



Vervolgonderzoek emissiearme Lisianthus

Marcel Raaphorst¹, Barbara Eveleens¹, Rick van der Burg² en Lianne Schuddebeurs²

Rapport GTB-1440

1. Wageningen UR Glastuinbouw, 2. Delphy Improvement Centre

Referaat

Lisianthustelers zoeken naar methoden om de emissies van nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen, en CO₂ emissie te minimaliseren. Van 2014 tot en met 2016 zijn daarvoor op het Delphy Improvement Centre proeven uitgevoerd met Lisianthus. In het onderzoek 2014-2015 zijn negen teelten uitgevoerd en in het vervolgonderzoek in 2016 zijn vier extra teelten uitgevoerd, waarvan de resultaten in dit rapport worden weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen verschillende substraten en belichtingsintensiteiten. Naast kennis over belichtingsefficiëntie, watergebruik, warmtegebruik, substraatverschillen en groeiontwikkeling hebben deze extra teelten aan het licht gebracht dat het telen op substraat minder weerbaar is tegen bodemschimmels dan tijdens de eerste negen teelten was ervaren.

Abstract

Lisianthus growers look for methods to minimise the emission of nutrients, crop protection chemicals and CO₂. In 2014 and 2015, nine crops with Lisianthus have been tested at the Delphy Improvement Centre. This report describes the four trials that have been carried out in the extended research in 2016. With this extension, a distinction was made between different substrates and intensities of assimilation lighting. In addition to knowledge about light use efficiency, water use, heat use, substrate differences and growth development, these extra crop cycles have brought to light that growing Lisianthus on substrate gives a less resilient plant against soil fungi than was experienced during the first crop cycles.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1440

Projectnummer: 3742182700

DOI nummer: 10.18174/415514

Dit project is mede tot stand gekomen door de bijdrage van Kas als Energiebron, Glastuinbouw Waterproof en de Kenniscoöperatie Lisianthus.

Disclaimer

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

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

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

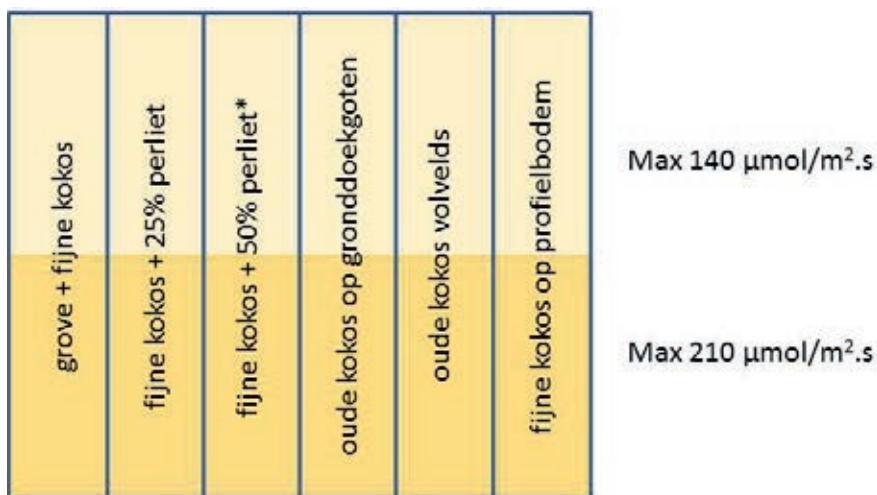
Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Probleemstelling	7
	1.2 Doelstellingen	8
	1.3 Aanpak	8
	1.4 Financiering	9
2	Resultaten	11
	2.1 Belichting	11
	2.1.1 Discussie	12
	2.2 Verwarming	12
	2.3 Substraten	13
	2.4 Watergift	14
	2.5 EC, nutriënten en emissie	15
	2.6 Stomen	16
	2.7 Gewasontwikkeling	16
	2.7.1 Groeiverloop	18
	2.7.2 Brandkoppen	19
	2.7.3 Verstening	19
	2.7.4 Uitval	19
3	Conclusies en aanbevelingen	21
	3.1 Conclusies	21
	3.1.1 Energiegebruik	21
	3.1.2 Substraatype	21
	3.1.3 Watergebruik en recirculatie	21
	3.1.4 Gebruik gewasbeschermingsmiddelen	22
	3.2 Aanbevelingen	22
	Literatuur	23
	Bijlage 1 Grafieken warmtevraag	25
	Bijlage 2 Nutriëntensamenstelling	27

Samenvatting

Lisianthustelers zoeken naar methoden de emissies van nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen en CO₂ (=energiegebruik) te minimaliseren.

Van 2014 tot en met 2016 zijn daarvoor op het Delphy Improvement Centre proeven uitgevoerd met Lisianthus. Deze proeven zijn financieel ondersteund door de programma's Kas als Energiebron en Glastuinbouw Waterproof. Dit rapport betreft de resultaten van het jaar 2016. Hierin zijn vier teelten uitgevoerd onder de condities zoals te zien in Figuur a, waarbij als doel is gesteld het jaargebruik terug te brengen naar 432 kWh/m² elektriciteit, 20 m³ae./m² warmte, 4 m³ae./m² stoomwarmte, 2050 kgN/ha en 20 kg ai./ha gewasbeschermingsmiddelen. Daarbij is als voorwaarde gesteld dat dit niet ten koste mag gaan van de productie of de kwaliteit.



Figuur a Inrichting van de proefkas naar substraatsysteem en belichtingsintensiteit.

Het elektriciteitsverbruik voor belichten is geëxtrapoleerd naar jaarbasis uitgekomen op 561 kWh/m² voor (210 μmol/m².s) en 378 kWh/m² achter (140 μmol/m².s). Het verbruik achter is dus verder verlaagd dan de doelstelling. Dit heeft echter wel geleid tot een lager takgewicht bij een tragere uitgroei duur. 1% meer licht heeft 0,6% tot 0,9% meer versgewicht opgeleverd.

Afhankelijk van het seizoen en de lichtintensiteit werd er 4,0 tot 5,7 g versgewicht per mol PAR licht geproduceerd. Aan het begin van iedere teelt en in mindere mate aan het einde van de teelt is die productie lager. Dit heeft te maken met een lagere lichtonderschepping door de bladeren.

Het warmtegebruik is geëxtrapoleerd naar jaarbasis uitgekomen op 24 m³ ae./m². Dit is hoger uitgekomen dan de doelstelling. Dit hogere gasverbruik is niet nodig geweest voor het op temperatuur houden van de kas, maar heeft te maken met de wens van de telers om meer vocht af te voeren.

Door het telen op substraat kan bij iedere teeltwisseling met minder aardgas worden ontsmet dan in een grondteelt. Na het stomen van het substraat zijn telkens witte wortels aangetroffen, wat een teken is van onvoldoende ontsmetting. Bovendien is steeds vaker uitval opgetreden, waardoor de intensiteit van het stomen is opgevoerd ten opzichte van 2014 en 2015. Het gasverbruik voor stomen is daarmee, geëxtrapoleerd naar jaarbasis, uitgekomen op ongeveer 9 m³/m², waarmee deze doelstelling niet is gehaald.

De wateropname is geëxtrapoleerd naar jaarbasis uitgekomen op 1350 voor en 1200 l/m² achter. De stikstofopname is geschat op ±1400 kg/ha.jaar. De drie verversingen van het opgeslagen drainwater tijdens de teeltwisselingen hebben tezamen geleid tot ongeveer 113 kg N/ha emissie. Daarmee wordt het totale gebruik berekend op ruim 1500 kg/ha.jaar, waarmee de proeven binnen de verbruiksdoelstelling voor stikstof zijn gebleven. Voor substraatteelten gelden echter geen verbruiksnormen, maar emissienormen. Door de verversingen van het water is de emissienorm voor sierteelt in 2018 (75 kg N/ha.jaar) overschreden. Indien niet ververst zou zijn, zou de emissienorm wel zijn behaald. Bij teelt 12 waarbij al het drainwater is hergebruikt, is geen sterke accumulatie van Na gevonden, wat perspectief biedt voor het recyclen van drainwater zonder verversingen over een lange termijn.

De hoeveelheid uitval door Fusarium is gedurende de vier teelten steeds verder opgelopen. Als gevolg daarvan zijn veel meer gewasbeschermingsmiddelen gebruikt dan in de voorgaande jaren. De verbruiksdoelstelling voor gewasbeschermingsmiddelen is hiermee niet gehaald. Tijdens de laatste teelt is een deel van het teeltvak niet bespoten. Dit heeft geleid tot een verdubbeling van het uitvalpercentage tot 40%. Hierdoor is niet aangetoond dat substraat een praktijkrijp alternatief is voor grondteelt. Daarvoor zullen eerst de problemen met Fusarium moeten worden opgelost.

Tijdens de teelten zijn in geringe mate brandkoppen gevonden. Een groter probleem was het optreden van 'verstening', wat in de praktijk slechts zelden voorkomt. Een duidelijke oorzaak hiervan is niet gevonden, al is wel duidelijk dat het op natte plekken vaker voorkomt.

De productie op substraat is niet beter gebleken dan wat telers in de praktijk behalen. Dit heeft te maken met uitval. Van de zes geteste substraten bleek fijne kokos beter te presteren dan grove kokos. Dit lijkt te zijn veroorzaakt door een minder goed contact tussen wortelkluit en substraat bij grove kokos. Toevoeging van perliet aan het kokossubstraat geeft geen meetbare verbetering en veroudering van het substraat heeft geen verslechtering van de productie laten zien.

1 Inleiding

Lisianthustelers willen hun teelt duurzamer maken, zonder dat dit ten koste gaat van de productie en de kwaliteit. Een grote stap daartoe kan worden gezet als de teelt van Lisianthus los van de ondergrond kan worden uitgevoerd. Zo zou een substraatteelt door het kleinere volume effectiever kunnen worden ontsmet dan een grondteelt, waardoor minder stoomenergie en fungiciden nodig zouden zijn. Bovendien kan in een teelt los van de ondergrond het drainwater beter worden opgevangen en gerecirculeerd, waardoor de emissie van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen naar het water kan worden beperkt.

Een teeltsysteem van gronddoekgoten met kokossubstraat op een eb-vloed systeem, lijkt een robuuste mogelijkheid om de teelt van Lisianthus los van de grond te krijgen [van der Helm *et al.*, 2013]. Daarom zijn in 2014 en 2015 hiermee negen proefteelten uitgevoerd bij het Improvement Centre [Raaphorst *et al.*, 2016], waarbij het beperken van de emissies van gewasbeschermingsmiddelen, nutriënten en CO₂ (energie) tot hoofddoel is gesteld. Hoewel Lisianthus inderdaad goed op kokos in gronddoekgoten is te telen, blijkt het systeem te veel tijd te vergen bij onder andere de teeltwisselingen om het economisch rendabel door de praktijk te laten oppakken. Daarnaast bleken vijf teelten op een 9 cm dikke laag volveldse kleikorrels met een eb-vloed systeem minder arbeidsintensief te zijn dan gronddoekgoten, maar de productie ervan bleek tijdens de proeven in 2015 tegen te vallen. Daarom is bedacht om proeven te doen met verschillende volveldse substraten. Indien er een volvelds substraat wordt gevonden dat zich qua productie kan meten met grondteelten, wordt voor Lisianthustelers de stap verkleind om los van de grond te gaan telen.

Dat is in ieder geval gebleken uit tests bij het Delphy Improvement Centre op een lavavloer eb/vloed. Hierbij zijn van maart 2014 tot december 2015 negen Lisianthusteelten uitgevoerd, allen met kokos in gronddoekgoten, en drie teelten gedeeltelijk op een volveldse laag van 9 cm kleikorrels. De teeltresultaten hebben voldoende vertrouwen gegeven dat het mogelijk moet zijn om de Lisianthus los van de grond te telen. Een teelt op gronddoekgoten is echter onpraktisch gebleken. Vanwege eenvoudiger hanteerbaarheid bij teeltwisselingen wordt de voorkeur gegeven aan een volveldse teelt. Kleikorrels zijn geschikt voor een volveldse teelt, maar Lisianthus op kleikorrels groeit minder goed dan op kokos. Daarom willen de telers zoeken naar een substraatsysteem dat:

- Duurzaam is (geen of nauwelijks afval genererend).
- Goed groeit (minstens even goed als in de grond).
- Weinig tijd kost bij teeltwisselingen (minstens zo eenvoudig als bij grondteelten).

Tijdens de proeven in 2014 en 2015 is de CO₂-emissie (energiegebruik) voor het verwarmen van de kas en het ontsmetten van het substraat. Omdat productie en de teeltsnelheid in hoge mate afhankelijk lijken te zijn van de mate van belichting, kiezen Lisianthustelers er nog voor om meer lampen op te hangen en deze langer te laten branden.

1.1 Probleemstelling

Omdat de Lisianthustelers duurzaam willen telen zoeken zij naar methoden om Lisianthus te telen met minimale uitspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen, waarbij bovendien het energiegebruik voor stomen kan worden teruggebracht. Daarnaast kan het verminderen van het warmtegebruik en het elektriciteitsgebruik bijdragen aan een beter imago en rentabiliteit van de Lisianthusteelt. Zo lang er nog geen substraatsysteem is waarmee de huidige productie en kwaliteitsniveaus kunnen worden bereikt, wordt Lisianthus nog in de grond geteeld. Daarmee is het lastig om de bodemgebonden schimmels als *Fusarium avenaceum*, *Fusarium oxysporum* en *Myrothecium roridum* op een milieuvriendelijke manier te lijf te gaan. Om de kasgrond iedere teelt te stomen is jaarlijks 20 tot 24 m³/m² aan aardgas nodig en fungiciden kunnen ondanks hergebruik van het drainwater weglekken naar het oppervlaktewater. Verder is onbekend hoeveel water het gewas opneemt. Als hier meer inzicht in komt kan de irrigatie en daarmee de uitspoeling ook voor grondgebonden teelten tot een minimum worden beperkt. Daarnaast moet worden gezocht naar een substraatsysteem dat met zo min mogelijk lozing van drainwater de praktijktoets kan doorstaan.

1.2 Doelstellingen

Het eerste doel van de proef is het vinden van een substraattype waarmee *Lisianthus* los van de grond kan worden geteeld, met behoud van productkwaliteit en rentabiliteit.

Het tweede doel van de proef is meten hoeveel water er door het gewas wordt opgenomen en aantonen of het mogelijk is om al het drainwater te recirculeren, zodat de emissie van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen kan worden beperkt.

Het derde doel is aantonen of ook na meerdere teelten op hetzelfde substraat met minder gewasbeschermingsmiddelen kan worden geteeld.

Het vierde doel van de proef is het aantonen of energie voor verwarming, stomen en belichting efficiënter kan worden ingezet.

In de proeven wordt gestreefd naar dusdanig lage verbruiken en emissies, dat op jaarrondbasis de resultaten zoals vermeld in Tabel 1 worden behaald.

Tabel 1

Doelen van het jaarverbruik van energie, gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten.

	Huidige praktijk	Doel	Eenheid
Gasverbruik (warmte)	40	20	m ³ /(m ² .jr)
Gasverbruik (stomen)	24	4	m ³ /(m ² .jr)
Elektriciteit (belichting)	575	432	kWh/(m ² .jr)
Gewasbescherming	200	20	kg a.i./ha.jr)
Stikstof	2750	2050	kg/ha.jr)
Fosfor	250	190	kg/ha.jr)

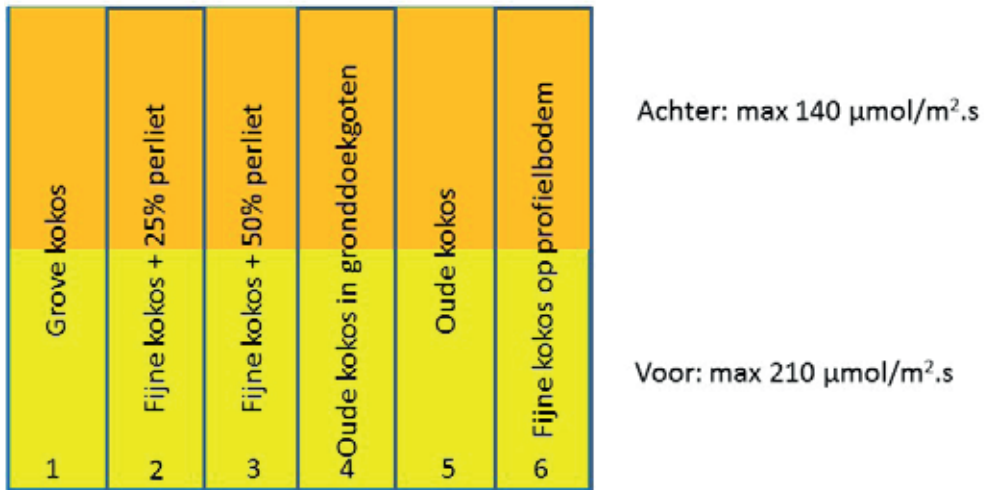
1.3 Aanpak

Na de negen teelten op gronddoekgoten en kleikorrels (2014 en 2015) is in 2016 de proefafdeling opgedeeld in zes vakken van drie bedden (150 m² per vak). Ieder vak is voorzien van een ander substraattype:

- Volvelds een mengsel van grove en fijne kokos.
- Volvelds een mengsel van fijne kokos en 25% perliet.
- Volvelds een mengsel van fijne kokos en 50% perliet (alleen tijdens de eerste teelt van 2016, dus teelt 10 sinds de start in 2014) is hier nog op kleikorrels met eb/vloed geteeld).
- Dezelfde gronddoekgoten met kokos dat in 2014 en 2015 gedurende 9 teelten is gebruikt.
- Volvelds met kokos dat in 2014 en 2015 gedurende 9 teelten is gebruikt.
- Volvelds met fijne kokos.

De irrigatie kan zowel plaatsvinden door beregening van bovenaf, als door druppelslangen in het gaas (bij vak 1, 2, 3, 5 en 6). Bij vak 4 (gronddoekgoten) en tijdens teelt 10 ook bij vak 3 (kleikorrels) is naast de beregening ook geïrrigeerd met het eb-vloed systeem.

De belichtingsinstallatie bestaat uit drie strengen van ieder een intensiteit van 70 µmol/m².s. In het achterste gedeelte van de kas is een streng uitgeschakeld, waardoor daar met hooguit 140 µmol/m².s kan worden belicht.



Figuur 1 Inrichting van de proefkas naar substraatsysteem en belichtingsintensiteit.

1.4 Financiering

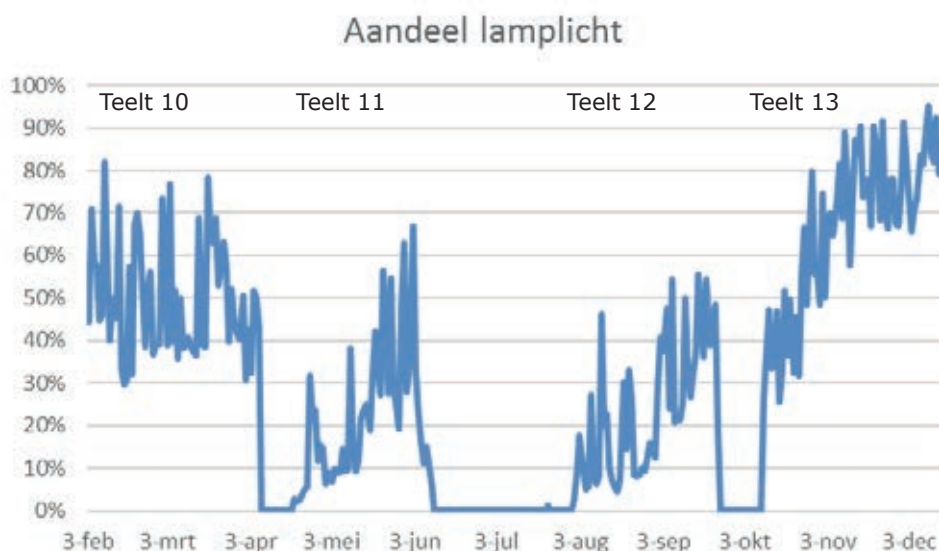
Dit project is mede tot stand gekomen door de bijdragen vanuit het programma Kas als Energiebron, het innovatie- en actieprogramma van het ministerie van Economische Zaken en LTO Glaskracht Nederland. Daarnaast is het project mogelijk gemaakt door de bijdragen vanuit het programma Glastuinbouw Waterproof, de kenniscoöperatie Lisianthus en de leveranciers Florensis, Van Egmond Lisianthus, Erfgoed, Certhon en Van der Knaap groep.

2 Resultaten

In dit hoofdstuk wordt hoofdzakelijk ingegaan op de resultaten van de vier teelten die in 2016 zijn uitgevoerd. In sommige gevallen worden deze resultaten vergeleken met die van de negen teelten uit 2014 en 2015.

2.1 Belichting

In Figuur 2 is voor de teeltdagen van 2016 aangegeven hoe hoog het aandeel lamplicht is geweest op de totale hoeveelheid PAR-licht op de planten. Voor de vier teelten komt dit neer op cumulatief 53%, 22%, 22% en 69%. In het vak achterin met een lager lichtniveau was dat respectievelijk 44%, 15%, 15% en 59%.



Figuur 2 Aandeel van het lamplicht op de totale belichting in het voorste vak.

Het verschil in belichting tussen het vak voorin en het vak achterin wordt weergegeven in Tabel 2. Hieruit blijkt bijvoorbeeld dat bij teelt 10 het achterste vak 23% minder lamplicht heeft gekregen dan het voorste vak. Inclusief het daglicht betreft dit 7% minder PAR licht. Dit heeft geleid tot 4% minder versgewicht dan in het voorste vak. Uitgedrukt in grammen versgewicht per mol PAR-licht is de lichtefficiëntie achter hoger geweest dan voorin: iedere mol extra belichting in het voorste vak gaf 3.1 gram meer versgewicht. Voor teelten 10-13 geldt als berekende lichtregel: 1% meer licht geeft respectievelijk 0,6%, 0,8%, 0,9% en 0,7% meer productie. Het is niet duidelijk waarom juist in de teelten met het minste zonlicht (teelt 10 en 13) een hogere lichtintensiteit minder effect heeft gehad.

Tabel 2

Hoeveelheid licht en productie bij vier teelten in de vakken voor (max. 210 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) en achter (max. 140 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$).

Teelt	Lamp voor	Lamp achter	Ver-schil	PAR voor	PAR achter	Ver-schil	Groei voor	Groei achter	Ver-schil	Voor	Achter	Lamp effect
	mol/m ²	mol/m ²		mol/m ²	mol/m ²		g/tak	g/tak		g/mol	g/mol	g/mol
10	692	536	23%	1303	1210	7%	86.3	82.8	4%	5.5	5.7	3.1
11	400	244	39%	1783	1628	9%	84.3	78.3	7%	3.9	4.0	3.2
12	338	208	39%	1516	1385	9%	74.5	69.5	7%	4.1	4.2	3.2
13	793	509	36%	1152	868	25%	64.8	52.6	19%	4.7	5.0	3.6

Het totale elektriciteitsverbruik tijdens de vier teelten (van planting tot meting) was voor 343 kWh/m² en achter 231 kWh/m². Geëxtrapoleerd naar 365 dagen komt dit neer op 561 respectievelijk 378 kWh/m².

2.1.1 Discussie

Het economisch rendement om intensiever te belichten kan met de bovenstaande cijfers worden geschat. Bij een elektriciteitsprijs van 0,04 €/kWh en een PAR-rendement van 1,8 $\mu\text{mol}/\text{J}$ kost het produceren van PAR licht 6.2 €/kmol voor alleen de elektriciteit. Inclusief de afschrijving, renten en onderhoud van de armaturen komt dit neer op 10 €/kmol.

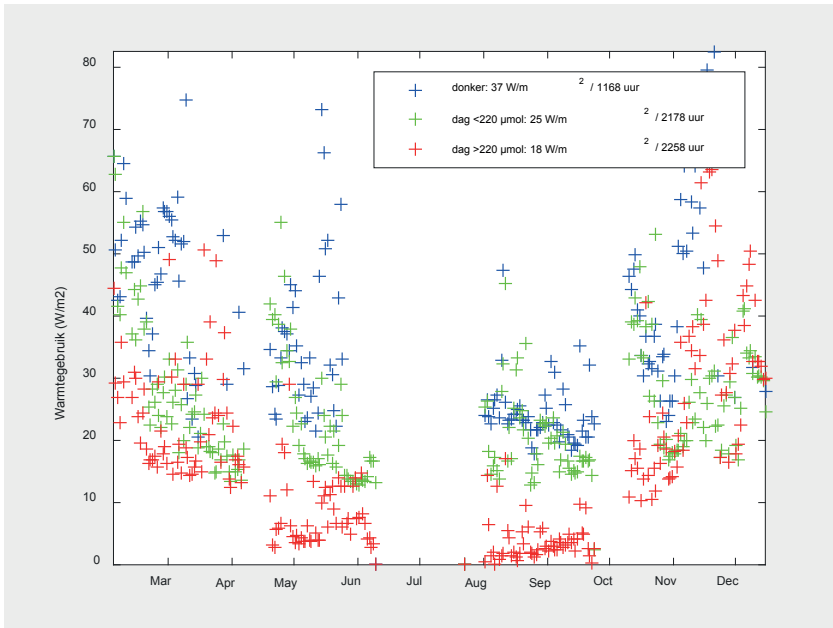
Om de productie te verhogen met 1 tak/m² hogere plantdichtheid, en het gemiddelde takgewicht op 80 gram te houden, dan is hiervoor $80/3.1 = 26$ mol tot $80/3.6 = 22$ mol extra PAR-licht nodig. Deze extra tak moet dan $(22 \text{ tot } 26) * 10/1000 = \text{€ } 0,22$ tot $\text{€ } 0,26$ aan marge opleveren. Bij die marge moeten nog de plantkosten, verwerkingskosten en verkoopkosten worden opgeteld om tot de verkoopprijs te komen, waarboven de intensievere belichtingsinstallatie net rendabel is. Overigens kunnen er ook andere redenen dan een hogere versproductie zijn om intensiever te belichten. Voorbeelden hiervan zijn een groter aantal bloemen of een jaarrond stabiele kwaliteit, welke door extra belichting worden bevorderd.

2.2 Verwarming

De hoeveelheid ingezette buiswarmte is in vier teelten 495 MJ/m² geweest. Geëxtrapoleerd naar zes teelten zou dat neerkomen op zo'n 24 m³/m².jaar aan aardgas. Dat is veel lager dan wat in de praktijk is ingezet (40 m³/m².jaar), maar hoger dan de doelstelling (20 m³/m².jaar). De warmtevraag per teelt is weergegeven in Bijlage 1. Er is veel discussie geweest over het nut en de noodzaak van extra inzet van verwarming, en met name om de verdamping te stimuleren.

Als alle lampen branden kan de gewasverwarming hooguit 20% aan de hoeveelheid lampwarmte toevoegen. Als de zon daar ook nog bij schijnt, is de invloed van de buizen op de gewasverdamping verwaarloosbaar. Alleen tijdens de donkerperiode heeft buisverwarming een relatief grote invloed op de gewasverdamping. In Figuur 3 is te zien dat tijdens de donkerperiode inderdaad de meeste buiswarmte is ingezet. Gedurende de 1168 uren dat het donker was, is de gemiddelde warmte-inzet 37 W/m² geweest. Toch is vóór april en na oktober te zien dat de buisverwarming ook bij veel licht nog is ingezet, terwijl de energie van het licht voldoende zou moeten zijn om de kas (bij gesloten schermen) ruim 30°C boven de buitentemperatuur te houden. De extra buisverwarming is toch ingezet omdat de telers de verdamping wensen te stimuleren.

Hoewel ook tijdens deze laatste vier teelten in lichte mate brandkoppen zijn opgetreden (zie paragraaf 2.7) is het nog maar de vraag of dit veroorzaakt is door het verlagen van de buisverwarming.

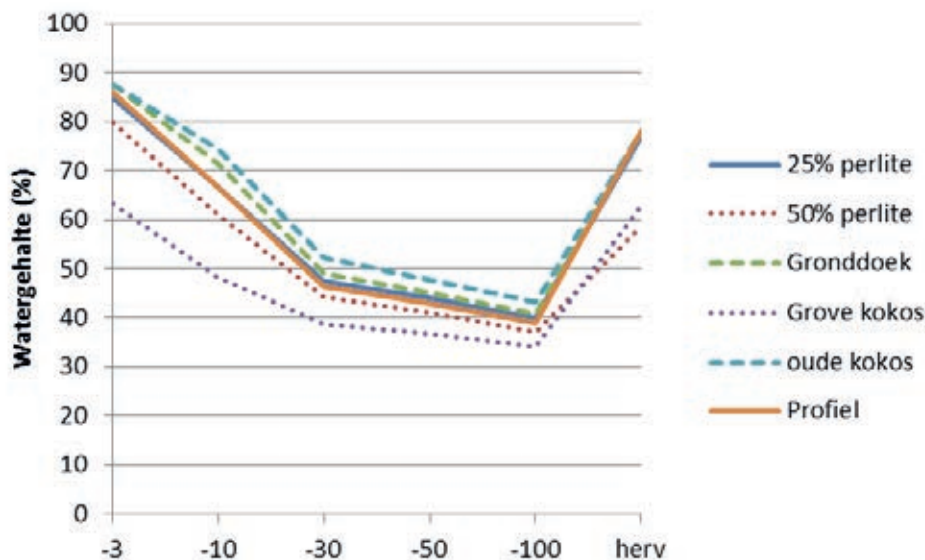


Figuur 3 Gemiddeld warmtegebruik (W/m^2) per etmaal voor de situaties donker ($< 20 \mu mol/m^2.s$), overdag met weinig licht ($< 220 \mu mol/m^2.s$) en overdag met veel (zon)licht ($> 220 \mu mol/m^2.s$).

2.3 Substraten

Van de zes substraten zijn pF-curve opgesteld. Hierin is te zien hoeveel water het substraat bevat op respectievelijk 3, 10, 31, 50 of 100 cm boven vrij water, nadat deze is natgemaakt. Ook is te zien hoeveel water substraat op heeft genomen nadat deze is verplaatst van 100 cm boven het vrije water naar 3 cm boven het vrije water (herverzadigd). Het volumepercentage aan vaste delen varieerde van 4,6 tot 5,8%. Als het substraat dus een watergehalte heeft van 80%, dan is het luchtgehalte ongeveer $100 - 80 - 5 = 15\%$.

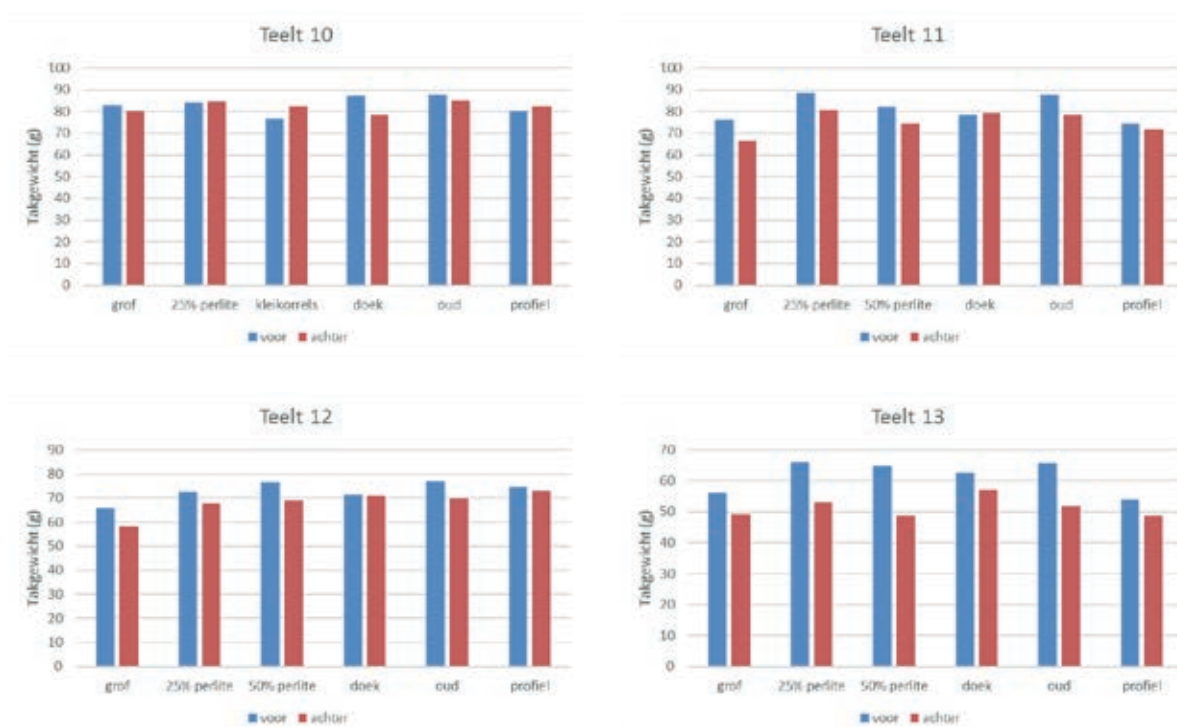
In Figuur 4 is te zien dat 'grove kokos' en '50% perlite' de laagste waarden aangeven. Het verschil tussen -3 en -100 is voor deze substraten ook het kleinst, wat aangeeft dat ze de kleinste buffercapaciteit hebben. Ook blijkt de capillaire werking (zie het lagere herverzadigingspunt) bij deze substraten het laagst te zijn. De oude kokos (inclusief gronddoekgoten) geeft de hoogste waarden en houdt dus het meeste water vast.



Figuur 4 pF-curve van zes substraten met kokos.

De buffercapaciteit van water is 30-40% van het substraatvolume. Dit betekent dat een substraat van 10 cm 30-40 mm water kan bufferen. Dat is afhankelijk van de verdamping en de gewashoogte, voldoende voor 7-10 dagen verdamping. Desondanks is tijdens iedere teelt minstens een keer per dag water gegeven (zie paragraaf 2.4).

De substraatsysteem verschillen onderling niet veel voor wat betreft versgewicht (zie Figuur 5). Wel kan worden gezegd dat het grove kokossubstraat minder presteerde dan de andere substraten. Ook het fijne kokossubstraat op de profielbodem gaf een lager takgewicht te zien dan de andere substraten. Voor beide substraten kan het lagere takgewicht deels worden toegeschreven aan de schaduwwerking van de gevel, omdat deze aan de zijkanten van het proefvak hebben gestaan. Van het grove kokossubstraat kan nog worden opgemerkt, dat deze vlak na het planten al achterbleef. Dit is te wijten aan geringer contact tussen wortelkluutje en het grove substraat. Ondanks overvloedige watergift droogde het wortelkluutje hier eerder uit dan op de andere substraten.



Figuur 5 Versgewicht per tak (g) bij vier teelten en zes verschillende substraten bij een hoog belichtingsniveau (voor) en een laag belichtingsniveau (achter).

2.4 Watergift

Lisianthus staat bekend als een waterminnend gewas en daardoor is frequent en veel water gebruikt. Hoewel de verdamping meestal ligt tussen 1-5 l/m².dag, ligt de watergift daar altijd ruim boven, met soms drainpercentages van 80%. Alleen de laatste teelt is zuiniger water gegeven. Op zich lijkt er weinig bezwaar te zijn tegen het geven van veel water: het overschot draint uit. Het voordeel is dat er nergens tekort is aan water en nutriënten, en dat eventuele verschillen worden verkleind. Het belangrijkste nadeel is, dat als het drainwater moet worden ontsmet, dit met name bij eb/vloed systemen veel capaciteit en energie kan kosten. Bij een kostprijs van 0,5 €/m³ te ontsmetten voedingswater komt de kostprijs van ontsmetting bij dagelijks een eb-vloed beurt van 10 cm hoogte neer op 18 €/m².jaar. Bij druppelen met een drainpercentage van gemiddeld 50% zijn die ontsmettingskosten nog 1,20 €/m².jaar. In de proef is het voedingswater niet ontsmet omdat bij de gronddoekgoten met eb-vloed een zeer groot volume zou moeten worden ontsmet. Gezien het uitval bij de laatste teelten, is het de vraag of dat wel verstandig is geweest. Mogelijk had ontsmetting van het voedingswater de hoeveelheid uitval en daarmee de hoeveelheid verversingen kunnen beperken.

De hoeveelheid vocht in het substraat wordt niet zozeer bepaald door de hoeveelheid watergift, maar vooral door de gift-frequentie. Als frequent wordt geïrrigeerd, krijgt het substraat geen gelegenheid om in te teren. Na verzadiging bevatten de 10 cm dikke substraten vocht en nutriënten voor 7-10 dagen (zie paragraaf 2.1). Toch is er gekozen voor een hogere frequentie. Afhankelijk van het gewasstadium en de hoeveelheid straling werd er 1-3 keer per etmaal gegoten of 1-6 keer per etmaal gedruppeld. Deze hoge frequenties zijn gevoed door het idee dat verversing van water en nutriënten rond het wortelmilieu kan leiden tot 10% meerproductie. Het is niet onderzocht of een lagere frequentie daadwerkelijk leidt tot minderproductie en/of minder uitval.

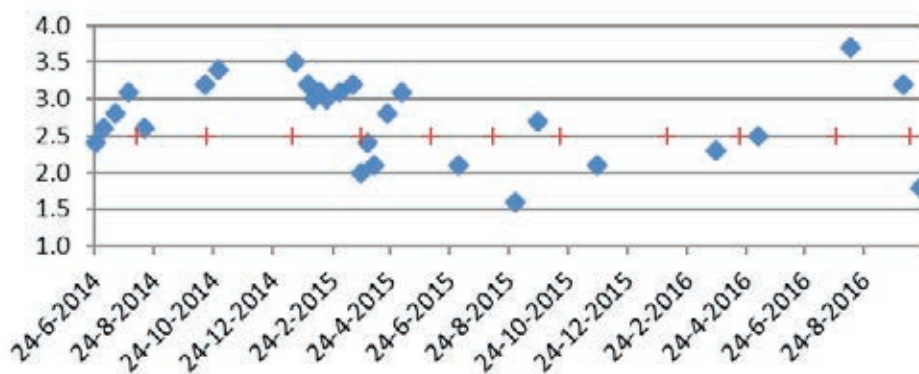
De wateropname loopt gelijk op met de hoeveelheid straling die op het gewas en de bodem komt. Als vuistregel kan worden gesteld dat de gewasopname 0,18 tot 0,2 l/mol PAR licht is. Anders gerekend komt dit neer op 3,9 tot 4,3 liter per m² bij 1000 J/cm² op gewasniveau.

Geëxtrapoleerd naar 6 teelten per jaar, is de wateropname van het gewas 1350 mm/jaar voor en 1200 mm/jaar achter.

2.5 EC, nutriënten en emissie

In de eerste zes teelten is de EC soms opgelopen tot 3-3,5. Daarna is de EC veelal tussen 2 en 3 gebleven (zie Figuur 6). Doordat minder gebruik is gemaakt van eb-vloed, hoefde aan het einde van de teelt minder te worden gespoeld.

De EC in het gietwater liep niet meer verder op als werd bijgevuld met een EC van 0,8 tot 1. Hieruit zou je kunnen concluderen dat het water dat door de wortels wordt opgenomen, een EC heeft van ±1 (opnameconcentratie). Dit komt overeen met eerder onderzoek dat heeft plaatsgevonden met minder intensief geteelde Lisianthus [Bos, 1999]. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de aangeboden EC altijd hoger heeft gelegen dan de opname-EC.



Figuur 6 EC van de watermonsters in 2014 tot 2016. De rode kruisjes geven de plantdata van de 13 teelten aan.

De nutriëntensamenstelling van het water en de substraten zijn geregeld gemeten (zie Bijlage 2). De belangrijkste bijzonderheden hieraan zijn een relatief hoge concentratie aan spoorelementen, waarvan met name Zn en B schade zouden kunnen opleveren. Dat kreeg de verdenking een mogelijke oorzaak te zijn van verstening van het gewas (zie paragraaf 2.7). Voor de 13^e (laatste) teelt is al het voedingswater daarom vervangen voor vers water met een lagere concentratie aan spoorelementen, maar de verstening trad nog steeds op.

Tijdens de meeste teeltwisselingen is het opgevangen drainwater vervangen door vers water. Dit had te maken met een opgelopen EC (van teelt 9 naar 10 en van teelt 10 naar 11) of de vrees voor besmet water (van teelt 12 naar 13). Tijdens de teeltwisseling van 11 naar 12 is er geen water ververst en is al het water gedurende de hele teelt gerecirculeerd. Aangezien het Na gehalte slechts opliep naar 1,1 mmol/l wordt aangenomen dat bij recirculatie van drainwater gedurende minstens twee teelten geen ophoping van Na hoeft te worden gevreesd. Ook concentraties van de andere hoofdelementen bleven binnen de adviesnormen. Alleen de concentratie van de sporelementen Fe, B en Zn gaven een sterk fluctuerend beeld te zien.

Zoals ook is berekend in de rapportage betreffende de proeven in 2014 en 2015 [Raaphorst *et al.*, 2016] is de opname van stikstof (1400 kg N/ha.jr) door het Lisianthus-gewas lager dan de doelstelling van dit project (2050 kg N/ha.jr). Bij recirculatie van al het drainwater is deze doelstelling dus ruimschoots haalbaar. Doordat het drainwater driemaal is ververst, is er $3 * 15 \text{ m}^3 * 18 \text{ mol/m}^3 * 0,014 \text{ kg/mol} / 0.1 \text{ ha} = 113 \text{ kg N/ha}$ geloosd, wat dus ook bij het verbruik door het gewas moet worden opgeteld. Hiermee is de proef nog steeds binnen de verbruiksdoelstelling gebleven, maar voldoet de proef niet aan de emissienormen voor substraatteelten (75 kg N/ha.jaar voor overige sierteelten in 2018). Om te voldoen aan deze emissienorm mag niet meer na iedere teelt al het drainwater worden geloosd. Hiervoor moet worden voorkomen dat bij teeltwisselingen een te hoge EC in het voedingswater en herbesmetting met *Fusarium* optreedt. Een te hoge EC bij de start van de teelt kan wellicht worden beperkt door het vermengen met water uit andere teeltfasen, of door het verlagen van de EC waarmee vers voedingswater wordt bijgemengd.

2.6 Stomen

Tijdens de teeltwisselingen is in 2016 intensiever gestoomd dan in de voorgaande teelten. Als richtlijn is aangehouden om vanaf het moment dat de bodemsensor 90°C aangeeft nog 4 uur te stomen. Hiermee is het gasverbruik hoger dan voorgaande jaren en moet er worden gerekend op 9 m³/m² voor een jaar met 6 teelten. Ondanks het intensieve stomen werden daarna nog steeds witte wortels in het substraat waargenomen. Dat is een teken dat niet alles is ontsmet.

2.7 Gewasontwikkeling

Tijdens de vier teelten in 2016 is het gewas wekelijks door een BCO van 3-5 telers beoordeeld. De meest kritische punten zijn brandkoppen, verstening en vooral uitval geweest (zie Tabel 3).

Tabel 3

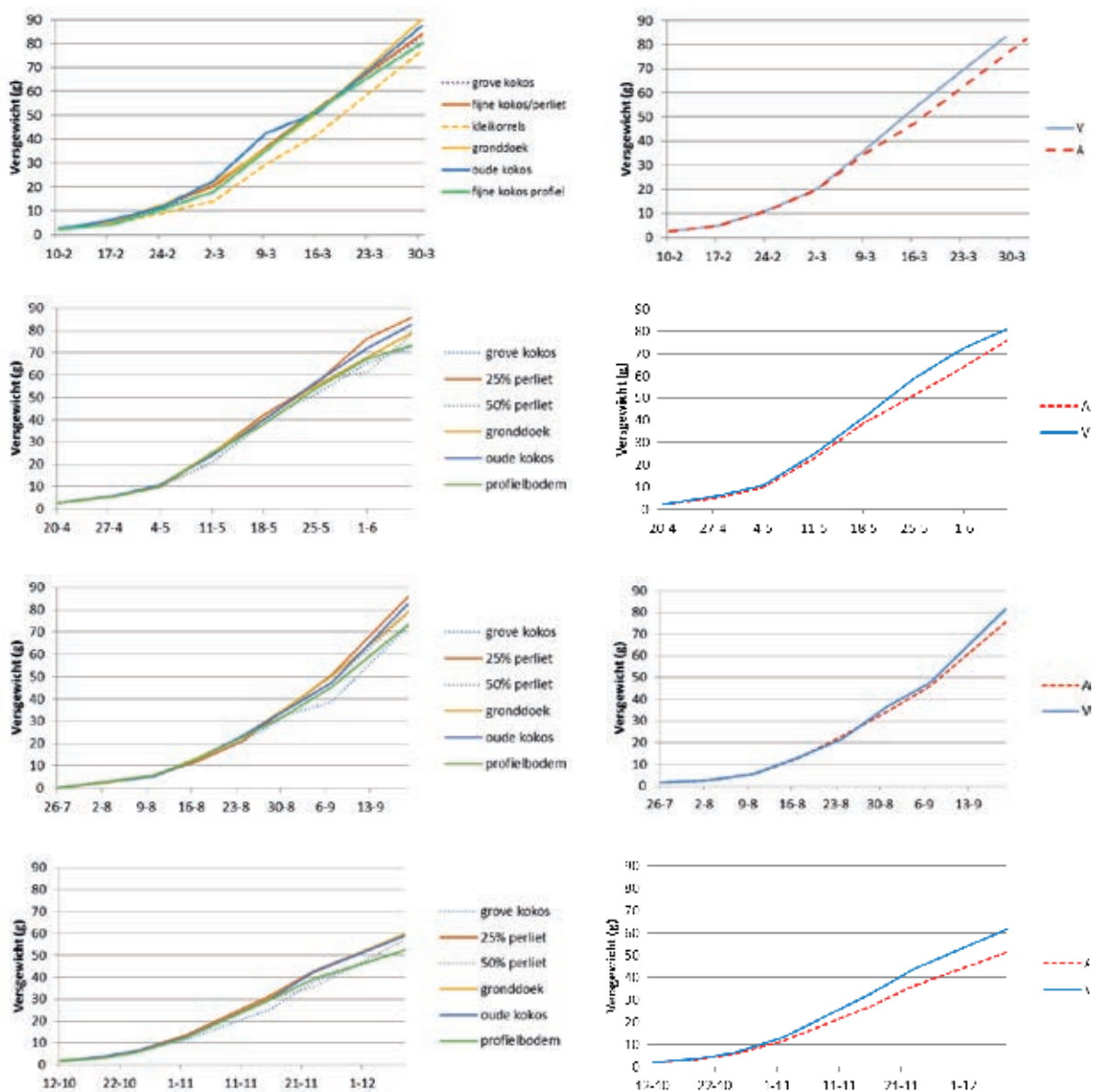
Samenvatting gewasbeoordelingen door BCO van vier teelten in 2016.

datum	Algemeen	Brandkoppen	Verstening	Uitval
3-feb	Teelt 10 geplant			
24-feb	Gronddoekgoten donker blad	Geen enkele	Enkele takken bij oude kokos	Geen
9-mrt		Goed zichtbaar		Enkele takjes
16-mrt		Valt mee		Enkele takjes
23-mrt		Bovenste blaadjes		Enkele takjes
30-mrt	Zwaar gewas			30 uitvallers
13-apr				Totaal: 1,5%
18-apr	Teelt 11 geplant			
28-april	Residu zichtbaar			
11-mei			Zichtbaar	
18-mei			Niet meer zichtbaar	50 uitvallers in grove kokos
25-mei	Lang gewas			
1-jun				Vooral in grove kokos en 25% perliet
20-jul				Totaal: 5%. Minste in 50% perliet
26-jul	Teelt 12 geplant			
10-aug	Rupsenvraat			Een enkele
17-aug	Ongelijk			Een enkele
24-aug			Groeipunten en blad	
31-aug			Groeipunten en blad	0,1-0,5%/wk
7-sep			Bij druipplekken	Loopt op
14-sep	Voorbloeiërs			2,3%/wk bij grove kokos 1,2%/wk bij rest
28-sep				10% in bed 1-9; 6% in bed 10-18
10-okt	Teelt 13 geplant			
17-okt				
2-nov	Rups	Veel	Veel	
9-nov		Aanwezig	Enkele takken	Hoog
30-nov				Blijft toenemen 30-40%

2.7.1 Groeiverloop

In Figuur 7 zijn de groeicurves van de verschillende teelten op de verschillende substraten en lichtniveaus weergegeven. Alle groeicurves laten zien dat in het begin van de teelt de groei minder snel gaat dan aan het einde van de teelt. Bij teelt 2 en 4 is ook aan het einde van de teelt een iets tragere groei te zien. De tragere groei bij het begin en einde van de teelt zijn niet (alleen) verklaren door een lagere lichtintensiteit, maar vooral door de lagere lichtabsorptie door de bladeren. In het begin van de teelt is de LAI slechts 0,2 m²/m². Er komt dan nog veel licht op de bodem, wat dus niet wordt geabsorbeerd. Aan het einde van de teelt beginnen de bloemknoppen te openen. Bloemen zetten licht niet om in assimilaten en beschaduwen de onderliggende bladeren. Aangezien de gewasmetingen veelal hebben plaatsgevonden enkele dagen voor de oogst, zijn op het moment van de meting nog maar weinig bloemen geopend en is dit effect van beschaduwen door de bloemen niet goed te zien.

Aangezien de efficiëntie van de belichting aan het begin en het einde van de teelt minder groot is, zou moeten worden geadviseerd om op die momenten minder te belichten. In het begin van de teelt gebeurt dit al in de praktijk. Aan het einde van de teelt wordt belichting juist belangrijk gevonden omdat de openende bloemen dan veel assimilaten vragen. Belichting wordt dan niet alleen ingezet voor het verhogen van het versgewicht, maar vooral voor de kwaliteit van de bloemen.



Figuur 7 Groeicurves (versgewicht in grammen per tak) van teelt 10 t/m 13 uitgesplitst per substraattypen (links) en per belichtingsintensiteit (rechts: V = max 210 μmol/m².s en A = max 140 μmol/m².s).

2.7.2 Brandkoppen

Brandkoppen traden in voorgaande jaren veel op en zelfs in de zomerperiode. In 2016 kwamen brandkoppen vooral voor in de laatste teelt (teelt 13). Aangezien Rosita White niet extreem gevoelig is voor brandkoppen, heeft dit niet tot zichtbare kwaliteitsproblemen geleid.

2.7.3 Verstening

Verstening is een verschijnsel dat in de praktijk maar zelden voorkomt. Tijdens teelt 12 trad het plotseling op tezamen met een aantasting van de waslaag (zie Figuur 8). Bij versteende takken lijkt de groei tijdelijk stil te staan, terwijl het jonge blad klein blijft, en stug en ruw aanvoelt. Opvallend is dat sommige takken er last van hebben terwijl de naburige takken normaal door kunnen groeien. Tijdens alle proeven kwam verstening vooral voor na frequente gewasberegening. Hierdoor ontstond het idee dat een frequent aanbod van hoge concentratie aan spoorelementen (B, Zn) tot deze verstening zou leiden. Op een plek waar de vernevelingsleiding continu druppelde trad het iedere teelt op. Aangezien het water in deze vernevelingsleiding weinig spoorelementen bevat (alleen Boriumconcentratie is 25 $\mu\text{mol/l}$) en bij bladbemesting met veel hogere concentraties wordt gespoten [Wim Voogt, persoonlijke mededeling], lijkt dit idee minder aannemelijk. Een andere mogelijke oorzaak is recirculatie van wortellexudaten. Dit is niet onderzocht.

Ten slotte kan het zijn dat langdurig of frequent nat blad of groeipunt een oorzaak is van de verstening.



Figuur 8 Blad met aangetaste waslaag (links) en versteende takken (rechts).

2.7.4 Uitval

Uitval leek in de voorgaande jaren nauwelijks voor te komen. Vanaf teelt 7 neemt het percentage uitval toe. In eerste instantie is alleen *Myrothecium roridum* aangetroffen, maar vanaf teelt 9 blijkt *Fusarium oxysporum* de belangrijkste veroorzaker van uitval te zijn. Bij teelt 11 komt uitval minder voor op fijne kokos met 50% perliet.

Vermoed wordt dat dit komt omdat het substraat nieuw en schoon is. Een andere mogelijkheid zou zijn dat het substraat luchtiger is dan de andere substraten, maar aangezien 50% perliet er bij de volgende teelten niet beter uitkwam, lijkt dit minder waarschijnlijk. Uitval blijkt in teelt 12 vooral op te treden in de vakken waar frequent is geïrrigeerd. Aangezien grove kokos en de fijne kokos met perliet minder vocht kunnen vasthouden dan fijne kokos (zie Figuur 4) is in bed 1-9 vaker beregend dan in bed 10-18. In teelt 13 is er nauwelijks verschil te zien in het uitvalpercentage tussen de verschillende substraten. Wel is te zien dat in het vak zonder gewasbescherming ruim twee keer zo veel uitval is dan in de vakken die wel (4x) bespoten zijn met Thiram en Topsin. Aangezien er geen verschil in uitval per week is tussen het vak met 210 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ en het vak met 140 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$, lijkt verdamping geen invloed te hebben op de hoeveelheid uitval. Hierbij moet worden aangetekend dat in het vak met 140 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$ de teelt enkele dagen langer duurt en daarmee uiteindelijk toch meer uitval krijgt.

Tijdens de vier teelten is respectievelijk 4, 2, 0 en 4 keer gespoten met 300 g Thiram en 300 g Topsin. Dat betekent $10 * (300 * 80\% + 300 * 50\%) * 1500 \text{ l/ha} = 58,5 \text{ kg/ha}$ werkzame stof. Daar bovenop heeft nog een pleksgewijze bespuiting met Conserve tegen rups en een bespuiting met Admire tegen Sciara plaatsgevonden van tezamen 0,15 kg/ha. Met een gebruik van 58,65 kg/ha is de verbruiksdoelstelling voor gewasbeschermingsmiddelen niet behaald. De emissie van gewasbeschermingsmiddelen is door recirculatie van het drainwater wel beperkt gebleven.

3 Conclusies en aanbevelingen

3.1 Conclusies

3.1.1 Energiegebruik

Tijdens de belichtingsuren wordt de meeste warmte in de kas met lampen ingebracht. De hoeveelheid ingezette warmte met de buizen is teruggebracht naar 24 m³/m².jaar aardgasequivalenten zonder concessies te doen aan de kastemperatuur. Tijdens belichte uren is 30 tot 50% minder warmte ingezet dan tijdens de niet belichte uren. Deze warmte was meestal niet nodig om de kas op temperatuur te houden, maar is ingezet om meer vocht af te kunnen voeren.

In verband met de toenemende hoeveelheid uitval is tijdens de laatste teelten langduriger gestoomd. Hierdoor is in 2016 ongeveer 1,5 m³/m².teelt aan aardgasequivalenten gebruikt voor het stomen. Dit zou jaarrond voor 6 teelten neerkomen op 9 m³/m², hetgeen meer is dan de doelstelling van 4 m³/m².jaar.

Vergelijking van de twee verschillende lichtintensiteiten van maximaal 140 respectievelijk 210 μmol/m².s heeft aangetoond dat iedere extra mol PAR-licht 3,1 tot 3,6 gram extra versgewicht geeft. Dit komt neer op 0,6% tot 0,9% meer productie per 1% meer licht. Als dit voor dit extra versgewicht extra takken worden geplant, moet iedere extra tak door belichting ongeveer 22 tot 26 cent marge opleveren bovenop de variabele kosten (m.n. plantkosten, arbeid, verpakking en afzet). Hierbij is ervan uitgegaan dat de bloemkwaliteit niet wordt beïnvloed door een hogere belichtingsintensiteit en een hogere plantdichtheid.

3.1.2 Substraattypen

Met alle zes gebruikte substraatsystemen met kokos kan Lisianthus los van de grond worden geteeld. De volveldse bedden met druppelbevloeiing groeiden niet beter of minder dan de gronddoekgoten met eb-vloed. In de proef is echter niet aangetoond dat de Lisianthusteelt op substraat kan met behoud van productkwaliteit en rentabiliteit ten opzichte van de grondteelt. De teelten op grove kokos hebben het minst goed gepresteerd. De teelten op overige substraten en substraatmengsels met fijne kokos presteerden beter met onderling wisselende resultaten.

3.1.3 Watergebruik en recirculatie

De som van wateropname uit het gewas en de verdamping vanuit de bodem heeft een grote correlatie met de hoeveelheid licht. Daarmee is deze te voorspellen met de formule:

Wateropname gewas + verdamping bodem = 0,2 l/mol PAR-licht

Door gedurende twee teelten al het drainwater te recirculeren blijft de concentratie van hoofdelementen en dus ook de natrium concentratie binnen de adviesnormen. Dit is een aanwijzing dat drainwater gedurende minstens twee teelten volledig kan worden gerecirculeerd. Wel is het mogelijk dat de opgetreden 'verstening' is te wijten aan de accumulatie van stoffen die niet in het analyserapporten voorkomen. Ook is het lastig gebleken om een aantal spoorelementen (Zn, B en Fe) op het gewenste niveau te houden. Aangezien de EC in het substraat oploopt als aan het recirculatiewater meer dan 0,8 tot 1 mS/cm EC wordt toegevoegd, wordt geconcludeerd dat het gewas (inclusief verdamping van het substraat) een EC van ongeveer 1 opneemt. In een situatie met recirculatie van alle drainwater, dient het hieraan bijgemengde voedingswater op lange termijn gemiddeld ook deze EC te bevatten.

Hoewel de verbruiksdoelstelling voor stikstof voor dit project is behaald, is de voor overige sierteelten in 2018 gestelde norm van 75 kg N/ha.jaar overschreden doordat er in totaal 113 kg N/ha is geloosd tijdens drie van de vier teeltwisselingen.

3.1.4 Gebruik gewasbeschermingsmiddelen

Hoewel tijdens de eerste teelten zonder fungiciden en vrijwel zonder uitval kon worden geteeld, is na de zesde teelt steeds meer uitval gekomen door o.a. *Fusarium oxysporum*. In de laatste teelt was de hoeveelheid uitval zelfs 40%. Hieruit kan worden geconcludeerd dat nog geen van de substraatsystemen heeft bewezen op lange termijn weerbaar genoeg is om zonder gewasbeschermingsmiddelen te kunnen. Dit heeft het vertrouwen in de robuustheid van substraatsystemen voor *Lisianthus* ondermijnd.

Aangezien de uitval in de vakken met gewasbescherming met meer dan 50% werd gereduceerd, laat zien dat het gebruik ervan een groot economisch belang heeft. De projectdoelstelling voor wat betreft gewasbeschermingsmiddelen is hiermee niet gehaald.

3.2 Aanbevelingen

De substraatteelt is nog geen economisch bewezen alternatief voor *Lisianthus* als grondteelt om de emissies van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen te beperken. Daarvoor dient eerst te worden uitgezocht hoe bodemschimmels als *Fusarium oxysporum* kunnen worden beteugeld.

Ideeën hierover die tijdens het project naar voren zijn gekomen zijn:

- Het ontsmetten van het voedingswater.
- Het uittesten van de optimale gietfrequentie en bodem/substraat vochtigheid.
- Het zoeken naar mogelijkheden voor biologische beheersing van *Fusarium* pathogenen.

Aan de hand van de verwachte verkoopprijzen voor *Lisianthus* en de kostprijs voor elektriciteit kan worden berekend wanneer het intensiveren of extensiveren van de belichting economisch interessant is.

Literatuur

Bos, A.L.v.d. (1999):

EC-niveau bij de teelt van Eustoma in kasgrond, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Vestiging Naaldwijk.

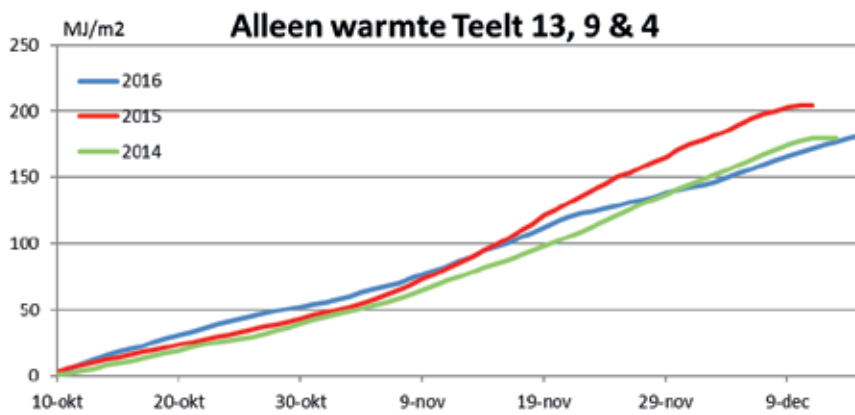
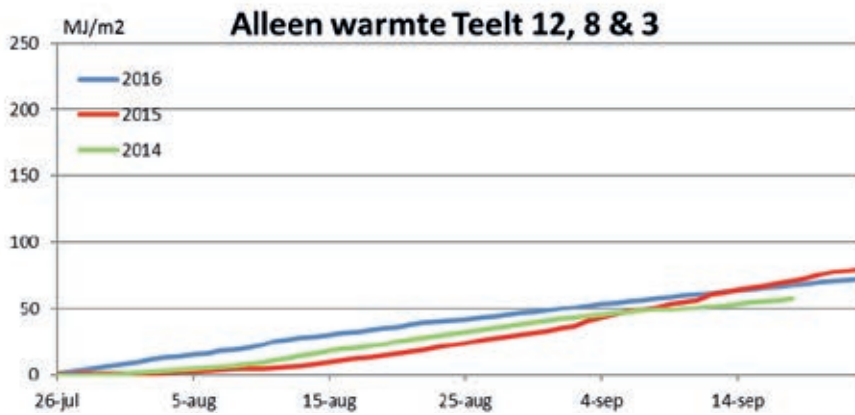
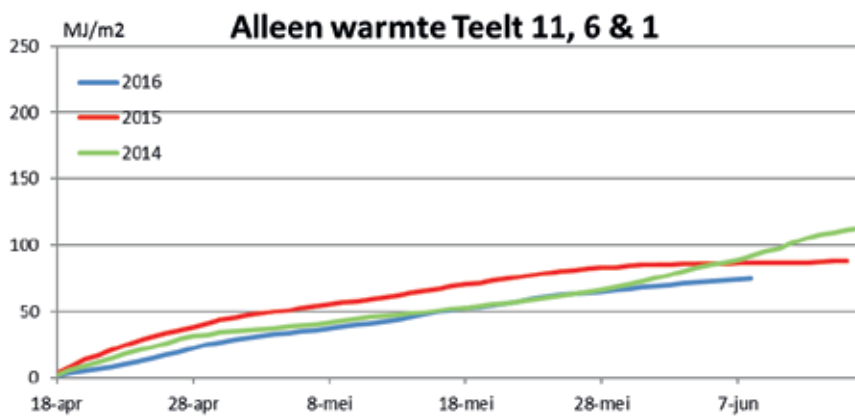
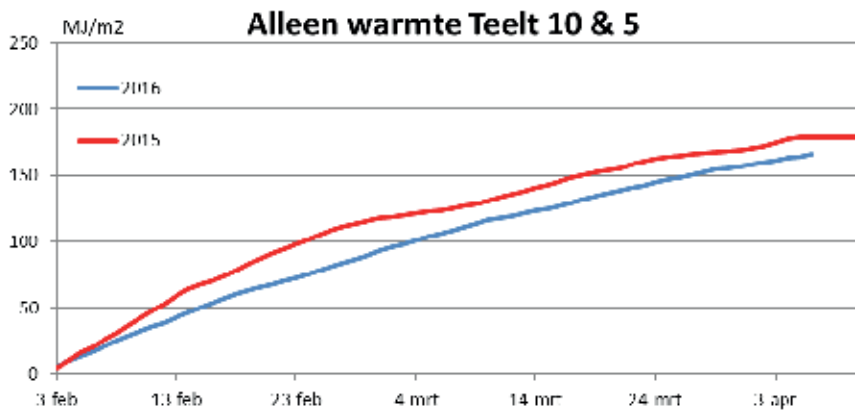
van der Helm, F., Eveleens, B. en Snel, J. (2013):

Het Nieuwe Telen Lisianthus : energiebesparing en emissiebeperking bij de teelt van Lisianthus. Wageningen UR Glastuinbouw. Bleiswijk.

Raaphorst, M.G.M., Eveleens-Clark, B.A., Burg, R.v.d. en Grootsholten, M. (2016):

Emissiearme lisianthus, Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk.

Bijlage 1 Grafieken warmtevraag



Bijlage 2 Nutriëntensamenstelling

Tabel 4

Nutriëntensamenstelling van watermonsters.

EC	pH	NH4+	K+	Na+	Ca++	Mg++	Si	NO3-	Cl-	SO4--	HCO3- P-	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo		
20-10-2016	1.8	6.1	1.0	4.4	0.2	4.2	1.8	0.1	11.4	0.8	1.8	0.2	0.9	73.6	6.8	2.8	13	1	0.3
3-10-2016	3.2	7.0	0.1	3.7	0.9	9.4	4.8	0.7	23.6	0.2	3.4	1.9	0.25	10.2	0.7	16.9	86	2.4	1.2
10-08-2016	3.7	7.0	0.1	6.7	1.1	10.4	4.7	0.7	27.9	0.7	4.2	0.9	0.35	5.5	7.5	26	87	2.4	1.3
6-5-2016	2.5	6.7	0.4	5.3	0.7	6.8	2.9	0.6	16.9	0.8	2.9	0.7	0.7	25.5	5.4	23.6	78	2.5	1.1
24-3-2016	2.3	7.0	0.1	3.8	0.4	7.0	2.9	0.6	16.1	0.5	2.7	0.8	0.6	21	1.1	12	69	2	1.8

Tabel 5

Nutriëntensamenstelling van substraatmonsters.

EC	pH	NH4 +	K +	Na +	Ca ++	Mg ++	Si	NO3 -	Cl -	SO4 --	HCO3 -	P -	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo			
10-8-2016	Kokos	1.1	7.1	0.1	2.2	0.5	2.6	1.2	0.2	0.2	6.8	0.4	1.3	0.4	0.2	1.9	1.8	10.6	50	0.6	1.9
24-3-2016	Kokos grof	0.72	7.1	0.1	1.5	0.3	1.6	0.8	0.2	4	0.3	0.9	0.6	0.2	2.1	0.1	0.1	3.8	38	0.3	0.3
24-3-2016	25%perlite	0.67	6.8	0.1	1.1	0.2	1.5	0.7	0.2	4.1	0.3	0.7	0.4	0.2	2	0.1	2	38	0.4	0.1	
24-3-2016	Gronddoek	0.86	7.3	0.1	1.6	0.3	1.9	0.9	0.3	5.1	0.4	1	0.6	0.15	1.3	0.2	3.9	44	0.3	0.7	
24-3-2016	Kokos oud	0.91	7.1	0.1	1.2	0.3	2.4	1.1	0.3	6.2	0.2	1.1	0.5	0.25	1.7	0.2	3.7	53	0.4	1.6	
24-3-2016	Kokos fijn	0.65	6.9	0.1	1.1	0.2	1.6	0.7	0.2	4	0.3	0.8	0.4	0.15	1.7	0.2	2.5	37	0.4	0.1	
23-2-2016	Kokos grof	0.67	6.8	0.1	1.5	0.3	1.2	0.6	0.2	3.7	0.3	0.5	0.3	0.15	0.8	2.3	7	24	1	0.1	
23-2-2016	25%perlite	0.68	6.5	0.1	1.4	0.3	1.3	0.6	0.2	3.8	0.4	0.6	0.2	0.15	1.6	2.2	7.8	31	0.8	0.1	
23-2-2016	Gronddoek	0.85	6.9	0.1	1.8	0.4	1.8	0.8	0.2	4.9	0.4	0.8	0.3	0.25	2.1	1.9	8	54	0.7	0.5	
23-2-2016	Kokos oud	0.85	7.1	0.1	1.7	0.3	1.7	0.7	0.2	4.6	0.4	0.7	0.5	0.25	1.7	1.7	9.6	64	0.6	1.3	
23-2-2016	Kokos fijn	0.72	6.6	0.1	1.5	0.3	1.4	0.6	0.2	4	0.4	0.6	0.2	0.15	1.7	2.4	5.7	33	1	0.1	

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



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

Glastuinbouw Rapport GTB-1440

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

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