



WAGENINGEN UR

For quality of life

Innovatief Teeltsysteem Alstroemeria

Onderzoek naar het lange termijn effect van teelt op substraat

Caroline Labrie & Gerrit Heij



Productschap



Tuinbouw

Voor een bloeiende zaak

Rapport 198



WAGENINGEN UR

For quality of life

Innovatief Teeltsysteem Alstroemeria

Onderzoek naar het lange termijn effect van teelt op substraat

Caroline Labrie & Gerrit Heij

© 2008 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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 Wageningen UR Glastuinbouw



Projectnummer Productschap Tuinbouw: 12248

Projectnummer Wageningen UR Glastuinbouw: 3241710800

Wageningen UR Glastuinbouw

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

Inhoudsopgave

	pagina
Abstract	1
Voorwoord	3
Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Probleemstelling en achtergrond	7
1.2 Doel	7
2 Materiaal en Methode	9
2.1 Teeltsysteem	9
2.2 Cultivars en plantdichtheid	10
2.3 Klimaat en gewasverzorging	10
2.4 Waarnemingen	10
3 Resultaten	11
3.1 Productie	11
3.2 Wortelgroei	15
3.3 Bodemtemperatuur	16
3.4 Watergift en EC	17
4 Discussie	19
5 Conclusies en aanbevelingen	23
6 Referenties	25
Bijlage I. Foto's wortels	1 p.
Bijlage II. Bodemanalyse	1 p.

Abstract

Alstroemeria wordt gebruikelijk in de grond geteeld. Alternatieve teeltsystemen zouden de rentabiliteit kunnen verhogen door middel van een hogere ruimtebenutting en hogere productie door een beter controleerbaar bodemklimaat. Doel van dit onderzoek was het bepalen van het effect van de teelt in bakken, op de meerjarige productie van verschillende Alstroemeria cultivars in de praktijk. Deze substraatproef is voor een aantal cultivars uitgevoerd bij twee plantdichtheden. De productiegegevens laten zien dat een substraatvolume van 11 liter op kokos na drie jaar niet beperkend is voor de groei. Een bodemtemperatuur per etmaal van 16°C kon worden gehandhaafd, doordat hogere temperaturen overdag werden gecompenseerd door lagere temperaturen 's nachts. Een dubbele plantdichtheid gaf niet dubbel zoveel productie, maar wel een meerproductie van 36% bij Virginia. Bij Tiësto was dit verband minder duidelijk. Gedurende de looptijd van de proef bleek het zonder apart gereguleerd druppelsysteem moeilijk om de watergift en EC in de proef optimaal te sturen. Hierdoor is potentiële meerproductie van substraat ten opzichte van grondteelt blijven liggen.

Dit onderzoek toont aan dat substraatteelt in Alstroemeria zeker potentie heeft. Ten opzichte van de grondteelt behoeven vochtgehalte en bemesting wel extra aandacht. Met meer kennis over optimale water- en voedingsgift op substraat voor verschillende cultivars, is zeker productieverhoging van Alstroemeria op substraat te verwachten.

Voorwoord

Dit onderzoek is uitgevoerd op verzoek van de Landelijke Commissie Alstroemeria van LTO-Groeiservice. Het Productschap Tuinbouw heeft dit onderzoek gefinancierd. De proef is uitgevoerd op de Alstroemeriakwekerij van Cees Tuytel en later Bart Tesselaar in Luttelgeest. In dit voorwoord wil ik hen graag bedanken voor hun inzet. Bij de uitvoering van het onderzoek is samengewerkt met een begeleidingscommissie onderzoek (BCO). Deze BCO heeft de proef regelmatig bezocht en geadviseerd. De leden van de BCO wil ik dan ook graag bedanken voor hun adviezen bij de uitvoering van dit onderzoek. Deze BCO bestond uit de heren Henk van der Voorden van Konst Alstroemeria, Cees Tuytel en Rene Leek. Cees Tuytel is oktober 2007 opgevolgd door Bart Tesselaar als lid van de BCO. Ook de heren Marco de Groot en Fokke Hoeksma wil ik bedanken voor hun adviezen en ondersteuning.

In dit voorwoord wil ik ook graag collega's van Wageningen UR Glastuinbouw bedanken voor hun adviezen en hulp bij de uitvoering van dit onderzoek. Mijn voorganger Gerrit Heij voor de projectleiding en data-analyse van het onderzoek en Eric Poot voor het becommentariëren van het eindrapport.

Caroline Labrie

Samenvatting

In de praktijk wordt Alstroemeria hoofdzakelijk in de grond geteeld. Net als bij veel andere tuinbouwgewassen, wordt ook bij Alstroemeria gezocht naar alternatieve teeltsystemen om rentabiliteit te verhogen door middel van hogere productie door een beter controleerbaar bodemklimaat en op termijn een hogere ruimtebenutting door middel van mobiele teelt. Doel van dit onderzoek was het bepalen van het effect van de teelt in relatief kleine bakken op de meerjarige productie van verschillende Alstroemeria cultivars in de praktijk. Het teeltsysteem bestond uit 11 liter bakken met kokos. Om te koelen zijn deze bakken geplaatst op koellamellen.

Daarnaast was de vraag of de netto plantdichtheid aangepast dient te worden bij teelt in bakken ten opzichte van grondteelt. Hiertoe zijn bij twee cultivars plantdichtheden van 3,5 en 7 planten per m² aangehouden.

Productie

De productiegegevens laten zien dat een substraatvolume van 11 liter na drie jaar niet beperkend is voor de wortelgroei en productie van Alstroemeria. Met name in het eerste jaar leek de productie hoger dan gangbaar, al is daarvan helaas geen betrouwbare referentie van een vergelijkbare grondteelt aanwezig. De hogere productiviteit kan zowel te danken zijn aan de hogere plantdichtheid, de selectie van rassen met een hogere generativiteit, aan de teelt op substraat of een combinatie hiervan. De producties van het tweede en derde jaar van de proef zijn voor de meeste cultivars ongeveer even hoog. Alleen Lemon, welke in het begin een zeer hoge productie had, had in het derde jaar een lagere productie ten opzichte van het begin. Dit was echter nog steeds een hogere productie dan de andere cultivars.

Watergift en EC

Gedurende de looptijd van de proef bleek het moeilijk om de watergift en EC te sturen, mede door de verschillen in productie en daarmee verschillen in nutriëntenvraag tussen cultivars. In het laatste jaar van de proef werd dit nog extra bemoeilijkt door verstopte druppelaars. In het eerste jaar ontstonden bij de hoog producerende rassen gebrekverschijnselen bij een EC-gift van 2 mS/cm. Handmatig bijbemesten van deze rassen gaf verbetering. Dit doet vermoeden dat met name bij hoogproducerende rassen met substraatteelt meer voedingsstoffen nodig zijn dan met grondteelt gebruikelijk is, maar vervolgonderzoek is noodzakelijk om hier uitspraken over te doen. Ook de hoeveelheid drain speelt hierin een grote rol. Bij een betere sturing van watergift en EC met substraat zullen hogere producties dan gangbaar behaald worden, zoals bij andere tuinbouwgewassen al vaak is aangetoond.

Bodemtemperatuur

In de substraatteelt verandert de grondtemperatuur in de bakken sneller mee met de omgeving, dan in grondteelt. Met de koellamellen kan per etmaal een bodemtemperatuur van 16 °C gehandhaafd worden. Hogere temperaturen overdag werden gecompenseerd door lagere temperaturen 's nachts.

Plantdichtheid

Een plantdichtheid van 7 in plaats van 3,5 planten/m² geeft bij Virginia niet twee keer zoveel takken (100%), maar gemiddeld 36% meer takken. Bij Tiësto werd bij een hogere plantdichtheid pas na ruim een jaar een hogere productie behaald. De rentabiliteit van een hogere plantdichtheid is naast de kosten van het plantmateriaal, ook afhankelijk van de productiviteit van de cultivar en hoe deze reageert op een hogere plantdichtheid.

Conclusie en aanbevelingen

Dit onderzoek toont aan dat substraatteelt in Alstroemeria zeker potentie heeft. Vooral voor bedrijven met een slechte bodemstructuur en op termijn ook voor mobiele teelt. Deze potentie blijkt uit de resultaten waarbij de bodemtemperatuur gehandhaafd kan worden en het teeltvolume niet beperkend is voor de productie. Vanuit andere tuinbouwgewassen is bekend dat teelt op substraat hogere productie geeft omdat de stuurmogelijkheden beter zijn. Er zijn een aantal punten die extra aandacht behoeven ten opzichte van de grondteelt, namelijk vochtgehalte en bemesting, vanwege de kleinere buffer. Sterke fluctuaties in het vochtgehalte en EC dienen voorkomen te worden. Dit kan door middel van regelmatige watergift en tegengaan van verstoppingen in het systeem, regelmatige EC-metingen en bodemmonsters en het aanpassen van de voedingsgift daarop. Met meer kennis over optimale water- en voedingsgift op substraat voor verschillende cultivars, is zeker productieverhoging van Alstroemeria op substraat te verwachten.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling en achtergrond

In de praktijk wordt Alstroemeria hoofdzakelijk in de grond geteeld. Net als bij veel andere tuinbouwgewassen, wordt ook bij Alstroemeria gezocht naar alternatieve teeltmethoden. Met name op locaties waar hogere risico's zijn voor wortelziekten en vermindering van de bodemstructuur. Op termijn kan door het telen van Alstroemeria in bakken in combinatie met een mobiel systeem ook een veel hogere ruimte benutting behaald worden dan bij de traditionele grondteelt. Hiermee kan het aantal takken per bruto m² stijgen en daarmee kan de kostprijs per geproduceerde Alstroemeria tak verlaagd worden. Indien een nieuw teeltsysteem gecombineerd wordt met goed geselecteerde cultivars kunnen hogere productiewinsten worden gehaald dan met de huidige teeltwijze. Teelt uit de grond maakt het ook mogelijk om in de toekomst beter op nieuwe ontwikkelingen zoals automatiseren, beweegbare teeltsystemen en gesloten kas systemen in te spelen. Op initiatief van een kweker is in samenspraak met de Landelijke Alstroemeria Commissie gedacht aan de teelt van Alstroemeria in bakken.

Alstroemeria is een overjarige teelt van drie tot vijf jaar. Teelt uit de grond is een voorwaarde om op termijn mobiele teelt mogelijk te maken. De eerste vraag is of bij de teelt in bakken de ruimte voor de wortels na verloop van jaren een beperkende factor wordt en of dit leidt tot opbrengstreductie bij verschillende cultivars. Daarnaast is de vraag of de netto plantdichtheid aangepast dient te worden bij teelt in bakken ten opzichte van grondteelt. Bij eerder onderzoek met Alstroemeria op substraat van Van Noort (1997) viel op dat bij de teelt in eb- en vloed het wortelvolume klein was, waarschijnlijk doordat de wortels minder op zoek hoeven naar water. Hierbij werd geteeld op rolbedden. Dit geeft aan dat het misschien mogelijk is om naar een kleiner substraatvolume te gaan, waardoor de hoeveelheid water die gebruikt moet worden zal afnemen. Een kleine substraatinhoud heeft als voordelen dat er minder substraat aangeschaft hoeft te worden, water sneller aan- en afgevoerd kan worden waardoor er beter gestuurd kan worden en minder zware pompen en opslagcapaciteit nodig is.

Een ander teeltaspect van Alstroemeria is de benodigde grondkoeling. Is het praktisch haalbaar om de gewenste bodemtemperatuur te realiseren in bakken in plaats van in de grond? Uit eerder onderzoek met de veel grotere rolbedden is gebleken dat over een jaar gemeten de grondtemperatuur bij rolbedden gemiddeld 0,2 °C hoger was dan bij vaste bedden. Dit komt door de snellere opwarming door de kaslucht. Dit kan echter gecompenseerd worden met behulp van isolatie (Uitermark et al., 1997).

Om antwoord op deze vragen te vinden voor de teelt in kleine bakken, is gedurende drie jaar een praktijkonderzoek uitgevoerd met de teelt van Alstroemeria in bakken met bodemkoeling op een Alstroemeriabedrijf.

1.2 Doel

Doel van dit onderzoek is het bepalen van het effect van de teelt in bakken en verschillende plantdichtheden op de meerjarige productie van verschillende Alstroemeria cultivars in de praktijk.

2 Materiaal en Methode

2.1 Teeltsysteem

Op een Alstroemeriabedrijf in Luttelgeest zijn jonge Alstroemeriaplanten van verschillende cultivars geplant in witte Bato bakken (Figuur 1). Het bed was 70 m lang en 1,20 m breed. Voor de bodemkoeling zijn de containers geplaatst op een horizontaal aangebrachte 'radiator met lamellen' (Rootco systeem), door welke water stroomt van de gewenste temperatuur. Dit wordt gereguleerd via mengkleppen. In de winter is tevens verwarming mogelijk. Op deze wijze worden de containers gekoeld. Ter isolatie zijn onder de koellamellen en tussen en langs de zijkant van het bed tempex-platen aangebracht en is de bodem afgedekt met styromull. Het druppelsysteem bestaat uit een drukgecompenseerde druppelslang met 2 druppelpunten per bak. Het druppelsysteem was aangesloten op het reguliere druppelsysteem van het Alstroemeriabedrijf. Voor drainage zijn in de hoeken van de bakken drie smalle sleufjes aanwezig. Drainwater is in deze proef niet opgevangen. Cocospeat is gekozen als substraat in de bakken. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat teelt op substraat met een hoger vochthoudend vermogen beter verliep dan op substraat dat minder vocht vasthield (Van Noort, 1991). In vergelijking met finnpeat, lekt kokos iets makkelijker uit. Bij de opzet van de proef had veredelaar Royal van Zanten al enige ervaring opgedaan met de teelt van Alstroemeria op kokos, waarbij de teelt op kokos beter te sturen bleek. Aanvullende gegevens van het teeltsysteem zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1. Gegevens teeltsysteem.

Onderwerp teeltsysteem	Gegevens
Bakvolume	11 liter
Bakafmeting (Bato bak)	23 * 34 * 16 cm
Substraat	Cocospeat (middelgrove kokos)
Bedbreedte	3 bakken
Bedlengte	70 meter
Tempex-dikte	1,5 cm



Figuur 1. Bato bak.

2.2 Cultivars en plantdichtheid

De eerste 10 cultivars zijn geplant in week 12 2005. Deze rassen zijn geselecteerd in samenspraak met drie veredelaars van verschillende bedrijven. Deze cultivars zijn korter en meer generatief dan de traditionele cultivars. Ook hebben deze cultivars een relatief hoge warmtetolerantie.

In 2006 is besloten om een aantal cultivars die in het algemeen minder goed presteerden, te vervangen voor cultivars die in de praktijk veel gebruikt worden. In 2007 is dit voor nog twee cultivars gedaan. De overige cultivars zijn waargenomen tot het einde van de proef in week 12 2008 om het lange termijn effect te bepalen.

In 2006 is ook de factor plantdichtheid in de proef opgenomen voor de cultivars Tiësto en Virginia. Beiden zijn zowel bij 3,5 als bij 7 planten per bruto m² geplant. Het aantal planten per bak was gelijk voor beide dichtheden. Het verschil in dichtheid is gecreëerd door er bakken zonder planten om en om tussen te plaatsen. De andere cultivars stonden op 7 planten per bruto m². Dit is 10 planten per netto m² (traditionele teelt is 5 planten per netto m²). De verschillende cultivars gedurende de looptijd van de proef zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2. Plantdata cultivars.

Vak	Plantjaar			
	2005 week 12	2006 week 12	2007 week 12	eindstand 2007
1	-	→ Ovation		Ovation
2	1-98811	→ Tiësto 3,5 ¹		Tiësto 3,5
3	Konst1		→ Virginia 3,5	Virginia 3,5
4	1002			1002
5	E 803 /calypso			Calypso
6	1302		→ Virginia 7 ¹	Virginia 7
7	Bulls eye	→ Granada		Granada
8	Tsarina	→ Tiësto 7		Tiësto 7
9	Leon (SA 87)			Leon
10	Lemon (J12)			Lemon
11	Konst2			Konst2

¹ Plantdichtheid van 3,5 plant per bruto m².

² Plantdichtheid van 7 planten per bruto m².

2.3 Klimaat en gewasverzorging

De gewasverzorging bestond uit het gebruikelijke uitdunnen.

Belichting bestond uit SON-T lampen met een intensiteit van 51 µmol·m⁻²·s⁻¹ (4300 lux) gedurende 16 uur.

2.4 Waarnemingen

Gedurende de teelt zijn de productiegegevens in aantal geoogste veilbare takken per cultivar bijgehouden door een vaste medewerker. Visueel zijn waarnemingen gedaan op kwaliteit. Bodemtemperatuur in de bakken is geregistreerd met een DaqPRO 5300 met 8 temperatuursensoren. Daarnaast is de bodemtemperatuur wekelijks en incidenteel bij extreem weer met een handmeter geregistreerd.

De waarnemingen en resultaten van het onderzoek zijn besproken met de begeleidingscommissie.

3 Resultaten

3.1 Productie

3.1.1 Planting 2005

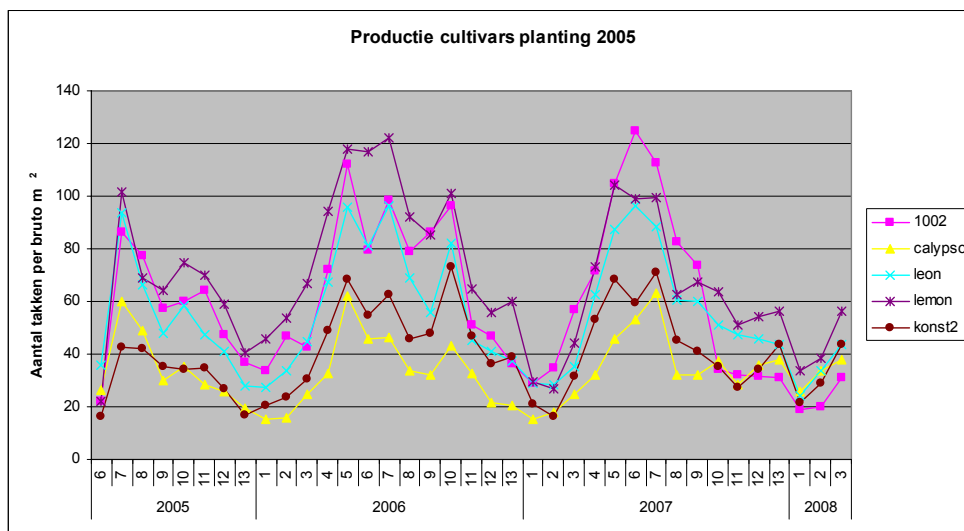
In Figuur 2 is de productie in aantal veilbare takken per bruto m² weergegeven van de cultivars die geplant zijn in 2005. Van de cultivars in dit onderzoek, hebben deze vijf cultivars vanaf het begin van de proef (periode 6 2005) tot het einde van de proef (periode 3 2008) gestaan. De gegevens van deze vijf cultivars laten dan ook het beste het lange termijn effect zien van teelt op bakken.

De cultivars 1-98811, Bulls Eye en Tsarina herstelden moeilijk na de eerste snee. De productie bleef laag en de gewasstand was matig. Mogelijk kwam dit doordat de bodemtemperatuur te laag was of de mindere kwaliteit van het plantmateriaal. In overleg is besloten deze cultivars te vervangen voor andere cultivars. Figuur 3 laat de productie zien van de cultivars 1-98811, Bulls Eye, Tsarina en van 1302 en konst1 die respectievelijk begin en einde 2006 geroid zijn.

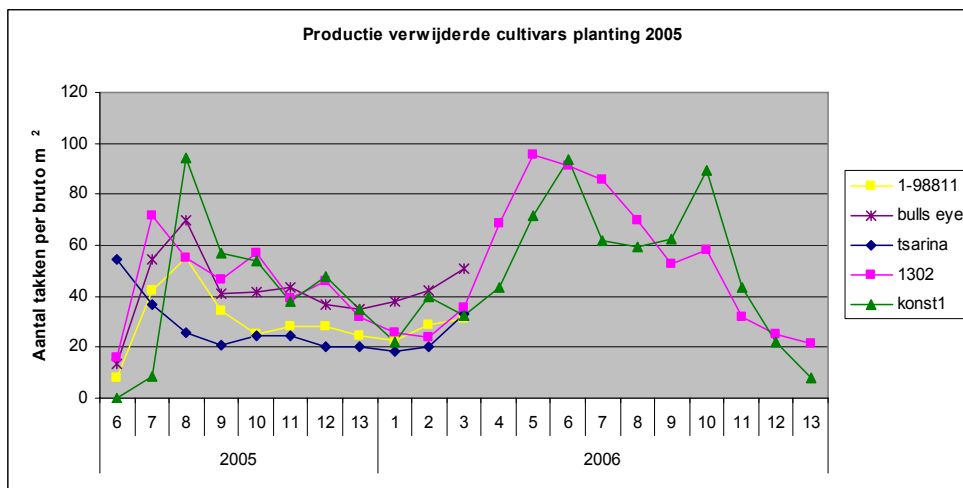
Figuur 2 geeft aan dat er gedurende drie jaar geen afnemende trend is in jaarlijkse productie. Bij Calypso en Konst2 is de productiedip in de winter van 2007-2008 zelfs iets minder diep dan voorgaande jaren. Bij 1002 is de productiedip in de winter wel steeds dieper, maar de zomerpiek is juist steeds hoger. De totale jaarproductie staat in Tabel 3. Hier is te zien dat er ondanks de verschillen in hoogte en diepte in pieken en dalen geen grote verschillen zijn tussen de totale productie in 2006 en 2007. Met uitzondering van Lemon, welke in 2007 een duidelijk lagere productie gaf dan in 2006. Maar de productie van Lemon was in 2006 ook veel hoger dan de andere cultivars. In 2007 was deze nog maar iets hoger dan de andere cultivars.

Het bed is egaal vol gegroeid, ook aan de schaduwzijde, en de kwaliteit was over het algemeen goed.

Opmerkelijk was dat de wekelijkse productie vrij constant is en er geen echte productiepieken zijn, zoals in de grondteelt gebruikelijk is.



Figuur 2. Productie van cultivars planting 2005, week 12, rooidatum 2008, week 12.



Figuur 3. Productie van cultivars planting 2005, week 12. Rooidatum 1-98811, Bulls Eye, Tsarina begin 2006. Rooidatum 1302 en Konst1 einde 2006.

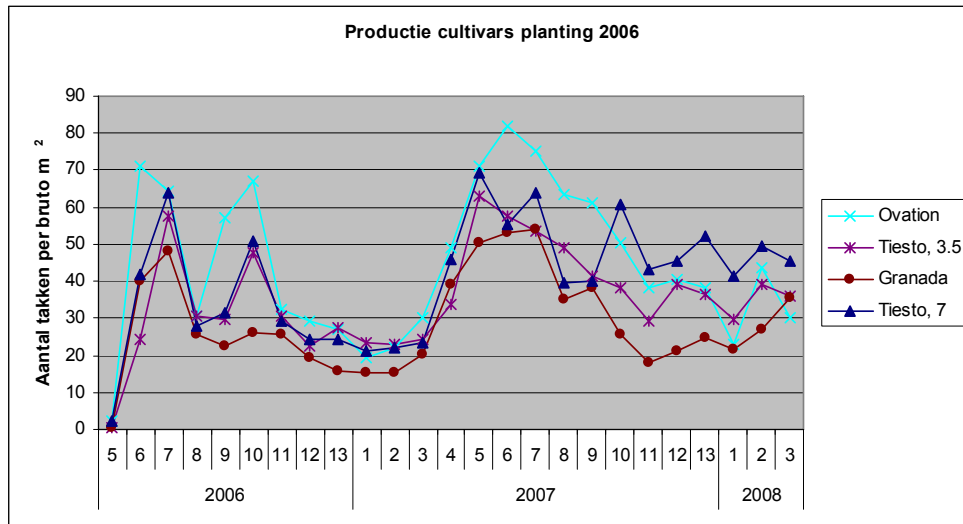
Tabel 3. Jaarproductie cultivars planting week 12 2005.

Cultivar	Productie in aantal stelen·m ² ·jaar ¹	
	2006	2007
1002	881	820
Calypso	426	456
Leon	778	737
Lemon	1077	831
Konst2	599	548
1302	686	-
Konst1	650	-

3.1.2 Planting 2006

In week 12 2006 zijn de cultivars 1-98811, Bulls Eye en Tsarina vervangen door de cultivars Ovation, Tiësto en Granada. Reden hiervoor was dat eerstgenoemde cultivars in de winterperiode in rust gingen, waardoor er nauwelijks productie was. Deze cultivars zijn gekozen omdat het in de praktijk belangrijke cultivars zijn. Tiësto is in twee plantdichtheden geplaatst. Figuur 4 geeft de productie weer van deze cultivars. In vergelijking met Tiësto en Granada had vooral Ovation snel een hoge productie. In Tabel 4 is te zien dat ook de jaarproductie van Ovation hoger lag dan die van Tiësto en Granada. De winterdip is voor alle drie de cultivars in 2007 minder diep dan in 2006, vooral bij Ovation en Tiësto. Anderhalf jaar na plantdatum is er voor deze cultivars geen afnemende trend in productie waarneembaar.

Indien de productie van Tiësto met een plantdichtheid van 3,5 wordt vergeleken met Tiësto 7 planten·m², is opmerkelijk dat deze aantallen juist in het eerste jaar na plantdatum dicht bij elkaar liggen. Alleen de eerste periode (periode 6 2006) en vervolgens pas ruim een jaar na plantdatum (periode 10 2007) lijkt de trend te ontstaan dat een hogere plantdichtheid een hogere productie geeft. Gerekend vanaf deze periode (periode 10 2007) tot het einde van de proef (periode 3 2008) ligt de productie bij de hogere plantdichtheid 36% hoger. Indien vanaf plantdatum gerekend zou worden is de productie bij hogere plantdichtheid 15% hoger.



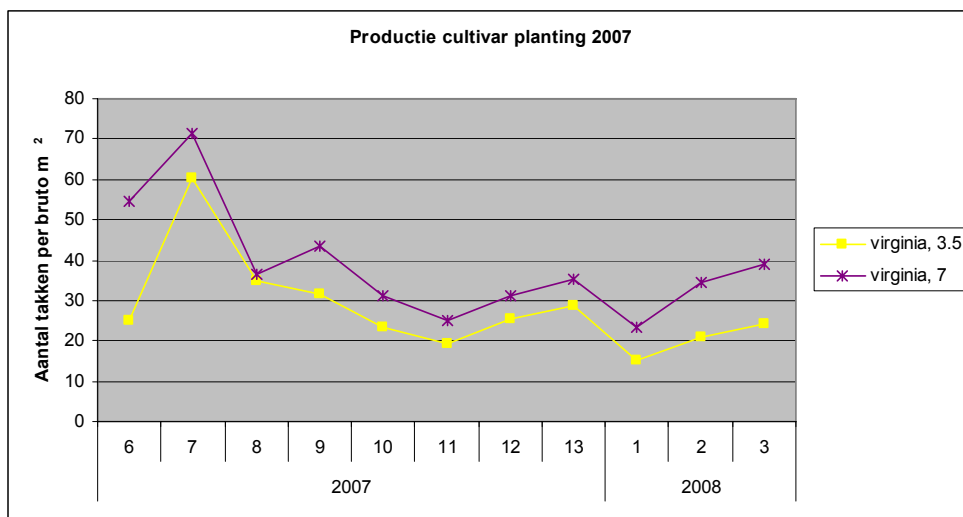
Figuur 4. Productie van cultivars planting 2006, week 12, rooidatum 2008, week 12. Tiësto 3.5 en Tiësto 7 betekenen Tiësto met een plantdichtheid van respectievelijk 3,5 en 7 planten-bruto m². Overige cultivars hadden een plantdichtheid van 7 planten-bruto m².

Tabel 4. Jaarproductie cultivars planting week 12 2006.

Cultivar	Productie in aantal stelen·m ² ·jaar ¹	
	2007	
Ovation	640	
Tiësto, 3.5	512	
Granada	410	
Tiësto, 7	582	

3.1.3 Productie planting 2007

De cultivars Konst1 en 1302 zijn in week 12 2007 vervangen door de cultivar Virginia, bij twee plantdichtheden. Figuur 5 geeft de productie weer van deze cultivar. Duidelijker dan bij Tiësto is bij Virginia al direct na plantdatum een hogere productie te zien bij 7 in plaats van 3,5 planten·m² (met uitzondering van periode 8). De jaarproductie is niet bekend omdat deze cultivar geen geheel jaar in de proef heeft gestaan. Wel is de cumulatieve productie over de proefperiode weergegeven (Tabel 5). Hieruit komt naar voren dat bij Virginia de productie gemiddeld 36% hoger ligt bij de hogere plantdichtheid.



Figuur 5. Productie van cultivar planting week 12 2006, rooidatum week 12 2008. Virginia 3.5 en Virginia 7 betekenen Virginia met een plantdichtheid van respectievelijk 3,5 en 7 planten-bruto m².

Tabel 5. Cumulatieve productie cultivar planting 2007 week 12.

Cultivar	Productie in aantal stelen·m ²
	2007 periode 6 t/m 2008 periode 2
Virginia 3,5 planten-bruto m ²	285
Virginia 7 planten-bruto m ²	388

3.2 Wortelgroei

Een jaar na de start van de proef zijn de wortels beoordeeld. De bakken zaten niet te vol met wortels. Waar een druppelpunt gezeten had, waren haarwortels te zien. De rest van de bak was normaal gevuld. 'Waterwortels', zoals de verdikte wortels zonder vertakkingen bij *Alstroemeria* in de praktijk worden genoemd, waren op dit moment niet aanwezig.

Aan het einde van de proef zijn de wortels weer visueel beoordeeld door de BCO. In het algemeen waren de wortels vooral tegen de buitenkant van de bakken aangegroeid en minder in het midden aanwezig. De structuur van het substraat werd over het algemeen als goed beoordeeld door de BCO.

De aanwezigheid van 'waterwortels' en locatie van de rhizomen varieerde per cultivar. *Tiësto* had een aantal 'waterwortels' (Figuur 6 en 7). *Ovation* had weinig 'waterwortels' en de wortels zagen er fris uit. Bij de te droge bakken valt op dat er bij *Virginia* minder nieuwe rhizomen gevormd zijn (Figuur 8). Bij *Granada* waren bij te droge bakken verdroogde rhizomen aanwezig.

Bij *Lemon* waren veel rhizomen onderin de bak aanwezig. Bij *Konst2* zaten de rhizomen juist bovenin. 'Waterwortels' zaten daarbij vooral onderin. Bij beide rassen lijkt dit de groei niet positief of negatief te beïnvloeden.

Er was geen effect waarneembaar van het aantal planten per m² op de wortelgroei (Figuur 6) (het aantal planten per bak was gelijk in deze proef). Meer foto's van de wortels zijn weergegeven in Bijlage I.



Figuur 6. *Tiësto* 3,5 (links) en 7 planten/m² (rechts). Beide met 'waterwortels'.



Figuur 7. Zogenoemde 'waterwortels'.



Figuur 8. Rhizomen *Virginia* bij te droog substraat.

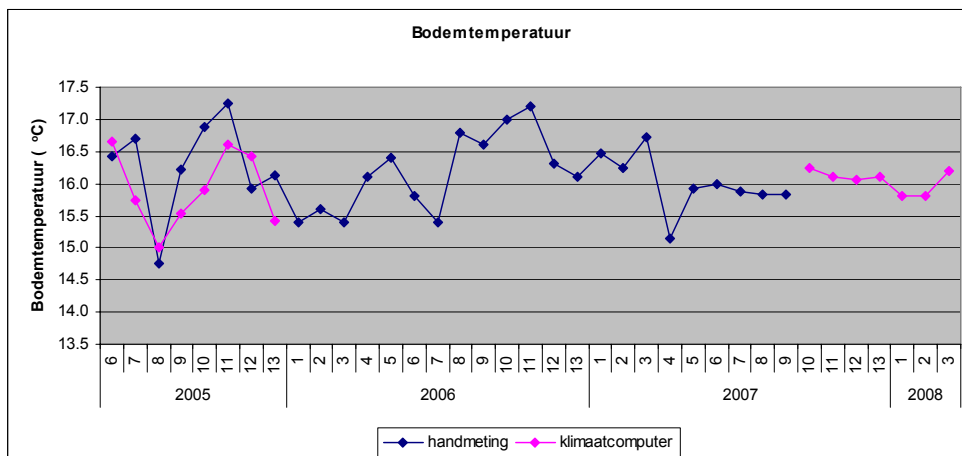
3.3 Bodemtemperatuur

Vlak na de start van de proef bleek dat het systeem met de koellamellen onder de bakken goed werkt. Het water in de koellamellen was 10-12°C. Onder de bak was de temperatuur 12°C en in de bak 14°C. Er is toen besloten de bodemtemperatuur in te stellen op 15°C en in het najaar te verhogen naar 16°C.

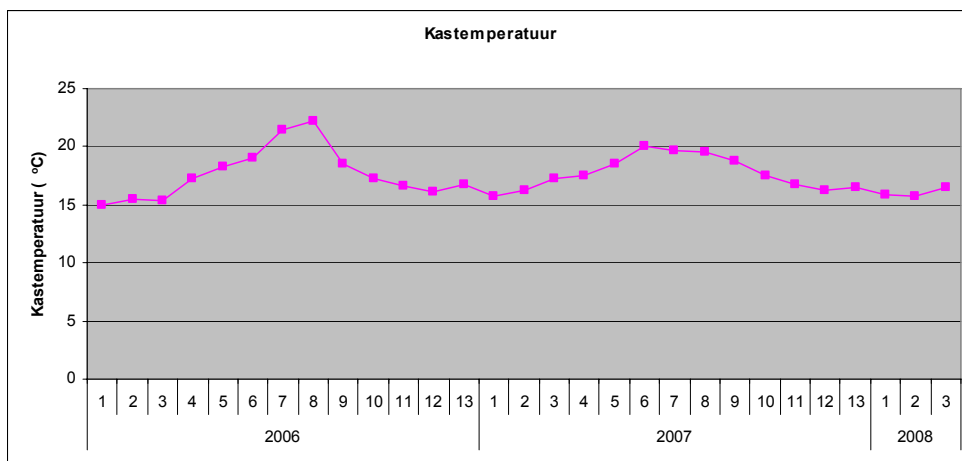
De continu registratie van de bodemtemperatuur in de bakken bleek niet te zijn opgeslagen in de datalogger. De blauwe lijn in Figuur 9 geeft tot periode 10 de data weer van de wekelijkse metingen in de bakken die handmatig zijn verricht. De rode lijn zijn de bodemtemperaturen in de grond, vanuit de klimaatcomputer. Hier is te zien dat de temperatuur in de bakken gemiddeld ongeveer een halve graad hoger ligt in warme periodes, maar juist iets lager ligt in koudere periodes. Uit incidentele metingen gedurende de dag blijkt dat de grondtemperatuur in de bakken sneller mee verandert met de omgeving, dan de temperatuur in de grond. Op de warmste dag van 2006 in de middag (kasttemperatuur 35°C) steeg de temperatuur in de bakken tot 21°C. In de nacht liep de temperatuur in de bakken met 15-17°C gemakkelijker terug dan in de grond. Ook bij koude nachten daalde de temperatuur in de bakken sneller dan in de grond. Vanaf periode 10 is er niet meer handmatig gemeten. De grafiek geeft vanaf periode 10 2007 de bodemtemperatuur volgens de klimaatcomputer aan.

De gemiddelde bodemtemperatuur aan de hand van de wekelijkse handmetingen is 16,1°C geweest, met een minimum van 14,8 °C en een maximum van 17,3°C. Omdat de continu-metingen niet bekend zijn, kunnen de werkelijk behaalde temperaturen nog wel van deze handmetingen afwijken. Etmaaltemperaturen liggen waarschijnlijk iets lager omdat de handmetingen voornamelijk overdag zijn verricht.

De kasttemperatuur is weergegeven in Figuur 10.



Figuur 9. Bodemtemperatuur in de bakken met wekelijkse handmetingen (blauwe lijn) en in de grond met klimaatcomputer (roze lijn).



Figuur 10. Kasttemperatuur.

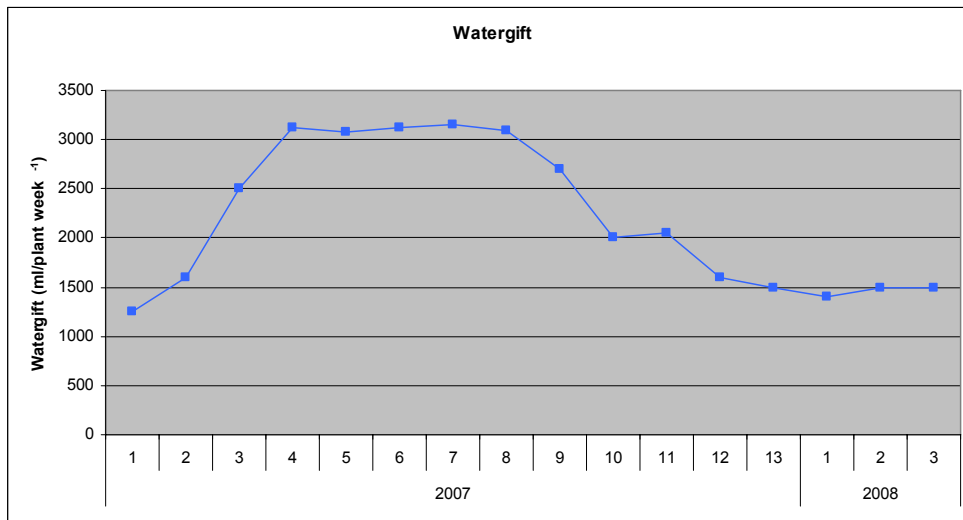
3.4 Watergift en EC

Met de druppelbeurten is een EC van 2 mS/cm aangehouden. In het eerste jaar is geen extra bemesting gegeven ten opzichte van de grondteelt. Vanwege gebreksverschijnselen (schraal gewas, lichte/grauwe kleur) bij de hoogproducerende rassen, is in maart 2006 voor een hoog producerende cultivar (Lemon) en een laag producerende cultivar (1-98811) een bodemanalyse uitgevoerd bij BLGG (Tabel 6). Voor hoog producerende rassen blijkt watergift met een EC van 2 mS/cm te weinig in de bakken. Deze verbruiken meer voedingsstoffen. Er is toen besloten om twee- tot vierwekelijks extra te bemesten (vloeibaar), afhankelijk van de productie per periode en per cultivar. Via het druppelsysteem was dat voor de proef niet apart te sturen ten opzichte van de rest van de kas. Daarom is vanaf maart 2006 tweewekelijks extra water met een hogere EC (4 mS/cm) gegeven aan de bakken. Hierdoor kwam het gewas er beter uit te zien. Op 4 april 2007 is nogmaals een bodemanalyse uitgevoerd bij Lemon (Tabel 6), waarbij de EC juist veel te hoog was. De pH was te laag. Waarden van onder andere K, NO₃ en Fe zijn extreem hoog. Opmerkelijk is dat van deze hoge EC geen schadelijke effecten van zijn gesignaleerd. Het is moeilijk gebleken om tijdens de proef zonder een apart gereguleerd druppelsysteem een redelijk constante EC te behouden. De volledige resultaten van de bodemanalyse zijn weergegeven in Bijlage II.

Tabel 6. Bodemanalyses.

Datum monstername	Cultivar	EC in mS/cm	pH
1 maart 2006	1-98811	0,4	6,2
1 maart 2006	Lemon	0,4	5,7
4 april 2007	Lemon	4,0	4,1

Figuur 11 geeft de watergift weer die met het druppelsysteem is gegeven. Omgerekend is gedurende de zomer een watergift van 3000 ml·plant⁻¹·week⁻¹ ongeveer 21 liter·m⁻²·week⁻¹. De watergift in de winter bedroeg ongeveer 10 liter·m⁻²·week⁻¹. Dit is iets meer dan in de grondteelt gebruikelijk is. Hierbij moet worden uitgegaan van 7 planten per m². De watergift per plant is gelijk geweest, omdat het aantal planten en aantal druppelaars per bak voor beide plantdichtheden gelijk was. Deze watergift is inclusief het drainwater. Het water dat vanaf het tweede jaar met de hand is bijgegeven om bij te bemesten is niet geregistreerd. Dit betrof relatief kleine hoeveelheden. Het druppelsysteem was niet optimaal vanwege verstoppingen, waardoor ook een aantal droge bakken aanwezig waren. Deze hebben handmatig extra water gekregen, indien nodig wekelijks. De laatste vier weken van de proef is met de hand geen extra water meer gegeven. De laatste periode van de proef waren veel bakken te droog, terwijl anderen wel voldoende nat waren (Figuur 12).



Figuur 11. Watergift met het druppelsysteem.



Figuur 12. Verschil in groei bij Granada in te droge bakken (middelste meters) en met goed vochniveau (voorste meter).

4 Discussie

Productie

Ondanks de niet optimale watergift en EC zijn productieaantallen behaald die weinig afwijken van gangbare productie. Met name in het eerste jaar leek de productie hoger dan gangbaar, al is daarvan helaas geen betrouwbare referentie van een vergelijkbare grondteelt aanwezig. In andere tuinbouwgewassen is vrijwel altijd een hogere productie aangetoond op substraat, vanwege de betere stuurmogelijkheden en omdat minder hinder wordt ondervonden van structuurbederf en bodemziekten. De hogere productiviteit is dus waarschijnlijk te danken aan de teelt op substraat, maar waarschijnlijk ook deels aan de hogere plantdichtheid en de selectie van rassen met een hogere generativiteit. Met meer kennis over de optimale water- en voedingsgift op substraat zijn bij de teelt van *Alstroemeria* op substraat zeker hogere producties te verwachten.

Gemiddelde productiehoeveelheden in 2006 zijn ongeveer gelijk aan 2007, met uitzondering van Lemon. Lemon had in 2006 een veel hogere productie dan de andere cultivars. In 2007 was deze slechts nog maar iets hoger dan de andere cultivars. De minder hoge productie van Lemon in 2007 kan mogelijk verklaard worden door de EC die bij Lemon is doorgeschooten naar 4 mS/cm.

Dat voor de meeste cultivars de producties niet afnemen, duidt erop dat het substraatvolume niet beperkend is geweest voor de productie. Bij een betere sturing van watergift en EC zouden wel duidelijk hogere producties dan gangbaar behaald zijn, maar deze conclusie kan aan de hand van dit onderzoek niet getrokken worden.

Aan de hand van de visuele beoordeling lijkt ook de wortelgroei niet nadelig te worden beïnvloed door het substraatvolume. In het midden van de bak was nog voldoende ruimte over voor meer wortelgroei. Grote fluctuaties in het vochtgehalte dienen wel voorkomen te worden. In diverse bakken waren de bij *Alstroemeria* zogenoemde 'waterwortels' aanwezig. Dit zijn dikke wortels zonder vertakkingen (Figuur 7). Ervaring in de praktijk is dat deze ontstaan bij droog telen, maar ook door een langere daglengte in het begin van de zomer of met belichting. Dit duidt er enerzijds op dat een 'waterwortel' bij *Alstroemeria* een worteldeel is om op zoek te gaan naar water, maar anderzijds op een worteldeel als opslag van assimilaten. Dit blijft nog onduidelijk. Het ontstaan van 'waterwortels' verschilt ook per cultivar. Haarwortels zijn belangrijk voor de opname van voedingselementen. Deze worden vooral gevormd bij goede vochtgehalten. Bij te hoge vochtgehalten verstikken deze en ontstaan vaak problemen met de zwakteparasiet *Pythium*.

Plantdichtheid

Bij Virginia is het verschil in productie tussen lage en hoge plantdichtheid het grootst in de eerste periode en blijft vervolgens vrij stabiel met een hogere productie bij hogere plantdichtheid. Dit is eenvoudig te verklaren doordat in het begin het gewas nog niet vol staat en de planten nog niet onderling concurreren om licht bij hogere plantdichtheid. Een bepaling van het bladoppervlak per m² (LAI) zou hier meer inzicht in geven. Er moet worden opgemerkt dat er bij Virginia met lage plantdichtheid een aantal slechte planten tussen zaten. Opmerkelijk is dat bij Tiësto de productieaantallen juist in het begin van de teelt dicht bij elkaar liggen en pas na ruim een jaar de hogere plantdichtheid meer stelen geeft. Het is niet uit te sluiten dat andere factoren dan plantdichtheid verantwoordelijk zijn voor dit verschil, zoals de niet optimale watergift en EC. De rentabiliteit van een hogere plantdichtheid is naast de kosten van het plantmateriaal, ook afhankelijk van de productiviteit van de cultivar en hoe deze reageert op een hogere plantdichtheid.

Bodemtemperatuur

De grondtemperatuur in de bakken verandert sneller mee met de omgeving, dan de temperatuur in de grond. Dit geeft aan dat hogere bodemtemperaturen in de bakken overdag, gecompenseerd kunnen worden door lagere temperaturen 's nachts. De metingen met de hand zijn overdag uitgevoerd, waardoor de gemiddelde etmaaltemperatuur lager zal liggen dan de gemiddelde 16°C van deze metingen. Het verschil in etmaaltemperatuur in de bakken zal daardoor minder ver afwijken van de bodemtemperatuur in de grond, dan deze data van de grondtemperatuur overdag doen vermoeden. Vanwege de defecte datalogger is dit niet met harde gegevens te onderbouwen. Dataloggers dienen dus tijdens de proef regelmatig gecontroleerd te worden.

Watergift en EC

Gedurende de proef is in vergelijking met grondteelt iets meer water gegeven. Grondtelers waarbij de structuur het toelaat behalen zomers wel soortgelijke watergiften. Volgens eerder onderzoek verdampt een Alstroemeria per 1000 J/cm² straling slechts 1.1 l/m³. In vergelijking met andere gewassen is Alstroemeria minder waterbehoefstig, waarschijnlijk door de sterke reflectie van het gewas (Voogt, 2004). De uiteindelijke waterbehoefte per jaar is voor Alstroemeria niet meer dan 550 l/m² (Voogt, 2004). Dit zou betekenen dat van de watergift in deze proef ongeveer 65-70% door de plant is opgenomen. De overige 30-35% is grotendeels via de drain afgevoerd en daarnaast via evaporatie van de kokos verdampt.

Het bleek moeilijk om tijdens de proef een redelijk constant vochtgehalte en EC te behouden. Vanwege het kleine teeltvolume is de buffer kleiner. Dit maakt het tegelijkertijd mogelijk om sneller te sturen, maar in deze praktijkproef kon de teelt in bakken niet apart gestuurd worden ten opzichte van de grondteelt in de rest van de kas. Daar komt bij dat vooral tegen het einde van de proef druppelaars verstopt zijn geraakt of afgebroken. De handmatige correctie heeft enige bijsturing mogelijk gemaakt, maar dit is niet bevorderlijk voor de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de data van watergift en toegediende EC. In de laatste vier weken van de proef is met de hand geen extra water en bemesting meer gegeven, om de bodemstructuur onder de bakken te laten herstellen voor de vervolgteelt in de grond. Door het drainwater vanuit de bakken was de bodem eronder drassig. Doordat de extra watergift wegviel, zijn dermate droge bakken ontstaan dat het ten koste ging van de groei. De resultaten van de laatste paar weken van de proef zijn dan ook niet representatief. Toevoeging van dataloggers bij een hoog en een laag producerende cultivar, welke naast bodemtemperatuur ook vrij continu EC en vochtgehalte meten, zouden betere informatie gegeven hebben om de sturing te verbeteren en sterke fluctuaties in EC en vochtgehalte voorkomen.

De gebrekverschijnselen bij de hoogproducerende rassen en de lage EC in maart 2006 doet vermoeden dat de EC-gift van 2 mS/cm in de substraatteelt te laag is. Na extra bemesting middels extra water met een hogere EC knapte het gewas op. Deze lage EC is echter maar een momentopname waardoor niet kan worden aangetoond dat in substraat op kokos daadwerkelijk een hogere EC nodig is dan in grondteelt. Bij hoogproducerende rassen in substraatteelt is het vanwege de kleinere buffer en de grotere vraag naar voedingsstoffen voor productie, belangrijk dat er voldoende voedingsstoffen aanwezig zijn. Of in substraat een hogere EC nodig is dan in de grondteelt, hangt in sterke mate af van de hoeveelheid drain. Bij een lage EC met een hoge drain is de plant nog in staat voldoende voedingsstoffen op te nemen. Bij een lage EC met tevens een lage drain ontstaan eerder gebrekverschijnselen. In het algemeen maakt substaat een snellere afvoer van drain mogelijk ten opzichte van grondteelt. Het bodemmonster van april 2007 geeft een hoge EC en extreem hoge waarden voor onder andere K, NO₃ en Fe. Het buffervermogen van voedingselementen in kokos is hoog. Mogelijke oorzaak van deze verzilting zijn verstopte of afgebroken druppelaars. Ervaring daarmee is dat een handmatige gietbeurt de gewoonlijke watergift van de druppelaars niet kan compenseren, waardoor verzilting optreedt. Bij bakken treedt in de bovenste laag enige verzilting op door evaporatie. Indien hier bij het nemen van de bodemmonsters geen rekening mee is gehouden, kan dit ook leiden tot afwijkende gehalten. Andere mogelijkheid is dat de EC in de handmatige watergift te hoog is geweest. Opmerkelijk is dat van deze hoge EC geen schadelijke effecten van zijn gesignaleerd. Omdat het slechts een momentopname betreft, is niet bekend hoe lang en hoe vaak de EC die hoge waarde heeft gehad. Met een reeks bodemmonsters in de tijd zouden deze afwijkingen eerder geconstateerd zijn en had er beter op gestuurd kunnen worden.

Om te bepalen of in substaat inderdaad een hogere EC als streefwaarde aangehouden dient te worden, is verder onderzoek vereist. Hierbij zou bijvoorbeeld een substraatproef gedaan kunnen worden met verschillende EC streefwaarden bij gelijke watergift (30% drain). Substraatteelt biedt de mogelijkheid om beter te sturen, maar om daar het optimale uit te halen, moet eerst kennis meer opgedaan worden over hoe er gestuurd moet worden op substraat. Uit eerdere onderzoeken en ervaringen met andere gewassen is al gebleken dat substraatteelt een andere manier van watergift en bemesting vereist dan in de grondteelt gebruikelijk is.

Onderzoeksopzet

De BCO gaf aan dat, indien deze proef in een proefkas uitgevoerd zou zijn, er waarschijnlijk meer conclusies getrokken hadden kunnen worden. Een proefkas biedt aparte regelsystemen en meer controle. Vanwege de lange termijn van deze proef was een praktijkproef eenvoudiger realiseerbaar, maar in het vervolg zou voor dergelijke proeven minimaal een apart gereguleerd druppelsysteem nodig zijn. Dit zou het sturen van watergift en EC sterk verbeterd hebben, wat waarschijnlijk wel tot aantoonbaar hogere producties had geleid.

Rendabiliteit

Gebaseerd op andere gewassen is bij een goede watergift en bemesting een meerproductie te halen ten opzichte van de grondteelt. De bedrijfseconomische rentabiliteit hangt voornamelijk af van de grootte van deze meerproductie en de extra kosten van teelt op substraat. Vooral bedrijven met een slechte bodemstructuur of hoge ziektedruk mogen een meerproductie verwachten. Mobiele teelt op substraat maakt ook ruimtebesparing en daarmee energiebesparing per tak mogelijk. De technieken voor mobiele teelt zijn al voor een groot deel beschikbaar vanuit andere gewassen. De substraatteelt biedt ook mogelijkheden om energie te besparen, omdat het teeltvolume dat gekoeld moet worden kleiner is. Goede isolatie is hierbij belangrijk.

Met meer kennis over de optimale water- en voedingsgift op substraat zijn hogere producties te halen, waardoor de teelt van Alstroemeria op substraat voor steeds meer telers rendabel zal worden. In de praktijk wordt Alstroemeria inmiddels al door een aantal telers op substraat geteeld.

5 Conclusies en aanbevelingen

- Een substraatvolume van 11 liter is na drie jaar niet beperkend voor de wortelgroei en productie van Alstroemeria. Dit toont aan dat Alstroemeria op substraatteelt potentie heeft. Vooral voor bedrijven met een slechte bodemstructuur en op termijn ook voor mobiele teelt.
- Bij een betere sturing van watergift en EC met substraat zullen hogere producties dan gangbaar behaald worden, maar deze conclusie kan aan de hand van dit onderzoek niet getrokken worden. Vanuit veel andere tuinbouwgewassen is bekend dat teelt op substraat hogere productie geeft omdat de stuurmogelijkheden beter zijn.
- De resultaten van het onderzoek doen vermoeden dat met name bij hoogproducerende rassen met substraatteelt meer voedingsstoffen nodig zijn dan met grondteelt gebruikelijk is. Vervolgonderzoek is noodzakelijk om optimale water- en voedingsgift voor verschillende rassen te bepalen. De hoeveelheid drain speelt hierin ook een grote rol.
- In substraatteelt verandert de grondtemperatuur in de bakken sneller mee met de omgeving, dan in grondteelt. Met de koellamellen kan per etmaal een bodemtemperatuur van 16 °C gehandhaafd worden. Hogere temperaturen overdag, worden gecompenseerd door lagere temperaturen 's nachts.
- Een plantdichtheid van 7 in plaats van 3,5 planten/m² geeft bij Virginia niet twee keer zoveel takken (100%), maar gemiddeld 36% meer takken. Bij Tiësto werd bij een hogere plantdichtheid pas na ruim een jaar een hogere productie behaald. De rentabiliteit van een hogere plantdichtheid is naast de kosten van het plantmateriaal, ook afhankelijk van de productiviteit van de cultivar en hoe deze reageert op een hogere plantdichtheid.
- Vanwege de kleinere buffer in substraat ten opzichte van grondteelt, zijn er een aantal punten die extra aandacht behoeven in de substraatteelt. Dit zijn algemene punten, maar het belang hiervan kwam ook duidelijk in deze proef met Alstroemeria naar voren:
 - Voorkomen van te sterke fluctuaties in het vochtgehalte in de bak door middel van regelmatige watergift en tegengaan van verstoppingen in het systeem.
 - Voorkomen van te sterke fluctuaties in EC door middel van regelmatige EC-metingen en bodemmonsters en aanpassen van voedingsgift daarop.
- Eindconclusie:
Teelt van Alstroemeria op substraat biedt perspectief:
 - Teelttechnisch goed mogelijk:
 - bodemtemperatuur kan gehandhaafd worden
 - klein teeltvolume niet beperkend voor productie
 - technieken voor substraat en mobiele teelt vanuit andere gewassen al beschikbaar
 - Productieverhoging ten opzichte van grondteelt zodra water- en voedingsgift verder geoptimaliseerd wordt.

6 Referenties

Uitermark, C.G.T. et al., 1997.

Teelt- en bedrijfskundige aspecten van een gesloten teeltsysteem bij Alstroemeria. Proefstation Bloemisterij en Glasgroente, rapport 107.

Van Noort, F., 1997.

Toetsen van enkele perspectiefvolle gesloten teeltsystemen voor Alstroemeria. Proefstation Bloemisterij, rapport 7401.29.

Van Os, P.C. & T.J.M. van den Berg, 1991.

Telen van Alstroemeria in een recirculerend systeem. Proefstation voor de Bloemisterij, rapport 133.

Voogt, W., 2004.

Verdampingsonderzoek Alstroemeria. PPO Naaldwijk.

Bijlage I. Foto's wortels



Figuur 1. Granada.



Figuur 2. Ovation.



Figuur 3. Calypso.



Figuur 4. Virginia (3,5 plant/m²).



Figuur 5. Tiësto (3,5 plant/m²).



Figuur 6. Tiësto (7 planten/m²).

Bijlage II.

Bodemanalyse

Tabel 1. Bodemanalyses; EC en pH.

Datum monstername	Cultivar	EC in mS/cm	pH
1 maart 2006	1-98811	0,4	6,2
1 maart 2006	Lemon	0,4	5,7
4 april 2007	Lemon	4,0	4,1

Vervolg Tabel 1. Bodemanalyses; hoofdelementen.

Datum monstername	Cultivar	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	CL	SO4	HCO3	P
1 maart 2006	1-98811	<0,1	2,1	0,5	0,3	0,2	1,3	0,2	0,6	<0,1	0,18
1 maart 2006	Lemon	<0,2	0,9	0,7	0,5	0,4	0,8	0,2	1,0	<0,1	0,15
4 april 2007	Lemon	1,1	12,3	1,6	6,9	5,3	25,1	0,5	4,6	<0,1	1,7

Vervolg Tabel 1. Bodemanalyses; sporenelementen.

Datum monstername	Cultivar	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
1 maart 2006	1-98811	0,43	38	0,2	1,3	7,6	0,3	0,1
1 maart 2006	Lemon	0,23	2,0	0,5	1,5	11	0,2	<0,1
4 april 2007	Lemon	0,16	>+99	21	28	52	1,7	<0,1

