



Emissiearme lisianthus

Proef met 9 teelten op substraat bij het Improvement Centre

Marcel Raaphorst¹, Barbara Eveleens¹, Rick van der Burg² en Marc Grootcholten²

Rapport GTB-1401

1. Wageningen UR Glastuinbouw, 2. Delphy Improvement Centre

Referaat

Negen teelten met lisianthus zijn uitgevoerd op kokos in gronddoekgoten, waarvan vijf teelten ook op kleikorrels. Naast het telen op een gesloten systeem zijn het gebruik van energie en gewasbeschermingsmiddelen beperkt gehouden. De teelten hebben een redelijke productie laten zien, die nog niet zo hoog is als in de praktijk. Dit verschil kan zowel zijn veroorzaakt door zowel de zuinige belichting als aan de onbekendheid met het telen op substraat. De teelten op kokos hebben telkens beter gegroeid dan die op kleikorrels.

Abstract

Nine crops with lisianthus have been carried out on coir in cloth gutters, five of which were also on expanded clay pellets. In addition to growing on a closed system, the use of energy and plant protection products is kept limited. The crops have shown a reasonable production, although not as high as in practice. This difference may be caused by both the frugal exposure to lighting as the unfamiliarity with growing on substrate. The crops on coir have shown a better production than the crops on expanded clay pellets.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1401

Projectnummer: 3742182701

PT nummer: 15123

Disclaimer

© 2016 Wageningen UR Glastuinbouw (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), 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.wageningenUR.nl/glastuinbouw. Wageningen UR Glastuinbouw.

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 UR 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 Doelstelling	7
	1.3 Aanpak	7
	1.4 Financiering	8
2	Beschrijving van de teelten	9
	2.1 Planten	9
	2.2 Teeltsysteem en substraat	9
	2.3 EC	9
	2.4 Licht	10
	2.4.1 Kasdek	10
	2.4.2 Schermdoeken	11
	2.4.3 Lampen	12
	2.4.4 PAR-licht per teelt	13
	2.5 Warmte	14
	2.5.1 Kasverwarming	14
	2.5.2 Stomen	15
	2.6 CO ₂	15
	2.7 Luchtvochtigheid	16
	2.8 Klimaatverloop	18
	2.8.1 Etmaalgemiddelden	18
	2.9 Gewasbescherming	20
3	Vergelijking tussen kokos en kleikorrels	21
	3.1 Irrigatie	21
	3.2 Substraattemperatuur	22
	3.3 Weggroei	23
	3.4 Versgewicht	24
	3.5 Drogestofgehalte	25
	3.6 Bladoppervlak	25
	3.7 Nutriëntengebruik	26
	3.8 Hanteerbaarheid	26
4	Productie/Kwaliteit	27
	4.1 Teeltduur	27
	4.2 Takgewicht	27
	4.3 Takopbouw	29
	4.4 Houdbaarheid	30
	4.5 Brandkoppen	31
	4.6 Botrytis	31

5	Conclusies en aanbevelingen	33
	5.1 Conclusies	33
	5.2 Aanbevelingen	34
	Literatuur	35
	Bijlage 1 Gemeten en berekende lichtsom	37
	Bijlage 2 Cumulatief lichtniveau per teelt	39
	Bijlage 3 Analyses voedingswater	41

Samenvatting

Een teelt los van de ondergrond kan een belangrijke stap zijn om de teelt van Lisianthus te verduurzamen. De belangrijkste voordelen zijn, dat er geen nutriënten en gewasbescherming naar het bodemwater weglekken en dat het wortelmedium met minder stoom kan worden ontsmet. Daarom zijn twee soorten substraatsystemen in een proefkas van 1000 m² bij het Improvement Centre gedurende 2 jaar getest op bruikbaarheid voor de praktijk. Hierbij zijn ook energiebesparende maatregelen toegepast, zoals het eerder afschakelen van de lampen, de toepassing van diffuus glas en het intensievere gebruik van schermen in combinatie met ventilation jets. Tijdens de proeven is ook gestreefd om het gebruik van nutriënten en vooral gewasbeschermingsmiddelen te beperken. Met deze maatregelen zijn de doelen uit Tabel a grotendeels behaald.

Tabel a

Praktijkdata, doel en gerealiseerd jaarverbruik van energie, gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten bij de zuinigste teelten (3-7) omgerekend naar een praktijksituatie met kortere teeltwisselingen en 6 teelten per jaar.

	Huidige praktijk	Doel	Teelten 3-7	6 teelten	Eenheid
Gasverbruik (warmte)	40	20	17.8	21.4	m ³ /(m ² jr)
Gasverbruik (stomen)	24	4	6.5	7.8	m ³ /(m ² jr)
Elektriciteit (belichting)	575	432	355	426	kWh/(m ² jr)
Gewasbescherming	200	20	0.4	0.5	kg a.i./((m ² jr)
Stikstof	2750	2050	?	?	kg/(ha jr)
Fosfor	250	190	?	?	kg/(ha jr)

In 2014 is in de proefkas gestart met zes identieke vakken waar gronddoekgoten gevuld met fijne kokos zijn geplaatst op een erfgoedvloer. In 2014 zijn 4 teelten, en in 2015 zijn 5 teelten uitgevoerd. Na 4 teelten zijn in drie van de zes vakken de gronddoekgoten vervangen door volveldse kleikorrels, omdat van volveldse kleikorrels makkelijker te bewerken zijn en daardoor eerder in de praktijk zouden kunnen worden toegepast. Direct na iedere planting is dagelijks van bovenaf beregend. Enkele weken na het planten is overgegaan op eb-vloed irrigatie.

Zonder waterontsmetting, met een beperkte hoeveelheid aan stoomenergie en zonder bodemfungiciden is gedurende zes teelten zonder een noemenswaardig percentage uitval geteeld. Na zes teelten is wel uitval ontstaan door *Myrothecium*, welke noch met stomen, noch met gewasbeschermingsmiddelen is geëlimineerd.

Verlaging van het gebruik aan aardgas voor verwarming en stomen lijken niet tot grote consequenties voor de teelt te hebben geleid. Ondanks de hogere luchtvochtigheid in 2015 ten opzichte van 2014 is het optreden van brandkoppen en *Botrytis* niet toegenomen. Hoewel nog discussie is over de inzet van aardgas voor ontsmetting van het substraat, heeft het kleine substraatvolume minder aardgas nodig dan als de grond diep moet worden gestoomd. De verlaagde inzet van elektriciteit voor belichting lijkt direct te hebben geleid tot minder productie en teeltsnelheid.

Voor wat betreft gewasbescherming is het gerealiseerde gebruik veel lager dan de doelstelling. Gezien de toenemende ziektedruk na 7 teelten is het de vraag of deze doelstelling ook op langere termijn kan worden behaald.

Het versgewicht en de teeltsnelheid van de productie in kokos op gronddoekgoten zijn minder gebleven dan in de praktijk. Als oorzaken hiervan zijn aangegeven:

- Lagere teelttemperatuur bij de start.
- Minder belichting.
- Lagere CO₂-concentratie.
- Onbekendheid met de optimale irrigatiefrequentie.

De planten op kleikorrels groeien minder zwaar, hebben een hoger drogestofgehalte en bloeien sneller ten opzichte van kokos in gronddoekgoten. Als oorzaken hiervan zijn aangegeven:

- Minder buffering van opneembaar water.
- Minder buffering van nutriënten en spoor-elementen.
- Verschil in zuigspanning tussen plantplug en kleikorrelsubstraat.
- In het begin van de teelt lijken vooral voldoende beschikbaarheid van water en nutriënten de belangrijkste knelpunten te zijn voor de groei. Bij een volgroeid gewas lijkt ook de beschikbaarheid van zuurstof een aandachtspunt te zijn.

Het telen op substraat heeft geen meetbare invloed gehad op de houdbaarheid van de bloemen.

1 Inleiding

Lisianthus op substraat biedt perspectief voor verdere verduurzaming van de teelt door de hoeveelheid energie voor stomen sterk te beperken en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en de lozing van meststoffen te minimaliseren. De teelt in gronddoekgoten met kokossubstraat lijkt een robuuste mogelijkheid om de teelt van lisianthus los van de grond te krijgen [van der Helm *et al.* 2013]. Daarnaast kan de productkwaliteit en productie verder worden geoptimaliseerd mede door voor iedere teeltfase het juiste klimaat voor het gewas te bieden. Voordat praktijkbedrijven een teeltsysteem los van de ondergrond zullen willen uitproberen is hiermee in 2014 en 2015 op kleinere schaal ervaring opgedaan.

1.1 Probleemstelling

Nu Lisianthus nog in de grond wordt geteeld, is het lastig om de bodemgebonden schimmels als *Fusarium avenaceum* 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. Omdat de lisianthustelers duurzaam willen telen, zoeken zij naar betaalbare methoden om los van de grond te telen. Hierdoor moet lisianthus kunnen worden geteeld met minimale uitspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen en kan bovendien het energiegebruik voor stomen worden teruggebracht. Daarnaast kan het verminderen van het warmtegebruik en het elektriciteitsgebruik bijdragen aan een beter imago voor de lisianthusteelt.

1.2 Doelstelling

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./m ² jr)
Stikstof	2750	2050	kg/(ha jr)
Fosfor	250	190	kg/(ha jr)

1.3 Aanpak

In 2014 is het teeltsysteem met gronddoekgoten op een lavavloer (Erfgoed), uitgewerkt voor praktijktoepassing door een proef op 1000 m² bij het Improvement Centre, waarbij ook gebruik wordt gemaakt van energiebesparende technieken als een Ventilation Jets, diffuus glas en is er gestreefd naar minder gebruik van kunstlicht.

Op 17 maart 2014 is de eerste teelt gestart bij het Improvement Centre en december 2015 is de negende teelt geoogst. Bij de negen teelten is geëxperimenteerd met verschillende stuelelementen om een robuustere teelt met meer energiebesparing te realiseren. De teelten zijn wekelijks begeleid door een groep met een wisselende samenstelling van vier lisianthustelers.

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, Saint Gobain, Van Looveren, Jiffy, Floor van Schaik, Hint en Ludvig Svensson.

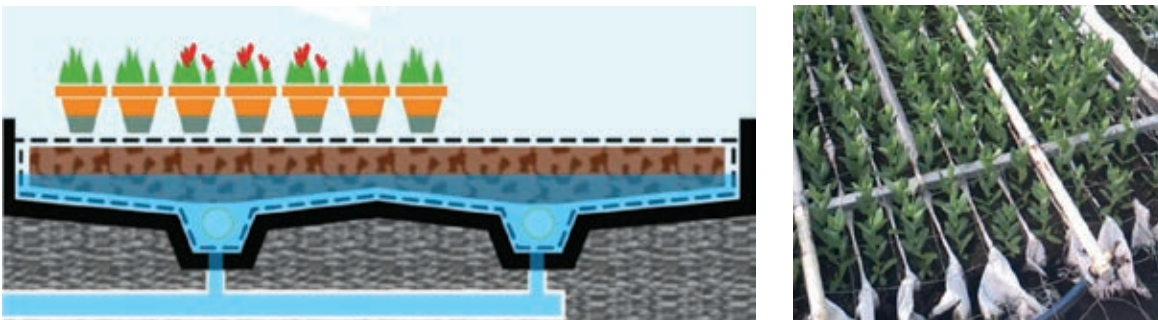
2 Beschrijving van de teelten

2.1 Planten

Bij iedere teelt zijn, ongeacht het seizoen, 83 planten per m² kas (inclusief looppaden, excl. betonpad) geplant. Rekening houdend met een looppad dat een breedte heeft van ruim 20 cm per bed van 1,60 m, komt dit neer op ongeveer 100 planten per netto m² bed. Tijdens de eerste vijf plantingen is alleen Piccolo White geplant. Daarna is naast Piccolo White 1/3 van de afdeling met Rosita White gevuld. De keuze is op deze cultivars gevallen omdat deze de marktstandaard zijn voor enkelbloemige respectievelijk dubbelbloemige lisianthus.

2.2 Teeltsysteem en substraat

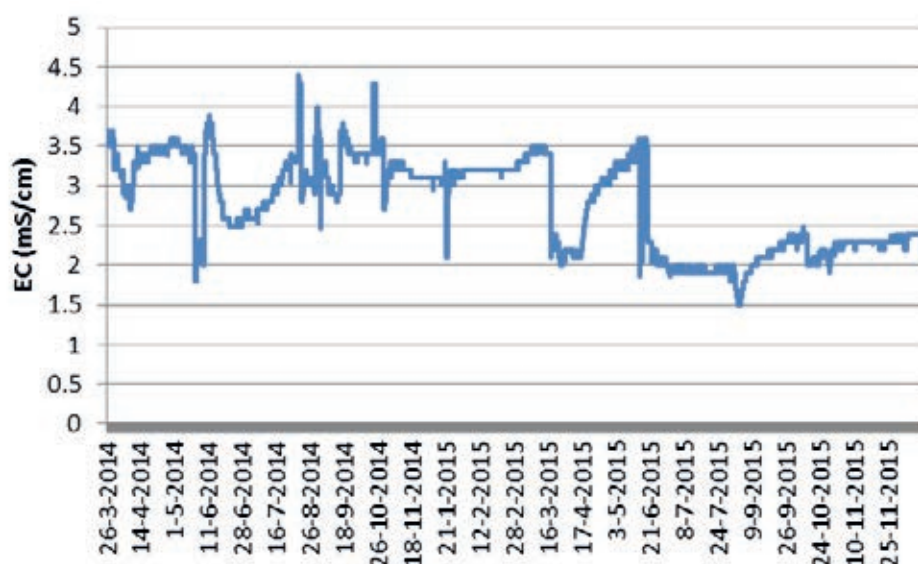
De basis van het teeltsysteem is de ErfgoedVloer® (zie Figuur 1). Hiermee kan met eb/vloed een gelijkmatige horizontale waterverdeling worden verkregen. Daar bovenop is het substraat(systeem) geplaatst. Gedurende de eerste vier teelten bestaat het substraatsysteem alleen uit fijne kokos (Jiffy) in gronddoekgoten. Het gronddoekgotensysteem is een gegolfd stalen frame waarover een gronddoek is bevestigd, zodat er 14 parallelle goten gevormd worden. Doordat er luchtholten tussen de gronddoekgoten zit, kan water snel worden verdeeld en afgevoerd, en is slechts 40% van het substraatvolume nodig ten opzichte van volvelds substraat. In de vijfde tot en met de negende teelt is het substraatsysteem in de helft van de kas (negen bedden, drie kraanvakken) vervangen door kleikorrels (2-4 mm gezeefde fractie).



Figuur 1 Links: Principe van de erfgoedvloer [www.erfgoed.nl]; Rechts: lisianthusplanten op kokos in gronddoekgoten.

2.3 EC

Bij de eerste teelt is een EC van 3,5 mS/cm aangehouden. Omdat bij eb/vloed irrigatie het water aan de bovenkant van het substraat nauwelijks wordt verversd, ontstaat daar een hogere EC. Om een te hoge EC te voorkomen is de ingestelde EC later verlaagd naar 2 (zie Figuur 2).



Figuur 2 Verloop van de EC van het irrigatiewater.

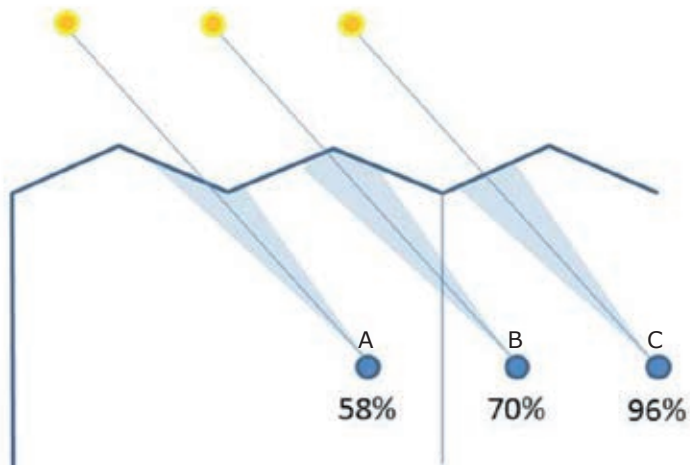
2.4 Licht

2.4.1 Kasdek

Lisianthus is een lichtminnend gewas. De proefkas is daarom gedekt met diffuus glas (80% haze) met aan beide zijden een anti-reflectie(AR)-coating (Saint Gobain Glass). Lichtmetingen in de kas geven echter relatief lage waarden aan. De twee vaste PAR-meters in de kas geven een waarde van gemiddeld 60% van het buitenlicht te zien. Deze lage waarde kan verklaard worden doordat beide PAR-meters op een relatief donkere plaats hangen (dichter bij de goot dan bij de nok en in de nabijheid van SON-T lampen). Aangezien PAR-meters in de kas niet op een representatieve plek kunnen hangen (zie Figuur 3), is er bij de berekeningen uitgegaan van de globale straling buiten, waarbij 1 W/m^2 is omgerekend naar $2,15 \mu\text{mol/m}^2 \cdot \text{s}$ en de lichttransmissie van de kas is gesteld op 70%. Deze transmissie van 70% is gemeten met een losse PAR-meter bij een bewolkte lucht in een lege kas (5 januari 2015 rond 11:00 uur).

Bij helder weer en een hoge zonnestand (15 april 2015 rond 12:00 uur) zijn met een losse PAR meter zeer verschillende waarden van de lichttransmissie gemeten (zie Figuur 3). Dit kan worden verklaard doordat het licht dat loodrecht op diffuus glas invalt minder afbuigt dan het licht dat met een grotere hoek op het glasoppervlak invalt. Zo krijgt de meting op plek C relatief meer licht dan op plek B en vooral A. Bovendien profiteert plek C van het zonlicht dat afbuigt vanaf het schuine kasdek recht erboven.

Deze meting geeft aan dat diffuus glas met een haze van 80% zeker geen garantie is voor een 80% uniforme verdeling van zonlicht in de kas. Als het binnenkomende zonlicht het kasdek zowel met een schuine hoek als een rechte hoek van inval benadert, kan de lichtverdeling bij een diffuus kasdek zelfs minder uniform zijn.



Figuur 3 Gemeten lichttransmissie op een heldere dag op drie verschillende posities ten opzichte van het kasdek.

De mate van diffusiteit van het licht is indicatief aangegeven in Figuur 4: de schaduw van de plant is (hoewel met vagere schaduwgrens dan bij direct licht) nog duidelijk herkenbaar.



Figuur 4 Schaduwbeeld onder diffuus glas op een heldere dag.

2.4.2 Schermdoeken

De proefkas heeft drie schermdoeken. Schermdoek 1 (XLS 10 REVOLUX H2No)) heeft als hoofddoel het jonge gewas te beschermen tegen te hoge instraling, daarnaast kan het overdag ook worden ingezet als 2^e energiedoek. Schermdoek 2 (XLS SL99 REVOLUX) heeft als hoofddoel de lichtuitstoot tegen te gaan. Schermdoek 3 (SLS 10 ULTRA PLUS) heeft als hoofddoel het warmteverlies te beperken met zo min mogelijk lichtverlies.

Schermdoek 1 en 2 liggen op hetzelfde dradenbed en kunnen niet tegelijkertijd worden gesloten. Het berekende lichtverlies per teelt door het gebruik van de schermen is weergegeven in Figuur 5.

Als richtlijn voor de schermstrategie blijven in principe twee schermen tegelijkertijd dicht, tenzij de hoeveelheid globale straling oploopt boven 50 -150 W/m². Als de buitentemperatuur hoger is dan 15°C, wordt slechts een scherm gebruikt. Bij gesloten scherm(en) staan de Ventilation Jets (zie paragraaf 2.7) altijd aan. Schermkieren worden nauwelijks toegepast, hooguit tijdens het openen van het scherm, om al te snelle temperatuurdaling te voorkomen.

Uit Tabel 2 blijkt dat het energiescherm (scherm 3) de meeste uren is ingezet (8 tot 21 uren per etmaal per teelt) en dat scherm 1 vaker is ingezet om energie te besparen dan het donkere doek van scherm 2. In de zomerteelten 2, 3, 7 en 8 is het donkere doek zelfs niet of nauwelijks gebruikt. Dit heeft als reden dat dit donkere doek vanwege de lange dagen in de zomer niet hoeft te worden ingezet tegen de lichtuitstoot. Omdat het zonweringsdoek (scherm 1) meer vocht doorlaat dan het verduisteringsdoek (scherm 2) is deze bij hoge buitentemperaturen 's nachts vaker ingezet dan het dichtere donkere doek.

Het zonweringsdoek is 's zomers hooguit 1,9 uren per etmaal gemiddeld per teelt ingezet, waarvan het grootste gedeelte gedurende de eerste twee weken van de teelt.

Tabel 2

Gebruik van de schermen voor energiebesparing (uur per etmaal voor 9 teelten, bij globale straling <200 W/m²) en van scherm 1 voor zonwering (bij globale straling >400 W/m²).

Teelt	Plantdatum	Inzet voor energiebesparing			Inzet voor zonwering
		Zonweringsdoek scherm ¹	Verduisteringsdoek scherm ²	Energiedoek scherm ³	Zonweringsdoek scherm ¹
1	17-3-2014	2	6	8	0.1
2	2-6-2014	2	0	8	1.9
3	5-8-2014	1	0	12	0.6
4	17-10-2014	11	6	21	0.0
5	13-1-2015	10	8	19	0.0
6	24-3-2015	8	3	14	0.0
7	4-6-2015	7	0	10	1.8
8	7-8-2015	7	0	11	0.9
9	15-10-2015	7	5	19	0.0

2.4.3 Lampen

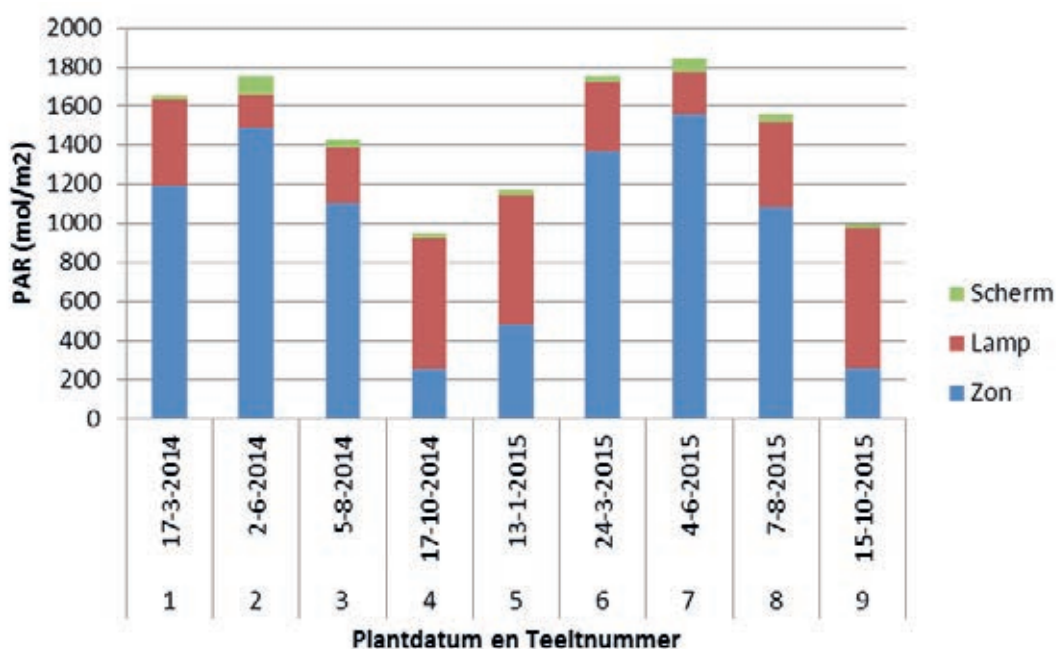
De proefkas heeft SON-T belichting die in drie groepen van nominaal 70 µmol/m².s kan worden afgeschakeld. Net als in de praktijk wordt bij de teelt gestart met een daglengte van hooguit 14 uur. Er wordt dan belicht met 1 groep. Alleen in de winterperiode wordt gestart met twee groepen. Bij een langere dag dan 14 uur wordt de bloei te vroeg geïnduceerd. Op basis van gewasbeoordeling bepalen de telers of het gewas sterk genoeg is om meer en langere belichting te ontvangen. In de regel wordt bij een moeizaam groeiend gewas minder belicht dan bij een welig gewas. Aan het einde van de teelt wordt een daglengte van 20-24 uur aangehouden. Het verschil met de praktijk wordt gerealiseerd door het later intensiveren van de belichting en het eerder afschakelen van de belichting overdag.

Door uitval van de (verouderde) lampen blijkt eind 2014 het totale belichtingsniveau te zijn teruggelopen tot gemiddeld 185 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$. Na het vervangen van alle lampen en fittingen, is een lichtniveau van 205 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ gemeten in de middelste tralie. Bij de eerste en de derde tralie (dichter bij de zijgevel naar aangrenzende proefkassen) is een 10% lager lichtniveau gemeten. De gemeten waarden met de twee vaste PAR-meters geven gemiddeld nog lagere waarden aan. Dit kan worden verklaard door de hoge positie ten opzichte van de lampen, waardoor deze meters geen representatieve lichtmeting voor de lampen geven (zie figuur in Bijlage 1). Deze vaste PAR-metingen worden in dit rapport daarom niet gebruikt als onderbouwing van de lichtefficiëntie van het gewas. Aangezien de meeste gewasmetingen in de middelste tralie hebben plaatsgevonden, is bij de berekeningen van de lichtopbrengst van de lampen (drie groepen gezamenlijk) uitgegaan van waarden tussen 185 en 205 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ zoals weergegeven in Bijlage 1.

In de vijf aaneengesloten teelten 4-8 is in totaal 2177 mol/m^2 aan PAR licht met de lampen gegeven. Rekening houdend met een lamprendement van 1,7 mol/J komt dit neer op een elektriciteitsverbruik van 1280 MJ_e , ofwel 355 kWh. Rekening houdend met de langere tijdsduur van teeltwisselingen dan in de praktijk, zou dit verbruik met 20% moeten worden verhoogd om met de praktijk te vergelijken. Dan zou het elektriciteitsverbruik neerkomen op 426 $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{jaar}$.

2.4.4 PAR-licht per teelt

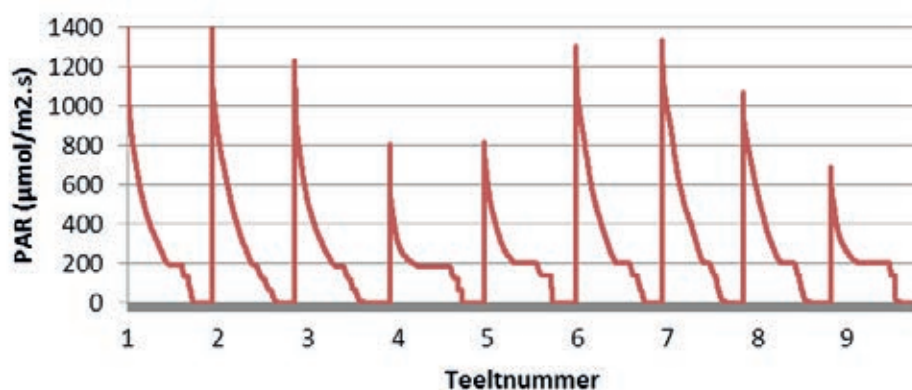
De hoeveelheid PAR-licht per teelt is berekend met de geschatte lichtopbrengst van de lampen (zie Figuur 24), het aantal belichtingsuren, de hoeveelheid buitenlicht, de lichttransmissie van de kas (70%) en de lichttransmissie van de schermen (75% voor schermdoek 1, 0% voor schermdoek 2; 81% voor schermdoek 3). De berekeningen zijn weergegeven in Figuur 5. Hieruit blijkt dat de totale hoeveelheid licht per teelt in de zomerperioden veel hoger is dan in de winterperioden. Desondanks wordt ook in de zomerperioden nog belicht.



Figuur 5 Berekende hoeveelheid PAR-licht ($\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{teelt}$) uitgesplitst in weggescherm zonlicht, doorgelaten zonlicht en lamplicht op het gewas tot de meetdatum.

De belangrijkste reden voor het belichten tijdens de zomerperiode is de bloeistimulans door meer daglengte. Als aangenomen wordt dat de lichtresponscurve onafhankelijk is van de daglengte, geeft lamplicht van 210 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ook in de zomer 's nachts extra assimilaten. Volgens berekening levert iedere kWh elektriciteit met SON-T lampen dan 30 gram extra versgewicht op. Als de verkoopprijs van een 70 gr lisianthustak meer dan € 0,25 is, dan is 's nachts belichten zelfs in de zomer rendabel. Om deze berekening te staven, dient nog wel te worden aangetoond dat de lichtresponscurve onafhankelijk is van de daglengte.

Bij hogere lichtintensiteiten is de lichtefficiëntie minder, waardoor overdag eerder zal moeten worden afgeschakeld. In Figuur 6 zijn voor iedere teelt alle lichtintensiteiten per kwartier weergegeven in volgorde van aflopende intensiteit. Het oppervlak onder deze curve geeft de totale hoeveelheid PAR per teelt weer. De vorm van de curve geeft aan met welke intensiteit deze hoeveelheid PAR per teelt is ontvangen. Uit de figuur blijkt dat teelten 4, 5 en 9 slechts weinig momenten kenden met een hoge lichtintensiteit en relatief veel momenten met een intensiteit rond 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ (belichtingsniveau van drie strengen).



Figuur 6 Belastingkrommes per teelt van de berekende hoeveelheid PAR-licht ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$) op het gewas.

2.5 Warmte

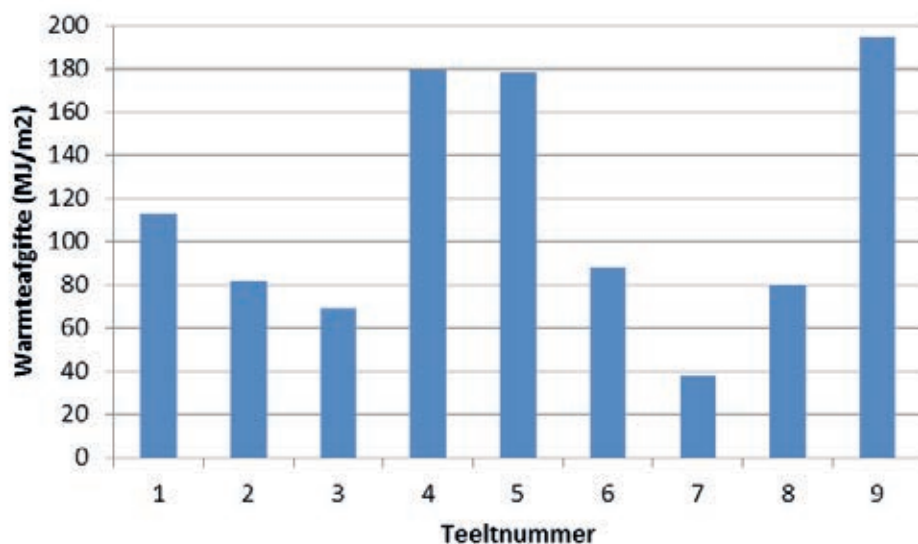
2.5.1 Kasverwarming

De stookstrategie is alleen gericht op het verwarmen van de kas. Er wordt in de proef geen minimum buistemperatuur gehanteerd om het gewas droog te stoken. Dit verschilt met de praktijk, waarbij wel een minimum buistemperatuur wordt aangehouden.

Evenals de belichting wordt de temperatuur tijdens de teelt langzaam opgevoerd. De dagtemperatuur waarop wordt gestookt stijgt in de loop van de teelt van 23-24 naar 26-28°C, terwijl de nachttemperatuur daar een paar graden onder blijft. Bij zonnig weer kan de temperatuur wel oplopen tot meer dan 33°C, waarbij op een volgroeid gewas een etmaaltemperatuur van 30°C niet wordt geschuwd.

Op basis van de gerealiseerde buistemperaturen van ondernet en het bovennet, en de gemiddelde kastemperatuur, is voor iedere vijf minuten de warmteafgifte van de buizen berekend. De sommaties van deze warmteafgifte is weergegeven in Figuur 7. Gedurende de eerste vijf teelten komt deze neer op 623 MJ/m², ofwel 20 m³/m² aan aardgasequivalenten. De vijf zuinigste aaneengesloten reeks teelten is van teelt 3 t/m 7 met 554 MJ/m², ofwel 17,8 m³/m². Deze zuinige periode heeft te maken met het toelaten van een hogere luchtvochtigheid en met name in teelt 6 en 7.

In de praktijk zal het lastig zijn om een warmtegebruik van 17,8 m³/m².jaar te realiseren. Ten eerste zijn in de praktijk de perioden tussen de teelten door veel kleiner, waardoor per jaar wel zes teelten kunnen worden gehaald en ongeveer 20% langer moet worden gestookt en het verbruik zou uitkomen op 21,4 m³/m².jaar. Ten tweede bestaat een praktijkkas niet uit onafhankelijk regelbare afdelingen, waardoor het lastiger is om voor iedere gewasfase een optimaal klimaatregime te realiseren.



Figuur 7 Warmteafgifte per teelt (MJ/m²).

2.5.2 Stomen

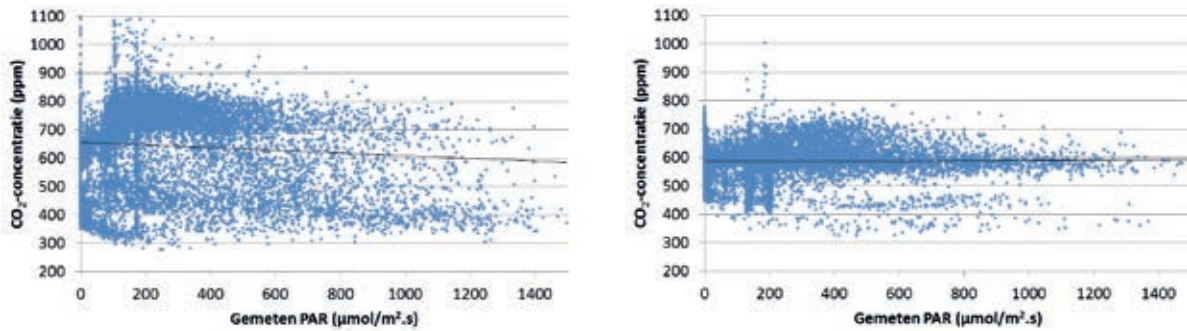
Bij iedere teelt is 1 tot 1,5 m³/m² aan warmte gebruikt om het substraat met stoom te kunnen ontsmetten. Bij de eerste teelten was de stoominput het laagst. Omdat bij deze teelten na het stomen toch nog witte wortels zijn aangetroffen, is het stomen daarna geïntensiveerd. De hoeveelheid benodigde stoomenergie hangt af van de vochtigheid van het substraat. Hoe natter het substraat, hoe meer energie nodig is om de temperatuur hoger dan de gewenste 80°C te krijgen. Doorgerekend naar 6 teelten per jaar, zoals in de praktijk, komt het totale jaarverbruik voor stomen neer op 7.8 m³/m².jaar. Verwacht wordt dat het gasverbruik voor stomen in een praktijkbedrijf iets lager kan zijn dan bij deze proef omdat op grotere schaal en bij regelmatig gebruik, relatief minder warmte nodig is voor het opwarmen van de stoomketel en het distributienet.

2.6 CO₂

Gedurende de teelten is de CO₂-concentratie niet altijd optimaal geweest. Gedurende de eerste zes teelten is tijdens de lichtperiode een CO₂-concentratie van 800 ppm nagestreefd. Dat deze concentratie lang niet altijd is behaald, blijkt uit Figuur 8 (Links). Door ventilatie verdwijnt veel CO₂ via de luchtramen, hoewel bij lisianthus minder wordt geventileerd in vergelijking met andere teelten. Als bij wijzigingen van de klimaatinstellingen onjuiste CO₂ instellingen zijn ingevoerd, zijn de CO₂-concentraties in de kas soms zelfs lager geweest dan in de buitenlucht (± 400 ppm).

Vanaf teelt 7 is een CO₂-concentratie van 600 ppm ingesteld. Mogelijk heeft de lagere CO₂-concentratie geleid tot minder fotosynthese.

De gerealiseerde CO₂-concentraties zijn lager dan in de praktijk. Op basis van de de CO₂-responscurve [Trouwborst *et al.* 2013] is het berekende productieverlies door deze lage CO₂-concentratie gelijk aan 3-12% ten opzichte van een constante concentratie van 800 ppm.



Figuur 8 CO₂-concentratie als functie van de hoeveelheid PAR in de kas in teelt 2-4 (links) en teelt 7-9 (rechts)

2.7 Luchtvochtigheid

In het begin van de teelt heeft het gewas nog maar weinig verdampende vermogen. Bij hoge instraling kan de luchtvochtigheid dan snel wegzakken, waardoor de plant dreigt te verdrogen en de huidmondjes kan gaan sluiten. Om dit te voorkomen wordt dan schermdoek 1 (zie paragraaf 2.4.2) gesloten, met de regenleiding gebroesd en/of met de hogedrukleiding verneveld. De verneveling is vooral in teelt 2 (214 uur) en teelt 7 (137 uur) toegepast. In teelten 4, 5 en 9 is geen verneveling gebruikt.



Figuur 9 Ventilation Jet met aanzuigventilator (boven) en nivolator (onder).

Om een te hoge luchtvochtigheid te voorkomen zijn in de proefkas vier Ventilation Jets geplaatst. Deze kunnen lucht van boven het scherm aanzuigen en verdelen over de kas (zie Figuur 9). De aanzuigventilator is alleen ingezet indien minstens een van de schermen gesloten is, en als de luchtvochtigheid boven het setpoint van 85-88% komt. De nivolator wordt ook gebruikt als de schermen geopend zijn. Het gebruik van beide ventilatoren is weergegeven in

Tabel 3

Gemiddeld gebruik van de aanzuigventilator en de nivolator tijdens de negen teelten (uur/etmaal).

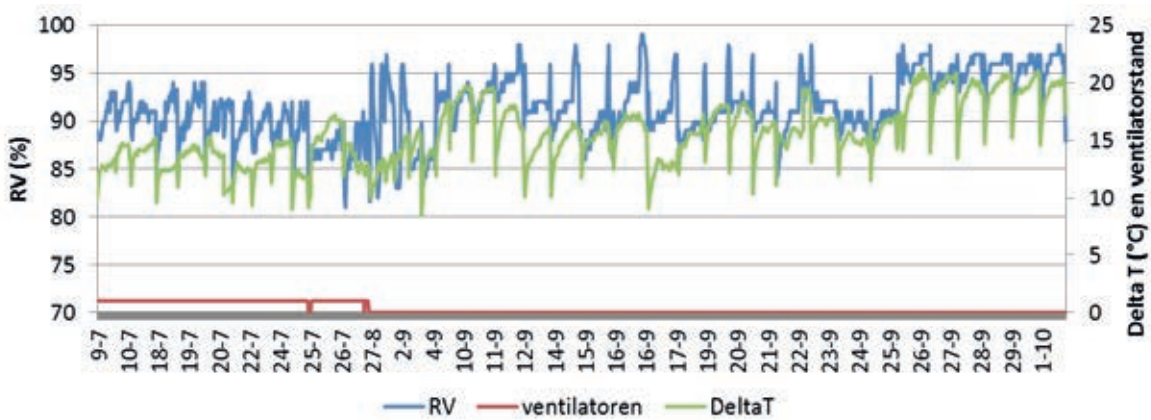
Teelt	aanzuigventilator	Nivolator
1	2	niet geregistreerd
2	4	niet geregistreerd
3	11	niet geregistreerd
4	20	22
5	8	9
6	8	15
7	8	14
8	0	15
9	13	20

Na een aantal maanden gebruik van de Ventilation jets wordt de vochtbeheersing als onvoldoende ervaren. Dit gevoel heeft mede te maken met het optreden van brandkoppen in het voorjaar. In december 2014 is met een rookproef aangetoond dat de nivolator de lucht onvoldoende verdeelt in de kas. Na aanpassing van de nivolator is een betere luchtverdeling verkregen. Nadien is het beheersen van de luchtvochtigheid nauwelijks meer een belangrijk discussiepunt geweest. Alleen bij de teeltstart van teelten 6, 8 en 9 zijn vocht-gerelateerde problemen ontstaan, zoals meeldauw en verstening van het blad (zie paragraaf 3.3). Deze problemen lijken echter meer te maken hebben gehad met de frequente berekening dan met beperkte ontvochtiging.

Tijdens teelt 8 is de aanzuigventilator zelfs per abuis niet aangeschakeld geweest. Het effect daarvan is te zien in Figuur 10. Hierin is voor teelt 7 en 8 de kaslucht RV weergegeven op de momenten dat twee schermen (scherm 1 en 3) zijn gesloten en alle lampen branden. Ter vergelijking zijn ook de stand van de aanzuigventilator en de deltaT (verschil tussen kas- en buitentemperatuur) weergegeven. In teelt 7 (tot 28-7) heeft de aanzuigventilator vrijwel altijd gedraaid als beide schermen gesloten zijn. In teelt 8 heeft de aanzuigventilator niet gedraaid. De RV loopt iedere nacht hoger op dan in teelt 8, terwijl de deltaT groter is.

De hoge RV heeft overigens geen consequenties voor de gewaskwaliteit te zien gegeven. Weliswaar is tijdens teelt 8 meer uitval opgetreden vanwege *Myrothecium*, maar die schimmel wordt eerder beïnvloed door ondergrondse factoren dan door de luchtvochtigheid. Dit geeft aan dat in principe met een hogere RV kan worden geteeld dan tot dusverre in de praktijk gebruikelijk is geweest. Indien een hogere RV kan worden geaccepteerd, is uiteraard minder ontvochtigingscapaciteit van Ventilation Jets nodig. Op 23 september 2015 is de geschatte verdamping bij een volgroeid gewas met $210 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ belichting $\pm 120 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$. Om dit af te voeren is bij een kastemperatuur van 29°C en een buitentemperatuur van 12°C minstens $7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ luchtuitwisseling nodig. Om dat met twee dichte schermen te realiseren zijn normaliter ventilation jets nodig. Aangezien de luchtvochtigheid in de proefkas acceptabel bleef, moet worden geconcludeerd dat in de proefkas via de gevel veel vocht is afgevoerd (condensatie en lek).

In teelt 8 is iets meer warmte ($74 \text{ MJ}/\text{m}^2$) gebruikt dan in teelt 7 ($38 \text{ MJ}/\text{m}^2$) en teelt 3 ($69 \text{ MJ}/\text{m}^2$). Een hoog warmtegebruik is tegenstrijdig met een hoge RV, maar is tijdens teelt 8 veroorzaakt door de hogere deltaT.



Figuur 10 Gemeten kas-RV op de momenten in teelt 7 en 8, waarbij 2 schermen zijn gesloten en alle lampen branden, in vergelijking met het temperatuurverschil tussen kastemperatuur en buitentemperatuur (deltaT) en de stand van de aanzuigventilator.

2.8 Klimaatverloop

2.8.1 Etmaalgemiddelden

Alle teelten starten met een voor lisianthus lage temperatuur (20-24°C) een korte daglengte (± 14 uur) en een lage belichtingsintensiteit (70-140 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$) om te voorkomen dat de bloei te vroeg intreedt [van der Helm *et al.* 2011]. In deze paragraaf wordt de temperatuur en RV van iedere teelt 2015 vergeleken met die van dezelfde periode in 2014.

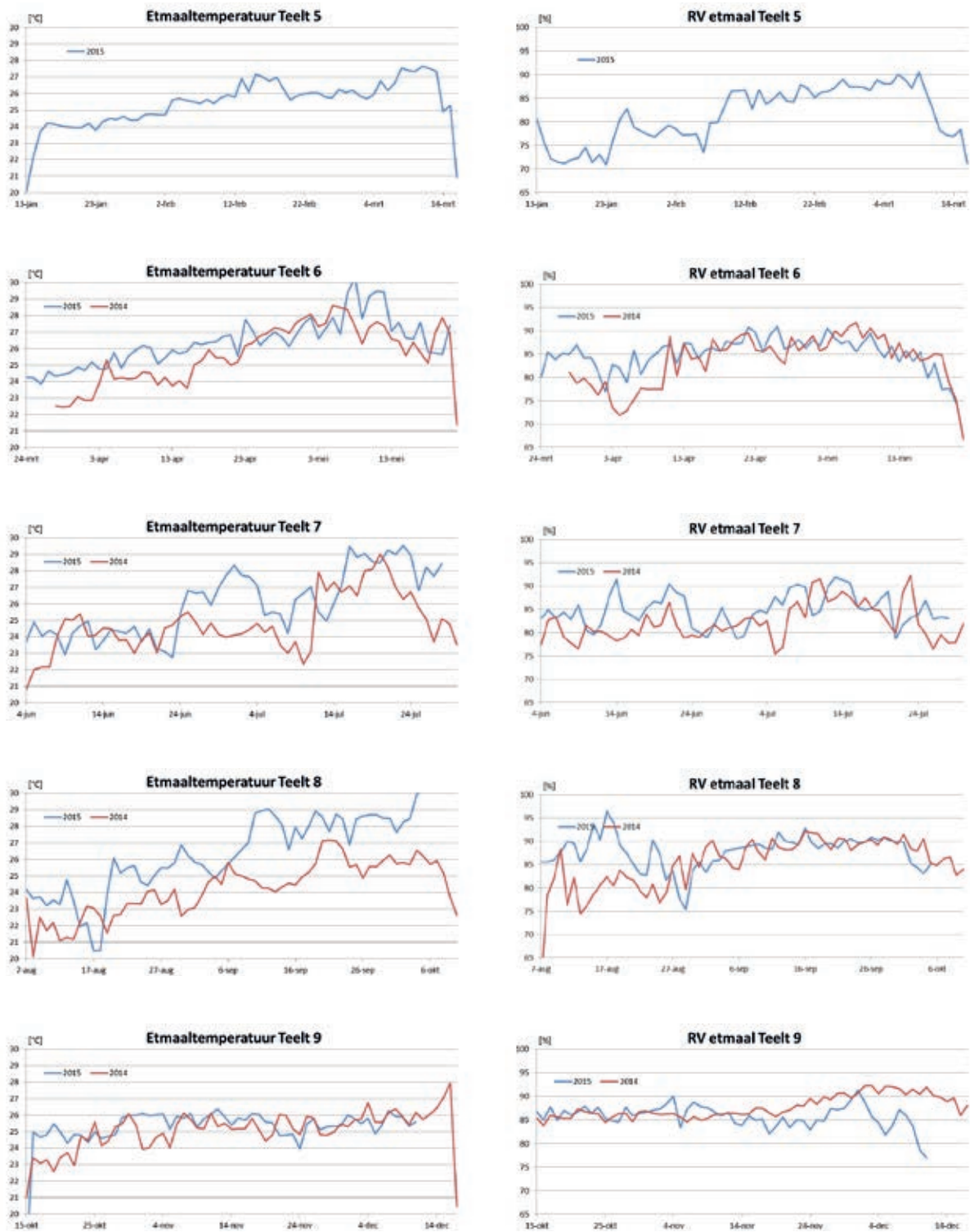
In januari 2014 is niet geteeld. In januari 2015 is Teelt 5 in een koude kas ($\pm 20^\circ\text{C}$) gestart. Direct na de eerste BCO-bijeenkomst is de etmaaltemperatuur opgeschroefd naar 24°C, waarna deze geleidelijk oploopt naar ruim 27°C. De RV neemt na een zeer lage start (72%) toe naar $\pm 90\%$ door een groeiend gewas en een hogere buitentemperatuur.

Zowel teelt 1 als teelt 6 zijn half maart geplant. Teelt 6 is in 2015 warmer en vochtiger gestart dan teelt 1 in 2014. De reden van de lagere starttemperatuur in 2014, is om te onderzoeken of compartimentering per teeltfase zinvol is. De lage starttemperatuur heeft in 2014 echter een tragere groei gegeven. Daarom is in 2015 een hogere starttemperatuur aangehouden. Hierdoor lijkt het temperatuurverloop in 2015 meer op die in de praktijk.

Teelt 2 en 7 zijn begin juni geplant. De kastemperatuur wordt in de zomerperiode voor een groot deel bepaald door de buitentemperatuur en de instraling. De RV blijft op etmaalbasis acceptabel laag (85-90%), maar kan oplopen tot meer 95% (niet in grafiek) als 's nachts de lampen uitgeschakeld zijn.

Teelt 3 en 8 verschillen onderling veel in temperatuur. Dit heeft mede te maken met het gegeven dat teelt 3 erg droog is gestart en daardoor een trage gewasgroei te zien geeft. Door de temperatuur beperkt te houden, wordt de bloei iets vertraagd, zodat er nog voldoende gewasgroei ontstaat. Dit gaat wel ten koste van de teeltduur, die in teelt 3 vijf dagen langer duurt dan in teelt 8.

Teelt 4 en 9 laten een veel vlakker temperatuurverloop zien dan de andere teelten. Teelt 4 start in 2014 nog wel met een lage, en eindigt met een hoge etmaaltemperatuur, maar de etmaaltemperatuur van teelt 9 is vanaf het begin tot het einde tussen 25 en 26°C. Het relatief vlakke verloop van teelten 4 en 9 is veroorzaakt door de buitenomstandigheden met een afnemende buitentemperatuur en zoninstraling.



Figuur 11 Verloop van de etmaaltemperatuur en de etmaal RV van de teelten in 2015 (blauw) ten opzichte van de teelten in dezelfde periode van 2014.

2.9 Gewasbescherming

In de eerste vijf teelten zijn geen fungiciden en nauwelijks gewasbeschermingsmiddelen gebruikt (zie Tabel 4), ondanks dat soms pleksgewijs lichte uitval door bodemschimmels is opgetreden. In 2015 (vanaf teelt 7) neemt het percentage uitval toe, wat na analyse door Groen Agro Control Myrothecium blijkt te zijn. Daarom zijn in teelt 8 en 9 de fungiciden Switch en Thiram ingezet. In totaal blijft het totale verbruik ver onder de doelstelling van 20 kg actieve stof (a.i.) per ha per jaar. Myrothecium blijft ook na het stomen en een eenmalige bespuiting met fungiciden in het systeem optreden. Daarom is het niet aannemelijk dat als besmetting eenmaal in het systeem aanwezig is, uitval is te voorkomen met een geringe hoeveelheid fungiciden. Dit geldt nog meer op een praktijkbedrijf, waarbij bodemontsmetting vlak naast een groeiend gewas plaatsvindt en herbesmetting nog moeilijker is te voorkomen.

Tabel 4

Toepassing van gewasbeschermingsmiddelen en percentage uitval.

Teelt	Middel	Werkzame stof	Reden	Dosering	Gehalte	Verbruik	Uitval
				(g/100 l)	% a.i.		
1	geen						<1%
2	Conserve	spinosad	rups	75	12%	0.14	<1%
	Aaltjes	Steinernema feltiae	Sciara				
3	Conserve	spinosad	rups	75	12%	0.14	<1%
4	geen						<1%
5	geen						<1%
6	Ridomil Gold	metalaxyl-m	valse meeldauw	20	46%	0.14	<1%
7	Conserve	spinosad	rups	75	12%	0.14	5%
8	Switch	fludioxonil+cyprodinil	Myrothecium	80	63%	0.75	12%
9	Thiram	thiram	Myrothecium	300	80%	3.60	13%

3 Vergelijking tussen kokos en kleikorrels

Zoals ook vermeld in paragraaf 2.2 is in 2014 gestart met vier teelten op kokossubstraat in gronddoekgoten. Sinds teelt 5 (januari 2015) is de helft van de proefafdeling ingericht met volveldse kleikorrels. In dit hoofdstuk worden de bevindingen tussen beide substraattypen vergeleken.



Figuur 12 Jonge planting op kleikorrels (links) en kokos in gronddoekgoten (rechts).

3.1 Irrigatie

Bij iedere teelt is de irrigatie gestart met de regenleiding. Dit heeft als reden dat beregening het volledige substraat bevochtigt en daarmee een betere verticale vochtverdeling geeft dan alleen 'opzetten' met eb/vloed. Bovendien geeft beregening een hogere luchtvochtigheid, wat gunstig is bij een jong gewas. Bij de teelten op kokos is na 1 à 2 weken (geleidelijk) overgegaan op eb/vloed, terwijl bij de teelten op kleikorrels langer is doorgegaan met beregenen.

Op kokos is 1 tot hooguit 3 keer per etmaal opgezet, terwijl op kleikorrels iedere 2 tot 3 uur werd opgezet. De hoge opzetfrequentie bij kleikorrels heeft als reden dat de kleikorrels nauwelijks vocht vasthouden en het substraat al snel opdroogt.

In de laatste teelten met kleikorrels is geëxperimenteerd met een vaste laag water van minstens 2 cm. Dit om te voorkomen dat planten een vochttekort zouden krijgen. Deze vaste waterlaag geeft soms complicaties: Zo is in vak 1 lekkage ontstaan, waardoor met een vaste waterlaag veel voedingswater is weggevloeid naar het grondwater. Deze lekkage is zo groot geweest, dat de verdamping van het gewas niet is te berekenen uit het verschil tussen de volumes aan geïrrigeerd en gedraineerd water.

Ook is bij zuurstofmetingen tijdens hoge teelttemperaturen ($\pm 30^{\circ}\text{C}$) onder een volgroeid gewas een zeer laag zuurstofgehalte gemeten (minder dan 1,2 en 0,8 mg/l). Hoewel weinig bekend is over de tolerantie voor zuurstof bij lisianthuswortels, mag worden aangenomen dat deze omstandigheden niet optimaal zijn voor de groei. Bij volgroeide gewassen en bij een hoge watertemperatuur is sindsdien daarom de hoogste opzetfrequentie van iedere 2 uur aangehouden.

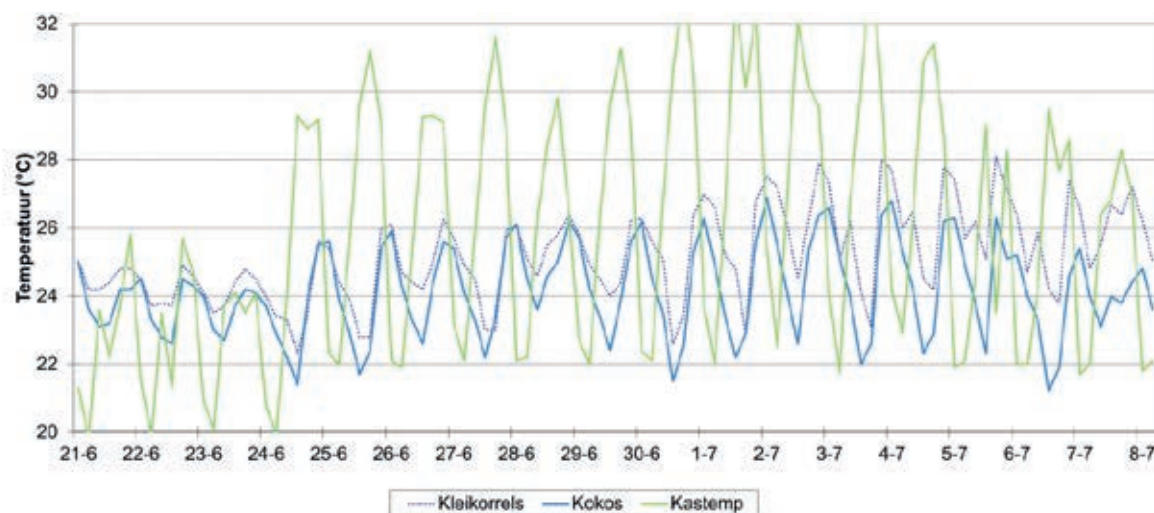
Het voedingswater wordt voor alle vakken in dezelfde silo opgeslagen. De nutriëntengehalten van het voedingswater zijn weergegeven in Bijlage 3. Aangezien door lekkage de hoeveelheid drainwater niet is gemeten, is ook niet bepaald hoeveel nutriënten aan het gewas zijn gegeven. Wel is in paragraaf 3.6 geschat hoeveel nitraat en fosfaat door het gewas is opgenomen.

3.2 Substraattemperatuur

Tijdens teelt 5 (januari 2015) is een trage weggroei geconstateerd en met name in de kleikorrels. Dit is geweten aan de lage watertemperatuur. Dat water is afkomstig uit een opslagtank die zich bevindt in een andere proefkas met een (met 16°C relatief koude) Amaryllisteelt. Sinds teelt 6 is daarom de watertemperatuur met verwarmingslangen verhoogd tot 24°C . Teelten 6-9 waren inderdaad sneller dan de teelten 1-4 (zie Figuur 19), maar dat kan ook aan andere factoren hebben gelegen. Het is nog niet duidelijk wat de ideale worteltemperatuur is.

In teelt 7 (juni- juli 2015) is gedurende ruim twee weken de substraattemperatuur gemeten in beide substraten en vergeleken met de kasttemperatuur (Figuur 13). Volgens de sensoren is de gemiddelde temperatuur in het kokossubstraat $0,5$ tot 2°C koeler dan in de kleikorrels. Ondanks de minder frequente eb/vloed acties (1 à 2 keer ten opzichte van 5 à 6 keer per etmaal) zakt de temperatuur in het kokossubstraat 1 tot 3°C dieper weg dan in de kleikorrels.

Een logisch patroon in Figuur 13 is, dat de substraattemperatuur pas begint te dalen als de kasttemperatuur lager wordt dan de substraattemperatuur. In de morgen zie je echter dat als de kasttemperatuur stijgt boven de substraattemperatuur, deze laatste nog een tijdje blijft dalen. Dit wordt veroorzaakt door irrigatie (eb/vloed of beregening) met een watertemperatuur die lager is dan de kasttemperatuur.



Figuur 13 Verloop van de kasttemperatuur en de substraattemperatuur van kleikorrels en kokos gedurende de 2-4 weken na het planten in teelt 7.

Vergelijkbare temperatuurfluctuaties als in Figuur 13 zijn in het kokossubstraat gevonden tijdens teelt 3 (september 2014). Geconcludeerd wordt, de gemiddelde fluctuaties van substraattemperatuur $\pm 60\%$ lager zijn dan de fluctuaties van de kasttemperatuur. Aangetekend moet worden dat de fluctuaties van de substraattemperatuur afhankelijk zijn van de irrigatiewatertemperatuur. Er is niet onderzocht wat de invloed op de groei is van temperatuurfluctuaties in het wortelmedium.

Gezien de trage weggroei in teelt 5 wordt aangenomen, dat een wortelmediumtemperatuur van 16-20°C groeivertraging, maar om na te gaan wat de ideale wortelmediumtemperatuur (fluctuatie) is, is vergelijkend onderzoek nodig.

3.3 Weggroei

Met de weggroei wordt in deze paragraaf bedoeld hoe het gewas na planting aanslaat op het substraat. De start van Teelt 1 en 2 is door de BCO beoordeeld als groeikrachtig of vergelijkbaar met de praktijk. Teelt 3 blijft door onvoldoende frequente beregening in combinatie met een hoge EC tijdens de eerste twee weken achter in groei. Als gevolg van de hoge EC is geconcludeerd dat bij het Eb/Vloed systeem water aan de bovenkant van het substraat verdampt, terwijl de nutriënten bovenin het substraat achterblijven. Als bij een volgende teelt weer wordt beregend, spoelen deze achtergebleven nutriënten weer in het drainwater, waardoor een zeer hoge EC (>4.0) ontstaat.

Als reactie op de achterblijvende weggroei van teelt 3 is het substraat bij iedere volgende teeltwisseling gespoeld. Teelt 4 is als reactie daarop tijdens de teeltstart frequenter (1-3x per etmaal) beregend, ondanks het afnemende lichtniveau in oktober.



Figuur 14 Wortels uit kleikorrels (links) en kokos 4 weken na planting in teelt 6.

Vanaf teelt 5 hebben drie van de zes proefvakken een kleikorrelsubstraat. Daar blijkt de weggroei telkens achter te blijven ten opzichte van kokos. Dit heeft zich geuit in bruinere wortels (zie Figuur 14) en een wat spichtiger blad bij de planten op kleikorrels. Alleen bij teelt 9, waarbij continu een laag water wordt aangehouden lijkt de teelt op kleikorrels bijna net zo sterk weg te groeien als op het kokos. Dit doet vermoeden dat beworteling in kleikorrels gepaard moet gaan met constante beschikbaarheid van voldoende water en nutriënten. Dat deze constante beschikbaarheid niet moet worden uitgevoerd met hoogfrequente beregening is duidelijk geworden bij teelten 8 en 9. Bij die laatste teelten is een groeistoornis aan het jonge blad waargenomen (zie Figuur 15) in de vakken die iedere 2 uur zijn beregend. Als daarna slechts een maal per etmaal wordt beregend en de rest van de dag alleen wordt opgezet (eb/vloed), groeit het gewas wel weer normaal verder uit.

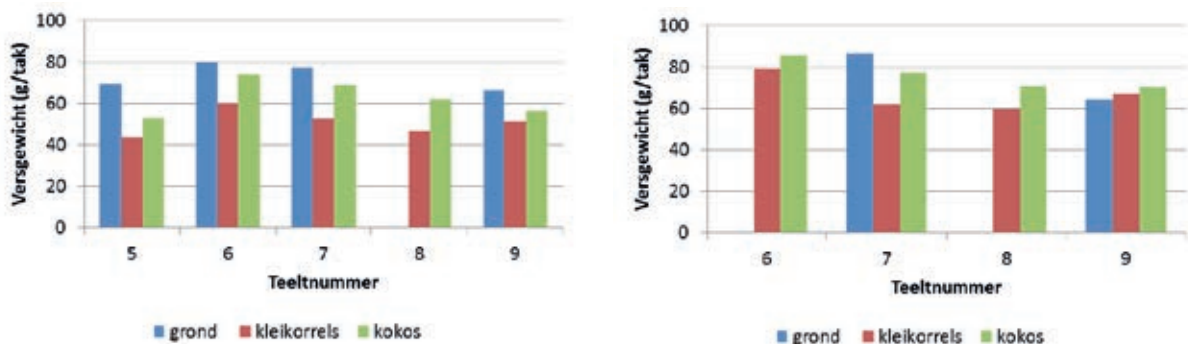


Figuur 15 'Verstening' van het jonge blad bij de start van teelt 8 op kleikorrels.

Een andere mogelijke oorzaak van de tragere weggroei in kleikorrels, is het verschil in zuigspanning tussen de plantplug en de kleikorrels. Aangezien de plantplug meer vocht aantrekt dan de kleikorrel kan het zijn dat de plug teveel water heeft, terwijl de kleikorrels te weinig hebben. Dit zou voorkomen kunnen worden als de plant in een plug met lagere zuigspanning kan worden aangeleverd. Dit vergt wel een grote aanpassing van de plantleverancier.

3.4 Versgewicht

Het versgewicht van de geoogste takken bij kleikorrels is altijd minder dan bij de teelt op kokos. Het versgewicht bij de teelt op kokos blijft op zijn beurt weer achter bij de takken geoogst in de praktijk (zie Figuur 16). Gemiddeld is het takgewicht in 2015 op kokos 18% hoger dan op kleikorrels en 9% lager dan in de praktijk. In teelt 5 is geen Rosita geteeld en in teelt 6 is Rosita niet met de praktijk vergeleken. Aan het einde van teelt 8 is zowel voor Rosita als voor Piccolo geen vergelijking met de praktijk uitgevoerd.

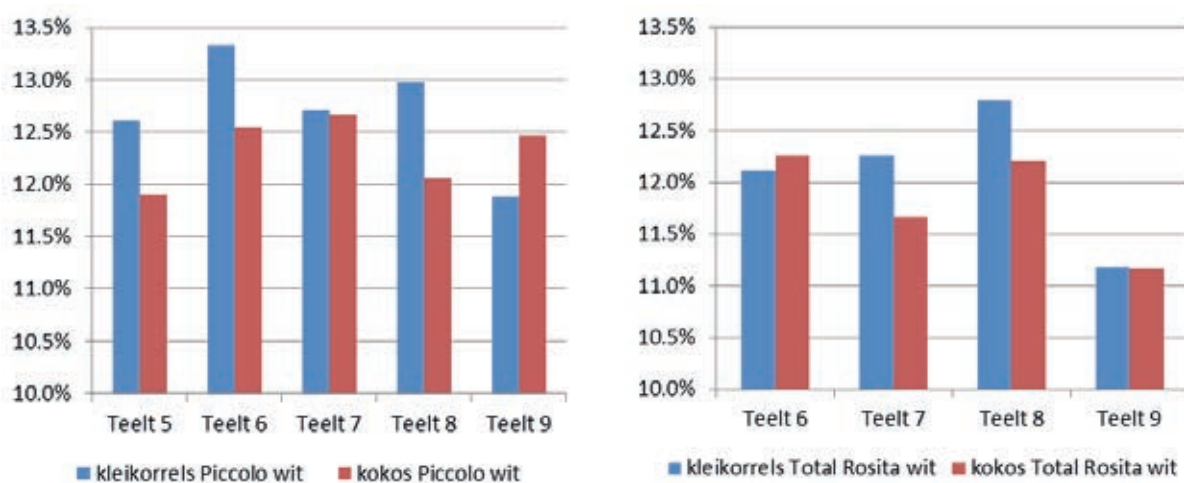


Figuur 16 Versgewicht per tak van de teelten op kleikorrels in vergelijking met de teelten op kokos en in de praktijk (grond) in 2015, voor Piccolo (links) en Rosita (rechts).

In teelt 9 blijft het versgewicht op kleikorrels nog maar 7% achter bij het versgewicht op kokos en 9% op het versgewicht in de praktijk. Bij Rosita is het versgewicht op kleikorrels zelfs hoger dan in de praktijk. Deze inhaalslag wordt toegeschreven aan een vaste laag water van ± 5 cm die is aangehouden bij start van de teelt op kleikorrels. Hierbij dient wel te worden aangetekend dat op plaatsen met een dunne laag kleikorrels de groei sterk is achtergebleven, en op deze achterblijvende plekken is geen gewas bemonsterd. Blijkbaar werkt een laag water positief bij de start van de teelt in kleikorrels, maar naarmate er meer wortels worden aangemaakt, groeit het belang van een meer zuurstofrijk substraat.

3.5 Drogestofgehalte

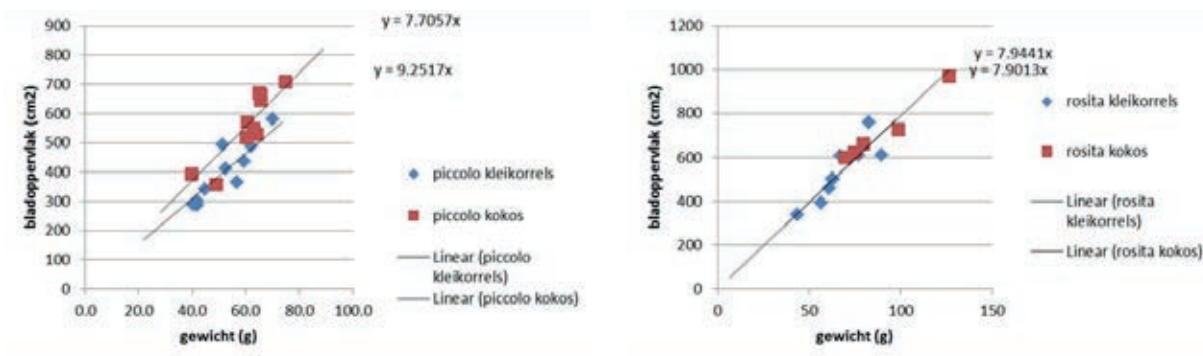
Het drogestofpercentage in de geogste takken is vrijwel altijd hoger bij de planten op kleikorrels dan op kokos (zie Figuur 17). Dit komt overeen met de visuele en tactiele waarnemingen tijdens de BCO-bijeenkomsten, waarin het gewas op kokossubstraat telkens als weliger wordt beoordeeld dan op kleikorrels. Gemiddeld is het drogestofpercentage bij kleikorrels 0,3 procentpunten ofwel 2,7% hoger dan bij kokos.



Figuur 17 Vergelijking drogestofpercentages op kleikorrels en kokos van teelt 5-9 bij Piccolo en bij Rosita.

3.6 Bladoppervlak

Bij Rosita white is het verschil in groei tussen kleikorrels en kokos minder groot dan bij Piccolo white. Dat is te verklaren doordat Rosita van nature weliger groeit dan Piccolo. In Figuur 18 is voor teelt 7 de verhouding tussen takgewicht en bladoppervlak per tak afkomstig van kleikorrels en kokos weergegeven. Piccolo op kleikorrels blijkt relatief minder bladoppervlak per gram takgewicht aan te maken dan op kokos. Het blad of de stengel is bij Piccolo op kleikorrels dus dikker dan op kokos, terwijl dit verschil bij Rosita niet is gevonden. Dezelfde trend is gevonden bij metingen voor teelt 8 en 9.



Figuur 18 Verhouding tussen takgewicht en bladoppervlak per tak in teelt 7 voor Piccolo white (links) en Rosita white (rechts) afkomstig van kokos (rood) en kleikorrels (blauw).

3.7 Nutriëntengebruik

Naar aanleiding van verschillen in weggroei, zijn twee maal (17 februari en 8 juli) plantmonsters uit zowel het kokossubstraat als de kleikorrels getoetst op de concentratie aan nutriënten. Hierbij zijn geen noemenswaardige verschillen tussen beide substraten gevonden. Met een gemiddelde concentratie aan N en P van respectievelijk 2880 en 135 mmol/kg drogestof kan worden geschat hoeveel N en P door het gewas is opgenomen. Met een gemiddeld drogestofpercentage van 12%, een gemiddeld takgewicht van 60 gram en een productie van 80 takken per m² per teelt zou de opname van N en P voor zes teelten (op jaarbasis) neerkomen op 1400 respectievelijk 145 kg/ha.jaar.

Met deze grove schatting zou het dus mogelijk moeten zijn om in een gesloten teeltsysteem de doelen van 2050 respectievelijk 190 kg/ha.jaar te behalen.

Gezien de hoeveelheid lekkage en de hoeveelheid water die tijdens teeltwisselingen is gebruikt om de EC in het substraat te verlagen, is de doelstelling voor de beperking van het nutriëntengebruik niet gehaald.

3.8 Hanteerbaarheid

Het kokossubstraat is kost meer teeltarbeid dan grond. Daardoor kost het planten op kokos meer tijd dan in de grond of op kleikorrels. Om te voorkomen dat tijdens het planten te veel wortels afbreken, moet in het kokossubstraat een gat worden voorgeboord, waar de plug in kan worden geplaatst. Daarnaast zijn de gronddoekgoten bewerkelijk tijdens teeltwisselingen, met name als het stalen frame verbogen is geraakt, bijvoorbeeld als er tijdens oogstwerkzaamheden op is gestaan.

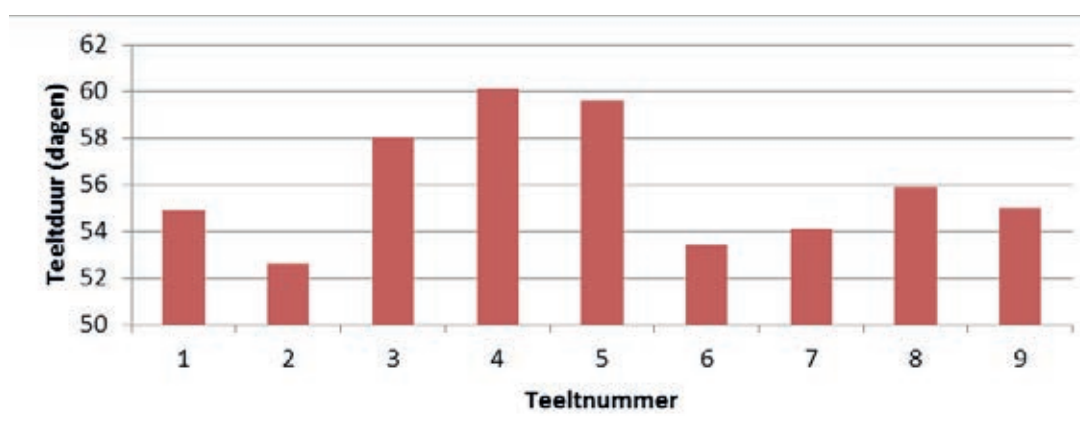
Kleikorrels hebben als nadeel dat deze tijdens de oogst met de wortelkluit worden meegetrokken. Dit zorgt ervoor dat het kostbaarder is om het organische afval van wortelkluiten af te voeren.

4 Productie/Kwaliteit

4.1 Teeltduur

De teeltduur is voor deze proef gedefinieerd als de tijdsduur vanaf planten tot aan de gewasmeting van Piccolo White aan het einde van de teelt. Daarbij is de teeltduur gecorrigeerd voor het gemiddeld aantal open bloemen tijdens de gewasmeting. Als tijdens de plantmeting bijvoorbeeld 2 in plaats van 3 bloemen per tak aanwezig waren, dan wordt (3-2=) 1 dag aan de teeltduur toegevoegd.

Over het algemeen is de teeltduur in het voorjaar en de zomer korter dan in het najaar en de winter (zie Figuur 19). Een afwijkende teeltduur is gevonden bij teelt 3, die door een te droge teeltstart een groeiachterstand heeft opgelopen. Teelt 9 heeft ten opzichte van teelt 4 juist een korte teeltduur, wat is veroorzaakt door een hogere input van warmte en een vroegere inzet van een hoge lichtintensiteit.



Figuur 19 Teeltduur (dagen) van Piccolo White op kokos in gronddoekgoten voor 9 teelten.

De teelten uit de proef duren veelal 5-8 dagen langer dan praktijkteelten. Alleen teelt 9 verschilt maar 1 dag met de praktijk. Als oorzaken van de verschillen met de praktijk zijn genoemd:

- Lagere kasttemperatuur (vooral bij de teeltstart).
- Voorzichtiger inzet van de belichting.
- Minder inzet van CO₂.
- Onvoldoende irrigatie.

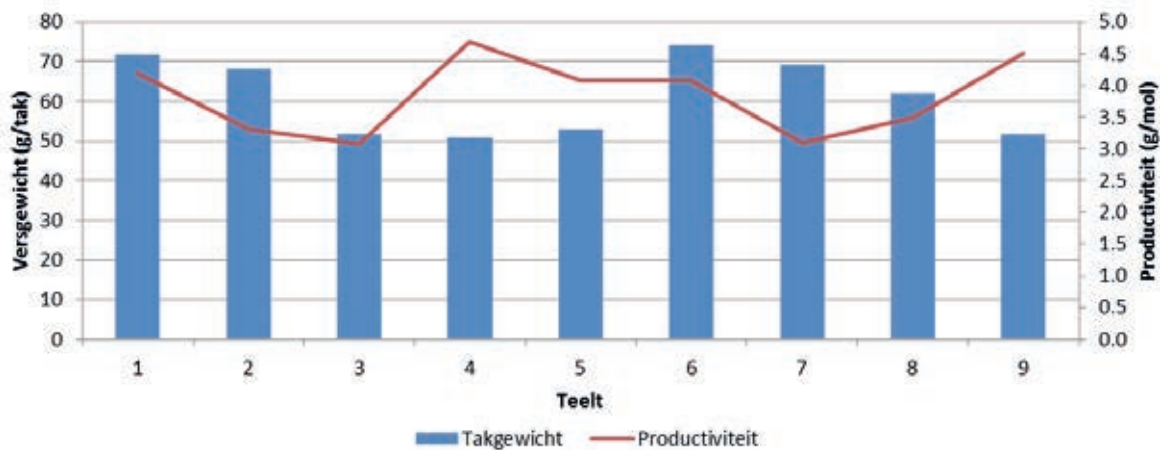
Daarnaast is ook genoemd dat de wekelijkse begeleiding van de telers soms niet frequent genoeg is geweest om tijdig bij te sturen. Het telen op substraat is uiteraard ook een groot verschil met de praktijk. Vanwege de vele andere verschillen met de praktijkbedrijven is niet aan te geven of de teelt op substraat beter of minder goed gaat dan in de grond. Wel is duidelijk dat de teelten op kleikorrels minder welige groeiden en eerder bloeiden dan op kokos.

4.2 Takgewicht

Om een vergelijking te maken tussen de opeenvolgende teelten is van iedere teelt het versgewicht van Piccolo White op kokos weergegeven. Het versgewicht, gedeeld door de totale PAR-som tijdens de teelt wordt hier de productiviteit genoemd. Het hoogste versgewicht is bereikt in de perioden met de meeste hoeveelheid (zon)licht (1, 2, 6, 7 en 8). Het takgewicht in periode 3 valt tegen, wat wordt geweten aan een te geringe irrigatiefrequentie bij de teeltstart. Teelt 8, die wat teeltperiode betreft gelijkwaardig is aan teelt 3, geeft ook een hoger takgewicht en productiviteit te zien dan teelt 3.

De teelten met een geringe hoeveelheid PAR-licht (4 en 9) geven weliswaar een lager takgewicht te zien, maar de hoeveelheid versgewicht per mol PAR-licht (productiviteit) was gemiddeld 40% hoger dan in de zomer (2, 7 en 8).

Het takgewicht en de productiviteit in periode 9 zijn vrijwel even hoog als in periode 4. Deze twee teelten verschillen onderling door een kortere teeltduur, een hogere belichtingsintensiteit en een lagere CO₂-concentratie van teelt 9.

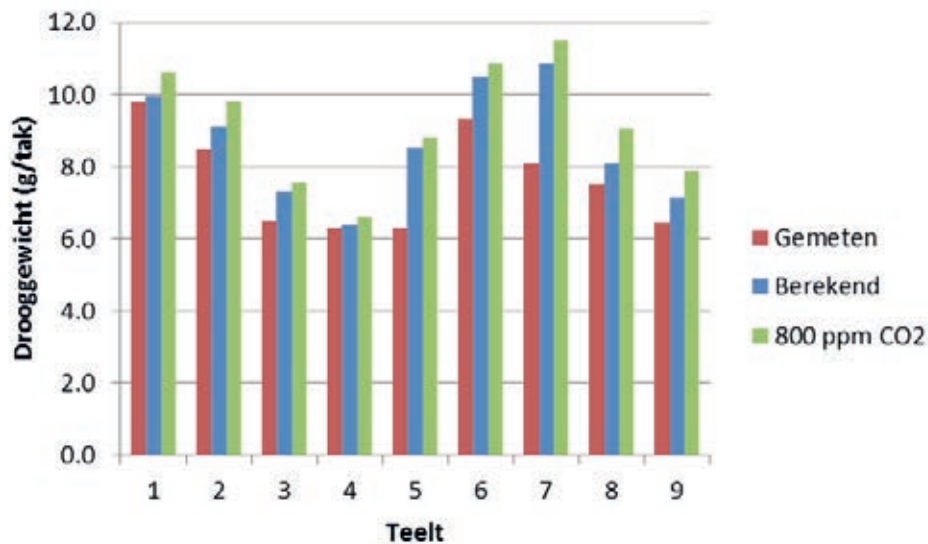


Figuur 20 Versgewicht (g/tak) en productiviteit per eenheid licht (g/mol) van *Piccolo White* op kokos in gronddoekgoten voor 9 teelten.

Uit de productiviteitslijn blijkt dat *lisianthus* veel efficiënter met licht omgaat bij lagere lichtintensiteiten in de winter dan bij de hogere intensiteiten in de zomer. Dit kan deels worden verklaard door de lichtresponskromme en door de CO₂-responskromme. De lichtresponskromme geeft aan dat de bladfotosynthese minder dan lineair stijgt bij toenemend licht. De CO₂-responscurve geeft aan dat de fotosynthese afneemt bij afnemende CO₂-concentratie [Trouwborst *et al.* 2013]. Aangezien bij hogere lichtniveaus meer moet worden geventileerd en dus de CO₂-concentratie lager is, geeft dit dan een extra lage lichtefficiëntie.

Daarnaast blijkt het drogestofgehalte in de winter iets lager te liggen dan in de zomer. Dat betekent dat in de winter per eenheid assimilaten meer versgewicht wordt gecreëerd.

Met een eenvoudig rekenmodel, waarin de lichtresponscurve en de CO₂-responscurve zijn verwerkt, is berekend hoeveel grammen drogestof in iedere teelt kunnen worden gemaakt. Ook is berekend hoeveel de drogestofproductie zou zijn geweest als een hogere CO₂-concentratie van 800 ppm zou zijn aangehouden. Aangezien het model nog niet is gevalideerd voor andere teelten, kan het nu alleen nog maar worden gebruikt om de onderlinge teelten te vergelijken. Vergelijking van deze modelberekeningen met de gerealiseerde hoeveelheid drogestof per tak (zie Figuur 21) laat zien dat het model de werkelijkheid telkens iets overschat. Met name in teelten 5, 6 en 7 blijkt *Piccolo* op kokos minder drogestof te hebben geproduceerd dan met het model berekend op basis van de hoeveelheid licht en CO₂. Bij teelt 7 kan dit te maken hebben met het kleine plantmateriaal en met de hoge gietfrequentie. Omdat de kleikorrels te weinig voedingswater beschikbaar leken te hebben is in 2015 vaker berekend. Dit beregeningsregime is ook bij het naastliggende kokos langer aangehouden. Bij teelt 7 heeft dit zelfs geuit in verstening van het blad (zie Figuur 15).

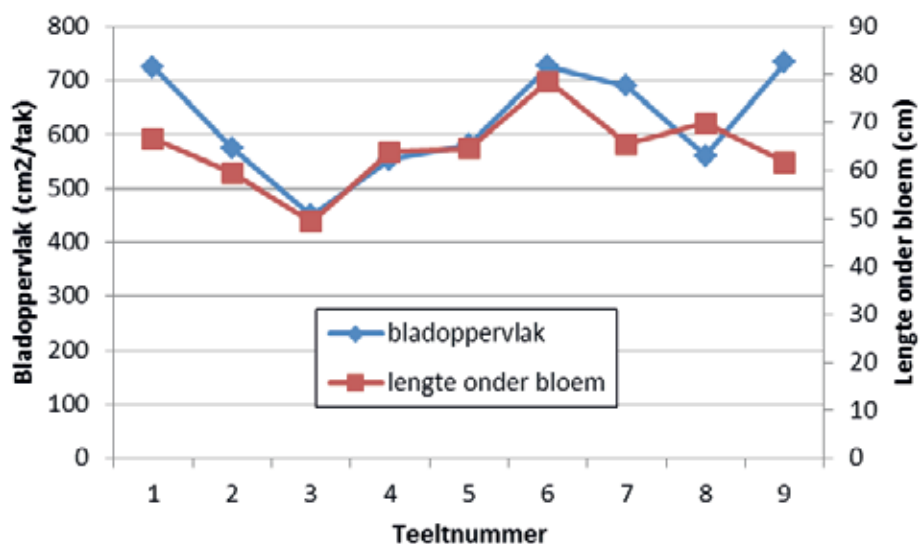


Figuur 21 Gemeten drooggewicht (g/tak) van Piccolo White op kokos in gronddoekgoten voor 9 teelten, vergeleken met de berekende waarden bij de gerealiseerde CO₂-concentratie en een continue concentratie van 800 ppm.

4.3 Takopbouw

Net als vele andere teelten wordt lisianthus gestuurd op een evenwicht tussen vegetatieve en generatieve groei. Een generatieve groei wordt bijvoorbeeld gestimuleerd door een hoge temperatuur, een lange daglengte en een hoge belichtingsintensiteit. Als met generatieve sturing de bloei te vroeg intreedt dreigt de tak te licht te worden met een ongelijkmatige bloei. Daarom wordt in het begin van de meeste teelten nog voorzichtig omgegaan met licht en temperatuur.

In Figuur 22 zijn twee vegetatieve kenmerken (het bladoppervlak en de taklengte onder de eerste bloem) weergegeven voor de 9 teelten met Piccolo White op kokos. Teelt 3 geeft met de kortste taklengte onder de bloem en een klein bladoppervlak de meest generatieve groei aan. Dit kan slechts deels worden verklaard door het feit dat het een zomerteelt is, waarbij de etmaaltemperatuur al bij de daglengte ook tijdens de opweek hoog kunnen zijn. Teelt 8, die ook een zomerteelt is, heeft juist een relatief lange taklengte onder de eerste bloeiende bloem. Een overtuigender verklaring is de lage gietfrequentie en de hoge EC bij de start van teelt 3. Het gewas is hierdoor moeilijk weggegroeid en laat snel zijn eerste bloeiende bloemen zien.



Figuur 22 Bladoppervlak en taklengte onder de eerste bloeiende bloem van Piccolo White op kokos in gronddoekgoten voor 9 teelten.

4.4 Houdbaarheid

Bij vrijwel iedere teelt is de houdbaarheid van de lisianthustakken van de proef en van praktijkbedrijven gemeten in een uitbloeiruimte. De houdbaarheid van de takken uit de proef wijkt niet of nauwelijks af van de praktijk. Ook is geen significante invloed van het substraattype op de houdbaarheid gezien.



Figuur 23 Afgeschreven tak uit teelt 4 in uitbloeiruimte.

4.5 Brandkoppen

Een van de eerste opvallende verschijnselen bij de proef op kokos in gronddoekgoten is het optreden van brandkoppen in een cultivar (Piccolo). Deze cultivar staat niet bekend als een gewas dat gevoelig is voor brandkoppen. De brandkoppen zijn in de proef met name naar voren gekomen bij teelt 1 (9%), teelt 2 (6%) en in teelt 5 (10%, maar dan alleen op kokos en alleen bij een van de twee leveranciers). Daarna zijn brandkoppen nog wel opgetreden, maar niet zodanig dat het als schadelijk is gezien.

De oorzaak van brandkoppen wordt aan verschillende factoren geweten. Een van de meest genoemde factoren is een hoge groeikracht bij een geringe calcium (Ca^{2+}) opname. Vers kokos geeft mogelijk meer groeikracht dan grond of kleikorrels als substraat. Bovendien kan vers kokos, indien deze niet voldoende is gestabiliseerd, calcium onttrekken uit het voedingswater en vastleggen in het zogenaamde adsorptiecomplex. De veroudering en daarmee de stabilisatie van de kokos kan een oorzaak zijn van het geringere optreden van brandkoppen in 2015 ten opzichte van 2014.

Een hoge luchtvochtigheid beperkt de verdamping en daarmee ook de opname van calcium. Zo is in een proef bij Wageningen UR aangetoond dat brandkoppen wel optreden bij een teelt die dag en nacht bij een RV van 90% wordt geteeld en niet bij een teelt die overdag een lagere RV ($\pm 60\%$) ondervindt.

In 2015 is duidelijk een hogere gemiddelde etmaal RV aangehouden dan in 2014. Zo is de gemiddelde RV van de eerste teeltweken van teelt 7 (2015) 84%, terwijl in diezelfde weken van teelt 2 (2014) een gemiddelde RV van 81% is gerealiseerd. Toch is het aantal brandkoppen in 2015 niet toegenomen, maar juist afgenomen. Dit zou kunnen komen door de stabilisatie van het kokossubstraat, maar mogelijk ook doordat een hoge RV gedurende de nacht juist kan zorgen voor meer worteldruk, waardoor een relatief groter aandeel van het beschikbare calcium kan verplaatsen naar het groeipunt, dat sowieso niet veel verdampt [IJdo *et al.* 2011]. Als deze suggestie klopt, dan zou gedurende de nacht juist een hogere RV moeten worden aangehouden om brandkoppen te voorkomen. Voor een bewijs ervan is echter specifiek onderzoek nodig.

4.6 Botrytis

Botrytis bij lisanthus kent twee belangrijke verschijningsvormen: op de stengel en op de bloemen.

Een teeltsysteem waarbij veelal van onderen water wordt gegeven zal naar verwachting minder Botrytis op de stengel geven dan een teelt waarbij tot de bloei van bovenaf wordt beregend. Als het gewas tijdens het watergeven niet nat wordt, krijgen de Botrytissporen minder kans om te ontkiemen. Daartegenover staat dat bij de proeven in het Improvement Centre een hogere RV is aangehouden dan in de praktijk. Uiteindelijk zijn er slechts enkele takken vanwege Botrytis uitgevallen. Met name in de teelten op kleikorrels, waar frequenter is beregend, is Botrytis gevonden als oorzaak van uitval.

In de naoogstfase kan Botrytis de kwaliteit van de bloemen sterk verminderen. Bij aanvang van de proeven is de verwachting uitgesproken dat het teeltsysteem geen invloed heeft op het optreden van Botrytis in de bloemen. Wel is gevreesd dat de hoge RV bij de energiezuinige teeltstrategie voor problemen kan zorgen. Uit de proeven is gebleken dat Botrytis in de bloemen af en toe is opgetreden. Vooral bij teelten met veel voorbloeiers is Botrytis gevonden in de oudste bloemen. Zo is tijdens de gewasmetingen bij 8% van de takken bij teelt 3 een bloempje met Botrytis aantasting gevonden.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Uit de proeven is gebleken dat een voldoende kwaliteit lisianthus is te telen op zowel het teeltsysteem met kokos op gronddoekgoten als op kleikorrels. Zonder waterontsmetting, met een beperkte hoeveelheid aan stoomenergie en zonder bodemfungiciden is gedurende zes teelten zonder een noemenswaardig percentage uitval geteeld. Na zes teelten is wel uitval ontstaan door *Myrothecium*, welke noch met stomen, noch met gewasbeschermingsmiddelen is geëlimineerd. Ook zijn de productie en de teeltsnelheid achtergebleven bij de praktijk.

De doelstellingen van de proef zijn deels behaald.

Voor wat betreft energie is gedurende 1 jaar met vijf teelten (van teelt 3 tot en met 7) $17,8 \text{ m}^3/\text{m}^2$ aan aardgasequivalenten voor verwarming, $355 \text{ kWh}/\text{m}^2$ aan elektriciteit voor belichting en ongeveer $6,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$.jaar aan aardgas voor stomen gebruikt. Verlaging van het gebruik aan aardgas voor verwarming en stomen lijken niet tot grote consequenties voor de teelt te hebben geleid. Ondanks de hogere luchtvochtigheid in 2015 ten opzichte van 2014 is het optreden van brandkoppen en *Botrytis* niet toegenomen. Hoewel nog discussie is over de inzet van aardgas voor ontsmetting van het substraat, heeft het kleine substraatvolume minder aardgas nodig dan als de grond diep moet worden gestoomd.

De verlaagde inzet van elektriciteit voor belichting lijkt direct te hebben geleid tot minder productie van drogestof. De drogestofproductie kan namelijk grotendeels worden voorspeld door een model opgebouwd uit een lichtresponscurve en een CO_2 -responscurve. De positieve invloed van belichting wordt bevestigd door de teelten 4 en 9 te vergelijken. Een hogere belichtingsintensiteit bij teelt 9 heeft geleid tot een snellere teelt en een gelijk blijvende productiviteit per mol licht.

Voor wat betreft gewasbescherming is het gerealiseerde gebruik veel lager dan de doelstelling. Gezien de toenemende ziektedruk na 7 teelten is het de vraag of deze doelstelling ook op langere termijn kan worden behaald.

Het gebruik aan nutriënten (stikstof en fosfor) is niet goed geregistreerd en tijdens de proeven is het niet mogelijk gebleken om al het drainwater te hergebruiken. Hierdoor zijn geen conclusies te trekken of een gesloten systeem in de praktijk haalbaar is of tot groeiremming leidt. Indien al het drainwater kan worden hergebruikt, zijn de gestelde doelen voor wat betreft het gebruik van stikstof en fosfor ruimschoots haalbaar.

In Tabel 5 zijn de doelen en resultaten vergeleken, waarbij ook een kolom is toegevoegd waarbij het gerealiseerde gebruik van teelt 3 t/m 7 in de proef is omgerekend naar een jaar met zes teelten, zoals in de praktijk gebruikelijk is.

Tabel 5

Doelen en resultaten van het jaarverbruik van energie, gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten.

	Doel	Teelten 3-7	6 teelten	Eenheid
Gasverbruik (warmte)	20	17.8	21.4	$\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{ jr})$
Gasverbruik (stomen)	4	6.5	7.8	$\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{ jr})$
Elektriciteit (belichting)	432	355	426	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ jr})$
Gewasbescherming	20	0.4	0.5	$\text{kg a.i.}/(\text{m}^2 \text{ jr})$
Stikstof	2050	?	?	$\text{kg}/(\text{ha jr})$
Fosfor	190	?	?	$\text{kg}/(\text{ha jr})$

Het versgewicht en de teeltsnelheid van de productie in kokos op gronddoekgoten zijn minder gebleven dan in de praktijk. Als oorzaken hiervan zijn aangegeven:

- Lagere teelttemperatuur bij de start.
- Minder belichting.
- Lagere CO₂-concentratie.
- Onbekendheid met de optimale irrigatiefrequentie.

De planten op kleikorrels groeien minder zwaar, hebben een hoger drogestofgehalte en bloeien sneller ten opzichte van kokos in gronddoekgoten. Als oorzaken hiervan zijn aangegeven:

- Minder buffering van opneembaar water;
- Minder buffering van nutriënten en spoor-elementen;
- Verschil in zuigspanning tussen plantplug en kleikorrelsubstraat;
- In het begin van de teelt lijken vooral voldoende beschikbaarheid van water en nutriënten de belangrijkste knelpunten te zijn voor de groei. Bij een volgroeid gewas lijkt ook de beschikbaarheid van zuurstof een aandachtspunt te zijn.

Het telen op substraat heeft geen meetbare invloed gehad op de houdbaarheid van de bloemen.

5.2 Aanbevelingen

Om rekening te houden met de hanteerbaarheid dienen ook volveldse substraatsystemen te worden onderzocht. Omdat fijne kokos hiervoor wellicht te nat is, dienen hierbij ook grovere substraten te worden getest.

Voor een succesvolle teelt op substraat is het van belang om de optimale irrigatiefrequentie te achterhalen en toe te passen. Dit geldt met name voor een substraat als kleikorrels, omdat die een geringe buffercapaciteit voor water en nutriënten heeft.

Aangezien de teelten waarin 's nachts een hoge luchtvochtigheid is aangehouden slechts weinig brandkoppen zijn voorgekomen, verdient het aanbeveling om uit te zoeken of een dagelijks tijdelijke hoge luchtvochtigheid gedurende de eerste weken van de teelt kan leiden tot vermindering van brandkoppen.

Om na te gaan of het mogelijk is om meerdere teelten volledig gesloten te telen, dient dit nog te worden getest.

Hoewel aangenomen wordt dat extra belichting altijd leidt tot meer productie, dient dit nog met metingen te worden onderbouwd. Aangezien de meeste lichtrespons wordt verwacht bij lage lichtintensiteiten, zouden moeten worden nagegaan wat het effect is van een langere daglengte (tot 24 uur) tijdens de generatieve fase van de teelt.

Literatuur

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.

Van der Helm, F.P.M., Labrie, C.W., de Zwart, H.F., Vermeulen, T., de Boer-Tersteeg, P.M. en Raaphorst, M.G.M. (2011): '*Het Nieuwe Telen*' *Lisianthus*

Verkennde studie, pp. 46, Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk. pp. 46.

IJdo, M., Jansen, J. en Voogt, W. (2011)

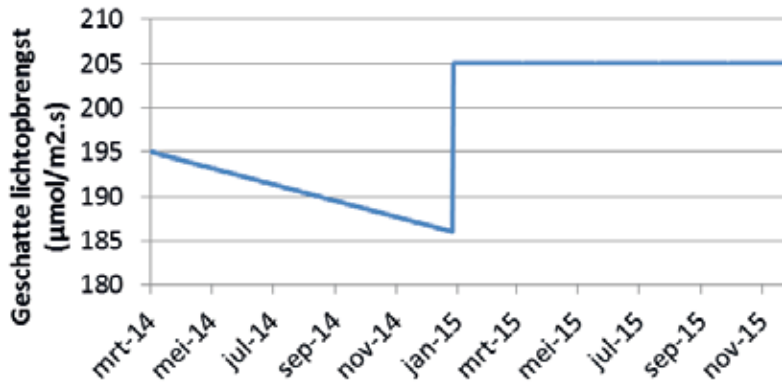
Bladrandjes en Ca bij tomaat : fysiologische achtergronden van cel- en weefselstevigheid in relatie tot het ontstaan van bladrandjes en infectie met Botrytis cinerea L. Wageningen UR Glastuinbouw. Bleiswijk.

Trouwborst, G., Hogewoning, S.W. en Pot, S.C. (2013)

Meer rendement uit licht en CO₂ bij Lisianthus. Plant-Dynamics. Wageningen.

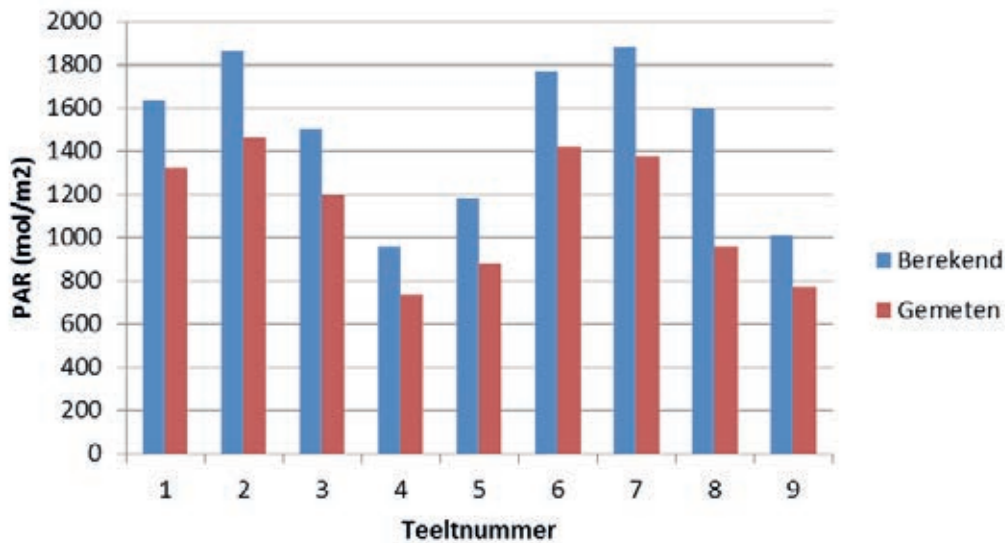
Bijlage 1 Gemeten en berekende lichtsom

Door geregelde uitval van de lampen in 2014 is de gerealiseerde lichtopbrengst van de lampen lager dan de geplande 210 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$. In Figuur 24 is de lichtopbrengst weergegeven waarvan in deze proef is uitgegaan op basis van metingen in december 2014 en 2015.



Figuur 24 Geschatte totale lichtopbrengst ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$) van de lampen in de middelste tralie.

De lichtsommen waarmee is gerekend zijn veel hoger dan de lichtsommen die zijn gemeten met de geïnstalleerde PAR-meters. De verhouding tussen deze twee waarden is weergegeven in Figuur 25.



Figuur 25 Berekende en gemeten lichtsom per teelt.

Bijlage 2 Cumulatief lichtniveau per teelt



Bijlage 3 Analyses voedingswater

	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Si	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
23-11-2015	2.1	6.6	0.3	4.1	0.2	6.1	2.3	0.1	15.4	0.7	2.2	0.4	0.6	47	7	20	108	6.1	3.6
22-9-2015	2.7	6.0	0.1	7.0	0.3	5.8	2.5	0.6	16.8	0.2	3.2	0.4	0.95	40	87	12	51	2.4	0.6
31-8-2015	1.6	6.6	0.3	2.7	0.2	4.5	1.9	0.1	11.4	0.6	1.5	1.6	0.46	51	6	23	106	2.5	3.2
3-7-2015	2.1	6.4	0.1	3.7	0.2	5.1	2.2	0.2	13.6	0.5	1.5	0.4	0.43	74	7	26	168	2.3	3
6-5-2015	3.1	6.3	0.3	7.4	0.3	8.4	3.3	0.3	22.8	0.8	2.5	0.4	1.2	61	9	21	184	4.3	1.9
21-4-2015	2.8	6.4	0.4	6.7	0.3	7.0	2.9	0.2	17.8	0.9	2.3	0.4	1.2	69	14	28	155	5.9	1.5
7-4-2015	2.1	6.7	0.1	5.0	0.3	5.1	1.9	0.2	12.8	0.8	1.6	0.6	0.7	61	14	25	122	5.2	1.2
31-3-2015	2.4	6.6	0.6	5.2	0.5	5.7	2.4	0.4	16.0	0.6	2.3	0.8	0.6	48	21	30	137	5.5	1.3
24-3-2015	2.0	5.8	1.2	4.4	0.3	4.2	2.0	0.2	13.0	0.7	1.7	0.1	1.1	99	17	19	70	2.2	1.1
17-3-2015	3.2	6.0	0.2	7.9	0.2	8.0	2.9	0.3	23.7	1.3	3.1	0.2	1.0	50	13	20	138	5.9	1.5
3-3-2015	3.1	6.3	0.4	7.4	0.3	8.0	3.2	0.3	22.4	1.2	2.7	0.5	1.0	52	8	15	130	5.8	1.3
17-2-2015	3.0	6.5	0.1	7.2	0.4	8.1	3.2	0.4	19.7	1.0	3.0	0.5	0.8	57	5	15	133	7.7	0.7
10-2-2015	3.1	6.3	0.4	7.3	0.4	7.9	3.0	0.3	20.7	1.2	3.1	0.4	1.1	75	11	19	126	7.5	0.6
10-2-2015	3.1	6.8	0.1	7.1	0.5	8.5	3.2	0.6	20.6	1	3.4	0.9	0.53	62	19	21	124		0.7
4-2-2015	3	6.4	0.5	6.9	0.7	8.2	3.3	0.3	18.6	1.2	3.2	0.6	0.95	85	7	25	118	7.8	0.9
29-1-2015	3.2	6	1.2	6.5	0.8	7.2	3.3	0.3	18.3	1.1	2.9	0.3	1.5	118	20	29	122	3.6	0.8
15-1-2015	3.5	6.7	0.6	6.1	3.1	10.4	3.5	0.6	17.7	1.3	7.7	1.2	0.5	79	11	22	109	6.2	1.1
29-10-2014	3.4	6.7	0.1	8.2	0.7	8.4	4.4	0.6	23.2	0.4	4.2	0.6	0.25	25	2	23	58	1.7	0.5
15-10-2014	3.2	5.9	0.5	7.7	0.4	8	4.1	0.2	22.3	0.3	3.2	0.1	1	56	11	17	92	1.8	1.2
14-8-2014	2.6	6.6	0.2	6.9	0.5	5.6	3	0.4	18	0.3	1.9	0.5	0.05	6	4	6	35	0.6	0.2
29-7-2014	3.1	6.3	0.1	8.1	0.3	7.6	3.5	0.1	22.5	0.3	2.8	0.5	0.7	32	3	9	65	1.2	0.7
15-7-2014	2.8	6.3	0.1	6.5	0.2	6.3	3.5	0.1	19.9	0.3	2.7	0.4	0.7	35	2	8	48	1.2	0.8
2-7-2014	2.6	6.6	0.2	6.3	0.3	5.9	3	0.1	16.3	0.2	3	0.9	0.65	42	3	13	48	1.6	0.7
24-6-2014	2.4	6.8	0.1	6.4	0.5	5.6	2.4	0.2	15.6	0.2	2.5	0.8	0.4	29	3	15	48	2	0.7

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



Wageningen UR 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-1401

Wageningen UR 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 UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR 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.