



PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING

WAGENINGEN UR

Groei regulatie bij *Solanum rantonetti*

Effect van belichting en lage teelttemperatuur

Filip van Noort, Marco ten Hoope, Hendrik-Jan van Telgen

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Business Unit Glastuinbouw
Juni 2005
PPO nr. 41313020

Productschap  Tuinbouw

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit project is gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw
Louis Pasteurlaan 6
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer



Projectnummer: 41313020

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Business Unit Glastuinbouw

Adres : Linnaeuslaan 2A
: 1431 JV Aalsmeer
Tel. : 0297 - 352 525
Fax : 0297 - 352 270
E-mail : infoglastuinbouw.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	SAMENVATTING.....	4
2	INLEIDING	5
2.1	Probleemstelling.....	5
2.2	Opzet en aanpak.....	5
3	OPZET EN UITVOERING	6
3.1	Plantmateriaal	6
3.2	Teeltomstandigheden.....	6
3.2.1	Klimaatinstellingen	6
3.2.2	Remstof behandelingen	6
3.3	Waarnemingen.....	6
4	RESULTATEN EN DISCUSSIE	8
4.1	Realisatie lichtgradiënt en klimaat	8
4.2	Effect van belichten en koud telen.....	9
4.2.1	Effecten op groei en ontwikkeling.....	9
4.2.2	Effect op bloei.....	12
4.2.3	Effect op vertakking	13
4.2.4	Houdbaarheid	13
4.2.5	Economische evaluatie energieverbruik en kosten	14
5	CONCLUSIES	16
	BIJLAGE 1	17
	BIJLAGE 2.....	18

1 Samenvatting

Bij de teelt van kuipplanten wordt groei van korte vertakte scheuten gewenst. In de periode van oktober tot maart is er weinig natuurlijk licht en daardoor ontstaat gemakkelijk langgerekte groei wat chemisch remmen noodzakelijk maakt. Vanaf week 34 zijn planten van *Solanum rantonnetti* in 19-cm pot geteeld onder een aflopende lichtintensiteit van 8000 tot 600 lux (SONT-T) in twee kassen met temperatuursetpoints van 10°C en 16°C. Elke 14 dagen werden in beide afdelingen de planten getopt en vanaf week 6 werd (in overleg met intensieve begeleidingscommissie) wekelijks geremd met Alar.

Door het combineren van een lagere teelttemperatuur met hoger lichtniveau werd verwacht dat er kortere internodia zouden ontstaan, waardoor er minder geremd zou hoeven te worden. Dit werd echter niet gemeten. Veel licht en lage temperatuur (10°) leidden wel tot een iets andere plantvorm, maar maakten chemisch remmen niet overbodig. Er moest nog steeds geremd worden volgens hetzelfde regime als in de 'warme' kas.

De planten in de 10° afdeling waren gemiddeld kleiner, hadden bladeren met kouschade, meer last van bladval en kwamen later (week 17) in bloei. De planten uit de warmere afdeling waren forser, voller qua blad en waren rond week 13-14 in bloei.

Licht lijkt het effect van temperatuur te versterken. In de warme afdeling was in week 14 goed het effect van de lichtgradiënt op de bloei te zien. Hoe hoger het lichtniveau, hoe meer bloei. Na uitschakelen van de assimilatiebelichting (1 april) was dit effect echter snel verdwenen en in de 10° afdeling was op het moment van bloei in week 17-18 geen effect van de lichtgradiënt meer te meten. Het vers- en drooggewicht namen toe naarmate het licht toenam. Opvallend is dat het drogestofpercentage bij de koude afdeling, zowel bij de tussenmeting in week 4 als bij de eindmeting in week 14, aanzienlijk hoger was dan bij de referentie uit de warmere kas.

Uit de economisch berekeningen komt naar voren dat belichting niet rendabel lijkt voor *Solanum rantonnetti*. Een koude teelt bij 600-1000 Lux (vrijwel onbelicht) heeft de laagste kosten. De gemiddelde veilingprijs is het hoogst in week 17. Indien een koude, onbelichte teelt in week 17 gereed is, is dat de meest rendabele teeltwijze. Belichten geeft weliswaar een forsere plant en ook vroegere bloei, maar als het hogere versgewicht niet in een hogere prijs wordt vertaald is dit niet rond te rekenen.

2 Inleiding

2.1 Probleemstelling

Bij kuitplanten worden chemische groeiregulatoren als paclobutrazol, daminozide of chloormequat (merknamen o.a. Bonzi, Alar, CCC) toegepast om de planten in een gewenste hoogte-breedte verhouding te kunnen afleveren. De verwachting is dat vanwege veranderende milieudoelstellingen de toelating van deze middelen binnen enkele jaren onder druk zal komen te staan. Daarom is het noodzakelijk om tijdig alternatieven te ontwikkelen.

Door verschillende onderzoeksgroepen is bij verschillende gewassen al veel onderzoek gedaan aan niet-chemische remmethoden als DIF, kouval, droog telen, tactiele beweging (borstelen of strijken van planten). In de praktijk blijkt dat deze maatregelen ieder op zich wel enig effect hebben, maar niet het effect bereikt wordt wat de telers willen: korte internodia en veel uitlopers.

Verder zit er in de teelt van kuitplanten iets tegenstrijdigs: in het meest lichtarme jaargetijde wordt een plant opgebouwd om vervolgens bij zeer groeiachtige omstandigheden (toenemend licht en temperatuur) de groei te beperken én vertakking te stimuleren. Dit is enigszins tegennatuurlijk.

De meeste kuitplanten zijn dagneutraal en worden nauwelijks beïnvloed door korte of lange dag. Wellicht speelt beïnvloeding via lichtkleur wel een rol. Bekend is dat UV en blauw licht strekkingsgroei kunnen remmen, terwijl de rood-verrood verhouding de uitloop van okselknoppen stuurt. De rood-verrood invloed speelt vooral in de schemerperiode. In de kuitplantenteelt wordt echter vrijwel niet belicht.

In het onderliggende project is onderzocht in hoeverre met belichten met assimilatielampen en aanpassingen in het teeltklimaat de gewasopbouw te beïnvloeden is. De werkhypothese is dat door in de winter te belichten en tegelijk koud te telen wel een hoge droge stofproductie zal zijn t.g.v. fotosynthese, maar weinig groei en ontwikkeling door de lage temperaturen. De hoop is dat hierdoor in de winter compactere, meer vertakte planten ontstaan. De gedachte is dat door de toename in de vertakingsgraad in het voorjaar meer scheuten uitgroeien die dan door onderlinge concurrentie korter blijven, zodat minder remstof nodig zal zijn. Door het gebruik van assimilatielicht gedurende 12 uur/etmaal wordt een eventuele ongunstige R-FR verhouding in de schemerperiode overstraald met kunstlicht.

2.2 Opzet en aanpak

In twee kassen is een lichtgradiënt van ca. 8000 – 600 Lux aangelegd. De precieze gradiënt is tussentijds gemeten. In kas A wordt bij een constante dag/nacht temperatuur van 16°C geteeld; in kas B wordt koud geteeld (6-13° bij maximale instraling, bij een gemiddelde instelling van 10°C). Doordat er een lichtgradiënt aanwezig is kunnen de effecten van verschillende lichtintensiteiten beoordeeld worden. Naar het oordeel van de BCO zal wel of niet geremd worden. Randgroepen met controleplanten zullen niet of beperkt behandeld worden met remmiddelen om de verschillen in fysiologische respons te kunnen waarnemen. Vanwege de grootte van de kas kan slechts één soort in het onderzoek worden opgenomen, omdat anders geen betrouwbare uitspraken kunnen worden gedaan.

Uit deze opzet kan inzicht in de grootte van bovengenoemde effecten en juistheid van werkhypothesen verkregen worden. Ook kunnen dan uitspraken gedaan worden over praktische toepassingsmogelijkheden en (economische) haalbaarheid.

3 Opzet en uitvoering

3.1 Plantmateriaal

Bewortelde stekken werden in week 34 van 2004 op tray afgeleverd. Vóór oppotten werden de plantjes geremd met 3 g Alar per liter.

In week 35 van 2004 werden de plantjes opgepot in de 19 cm eindpot in standaard eb/vloed grond op tuinturfbasis met toevoeging van 15% klei. Aan de potgrond was geen uitvloeier toegevoegd.

3.2 Teeltomstandigheden

3.2.1 Klimaatinstellingen

De proef werd uitgevoerd in twee kassen a 150 m² met een netto tafelloppervlak van 100 m² (per kas 2 x 8 tafels a 6 m²). De bemesting vond plaats via eb/vloed met een standaard voedingsoplossing van EC 2 en pH 5.2. De frequentie van watergift was in principe voor alle behandelingen gelijk.

Per kas is vanaf 1 oktober tot en met 31 maart tussen 6:00 en 18:00 uur dagondersteunend belicht met een intensiteit van circa 600 – 7800 Lux indien het niveau van de buitenstraling onder de 200 W/m² kwam. De vanaf oktober ingestelde dag/nacht ruimtetemperatuur was in de referentiekas (Kas B) 16°C constant en voor de 'koude' kas 10°C constant, waarbij meteen gelucht werd.

3.2.2 Remstof behandelingen

Behalve de twee lichte behandelingen in de zaaitray werden tot 31 december geen rembehandelingen meer uitgevoerd. Ook werd er niet vaker dan 1 x per 14 dagen getopt. Als er in de referentiekas getopt moest worden, gebeurde dat ook diezelfde week in de koude kas. Er was dus geen verschil in het aantal malen toppen.

Vanaf week 6 werden de planten wekelijks behandeld met Alar in een concentratie van 1.5 tot 3 g/l, waarbij de te gebruiken concentratie in overleg met de leden van de BCO werd bepaald. Vanaf week 8 zijn in de randen veldjes gemaakt die niet meer geremd zijn om de eventuele invloed van de belichting goed te kunnen inschatten.

3.3 Waarnemingen

Tussentijds werd in de nacht twee keer licht gemeten om een niet door daglicht verstoord beeld van de gradiënt ten gevolge van de assimilatiebelichting te kunnen vaststellen. Daartoe werden in elke kas op elke tafel 9 meetpunten genomen zodat zowel in de lengte als breedte van de kas de lichtverdeling bepaald kon worden (zie 3.1). Om de andere dag werden de klimaatgegevens gecontroleerd.

Tussentijds (week 4 - 2005) zijn uit blokken van een bepaalde lichtintensiteit enkele planten gehaald voor fotograferen, meten en de destructieve bepaling van vers- en drooggewicht.

In week 14 vond de eindmeting plaats in de referentiekas. Naast het bloeipercentage per tafel zijn opnieuw vers en drooggewicht bepaald. Voor de koude kas vonden deze waarnemingen circa 3 weken later plaats. In week 15 zijn bij vijf scheuten van in totaal drie planten uit de blokken van 1000, 4000 en 7500 lux uit beide afdelingen de lengte van de internodia gemeten.

De vertakking werd bekeken door uit de verschillende blokken drie planten droog te zetten en nadat het blad was afgevallen te fotograferen.

Na de teelt is van de verschillende behandelingen de transportgevoeligheid onderzocht. Hiervoor zijn planten gedurende twee dagen in een donkere cel gezet als simulatie van het transport per vrachtwagen. Daarna zijn planten in een geconditioneerde ruimte geplaatst als simulatie van het verkooppunt, met 12 uur licht per etmaal, en een temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van resp. 20°C en 60%. In de periode van tien dagen daarna is de bloei gevolgd.

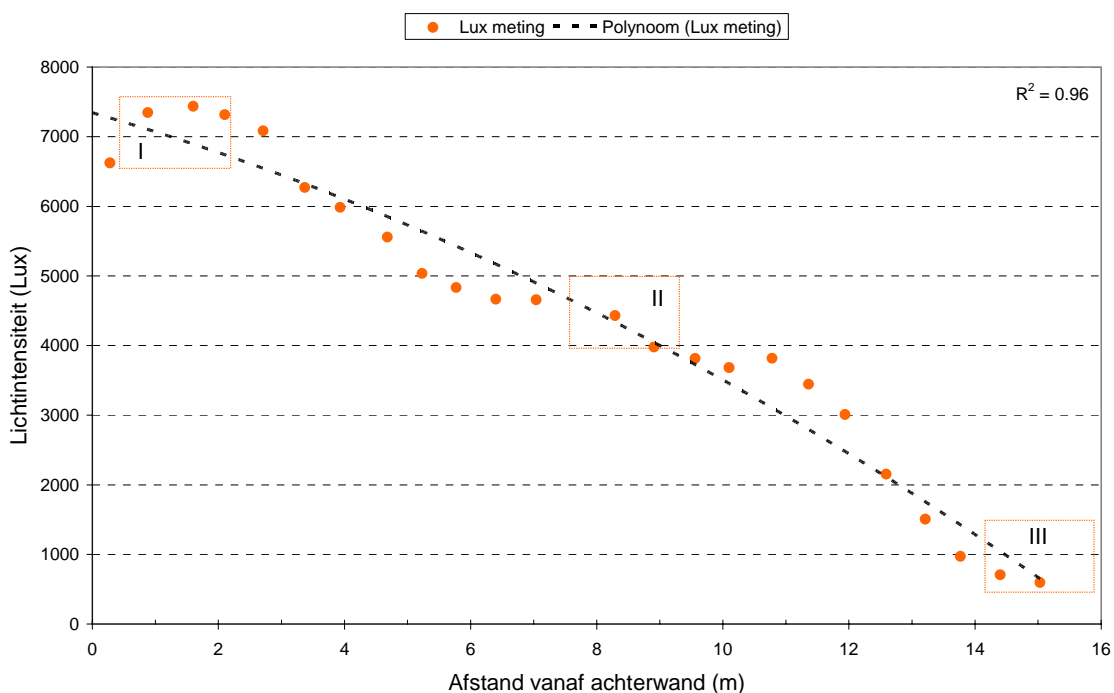
Door verschillen in teelttemperatuur en lichtintensiteit verschilde de teeltduur, waardoor de test op transportgevoeligheid op verschillende tijdstippen is gestart. Uitgangspunt was dat de planten 10 – 15 open bloemetjes per plant moesten hebben op het moment dat ze geraapt werden. In onderstaand overzicht is aangegeven wanneer de transportsimulatie is ingegaan voor de verschillende behandelingen.

Temp - instelling	Licht (Lux)	Start transportsimulatie
16°	1000	19 april
	4000	13 april
	8000	13 april
10°	1000	2 mei
	4000	27 april
	8000	27 april

4 Resultaten en discussie

4.1 Realisatie lichtgradiënt en klimaat

In figuur 1 is de gemiddelde lichtgradiënt weergegeven. De lichtgradiënt werd bereikt door de onderlinge afstand van de lampen te variëren. De lichtgradiënten bleken in beide kassen vrijwel identiek te verlopen. Direct onder de (groep van) lampen werd een iets hogere intensiteit gemeten, maar de gemiddelde gradiënt over de volle lengte van de kas (zwarte stippellijn) vertoonde een gelijkmatig verloop.



Figuur 1: Gerealiseerde lichtgradiënt in proefkassen. De meetpunten geven de gemiddelde waarde van 6 meetpunten weer; de stippellijn is de daaruit berekende gemiddelde lijn. Blok I, II en III zijn plekken in kas waaruit planten zijn gehaald voor extra bepalingen.

Achter in de kas (0 – 2 m) was de lichtintensiteit het hoogst (Blok I: 7000-8000 Lux, verder 7500 Lux genoemd), in het midden van de kas was een zone van 4 tafels met gemiddeld 4000 - 5000 Lux (Blok II, 4000 Lux genoemd) en de voorste 2 tafels (14 - 16 m) vormden een groep van 600 – 1000 Lux (Blok III, verder 600 Lux genoemd). Voor beoordeling van de effecten van lichtintensiteit werden uit deze drie blokken planten gefotografeerd en vergeleken en nader geanalyseerd.

In figuur 2 is het gerealiseerde klimaat in een willekeurige week (in dit geval week 49) weergegeven. Deze is representatief voor de periode november tot en met midden februari. In de figuur is te zien dat, wanneer de lampen uit zijn, in de referentiekas de temperatuur gemiddeld inderdaad rond het setpoint van 16°C blijft. Inschakelen van de assimilatiebelichting geeft een verhoging van 1 - 1.5°C. Bij de 'koude' kas (setpoint 10°C) wordt het setpoint alleen gehaald wanneer de buitentemperatuur dat toelaat (in deze week alleen in de nachten van 2 tot en met 4 december). Ingeschakelde assimilatiebelichting geeft hier gemiddeld een iets grotere temperatuurverhoging met ongeveer 2°C. Niettemin wordt op de langere termijn tussen de beide kassen het gewenste grote verschil gerealiseerd. In week 46 was de gemiddelde temperatuur in de referentiekas 16.3°C en in de 'koude' kas gemiddeld 11.4°C.

Over de totale periode 1 oktober tot 1 april waren de gerealiseerde etmaaltemperaturen voor de referentiekas gemiddeld 16.4°C en voor de 'koude kas gemiddeld 12.1°C.



Figuur 2: Setpoints, gerealiseerde temperaturen en perioden dat assimilatielampen aan zijn in de proefkassen in week 49 van 2004.

4.2 Effect van belichten en koud telen

4.2.1 Effecten op groei en ontwikkeling.

In week 4 werden planten uit de blokken I, II en III genomen, gefotografeerd (Figuur 3A en 3B) en gemeten.



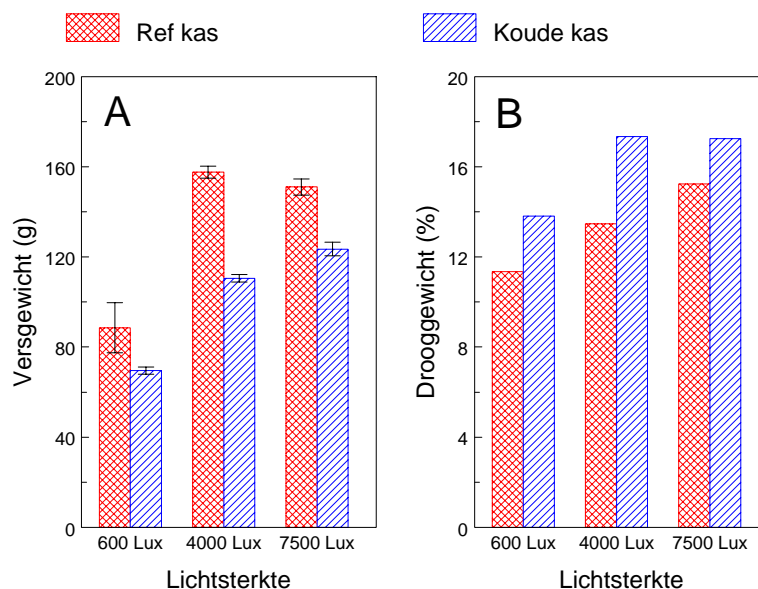
Figuur 3A: Planten afkomstig uit referentiekas gegroeid onder (v.l.n.r.) 7500, 4000 en 600 Lux.



Figuur 3B: Planten afkomstig uit koude kas gegroeid onder (v.l.n.r.) 7500, 4000 en 600 Lux.

Binnen elke kas waren de planten groter naarmate de lichtintensiteit hoger was geweest. De planten gegroeid onder gemiddeld 7500 Lux waren duidelijk groter dan de planten gegroeid onder respectievelijk 4000 en 600 Lux. Dit kwam ook tot uiting in het versgewicht. Voor meer foto's zie Bijlage 1.

Tussen de beide kassen was ook een duidelijk verschil. Een hogere teelttemperatuur droeg extra bij aan grootte en versgewicht: in de referentiekas bij 16°C werden de planten in dezelfde tijd en met hetzelfde aantal malen toppen groter en zwaarder qua versgewicht dan in de koude kas (Figuur 4A). Dit is ook visueel waar te nemen (zie hiervoor de Bijlage, figuur B1).



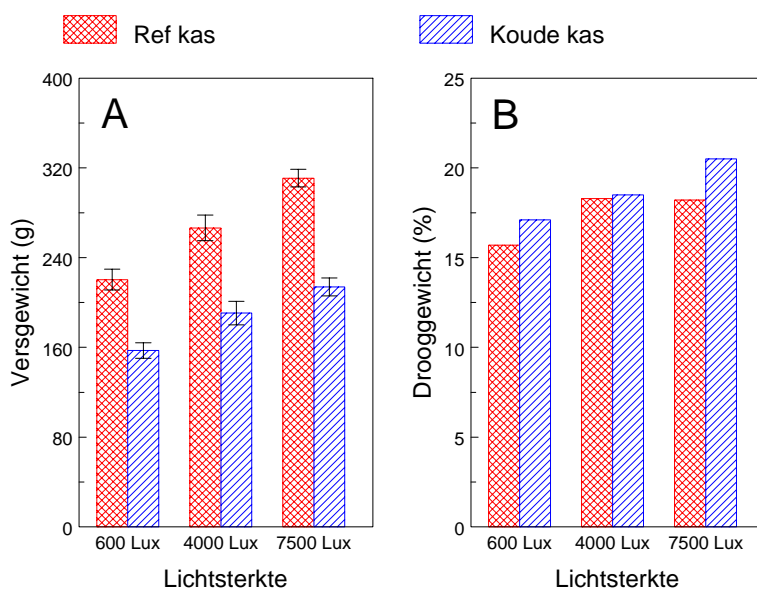
Figuur 4: (A) Gemiddeld versgewicht per plant (\pm se) in relatie tot lichtsterkte. (B) Percentage drooggewicht in relatie tot lichtsterkte. Meetweek 4.

Als echter gekeken wordt naar het drooggewicht **percentage** liggen de zaken anders (Figuur 4B). De oplopende trend met meer licht is ook bij de droge stof te zien. De planten in de koude kas (setpoint 10°C) hadden bij alle lichtsterkten echter een hoger percentage droge stof dan de planten geteeld in de referentiekas bij 16°C. Een hoger drooggewicht percentage bij een kleinere plant kan betekenen dat de planten compacter zijn en dikkere stengels hebben (meer verhouting) of kan duiden op hogere zetmeelreserves. Dit is echter niet gemeten. Het kan ook betekenen dat bij 16°C de planten netto minder koolhydraatreserves overhouden doordat meer energie voor onderhoud nodig is. Wel vertoonden de planten uit de koude kas veel bont blad als teken van koudeschade (Figuur 5). Dit beeld kwam in de referentiekas niet voor.



Figuur 5: Schadebeeld zoals waargenomen in de koude kas (setpoint 10°C).

De meeste shadebeelden waren aanwezig in het gedeelte van de kas met een lichtsterkte aflopend van circa 5000 tot 600 Lux. Bij hogere lichtsterkten was het shadebeeld duidelijk minder. Bij de beoordeling in week 14 kwam de oplopende trend in versgewicht en percentage droge stof zoals waargenomen in week 4 nog duidelijker naar voren (Figuur 6).



Figuur 6: (A) Gemiddeld versgewicht per plant (\pm se) in relatie tot lichtsterkte. (B) Percentage drooggewicht in relatie tot lichtsterkte. Meetweek 14.

Bij planten die met Alar geremd waren, was er in week 15 nauwelijks een verschil in gemiddelde taklengte of internodiellengte (Tabel 1).

Setpoint	Gemiddelde scheutlengte				Gemiddelde internodiellengte			
	Geremd		Ongeremd		Geremd		Ongeremd	
	16°C	10°C	16°C	10°C	16°C	10°C	16°C	10°C
600 Lux	18.9	19.2	56.3	45.7	0.9	1.0	1.8	1.8
4000 Lux	18.9	19.3	54.0	47.0	1.0	1.1	1.9	2.0
7500 Lux	21.0	21.0	50.2	48.2	1.3	1.3	1.8	2.0

Planten gegroeid onder 7500 Lux hadden gemiddeld 2 cm langere takken. Bij de niet chemisch geremde planten was wel een duidelijk effect van de lage temperatuur te zien. Lage temperatuur resulteerde in duidelijk kortere scheuten (bij 600 Lux zelfs 20% reductie), maar dit verschil werd kleiner naarmate meer licht was ontvangen. Veel licht bij 16°C lijkt zelfs iets kortere scheuten te geven in ongeremde planten, maar vanwege de kleine steekproef kunnen hierover geen harde uitspraken gedaan worden. Aangezien er vrijwel geen verschil in internodiellengte werd gemeten en er toch grote verschillen in versgewicht zijn, lijkt het toch dat bij 10°C minder internodia gemaakt zijn.

Bij de meting in week 14 zijn de droge stof percentages van het groene gedeelte en houtige gedeelte ook apart bepaald (Tabel 2).

Setpoint	Groene delen			Houtige delen		
	16°C	10°C	Vershil	16°C	10°C	Vershil
600 Lux	15.7	17.1	1.4	31.8	33.1	1.3
4000 Lux	18.3	18.5	0.2	37.1	36.6	-0.5
7500 Lux	18.2	20.5	2.3	36.8	39.7	2.9

Uit de tabel blijkt dat het verschil in droge stof tussen referentie en koude kas niet aan een bepaald deel van de plant kan worden toegeschreven. Zowel in de groene delen als bij het hout waren de verschillen tussen beide kassen vrijwel even groot. Bij de planten uit de referentiekas zat gemiddeld 12% van het versgewicht in de houtige delen, bij de planten uit de koude kas gemiddeld 13.7%. Voor het drooggewicht lagen deze percentages op respectievelijk 21.7 en 23.6%.

Uit het voorgaande kan de algemene conclusie getrokken worden dat belichten zwaardere en grotere planten geeft. Hoe meer licht, hoe groter en zwaarder de plant. Ook onder hoog licht en lage temperatuur blijft chemisch remmen noodzakelijk om een compacte plantvorm te bereiken.

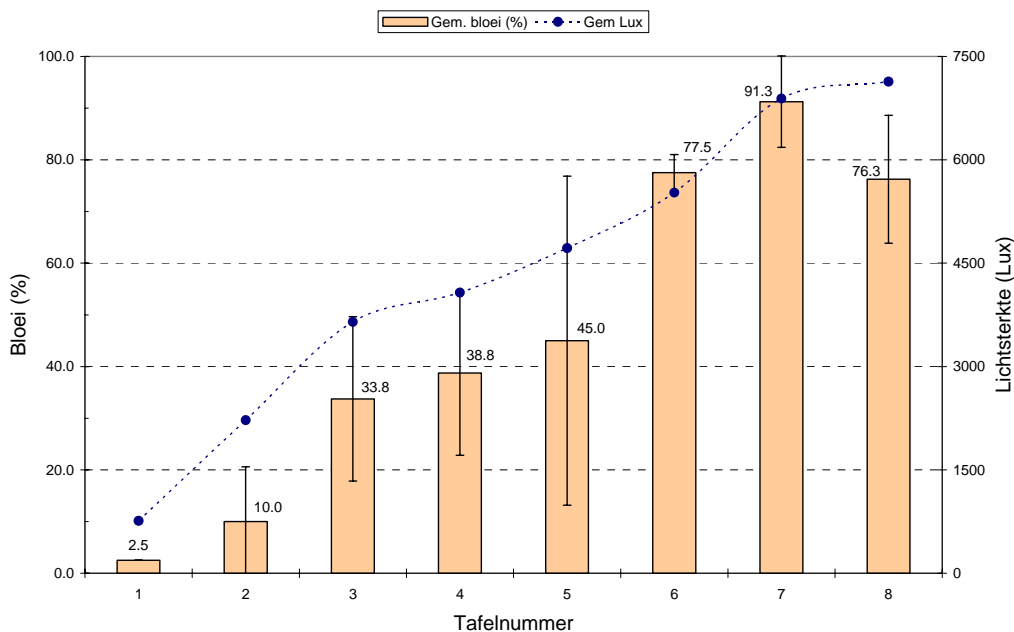
Een hogere teeltemperatuur versterkt het effect van het licht. Planten geteeld in de referentiekas waren groter en zwaarder dan planten geteeld in de koude kas bij eenzelfde lichtintensiteit.

Het percentage droge stof was hoger in de koude kas dan in de referentiekas. Deze extra droge stof lijkt gelijkmatig over de hele plant verdeeld te zijn.

4.2.2 Effect op bloei.

Er was een duidelijke invloed van temperatuur en licht op de bloei. Met uitzondering van de temperatuur, waren de behandelingen in de verschillende kasafdelingen verder gelijk. De planten werden in dezelfde week getopt en geremd. In beide kasafdelingen was de assimilatiebelichting tot en met week 13 ingeschakeld. De planten die in de periode van 1 oktober tot 1 april bij een gemiddelde temperatuur van 16.4°C waren geteeld, bloeiden volop in week 14. Dat is ongeveer 3 weken eerder dan de planten in de kas met een gemiddelde teeltemperatuur van 12.1°C in dezelfde periode. Bij de laatste behandeling begon de bloei rond week 17.

Van de planten uit de kas van setpoint 16° zijn in figuur 7 zijn de gemiddelde bloeipercentages per tafel te zien. De blauwe stippellijn in deze figuur geeft de gemiddelde lichtgradiënt van de assimilatielampen in de periode oktober tot april aan. In de figuur is een duidelijke trend te zien dat het bloeipercentage het verloop van de lichtgradiënt volgt: hoe meer licht, hoe hoger het bloeipercentage. De correlatie was hoog ($R^2 = 0.93$), wat wil zeggen dat meer dan 90% van de verschillen in bloeipercentage verklaard kan worden uit de verschillen in lichtsterkte.



Figuur 7: Gemiddeld bloeipercentage (\pm se) en lichtsterkte per tafel in meetweek 14.

Het lagere bloeipercentage op tafel 8 bij een vergelijkbaar lichtniveau met tafel 7 is deels te verklaren uit het feit dat het hier een randtafel betrof en deels door de variatie die er tussen planten binnen dezelfde tafel was bij een beperkte steekproefgrootte. Opvallend was dat in de randen de planten, die vanaf week 8 niet meer chemisch geremd waren, normaal bloeiden, zij het met een sterk gestrekte plantvorm. Bij de beoordeling van de planten uit de koude kas in week 17 was het verband tussen bloeipercentage en lichtsterkte niet meer aanwezig. Er waren geen duidelijke verschillen meer tussen planten die tot week 13 bij laag of hoog niveau assimilatiebelichting hadden gestaan. Het hoge natuurlijke stralingsniveau vanaf week 13 (waarin de assimilatiebelichting uitgeschakeld is) doet blijkbaar eventuele aanwezige effecten uit de periode daarvoor teniet. Belichten voor bloeivervroeging lijkt dus alleen zinvol in de periode voor 1 april.

4.2.3 Effect op vertakking

Na ontbladeren zijn van representatieve planten uit de verschillende behandelingen foto's gemaakt. Daaruit bleek dat de in de koude kas geteelde planten over het algemeen minder breed waren uitgestoeld en iets compacter waren gebleven dan de planten uit de 16° kas (Figuur 8 A, B). Daarbij was er geen duidelijke invloed van de lichtintensiteit.



Figuur 8A: Planten gegroeid onder 7500 Lux. Links uit de referentiekas, rechts uit de koude kas.



Figuur 8B: Planten gegroeid onder 600 - 1000 Lux. Links uit de referentiekas, rechts uit de koude kas.

Planten gegroeid bij 16° lijken inwendig iets meer vertakt te zijn, maar hiervan zijn geen getalsmatige gegevens verzameld. Voor verdere foto's zie Bijlage 2.

4.2.4 Houdbaarheid

In de eerste dagen na de transportsimulatie nam het aantal open bloemetjes toe (Tabel 3). Bij de planten die warm waren geteeld, ging dit door tot circa zes dagen na de transportsimulatie. Planten die koud waren geteeld, verloren al na drie dagen zo veel bloemen en knoppen dat nauwelijks nog open bloemetjes over bleven. Het aantal open bloemetjes liep terug door veel bloem- en knopval. Veel van de kleurtonende knoppen vielen af, maar ook heel veel kleine knopjes, waardoor de bloei stagneert en er na één week geen open bloemetjes meer te zien waren.

Tabel 3: Gemiddeld aantal open bloemen per plant tijdens naoogstfase. Op dag 0 zijn de planten uit de kas gehaald, op dag 2 zijn de planten in de geconditioneerde ruimte gezet.

Temp instelling	Licht (Lux)	Dag				
		0	2	5	8	12
16°C	600	11	14	26	31	8
	4000	20	29	43	57	32
	7500	21	28	46	57	29
10°C	600	27	35	43	9	1
	4000	21	31	62	8	0
	7500	18	25	40	11	1

Er is geen effect van de lichtintensiteit waargenomen bij koud geteelde planten. Bij de warm geteelde planten bleef de bloei achter bij planten afkomstig van de laagste lichtintensiteit. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het aantal bloemscheuten van de planten aan het eind van de teelt. Planten die warm geteeld zijn bij de laagste lichtintensiteit hadden minder scheuten met een goed zichtbare bloemknop, dan planten die met meer licht waren geteeld (Tabel 2). Dit verschil is bij koud geteelde planten minder groot.

Tabel 4: Gemiddeld aantal scheuten met goed zichtbare bloemknop per plant aan het eind van de teelt.

Temp instelling	Licht (Lux)	Aantal scheuten met knop
16°C	600	12
	4000	27
	7500	30
10°C	600	20
	4000	26
	7500	26

4.2.5 Economische evaluatie energieverbruik en kosten

De energiekosten van *Solanum* zijn niet alleen afhankelijk van de gemiddelde kasttemperatuur, maar ook van de aanwezigheid van een energiescherm en de mate van belichting. Met behulp van het rekenmodel Pregas zijn de energieverbruiken van een gemiddeld jaar berekend. In tabel 5 zijn de piekvraag (maximale behoefte aan aardgas per hectare per uur), het jaarlijkse gasverbruik en het jaarlijkse elektriciteitsverbruik voor de verschillende situaties weergegeven. Het elektriciteitsverbruik is hierbij alleen afhankelijk gesteld van de mate van belichten. Er is uitgegaan van 1800 uur belichten per jaar met een nieuwe installatie.

Tabel 5: Energieverbruik

		600 lux	4000 lux	7500 lux
Piekvraag (m ³ /ha.uur)	koud	184	173	162
	warm	240	229	218
	koud (scherm)	114	103	92
	warm (scherm)	149	138	127
Gasverbruik (m ³ /m ² .jaar)	koud	11	8	7
	warm	29	24	20
	koud (scherm)	10	7	6
	warm (scherm)	22	17	13
Elektriciteit (kWh/m ² .jr)		9	67	125

Uit de berekeningen blijkt, dat een hoge belichtingsintensiteit ongeveer 40% verlaging van het gasverbruik geeft, terwijl de invloed op de piekvraag minder hoog is. Een energiescherm geeft juist een grote verlaging op het piekverbruik, terwijl de energiebesparing (vooral bij een koude teelt) minder groot is.

De verbruikscijfers zijn vertaald naar energiekosten in tabel 6. Voor de piekvraag zijn € 170,- per m³/uur aan capaciteitskosten gerekend. Voor het gasverbruik is € 0.16 per m³ commodity gerekend en de kosten van elektriciteit zijn € 0,08 per kWh.

Tabel 6: Energiekosten per situatie (in €/m².jr)

		600 lux	4000 lux	7500 lux
Capaciteitskosten	koud	3,13	2,94	2,75
	warm	4,08	3,89	3,70
	koud (scherm)	1,94	1,76	1,57
	warm (scherm)	2,54	2,35	2,16
Kosten commodity	koud	1,82	1,28	1,06
	warm	4,64	3,79	3,15
	koud (scherm)	1,65	1,10	0,93
	warm (scherm)	3,52	2,66	2,08
Elektrakosten		0,72	5,34	9,96
Kosten lichtinstallatie		0,36	2,64	4,92
Kosten scherminstallatie		2,00	2,00	2,00
Totale kosten energieverbruik en installaties	koud	6,49	10,13	14,24
	warm	10,25	13,59	17,28
	koud (scherm)	7,13	10,77	14,92
	warm (scherm)	9,59	12,92	16,67

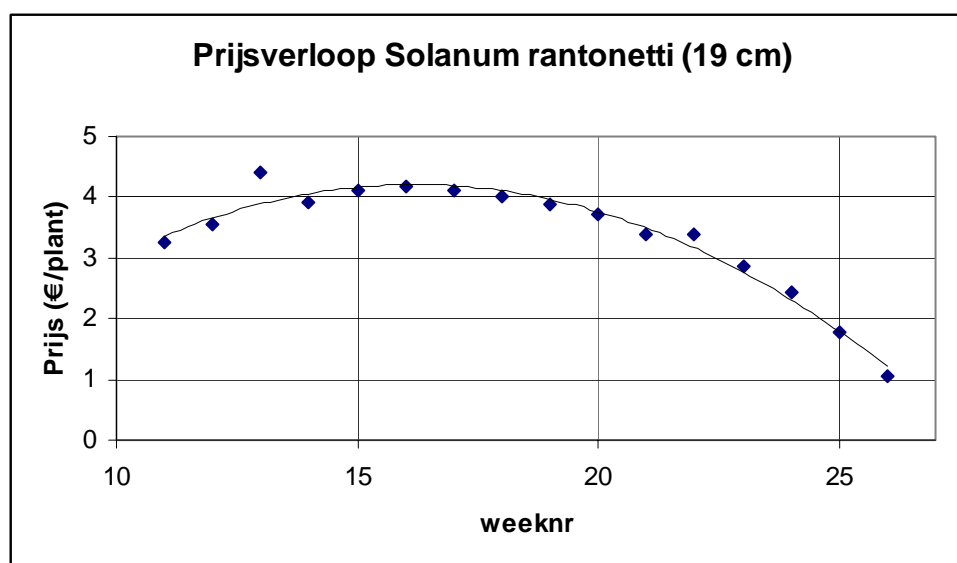
De totale kosten variëren van € 6,49 tot € 17,28 per m² per jaar. Hierbij heeft de koude, ongeschermd en 600 lux variant de laagste kosten, en de warme ongeschermd, 7500 lux variant de hoogste kosten. Het scherm is rendabel bij een warme teelt en niet rendabel bij een koude teelt. Een verhoging van de belichtingsintensiteit met 3500 lux heeft meer invloed op de kosten dan het verhogen van de etmaaltemperatuur met 6°C (inclusief scherm).

In Tabel 7 zijn de kosten van energie, lampen en scherm per plant weergegeven voor de koude teelt zonder scherm en de warme teelt met scherm en vergeleken met de kostprijs van de koude teelt bij 600 lux. Hieruit blijkt dat de duurste teelt (16°C stooktemperatuur met scherm en 7500 lux belichting) 0,68 cent meer moet opleveren dan de koude teelt bij 600 lux.

Tabel 7: Kosten per plant - meerprijs door vervroegde aanvoer		600 lux	4000 lux	7500 lux
Kosten per plant (gemiddeld 15 planten/m ²)	koud	0,43	0,68	0,95
	warm (scherm)	0,64	0,86	1,11
Ten opzichte van 600 Lux koude teelt	koud	0,00	0,24	0,52
	warm (scherm)	0,21	0,43	0,68

Vooraf de vroegheid van de planten is van invloed op de productprijs.

Uit de veilingprijzen (klok en bemiddelingsbureau) blijkt dat de 19 cm potmaat de hoogste prijs heeft in week 17; daarna daalt de prijs iedere week steeds sterker (Figuur 9). In week 18 daalt de prijs nog met 9 cent, in week 20 daalt de prijs € 0,20 en in week 23 zelfs € 0,40. Na week 17 geldt dus: hoe vroeger de plant geoogst is, hoe hoger de prijs is.



Figuur 9: Gemiddeld prijsverloop *Solanum rantonetti* (potmaat 19 cm).

Indien een koude teelt bij 600 lux in week 17 geraapt kan worden is dit de meest rendabele teeltwijze. Echter, indien de oogst voor de koude teelt pas in week 20 valt en van een warme teelt bij 600 lux in week 17, dan kan de warme teelt per plant 39 cent meer opleveren. Hiermee worden de extra kosten voor verwarming en scherm (€ 0,21) ruimschoots vergoed. Dit effect wordt nog sterker als een koude teelt van 600 lux nog later dan in week 20 wordt geoogst.

Belichting lijkt niet rendabel voor *Solanum rantonetti*. Als het hogere versgewicht niet in een hogere prijs wordt vertaald en alleen het oogsttijdstip van belang is, dan moet 3500 lux extra licht nog meer oogstvervroeging geven dan een 6°C hoger temperatuursetpoint om rendabel te kunnen zijn. Een optie zou kunnen zijn om een gedeelte van het bedrijf te belichten, waarbij de bloeivervroeging een goede klantenbinder kan zijn.

5 Conclusies

Bij de teelt van kuipplanten wordt groei van korte vertakte scheuten gewenst. In de periode van oktober tot maart is er weinig licht, zodat er gemakkelijk langgerekte groei kan ontstaan en chemisch remmen noodzakelijk is. Door het combineren van een lagere teelttemperatuur met een hoger lichtniveau werd verwacht dat er kortere internodia zouden ontstaan, waardoor er minder geremd zou hoeven te worden. Veel licht en lage temperatuur (10°) leidden wel tot een iets andere plantvorm, maar maakten chemisch remmen niet overbodig. Er moest nog steeds geremd worden volgens hetzelfde regime als in de 'warme' kas.

Belichten geeft wel zwaardere en grotere planten. Hoe meer licht, hoe groter en zwaarder de plant en een hogere teelttemperatuur versterkt het effect van het licht. Planten geteeld in de referentiekas waren forser, voller qua blad en zwaarder dan planten geteeld in de koude kas bij eenzelfde lichtintensiteit. De planten in de koude afdeling waren kleiner, hadden bladeren met kouschade, meer last van bladval en kwamen later in bloei. Het percentage droge stof was juist weer hoger in de koude kas dan in de referentiekas. Deze extra droge stof lijkt gelijkmatig over de hele plant verdeeld te zijn.

Planten die in de periode van 1 oktober tot 1 april bij een gemiddelde etmaaltemperatuur van 16.4°C waren geteeld, bloeiden ongeveer 3 weken eerder (in week 14) dan planten uit de kas met een gemiddelde etmaaltemperatuur van 12.1°C in dezelfde periode. Het aantal weken teeltversnelling is niet precies te bepalen.

In de warme afdeling was goed het effect van de lichtgradiënt op de bloei te zien. Hoe hoger het lichtniveau, hoe meer bloei op een bepaalde waarnemingsdatum. Bij de meting in week 14 was er een sterke correlatie tussen bloeipercentage en lichtsterkte.

Uit de kas met gemiddelde teelttemperatuur van 12.1°C begonnen de planten pas in week 17 te bloeien. Op dat moment werden echter geen effecten meer van de assimilatiebelichting (die eind week 13 was uitgeschakeld) waargenomen. Het hoge natuurlijke stralingsniveau vanaf week 13 doet blijkbaar eventuele aanwezige effecten uit de periode daarvoor teniet. Belichten voor bloeivervroeging lijkt dus alleen zinvol in de periode voor 1 april.

Er kon geen invloed vastgesteld worden van het combineren van een lage temperatuur met een hoog lichtniveau op de internodielengte of het internodie aantal. Er was wel een invloed aanwezig van de teelttemperatuur op de houdbaarheid. De eerste dagen na de transportsimulatie van twee dagen nam het aantal open bloemen toe. Een paar dagen later is er zo veel bloem- en knopval waargenomen dat de bloei volledig stagneerde. Dit was eerder het geval bij de koud geteelde planten dan bij planten uit de warme kas. Mogelijk dat de lichtomstandigheden waaronder de planten gegroeid zijn ook een rol spelen, maar dit kon in de beperkte houdbaarheidsproef niet onderzocht worden. Wel was duidelijk dat na de bloem- en knopval onder de omstandigheden in de houdbaarheidsruimten met weinig licht, de bloei ook niet meer herstelde. Wellicht kan de schade beperkt worden als de planten zo snel mogelijk na het transport weer voldoende licht krijgen.

Uit de economisch berekeningen komt naar voren dat belichting niet rendabel lijkt voor *Solanum rantonetti*. Een koude teelt bij 600-1000 Lux (vrijwel onbelicht) heeft de laagste kosten. De gemiddelde veilingprijs is het hoogst in week 17. Indien een koude, onbelichte teelt in week 17 gereed is, is dat de meest rendabele teeltwijze.

Belichten geeft weliswaar een forsere plant en ook vroegere bloei, maar als het hogere versgewicht niet in een hogere prijs wordt vertaald is dit niet rond te rekenen. Bloeivervroeging kan ook bereikt worden door een hogere gemiddelde etmaaltemperatuur. Als alleen het oogsttijdstip van belang is, moet 3500-4000 lux extra licht vanwege de extra meerkosten wel heel veel meer oogstvervroeging geven dan bijvoorbeeld een 6°C hoger temperatuursetpoint om rendabel te kunnen zijn.

Bijlage 1

Groeipatronen Solanum



Van boven naar beneden: planten gegroeid onder 7500, 4000 en 600 Lux. Links steeds de planten uit de referentiekas, rechts de planten uit de koude kas.

Bijlage 2

Vertakkingspatronen Solanum



Vertakking: planten gegroeid onder 4000 Lux. Links uit de referentiekas, rechts uit de koude kas.



Vertakking: planten uit referentiekas gegroeid bij (v.l.n.r.) 600, 4000 of 7500 Lux.



Vertakking: planten uit koude kas gegroeid bij (v.l.n.r.) 600, 4000 of 7500 Lux.