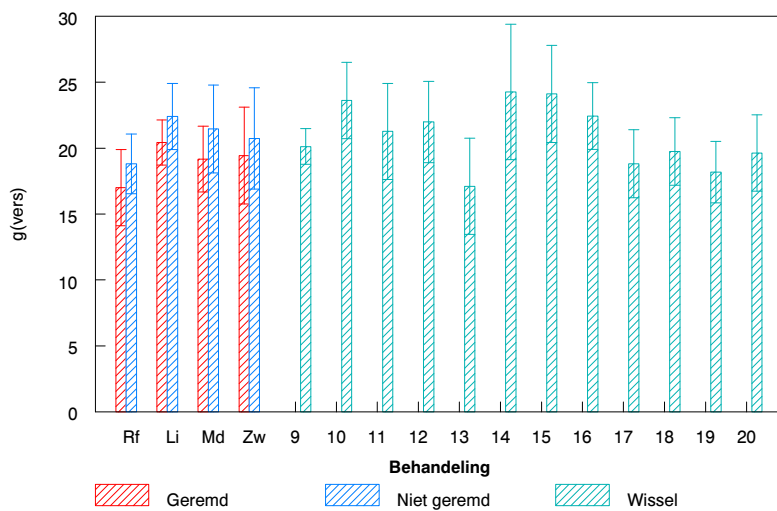
Behandeling 9 t/m 12 zijn de wisselbehandelingen waarbij in de eerste teeltfase een ander niveau van plantbalans is aangelegd dan in de rest van de teeltperiode.

Behandeling 13 t/m 20 zijn wisselbehandelingen waarbij planten gedurende 4 of 8 dagen werden blootgesteld aan een extreme plantbalans, vervolgens ter compensatie een zelfde tijd aan de tegenovergestelde plantbalans, waarna ze werden teruggeplaatst in de afdeling met de neutrale plantbalans. Alle varianten van de wisselbehandelingen zijn uitgevoerd bij begin KD of bij het bereiken van bloeistadium 3.

In deze proef werd potchrysan als extra gewas meegenomen. De temperatuurregeling was afgestemd op Kalanchoe, en om voor dit gewas goed interpreteerbare resultaten te verkrijgen werd er in geen enkel opzicht rekening gehouden met de temperatuurbehoefte van de potchrysanen. Desondanks is het interessant om te kijken hoe dit gewas op de extreme temperaturen heeft gereageerd. In ieder geval kan het een redelijk goede indicatie geven van wat er bij dit gewas mogelijk is, en hoe de belangrijkste fysiologische processen in het gewas zich houden onder dergelijke extreme temperaturomstandigheden.

3 Resultaten

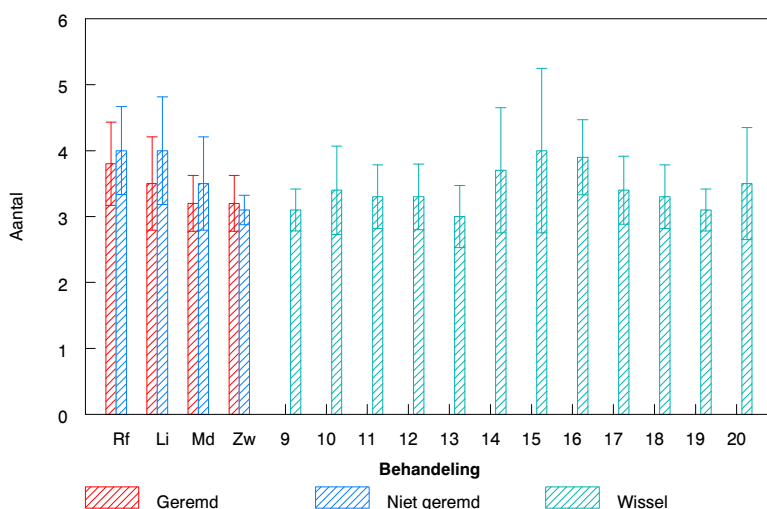
Versgewicht hoofdscheut



Figuur 1– Effecten van de verschillende constante behandelingen en wisselingen (zie Tabel 1) op het eindgewicht van de hoofdscheut van potchrysan (g vers).
 Afwijkende legenda:
 Ref = referentieteel, beh. 1 en 2;
 Li = lichte plantbalans (3 en 4),
 Md = middelste plantbalans (5 en 6),
 Zw = zware plantbalans (7 en 8).

Figuur 1 laat het effect van de temperatuurbehandelingen zien op het eindgewicht van de hoofdtak van de potchrysanen. Te zien is dat rembehandeling ten koste gaat van een kleine 10% versgewicht. De behandelingen waarin naar drie constante niveaus van plantbalans werd gestreefd (Li, Md en Zw) resulteren in een iets zwaardere tak dan in de referentiebehandeling (Rf). Bij het merendeel van de wisselbehandelingen kwam het gewicht uit op een vergelijkbaar niveau. Met uitzondering van wisselbehandeling 13 lijken de sterke temperatuurswisselingen dus niet ten koste te gaan van de groei.

Aantal 1e orde zijscheuten

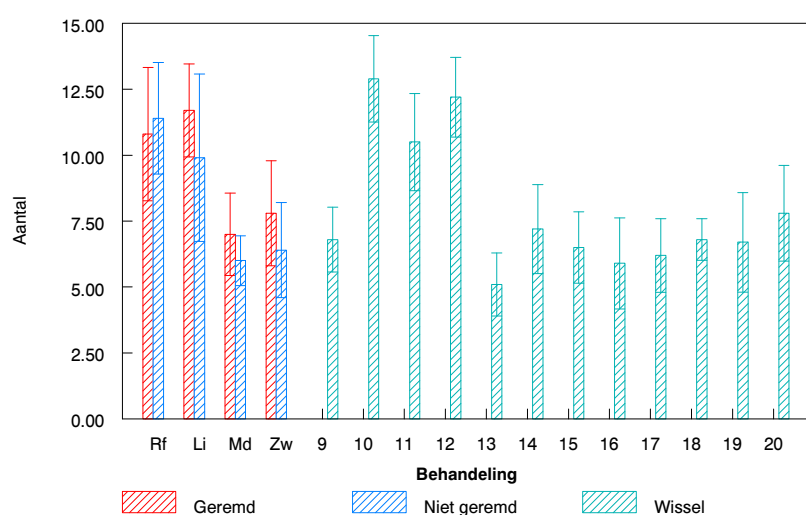


Figuur 2– Effecten van de verschillende constante behandelingen en wisselingen (zie Tabel 1) op het aantal gevormde primaire zijscheuten bij potchrysan. Voor bijzonderheden zie de legenda bij Figuur 1.

Op grond van de in dit project ontwikkelde balanstheorie kan worden verwacht dat het niveau van

plantbalans invloed heeft op het uitlopen van zij scheuten. Zoals in de praktijk gebruikelijk is zijn de potchrysanthen in het begin van de teelt getopt, waardoor de apicale dominantie tijdelijk wordt uitgeschakeld zodat in de bladoksels van de hoofdscheut in elk geval al zij scheuten zullen gaan uitlopen. In de bladoksels van deze primaire zij scheuten kunnen ook secundaire zij scheuten worden gevormd. In Figuur 2 is te zien dat het nastreven van een zware plantbalans (Zw) enigszins remmend heeft gewerkt op het aantal primaire zij scheuten dat is uitgelopen. Bij de meeste wisselbehandelingen is het effect licht negatief tot neutraal. Wat betreft het aantal secundaire zij scheuten is in fig. 3 te zien dat bij de middelste en zware plantbalans ook het aantal secundaire zij scheuten verminderde. Ook bij het merendeel van de wisselbehandelingen werd een geringer aantal secundaire zij scheuten geteld. Hieruit kan echter niet worden geconcludeerd dat sterke temperatuurswisselingen altijd een negatief effect hebben op de uitloop van zij scheuten: ook bij de lichte plantbalans is de volledige bandbreedte van 13 tot 28°C doorlopen zonder dat dat resulteerde in een vermindering van het aantal primaire of secundaire zij scheuten. Wat betreft de wisselbehandelingen blijkt dat behandeling 10 en 12 het uitlopen van secundaire zij scheuten zelfs enigszins hebben gestimuleerd.

Aantal 2e orde zij scheuten



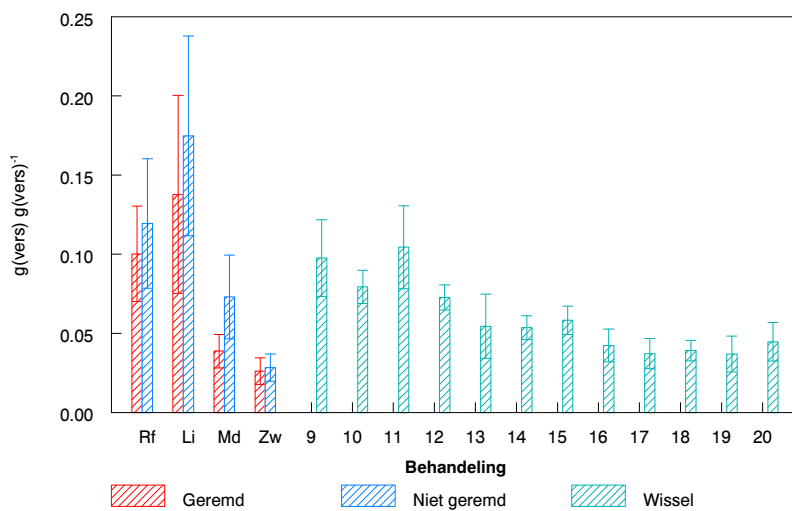
Figuur 3– Effecten van de verschillende constante behandelingen en wisselingen (zie Tabel 1) op het aantal gevormde secundaire zij scheuten bij potchrysanthe. Voor bijzonderheden zie de legenda bij Figuur 1.

Desondanks blijken de behandelingen waarbij is gestreefd naar een middelmatige of hoge plantbalans en het merendeel van de wisselbehandelingen te leiden tot een vermindering van het gewichtsaandeel van de secundaire zij scheuten. Alleen in het geval van de lichte plantbalans kwam meer vergewicht in de zij scheuten terecht dan in de referentiebehandeling. Dit is een interessant punt dat nadere studie verdient, omdat het in het licht van de plantbalanstheorie een onverwacht resultaat is. Als wordt gekeken naar de gewichtsverhouding tussen hoofdscheut en zij scheuten (fig. 4) komt het zelfde beeld naar voren. Verhoudingsgetallen kunnen in dit opzicht verhelderend werken. Zo blijkt dat bij de lichte plantbalans het gewichtsaandeel in zij scheuten te zijn gestimuleerd in vergelijking met de referentiebehandeling. Bij de overige behandelingen met constant niveau van plantbalans is dat aandeel met ca 30% verminderd. Uit de resultaten van de wisselbehandelingen blijkt in de meeste gevallen een afname van het aandeel in zij scheuten, maar behandeling 10 en 12 leveren juist relatief meer gewicht in zij scheuten op. In dit geval gaat het om planten die aanvankelijk koel zijn geteeld en vervolgens warmer. Er kan dus inderdaad niet worden geconcludeerd dat extreme temperatuurswisselingen altijd tot een verminderd gewichtsaandeel in zij scheuten zullen leiden. Het effect lijkt af te hangen van het ontwikkelingsstadium waarin het gewas zich bevindt en / of de specifieke voorgeschiedenis, en kan dus gunstig of juist ongunstig uitpakken.

Het zelfde geldt voor het vergewicht van de bloemen (fig. 5) en het gewichtsaandeel dat de bloemen vertegenwoordigen (fig. 6). In de meeste gevallen was het effect van de experimentele behandelingen licht negatief, maar ook hier bleken enkele uitzonderingen juist tot meer gewicht in de bloemen te leiden, zoals

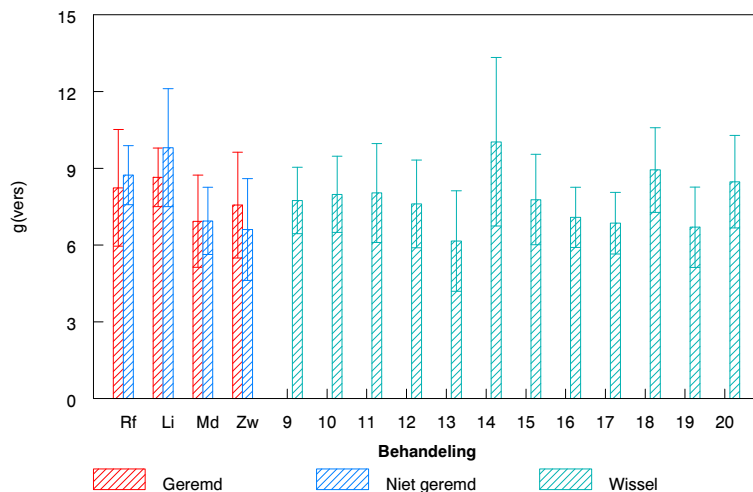
de constante lichte plantbalans en behandelingen 14 en 18. Het betreft hier overigens het zelfde wisselpatroon, maar dan in bij 14 in een eerder stadium toegepast dan bij in het geval van 18. Hierbij moet worden opgemerkt dat het moment van wisselen door het ontwikkelingsstadium van Kalanchoe is bepaald, niet door dat van de potchrysanten.

Gewichtsverhouding zijzscheuten / hoofdscheut



Figuur 4– Effecten van de verschillende constante behandelingen en wisselingen (zie Tabel 1) op de gewichtsverhouding tussen secundaire zijzscheuten en de hoofdscheut lus de primaire zijzscheuten bij potchrysant. Voor bijzonderheden zie de legenda bij Figuur 1

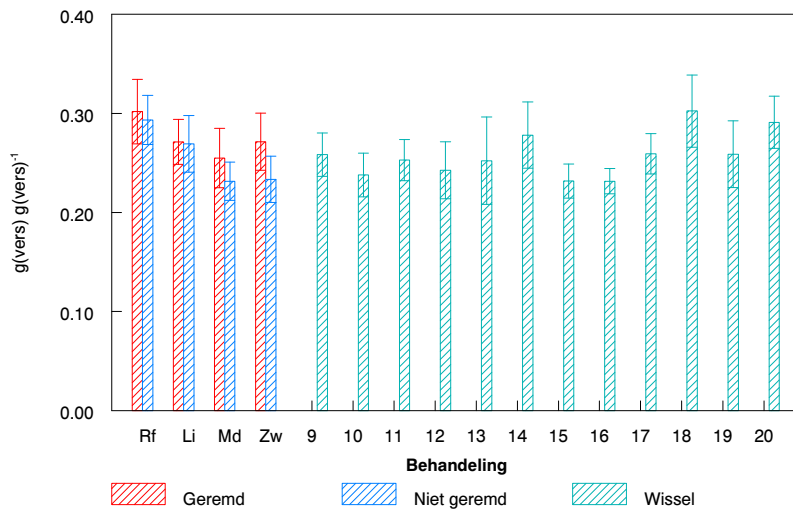
Versgewicht bloemen



Figuur 5– Effecten van de verschillende constante behandelingen en wisselingen (zie Tabel 1) op de versgewicht van de bloemen bij potchrysant. Voor bijzonderheden zie de legenda bij Figuur 1

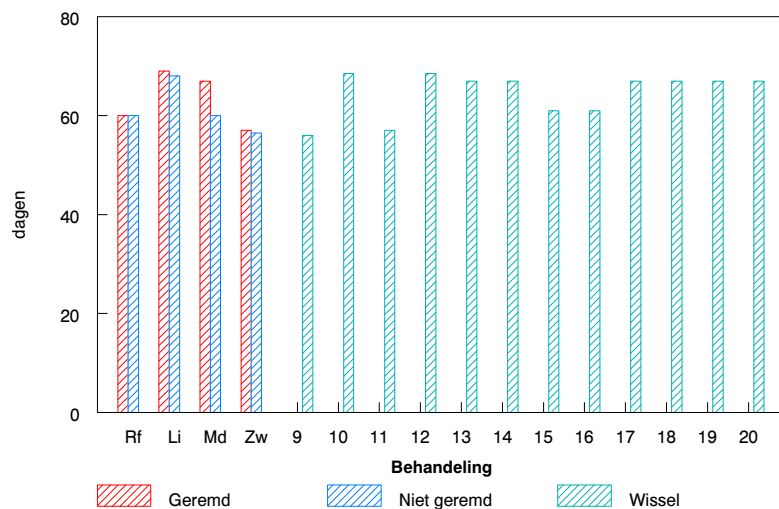
Verder is gekeken naar de reactietijd van potchrysant. Uit fig. 7 blijkt dat de wisselende temperaturen in de meeste gevallen leiden tot een vertraagde reactie op de KD-behandeling. Ook hier echter zijn er weer uitzonderingen: bij de zware plantbalans (behandeling 7 en 8) maar ook bij wisselbehandelingen 9 en 11 bleek de reactietijd juist licht te worden bekort. De overeenkomst tussen deze behandelingen is dat bij 9 en 11 in de loop van de teelt werd gewisseld van een zware naar een lichte plantbalans. Het effect van verkorting van de reactietijd lijkt daarom vooral in de temperatuurcondities tijdens de bloeirealisatie te zitten niet in de inductiefase.

Gewichtsverhouding generatief / vegetatief



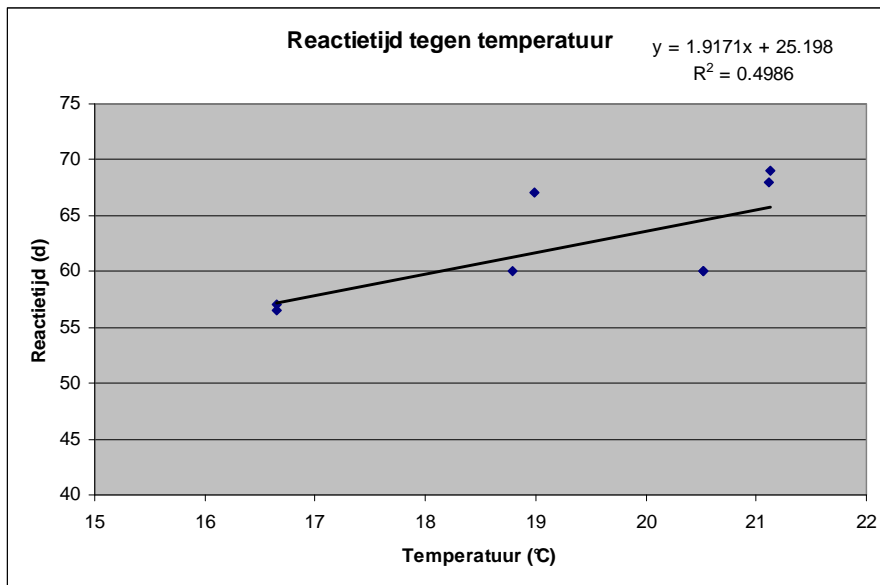
Figuur 6– Effecten van de verschillende constante behandelingen en wisselingen (zie Tabel 1) op de gewichtsverhouding tussen generatief en vegetatief bij potchrysanth. Voor bijzonderheden zie de legenda bij Figuur 1

Reactietijd

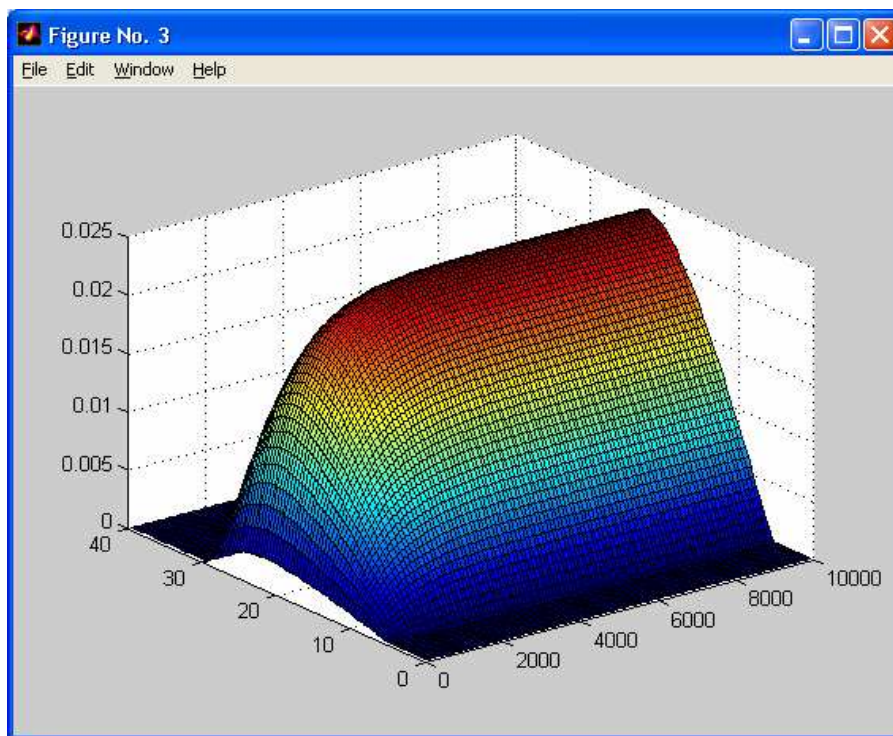


Figuur 7– Effecten van de verschillende constante behandelingen en wisselingen (zie Tabel 1) op de reactietijd bij potchrysanth. Voor bijzonderheden zie de legenda bij Figuur 1

In figuur 8 staat de reactietijd van potchrysanth op de KD-behandeling voor de behandelingen 1 t/m 8 uitgezet tegen het gemiddelde temperatuurniveau tijdens de hele teeltperiode. Chrysanth blijkt wat betreft de reactietijd precies tegenovergesteld te reageren als Kalanchoe (zie deelverslag toetsing gewasmodel). In de theorie van plantbalans wordt verondersteld dat de reactietijd wordt bepaald door de ontwikkelingssnelheid, die in een breed temperatuurtraject evenredig is met het temperatuurniveau. Voor Kalanchoe bleek deze veronderstelling goed te kloppen. Potchrysanth is in dit opzicht een duidelijke uitzondering. Dit was al bekend uit het werk van de Zweedse onderzoeker Larsen (Larsen & Persson, 1999). Behalve temperatuur blijkt ook de factor licht van invloed te zijn op de reactietijd van potchrysanthen (fig. 9). Dit wijst op een invloed van source / sinkrelaties, waarbij een mogelijke interpretatie is dat de reactietijd wordt bepaald door combinatie van een evenredigheid met temperatuur en een vertragend effect van een lage source / sinkbalans.



Figuur 8 – de reactietijd van potchryasant (dagen) uitgezet tegen de gemiddelde temperatuur tijdens de teelt (°C). De gebruikte gegevens zijn die uit behandelingen 1 t/m 8, dus de referentiateelt plus de 3 niveaus van plantbalans, met en zonder gebruik van remmiddelen.



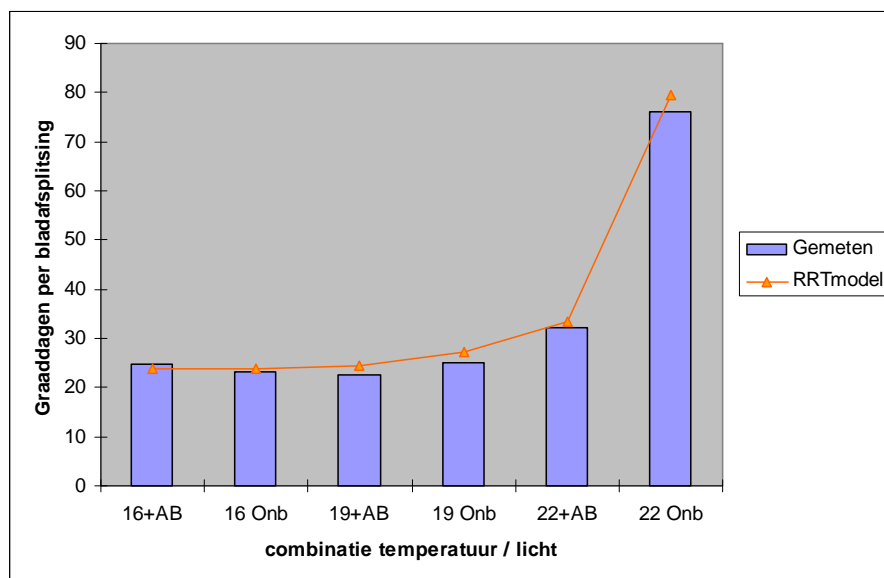
Figuur 9 – Reactiesnelheid van potchryasant (1 / reactietijd; verticale as) afhankelijk van de temperatuur (°C, linker horizontale as) en de dagelijkse lichtsom (mol m-2 d-1; rechter horizontale as)

4 Discussie

De resultaten overziend komt voor de potchryasant het beeld naar voren dat de theorie van plantbalans, waar het gewas Kalanchoe zo netjes aan lijkt te beantwoorden, voor dit gewas niet zonder meer opgaat. Bij een verlaagd temperatuurniveau, waarbij in deze proef de temperatuur extreem fluctueerde (zie deelverslag temperatuurverloop en energie) bleek in dit geval de teeltduur niet te worden verlengd, zodat het gewas ook geen extra tijd kreeg om uit te zwaren en zo een hogere eindkwaliteit te bereiken. Mogelijk betreft het hier een specifiek effect van het wisselende temperatuurverloop, omdat in de eerder gerapporteerde proeven

(zie Verslag proeven Horst 2002 – 2003) en hogere (constant gehouden) temperatuur wel heeft geleid tot een verkorting van de teeltduur, en een lagere temperatuur inderdaad tot een verlenging. Wat betreft elk van de deelprocessen: groei, ontwikkeling, inductie van zijnscheutvorming en bloei bleken de behandelingen steeds een gevarieerd beeld op te leveren, waarbij doorgaans het merendeel van de experimentele behandelingen het slechter deed dan de referentie, maar steeds waren er enkele aan te wijzen die het juist duidelijk beter deden. Het is dus, net als bij de Kalanchoe, duidelijk niet zo dat extreme temperatuurswisselingen leidden tot een remming of verstoring van de primaire fysiologische processen. In dit opzicht moet de conclusie juist zijn dat potchryasant, evenals Kalanchoe, extreem tolerant is voor sterke temperatuursfluctuaties. Waar de effecten duidelijk wel optraden was in de processen die het uitlopen van zijnscheuten reguleren en de verdeling van biomassa over de plant bepalen. In dit opzicht zijn de resultaten te vergelijken met die van een kruisingsproef bij de plantenveredeling: de meeste nieuwe genetische combinaties kloppen minder goed dan de bestaande rassen, maar vaak zitten er enkele uitzonderingen in gunstige zin tussen. Door met deze nieuwe combinaties verder te gaan is uiteindelijk belangrijke winst te behalen. Ook in het geval van de potchryasant is het waarschijnlijk wel mogelijk om op een meer efficiënte en energiezuinige manier een gewenst teeltresultaat te realiseren door een uitgekende beïnvloeding van die afstemmingsprocessen. De theorie van plantbalans biedt daar voor Kalanchoe een goed uitgangspunt voor, in het geval van de potchryasant zullen eerst de effecten van temperatuur, licht en temperatuursfluctuaties op de ontwikkelingssnelheid (reactietijd) beter bekend moeten zijn en ook als onderdeel in het balansmodel moeten worden opgenomen. Pas dan zal het model, net als nu al grotendeels bij Kalanchoe mogelijk is, kunnen worden gebruikt om de effecten van stuuracties en verstoringen op het eindresultaat van tevoren door te rekenen.

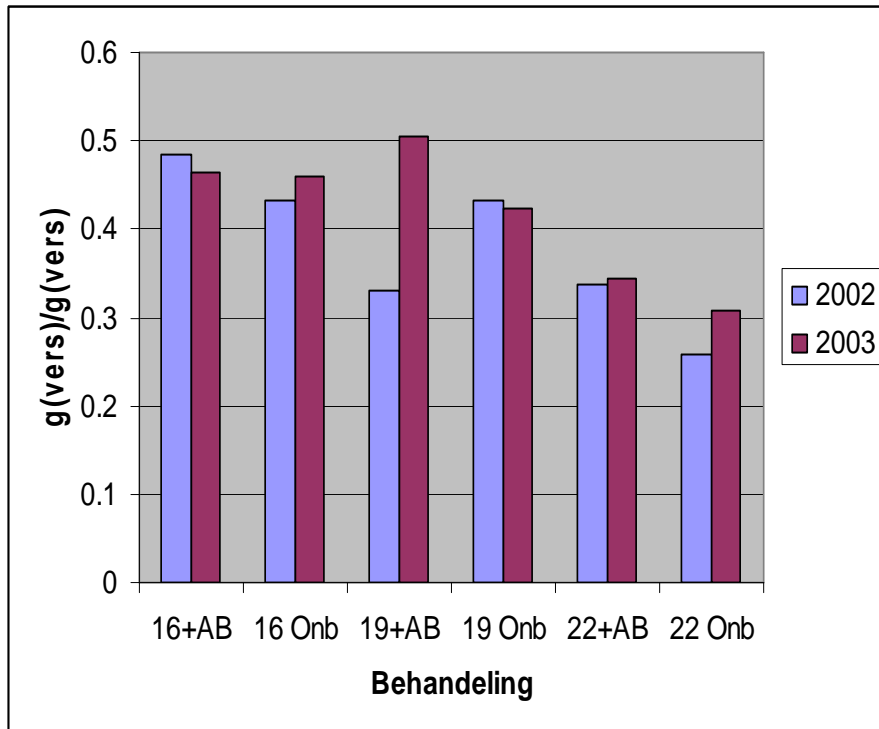
Net als voor de potchryasant lijkt ook voor het gewas Saintpaulia op te gaan dat een te laag aanbod van assimilaten in verhouding tot de vraag aanleiding geeft tot een vertraagde ontwikkelingssnelheid. In fig. 10 staat voor een aantal licht / temperatuurcombinaties de bladafsplittingsnelheid weergegeven. Te zien is dat er onafhankelijk van het wel of niet toepassen van assimilatiebelichting bij een temperatuur van 16 of 19°C een constant aantal graaddagen nodig is per bladafsplitsing. Bij 22°C blijkt dit echter niet meer op te gaan en wordt de afsplitsing geremd. Er zijn dan dus meer graaddagen nodig per bladafsplitsing. Bij toepassing van assimilatiebelichting is het remmende effect minder groot dan zonder lampen. De lijn in de grafiek laat zien dat een RRT-model rekening kan houden met dit vertragende effect.



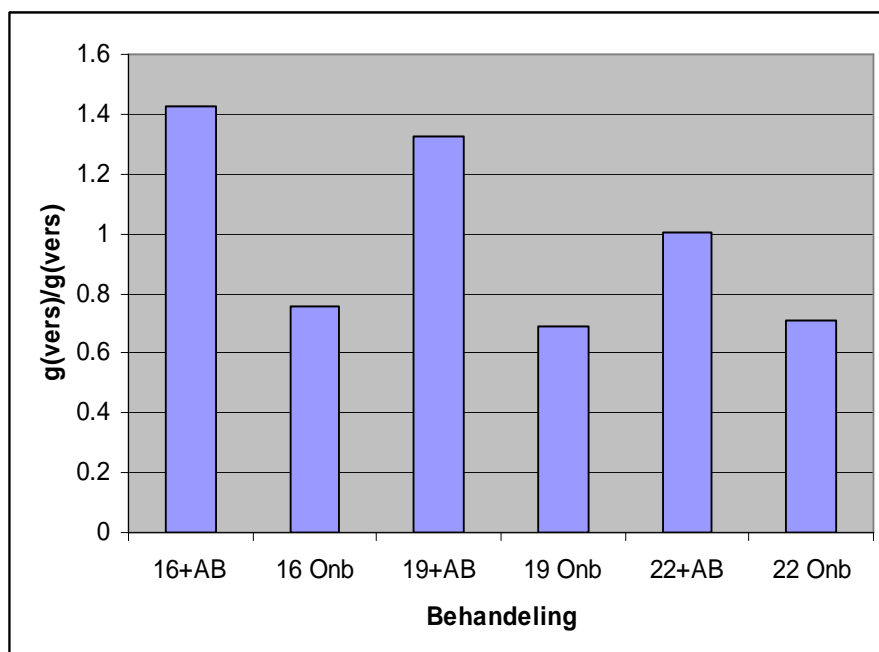
Figuur 10 – het aantal graaddagen per bladafsplitsing bij Saintpaulia bij verschillende setpoints voor de kasttemperatuur (16, 19 en 22°C) en met (AB) of zonder (Onb) assimilatiebelichting. De paaltjes geven de temperatuursommen weer die berekend zijn uit meetwaarden, de lijn laat zien dat het effect is na te rekenen met behulp van een RRT-model.

Ook voor Saintpaulia zal de basisversie van het plantbalansprincipe niet zonder meer opgaan. Voor dit gewas zal er dus in de berekening van de ontwikkelingssnelheid rekening moeten worden gehouden met het gegeven dat de bladafsplitsing kan vertragen. Wel bleek bij Saintpaulia het op basis van het balansprincipe te verwachten effect van licht en temperatuur op de verhouding generatieve / vegetatieve biomassa

duidelijk aanwijsbaar (fig. 11). Dit was ook bij Begonia het geval (fig. 13). In beide gevallen blijven de resultaten bij 16°C schijnbaar iets achter bij de verwachting. De oorzaak hiervoor is dat het bij 16°C wat langer duurt voordat het gewas voldoende blad heeft gevormd om het beschikbare licht te kunnen benutten.



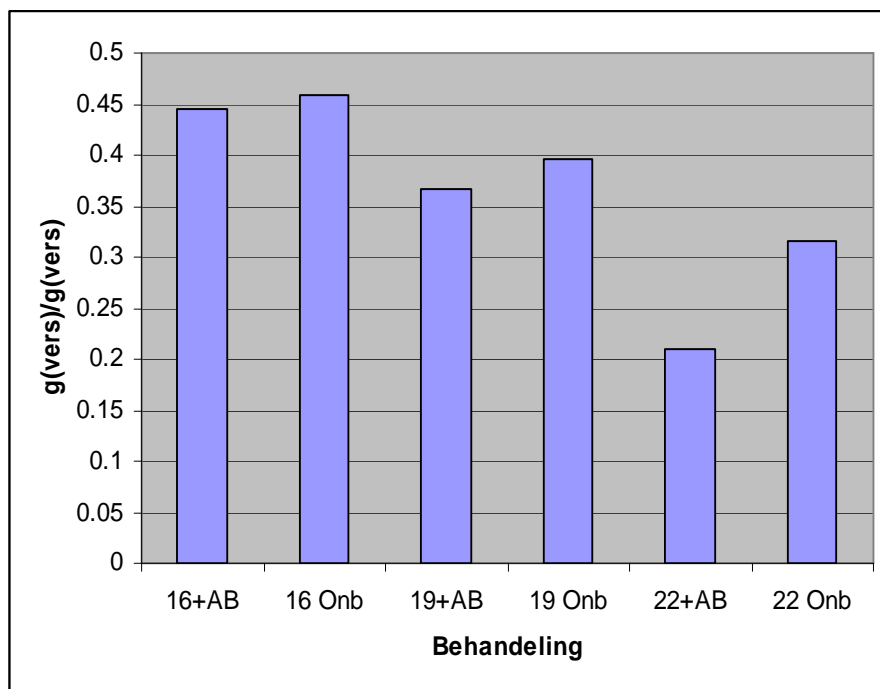
Figuur 11 – Gewichtsverhouding bloemen / vegetatieve plant bij *Saintpaulia* g^{-1} (vers) bij verschillende setpoints voor de kasttemperatuur (16, 19 en 22°C) en met (AB) of zonder (Onb) assimilatiebelichting.



Figuur 12 – Gewichtsverhouding zij scheuten / hoofdscheut bij *Begonia* g^{-1} (vers) bij verschillende setpoints voor de kasttemperatuur (16, 19 en 22°C) en met (AB) of zonder (Onb) assimilatiebelichting.

Bij Begonia treedt nog een specifiek extra effect op van de assimilatiebelichting: lampen in dit geval juist remmend op de allocatie naar bloemen. Dit kan een effect zijn van het sterk stimulerende effect dat de belichting had op het uitzwaren van zij scheuten (fig. 12), waardoor competitie om beschikbare assimilaten de investering in bloemen kon verminderen. Ook in dit geval lijkt weer te gelden: de algemene principes zijn duidelijk te herkennen, maar de hoe de interactie tussen

coördinatieprocessen (uitlopen van zijscheuten) en de effecten daarvan (meer competitie van zijscheuten met de bloemen) precies uitpakken, dat kan afhankelijk van plantdatum, wijderzetschema en weersverloop elke keer weer net anders zijn. Het betreft hier bij uitstek dynamische processen (wat er vandaag gebeurt heeft invloed op hoe de plant morgen reageert). Om het verloop van dergelijke processen te kunnen voorspellen is een dynamisch gewasmodel nodig. Zulke voorspellingen kunnen de teler behulpzaam zijn bij het optimaal realiseren van een teeltplan en het van te voren inschatten van de effecten van temperatuurafwijkingen. Dergelijk inzicht opent mogelijkheden om energiebesparing door toepassing van temperatuurintegratie te combineren met de moderne, marktgerichte planmatige teelt.



Figuur 13 – Gewichtsverhouding bloemen / vegetatieve plant bij Begonia g g¹ (vers) bij verschillende setpoints voor de kasttemperatuur (16, 19 en 22°C) en met (AB) of zonder (Onb) assimilatiebelichting.

5 Conclusies

Door het sterk afwijkende en gewasspecifieke effect van temperatuur op de ontwikkeling (reactietijd) van potchryasant kan het generieke balansmodel dat is ontwikkeld voor Kalanchoe niet zonder meer worden gebruikt voor Potchryasant. Hiervoor moet eerst het effect van temperatuur en source / sink op de generatieve ontwikkeling beter bekend zijn. Wel is gebleken dat de afzonderlijke fysiologische processen bij dit gewas net als bij Kalanchoe extreem tolerant zijn voor sterke temperatuursfluctuaties. Daar waar versturende effecten optraden hadden die te maken met het minder optimaal verlopen van de coördinatieprocessen in de plant. Er bleken echter ook combinaties voor te komen die juist een gunstiger combinatie opleverden. Dit suggereert dat er met het slim op elkaar afstemmen van groei- en ontwikkelingsprocessen bij potchryasant nog winst valt te behalen.

Begonia en Saintpaulia bleken zich onder verschillende licht en temperatuurcombinaties grotendeels volgens de verwachting van de balanstheorie te gedragen. Wat betreft Saintpaulia is wel geconstateerd dat bij een zeer lage plantbalans de afsplitsingssnelheid van bladeren afnam. Ook voor dit gewas zal specifiek naar het modelleren van de ontwikkelingssnelheid gekeken moeten worden.

Literatuur

Larsen, RU, Persson, L. (1999) - Modelling flower development in greenhouse chrysanthemum cultivars in relation to temperature and response group. *Sci. Hort.* 80: 73-89.

