



Temperatuuronderzoek in relatie tot energiebesparing en bloei bij Guzmania (II)

Effect van verlaagde ruimtetemperatuur en potverwarming
op de bloei en ontwikkeling van Guzmania

Nieves García en Nico Straver

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd, 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 project is gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer



Projectnummer: 41704634
PT-nummer: 11315

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Business Unit Glastuinbouw

Adres : Linnaeuslaan 2a
: 1431 JV Aalsmeer
Tel. : 0297 - 352525
Fax : 0297 - 352270
E-mail : infoglastuinbouw.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	4
1 INLEIDING	5
2 MATERIAAL EN METHODEN	6
2.1 Proefplan	6
2.1.1 Hoofdproef: Effect van potverwarming vóór en na de bloei-inductie.....	6
2.1.2 Oriënterende proef 1: Effect lage temperatuur tijdens bloei-inductie.....	6
2.1.3 Oriënterende proef 2: Effect van één week lage ruimtetemperatuur na de bloei-inductie	7
2.2 Proefuitvoering	7
2.2.1 Bloei-inductie behandeling.....	7
2.3 Waarnemingen.....	7
2.4 Klimaatinstellingen	8
2.5 Watergeven en bemesten.....	8
2.6 Statistische analyse van de resultaten	8
3 RESULTATEN	9
3.1 Temperatuurverloop in de kassen	9
3.2 Gewasresultaten proef effect van potverwarming	10
3.2.1 Bloeipercentage	10
3.2.2 Teeltduur	10
3.2.3 Diameter bloeiwijze	12
3.2.4 Lengte bloeiwijze	13
3.2.5 Gewicht bloeiwijze.....	14
3.2.6 Percentage droge stof bloem	14
3.2.7 Kwaliteit bloemkleur	15
3.2.8 Kwaliteit bloemvorm.....	16
3.3 Gewasresultaten oriënterende proef 1 (Effect lage teelttemperatuur na de bloei-inductie)	16
3.4 Gewasresultaten oriënterende proef 2 (Effect bij zeer lage temperatuur direct na bloei-inductie)	18
4 DISCUSSIE	19
4.1 Effect potverwarming	19
4.2 Effect verlaging ruimtetemperatuur met gebruik van potverwarming	20
4.3 Effect tijdstip bloei-inductie	20
4.4 Vergelijking resultaten met voorgaand onderzoek.....	21
5 CONCLUSIES	22

Samenvatting

Energie is een belangrijke kostenfactor in de teelt van Bromelia's.

Uit literatuurgegevens en uit eerder uitgevoerd onderzoek (2001-2002) bleek dat door het toepassen van potverwarming er mogelijkheden zijn om energie te besparen bij Guzmania, omdat tegelijkertijd de ruimtetemperatuur laag gehouden kan worden.

In de winter van 2002-2003 is een vervolgprouf uitgevoerd, waarin de effecten van potverwarming en lage ruimtetemperatuur gedurende 5 maanden vegetatieve groei op de teeltduur en bloemkwaliteit van Guzmania 'Empire' onderzocht is.

De resultaten van dit vervolgonderzoek zijn een bevestiging van het voorgaand onderzoek: Er liggen goede kansen voor energiebesparing in de teelt van Guzmania. Vooraf in de periode na de bloei-inductie is het mogelijk om, **met gebruik van potverwarming** zonder nadelige gevolgen voor de kwaliteit of de teeltduur, bij een verlaagde ruimtetemperatuur te telen.

De periode vóór de bloei-inductie ligt gevoeliger, want de reactie van de plant op de ruimtetemperatuur in termen van ontwikkelingstijd lijkt ook afhankelijk van de (buiten) lichtintensiteit. Verlaging van de ruimtetemperatuur in de periode voor bloei-inductie is mogelijk, maar bij inductie in de lichtarmste periode van het jaar zal de teeltduur toenemen. Omdat een lage ruimtetemperatuur tevens zal resulteren in een verbetering van de bloemdiameter en gewicht, hoeft het niet direct afgeraden te worden. Er zal dan afgewogen moeten worden of de eventuele opbrengstverbetering samen met de energiebesparing opwegen tegen de extra teeltduur.

In dit onderzoek zijn daarnaast twee kleinere proeven uitgevoerd die nieuwe mogelijkheden bieden voor energiebesparing ten aanzien van ondergrenzen bij het toepassen van temperatuurintegratie en voor het afvlakken van gaspieken. Allereerst is het mogelijk gebleken om één week extra lage ruimtetemperatuur toe te laten en daarna één week achteraf het tekort aan temperatuur te compenseren. Verder is het met potverwarming gelukt planten van Aechmea fasciata, Tillandsia 'Anita', Guzmania 'Rana' en Vriesea 'Christiane' te laten bloeien bij een ruimtetemperatuur van 16°C.

1 Inleiding

Om Bromelia's van goede kwaliteit te telen worden vaak hoge temperaturen aangehouden, omdat het planten zijn die van nature in tropische regenwouden voorkomen. Energie is daarom een belangrijke kostenfactor in de teelt.

Uit het temperatuuronderzoek dat bij Guzmania uitgevoerd is in 2001-2002 (PPO project 41704329) bleek dat door het toepassen van potverwarming (een elektrische mat onder de tafels of op de bodem waar de planten op staan) kansen liggen om energie te besparen. Door de potttemperatuur hoog te houden, konden de planten een lagere ruimtetemperatuur verdragen. Door de ruimtetemperatuur in de fase voor bloei-inductie (1 maand of 3 maanden) naar 16 graden te verlagen werd de bloei met één week vertraagd, maar verbeterde de kwaliteit (zwaardere en grotere bloemen bij de laagste ruimtetemperatuur) ten opzichte van de warmere (18°C en 20°C) ruimtetemperaturen.

In het onderzoek van 2002-2003 wat in dit rapport wordt beschreven zijn drie proeven in één gedaan. Allereerst (dit was de hoofdproef) is de teeltfase met lage ruimtetemperatuur en hoge potttemperatuur voor bloei-inductie verlengd naar 3 en 5 maanden om de effecten hiervan op bloei en ontwikkeling, teeltduur en bloemkwaliteit te onderzoeken. Als proefgewas is hiervoor nogmaals Guzmania "Empire" gebruikt.

Daarnaast zijn twee oriënterende proeven uitgevoerd:

- Als eerste, in de randrijen, is een onderzoek naar het effect van lage temperatuur tijdens de bloei-inductie op het percentage bloei bij 4 verschillende rassen uitgevoerd.
- Als tweede, is een kas voorzien met luchtkoeling ingezet om de effecten van een koude periode na de bloei-inductie (een week bij 12°C) gevolgd door een "temperatuurcompensatieweek" op de bloei na te gaan.

De opzet van de proef en de uitvoering zijn begeleid door de enthousiaste Begeleiding Commissie Onderzoek (BCO) bestaande uit: Eline de Vos, Cor Bak, Daniël Ottenhof, Peter van Winden en René Zeestraten.

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefplan

Het onderzoek is uitgevoerd in twee kassen van 150m² voorzien van tafels voor potplantenteelt. In elke kas waren er 16 tafels, acht aan iedere kant van het hoofdpad.

De verdeling van de tafels was als volgt:

- 8 tafels voor de hoofdproef (effect van potverwarming)
- 4 randtafels voor de oriënterende proef 1 (effect bloei-inductie bij lage temperatuur)
- 2 tafels voor de oriënterende proef 2 (effect 1 week lage temperatuur na de bloei-inductie)
- 2 tafels voor jong plantmateriaal

De hoofdproef omvatte per temperatuurbehandeling in iedere kasafdeling vier tafels (behandeling in viervoud). De pottemperatuur (tafelpotverwarming aan of uit) is per vier tafels aan één kant van het hoofdpad gehouden.

Per tafel zijn er twee veldjes, voor elke gewasleeftijd één, maar dmv. loting op vóór- of op achterhelft van de tafel geplaatst.

2.1.1 Hoofdproef: Effect van potverwarming vóór en na de bloei-inductie

Planten van *Guzmania 'Empire'* met een leeftijd van 3 en 5 maanden vóór bloei-inductie stonden in twee kassen. In één kas is de ruimtetemperatuur 16°C en in de andere 20°C. De pottemperatuur was in één helft van beide kassen 21°C door potverwarming en in de andere helft van beide kassen gelijk aan de ruimtetemperatuur doordat geen potverwarming werd toegepast.

Na de bloei-inductie werden de partijen gesplitst, één partijhelft bleef tot bloei bij dezelfde ruimtetemperatuur staan, de andere partijhelft werd tot de bloei bij de andere ruimtetemperatuur gezet. Op deze manier ontstonden 8 temperatuurcombinaties volgens het onderstaande schema (Tabel 1). Hiermee kon het effect van temperatuur in de periode voor en na inductie op ontwikkeling en percentage bloei van de behandelingen worden vastgesteld. Elke behandeling lag in viervoud.

Tabel 1: Schema temperatuurcombinaties

Ruimtetemperatuur voor bloei-inductie	Potverwarming	Ruimtetemperatuur na bloei-inductie	Potverwarming
16	Ja	16	ja
16	Ja	20	ja
16	nee	16	nee
16	nee	20	nee
20	Ja	16	ja
20	Ja	20	ja
20	nee	16	nee
20	nee	20	nee

2.1.2 Oriënterende proef 1: Effect lage temperatuur tijdens bloei-inductie

De randtafels werden gevuld met een aantal bromeliagewassen. Deze kregen een bloei-inductie bij twee verschillende ruimtetemperaturen (16 of 20°C). Op deze manier kon het effect van de verlaagde ruimtetemperatuur tijdens de bloei-inductie, op het percentage bloei voor een aantal gewassen worden onderzocht.

2.1.3 Oriënterende proef 2: Effect van één week lage ruimtetemperatuur na de bloei-inductie

In de maand januari zijn Guzmania 'Empire' uit randtafels van de hoofdproef één week bij lagere temperatuur gezet: 12°C i.p.v. 16°C en 16 i.p.v. 20. Daarna werd gedurende één week de lage temperatuur gecompenseerd door verhoogde temperaturen: 20°C na 12°C en 24°C na 16°C. Zo is onderzocht of Guzmania voor korte tijd een koudere periode kan verdragen als er naderhand gecompenseerd wordt. Dit kan voor telers interessante informatie opleveren in verband met het afsluiten van een gascontract in de vrije markt.

2.2 Proefuitvoering

- De proef is uitgevoerd in twee kasafdelingen, één met 16°C en één met 20°C.
- In beide afdelingen is in één helft van de kas bij alle tafels de potttemperatuur op 21°C gehouden. (Om de warmteafgifte en dus de ruimtetemperatuur bij de afdeling met 16 °C te beperken en de potttemperatuur te beheersen, zijn de tafelijzijkanten afgesloten met plastic folie.)
- Begin oktober zijn twee partijen van Guzmania 'Empire' in de kassen geplaatst. De planten staan in 9 cm plastic pot.
De planten die na drie maanden konden worden behandeld voor bloei-inductie stonden op enige afstand van elkaar: 9*9 per netto m². De planten die na vijf maanden behandeld werden stonden tegen elkaar (niet in het verband): 12*12 per netto m². Na acht weken vanaf het begin van de proef werden de planten wijder gezet: 9*9 per netto m².
Vóór de bloei-inductie met ethyleen werden de planten op eindafstand gezet: 7*7 planten per netto m². Na bloei-inductie werd de helft van iedere partij naar de andere kas met andere temperaturen verplaatst.

2.2.1 Bloei-inductie behandeling

De behandeling om de bloemaanleg te laten plaatsvinden is gedaan door middel van het begieten van de plant met een oplossing van acetyleen. Deze oplossing is gemaakt door gedurende één uur zuiver acetyleengas door 100 l water te laten borrelen. Deze oplossing werd direct gebruikt. Er werd ongeveer 100 ml per koker per keer gegeven.

De oudere planten zijn twee keer en de jonge planten drie keer per plant begoten met een tussenperiode van één dag.

Omdat de partijen verschillen in leeftijd was de bloei-inductie niet gelijk, de oudste partij werd op 1 januari behandeld, de andere partij op 1 maart (veilrijp half april en half mei).

2.3 Waarnemingen

Temperaturen: In beide afdelingen werd van een jong en ouder gewas met en zonder potverwarming de lucht- en potttemperatuur per 10 minuten gemeten, per half uur gemiddeld en vervolgens vastgelegd. Naast de regel-ruimtetemperatuur (klimaatcomputer) is de ruimtetemperatuur gemeten direct boven het gewas.

Gewas: Op het moment dat de planten veilrijp waren, werden van 20 planten per proefveld de volgende gegevens vastgelegd:

- veilstadium
- aantal bladeren
- bloemdiameter
- afwijkende bloemkleur
- versgewicht blad
- versgewicht bloem
- droge stof blad
- droge stof bloem

2.4 Klimaatinstellingen

De kasttemperatuur is geregeld door de zogenaamde Flucon-box. Deze elektronische meetbox hangt ongeveer 40 cm boven het gewas. Aan de hand van de metingen werd het klimaat geregeld. Er is zuivere CO₂ gedoseerd; 300 ppm bij geopende en tot 500 ppm bij gesloten ramen. De luchtvochtigheid werd tussen de 60% en 65% geregeld op vochtdeficit > 3, 5 (g/kg) met luchtbevochtiging. Er werd geschermd bij een globale instraling >300 W/m².

2.5 Watergeven en bemesten

Watergeven gebeurde 1 á 2 keer per week (naar behoefte) óver het gewas. Bemest werd met voedingsoplossing met EC 0,7 mS/cm. De samenstelling van de voedingsoplossing is in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2: Samenstelling van de voedingsoplossing

Hoofdelementen (mmol/l water)	NH ₄ ⁺ 0,5	K ⁺ 2,4	Ca ⁺⁺ 1,3	Mg ⁺⁺ 0,3	NO ₃ ⁻ 4,6	H ₂ PO ₄ ⁻ 0,65	SO ₄ ⁻ 0,425
Spoorelementen (µmol/l water)	Fe 15	Mn 5	Zn 0	B 10	Cu 0,5	Mo 0,5	

2.6 Statistische analyse van de resultaten

De beoordelingen en metingen van de resultaten zijn statistisch geanalyseerd door middel van ANOVA en REML met behulp van Genstat-software.

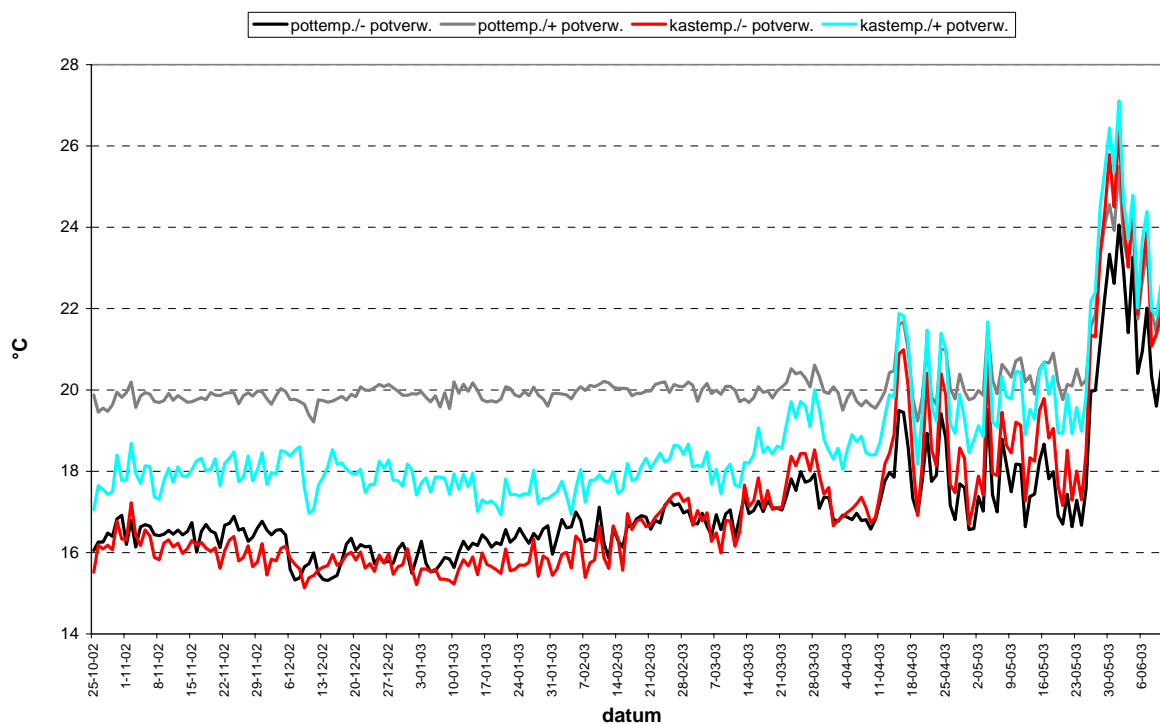


Foto 1. Overzicht van de proef

3 Resultaten

3.1 Temperatuurverloop in de kassen

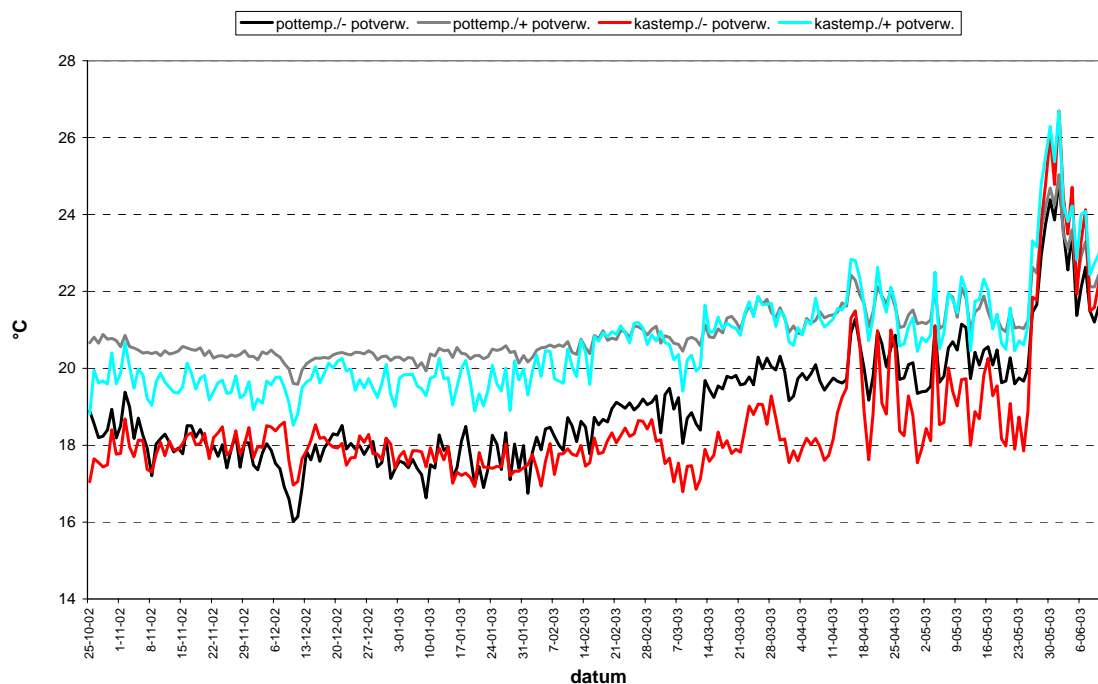
Figuur 1 geeft de gemeten temperatuur in de kas met 16°C ingestelde ruimtetemperatuur grafisch weer. De aanwezigheid van de potverwarming hield de potttemperatuur op gemiddeld 20.1°C. Zonder potverwarming was de gemiddelde temperatuur 17.0°C. Daarnaast heeft de potverwarming direct effect op de temperatuur van de lucht direct boven het gewas. Gemiddeld over de hele periode was de ruimtetemperatuur in deze kas 18,5 °C boven de tafels met potverwarming en 16,9 °C boven de tafels zonder potverwarming. Vanaf half april werd zowel de pot- als de ruimtetemperatuur door de hoge buitentemperaturen sterk beïnvloed, en werd de ingestelde 16°C ruimtetemperatuur niet meer gehaald.



Figuur 1: Verloop van de pot- en ruimtetemperatuur (net boven het gewas) in de kas met 16°C ingestelde ruimtetemperatuur.

Figuur 2 geeft de gemeten temperatuur in de kas met 20°C ingestelde ruimtetemperatuur grafisch weer. Ook in deze afdeling was de potttemperatuur stabiel en was gemiddeld 20.9 °C (zonder potverwarming 18,9 °C). Ook hier was de lucht direct boven het gewas warmer dan bij de tafels zonder potverwarming: Gemiddeld over de hele periode was de ruimtetemperatuur 20,6 °C boven de tafels met potverwarming en 18,2 °C boven de tafels zonder potverwarming.

Bijlage 1 geeft voor beide kassen de gemiddelde ruimte- en potttemperaturen vóór en na de bloei-inductie weer.



Figuur 2. Verloop van de pot- en ruimtetemperatuur (net boven het gewas) in de kas met 20°C ingestelde ruimtetemperatuur.

3.2 Gewasresultaten proef effect van potverwarming

3.2.1 Bloeipercentage

Het percentage planten dat bloeit na de bloei-inductie is een belangrijk gegeven bij de bloei van Bromeliaceae. Dit zou door verschillende factoren (temperatuur, licht, voeding, plantleeftijd) kunnen worden beïnvloed. In dit onderzoek was het percentage bloei van alle *Guzmania* 100%.

3.2.2 Teeltduur

Tabel 3 geeft de gemiddelde teeltduur na bloei-inductie in weken van de planten die geteeld zijn met en zonder potverwarming bij beide ruimtetemperaturen.

Tabel 3. Teeltduur van bloei-inductie tot bloei in weken

Behandeling				Teeltduur na bloei-inductie (in weken)	
Ruimtetemperatuur vóór bloei-inductie	Teeltduur tot bloei-inductie	Bloei-inductie	Ruimtetemperatuur na bloei-inductie	Geen potverwarming	potverwarming
16°C	3 maanden	januari	16°C	18	16
16°C			20°C	18	16
20°C			16°C	14	12
20°C			20°C	14	12
16°C	5 maanden	maart	16°C	15	13
16°C			20°C	15	13
20°C			16°C	13	13
20°C			20°C	13	13

De gemiddelde teeltduur over alle behandelingen was bij de planten met drie maanden teelt vóór de bloei-inductie langer dan bij de teelt van vijf maanden vóór de bloei-inductie. Dit kan een effect zijn van een aantal factoren:

- Het jaargetijde waarop de plant is geteeld: naar het voorjaar toe met meer licht is de ontwikkeling sneller. Dit is bekend vanuit de literatuur; de teeltduur vanaf bloei-inductie tot veilrijp kan bij sommige bromeliagewassen verdubbelen (Zimmer, 1986) afhankelijk van het lichtniveau.
- Het lichteffect kan versterkt zijn door de totaal ontvangen temperatuursom tot het moment van bloei-inductie en mogelijk ook daarna.

Uit de resultaten komt duidelijk naar voren dat:

- Bij de bloei-inductie in januari, na 3 maanden teelt, de teeltduur verkort kon worden met 2 weken door het gebruik van potverwarming. Dit verschil is statistisch significant.
- Bij de bloei-inductie in maart, na 5 maanden teelt, de teeltduur verkort kon worden met 2 weken door het gebruik van potverwarming alléén bij een gemiddelde etmaaltemperatuur vóór de bloei-inductie van 16°C.
- Bij 3 maanden teelt voor de bloei-inductie (januari), de ruimtetemperatuur vóór de bloei-inductie heel belangrijk leek voor de teeltduur. (20°C gaf een verkorting van de teelt van 4 weken t.o.v. de 16°C)
- Bij 5 maanden teelt vóór de bloei-inductie (maart), de teeltduur slechts met 2 weken verkort werd door een hogere ruimtetemperatuur vóór de bloei-inductie
- De ruimtetemperatuur na de bloei-inductie geen effect meer had op de teeltduur.



Foto 2. Overzicht van de 16°C behandeling zonder potverwarming (12 weken na bloei-inductie)



Foto 3. Overzicht van de 20°C behandeling met potverwarming (12 weken na bloei-inductie)

3.2.3 Diameter bloeiwijze

De gemiddelde diameter van elke behandeling is in tabel 4 weergegeven.

De resultaten vertonen een grote spreiding. De grootste gemiddelde diameter van 15,2 cm werd bereikt bij de warmste teelt met de langste teeltduur vóór de bloei-inductie. De kleinste diameter van gemiddeld 11,2 cm deed zich voor bij de koudste teelt met maar een maand teelt vóór de bloei-inductie. De gemiddelde grootte van de bloeiwijze bij de bloei-inductie in januari was 12,7 cm en bij behandeling in maart 14,6 cm.

Tabel 4. Diameter bloeiwijze (in cm)

Behandeling				Diameter bloeiwijze (in cm)	
Ruimtetemperatuur vóór bloei-inductie	Teeltduur tot bloei-inductie	Bloei-inductie	Ruimtetemperatuur na bloei-inductie	Geen potverwarming	potverwarming
16°C	3 maanden	januari	16°C	11.2	13.0
16°C			20°C	11.7	12.8
20°C			16°C	13.4	13.3
20°C			20°C	13.0	13.5
16°C	5 maanden	maart	16°C	13.7	14.7
16°C			20°C	15.1	13.9
20°C			16°C	14.3	14.6
20°C			20°C	15.2	15.1

Conclusies diameter bloeiwijze:

- De potverwarming had alleen effect op de bloem diameter bij de korte voortelt bij 16°C.
- 5 maanden teelt vóór de bloei-inductie gaf significant grotere bloemen dan 3 maanden.
- De ruimtetemperatuur na de bloei-inductie had geen eenduidig effect op de bloem diameter
- Bij bloei-inductie in januari had de ruimtetemperatuur vóór de bloei-inductie een positief effect op bloem diameter; dit verschil is statistisch significant.

3.2.4 Lengte bloeiwijze

De lengte van de bloeiwijze is gemeten vanaf de potrand tot aan de bovenkant. De gemiddelde lengte per behandeling is in tabel 5 weergegeven. De kortste bloeiwijze was gemiddeld 19,4 cm en kwamen voor in de warmste teelt met 3 maanden teelt; de langste bloeiwijze was 22,9 cm.

Tabel 5. Gemiddelde lengte bloeiwijze in cm

Behandeling				Lengte bloeiwijze (in cm)	
Ruimtetemperatuur vóór bloei-inductie	Teeltduur tot bloei-inductie	Bloei-inductie	Ruimtetemperatuur na bloei-inductie	Geen potverwarming	potverwarming
16°C	3 maanden	januari	16°C	21,8	22,5
16°C			20°C	22,3	22,7
20°C			16°C	19,7	19,6
20°C			20°C	19,4	19,7
16°C	5 maanden	maart	16°C	20,7	21,9
16°C			20°C	22,1	21,9
20°C			16°C	21,6	22,3
20°C			20°C	21,6	22,9

- Het gebruik van potverwarming had geen significant effect op de bloemlengte.
 - De ruimtetemperatuur na de bloei-inductie had geen significant effect op bloemlengte
- Bij bloei-inductie in januari had de temperatuur vóór de bloei-inductie een significant effect op de bloemlengte: deze was bij 16°C gemiddeld langer (22,3 cm) dan bij 20°C (19,6 cm).

3.2.5 Gewicht bloeiwijze

Het versgewicht van de bloeiwijze is bepaald door planten af te snijden en bloem inclusief steel eruit te halen en te wegen.

De gemiddelde versgewichten (tabel 6) van de bloeiwijzen namen toe met de temperatuur na de bloei-inductie, ongeacht of de extra temperatuur gegeven werd via de potverwarming of via een verhoogde ruimtetemperatuur.

Tabel 6. Versgewicht bloeiwijze in grammen

Behandeling				Gewicht bloeiwijze (in g)	
Ruimtetemperatuur vóór bloei-inductie	Teeltduur tot bloei-inductie	Bloei-inductie	Ruimtetemperatuur na bloei-inductie	Geen potverwarming	potverwarming
16°C	3 maanden	januari	16°C	26.6	30.4
16°C			20°C	30.4	30.2
20°C			16°C	26.5	27.2
20°C			20°C	27.4	24.9
16°C	5 maanden	maart	16°C	28.4	33.2
16°C			20°C	35.2	32.3
20°C			16°C	31.9	36.1
20°C			20°C	36.9	36.7

- Bloei-inductie in maart gaf (gemiddeld over ruimtetemperatuur en potverwarming) statistisch betrouwbaar zwaardere bloemen (33,8 gram) dan de bloei-inductie in januari (28,0 gram). Blijkbaar is het voordeel van temperatuur groter met meer licht.
- De temperatuur voor de bloei-inductie bij de korte voorteelt had effect op de bloemgewichten: bij 16 graden was de bloem zwaarder (gemiddeld 29.4 gram) dan bij 20°C (gemiddeld 26.5 gram).
- Wanneer de temperatuur zowel vóór als na de bloei-inductie laag is (16°C), had potverwarming een positief effect op het versgewicht van de bloem (ruim 4 gram extra gemiddeld per bloem).

3.2.6 Percentage droge stof bloem

Een hoger percentage droge stof in de bloeiwijze van bromelia geeft een steviger plant. Ook de houdbaarheid van de plant zou beter zijn bij een hoger drogestof percentage.

Om deze te bepalen, zijn de bloemen, na het bepalen van de versgewichten, bij 80°C gedroogd en weer afgewogen.

Tabel 7 geeft de drogestof percentages van de verschillende behandelingen weer.

Tabel 7. Percentage droge stof van het bloemgewicht

Behandeling				Droge stof percentage	
Ruimtetemperatuur vóór bloei-inductie	Teeltduur tot bloei-inductie	bloei-inductie	Ruimtetemperatuur na bloei-inductie	Geen potverwarming	potverwarming
16°C	3 maanden	januari	16°C	12.6	12.0
16°C			20°C	12.7	11.8
20°C			16°C	12.0	11.2
20°C			20°C	12.2	11.4
16°C	5 maanden	maart	16°C	10.7	13.6
16°C			20°C	11.1	12.3
20°C			16°C	9.7	10.5
20°C			20°C	10.8	11.4

- Bij 16°C teelt vóór de bloei-inductie was er, gemiddeld over met of zonder potverwarming en drie of vijf maanden voorteelt, een hoger percentage droge stof in de bloem.
- Bij bloei-inductie in januari was er door potverwarming (gemiddeld over temperatuur vóór en na bloei-inductie) een betrouwbaar lager percentage droge stof in de bloem (12,4% zonder verwarming en 11,6% met verwarming).
- Bij bloei-inductie in maart, gebeurde het tegenovergestelde: zonder potverwarming was het percentage droge stof significant lager

3.2.7 Kwaliteit bloemkleur

De bloemkleur is bij de oogst visueel beoordeeld. Een goede bloemkleur (rood) werd aangeduid met het cijfer 2; een slechte bloemkleur heeft het cijfer 1 gekregen. Hoe hoger de gemiddelde score (tabel 8), hoe beter de bloemkleur is beoordeeld.

Tabel 8. Beoordeling bloemkleur (schaal: 1= slecht, 2= goed)

Behandeling				Bloemkleur	
Ruimtetemperatuur vóór bloei-inductie	Teeltduur tot bloei-inductie	bloei-inductie	Ruimtetemperatuur na bloei-inductie	Geen potverwarming	potverwarming
16°C	3 maanden	januari	16°C	1.7	1.9
16°C			20°C	1.8	2.0
20°C			16°C	1.8	1.9
20°C			20°C	1.9	1.9
16°C	5 maanden	maart	16°C	1.5	1.6
16°C			20°C	1.4	1.9
20°C			16°C	1.4	1.5
20°C			20°C	1.8	1.5

- Bij bloei-inductie in januari was door potverwarming (gemiddeld over temperatuur vóór en na bloei-inductie) de bloemkleur betrouwbaar beter (1,9 zonder verwarming en 1,8 met verwarming).
- Bij bloei-inductie in maart had de potverwarming geen betrouwbaar effect op de bloemkleur.
- Tussen het tijdstip van bloei-inductieën was er (gemiddeld over de temperatuur en de potverwarming) een verschil in bloemkleur: bloei-inductie in januari gaf een betere kleur (1,8) dan bloei-inductie in maart (1,5).
- De ruimtetemperatuur na de bloei-inductie had geen duidelijk effect op de bloemkleur.

3.2.8 Kwaliteit bloemvorm

Evenals de bloemkleur, is bij de oogst de bloemvorm visueel beoordeeld. Een goede bloemvorm wordt aangeduid met het cijfer 2; een slechte bloemvorm heeft het cijfer 1 gekregen. Hoe hoger de gemiddelde score (tabel 9), hoe beter de bloemvorm.

Tabel 9. Beoordeling bloemvorm (schaal: 1=slecht, 2= goed)

Behandeling				Bloemvorm	
Ruimtetemperatuur vóór bloei-inductie	Teeltduur tot bloei-inductie	bloei-inductie	Ruimtetemperatuur na bloei-inductie	Geen potverwarming	potverwarming
16°C	3 maanden	januari	16°C	1.4	1.9
16°C			20°C	1.7	1.9
20°C			16°C	2.0	2.0
20°C			20°C	2.0	2.0
16°C	5 maanden	maart	16°C	1.9	2.0
16°C			20°C	2.0	2.0
20°C			16°C	2.0	2.0
20°C			20°C	2.0	2.0

- Bij bloei-inductie in januari was door potverwarming (gemiddeld over temperatuur vóór en na bloei-inductie) de bloemvorm betrouwbaar beter (1,8 zonder verwarming en 1,9 met verwarming).
- Bij bloei-inductie in januari had de vóórteelt van 3 maanden bij 16°C een negatief effect op de bloemvorm. Deze verbeterde door het gebruik van de potverwarming.
- Als de bloei-inductie in maart werd toegepast, had de potverwarming geen effect op de bloemvorm.
- Tussen het tijdstip van de bloei-inductieën was er (gemiddeld over de temperatuur en de potverwarming) een significant verschil in bloemvorm: bloei-inductie in maart gaf een betere vorm (2,0) dan bloei-inductie in januari (1,9).

3.3 Gewasresultaten oriënterende proef 1 (Effect lage teelttemperatuur na de bloei-inductie)

In de randrijen van de hoofdproef waren planten van 4 verschillende rassen (Aechmea fasciata, Guzmania 'Rana', Tillandsia 'Anita', Vriesea 'Christiane') geplaatst. Hiervan is het effect van de combinatietemperaturen direct na de bloei-inductie op het percentage bloei bepaald. Daarnaast is van deze planten ook geregistreerd hoelang het duurde voor ze veilirijp werden. Indien van toepassing, is het aantal planten met misvormde bloemen genoteerd.

Deze waarnemingen zijn samengevat in Tabel 10. De koudste teelten resulteerden bij alle soorten in een langere teeltduur. De beste resultaten in termen van bloei zijn bereikt met *Guzmania* 'Rana' en *Vriesea* 'Christiane'. Bij deze soorten bloeiden alle planten ongeacht de teelttemperatuur zonder nadelige effecten voor de bloemvorm.

Tabel 10: Percentage bloei, percentage misvormde bloemen en teeltduur van 4 soorten bij de temperatuurcombinaties.

Soort	Ruimte-temperatuur	Substraat-temperatuur	% bloei	misvormde bloemen (in %)	teeltduur (in weken na bloeiinductie)
<i>Aechmea fasciata</i>	16	16	83	97	15
	16	21	100	27	12
	20	20	100	9	10
	20	21	100	3	9
<i>Guzmania</i> 'Rana'	16	16	100	0	17
	16	21	100	0	15
	20	20	100	0	13
	20	21	100	0	12
<i>Tillandsia</i> 'Anita'	16	16	92	65	>19
	16	21	100	47	>19
	20	20	97	45	17
	20	21	95	40	17
<i>Vriesea</i> 'Christiane'	16	16	100	0	>19
	16	21	100	0	19
	20	20	100	0	18
	20	21	100	0	17

Bij *Aechmea Fasciata* was de lage temperatuur 16°C zonder potverwarming (pottemperatuur 16°C) zeer nadelig voor de bloei: 17% van de planten bloeiden onder deze omstandigheden helemaal niet. Van de bloeiende planten, vertoonde het overgrote deel (97%) misvormde bloemen.

Door het gebruik van de potverwarming bij dezelfde ruimtetemperatuur werd het percentage bloei verhoogd tot 100%; daarnaast daalde het percentage misvormingen naar 27%.

Ook de teeltduur werd door de potverwarming positief beïnvloed: 12 weken in plaats van 15 weken zonder potverwarming.

De bloemen van *Tillandsia* 'Anita' vertoonden een hoog percentage misvormde bloemen bij alle temperatuurcombinaties. Bij de combinatie 16-16 was dit met 65% het hoogst. De bloei leek ook niet afhankelijk van de temperatuurcombinatie, aangezien bij alle combinaties het percentage > 90% lag.

De resultaten zijn niet echt verrassend; voor zover de omstandigheden goed te vergelijken zijn, zijn er grote overeenkomsten met resultaten beschreven in diverse (internationale) onderzoeken. Voor de geïnteresseerden, verwijzen wij naar het literatuuronderzoek "Temperatuur en bloei bij *Bromelia*", van Casper Slootweg (PPO, 2001).

3.4 Gewasresultaten oriënterende proef 2 (Effect week bij zeer lage temperatuur direct na bloei-inductie)

In de maand januari zijn Guzmania 'Empire' uit randtafels van de hoofdproef één week in twee airco kasjes bij een nog lagere temperatuur gezet: 12°C i.p.v. 16°C en 16 i.p.v. 20. Daarna zijn gedurende één week de lage temperaturen gecompenseerd door verhoogde temperaturen: 20°C na 12°C en 24°C na 16°C. Na deze "compensatieweek" zijn de planten teruggeplaatst in de oorspronkelijke kas. Op deze wijze is onderzocht of Guzmania voor korte tijd een koudere periode kan verdragen als er naderhand gecompenseerd wordt met een verhoogde temperatuur. Dit met het oog op de mogelijkheid om gaspieken af te vlakken.

Van 20 planten per behandeling is op het moment dat de planten veilrijp waren, de bloemdiameter gemeten. Tevens zijn bloemvorm en bloemkleur beoordeeld. De resultaten staan in tabel 11. Het percentage bloei was bij alle behandelingen 100%.

Tabel 11: Effect van een week bij zeer lage temperatuur op de teeltduur en de bloemkwaliteit.

Temp. vóór bloei-inductie		(ruimte) temp. na bloeibeh.		weken tot bloei	Bloem diameter in cm	bloemvorm sl=slecht g=goed	bloemkleur sl=slecht g=goed
ruimte	substraat	Koude week	Compensatie week				
16	16	12	20	18	11,7	8 sl / 12 g	7 sl / 13 g
16	21	12	20	17	12,6	0 sl / 20 g	4 sl / 16 g
20	20	16	24	15	13,6	0 sl / 20 g	4 sl / 16 g
20	21	16	24	14	12,9	0 sl / 20 g	3 sl / 17 g

Vergeleken met de Guzmania Empire uit de hoofdproef (die de extra koude periode niet meegemaakt hebben, zie tabel 2), hadden deze planten geen noemenswaardige verlenging van de teeltduur. Ook de bloemdiameter was goed te vergelijken met de diameters uit de hoofdproef (tabel 3). De bloemvorm leek niet meet te lijden onder de 12 graden periode gecompenseerd door de 20°C periode dan in de 16 / 16 behandeling van de hoofdproef (gemiddelde score van deze planten in de 1-2 vorm schaal was 1.6, tegen 1.4 in de hoofdproef, zie 3.2.8). Rond 1/4 van de planten vertoont een slechtere bloemkleur bij alle behandelingen. Het is niet duidelijk of deze een direct gevolg was van de koude periode.

4 Discussie

De voorgaande pagina's geven een overzicht van de resultaten van elke behandelingscombinatie afzonderlijk op elke waargenomen gewasparameter (teeltduur, bloemlengte, bloemdiameter, bloemgewicht, droge stof percentage bloem, vorm en kleur van de bloem).

De overzichten hieronder laten in een oogopslag zien wat de effecten of deze bloemparameters zijn van de drie hoofdvariabelen van de hoofdproef, namelijk

- het effect van potverwarming bij de verschillende ruimtetemperatuur behandelingen
- het effect van ruimtetemperatuur verlaging (met als doel energiebesparing) bij een constant gebruik van de potverwarming
- het effect van het tijdstip van bloei-inductie

4.1 Effect potverwarming

In Tabel 12 zijn de (statisch betrouwbare) effecten van potverwarming bij de verschillende ruimte temperatuurcombinaties (voor/na de bloei-inductie) weergegeven. Omdat het tijdstip van de bloei-inductie (januari of maart) voor veel parameters een groter effect heeft dan de temperatuurbehandelingen, of omdat het invloed heeft op de mate waarop de planten op de temperatuurbehandeling reageren, worden de partijen in het overzicht apart gehouden.

Tabel 12. Overzicht van effecten van verschillende behandelingscombinaties op gewaskenmerken, + = positief effect

Ruimtetemperatuur (°C) voor bloei-inductie	Tijdstip bloei-inductie	Ruimtetemperatuur (°C) na bloei-inductie	Effect van potverwarming op				Vorm en kleur
			teeltduur	Bloem lengte	Bloem diameter	Bloem gewicht	
16	januari	16	+ (- 2 wk)	geen	+ (+2 cm)	+ (+4 g)	+
16		20	+ (- 2 wk)	geen	+ (+1 cm)	geen	
20		16	+ (- 2 wk)	geen	Geen	geen	
20		20	+ (- 2 wk)	geen	Geen	geen	
16	maart	16	+ (- 2 wk)	geen	+ (+1 cm)	+ (+5 g)	geen
16		20	+ (- 2 wk)	geen	- (- 1 cm)	geen	
20		16	geen	geen	Geen	+ (+4 g)	
20		20	geen	geen	geen	geen	

In dit overzicht komt duidelijk naar voren dat het gebruik van potverwarming een positief effect of geen effect heeft op de plantkwaliteit: de bloemlengte wordt niet beïnvloed, terwijl de bloemdiameter en bloemgewicht worden verbeterd of niet beïnvloed.

Potverwarming heeft in bijna alle behandelingcombinaties een positief effect op de teeltduur, die bijna onveranderlijk met gemiddeld 2 weken wordt verkort. Een uitzondering hierop is de teeltduur bij ruimtetemperatuur 20°C voor de bloei-inductie én bloei-inductie in maart. Bij een bepaald totaal ontvangen temperatuur (zie hieronder) wordt de teeltduur niet meer verkort door het gebruik van potverwarming. Bovendien, onder invloed van meer licht, wordt de teeltduur zodanig verkort, dat het toevoegen van meer temperatuur in de vorm van potverwarming geen effect meer heeft.

4.2 Effect verlaging ruimtetemperatuur met gebruik van potverwarming

Wat is dan het effect van het, met als doel energiebesparing, verlagen van de ruimtetemperatuur tot 16°C, mits de wortels op 20°C worden gehouden door midden van potverwarming? De significante effecten zijn in Tabel 13 samengevat. Evenals het voorgaande overzicht, worden de effecten per tijdstip van de bloei-inductie (januari of maart) apart gehouden.

Tabel 13. Overzicht van effecten van verschillende behandelingscombinaties op gewassenmerken, + = positief effect

Moment temperatuur verlaging	Tijdstip bloei-inductie	Effect van temperatuurverlaging op					
		teeltduur	Bloem lengte	Bloem diameter	Bloem gewicht	Vorm en kleur	% droge stof
Ruimtetemperatuur verlaagd voor bloei-inductie	januari	-(+ 4 wk)	+ (+3 cm)	+ (0.5cm)	+ (+ 4 g)	Geen	+
Ruimtetemperatuur verlaagd na bloei-inductie		Geen	Geen	Geen	Geen	Geen	geen
Ruimtetemperatuur verlaagd voor bloei-inductie	maart	Geen	Geen	+ (+1cm)	- (- 3 g)	Geen	+
Ruimtetemperatuur verlaagd na bloei-inductie		geen	geen	geen	geen	geen	geen

Het verlagen van de ruimtetemperatuur **na** de bloei-inductie heeft in deze proef bij gebruik van potverwarming geen effect gehad op teeltsnelheid of bloemkwaliteit. Het is dus een aan te bevelen maatregel om energie te besparen bij Guzmania.

Het verlagen van de ruimtetemperatuur **voor** de bloei-inductie heeft geen effect op teeltsnelheid of bloemkwaliteit bij bloei-inductie in maart.

Bij bloei-inductie in januari heeft echter het verlagen van de ruimtetemperatuur **voor** de bloei-inductie tot 16°C een negatief effect op de teeltduur na de bloei-inductie. Die wordt met 4 weken verlengd ten opzichte van een ruimtetemperatuur van 20°C in dezelfde periode. Maar dat levert een langere, zwaardere en grotere bloem, met een hoger percentage droge stof. De energiebesparing en de eventuele meeropbrengst van deze zwaardere kwaliteit moet dan opwegen tegen de extra week vierkante meters.

4.3 Effect tijdstip bloei-inductie

Het tijdstip van de bloei-inductie (januari of maart) blijkt in deze proef voor een aantal van de onderzochte parameters een groter effect te hebben dan de verschillende toegepaste temperatuurbehandelingen. Soms zijn de effecten van een bepaalde temperatuurbehandeling zelfs tegenstrijdig voor de partijen die in januari of in maart zijn geïnduceerd.

Meetparameter	Bloei-inductie januari	Bloei-inductie maart
Teeltduur	Teeltduur 3 weken langer	Teeltduur 3 weken korter
Bloemgewicht	Lichtere bloemen	Zwaardere bloemen
Bloemkleur	Betere kleur	Fletsere kleur
Bloemvorm	Slechtere vorm	Betere vorm
Droge stof %	lager ds % door potverwarming	hoger ds % door potverwarming
Bloemlengte	Luchttemp. voor bloei-inductie positief effect op lengte	Luchttemp. voor bloei-inductie geen effect op lengte
Bloemdiameter	Luchttemp. voor bloei-inductie positief effect op diameter	Luchttemp. voor bloei-inductie geen effect op diameter

De rol van licht tijdens en in de periode direct na de bloei-inductie is het enige wat deze reactieverschillen van de planten op de temperatuurbehandelingen kan verklaren. Literatuurgegevens ondersteunen deze waarneming. Zowel tijdens de inductie als in de periode na de inductie, blijkt licht een aanzienlijke invloed tijdens de generatieve fase op de ontwikkeling van de bloem en de kwaliteit van de zich ontwikkelende bloem.

Voor de overgang van vegetatieve naar generatieve fase zijn op korte termijn veel assimilaten nodig. Bij te weinig licht worden die niet of slechts in mindere mate gevormd. Omdat de aanmaak van assimilaten ook temperatuurafhankelijk is (hoe lager de temperatuur, hoe trager het metabolisme), kan dit verklaren waarom in de fase voor bloei-inductie in januari, de ruimtetemperatuur belangrijk wordt: mogelijk is de aanmaak van assimilaten bij laag licht en lage temperatuur onvoldoende voor de bloemontwikkeling.

4.4 Vergelijking resultaten met voorgaand onderzoek

De resultaten van dit onderzoek komen in grote mate overeen met de resultaten van het voorgaande onderzoek (van der Hulst 2003). Ook daar was gezien dat het met een verlaagde ruimtetemperatuur telen van *Guzmania* mogelijk was mits de wortels door middel van potverwarming warm werden gehouden. In het voorgaand onderzoek zijn planten onder drie ruimtetemperaturen geteeld één en drie maanden vóór de bloei-inductie. Uit het onderzoek bleek dat het moment van de bloei-inductie (toen ook januari en maart) een grote invloed had op de teeltsnelheid. Het verschil, waarbij de bloei-inductie in januari toegepast werd (na één maand teelt bij lage ruimtetemperatuur), en de bloei-inductie in maart toegepast (na drie maanden) was toen één week sneller voor de planten die in maart zijn geïnduceerd.

In ons vervolgonderzoek, waarbij de periode tot bloei-inductie verlengd is tot 5 maanden, zijn wij een teeltduur verschil na inductie van gemiddeld drie weken in het voordeel van de planten die in maart geïnduceerd zijn.

5 Conclusies

Er liggen goede kansen voor energiebesparing in de teelt van *Guzmania*. Vooral in de periode na de bloei-inductie is het absoluut mogelijk om, met gebruik van potverwarming (potverwarming heeft in bijna alle behandelingcombinaties een positief effect op de teeltduur) zonder nadelige gevolgen voor de kwaliteit of de teeltduur, bij een verlaagde ruimtetemperatuur te telen.

De periode voor de bloei-inductie ligt gevoeliger, want de reactie van de plant op de ruimtetemperatuur in termen van ontwikkelingstijd ook afhankelijk lijkt van de (buiten) lichtintensiteit. Verlaging van de ruimtetemperatuur in de periode voor bloei-inductie kan, maar bij inductie in de lichtarmste periode van het jaar zal de teeltduur toenemen. Omdat het tevens zal resulteren in een verbetering van de bloemdiameter en gewicht, hoeft het niet direct afgeraden te worden. Er zal dan afgewogen moeten worden of de eventuele opbrengstverbetering samen met de energiebesparing opwegen tegen de extra teeltduur.

De resultaten van de proef naar het effect van één week lage temperatuur en daarna één week compenseren bewijzen dat het gewas in staat is lage temperaturen te verdragen. Met een week 12°C echter lijkt wel een ondergrens te worden bereikt wat betreft bloemvorm en bloemkleur. Dit opent mogelijkheden voor het toelaten van korte periodes tot 12°C bij *Guzmania* bij het toepassen van temperatuurintegratie en voor het afvlakken van gaspieken.

Met potverwarming is het gelukt planten van *Aechmea fasciata*, *Tillandsia 'Anita'*, *Guzmania 'rana'* en *Vriesea 'Christiana'* te laten bloeien bij een ruimtetemperatuur van 16°C. Bij vooral de eerste twee genoemde, is 16°C waarschijnlijk toch iets aan de lage kant, gezien de effecten op de bloemvorm. Dat is de conclusie uit het proefje naar de bloei van 4 verschillende *Bromelia*'s bij lage ruimtetemperatuur met en zonder potverwarming.

Literatuur

Slootweg, C. (2001). Temperatuur en bloei bij Bromelia, literatuurstudie. Interne publicatie PPO Aalsmeer.

Van der Hulst, J.P. en Straver, N.A. (2003). Temperatuuronderzoek in relatie tot energiebesparing en bloei bij Guzmania. PPO rapport, projectnummer 41704329.

Van der Hulst, J.P. (2003). Temperatuur in Bromeliateelt uitgebreid onderzocht. Vakblad voor de Bloemisterij, 49. p. 55.

Van Telgen, H.J. (2003). Bloei-inductie bij Bromeliaceae. Literatuurstudie naar effectiviteit van bloei-inductie en bloeiresultaat in relatie tot inductierijpheid. PPO rapport 41616022.

Bijlage 1. Gerealiseerde ruimte- en pottemperaturen

behandeling									
periode voor inductie		3 mnd	3 mnd	5 mnd	5 mnd	3 mnd	3 mnd	5 mnd	5 mnd
potverwarming		+	-	+	-	+	-	+	-
		ruimtetemperatuur				pottemperatuur			
kas 16°C	voor bloei-inductie	17.9	15.9	17.9	16	19.8	16.2	19.9	16.3
	na bloei-inductie	18.4	17.1	20.1	19	20	17	20.7	18.3
kas 20°C.	voor bloei-inductie	19.6	17.9	20.1	17.8	20.4	17.9	20.5	18
	na bloei-inductie	20.4	17.9	21.8	19.6	20.7	18.6	21.8	20.5