



WAGENINGENUR
For quality of life

‘Het Nieuwe Telen’ Lisianthus

Verkennde studie

Frank van der Helm, Caroline Labrie, Feije de Zwart, Tycho Vermeulen, Patricia de Boer, Marcel Raaphorst



Productschap  Tuinbouw



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

Rapport GTB-1100



Referaat

Voor dit project is in drie arenasessies een systeemontwerp voor Lisianthus uitgewerkt dat tot besparing van energie en vermindering van emissies kan leiden. In het model KASPRO is het energieverbruik berekend.

Ontsmettingskosten (20 m³ voor stomen) kunnen tot een minimum worden beperkt door te telen op substraat. Het aardgasverbruik voor verwarming (42 m³.m² a.e.) kan hoofdzakelijk worden verlaagd door het intensiever schermen, het gebruik van meerdere energieschermen en het beperken van de minimum buis. Hiervoor is dan wel ontvochtiging nodig, zoals door het inblazen van droge buitenlucht. Met deze maatregelen kan 17,8 m³.m² a.e. per jaar worden bespaard. Intensievere temperatuurintegratie en een lagere teelttemperatuur worden door de telers minder haalbaar geacht vanwege een vertraging van de teelt.

Fotosynthesemetingen geven aan dat er variatie is in bladfotosynthese. Belichtingskosten kunnen pas worden beperkt als bekend is wanneer belichting het meest effectief is voor de aanmaak van assimilaten.

Indien het mogelijk zou zijn alle ideeën voor energiebesparing uit te voeren, dus besparen op klimaatregeling, belichten en stomen, dan is theoretisch een besparing van 55 m³.m² a.e. per jaar mogelijk. Dit vereist een heel nieuwe aanpak van Lisianthus telen. Dit project is gefinancierd door de programma's "kas als energiebron" en "Samenwerken aan Vaardigheden". De uitvoering lag bij Wageningen UR glastuinbouw en GreenQ Improvement Centre

Abstract

A group of stakeholders from the Dutch Lisianthus sector have recently discussed a new system approach for a more sustainable greenhouse production of Lisianthus. Energy consumption is calculated with KASPRO model Energy required for soil sterilisation (20 m³.m² n.g.e) can be reduced by transition to artificial substrates. Heat consumption (42 m³ m² n.g.e) can be decreased by more use of multiple energy saving screens and less use of a minimal heating (water temperature) level. For the prevention of problematic relative humidity levels in the greenhouse a system to dehydrate the air with dry air is required and this could save 17,8 m³.m² n.g.e. Temperature integration and lower temperatures were not accepted by growers due to expected reduction of productivity.

Leaf photosynthesis is determined in winter and spring but variations are present in the measurements, suggesting that photosynthesis is not always equally efficient.

If all suggested ideas for energy savings could be implemented, than a reduction of 55 m³.m² n.g.e. could be realised. It will require a whole new approach to the way of growing Lisianthus. This project is funded by "Kas als Energiebron" and "Samenwerken aan Vaardigheden".

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw

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

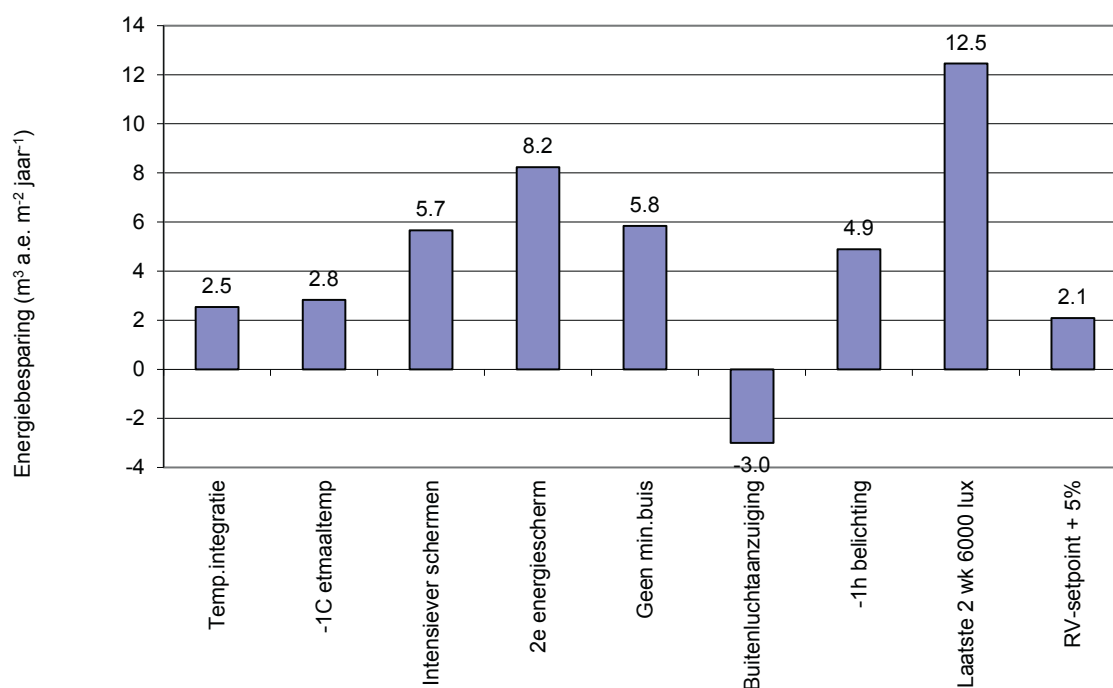
Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Het Nieuwe Telen	7
	1.2 Probleemstelling	8
	1.3 Doelstelling	8
	1.4 Werkplan	9
2	Resultaten	11
	2.1 Literatuurstudie	11
	2.1.1 Bodempathogenen	11
	2.1.2 Substraat en voeding	11
	2.1.3 Belichten	11
	2.1.4 Temperatuur	12
	2.1.5 Het nieuwe telen	12
	2.1.6 Vochtbeheersing en vochtproblemen in Lisianthus	13
	2.2 Modelberekening energiebesparing	13
	2.3 Fotosynthesemetingen	15
	2.4 Workshops	18
	2.4.1 Substraat	18
	2.4.2 Ontwerpsessie	19
3	Conclusies en aanbevelingen	21
	3.1 Conclusies	21
	3.2 Aanbevelingen	21
Bijlage I	Literatuur	23
Bijlage II	Bepaling uitgangspunten Kaspro	25
Bijlage III	Samenvattingen ontwerpssessies	27
Bijlage IV	Powerpoint presentaties	33

Samenvatting

Vanuit de Landelijke Commissie Lisianthus is de wens geuit om de teeltwijze van Lisianthus verder te verbeteren. Bij andere gewassen is met 'Het Nieuwe Telen' veel kennis opgedaan en blijken bij andere snijbloemen aanzienlijke energiebesparingen mogelijk, zonder dat dit ten koste gaat van de productie en kwaliteit. De vraag is nu hoe deze kennis te benutten is voor Lisianthus. Om dit te onderzoeken is financiering beschikbaar gesteld door het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) en het Productschap Tuinbouw (PT) in het kader van het programma Kas als Energiebron en Ministerie van Economische Zaken en Provincie Zuid-Holland via het project Samenwerken aan Vaardigheden. Het onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Glastuinbouw en het GreenQ Improvement Centre. Er is geïnventariseerd hoe bij Lisianthus energie bespaard kan worden met behoud van productie en kwaliteit en minder gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. De inventarisatie is uitgevoerd door overleg met Lisianthus-telers en verschillende experts, een literatuurstudie, berekeningen van de potentiële energiebesparingen en fotosynthesemetingen bij Lisianthus.

In KASPRO is het energieverbruik berekend voor de referentie van 141 m³ a.e. per m² per jaar zonder WKK en zonder stomen. 30% hiervan (42 m³) is nodig voor de verwarming van de kas en de rest (99 m³) is het energieverbruik dat toegeschreven moet worden aan het elektriciteitsverbruik, met name voor de belichting. Kwekers vinden dit berekende warmteverbruik in vergelijking met hun feitelijke bedrijfsverbruik vrij hoog. Het is onduidelijk in hoeverre het energieverbruik voor stomen gedeeltelijk weer nuttig gebruikt wordt als bijdrage aan de warmtevraag of dat in de praktijk meer geschermd wordt bij een iets lagere temperatuur dan waar in de simulatie mee is gewerkt. Alle doorgerekende besparingsmogelijkheden zijn weergegeven in Figuur a.



Figuur a. Energiebesparingsmogelijkheden voor Lisianthus berekend in KASPRO.

De theoretische energiebesparing voor een gecombineerd teeltconcept met intensiever schermen, een 2^e energiescherm, geen minimumbuis en buitenluchtaanzuiging komt op 17,8 m³ a.e. per m² per jaar (excl. stomen en besparing op belichten). Met een ambitieus energiebesparingsscenario inclusief besparing op stomen en 2 weken belichten met een lagere intensiteit kan theoretisch 55 m³ a.e. per m² per jaar bespaard worden.

Een alternatief voor stomen is een teelt op substraat. De teelt in cassettes, als teeltsysteem voor onderzoek naar het nieuwe telen, vonden de betrokken tuinders het meeste perspectief bieden voor Lisianthus. Men is van mening dat alleen door een grote stap te maken duurzamere oplossingen voor teeltproblemen mogelijk worden. Wat kwekers aanspreekt is dat de cassettes nog enige buffering bieden en de mogelijkheid om met het huidige uitgangsmateriaal aan de slag te gaan. Daarnaast spraken de sturingsmogelijkheden van de groei in combinatie met mechanisatiemogelijkheden bij teelt in cassettes de deelnemers van de arenasessie aan. Een klein experiment bij Wageningen UR glastuinbouw met de teelt van Lisianthus in cassettes, toont aan dat het optimale substraat, de optimale voedingsoplossing en de optimale watergift niet direct van chrysant zijn over te nemen, maar dat het teeltsysteem wel potentie heeft.

Verlaging van de etmaaltemperatuur heeft geen draagvlak bij de kwekers en ook bij het belichten met een lagere intensiteit tijdens de laatste 2 weken zetten kwekers hun vraagtekens. Italiaans onderzoek geeft aan dat minder licht tijdens de laatste twee weken van de teelt geen vertraging van de bloei meer geeft onder de omstandigheden die daar gelden. Echter tijdens de laatste twee weken draagt licht bij aan de compactheid van de bloemtros en gelijkmatigheid van de bloei. Er is discussie over of dit ook nog op een andere manier met groeisturing te bereiken is. Kwekers zien er meer in om op andere momenten te besparen op belichting, voornamelijk in jongere fase van de teelt en op dagen waarbij er al veel straling is.

De fotosynthesemetingen tonen voor Lisianthus een curve die iets onder die van Roos, tomaat en komkommer ligt. Er was echter vrij veel variatie. Bij een meting in december was het gewas op een meetbedrijf waarschijnlijk in een stresstoestand waardoor de fotosynthesecapaciteit beperkt was. Lisianthus kan goed omgaan met hoge instraling, de curve blijft licht oplopen. CO₂ geeft zeer duidelijk meer groei, maar niet meer bij gehalten boven 900 ppm. De fotosynthese is vrij gevoelig voor temperatuur. Eén graad temperatuursverhoging geeft één $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ meer fotosynthese.

Met het nieuwe telen Lisianthus moet en kan theoretisch een grote stap gemaakt worden op gebied van energiebesparing en emissies. De technische en teelttechnische realisatie hiervan is wel een grote uitdaging. Om de ambitieuze besparing van 55 m³ a.e. per m² per jaar te halen is een teelt los van de ondergrond en een besparing op belichten noodzakelijk. De teelt in cassettes, zoals door de kwekers wordt verkozen, is nog niet klaar om zonder meer toegepast te worden. Zowel op teelttechnisch gebied (voeding, watergift, substraat) als op technisch gebied (materiaal, fabricage etc.) zijn er nog veel vragen. Ook is niet zeker, in welke teeltfases voor Lisianthus, een besparing op belichting het beste kan gebeuren.

1 Inleiding

Vanuit de Landelijke Commissie Lisianthus is de wens geuit om de teeltwijze van Lisianthus verder te verbeteren. Bij andere gewassen is met ‘Het Nieuwe Telen’ veel kennis opgedaan en blijken bij andere snijbloemen aanzienlijke energiebesparingen mogelijk, zonder dat dit ten koste gaat van de productie en kwaliteit. De vraag is hoe deze kennis te benutten is voor Lisianthus. Om dit te onderzoeken is financiering beschikbaar gesteld door het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) en het Productschap Tuinbouw (PT) in het kader van het programma Kas als Energiebron. Binnen dit programma valt dit onderzoek in het transitiepad teeltstrategieën. Doel van dit programma is dat bestaande glastuinbouwbedrijven kunnen profiteren van nieuwe inzichten en zo met zo laag mogelijke investeringen kunnen besparen op het energieverbruik. Plant en teelttechniek staan hierbij centraal.

Het onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Glastuinbouw en het GreenQ Improvement Centre. Er is geïnventariseerd hoe bij Lisianthus energie bespaard kan worden met behoud van productie en minder gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Deze inventarisatie betreft overleg met Lisianthustelers en verschillende experts, een literatuurstudie, berekeningen van de potentiële energiebesparingen en fotosynthesemetingen bij Lisianthus.

1.1 Het Nieuwe Telen

“Het Nieuwe Telen” is volgens definitie van het programma “Kas als energiebron” substantieel energiezuiniger telen, waarbij plant en teelttechniek centraal staan, met inzet van technieken om de warmtevraag te beperken en een optimaal teeltklimaat te handhaven. Het Nieuwe Telen combineert kennis vanuit (semi-) gesloten kassen en traditionele teeltwijze, tot een economisch verantwoorde wijze van geconditioneerd telen. De inzet van technieken kan stapsgewijs op bedrijfsniveau plaatsvinden.

Kenmerkend voor “Het Nieuwe Telen” zijn de volgende aspecten:

1. Vermindering van de energievraag. Bijvoorbeeld vermindering van de warmtevraag door intensieve isolatie met energieschermen. Intensief betekent zowel meer uren schermen, meerdere schermen toepassen als beter isolerende schermen inzetten. Andere voorbeelden om de energievraag te verminderen zijn efficiënter koelen en belichten.
2. Inzet van energiezuinige technieken voor de vochtbeheersing, met name gecontroleerde toediening van (droge) buitenlucht, in plaats van minimumbuis en vochtkierregelingen.
3. Telen met de natuur (licht en buitentemperatuur) mee: lichtafhankelijke temperatuurintegratie, aanpassing van plant- en oogstdata en meer licht toelaten door inzet van koeling.
4. Vermindering van de ventilatie door luchtbevochtiging, zodat de plant beter CO₂ kan opnemen.
5. Verbetering van de temperatuur en vochtverdeling in de kas door gecontroleerde luchtbeweging.
6. Inzet van actieve koeling waarbij de verzamelde warmte op het eigenbedrijf nuttig kan worden toegepast (duurzame benutting van zonne-energie). Een alternatief is om niet te koelen maar direct duurzame warmtebronnen te benutten, bijvoorbeeld aardwarmte.

(www.kasalsenergiebron.nl, 2010)

Afhankelijk van het gewas, dragen de verschillende maatregelen anders bij aan de potentiële energiebesparing. Ook kunnen bepaalde maatregelen ongeschikt zijn voor een gewas. Met een kasklimaat simulatiemodel, zoals KASPRO, kunnen de verschillende maatregelen doorgerekend worden. Uitgaande van de fysiologie van het gewas, kunnen verwachtingen worden geformuleerd ten aanzien van productie en kwaliteit.

1.2 Probleemstelling

In de teelt van Lisianthus is energie een relatief hoge kostenpost. Vanwege plantuitval door bodemschimmels en de ervaring dat Lisianthus niet groeit op ongestoomde grond, is het nodig om iedere teeltronde te stomen. Dit is vijf keer per jaar en kost ca. 20 m³ aardgas per m². Lisianthus wordt zwaar belicht en het energieverbruik voor belichting is ca. 350 kWh/m². De hoeveelheid energie voor verwarmen is moeilijk exact te bepalen doordat een WKK niet alleen voor de warmtevraag wordt ingezet, maar wordt door kwekers geraamd op ca. 30 m³ aardgas per m². Vanuit de Landelijke Commissie Lisianthus is de wens om de emissie bij de teelt van Lisianthus terug te brengen en de teelt verder te verbeteren met kennis van Het Nieuwe Telen.

1.3 Doelstelling

Bij aanvang van het project zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:

Technische doelstellingen

Ontwikkelen van een energiezuinig integraal teeltconcept voor snijbloemen met een relatief hoge licht- en warmtebehoefte die nog in de grond worden geteeld, met Lisianthus als pilotgewas. De verschillende componenten binnen het concept moeten zowel als geheel concept of waar mogelijk als losse component en door telers toegepast kunnen worden op zowel nieuwe als bestaande bedrijven en met rendabele investeringen.

Inschatting van de verbetering van productie en kwaliteit.

Inschatting van de vermindering in het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

Energiedoelstellingen

Reductie van het absoluut gasverbruik per m² ten behoeve van verwarming, ontvochtiging, CO₂ en stomen met 50%, zonder extra te gaan belichten. Energiebesparing op belichting alleen indien dit niet ten koste gaat van productie en kwaliteit.

Indien bijvoorbeeld door teelt op substraat minder diep of niet gestoomd hoeft te worden, kan dit een besparing op het bedrijf geven van ca. 10-20 m³ aardgas per m². Gebaseerd op andere gewassen wordt de energiebesparing op de verwarming van 30 m³ aardgas per m² geschat op 5-10 m³ aardgas per m².

Productieverhoging en kwaliteitsverbetering waardoor naast de absolute energiebesparing ook de energie-efficiëntie wordt verbeterd.

Doelgroep is in eerste instantie de Nederlandse kasteelt van Lisianthus (40 ha, 42 bedrijven). Ook andere meestal grondgebonden gewassen met een korte teeltduur zoals chrysant (700 ha) en een deel van de zomerbloemen (600 ha) kunnen er baat bij hebben, al zijn deze gewassen meestal minder energie-intensief dan Lisianthus. Ook sierteeltgewassen met een hoog energieverbruik, zoals roos, kunnen baat hebben bij de resultaten.

Motieven en belemmeringen voor toepassing:

Vanuit de Landelijke Commissie Lisianthus is de wens om de teeltwijze van Lisianthus verder te verbeteren o.a. met de kennis van Het Nieuwe Telen. Gestelde randvoorwaarde is dat de energiebesparing niet ten koste mag gaan van productie en kwaliteit en/of rentabiliteit. Teeltzekerheid is belangrijk.

Nevendoelstellingen

Verbetering van het rendement van de bedrijfsvoering.

1.4 Werkplan

Een inventarisatie van oplossingsrichtingen heeft plaatsgevonden voor een energiezuiniger teelt van Lisianthus, bij een minstens gelijke productie en kwaliteit. Hiervoor zijn de volgende activiteiten uitgevoerd:

Overleg met telers en experts met als doel;

1. een geschikt teeltsysteem voor Lisianthus kiezen waarmee energie voor stomen en gewasbeschermingsmiddelen bespaard kan worden en productie en kwaliteit verbeterd kan worden;
2. een referentieteelst vast te stellen voor modelberekeningen met KASPRO;
3. een interpretatie van de fotosynthese metingen (zie punt 2) te krijgen in het licht van energiebesparing.

Energiebesparende maatregelen benoemen die voor Lisianthus te benutten zijn (bijvoorbeeld temperatuurintegratie, dubbel scherm, verticale ventilatoren, buitenluchtaanzuiging, minder kieren, andere methode van watergift, plantdichtheid, luchtbevochtiging, hybridebelichting e.a.).

Het overleg is vormgegeven door Arenasessies die 3 keer hebben plaatsgevonden. In de eerste sessie zijn bestaande teeltsystemen beoordeeld op geschiktheid voor Lisianthus, gebruikmakend van het principe van Systems Engineering [Jansen *et al.*, 2011]. In de tweede sessie is de keuze voor het teeltsysteem uitvoeriger besproken met speciale aandacht voor risico op bodemschimmels. In deze sessie zijn de eerste resultaten van modelberekeningen met KASPRO besproken. In de laatste sessie zijn opnieuw alle voorgaande onderwerpen besproken en het resultaat van de fotosynthese metingen. Vervolgens is op interactieve wijze een teeltconcept voor Het Nieuwe Telen Lisianthus opgesteld met de daaruit voortvloeiende inrichting van de kas voor Het Nieuwe Telen Lisianthus.

Fotosynthesemetingen (lichtresponsiecurve) zijn bij Lisianthus in winter en voorjaar uitgevoerd, om meer inzicht te krijgen in de groei van Lisianthus (licht, temperatuur en CO₂- behoefte). Met deze informatie is bekeken of en waar energiebesparing op verwarming en belichting mogelijk is zonder kwaliteitsverlies.

Er is Literatuurstudie gedaan naar teeltsystemen en de invloed van licht en temperatuur op Lisianthus (zie paragraaf 2.1). Absolute potentiële energiebesparing m.b.t. kasklimaat zijn berekend met het model KASPRO.

2 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de literatuurstudie, de modelberekeningen met KASPRO, de fotosynthesemetingen en de workshops weergegeven.

2.1 Literatuurstudie

2.1.1 Bodempathogenen

Lisianthus onder glas ondervindt nadelige effecten van de zwakteparasitaire bodemschimmels *Fusarium avenaceum* (veroorzaker van voetrot) en *Myrothecium roridum* (veroorzaker van vlekkenziekte). Onderzoek laat zien dat vlekkenziekte met het toegelaten middelenpakket makkelijker te bestrijden is dan voetrot. *Fusarium avenaceum* tast via de wortels of wondjes de vaatbundels aan. Op de voet van de plant ontstaat wit schimmelpluis. *Fusarium avenaceum* wordt bestreden door zwaar te stomen (± 90 cm diep). Bij *Myrothecium roridum* bevinden zich op de stengelvoet olijfgroen tot zwarte, op korrels lijkende sporenhoopjes. Het effect van kasluchtcirculatie op verspreiding van deze sporen is niet bekend. Preventieve maatregelen tegen *Myrothecium roridum* zijn niet te warm en vochtig telen, het voorkomen van nat gewas door onderlangs water geven, het voorkomen van een te weelderige groei en toepassen van een goede bedrijfshygiëne. Alleen met zwaar stomen (± 90 cm diep) wordt een besmetting bestreden [van der Wurff en Hamelink, 2007]. In Lisianthus stoomt men daarom vijf keer per jaar, daarnaast past men ook nog chemische bestrijding toe. Het achterwege kunnen laten van stomen kan een aanzienlijke energiebesparing opleveren. Dit zou kunnen door substraatteelt. Om het risico op voetrot klein te houden wordt hiervoor een poreus substraat aanbevolen [Roh en Lawson, ± 1984]. Ook verbetering van het klimaat kan bijdragen aan vermindering van de infectiedruk en daarmee het energieverbruik, maar ook het middelenverbruik.

2.1.2 Substraat en voeding

Over het wortelmilieu van Lisianthus is onder andere gevonden dat verschillende nutriëntensamenstellingen op een NFT-systeem anders uitpakken voor de ene cultivar dan voor de andere [Backes *et al.*, 2007]. Verder is een positieve invloed gevonden van het gebruik van o.a. chitosan en tryptone op de uitgroei tot 11 weken na het zaaien [Ohta *et al.*, 2004]. Bij een toenemende EC is in een najaarsteelt minder kans op brandkoppen, een kortere tak, meer knoppen per tak, en een kortere uitgroeiduur, terwijl in een eerste proef in het voorjaar geen significante verschillen zijn gevonden [van den Bos, 1999]. In een derde proef in het voorjaar werd bij een toenemende EC ook een lager takgewicht gevonden. Bij proeven op substraat in Nederland [Meester, 2003] zijn in de winter wortelproblemen opgetreden in verband met een te hoge watertemperatuur, veroorzaakt door de belichting. Jaarrond bleek de EC een grote invloed te hebben op de lengte- en diktegroei.

2.1.3 Belichten

Een groot deel van het energieverbruik bij de jaarrondteelt van Lisianthus is voor belichten. Lisianthus is een lichtminnend gewas. Hiermee wordt bedoeld dat het veel licht kan verdragen en minder snel groeit bij lage lichtintensiteiten. In de jaren 90 van de vorige eeuw is de assimilatiebelichting geïntroduceerd bij Lisianthus. Hierdoor is jaarrondteelt mogelijk gemaakt en werd de gemiddelde teeltduur verkort van ± 16 naar 10-11 weken. De teeltverkorting heeft niet alleen te maken met de assimilatieaanmaak door belichting, maar ook door het daglengte-effect van belichting [Blacquiere en Bakker, 1997]. Bij een daglengte van 12-14 uur wordt vooral vegetatieve groei gestimuleerd. Generatieve groei wordt bereikt door de dag te verlengen naar 16-18 uur [Nijentap, 1999], als de bloemknoppen eenmaal gevormd zijn, heeft langedag-behandeling geen effect meer op de bloeisnelheid [Roh en Lawson, ± 1984]. Een hoge lichtintensiteit versnelt de overgang naar de generatieve fase [Roh en Lawson, ± 1984], maar heeft daarna nauwelijks invloed op de uitgroeiduur [Islam *et al.*, 2005]. Daarentegen wordt in [Paradiso *et al.*, 2008] gesuggereerd dat de bloeisnelheid meer wordt bepaald door de totale hoeveelheid licht dan door de daglengte. Het ideale moment van overgang van vegetatieve naar generatieve fase wordt bepaald door de stand van het gewas, de cultivar en het aantal bladparen.

Als vuistregel geldt dat het zevende bladpaar moet zijn ontvouwen [de Beijer, 2001]. Belichting met SON-T wordt ook door veel telers gebruikt om het gewas compact te houden. SON-T licht blijkt ook bij Petunia (langedag-plant) een veel compactere plant te geven [leperen *et al.*, 2011]. Bijbelichten met rood licht geeft een nog compactere plant. Alternatieven om een compacte plant te verkrijgen zijn kouval, negatieve DIF, een lage pH, beweging, remmiddelen en een droog klimaat of substraat [Van Spingelen en Verberkt, 2009].

2.1.4 Temperatuur

De aanbevolen temperatuurregimes bij Lisianthus zijn in de loop der jaren een aantal graden verhoogd. In 1984 [Roh en Lawson, ±1984] werd voor de gehele teeltperiode een nachttemperatuur van 16-18°C aanbevolen. Voor 1999 [de Beijer, 1999] is dat specifiek per teeltfase weergegeven. Bij praktijkbedrijven in 2008 [Labrie *et al.*, 2008] werden veel hogere temperaturen aangehouden.

Tabel 1. Aanbevolen teelttemperaturen (°C) in 1999 en 2008

	1999		2008
	Dag	Nacht	Etmaal
Opkweek			15-19
Start teelt	18	17	
Vegetatieve groei	19-20	17	
Generatieve groei	19-21	18-19	22-24
Bloei	20	20	22-24

Tot een aantal weken na het zaaien geeft een hoge temperatuur kans op rozetvorming.

Een hoge temperatuur stimuleert het effect van een langedag-behandeling. Bij 10°C heeft een langedag-behandeling zelfs helemaal geen effect, terwijl dit effect bij 15 en 20°C er wel is [Roh en Lawson, ±1984]. Een hoge temperatuur en versnelt ook de uitgroeiduur van de bloemen.

2.1.5 Het nieuwe telen

Sinds 2009 loopt een onderzoek naar Het Nieuwe Telen Gerbera. De doelstelling van het project is het realiseren van een aanzienlijke energiebesparing met gelijkblijvende productie en kwaliteit. Met het teeltconcept van Het Nieuwe Telen Gerbera is over de bekeken periode 47% energie bespaard ten opzichte van een praktijkreferentie van 56 m³ a.e. per m² voor verwarming en belichting. Dit is gerealiseerd door vaker (dubbel) te schermen, efficiëntere inzet van belichting, vochtbeheersing door buitenluchtaanzuiging en gewasventilatie, aangepaste buisstrategie (lage maximum buisbegrenzing en geen minimum buis) en temperatuurintegratie. Het onderzoek geeft aan dat er mogelijkheden zijn om de besparing verder te vergroten. De totale productie over de eerste 9 maanden komt 3 tot 22% boven de prognose uit, waarbij aanzienlijke verschillen tussen de cultivars worden waargenomen. De kwaliteit van de bloemen was vergelijkbaar met de praktijk. Verder blijkt uit het onderzoek dat vochtbeheersing door buitenluchtaanzuiging en gewasventilatie het ontstaan van rotkoppen niet volledig kan voorkomen [de Gelder, in uitvoering].

Onderzoek met Het Nieuwe Telen tomaat gaf een warmteverbruik van 24,5 m³.m² zonder vochtproblemen en een praktijkconforme productie van 65 kg.m². Dit door middel van het aanhouden van lagere temperaturen in de winter, isolatie met 2 schermen, gewasventilatie en het gericht toepassen van de groeibuis, nauwelijks gebruik van minimumbuis en het gebruik van extern aangeleverde CO₂. De maximumbuis temperatuur was 48°C [de Gelder, in uitvoering]. Aanzuigen en voorverwarmen van buitenlucht bleek een effectieve methode te zijn om het kasklimaat onder een dicht scherm te beheersen. Door aanzuigen van buitenlucht ontstaat een lichte overdruk in de kas, die via natuurlijke kieren wordt afgevoerd. Op deze manier wordt een homogeen luchtvochtigheidsprofiel in de kas gerealiseerd waardoor er bij hogere luchtvochtigheden kan worden geteeld zonder extra risico. Luchtbeweging door middel van de Aircobreeze vermindert verticale temperatuurverschillen. Ook dit verlaagt het risico op ziektes, en maakt het daardoor mogelijk om lang en intensief te schermen en daarmee energie te besparen [de Gelder *et al.*, 2010].

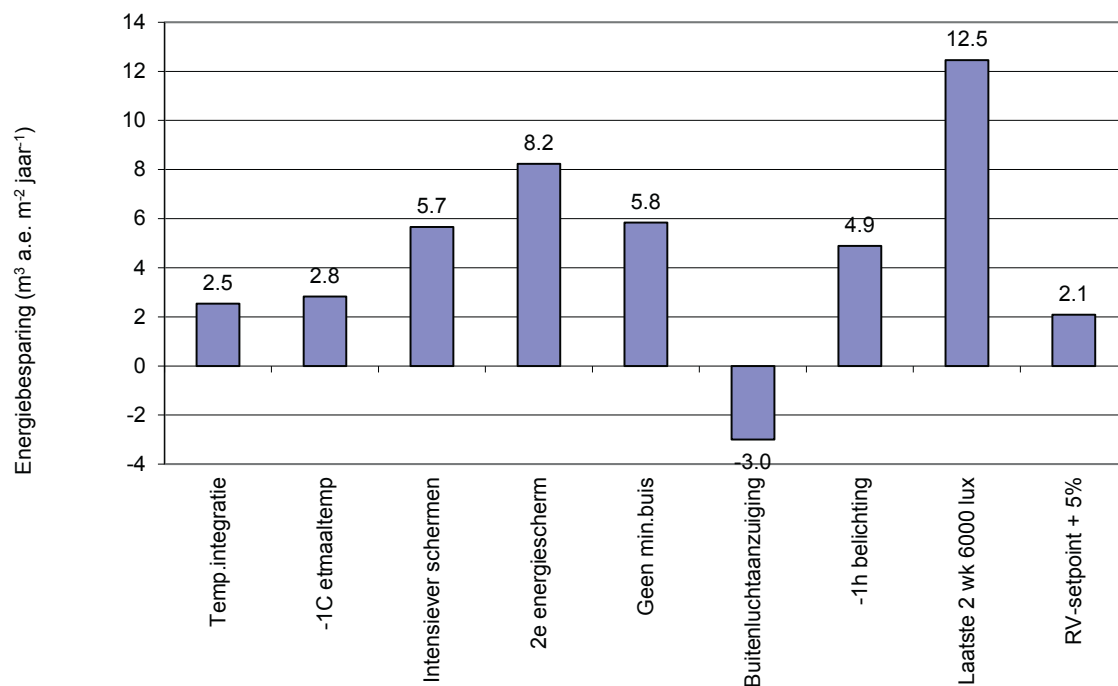
2.1.6 Vochtbeheersing en vochtproblemen in Lisianthus

Lisianthus kan gebruik maken van kennis die opgedaan is met onderzoek naar het inblazen van buitenlucht bij verschillende tuinbouwgewassen. Lisianthus wijkt echter af van de meeste tuinbouwgewassen omdat Lisianthus bij hogere temperaturen (± 21 °C) en bij een hoger lichtniveau (6000 tot 12000 lux, ofwel 72 tot 144 $\mu\text{mol PAR m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) wordt geteeld. Door de hoge temperatuur en stralingswarmte wordt vochtbeheersing door Lisianthus telers niet als een probleem ervaren. Wel loopt de relatieve vochtigheid regelmatig hoog op door watergift bovenlangs (0 tot 2 beurten per dag). Bij verlaging van de etmaaltemperatuur, zou hoge luchtvochtigheid wel een risico kunnen gaan vormen met betrekking tot schimmelziektes en 'brandkoppen'. 'Brandkoppen' zijn een fysiologisch verschijnsel waarbij de bladpunten necrotisch worden. Dit is bij een deel van de Lisianthus cultivars een veelvoorkomend probleem. Calciumopname, verdamping en klimaatschommelingen lijken een rol te spelen [Labrie, 2009]. Een RV boven de 95% bevordert necrotische bladpunten in Lisianthus [Islam *et al.*, 2004]. Ook vanuit lelie, komkommer, sla, kool en Alstroemeria is bekend dat een hoge luchtvochtigheid tot necrotische bladpunten/randen kan leiden [Chang en Miller, 2005], [Saure, 1998], [Labrie en de Zwart, 2010]. Een tweede scherm en buitenluchtaanzuiging zouden deze klimaatschommelingen kunnen verminderen.

2.2 Modelberekening energiebesparing

Absolute energiebesparing voor verscheidene energiebesparende maatregelen is berekend voor Lisianthus met de standaard teeltwijze als referentie. Deze referentie-teelt is vastgesteld aan de hand van KWIN, de klimaatinstellingen van twee telers, en in overleg met de BCO. Deze referentieteelt gaat uit van de teeltwijze en bijbehorende technische voorzieningen van een gemiddeld bedrijf met het betreffende gewas anno 2010.

In KASPRO is voor de referentieteelt Lisianthus (zonder WKK, zie Bijlage 1) een energieverbruik berekend van 161 m^3 a.e. per m^2 . Hierbij is uitgegaan van een verbruik van 42 m^3 a.e. per m^2 voor verwarming, 20 m^3 a.e. per m^2 voor het stomen en 381 kWh per m^2 aan elektriciteit. Met het huidige gemiddelde centrale-rendement van 43% komt iedere kWh elektriciteit overeen met 0,26 m^3 aardgasequivalenten, waardoor het elektriciteitsverbruik neerkomt op 99 m^3 a.e. per m^2 . De jaarrondkwekers hebben nu allen wel een WKK, dus de warmtevraag wordt dan ingevuld met de restwarmte van de elektriciteit opwekking. Door met het rekenmodel KASPRO verschillende maatregelen door te rekenen kan de energiebesparing per maatregel of per combinatie van maatregelen worden bepaald. De resultaten van alle doorgerekende besparingsmogelijkheden zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1. Energiebesparing (m³ a.e. m²) bij verschillende maatregelen voor Lisianthus berekend met KASPRO.

De besparingsopties die zijn doorgerekend betreffen:

1. Temperatuurintegratie. De etmaaltemperatuur blijft gemiddeld gelijk, maar de temperatuur mag tijdelijk dalen tot 17°C.
2. De stooktemperatuur wordt 1°C lager ingesteld.
3. De buitentemperatuur waaronder wordt geschermd, stijgt van 8 naar 12°C (van 3300 naar 3900 schermuren). Als zelfs 16°C als grenswaarde wordt aangehouden komt het aantal schermuren op 4200, met 0,5 m³/m² a.e. besparing extra.
4. Er wordt een tweede energiescherm gebruikt.
5. De minimum buistemperatuur wordt niet meer ingesteld.
6. Droge buitenlucht wordt ingeblazen om de luchtvochtigheid te beperken.
7. Er wordt 1 uur per dag minder belicht
8. De laatste twee weken van de teelt wordt 6000 i.p.v. 10000 lux belicht.
9. Het setpoint voor de RV stijgt van 85% naar 90%.

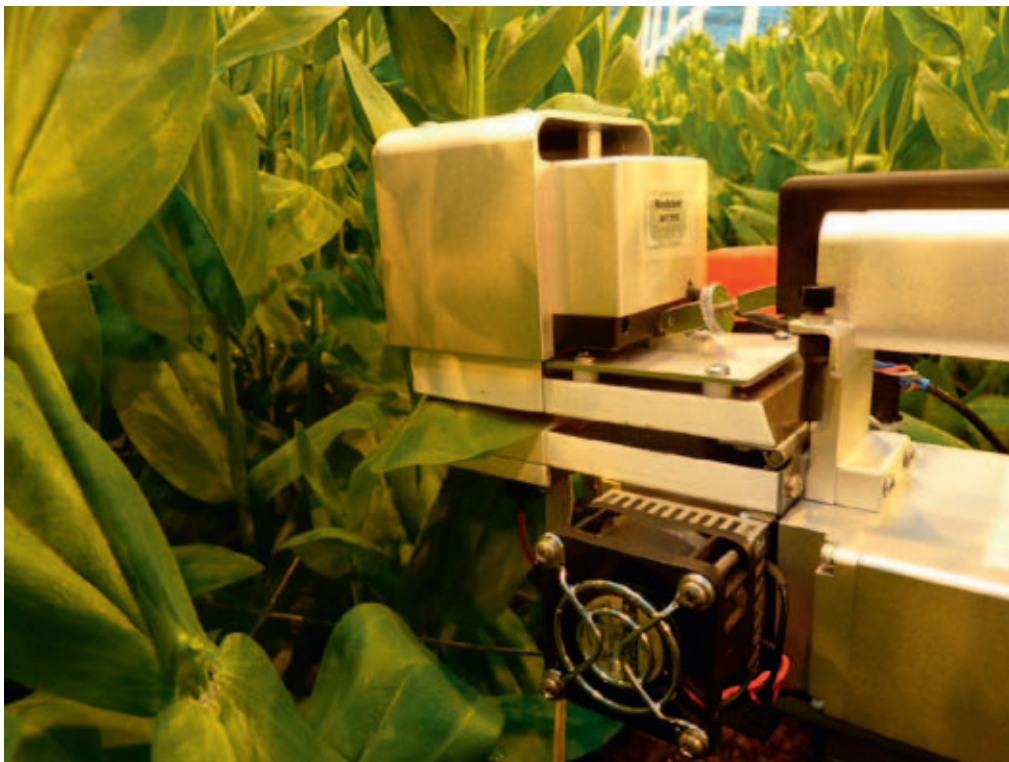
De theoretische energiebesparing waarbij de eerste 6 maatregelen worden gecombineerd, komt hierbij neer op 23,1 m³ a.e. per m² per jaar. Verdergaande temperatuurintegratie en een lagere kasttemperatuur wordt door telers niet acceptabel geacht. Zonder deze maatregelen zouden de verwarmingskosten toch nog met 17,8 m³ a.e. per m² per jaar worden verlaagd. Met een ambitieus energiebesparingsscenario inclusief besparing op stomen en het gedurende 2 weken belichten met een lagere intensiteit kan 55 m³ a.e. per m² per jaar bespaard worden.

In de discussies tijdens de workshops (zie paragraaf 2.5) zijn een aantal besparingsopties bediscussieerd.

- Het berekende verbruik voor verwarming van de referentie ($42 \text{ m}^3 \text{ a.e. per m}^2$) komt niet overeen met de ervaringen van de telers. Die zou rond $30 \text{ m}^3 \text{ a.e. per m}^2$ moeten liggen. Mogelijk levert het stomen een bijdrage aan de warmtevoorziening in de kas, omdat er vrijwel altijd wel een vak wordt gestoomd. Die warmte verspreidt zich door de kas.
- Temperatuur integratie: nog hogere temperaturen overdag zijn niet wenselijk i.v.m. arbeid. Mogelijk negatief effect op kwaliteit (Italiaans onderzoek toont een klein negatief effect).
- 1°C temperatuur verlagen geeft volgens de ervaring van de kwekers 1 week later bloei bij een groeitijd van 10 weken. Met 1°C warmer kun je een week vroeger oogsten, maar dat gaat ten koste van de kwaliteit. Het is dus van belang om snelheid en kwaliteit in balans te houden en daarbij hoort geen continue temperatuurverlaging.
- Drie slangen voor buitenlucht toevoer in een bed is niet mogelijk in een grondteelt, dit kost een rij planten.
- Gevreesd wordt dat het verminderen van de belichting negatieve effecten heeft op de groei. De lampen worden aan het eind van de middag ook aangezet met het doel de kas te verwarmen. Het is de vraag of belichten daarvoor de meest efficiënte methode is. Onderzoek [Paradiso *et al.*, 2008] geeft aan dat onder Italiaanse omstandigheden belichten in de laatste fase geen versnelling meer geeft. Aan het eind van de teelt belichten de kwekers zwaar, de belangrijkste reden hiervoor is compactheid van de kop van de bloemtak. Ook gaan kwekers ervan uit dat belichting wel degelijk versnelling geeft.

2.3 Fotosynthesemetingen

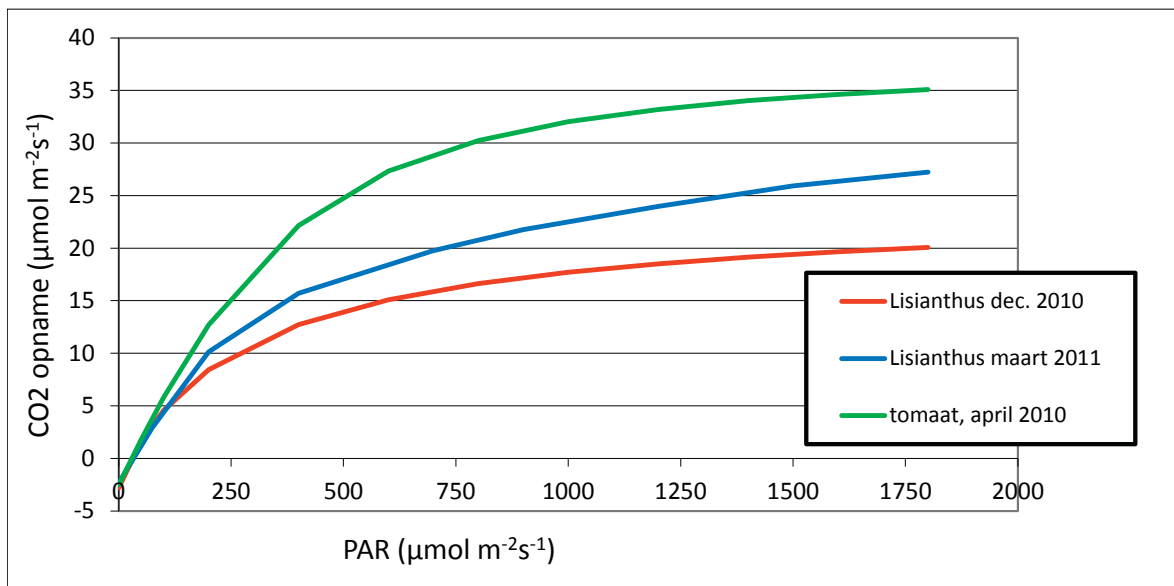
De fotosynthesemetingen tonen voor Lisianthus een curve die iets onder die van Roos, tomaat en komkommer ligt. Er was vrij veel variatie tussen de metingen. Zo blijkt dat de metingen in december een structureel lagere CO_2 -opname lieten zien dan in maart. Bij de meting in december was echter veel variatie in de metingen tussen de twee meetbedrijven.



Figuur 2. Fotosynthesemeting van het Lisianthusblad.

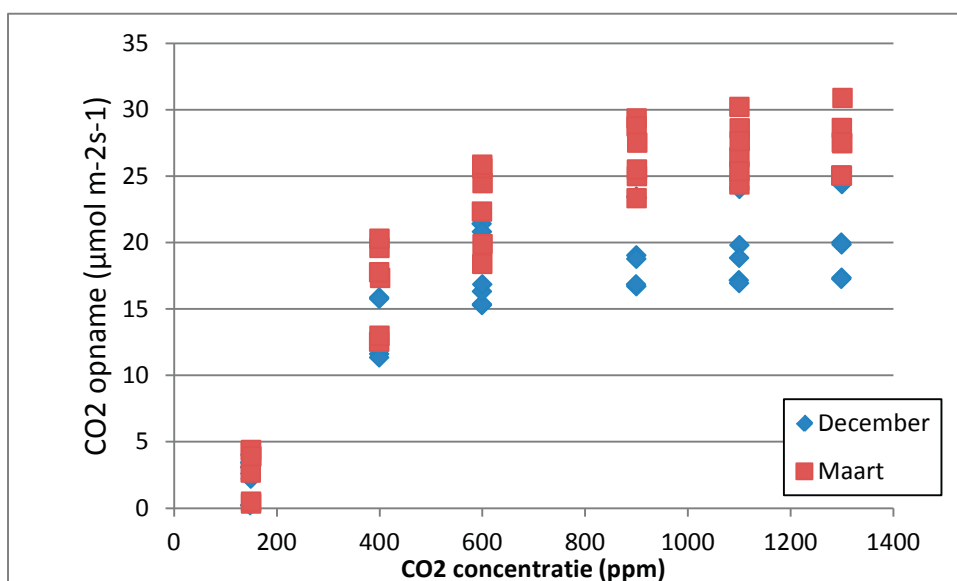
Lisianthus blijft bij hoge instraling nog steeds extra fotosynthese te geven, de curve blijft in Figuur 3. zelfs boven 1500 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ PAR iets oplopen. Wel is er duidelijk sprake van afnemende meeropbrengsten. Zo blijkt tussen 0 en 200 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ PAR de netto fotosynthese op te lopen van -2,5 tot 9,3 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ CO_2 , terwijl deze tussen 200 tot 400 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ PAR oploopt van 9,3 naar 14,2 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ CO_2 . Dit zou kunnen betekenen dat belichting $\pm 50\%$ minder effect heeft als er al 200 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ PAR daglicht aanwezig is. Daar moet wel tegenover worden gesteld dat het hier om bladfotosynthese betreft. Een volgroeid gewas zal ook bij hogere lichtintensiteiten baat hebben bij meer licht, omdat de onderste bladeren niet snel zullen verzadigen.

In de praktijk wordt in een volgroeid gewas belicht tot een intensiteit van 400 W.m^{-2} globale straling buiten, wat overeenkomt met $\pm 560 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ boven het gewas.



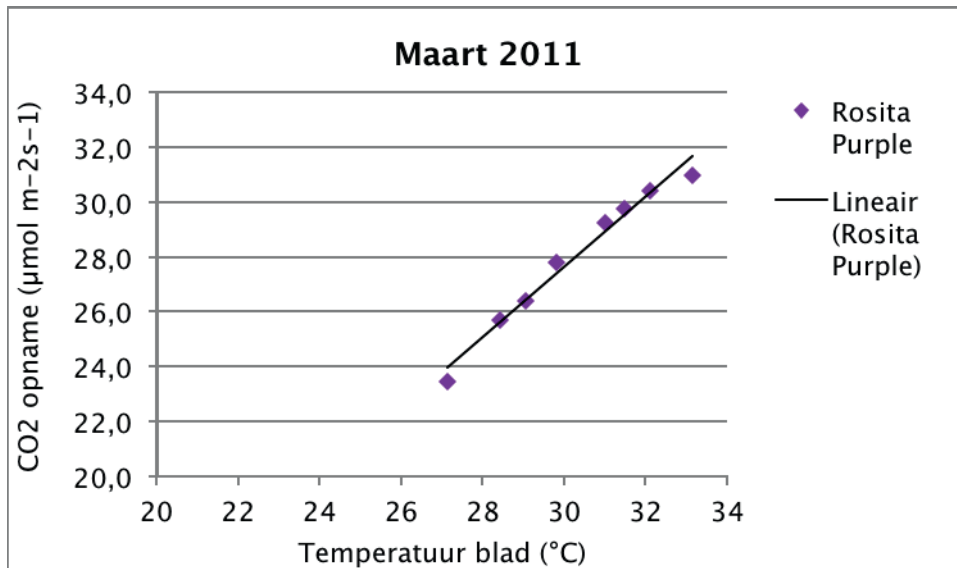
Figuur 3. Gemiddelde netto CO_2 -opname ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) van twee cultivars Lisianthus bij 900 ppm CO_2 en 22°C , als functie van de hoeveelheid PAR ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) in vergelijking met tomaat.

CO_2 geeft zeer duidelijk meer bladfotosynthese (zie Figuur 4.), maar ook hier geldt de wet van de afnemende meeropbrengsten: boven een concentratie van 900 ppm heeft extra CO_2 nauwelijks verhoging van de CO_2 -opname meer.



Figuur 4. Netto CO_2 -opnames ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) van twee cultivars Lisianthus bij 1200 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ PAR en 22°C , als functie van de hoeveelheid PAR ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

Er was vrij veel variatie tussen de metingen. Bij een meting in december was het gewas op een meetbedrijf mogelijk in een stresstoestand, omdat een beperkte fotosynthesecapaciteit is gemeten. Op dit bedrijf is echter ook aan een andere cultivar gemeten, die anders kan reageren op een situatie met minder licht. De precieze oorzaak is onduidelijk. Er zijn meer fotosynthesemetingen nodig dan binnen dit onderzoek zijn uitgevoerd om duidelijk te krijgen of de gevonden variatie een uitzondering is, of dat variatie in fotosynthesecapaciteit vaker voorkomt. De fotosynthese blijkt bij *Lisianthus* ook gevoelig te zijn voor temperatuur. Bij 1200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR en 1000 ppm CO_2 blijkt tussen 22 en 32 °C iedere graad temperatuursverhoging één $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ meer fotosynthese te geven. Deze stijging gaat tot boven de 30°C door (Figuur 5.).



Figuur 5: Relatie tussen bladtemperatuur en fotosynthese voor Rosita purple in maart 2011.

Dezelfde trend was ook voor Pico yellow zichtbaar en zowel in maart als december. Dit maakt *Lisianthus* als gewas zeer geschikt om in de zomer langer de ramen gesloten te houden om CO_2 en vocht te sparen en zo beter gebruik te maken van natuurlijke instraling. Uiteraard geldt dit alleen als de overige factoren (bijv. wateropname) in orde zijn.

In de discussies tijdens de workshops (zie paragraaf 2.4) zijn over de fotosynthesemetingen de volgende vragen en opmerkingen open gebleven waarop niet direct een antwoord is te formuleren:

- Wat is de effectieve fotosynthese gedurende de dag? Wanneer gaat de plant goed met licht om, wanneer niet.
- Wanneer is het gewas gesloten? Heeft belichten alleen tijdens de oogst maximaal effect of is het gewas al veel eerder gesloten voor wat betreft lichtonderschepping.
- Wat is de lichtonderschepping van het gewas, uitdoving in het gewas in de verschillende stadia van de teelt.
- Heeft belichten net na de kieming eigenlijk wel zin? Belichten op een klein gewas is aan de ene kant minder effectief omdat meer licht op de grond valt, maar aan de andere kant resulteert het fotosynthese wel in meer bladoppervlak dat ook weer bijdraagt aan de groei (rente op rente). Een jonge *Lisianthus* wordt in de praktijk belicht met een lagere intensiteit. Kwekers doen dit omdat zij vrezen dat de plant nog niet teveel instraling hebben kan, doordat het wortelgestel nog klein is. De trend op dit moment is om ook op jonge planten al eerder met de maximale intensiteit te belichten.
- Kan de plant 16 uur of 20 uur belichten aan, misschien 24 uur of heeft de plant een rustperiode nodig?

2.4 Workshops

Tijdens drie workshops met telers is gewerkt aan verschillende ontwerpen voor een Lisianthusteelt met een laag energieverbruik, lage emissies en laag gebruik van gewasbeschermingsmiddelen bij een hoge productie en een hoge kwaliteit. In Bijlage 2 zijn de samenvattingen van deze workshops weergegeven.

Tijdens de workshops zijn vele aspecten van de Lisianthusteelt aan de orde gekomen, zoals de berekeningen met KASPRO en de mogelijkheden om te besparen op de warmtevraag (zie paragraaf 2.2). Ook zijn de fotosynthesemetingen (zie paragraaf 2.3) aan de orde gekomen, waarbij vragen naar voren kwamen over de momenten dat CO₂-dosering en belichting het meest tot hun recht zouden komen. Ook de toepassing van intensiever schermen boven het jonge gewas werd bediscussieerd. Ten slotte is gesproken over toepassingsmogelijkheden van LED verlichting en plasma lampen om energie te besparen.

2.4.1 Substraat

Bij de eerste workshop is vooral gesproken over de teelt op substraat om de emissies via het water te verkleinen, energie te besparen op stomen en vochtregeling. Aandachtspunten bij het selecteren van een teeltsysteem waren robuustheid, stuurbaarheid en hygiëne van het systeem. Hierbij zijn in eerste instantie drie opties naar voren gekomen waar interesse naar uitging: bedden, bakken en goten (bijv. cassettes of het Topcrop-systeem).

Bij de tweede sessie bleken de meesten aanwezigen vooral kansen te zien in de richting van de teelt op cassettes, vooral vanwege de betere teeltstuuringsmogelijkheden, de buffer van een kleine hoeveelheid substraat en de mogelijkheid om hetzelfde plantmateriaal te blijven gebruiken. Naar aanleiding van deze tweede sessie is dan ook een testje met Lisianthus op cassettes uitgevoerd.

Op 7 februari 2011 zijn jonge planten in cassettes geplant op 2 substraten. Op 17 maart 2011 zijn planten gerooid en beoordeeld, omdat er inmiddels voldoende verschil zichtbaar was. De proef is uitgevoerd op een stukje open ruimte dat weer nodig was. Het klimaat was voor lisianthus niet optimaal (koud). De voedingsoplossing was voor chrysant. Er is water gegeven met een EC van 1,5.



Figuur 5: Lisianthus in cassettesysteem

De groeiachterstand in versgewicht en lengte was bij rooien respectievelijk -20% en -10% (Tabel 2.). Dit was niet meer in te halen. Wel bleek de productie van droge stof nog niet lager; de assimilatie was op beide substraten even efficiënt geweest. Het wortelgestel in veen was ook duidelijk minder ontwikkeld.

Het vochtgehalte bij monsternamen was >85%. Dat is te hoog voor beide substraten en kan verklaren waarom de groei in het fijnere veen geremd is. Het is zelfs niet uit te sluiten dat de groei in beide substraten geremd was.

Tabel 2: Resultaten van de waarneming van Lisianthus op cassettes.

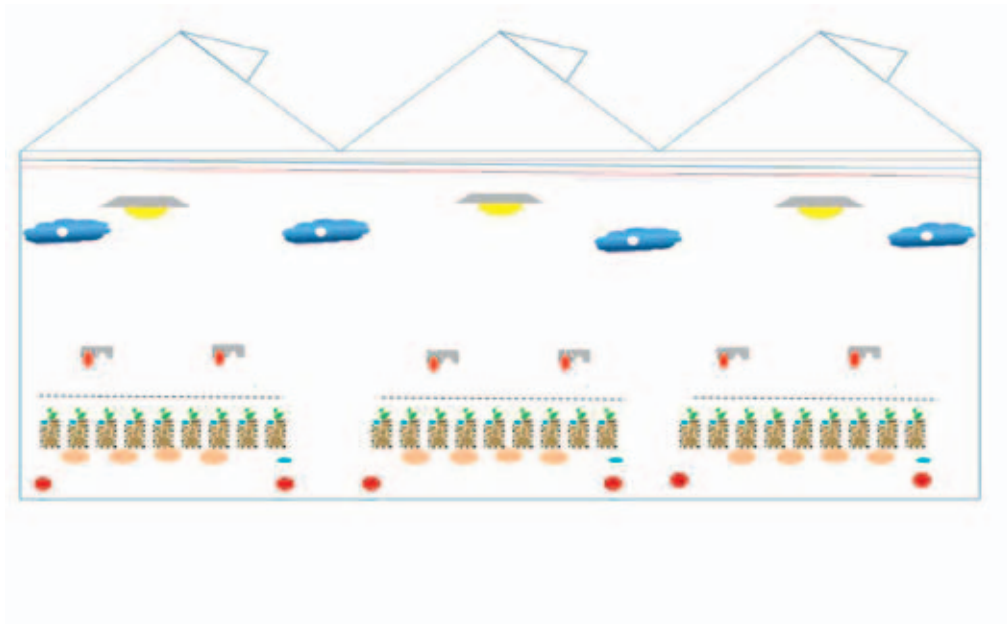
Substraat	Lengte	Aantal bladeren	Versgewicht	drooggewicht
Kokos	28.53	21.85	10.28	1.13
Veen	25.05	21.18	8.12	1.11

Het proefje maakt duidelijk dat substraatkeuze invloed zal hebben op het resultaat. Lisianthus telen op substraat roept nieuwe vragen op. Wat is het juiste substraat, de juiste EC en de juiste watergift. Ook is het de vraag of ziektes door de teelt op substraat kunnen worden beperkt of juist verspreid. Een teelt met een vervangbaar substraat en een kleine waterstroom, zoals de cassettes lijkt daarom geschikt. Het stuurbaar maken van de worteltemperatuur geeft ook vragen over de optimale temperatuur. Ook is het de vraag hoe het waterverbruik zich zal ontwikkelen, ook in verband met de toenemende noodzaak voor verneveling.

2.4.2 Ontwerpsessie

In de derde workshop is een ontwerpsessie gehouden over Het nieuwe telen bij Lisianthus. De beoogde kas bevat hierbij de volgende elementen (zie ook Figuur 6.):

- Een teeltsysteem los van de grond. Omdat er nog weinig ervaring is met Lisianthus op substraat, en de tests in cassettes robuust blijken, zal een dergelijk systeem met druppelaars worden gebruikt om meer ervaring hiermee op te doen. Het systeem hoeft nog niet mobiel te zijn, zodat de planten bij aanvang al op de eindafstand staan.
- Omdat de verdamping uit de bodem veel minder groot zal zijn, is in ieder geval voor de teeltaanvang een vernevelingsinstallatie nodig, zodat het kasklimaat niet te schraal wordt voor het jonge gewas.
- De kas bevat in ieder geval 2 schermen: een lichtafschermingsdoek (lichtdicht) voor de verplichte donkerperiode en een transparant foliescherm voor extra energiebesparing (15% lichtverlies). In de schermstrategie wordt het optimum gezocht tussen energie besparen en groeilicht toelaten. Verder kan voor de zomerperiode nog een extra zonweringsdoek (20 of 30% lichtverlies) worden aangebracht om het kasklimaat tijdens werkzaamheden te veraangename. Dit doek kan op hetzelfde dradenbed worden geïnstalleerd van het lichtafschermingsdoek.
- Een systeem met buitenluchtaanzuiging die het microklimaat bij de voet van de plant droger kan houden. Een kasproef moet uitwijzen of door gelijkmatiger klimaat er minder koude plekken zijn en er dus minder condensatie is en dus ook minder risico op Botrytis, ook al hanteer je een hogere RV bij de meetbox. Buitenlucht wordt via luchtslangen onder het substraat in de kas verdeeld. Er zijn dan geen verticale ventilatoren nodig.
- Verwarming vindt plaats via twee LED balken en buisverwarming als back up. Hierbij mag de substraattemperatuur niet teveel worden beïnvloed. Temperatuurintegratie vindt plaats met inachtneming van de luchtvochtigheid in het gewas.
- Standaard CO₂ darmen. De CO₂-dosering is ingericht op minimaal 200 kg.ha⁻¹.uur⁻¹.



Figuur 6: Kasontwerp met van boven naar beneden: drie schermen, SON-T belichting, verneveling, LED-belichting, cassettebed, luchtslangen, CO₂-darmen en buisverwarming.

3 Conclusies en aanbevelingen

3.1 Conclusies

Een energiezuinige teelt voor *Lisianthus* kan vanuit drie richtingen worden aangepakt:

1. Besparing op stomen
2. Besparing op verwarming
3. Besparing op belichten

Ontsmettingskosten (stomen) kunnen tot een minimum worden beperkt door te telen op substraat. Omdat het stomen ook bijdraagt aan de verwarming van de kas, zal het wegvallen van de stoombehoefte, mogelijk minder besparen dan de nu voor het stomen benodigde $20 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2$ a.e. per jaar. Daar staat echter weer een besparing op vochtregeling door aanpassing van het watergeefstelsel en afdekken van de bodem tegenover.

Het aardgasverbruik voor verwarming via de ketel (zonder stomen) wordt nu berekend op $42 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2$ per jaar. Dit kan hoofdzakelijk worden verlaagd door het intensiever schermen, het gebruik van meerdere energieschermen en het beperken van de minimum buis. Hiervoor is dan wel meer ontvochtiging nodig, zoals het inblazen van buitenlucht. Om ruimte te creëren voor luchtslangen zou de teelt dan ook los van de grond moeten komen. Met deze maatregelen kan $17,8 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2$ a.e. per jaar worden bespaard. Intensievere temperatuurintegratie en een lagere teelttemperatuur worden door de telers minder haalbaar geacht vanwege een vertraging van de teelt.

Belichtingskosten kunnen pas worden beperkt als bekend is wanneer belichting het meest effectief is voor de aanmaak van assimilaten. Er kan dan minder belicht worden op momenten dat dit minder bijdraagt aan de groei. Voor de overige doelen van belichting (bloeiversnelling, compactere plantopbouw) kunnen alternatieven worden gezocht zoals teeltsturing met watergift en bemesting bij een teelt op substraat en sturing van de groei en ontwikkeling door nachtonderbreking met licht met een specifieke kleur (lopend onderzoek van der Wekken 2011).

3.2 Aanbevelingen

In drie arenasessies is een systeemontwerp uitgewerkt dat tot besparing van energie en vermindering van emissies van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen kan leiden. Het ontwerp bevat een aantal elementen die nog veel vragen oproepen. De voornaamste blinde vlekken zijn de teelt op substraat en het besparen op belichten. Voordat in een proef met Het Nieuwe Telen wordt getest welke besparing er met het systeemontwerp mogelijk werkelijk is, moeten eerst deze twee teeltkundige vragen verder beantwoord worden.

Fotosynthesemetingen geven aan hoe efficiënt een blad onder verschillende omstandigheden licht omzet in assimilaten. Dit biedt aanknopingspunten om de belichting efficiënter in te zetten. Zo kan het aantrekkelijker zijn om intensief te belichten boven een volgroeid gewas, terwijl jonge gewassen een hoge lichtintensiteit onvoldoende benutten. Modelberekeningen en lichtmetingen zouden meer inzicht kunnen bieden in de meest optimale belichting gedurende de verschillende teeltfasen.

Aanvullende maatregelen om de takvorm en het bloeitijdstip te sturen, zijn nodig om met minder belichting tot een kwalitatief goed product te komen. Te denken valt hierbij aan temperatuurbehandelingen (negatieve DIF of kouval) of behandelingen van het wortelmilieu (EC, pH, gietfrequentie en temperatuur). Ook zou alleen rood licht de compactheid kunnen bevorderen, SON-T lampen geven echter al veel rood licht.

Om te weten in hoeverre *Lisianthus* reageert op deze maatregelen, zou dat op kleine schaal moeten worden uitgetest.

Bijlage I Literatuur

- Backes, F., Barbosa, J.G., Cecon, P.R., Grossi, J.A.S., Backes, R.L., en Finger, F.L. (2007): Hydroponic growth of lisianthus as cut flower under nutrient film technique. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 42, 11, p. 1561-1566.
- de Beijer, T. (1999): Lisianthus : start seizoen Lisianthus : 10 tips helpen U op weg. *Vakblad voor de Bloemisterij* 54, 2, p. 54-55.
- de Beijer, T. (2001): Vinger aan de pols bij klimaat en belichting lisianthus. *Vakblad voor de Bloemisterij* 56, 30, p. 52-53.
- Blacquiere, T., en Bakker, J.A. (1997): Winterbloei eustoma mogelijk met assimilatiebelichting. *Vakblad voor de Bloemisterij* 52, 14, p. 54-55.
- van den Bos, A.L. (1999): EC-niveau bij de teelt van Eustoma in kasgrond. Rapport / Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente;233. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Vestiging Naaldwijk. Naaldwijk.
- Chang, Y.C., en Miller, W.B. (2005): The development of upper leaf necrosis in Lilium 'Star Gazer'. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 130, 5, p. 759-766.
- de Gelder, A. (in uitvoering): Het Nieuwe Telen Gerbera, Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen.
- de Gelder, A., van Weel, P., en Nederhoff, E. (2010): Energiebesparing in bio-glasteelten door intensief schermen en geavanceerd ventileren. Wageningen UR Glastuinbouw. Bleiswijk.
- Ieperen, W.v., Heuvelink, E., en Kierkels, T. (2011): Veel rood licht geeft compactere planten : plantlengte te sturen door combinatie van SON-T met rode en blauwe LED's. *Onder Glas* 3, p. 12-13.
- Islam, N., Patil, G.G., en Gislørød, H.R. (2005): Effect of photoperiod and light integral on flowering and growth of Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinn. *Scientia Horticulturae* 103, 4, p. 441-451.
- Islam, N., Patil, G.G., Torre, S., en Gislørød, H.R. (2004): Effects of relative air humidity, light, and calcium fertilization on tipburn and calcium content of the leaves of Eustoma grandiflorum (Raf.) shinn. *European Journal of Horticultural Science* 69, 1, p. 29-36.
- Jansen, M., Vermeulen, T., Blok, C., en Khodabaks, R. (2011): Stapsgewijs ontwerpen : nieuwe methodiek voor het ontwerpen van teeltsystemen met de Chrysantenteelt als voorbeeld. Wageningen UR Glastuinbouw. Bleiswijk.
- Labrie, C. (2009): Inventarisatie oorzaak brandkoppen Lisianthus. Nota 618. Wageningen UR Glastuinbouw. Bleiswijk.
- Labrie, C., Kersten, M., en Heij, G. (2008): Knoponderzoek Lisianthus : knoponderzoek ten behoeve van de sturing van de oogst van Lisianthus. PPO;3242000147. Wageningen UR, Glastuinbouw. Wageningen.
- Labrie, C., en de Zwart, F. (2010): Het nieuwe telen Alstroemeria : energiezuinig teeltconcept snijbloemen met een lage warmtebehoefte. Wageningen UR Glastuinbouw. Bleiswijk.
- Meester, H. (2003): Jaarrondteelt van Lisianthus op water. Proeftuin Zwaagdijk. Zwaagdijk. pp. 14.
- Nijentap, J. (1999): Zomerbloemen - Eustoma : januari en februari struikelblok bij jaarrondteelt eustoma. *Vakblad voor de Bloemisterij* 54, 42, p. 128.
- Ohta, K., Suzuki, M., Matsumoto, S., Hosoki, T., en Kobayashi, N. (2004): Effects of nitrogenous organic compounds on growth and flowering in Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinn. *HortScience* 39, 6, p. 1438-1440.
- Paradiso, R., Fiorenza, S., en De Pascale, S. (2008): Light Requirements for Flowering of Lisianthus, pp. 1155-1160. In S. Depascale, G. S. Mugnozza, A. Maggio, and E. Schettini (Eds): *Proceedings of the International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management*, Vols 1 and 2. pp. 1155-1160.
- Roh, M.S.M., en Lawson, R.H. (±1984): Lisianthus (Eustoma russelianum Griseb.) A New Crop for Cut Flower and Pot Plant Production. Florist and Nursery Crops Laboratory Beltsville Agricultural Research Centre. Beltsville, MD.
- Saure (1998): Causes of the tipburn disorder in leaves of vegetables. Elsevier.
- Van Spingelen, J., en Verberkt, H. (2009): Compacte planten door geïntegreerde groeiregulatie. fase 1. DLV Plant. Wageningen. pp. 26.
- van der Wurff, A., en Hamelink, R. (2007): Middelentoets uitval Lisianthus : vergelijkende effectiviteitsproef van middelen tegen Fusarium avenaceum en Myrothecium roridum in Lisianthus (Eustoma sp.) cv. Picolo White. Wageningen UR, Glastuinbouw. Bleiswijk.

Bijlage II Bepaling uitgangspunten Kaspro

Referentieteelt Lisianthus (overleg telers 10 december 2010).

Tab Verwarmingsnetten:

Bovennet is 51-er

Tab Verwarmingsunit:

Pketel= 1 miljoen kCal/ha en wordt alleen gebruikt voor stomen en in noodgevallen.

WKK levert vaak terug aan het net.

Tab Warmteopslag

Als de buffer vol is, wordt er meer warmte in de kas gebracht.

Vanwege het gascontract gaat de WKK niet aan als de ketel aan staat. De ketel staat dan aan om te stomen. Dit is ca. 3,5 m³ m² teelt¹. Vijf teelten per jaar dus 17,5 a 20 m³ m² jaar¹.

Tab Gewas

De watergift is 800 l/m²/jaar. De drain wordt geschat op ca. 10%

Verschil tussen zomer en winter wordt ingeschat op 75l/m²/teelt, maar in de zomer duurt een teelt ca. 3 weken korter dan in de winter.

Zomers wordt vaak aan het begin van de teelt een extra gietbeurt gegeven om een vochtig klimaat te creëren. Als het gewas te schraal/te droog staat blijft het te kort.

(ongeveer een derde van de telers heeft voor de tweede helft van de teelt druppelaars om onderlangs water te geven. De meesten geven alleen water bovenlangs).

Tab setpoints

Stooktemperatuur: 20°C nacht, vanaf 5:30 21°C

Van juli tot oktober is de voornacht (18h-23h) 18°C. Streef etmaal is dan 22°C.

Etmaaltemperatuur minimaal 22°C (jong gewas 21°C, oud gewas 23°C)

Inzet bovennet is afhankelijk van de buffer en de kastemperatuur. Ondernet staat altijd aan.

Tab Belichting

Jong gewas (eerste twee weken) 6000 lux, 15 uur

Oud gewas (laatste 8 weken) 10000 lux, 20 uur

→ gemiddeld 9200 lux, 19 uur. Voor jong en oud gewas worden aparte sets gedraaid.

Tab Scherm

Assimilatiescherm Revolux 99%

Schaduwscherm Fdoek 50:50 aluminium en open bandjes

Soms op 1 dradenbed.

Meestal staat er wel een vochtmier in. Boven 88% +1%.

Bijlage III Samenvattingen ontwerp sessies

Samenvatting eerste ontwerp sessie 30 november 2010

Beweegredenen onderzoek:

- energiegebruik omlaag
- productie en kwaliteit omhoog
- emissie omlaag
- gebruik van gewasbeschermingsmiddelen omlaag

Concrete eisen aan teeltsysteem

- ervan leren (FvHolst)
- Robuust: voldoende buffer (HvdLugt)
- Stuurbaar: niet teveel buffer (FvHolst)
- Ziektedruk: zo min mogelijk verspreiding van ziektes (HvdLugt)
- Ziektedruk: ieder teelt ontsmetten moet mogelijk zijn (HvdLugt)
- Structuur van substraat moet goed blijven (HvdLugt)
- Substraat moet voldoende stevigheid geven bij uitplanten (HvdLugt)
- In etappes oogstbaar (minimaliseren effect oogsten op buurplanten door meentrekken wortels/substraat buurplanten) of dermate uniformiteitsverbetering dat in een keer oogsten mogelijk is.
- Steunmateriaal moet mogelijk zijn (HvdLugt)
- In de zomer moet het klimaat in het begin van de teelt voldoende vochtig gehouden kunnen worden (daarom wordt nu de eerste helft van de teelt bovendoor water gegeven).
- Kwaliteit: takopbouw van compacte tros bloemen.
- Kwaliteit: juiste verhouding lengte en gewicht: nu zomers stelen soms te kort en te licht. 's winters soms te zwaar.

Overige vragen/opmerkingen:

- Uitgangspunt is vanaf de teler (opkweek is belangrijk, maar maakt geen deel uit van dit project om het overzichtelijk te houden).
- is Lisianthus momenteel nog te ongelijk voor mobiele teelt?
- Wat is het risico op verspreiding van ziektes met eb/vloed?
- Wat is het effect van worteltemperatuur op uitval?
- Nu wordt vegetatief gestuurd dmv veel water geven. Wat is een alternatieve manier om vegetatief te sturen?
- In hoeverre zijn de extra risico's klimatologisch op te lossen? (bv verneveling om microklimaat in begin van de teelt voldoende vochtig te houden).
- Geeft beweging groeiremming?
 - o Kijk naar gerbera (nieuwe telen, wat valt daar te leren/halen.
 - o Nu staan planten in 1 klimaat in verschillende plantstadia, moet eigenlijk naar compartimenten met ieder een eigen klimaat aangepast op groeifase.
 - o Mogelijk problemen met de temperatuur van het substraat als het volume klein wordt, wat doet het met de wortel kluit?

Mogelijke teeltsystemen:

- “Minimaliseren risico”: Bedden (groep HvdLugt, JLeckerkerk, CLabrie)
- ‘Ruimtelijke winst creëren’: Bakken; tulpenbakken voor ruimtelijke winst en opkweek in meerdere lagen. Substraat centraal stomen en hergebruiken. Onderlangs water geven voor minder droogstoken (groep HvdBerg, BvTuyt...).
- ‘Leren telen’: cassettes/goten of Topcrop (substraat niet hergebruiken), logistiek voordeel. Leren telen ipv systeem dat dichtbij de praktijk ligt (groep FvHolst, Tycho....).

Het Nieuwe Telen:

- Begin van de teelt: stress voorkomen
- Einde van de teelt: rustig aan voor juiste kwaliteit

Vocht beheersen

- Verneveling en licht wegschermen

Uitgangspunt: zonder WKK

- Overige vragen/opmerkingen.
- Welk moment CO₂ doseren?
- Hoe lang belichten?

Samenvatting tweede ontwerpsessie HNT 26 januari 2011.

Teeltsysteem

- Teeltzekerheid moet voorop staan.
- Het zelfde uitgangsmateriaal als nu is het startpunt. De opkweek duurt te lang en is te complex om van plantenkweker naar de kwekerijen te verplaatsen. (10 – 15 wk, koude behandeling, 70% kiem, sorteren v plant etc)
- Cassettes bij meerderheid aanwezig op 1 voor een proef met opmerkingen:
- Chrysant is geen lisianthus, let daar op
- Groeisturing belangrijkste voordeel cassettes
- Ten opzichte van huidige praktijk een stap maken
- Automatiseringsmogelijkheden/logistieke voordelen
- Veen op veen, grote kans dat dit goed aansluit
- Er is in de cassette enige buffer
- Met oog op ziektes zowel wortelsproei als cassettes minste problemen te verwachten. In zandbedden qua ziekten weinig winst voor belangrijkste ziekten Fusarium en Myrothecium.

Fotosynthesemetingen

Na 1 meting nog geen harde conclusies te trekken. Lisianthus kan goed met licht omgaan, dat bevestigt wat al bekend is. Tot 700 a 900 ppm CO₂ was een duidelijke verbetering van de fotosynthese te zien, daarboven gaf extra CO₂ weinig extra fotosynthese meer (bij verzadigd lichtniveau van 1200 µmol/m²/s).

Voor de mate moet de tweede meting meer helderheid brengen. (Vergelijk meting tomaat IC, M Grootsholten)

KASPRO; kasklimaat en mogelijkheden voor HNT

- Het energieverbruik is in de praktijk lager dan berekend in kaspro. Wordt ingeschat op ca. 30 in plaats van berekende 42 m³ aardgas per m²/jaar. Warmte uit stomen is wellicht een factor van betekenis, men schat 10 m³ per ha minder gas voor verwarming hierdoor. De 381 kWh voor belichten is wel realistisch, kan zelfs 400 zijn. Wellicht is het gasverbruik voor vochtafvoer ook lager door een verdamping die minder is dan een chrysant. Kwekers geven aan dat Lisianthus veel verdampt.
- Temperatuur integratie: nog hogere temperaturen overdag zijn niet wenselijk i.v.m. arbeid. Mogelijk negatief effect op kwaliteit (Italiaans onderzoek klein negatief effect).
- Een graad temp verlagen geeft volgens de ervaring van de kwekers 1 week later bloei bij een groeitijd van 10 weken. Ter ondersteuning hiervan voeren zijn aan dat geveleffecten zeer goed zichtbaar zijn.
- Met 1 graad warmer kun je een week vroeger oogsten, maar dat gaat te veel ten koste van de kwaliteit.
- Drie slangen voor buitenlucht toevoer in een bed is niet mogelijk, dit kost een rij planten.
- De lampen worden aan het eind van de middag ook aangezet voor een temperatuur effect.
- Onderzoek geeft aan dat onder Italiaanse omstandigheden belichten in de laatste fase geen versnelling meer geeft. Aan het eind van de teelt belichten de kwekers zwaar, de belangrijkste reden hiervoor is compactheid van de kop van de bloemtak. Ook gaan kwekers er vanuit dat dit wel degelijk versnelling geeft.
- Voor getallen zie presentatie.

Overige vragen

- Wat zijn de toekomstmogelijkheden voor LED/Hybride belichting en plasmalampen op gebied van energiebesparing.
- Als op cassettes geteeld gaat worden, dan wordt luchtbevochtiging waarschijnlijk noodzakelijk. Wat is dan de wateropslag capaciteit die daarvoor nodig is?
- Zou het met schermen en bevochtigen mogelijk zijn de kas langer dicht te houden en hierdoor het CO₂ gehalte hoger te houden zodat meer productie bereikt kan worden.
- Is het mogelijk bij wijze van try out Lisianthus te planten in enkele cassettes die leegstaan? – Is inmiddels uitgevoerd, 13 cassettes staan beplant met Lisianthus in veen en cocos.

Samenvatting derde ontwerpessie HNT 10 maart 2011.

Teeltsysteem

- Proef in cassettes is ingezet op 4 febr in een nu verder leegstaande kasafdeling (toen nog einde proef chrysant). Geen belichting. Chrysanten klimaat en voeding.
- Cocos geeft betere groei dan mengsel veen/perlite. Weggroei was voor beide goed, maar na vier a vijf weken duidelijk zichtbare (lengte)groeiachterstand bij teelt in veen t.o.v. cocos.
- Watergeefstelsysteem eb/vloed; enigst beschikbare tafel.
- Aangehouden plantafstand ruim.
- Verschillen tussen planten in dezelfde rij, kwekers verwachten dat dit minder is indien belicht was.
- Er is onvoldoende kennis om een systeem met cassettes volledig te definiëren.

Fotosynthesemetingen

- Begin maart is de tweede meting uitgevoerd. Beide metingen zijn op dezelfde dag uitgevoerd (vorige keer 1 dag tussen)
- Er is in de tweede meting nog steeds vrij veel variatie zichtbaar. Dit kan een raseffect maar ook een bedrijfseffect zijn. Het lijkt erop dat Rosita in de eerste meting tijdelijk beperkt was in de fotosynthese. Er zijn velerlei oorzaken mogelijk.
- Lisianthus kan met veel licht goed omgaan, wat niet wil zeggen dat veel licht noodzakelijkerwijs ook meer groei geeft. Alle overige factoren moeten in orde zijn.
- Een graad temperatuursverhoging geeft 1 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ meer fotosynthese. Als overige factoren (bijv. wateropname) in orde zijn. Dit is de netto fotosynthese. Ook in de tweede meting blijkt dat tot 900 ppm CO₂ nog een duidelijke verbetering van de fotosynthese te zien, daarboven gaf extra CO₂ weinig extra fotosynthese meer. Als alle andere omstandigheden ook optimaal zijn.

- In vergelijking met tomaat, roos en komkommer iets minder fotosynthese bij dezelfde lichtintensiteit. Het is het potentieel van 1 blad dat gemeten wordt. Als je gewasfotosynthese zou bekijken komen de cijfers vaak meer naar elkaar toe.
- De meerwaarde van belichten boven 300W/m² neemt al af. De kosten voor belichten zijn 40 euro voor een ha per uur. Levert het dit ook op? Dat is eigenlijk niet bekend. Telers belichten tot 400 W/2 in de laatste fase van de teelt. In de eerdere fase gaan de lampen bij lagere lichtintensiteit uit.
- Vragen die in de discussie voorbijkomen;
- Wat is de effectieve fotosynthese gedurende de dag. Wanneer gaat de plant goed met licht om, wanneer niet.
- Kan de plant 16 uur of 20 uur belichten aan, misschien 24 uur of heeft de plant een rustperiode nodig?
- Wanneer is het gewas gesloten? Heeft belichten alleen tijdens de oogst maximaal effect of is het gewas al veel eerder gesloten voor wat betreft lichtonderschepping.
- Wat is de lichtonderschepping van het gewas, uitdoving in het gewas in de verschillende stadia van de teelt.
- Heeft belichten net na de kieming eigenlijk wel zin? .
- Belichten op een klein gewas is minder effectief omdat meer licht op de grond valt. Een jonge Lisianthus wordt ook minder belicht, maar dat is omdat de plant het niet hebben kan (schade). Er zijn nog weinig wortels. RV zou ook beperkend kunnen zijn.

KASPRO; kasklimaat en mogelijkheden voor energiebesparing in HNT

- Naar aanleiding van de discussie of 10 m³ a.e. verschil tussen berekend energieverbruik en inschatting door kwekers is dit berekend. De warmte inhoud van grond van 40° die naar 20° afkoelt is gelijk aan 0,5 m³ a.e. Er zijn vragen als; hoe regel je het klimaat, waar hang je de meetbox, is de rest van de kas kouder of is het bij het stomen warmer, trek je een kier in het scherm? Een energiebenutting van de warmte uit stomen kan positief beredeneerd toch moeilijk hoger dan 3 m³ a.e. zijn.
- Kwekers spreken dit tegen. Er wordt elke nacht 7 uur gestoomd. De warmte wordt een groot deel van het jaar niet afgelucht, maar verspreidt zich door de kas, de minimumbuis in de kas wordt op temperatuur gehouden met warmte uit de rookgascondensor.
- Het rendement van de WKK is in de praktijk zeker niet hoger dan 40%
- 1°C verlaging van etmaal temperatuur zien kwekers niet gebeuren zonder verlies van teeltsnelheid, ondanks dat geleffecten ontstaan door temperatuurverschillen die bij meting groter dan 1°C blijken te zijn.
- In met de natuur mee telen zien de kwekers wel meer mogelijkheden.
- Verneveling in plaats van schermen om koeling te bereiken levert alleen in het jonge gewas lichtwinst op, want in het oude gewas wordt niet geschermd. Kwekers twijfelen of het jonge gewas dit licht dan aankan.
- Winst van verneveling zit dan met name in RV hoog houden en ramen meer dicht houden. Meer CO₂ in de kas bij een hoge RV zorgt dat de huidmondjes open blijven, hogere temperatuur en meer licht geven dan meer fotosynthese. Nu wordt gegoten om RV hoog te houden, dit is minder effectief dan vernevelen en werkt door op momenten dat je het juist niet meer wilt.
- Meer schermen in combinatie met hoger RV setpoint zien de kwekers als mogelijke besparingsrichtingen. Buitenlucht aanvoeren wordt dan wel vereist om het microklimaat te beheersen. Als minder energie gebruikt gaat worden, kunnen "oude" vochtproblemen zoals Botrytis weer op gaan spelen.
- Het voorstel om tijdens de oogst minder te belichten krijgt geen draagvlak. Juist in de laatste fase belicht men veel om de bloemtros compact te houden en zoveel mogelijk knoppen tegelijk in bloei te krijgen. Dit is een kwaliteitskenmerk van de tak. Droog zetten en remmiddelen dragen hier al aan bij, licht wordt als aanvullende maatregel onmisbaar ingeschat. Als er bespaart moet worden verwachten telers dit in minder uur per dag belichten en niet door verlagen van de lichtintensiteit.
- Om tot een noemenswaardige energiebesparing te komen moet de energie-input voor belichten toch kritisch bekeken worden. De kwekers willen mogelijkheden voor minder belichting eerder zoeken in de eerste fase van de teelt, voordat het gewas gesloten is. Al is de trend op dit moment juist dat kwekers het jonge gewas al eerder meer gaan belichten.

Ontwerpsessie; De kas voor Het Nieuwe telen Lisianthus

- De kas is ingericht met een teeltsysteem los van de grond cassettes met substraat die bij aanvang op de eindafstand staan.
- Watergeefstelsysteem bij voorkeur met druppelaars ipv Eb & vloed (beperkte waterstroom en verwacht betere watergift, sturing).
- In de kas worden 3 schermen geplaatst, een assimilatie doek (lichtdicht) voor de verplichte donkerperiode, een zonweringdoek (50% lichtverlies) en een transparant foliescherm voor extra energiebesparing (10% lichtverlies) Buitenlucht aanzuiging met een systeem dat het microklimaat bij de voet van de plant droger kan houden i.v.m. beheersing voetrot. Een kasproef moet uitwijzen of door gelijkmatiger klimaat er minder koude plekken zijn en er dus minder condensatie is en dus ook minder risico op botrytis al hanteer je een hogere RV bij de meetbox.
- Twee LED balken functioneren als groeibuis
- Buisverwarming als back up voor temperatuur op een plaats waar het de substraat temp niet teveel kan beïnvloeden. (wil je misschien bij de start niet juist een hoge bodemtemp, zoals nu na het stomen?)
- Verneveling voor regeling RV en temperatuur
- CO₂ darmen, standaard. Ingericht op minimaal 200 kg CO₂. Nu komt nog CO₂ uit de bodem zeker na het stomen, als de bodem is afgedekt, geen organische bemesting meer ontvangt en niet wordt gestoomd levert de bodem geen CO₂ meer.
- Geen verticale ventilatoren, maar alleen met buitenluchtsysteem werken.

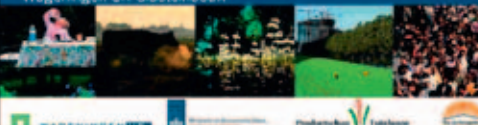
Bijlage IV Powerpoint presentaties

16/08/2011

Het nieuwe telen Lisianthus

Rekenend van mogelijkheden voor energiedoelmatigheid

Frank van der Helm, Tycho Vermeulen, Caroline Labrie en Patricia de Boer
Wageningen UR Glastuinbouw



WAGeningen UR Glastuinbouw

Fotosynthese: Lichtresponscurve

December 2010 en Maart 2011
Piccolo Yellow en Rosita Purple

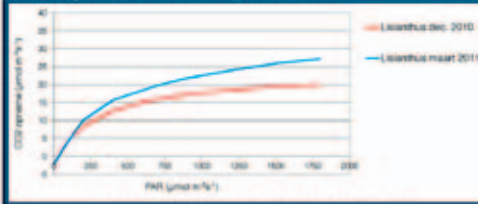


Fotosynthese: Lichtresponscurve

- Vaste klimaatcondities in blackkamer
 - 900 ppm CO₂
 - 22°C
- Metingen aan planten van 5-6 weken, jongst volgroeide blad
- Meten CO₂ opname bij verschillende lichtniveaus
- 500 µmol in de kas = 350 W/m² globale straling en 120 µmol = 10.000 lux



Fotosynthese: Lichtresponscurve



CO₂ opname bij 500 µmol in december rond 14 en maart rond 17
In maart is gemeten op 2de zonnige dag na donkere periode
Geen duidelijke cultivarverschillen, gemeten op 2 bedrijven?



Fotosynthese: Lichtresponscurve

December 2010



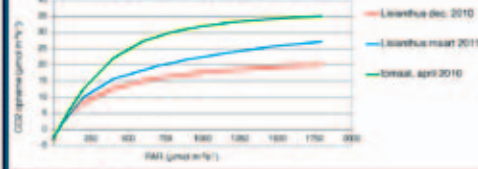
Maart 2010



In december waren verschillen groter.
Meting Picolo dec en met gelijk.
Meting in Rosita in dec lager; dit kan tijdelijke situatie geweest zijn.

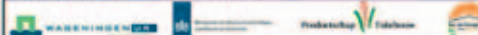


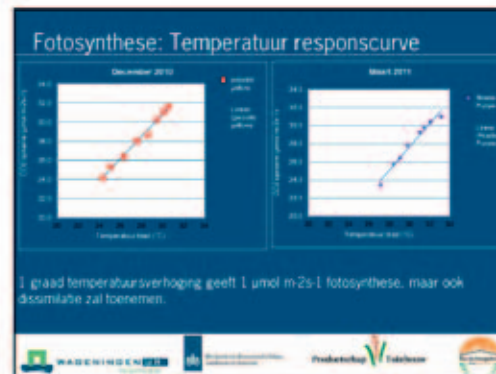
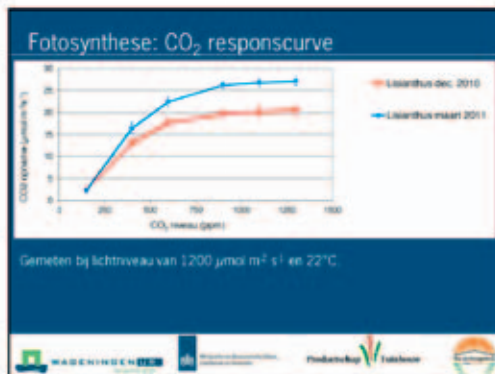
Fotosynthese: Lichtresponscurve



Bestudering literatuur:

- Tomaat in maart bij 500 µmol iets boven 25 en in januari iets onder 25.
- Korngier in juli bij 500 µmol rond 20.
- Ros in januari bij 500 µmol rond 20





Fotosynthesemetingen: Karakter Lisianthus

- Lichtniveau:**
 - Lichtverzadiging pas bij hoge lichtintensiteit
 - Vergelijking intensief belichte gewassen: curve lijkt iets lager te liggen
 - Er is variatie, maar oorzaak is niet duidelijk
- CO₂ niveau:**
 - Tot 700 a 900 ppm duidelijke verbetering fotosynthese
 - Er is variatie, maar oorzaak is niet duidelijk
- Temperatuur:**
 - Temperatuurtolerant, boven 32°C vlak de curve af
 - Bij 1 graad temperatuursverhoging: 1 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ fotosynthese

WAGeningen UR

Wat zegt dit voor de teelt?

- Lampen eerder uit dan 400W/m² (570 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
 - Nee, maar:
 - vanaf 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ iets minder sterke toename van fotosynthese
 - Kosten 40 euro per ha per uur
- Minder dan 10.000 lux belichten
 - Nee, zeker niet bij lage lichtniveau's
- Minder schaduwschermen + vernevelen
 - In jong gewas productieverhoging aanmerkelijk
 - In ouder gewas hoger CO₂ aanhouden
- Laatste 2 weken 6.000 lux i.c.m. alternatief sturen
 - Misschien eens uittesten?

WAGeningen UR



Horizontale temperatuurverschillen

Locatie	Min temp	Max temp	Gemiddeld temp	Gemiddeld RV
a	22.7	25.7	24.6	84.0
b	23.7	24.7	24.3	81.0
c	20.6	24.2	22.8	77.2

Metingen uitgevoerd 19:2 tot 22:2.
Koude periode, met name 21 en 22 feb.
Handmeter, eenvoudige metingen.
Indicatie dat horizontale verschillen in temp en RV optreden

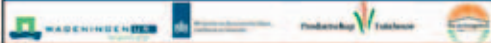
WAGeningen UR, Wageningen University & Research, Productieschap Tuitshoven

Horizontale temperatuurverschillen

	Max gemeten temp verschil	Max gemeten RV verschil	Gemiddelde kas temp
19-2	-1.5	-10	24
20-2	-1.3	-5	24
21-2	-3.9	-7	23
22-2	-3	-9	24

Mogelijke oorzaken:

- Koud buitenklimaat;
- Stomen, (hoe wordt temp geregeld tijdens stomen?)
- Zwaar belichten en kieren



Hoe regelen we het klimaat met HNT Lisianthus?

Systemen ontwerpen: de regeltechniek

Wat wil je bereiken:

Kwaliteit: watergift, voeding, klimaat, EC, licht, CO₂, temperatuur.

Compacte bloemtros: EC, licht, negatieve DIF, remmen, Fosfaat.

Snelheid: temperatuur, licht, CO₂, water/voedingsbalans

Gelijkmatigheid: weinig horizontale klimaatverschillen

Energiebesparing:



Systemen ontwerpen: de regeltechniek

"Het Nieuwe Telen" in andere gewassen

- Meer isoleren (betere schermen en vaker sluiten)
- Ophoping warmte en vocht voorkomen door toevoer buitenlucht/lichtbeweging.
 - Verschillen in temperatuur en vocht verkleinen, minder kans op condens en schimmels
 - Ook verdamping uit bodem/druppels op het gewas verminderen
- Met de natuur meetelen → overdag meer licht, hoger CO₂, hogere RV en avond temperatuursom lager door snellere afkoeling kas. Bijv. kasdeksproeiers
- Maar.. iedere teelt heeft zijn eigen dingen.



Energieverbruik uitgangssituatie; KASPRO

Energieverbruik referentie

141 m³ a.e. per m²/jaar, bestaande uit:

- Verwarmen (ketel): 42 m³ aardgas per m²/jaar
- Belichten (electra-inkoop): 381 kWh per m²/jaar

Ter info: met WKK van 550 kW/ha: 109 m³ a.e. per m²/jaar

- Verwarmen en belichten (ketel en WKK): 85 m³ aardgas per m²/jaar
- Belichten (electra-inkoop): 96 kWh per m²/jaar

Nb. Blijft zijn exclusief stomen (ketel): 20 m³ aardgas per m²/jaar

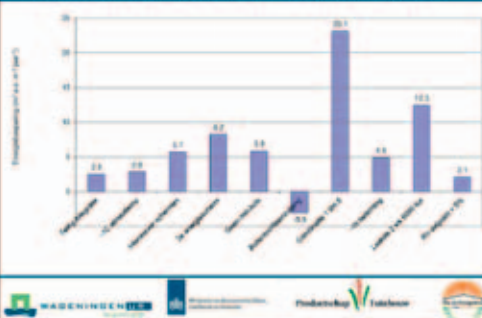
Warmtevraag schatten kwekers lager in

Warmte van stomen, 3 m³ maximaal

Wkk rendement in berekening 40% (bij 42% wordt het gasverbruik 80 m³)



Potenële energiebesparing Lisianthus samengevat



Gecombineerd tot 'klimaatconcept 1'

- Temperatuurintegratie
 - 1°C lagere etmaaltemperatuur
 - Intensiever schermen
 - Tweede energiescherm
 - Geen minimumbus
 - Buitenluchtaanzuiging zonder RV setpoint verhoging
- Energieverbruik teelconcept 1: 115 a.e. ipv 141 a.e. per m²/jaar (19%)
- **Energiebesparing: 23,1 m³ a.e. per m²/jaar**

Gecombineerd tot 'maximaalbesparing'

- 1°C lagere etmaaltemperatuur
- Temperatuurintegratie
- Intensiever schermen
- Tweede energiescherm
- Geen minimumbus
- Buitenluchtaanzuiging zonder RV setpoint verhoging
- RV setpoint verhoging
- Laatste 2 weken belichten met 6000 lux
- Niet meer stomen

→ **Energiebesparing: 23,1 + 12,5 + (20 - energie stomen) = 55,6 m³ a.e. per m²/jaar**

Totaal concept In totaalconcept kan er veel meer veranderen

- Productieverhoging/kwaliteitsverbetering door
 - Substraatiteit, minder uitval en optimale water en voedingbalans
 - Verneveling
- Kwaliteitssturing door bemesting, watergift of remmen?
- Toename mechanisering: hogere ruimtebenutting, arbeidsbesparing, maar ook meer elektriciteitsverbruik?
- Minder vocht in de kas door afgedekte bodem en niet meer bovendoor gieten?
- Gelijmatiger afrijpen door gelijkmatiger klimaat.
- Besparingsmaatregelen geven teeltvertraging of kwaliteitsverlies.

Systemen ontwerpen: de regeltechniek

Hoe gaan we de kas inrichten met HNT Lisianthus?

Systemen ontwerpen: Traditionele kas



Systemen ontwerpen: De mogelijkheden

Schermen, energie, folie, harmony

Daksproeiers

Ventilatoren

Verneveling

LED balken

Buitenlucht slurven

Substraat systeem

Warmtewisselaar

WAGeningen UR, Wageningen University & Research, Productieschap, Talsense

Systemen ontwerpen: HNT Lisianthus

WAGeningen UR, Wageningen University & Research, Productieschap, Talsense

Systemen ontwerpen: HNT Lisianthus idee

WAGeningen UR, Wageningen University & Research, Productieschap, Talsense

Systemen ontwerpen: aan jullie de keuze

Schermen, energie, folie, harmony

Daksproeiers

Ventilatoren

Verneveling

LED balken

Buitenlucht slurven

Substraat systeem

Warmtewiss./pomp

WAGeningen UR, Wageningen University & Research, Productieschap, Talsense

Systemen ontwerpen: aan jullie de keuze

WAGeningen UR, Wageningen University & Research, Productieschap, Talsense

Systemen ontwerpen: de regeltechniek

Hoe gaan we HNT bij Lisianthus insteken?

- **Temperatuur:** ebnaaltemperatuur, temp integratie, inzet verneveling, deksproeiers en schermen.
- **Vochtregeling:** debiet buitenlucht, ventilatie, temperatuur buitenlucht, invloed verneveling.
- **CO2:** ventilatie beperken, doseren
- **Voedingsoplossing:** samenstelling, EC.
- **Watergift:** hoeveelheid, frequentie, groeisturing
- **Licht:** belichtingduur en intensiteit, licht wegschermen/toelaten.

WAGeningen UR, Wageningen University & Research, Productieschap, Talsense

16/08/2011



Het nieuwe telen Lisianthus

Verkenning van mogelijkheden voor energiebesparing

Frank van der Helm, Tycho Vermeulen, Caroline Labrie en Patricia de Boer
Wageningen UR Glastuinbouw



WAGENINGEN UR
Glastuinbouw

Energiebesparing en nieuwe teeltsystemen

- Nieuwe mogelijkheden energiebesparing
- Teeltkundige verbetering
- Meer inzicht krijgen in plantsturing
 - Klimaat, watergift en voeding
 - Vegetabel/generabel sturen
 - Bloeinductie
 - Uniforme kwaliteitssturing
- Uitgaande van regulier plantmateriaal

WAGENINGEN UR
Glastuinbouw

Ontwerpen van een teeltsysteem op substraat



WAGENINGEN UR
Glastuinbouw

Zandbedden

- ♦ Energie
 - verlaging stoomkosten (0,5 m³/m²)
 - weinig verbetering klimaat
 - groot verdampend oppervlak, ondersteuning RV in zomer
- ♦ Teelt
 - zand dreineert snel uit, dus goed stuurbaar droog/naal
 - eenvoudig, lijkt op grondteelt
 - statisch, geen logistieke voordelen
- ♦ Lering
 - gelijk aan wat op zandgrond geleerd kan worden (vocht, EC)

WAGENINGEN UR
Glastuinbouw

Cassettes

- ♦ Energie
 - nieuwe mogelijkheden klimaatcontrole
 - energie stomen versus recycleren/verwerken substraat
- ♦ Teelt
 - dreineert snel uit, dus snel staren
 - goede water/luchtverhouding, zwakteparasieten geen kans
 - productieverhoging in Chrysant 25-30%
 - mobiel te maken
- ♦ Lering
 - kan kleinschalig: meer behandelingen mogelijk
 - betere monitoring mogelijk dan in zandteelt (sensoren beter geschikt)

WAGENINGEN UR
Glastuinbouw

Drijvende systemen

- ♦ Energie
 - nieuwe mogelijkheden klimaatcontrole
 - energie stomen versus energie waterkoeling/ontsmetting?
- ♦ Teelt
 - water/substraat combinatie teeltkundig suboptimaal door O₂-problemen in klut en water (Lysianthus gevoelig?)
 - logistiek erg kansrijk!
 - teeltbaring in theorie erg kansrijk – in praktijk nog veel vragen over voedingspunt
 - risico ziekten onbekend
- ♦ Lering
 - kan kleinschalig: meerdere behandelingen mogelijk
 - voedingsmix goed te bepalen (vertaling naar grondteelt lastig)

WAGENINGEN UR
Glastuinbouw

Wortel besproeing



- **Energie**
 - nieuwe mogelijkheden klimaatcontrole
 - energie stromen versus energie omzetting
- **Teelt**
 - directe, snelle sharing op plant, optimale O_2 -voorziening
 - => in theorie optimaal teeltsysteem
 - geen buffer, risico bij storing
 - Niet eenvoudig mobiel te maken
- **Lering**
 - kan kleinschalig: meerdere behandelingen mogelijk
 - voedingsmix goed te bepalen (vertaling naar grondteelt lastig)
- Regulier plantmateriaal verlaagt succes van wortelbesproeing



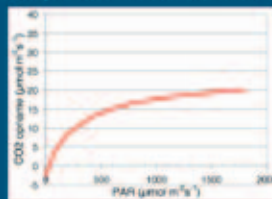
Fotosynthese: Lichtresponscurve

December 2010: Piccolo Yellow en Rosita Purple
Metingen aan planten van 5-6 weken, jongst volgroeide blad

- Vaste klimaatcondities in bladkamer
 - 900 ppm CO_2
 - 22°C
- Meten CO_2 opname bij verschillende lichtniveaus



Fotosynthese: Lichtresponscurve

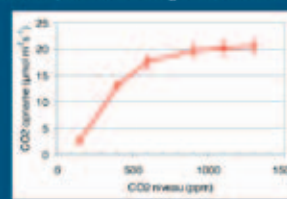


Lysanthus, dec. 2010

Geen duidelijke verschillen tussen cultivars, veel variatie bij Piccolo Yellow
Belichting: $\approx 150-180 \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$
Natuurlijke PAR in kas: maximaal $100-200 \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ in december



Fotosynthese: CO_2 responscurve



- Vaste klimaatcondities in bladkamer
 - PAR: $1200 \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$
 - 22°C
- Meten CO_2 opname bij verschillende CO_2 niveaus

Geen duidelijke verschillen tussen cultivars, wel veel variatie bij Piccolo Yellow



Fotosynthese: resultaat eerste metingen

Voorlopig resultaat gebaseerd op eerste metingen december

- **Lichtniveau:**
 - Lichtverzadiging pas bij hoge lichtintensiteit
 - Vergelijking roots (meting november): curve lijkt iets hoger te liggen
 - Cultivarverschillen nog niet aantoonbaar
- **CO_2 niveau:**
 - Tot 700 a 900 ppm duidelijke verbetering fotosynthese
 - Cultivarverschillen nog niet aantoonbaar

Tweede meting gepland in maart



KASPRO bepalingen

Uitgangssituatie in modelberekeningen:

- Teelt zonder WKK
- Geen rookgasreiniger dus CO_2 via zuivere CO_2
- Assimilatiescherm en 50:50 open doek op 1 dradenbed
- Jong gewas (2 weken): 6.000 lux, 15 uur, 21°C
- Ouder gewas (8 weken): 10.000 lux, 20 uur, 23°C



Energieverbruik uitgangssituatie

Energieverbruik referentie

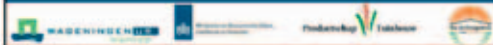
141 m³ a.e. per m²/jaar, bestaande uit:

- Verwarmen (ketel): 42 m³ aardgas per m²/jaar
- Belichten (electraaankoop): 381 kWh per m²/jaar

Ter info: met WKK van 550 kW/ha: 109 m³ a.e. per m²/jaar

- Verwarmen en belichten (ketel en WKK): 85 m³ aardgas per m²/jaar
- Belichten (electraaankoop): 96 kWh per m²/jaar

Beide zijn exclusief stormen (ketel): 20 m³ aardgas per m²/jaar!



Temperatuurintegratie

- Etmaaltemperatuur ongewijzigd
- Minimumtemperatuur 17°C

→ Energiebesparing: 2,5 m³ aardgas per m²/jaar

- Italiaans onderzoek in klimaatkamers: 16-28 °C in plaats van 19-25°C gaf dezelfde teeltduur, dezelfde opbrengst, iets langere, dunnere stelen met minder bloemen, maar nog dezelfde commerciële kwaliteit.
- Gewaseffect bij daglicht?



Verlaging etmaaltemperatuur

- Verlaging etmaaltemperatuur met 1°C

→ Energiebesparing: 2,8 m³ aardgas per m²/jaar

- Gewaseffect snelheid vs kwaliteit?



Intensiever schermen

- 1750 uur meer schermen in periode dat gestookt zou moeten worden.
- Per jaar is de RV 25 uur vaker boven de 90% dan bij de referentie (279 ipv 254 uur/jaar)
- Stijging etmaaltemperatuur minimaal

→ Energiebesparing: 5,7 m³ aardgas per m²/jaar



Tweede energiescherm

- RV > 90% : 39 uur minder dan bij de referentie (215 ipv 254 uur/jaar)

- Met twee schermen minder vochtafvoer, maar ook iets warmer waardoor RV hier iets lager is bij gebruik van twee schermen.

→ Energiebesparing: 8,2 m³ aardgas per m²/jaar



Geen minimumbuis

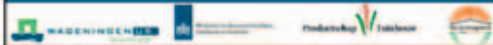
- Buis alleen warm als ontvochtigen d.m.v. luchten onvoldoende werkt.
- Minder vochtinbreng door gewasverdamping
- RV > 90% : 386 uur vaker dan bij de referentie (640 ipv 254 uur/jaar)

→ Energiebesparing: 5,8 m³ aardgas per m²/jaar
→ Vochtproblemen te verminderen door buitenluchtaanzuiging.



Ontvochtiging tussen gewas

- Tot kaslucht opgewarmde buitenlucht onderin gewas blazen:
 - 1 slang van 10 cm doorsnee per 0,5 m
 - $\approx 5 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ uur}^{-1}$
 - Aan/uit regeling op vocht
- Behersing RV tussen het gewas en betere temperatuurverdeling
- Energiebesparing door mogelijk maken andere maatregelen (hogere RV bij meetbox toelaatbaar, minder minimumbus, minder kieren, dubbel scherm)
- Zonder andere energiebesparende maatregelen; extra energieverbruik 1,3 a.e. per m^2/jaar



Gecombineerd tot 'teeltconcept 1'

- Temperatuurintegratie
- 1°C lagere etmaas temperatuur
- Intensiever schermen
- Tweede energiescherm
- Geen minimumbus
- Buitenlucht aanzuiging zonder RV setpoint verhoging
- Energieverbruik teeltconcept 1: 115 a.e. ipv 141 a.e. per m^2/jaar (19%)
- **Energiebesparing: 26 m^3 a.e. per m^2/jaar**



Hogere RV toelaten

- RV setpoint-verhoging met 5%: scherm en ramen minder kieren op vocht
- Alleen in combinatie met ontvochtiging tussen gewas voor behoud kwaliteit
- Energiebesparing: 2,1 m^3 aardgas per m^2/jaar
- Extra energieverbruik 1,3 a.e. per m^2/jaar
- **Netto energiebesparing: 0,8 a.e. per m^2/jaar**



Condensatie op gewas

- Risico indien gewas temperatuur veel lager is dan kastemperatuur:
 - Door snelle stijging kastemperatuur tov planttemperatuur
 - Hellingen van opwarmen van de kas begrenzen
- Door snelle afkoeling van gewas door uitstraling naar koud kasdek:
 - 's Morges scherm langzaam openen zodat kasdek eerst op kan warmen
 - 's Avonds scherm sluiten voordat het kasdek koud wordt, om uitstraling (dus gewasafkoeling) te voorkomen. Vooral bij een heldere hemel.



Verticale ventilatoren

Voordelen:

- Minder horizontale en verticale verschillen in kastemperatuur
- Warme lucht (lampen) van bovenin wordt naar beneden gebracht

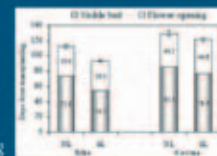
Nadelen:

- Geen vochtvoer
- Doordringing tussen gewas bij Gerbera en Matricaria onvoldoende (voor Lisianthus?)



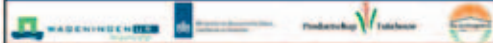
Belichting

- Italiaans onderzoek in plastic kassen: zodra de knop zichtbaar was, gaf extra belichting tot 18 uur met $220 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (ca. 18.000 lux) assimilatiebelichting geen teeltversnelling meer. Wel gaf het kortere stelen en meer bloemblaadjes per bloem.
- Laatste twee weken teelt terug naar 15 uur 6000 lux in plaats van 20 uur 10.000 lux
- Energiebesparing 12,5 a.e. per m^2/jaar



Belichting

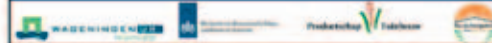
- Per dag 1 uur korter belichting gedurende gehele teelt
- ➔ Energiebesparing 4,9 a.e. per m²/jaar



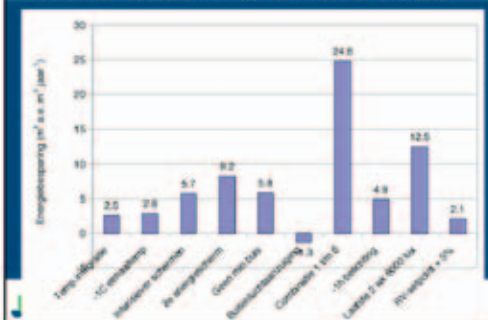
Verbetering zomerklimaat



- Luchtbevochtiging
 - Beter klimaat door minder extreem lage RV (vochtstress)
 - Koeling van de kaslucht door verdamping van de nevel:
 - minder luchten voor temperatuurverlaging
 - meer CO₂ in de kas te houden



Poteniele energiebesparing Lisianthus samengevat



Gecombineerd tot 'teeltconcept 2 met ambitie'

- 1°C lagere etmaaltemperatuur
 - Temperatuurintegratie
 - Intensiever schermen
 - Tweede energiescherm
 - Geen minibus
 - Buitenluchtinzug zonder RV setpoint verhoging
 - RV setpoint verhoging
 - Laatste 2 weken belichten met 6000 lux
 - Niet meer stomen
- ➔ Energiebesparing: 26 + 12,5 + (20 - energie voor alternatief stomen) = 58,5 m² a.e. per m²/jaar

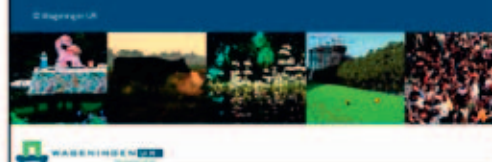


Vragen uit vorige vergadering

- Is Lisianthus momenteel nog te ongelijk voor mobiele teelt?
- Wat is het risico op verspreiding van ziektes met eb/vloed?
- Wat is het effect van worteltemperatuur op uitval en wat is de invloed van kluitgrootte op worteltemperatuur?
- Wat is een alternatieve manier voor vegetatieve groeisturing met water?
- In hoeverre zijn klimatologische problemen anders op te lossen? (bv verneveling voor microklimaat bij de start)
- Geeft beweging groeiremming?
- Kijk naar HINT gerbera, wat valt daar te leren/halen.



Wageningen UR Glastuinbouw Innovaties vóór en met de glastuinbouw



8/16/2011

