



Kiem- en opkweektemperatuur en rozetvorming bij Lisianthus (*Eustoma russellianum*)

T. Blacqui re, N. Straver en P. Schrama

Inhoudsopgave

pagina

VOORWOORD	5
SAMENVATTING.....	7
SUMMARY	8
1 INLEIDING	9
2 MATERIAAL EN METHODEN	11
2.1 OPZET VAN DE PROEVEN.....	11
2.1.1 Zaaien en kiemen.....	11
2.1.2 Temperatuurbehandelingen.....	11
2.1.3 Belichting, CO ₂ , watergift en bemesting	12
2.1.4 Gewasbescherming.....	12
2.2 WAARNEMINGEN.....	12
2.2.1 Gerealiseerde temperatuur in kas en planttray.....	12
2.2.2 Waarnemingen aan de planten	12
3 RESULTATEN EN CONCLUSIES PROEF 1 - 3	13
3.1 GEREALISEERDE TEMPERATUREN PROEF 1 - 3.....	13
3.2 PLANTWAARNEMINGEN PROEF 1 - 3.....	15
3.2.1 Proef 1	15
3.2.2 Proef 2	19
3.2.3 Proef 3	20
3.3 CONCLUSIES PROEVEN 1 - 3	22
4 RESULTATEN EN CONCLUSIES PROEF 4 - 6	23
4.1 GEREALISEERDE TEMPERATUREN PROEF 4 - 6.....	23
4.2 PLANTWAARNEMINGEN PROEF 4 - 6.....	25
4.2.1 Proef 4	25
4.2.2 Proef 5	27
4.2.3 Proef 6	30
4.3 CONCLUSIES PROEF 4 - 6.....	32
5 DISCUSSIE	35
LITERATUUR.....	38

Voorwoord

Uit het goed aangeslagen onderzoek in 1999 trokken we de conclusie dat het mogelijk moest zijn met een serie korte doelgerichte proeven heel veel informatie boven tafel te krijgen over de rozetvorming bij *Lisianthus*. Dit vereiste echter ervaring met een tak van sport die wij tot dan toe nauwelijks bedreven: het kiemen en opkweken van plantjes in zaaitrays. Via kinderziekten en opgebouwde resistentie daartegen, en met hulp van Ko ten Wolde van VEGMO PLANT kreeg Peter Schrama dit prima in de vingers. Behalve de erg gewaardeerde hulp van Ko was ook de betrokkenheid van andere vermeerderders en kwekers van *Lisianthus* erg waardevol.

We hopen dat het onderzoek heeft beantwoord aan de wensen van de opdrachtgever en van de doelgroep, en spreken de wens uit eventuele vervolgvragen in dezelfde constructieve gezamenlijkheid aan te pakken.

Tjeerd Blacqui re, Nico Straver, Peter Schrama

en

Ruud Maaswinkel, gewasonderzoeker *Lisianthus*

Samenvatting

In de praktijk komt bij telers van Lisianthus (*Eustoma russellianum*) het probleem van rozetvormende planten veelvuldig voor. Zulke planten gaan niet schieten (het maken van een duidelijke stengel) maar splitsen bladeren af in een plat rozet. Volgens de literatuur en eerder onderzoek op het Proefstation spelen een aantal factoren een rol bij het ontstaan van deze rozetvorming: erfelijke verschillen in gevoeligheid tussen cultivars, de temperaturen tijdens de afrijping van de zaden, de temperatuur tijdens de kieming van de zaden en tijdens de vroege opgroei van de kiemplanten. Daarbij is duidelijk geworden dat de eerste vier weken het belangrijkste zijn.

In de eerste drie van de hier beschreven proeven is onderzocht welke van die eerste vier weken nu eigenlijk het belangrijkste zijn, en in de laatste drie proeven zelfs nog nauwkeuriger: welke groepen van drie dagen, van de eerste twaalf, vanaf zaaien. Dat is gedaan door halve zaaitrays op gezette tijden te wisselen tussen twee kassen: één met een etmaaltemperatuur van 20°C, en één van 28°C. Na afloop van deze temperatuurbehandelingen werden de plantjes in de trays verder gekweekt bij 20°C totdat ze verplantbaar waren in perkplantensetjes, waarin ze nog ongeveer 5 weken werden verder gekweekt. Na vier week in de setjes werd het aantal rozetvormende planten geturfd, en na vijf weken werd aan negen planten per setje de lengte gemeten.

Uit de proeven bleek dat een hoge temperatuur (28°C) in de eerste week de meeste rozetters veroorzaakte, in de tweede week wat minder, en dat daarna het effect sterk afnam. Nauwkeuriger binnen de eerste twee weken kijkend bleek dat dag 1-3 en 4-6 heel erg belangrijk zijn, en ook dag 7-9 nog redelijk; daarna valt het mee.

De temperatuurbehandelingen hadden geen invloed op het kiemingspercentage.

Er waren duidelijke verschillen tussen de cultivars, wat overigens deels ook verschillen tussen zaad-partijen kunnen zijn geweest.

Concluderend: het voorkomen van zittenblijvers kan tot op grote hoogte worden vermeden door de eerste tien dagen van kieming en opkweek de temperatuur zeer goed in de hand te houden. Daarna is het nog steeds het beste extreem hoge temperaturen te vermijden, maar heel erg hoge percentages rozetters zullen er niet meer door ontstaan. Los van de rozetters zelf, zal hierdoor ook de homogeniteit sterk verbeteren.

Summary

Growers of *Lisianthus* (*Eustoma russellianum*) are frequently confronted with the problem of rosette formation. Such plants do not bolt, but just develop rosette leaves. From the literature and from former research on the Research Station for Floriculture and Glasshouse Vegetables it was concluded that a number of factors add to the rosetting behaviour: genetic differences between cultivars, temperatures during ripening of the seeds on the mother plant, and temperatures during germination and early seedling growth and development. It became evident that the first four weeks were the most important in inducing rosetting.

In experiments 1-3 described here it was tested which of the first four weeks was the most important, and in experiments 4-6 the first 12 days were considered in more detail.

This was tested by changing trays with seeds/seedlings regularly between two greenhouse compartments with temperatures of 20°C and 28°C. After these temperature treatments the seedlings were cultivated at a temperature of 20°C, until they were planted in bedding plant trays, to be cultivated another 5 to 6 weeks. After four weeks growth in the bedding plant trays, the number of rosettes was counted, and a week later the length of nine plants (one row) per set was measured.

A high temperature (28° C) in the first week caused the highest number of rosetting plants, the second week was less effective, and weeks 3 and 4 had hardly any effect on rosetting. Taking a closer look it was found that days 1-3 and 4-6 were very important, days 7-9 less, and 10-12 hardly.

The temperature treatments did not affect the percentage germination of the seeds.

There existed remarkable differences between cultivars, although these may partly have been differences between seed lots.

In conclusion: Rosetting can be avoided largely by keeping the temperature adequately during the first ten days of germination and seedling development. After that it is still better to avoid too high temperatures, but extreme high percentages of rosetting plants will not arise anymore. Keeping temperatures low or moderate will also reduce plant heterogeneity.

1 Inleiding

Het komt in de teelt van *Lisianthus* (*Eustoma russelianum*, zie Hetterscheid, 1995) herhaaldelijk voor dat maar liefst een derde deel van de geplante planten niet wordt geoogst. Uitval in het jonge plant stadium of later, rozetvorming en in ontwikkeling achterblijvende planten, en verwelkingsziekte veroorzaken gezamenlijk dit slechte teeltresultaat. Met name het probleem van rozetvorming kan in sommige jaren veel voorkomen.

Uit eerder onderzoek was al bekend dat diverse factoren van invloed zijn op de rozetvorming bij *Lisianthus*. Al deze factoren doen hun invloed gelden voordat de teler de beschikking over het plugplantje krijgt, en als deze het constateert is er meestal niet zo veel meer aan te doen. Deze factoren spelen een rol tijdens:

- 1 **Zaadafrijping.** Als na de bloei, tijdens de vorming en rijping van de zaden, de temperaturen erg hoog zijn, wordt het aandeel rozetvormende kiemplanten dat zich (het volgende jaar) uit dat zaad ontwikkelt, sterk verhoogd (Ohkawa *et al.*, 1993).
- 2 **Zaadkieming en opkweek van de kiemplanten.** Wanneer tijdens de kieming en de eerste opkweek van de kiemplanten de temperaturen hoog zijn, bijvoorbeeld meer dan 25°C, wordt rozetvorming geïnduceerd (Ohkawa *et al.*, 1991, 1993). Omgekeerd wordt rozetvorming voorkomen door relatief lage temperaturen (20°C).
- 3 **Opkweek jonge rozetplanten.** Wanneer toch rozetvorming is ontstaan door de hoge temperaturen bij 1 of 2, kan dit soort "rusttoestand" weer worden doorbroken door een periode met relatief lage temperaturen (Ohkawa *et al.*, 1994; 1996; Roh *et al.*, 1989; Pergola, 1992; Harbaugh, 1995; Fauchier, 1992). In de experimenten van Pergola (1992) bleek dat dit bij vrij gematigde temperaturen kon (10-14°C), en dat de response vrij kwantitatief is zoals bij echte vernalisatie, dus dat met 10°C minder weken nodig zijn dan met 14°C.
- 4 **Cultivarkeuze.** Er is een heel groot verschil tussen cultivars in de mate van gevoeligheid voor hoge temperaturen ter inductie van rozetvorming (Fukuda *et al.*, 1994; Harbaugh, 1995; Harbaugh & Scott, 1998; Blacquièrre *et al.*, 2001). Sommige cultivars vertonen nog een aanzienlijk percentage rozetters als de opkweek voorbeeldig bij lage temperaturen gedaan is, terwijl aan het andere uiterste andere cultivars nog totaal geen rozetting vertonen na langdurige te warme opkweek (Blacquièrre *et al.*, 2001).

Uit het voorgaande onderzoek op de Proefstations in Aalsmeer en Naaldwijk (Blacquièrre *et al.*, 2001) is duidelijk geworden dat behalve de enorme invloed op hele en halve zittenblijvers, hoge temperaturen tijdens kieming en opkweek geen grote effecten hebben op de verdere ontwikkeling en kwaliteit van de planten. De omstandigheden tijdens de teelt waren veel bepalender welke kwaliteit en snelheid enz. behaald werd. Dat klopt goed met onderzoek van Theo van der Krogt destijds aan het toenmalige sortiment, waaruit bleek dat temperatuur en andere teeltfactoren tijdens de teelt invloed hebben op het aantal bladeren tot bloei, en op de taklengte en bloeivroegheid (van der Krogt, 1985), en ook het eerder onderzoek aan daglengte effecten op het Proefstation in Aalsmeer (Blacquièrre & Bakker, 1997; Blacquièrre *et al.*, 1997 a & b).

Het bovengaaende betekent dat het echte probleem de inductie van rozetvorming is, en de eventuele doorbreking daarvan. Dat is dan ook het onderwerp van de hier beschreven experimenten, en het is beperkt tot de fase van kieming en opkweek tot het moment waarop rozetvorming meetbaar is. Vragen in verband met rozetvorming zijn:

- hoe vroeg begint het effect van hoge temperatuur?
- hoe lang blijven de planten gevoelig voor hoge temperatuur(tijd, stadium)?
- Is de repons kwantitatief?
- is de gevoeligheid verschillend in verschillende seizoenen (effecten instraling, temperatuur, daglengte enz.)?

- zijn er verschillen tussen cultivars?
- welke temperatuur is nog veilig, en welke is te hoog?
- gaat het om de dag-, nacht- of etmaaltemperatuur?

De experimenten geven met name antwoord op de eerste twee vragen. Uit de zes proeven tezamen is echter ook wel informatie te halen over een aantal van de andere vragen. De twee laatste vragen worden niet beantwoord, daarvoor zouden extra experimenten nodig zijn.

2 Materiaal en methoden

2.1 Opzet van de proeven

2.1.1 Zaaïen en kiemen

De gepilleerde zaden werden gezaaid door VEGMO PLANT in Rijsenhout, in 600-gaats trays. Voor de zes opvolgende proeven werd steeds dezelfde zaadpartij gebruikt, om verschillen door zaadherkomst uit te sluiten. Bij aankomst op dezelfde of de volgende dag op het Proefstation werden de trays doormidden gezaagd, en uitgelegd op de kweektafels in twee kassen met airconditioning. De trays werden vochtig gemaakt en afgedekt met plastic folie, dat dicht om de trays werd heengetrokken. De plastic folie werd verwijderd wanneer de kiemplantjes volledig ontvouwen kiemblaadjes hadden. Dit moment was verschillend tussen cultivars en temperatuurbehandelingen, maar lag meestal rond veertien dagen na inzetten van de proef.

2.1.2 Temperatuurbehandelingen

In de ene kas was de strakke etmaaltemperatuur 20°C, in de andere 28°C. De plantentrays werden gewisseld tussen deze twee kassen, om de week in proef één tot en met drie, en dat voor vier perioden van elk een week. De wisselingen waren om de drie dagen in proef vier tot en met zes. De wisselingen werden verzorgd door om de week trays te verplaatsen van de ene naar de andere kas, en omgekeerd. Dit werd gedaan volgens het schema in Tabel 1. Na de behandelingen in deze vier weken en respectievelijk 12 dagen, werden de planten verder gekweekt bij 20°C, totdat ze verspeend konden worden in perkplantentrays. Dat was na zes tot negen weken, gerekend vanaf zaaïen. Per proef staat dit uitgewerkt in Tabel 2.

Tabel 1. Overzicht van de behandelingen in de proeven 1-6. L is een periode van 1 week of van drie dagen lage temperatuur (20°C), H is een periode van 1 week of van drie dagen hoge temperatuur (28°C).

Week/periode		1° week/ 1° periode	2° week/ 2° periode	3° week/ 3° periode	4° week/ 4° periode	code
Behandeling	1	L	L	L	L	LLLL
"	2	L	H	L	L	LHLL
"	3	L	L	H	L	LLHL
"	4	L	L	L	H	LLLH
"	5	L	H	H	L	LHHL
"	6	L	L	H	H	LLHH
"	7	L	H	H	H	LHHH
"	8	H	H	H	H	HHHH
"	9	H	H	H	L	HHHL
"	10	H	H	L	L	HHLL
"	11	H	L	L	L	HLLL

De proef werd gedaan met de cultivars 'Kyoto Purple' en 'Picolo Yellow'. Van elke behandeling waren er drie trays van de eerste, en twee van de tweede cultivar. In proef 1 werd oriënterend ook nog een aantal trays met de cultivars 'Malibu White', 'Charm White' en 'Kyoto White-Pink' betrokken. Met alleen 'Charm White' werd dat nog eens herhaald in proef 5.

Tabel 2. Tijdoverzicht van de verschillende fasen van de zes proeven

Fasen	zaaien	tellen kieming/ verspenen	tellen rozetten	lengtemeting/ afsluiten
proef 1	w8	w15	w21	w21
proef 2	w12	w18	w24	w25
proef 3	w16	w22	w28	w29
proef 4	w20	w26	w33	w35
proef 5	w24	w30	w36	w37
proef 6	w28	w37	w40	w44

2.1.3 Belichting, CO₂, watergift en bemesting

Er werd belicht met hogedruk natriumlampen (SON-T) gedurende 14 uur per dag. Het lichtniveau was $\pm 35 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPF.

CO₂ werd gedoseerd tot een niveau van 750 ppm.

Nadat het plastic verwijderd was werd de watergift verzorgd met een zeer fijne nevel, totdat de trays weer op gewicht waren (voelen met de hand). Wanneer trays droge plekken vertoonden werden die apart bijgewerkt. In verband met algengroei moet te veel water geven vermeden worden. Voor de bemesting werden de adviezen van Ko ten Wolde van VEGMOPLANT opgevolgd.

Na overplanten in de perkplantensetjes werden de planten uitgezet in een kas op tafels. Aanvankelijk werd bovenlangs water gegeven, maar toen de planten wat groter waren via de eb/vloed. In deze kas werd geen assimilatiebelichting toegepast.

2.1.4 Gewasbescherming

De larven van *Sciara* werden bestreden met behulp van insectenpathogene nematoden. Deze aaltjes werden met het gietwater meegegeven. Bij de hoge temperaturen werkt dat niet zo goed, maar in deze proef hoefden eigenlijk nooit te lang hoge temperaturen te worden aangehouden, zodat dat geen problemen gaf.

2.2 Waarnemingen

2.2.1 Gerealiseerde temperatuur in kas en planttray

In de kas werden de ingestelde temperaturen goed gerealiseerd, maar onder het plastic kon de temperatuur in de traytjes soms behoorlijk oplopen, ondanks het gebruik van een buitenscherm op de kas. Daarom werd dagelijks twee keer, 's ochtends en 's middags, de temperatuur in de trays gemeten met een digitaal steekthermometertje.

2.2.2 Waarnemingen aan de planten

Nadat de plantjes vier tot zes weken hadden gegroeid in de setjes, werd het aantal rozetvormende planten geteld. Alle planten zonder gestrekte stengel, of een strekkend deel kleiner dan 1 cm, werden tot rozetter verklaard.

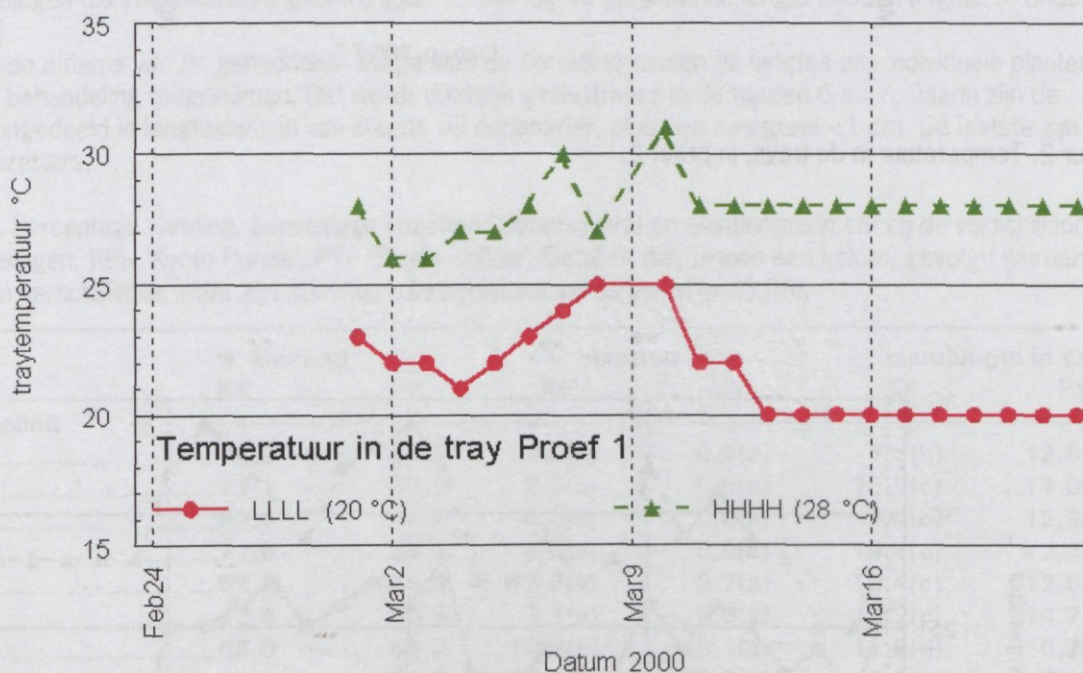
Meestal een week later werd aan negen planten uit één een rijtje per setje de lengte gemeten. Dit gaf naast een gemiddelde lengte ook een goed beeld van de soms enorme spreiding in lengte tussen de planten.

3 Resultaten en conclusies proef 1 - 3

3.1 Gerealiseerde temperaturen proef 1 - 3

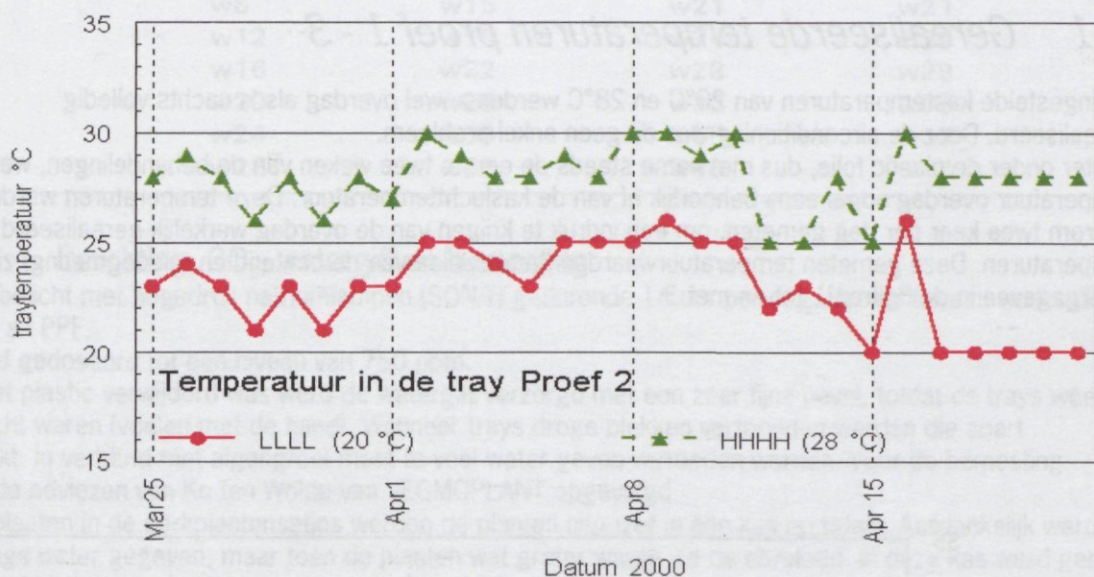
De ingestelde kasttemperaturen van 20°C en 28°C werden zowel overdag als 's nachts volledig gerealiseerd. Door de airconditioning was dit geen enkel probleem.

Echter onder de plastic folie, dus met name steeds de eerste twee weken van de behandelingen, week de temperatuur overdag nogal eens behoorlijk af van de kasluchttemperatuur. Deze temperaturen werden daarom twee keer per dag gemeten, om een indruk te krijgen van de overdag werkelijk gerealiseerd temperaturen. Deze gemeten temperatuurwaarden (gemiddelde van de ochtend en middagmeting) zijn weergegeven in de figuren 1 tot en met 3.

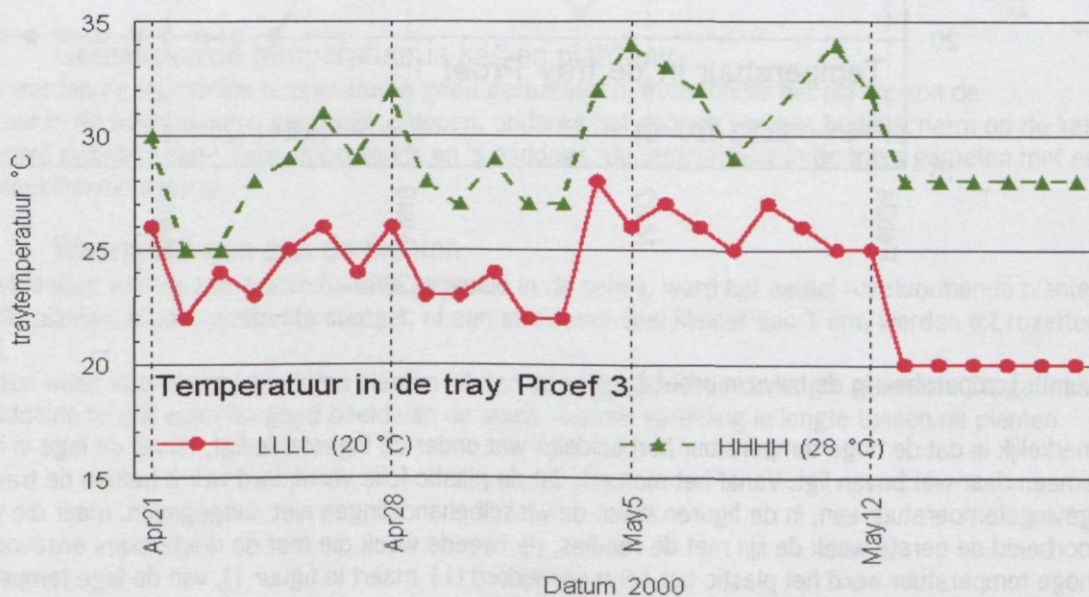


Figuur 1. Temperatuur in de trays in proef 1.

Opmerkelijk is dat de hoge temperatuur herhaaldelijk wat onder de ingestelde ligt, terwijl de lage in het algemeen daar wat boven ligt. Vanaf het moment dat de plastic folie verwijderd wordt nemen de trays de omgevingstemperatuur aan. In de figuren staan de wisselbehandelingen niet aangegeven, maar die volgen bijvoorbeeld de eerste week de lijn met de rondjes, de tweede week die met de driehoekjes enzovoort. Van de hoge temperatuur werd het plastic het eerst verwijderd (11 maart in figuur 1), van de lage temperatuur twee dagen later. De wisselbehandelingen zaten daar tussenin.



Figuur 2. Temperatuur in de trays, in proef 2.



Figuur 3. Temperatuur in de trays in proef 3.

3.2 Plantwaarnemingen proef 1 – 3

3.2.1 Proef 1

3.2.1.1 Kieming

Het percentage gekiemde planten werd niet beïnvloed door de temperatuurbehandelingen (Tabel 3). De cultivar 'Picolo Yellow' had een iets hoger kiempercentage dan 'Kyoto Purple'.

3.2.1.2 Rozetvorming

Het percentage planten in rozet nam sterk toe met hoge temperatuur (Tabel 3, Figuur 4), vooral wanneer in de eerste week een hoge temperatuur werd gegeven. Bij 'Picolo Yellow' ontstond zelfs alleen dan een significante toename in het aantal rozetters, zolang de eerste week maar de lage temperatuur had nam de rozetting niet significant toe.

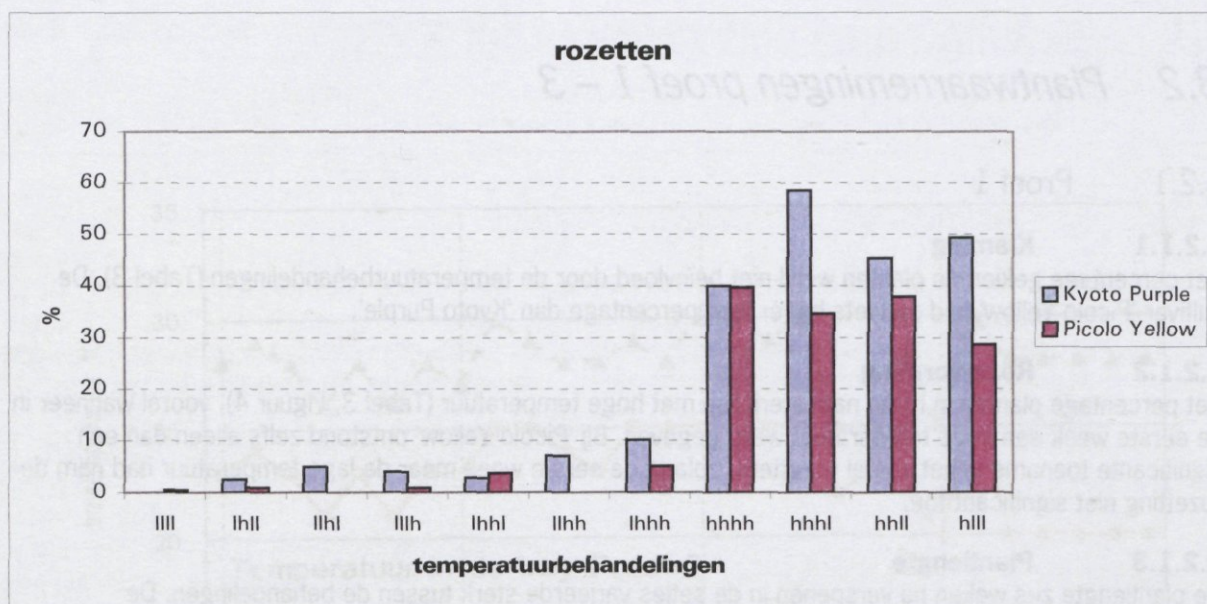
3.2.1.3 Plantlengte

De plantlengte zes weken na verspenen in de setjes varieerde sterk tussen de behandelingen. De behandelingen met een hoge temperatuur in de eerste week waren duidelijk korter. De planten van 'Kyoto Purple' waren korter dan die van 'Picolo Yellow' (Tabel 3, Figuur 5). Heel mooi is te zien dat die behandelingen die veel rozetters geven (Figuur 4) een lagere gemiddelde lengte hebben (Figuur 5, onder figuur 4).

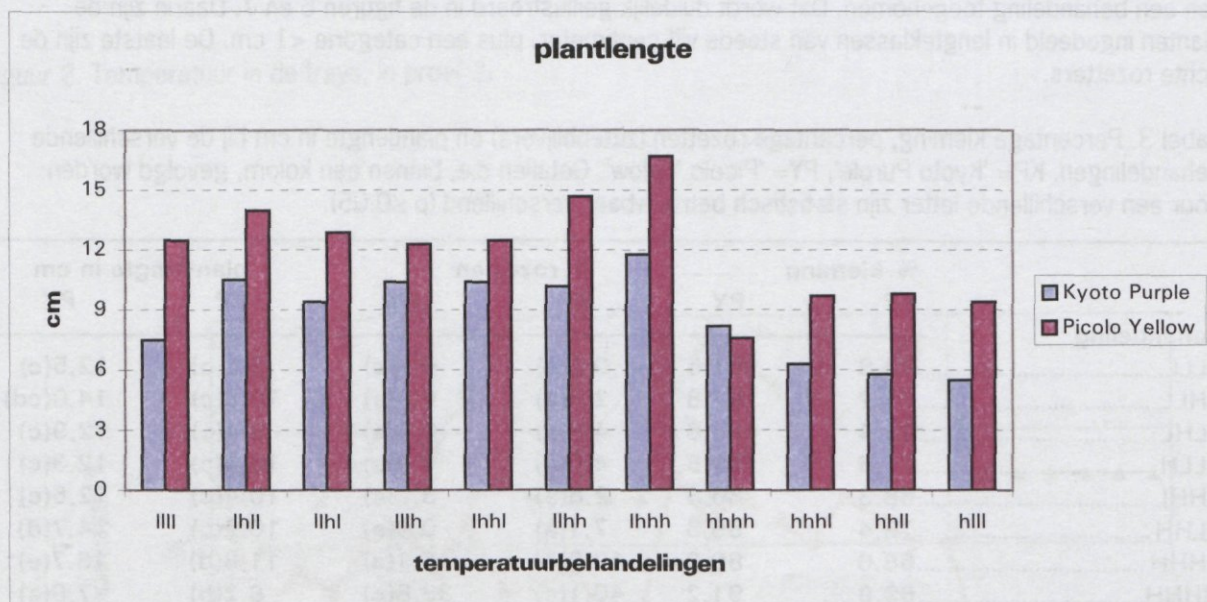
Behalve de afname van de gemiddelde lengte was de spreiding tussen de lengtes van individuele planten van een behandeling toegenomen. Dat wordt duidelijk geïllustreerd in de figuren 6 en 7. Daarin zijn de planten ingedeeld in lengteklassen van steeds vijf centimeter, plus een categorie <1 cm. De laatste zijn de echte rozetters.

Tabel 3. Percentage kieming, percentage rozetten (zittenblijvers) en plantlengte in cm bij de verschillende behandelingen. KP= 'Kyoto Purple', PY= 'Picolo Yellow'. Getallen die, binnen een kolom, gevolgd worden door een verschillende letter zijn statistisch betrouwbaar verschillend ($p \leq 0.05$).

behandeling	% kieming		% rozetten		plantlengte in cm	
	KP	PY	KP	PY	KP	PY
LLLL.....	73,8	87,5	0,0(a)	0,5(a)	7,5(b)	12,5(c)
LHLL.....	71,1	87,8	2,5(a)	0,9(a)	10,5(c)	14,0(cd)
LLHL.....	69,4	86,8	4,9(a)	0,0(a)	9,4(c)	12,9(c)
LLLH.....	71,6	89,5	4,0(a)	0,9(a)	10,4(c)	12,3(c)
LHHL.....	68,3	86,8	2,8(a)	3,7(a)	10,4(c)	12,5(c)
LLHH.....	72,4	85,3	7,1(a)	0,0(a)	10,2(c)	14,7(d)
LHHH.....	68,0	89,2	10,2(b)	5,1(a)	11,8(d)	16,7(e)
HHHH.....	69,9	91,2	40,1(c)	39,8(c)	8,2(b)	7,6(a)
HHHL.....	69,0	86,3	58,6(d)	34,7(bc)	6,3(a)	9,7(b)
HHLL.....	69,3	87,0	45,4(c)	38,0(c)	5,8(a)	9,8(b)
HLLL.....	70,9	85,2	49,4(cd)	28,7(b)	5,5(a)	9,4(ab)

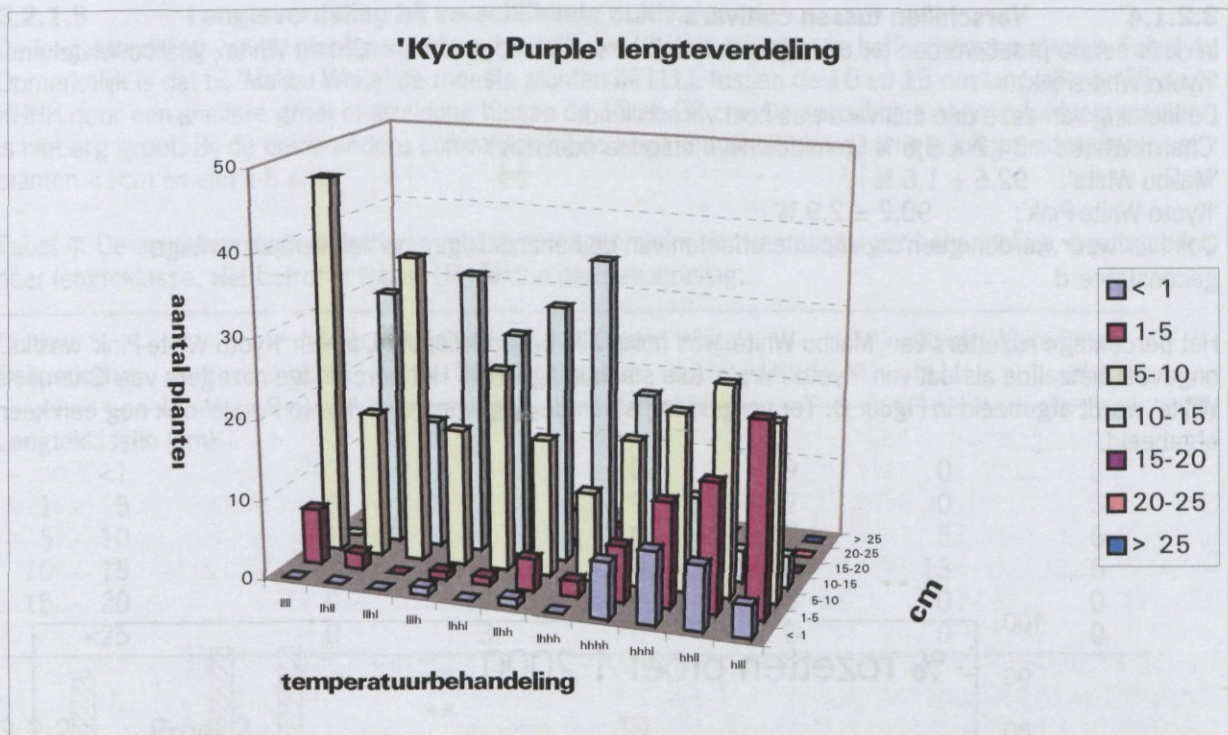


Figuur 4. Het percentage rozetvormende planten per behandeling en de cultivars 'Kyoto Purple' en 'Picolo Yellow' in proef 1. Iedere behandelingsletter staat voor een week hoge (h: 28°C) of lage (l: 20°C) temperatuur.

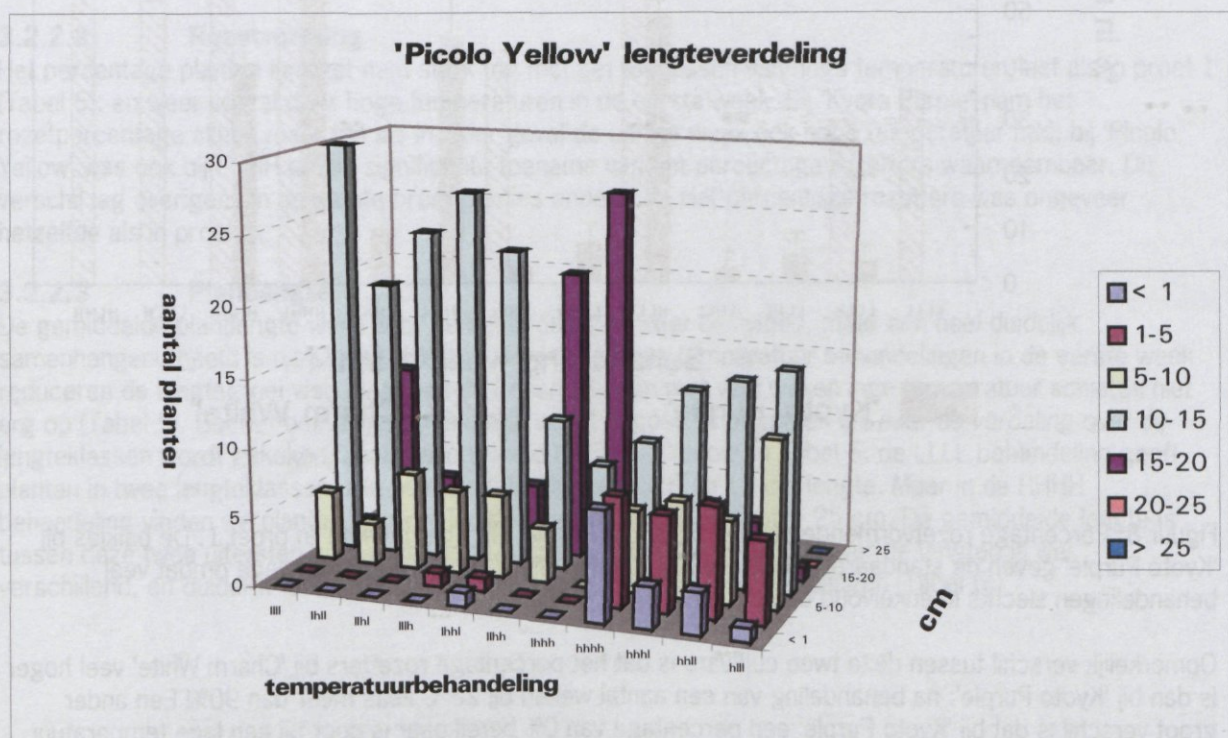


Figuur 5. De gemiddelde plantlengte na zes weken teelt in setjes, per behandeling en bij de cultivars 'Kyoto Purple' en 'Picolo Yellow' in proef 1. Iedere behandelingsletter staat voor een week hoge (h: 28°C) of lage (l: 20°C) temperatuur.

Opmerkelijk is dat in de linkerhelft van de grafiek (Figuur 6 en 7), dat is bij alle behandelingen die met de lage temperatuur begonnen (eerst een L, dan....), nauwelijks planten van de twee eerste lengteklassen voorkomen. Dus alle planten zijn daar al gestrekt en inmiddels ook langer dan 5 cm. Bij 'Picolo Yellow' in figuur 7 is te zien dat bij de IIhh en de Ihhh behandeling het merendeel van de planten al in de 15-20 cm-groep valt (donkere balken achteraan). Dus 1 à twee weken lage temperatuur voorkomt de rozetvorming, waarna de hoge temperatuur de lengtegroei stimuleert.



Figuur 6. Lengteverdeling van de planten van 'Kyoto Purple' na zes weken teelt in setjes. Op de voorste rij staan de aantallen planten <1 cm, de echte rozetters. Daarachter die van 1-5 cm, dan 5-10, enzovoort.



Figuur 7. Lengteverdeling van de planten van 'Picolo Yellow' na zes weken teelt in setjes. Op de voorste rij staan de aantallen planten <1 cm, de echte rozetters. Daarachter die van 1-5 cm, dan 5-10, enzovoort.

3.2.1.4 Verschillen tussen cultivars

In deze eerste proef werden ter oriëntatie drie cultivars extra opgenomen: 'Charm White', 'Malibu White' en 'Kyoto White-Pink'.

De kieming van deze drie cultivars was heel verschillend:

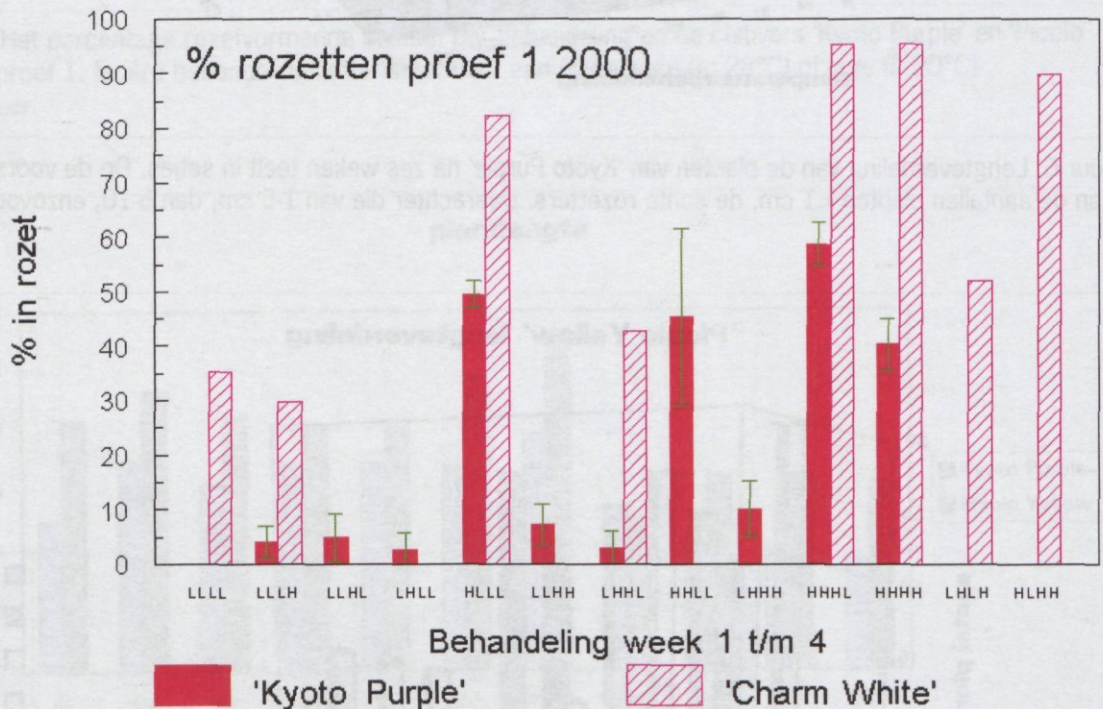
'Charm White': $34,2 \pm 5,5$ % (gemiddelde $\pm$ standaarddeviatie)

'Malibu White': $92,6 \pm 1,6$ %

'Kyoto White-Pink': $90,2 \pm 2,9$ %

Ook hier weer werden geen significante effecten van de behandelingen op het kiempercentage geconstateerd.

Het percentage rozetters van 'Malibu White' was nul in alle behandelingen. Dat van 'Kyoto White-Pink' was ongeveer hetzelfde als dat van 'Kyoto Purple' (die staan in figuur 4). Het percentage rozetters van 'Charm White' wordt afgebeeld in Figuur 8. Ter vergelijking staan de gegevens voor 'Kyoto Purple' ook nog een keer afgebeeld.



Figuur 8. Percentage rozetvormende planten bij 'Kyoto Purple' en 'Charm White' in proef 1. De balkjes bij 'Kyoto Purple' geven de standaarddeviatie aan. Bij 'Charm White' blijven die achterwege omdat veel behandelingen slechts in enkelvoud bestonden.

Opmerkelijk verschil tussen deze twee cultivars is dat het percentage rozetters bij 'Charm White' veel hoger is dan bij 'Kyoto Purple': na behandeling van een aantal weken bij 28°C zelfs meer dan 90%! Een ander groot verschil is dat bij 'Kyoto Purple' een percentage van 0% bereikbaar is door bij een lage temperatuur op te kweken (LLLL), maar dat zelfs dan nog ~30% blijft zitten bij 'Charm White'. Kwalitatief is het effect echter wel hetzelfde: neemt bijvoorbeeld bij 'Kyoto Purple' bij LHHH het percentage niet significant toe ten opzichte van de 0% bij LLLL, bij 'Charm White' neemt het percentage bij LHHH ook niet significant toe ten opzichte van de 35% bij LLLL.

3.2.1.5 Lengteverdeling bij verschillende cultivars

De lengteverdeling van de planten van de extra cultivars bij de twee uiterste behandelingen staat in Tabel 4. Opmerkelijk is dat bij 'Malibu White' de meeste planten bij LLLL tussen de 10 en 15 cm lang zijn, en bij de HHHH door een snellere groei of strekking tussen de 15 en 20 cm. De spreiding tussen individuele planten is niet erg groot. Bij de beide andere cultivars is bij de hoge temperaturen de lengte juist minder, heel veel planten <1cm en van 1-5 cm.

Tabel 4. De aantallen planten van twee rijtjes van negen stuks uit twee setjes per behandeling, gerubriceerd naar lengteklasse. Het betrof in totaal 18 planten per behandeling.

Cultivar Behandeling	'Malibu White' LLLL	HHHH	'Charm White' LLLL	HHHH	'Kyoto White-Pink' LLLL	HHHH
Lengteklassen (cm)						
<1	0	0	0	9	0	3
1 - 5	0	0	9	7	0	3
5 - 10	1	1	9	2	5	6
10 - 15	17	1	0	0	13	6
15 - 20	0	13	0	0	0	0
<25	0	3	0	0	0	0

3.2.2 Proef 2

3.2.2.1 Kieming

De kieming werd ook in deze tweede proef niet beïnvloed door de behandelingen. 'Picolo Yellow' kiemde weer iets beter dan 'Kyoto Purple' (Tabel 5).

3.2.2.2 Rozetvorming

Het percentage planten in rozet nam sterk toe met het toepassen van hoge temperaturen, net als in proef 1 (Tabel 5), en weer vooral door hoge temperaturen in de eerste week. Bij 'Kyoto Purple' nam het rozetpercentage alleen maar toe als in ieder geval de eerste week ook hoge temperatuur had, bij 'Picolo Yellow' was ook bij LHHH al een significante toename van het percentage rozetters waarneembaar. Dit verschil lag overigens in de eerste proef precies andersom. Het percentage rozetters was ongeveer hetzelfde als in proef 1.

3.2.2.3 Plantlengte

De gemiddelde plantlengte werd door de behandelingen weer beïnvloed, maar een heel duidelijk samenhangend beeld is niet zomaar te herkennen. De hoge temperatuur behandelingen in de eerste week reduceren de lengtegroei wel, maar ook de behandelingen met veel weken lage temperatuur schieten niet erg op (Tabel 5). Dat het beeld niet zo duidelijk wordt is goed te begrijpen als naar de verdeling over de lengteklassen wordt gekeken, zoals bijvoorbeeld bij 'Picolo Yellow' in Tabel 6: de LLLL behandeling geeft planten in twee lengteklassen, alle planten zitten tussen de 5 en 15 cm lengte. Maar in de HHHH behandeling vinden we planten in zeven lengteklassen, van <1 cm tot > 25 cm. De gemiddelde lengte is tussen deze twee uitersten niet verschillend (Tabel 5), maar de spreiding over de lengten is wel verschillend, en duidelijk toegenomen door de hoge temperatuurbehandelingen (Tabel 6).

Tabel 5. Percentage kieming, percentage rozetten (zittenblijvers) en plantlengte in cm bij de verschillende behandelingen. KP= 'Kyoto Purple', PY= 'Picolo Yellow'. Getallen die gevolgd worden door een verschillende letter, binnen een kolom, zijn statistisch betrouwbaar verschillend ($p \leq 0.05$).

Behandeling	% kieming		% rozetten		plantlengte in cm	
	KP	PY	KP	PY	KP	PY
LLLL.....	70,9	86,2	1,2(a)	0,9(a)	8,2(b)	11,4(ab)
LHLL.....	75,9	87,7	4,0(a)	3,7(a)	8,9(b)	16,9(cd)
LLHL.....	72,2	85,7	2,8(a)	0,5(a)	12,4(cd)	15,1(c)
LLLH.....	75,9	88,7	2,2(a)	1,4(a)	9,4(b)	13,6(bc)
LHHL.....	76,1	91,2	5,9(a)	3,7(a)	13,7(d)	18,1(d)
LLHH.....	77,4	88,8	5,2(a)	4,2(ab)	12,3(c)	16,4(cd)
LHHH.....	78,3	90,8	11,4(a)	9,7(b)	12,3(c)	16,9(cd)
HHHH.....	78,1	91,8	38,0(b)	37,5(d)	6,5(a)	12,0(b)
HHHL.....	75,6	90,5	44,8(b)	34,3(d)	8,4(b)	13,5(bc)
HHLL.....	74,7	89,7	32,4(b)	32,9(d)	7,7(ab)	9,6(a)
HLLL.....	74,8	87,8	33,6(b)	20,4(c)	7,0(ab)	12,2(b)

Tabel 6. Plantlengteverdeling in klassen per cultivar en per behandeling. Max. aantal per klasse bij 'Kyoto Purple' 54 en bij 'Picolo Yellow' 36.

Behandelingen	LLLL	LHLL	LLHL	LLLH	LHHL	LLHH	LHHH	HHHH	HHHL	HHLL	HLLL
'Kyoto Purple'											
klassen in cm											
< 1	1	2	1	0	0	0	0	9	4	5	10
1 - 5	6	4	0	1	0	1	3	14	14	10	8
5 - 10	35	28	9	38	9	9	11	19	14	26	22
10 - 15	12	20	42	15	26	41	33	10	19	13	14
15 - 20	0	0	2	0	19	3	7	2	3	0	0
20 - 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
'Picolo Yellow'											
klassen in cm											
< 1	0	0	0	0	1	0	0	4	4	2	2
1 - 5	0	0	1	0	0	2	3	3	2	7	5
5 - 10	9	0	5	3	2	2	1	7	5	10	3
10 - 15	27	10	8	27	5	6	8	10	5	10	12
15 - 20	0	24	20	6	16	21	12	8	18	7	14
20 - 25	0	2	2	0	12	5	12	3	2	0	0
> 25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

3.2.3 Proef 3

3.2.3.1 Kieming

De kieming was in deze proef ongeveer gelijk aan die in de vorige proeven, en de behandelingen hadden weer geen effect (Tabel 7).

3.2.3.2 Rozetvorming

Het effect van de behandelingen was weer precies hetzelfde als in de vorige proeven, alleen was het percentage rozetters over de hele linie veel lager (Tabel 7).

3.2.3.3 Plantlengte en lengteverdeling

De effecten op de plantlengte waren niet zo duidelijk (Tabel 7), maar het effect op de verdeling over de lengteklassen was weer duidelijk zichtbaar (Tabel 8). Gemiddeld waren in deze proef de planten bij het meten wat minder lang dan in de vorige proeven, alhoewel in alle proeven de lengte 13 weken na zaaien gemeten werd.

Tabel 7. Percentage kieming, percentage zittenblijvers en plantlengte in cm bij de verschillende behandelingen. KP= 'Kyoto Purple', PY= 'Picolo Yellow'. Getallen die gevolgd worden door een verschillende letter, binnen een kolom, zijn statistisch betrouwbaar verschillend ($p \leq 0.05$).

Behandeling	% kieming		% rozetten		plantlengte in cm	
	KP	PY	KP	PY	KP	PY
LLLL.....	73,4	80,5(a)	0,9(a)	0,9(a)	11,8(b)	11,6(b)
LHLL.....	70,6	90,7(b)	1,9(a)	0,5(a)	12,4(b)	15,1(cd)
LLHL.....	71,0	90,3(b)	1,5(a)	1,4(a)	12,0(b)	15,4(cd)
LLLH.....	70,6	78,2(a)	2,5(a)	6,9(b)	9,8(ab)	8,5(a)
LHHL.....	71,4	91,8(a)	2,8(a)	5,6(b)	11,4(b)	15,3(cd)
LLHH.....	73,8	90,5(b)	3,7(a)	4,6(b)	11,7(b)	14,1(c)
LHHH.....	72,3	89,0(b)	5,6(a)	3,7(a)	11,2(ab)	12,1(bc)
HHHH.....	71,1	92,3(b)	23,8(c)	19,4(c)	9,7(ab)	12,2(bc)
HHHL.....	74,4	89,7(b)	15,4(b)	4,2(a)	9,3(a)	17,9(d)
HHLL.....	72,7	90,8(b)	17,0(b)	6,9(b)	9,6(a)	17,0(d)
HLLL.....	73,4	91,2(b)	15,1(b)	8,3(b)	10,2(ab)	16,2(cd)

Tabel 8. Lengteverdeling in klassen per cultivar en per behandeling. Max. aantal per klasse bij 'Kyoto Purple' 54 en bij 'Picolo Yellow' 36.

Behandelingen	LLLL	LHLL	LLHL	LLLH	LHHL	LLHH	LHHH	HHHH	HHHL	HHLL	HLLL
'Kyoto Purple'											
klassen in cm											
< 1	1	1	1	0	1	3	0	7	7	5	3
1 - 5	1	2	2	2	1	1	2	9	8	6	6
5 - 10	12	11	4	29	15	8	14	12	12	14	15
10 - 15	32	28	45	23	31	36	37	15	18	25	24
15 - 20	8	12	2	0	6	6	1	10	9	4	6
20 - 25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
> 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
'Picolo Yellow'											
klassen in cm											
< 1	0	1	0	2	1	0	3	4	1	1	2
1 - 5	1	0	1	6	1	1	1	3	2	1	0
5 - 10	9	3	2	14	2	1	8	4	2	1	3
10 - 15	25	12	10	14	11	19	15	12	2	5	6
15 - 20	1	17	23	0	15	15	8	11	14	20	18
20 - 25	0	3	0	0	6	0	1	2	15	8	7
> 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.3 Conclusies proeven 1 – 3

- De temperaturen onder de plastic folie dat over de zaaitrays gespannen zit, kunnen overdag behoorlijk oplopen boven de omgevingstemperatuur.
- Het percentage gekiemde planten, geteld na ~ 6 weken, was niet afhankelijk van de temperatuur in de eerste weken van de opkweek (temperatuur 20 of 28 °C).
- Het percentage rozetvormende planten nam dramatisch toe bij 28°C ten opzichte van 20°C.
- Vooral in de eerste week vanaf zaaien veroorzaakte een temperatuur van 28 °C veel rozetvorming.
- Rozetvorming en gedeeltelijke/tijdelijke rozetvorming door hoge temperaturen (28 °C) resulteerde in een verminderde gemiddelde planthoogte vijf à zes weken na uitplanten.
- De spreiding in hoogte tussen de individuele planten was door hoge temperaturen sterk toegenomen.
- Tussen cultivars bestaan grote verschillen in:
 - kiemingspercentage
 - gevoeligheid voor inductie van rozetvorming door hoge temperaturen (van 0% bij 'Malibu', via 60% bij 'Kyoto' tot 95% bij 'Charm').
 - het "basisniveau" rozetters bij kieming en opkweek bij 20 °C vertoont grote verschillen (van 0% tot 35%)
-

4 Resultaten en conclusies proef 4 – 6

4.1 Gerealiseerde temperaturen proef 4 – 6

Alhoewel verder in het seizoen, werden ook nu de ingestelde temperaturen van 20°C en 28°C in de kas goed gehaald.

Onder de plastic folie liep de temperatuur echter weer behoorlijk op, vooral in mei en juni (proef 4 en 5), waar de temperaturen vaak boven de 30°C en soms zelfs boven de 35°C kwamen. Opmerkelijk is dat onder het vliesdoek de temperaturen veel lager bleven (proef 5 en 6, Figuur 10 en 11), zowel in de 20° als in de 28°C behandeling. In proef 5 liep de vlies-28 ongeveer gelijk op met de 20°-behandeling onder plastic. In de proeven 4 – 6 duurden de temperatuurbehandelingen slechts 12 dagen, in vier blokken van 3 dagen. Dat is bijvoorbeeld te zien in Figuur 10: verschillende temperaturen van 16 juni tot 26 juni. Op 26 juni alle kastemperaturen naar 20°C, maar doordat de planten nog onder plastic stonden, toch wat hogere traytemperaturen. Vanaf 1 juli was het plastic verwijderd, en volgde de traytemperatuur naadloos de kasluchttemperatuur.

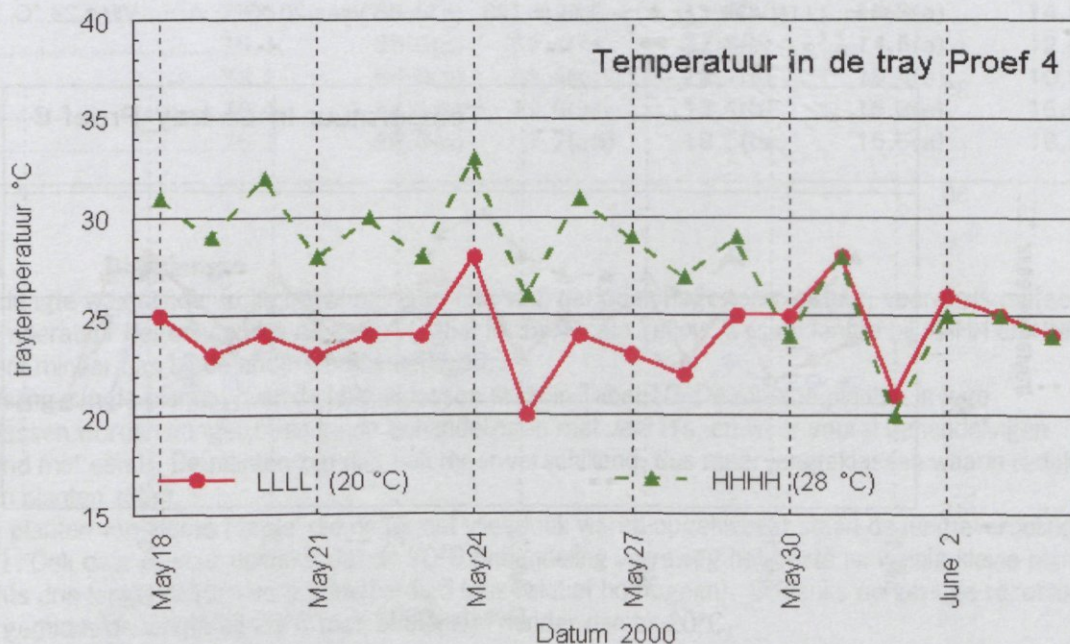
Het plastic werd verwijderd op de volgende data:

proef 4: 5 juni

proef 5: 27-30 juni

proef 6: 3 augustus.

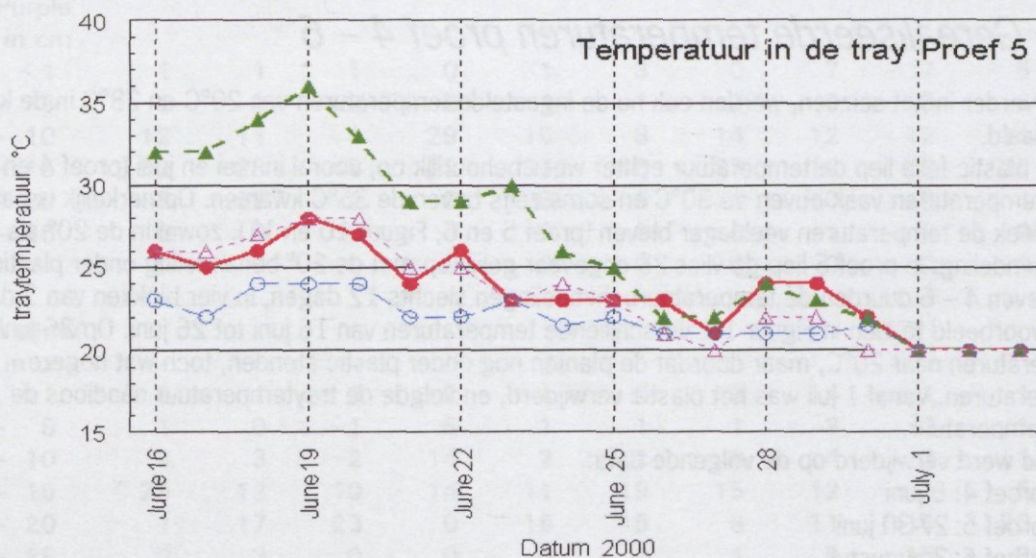
Meestal werd het vliesdoek tegelijk met het plastic verwijderd.



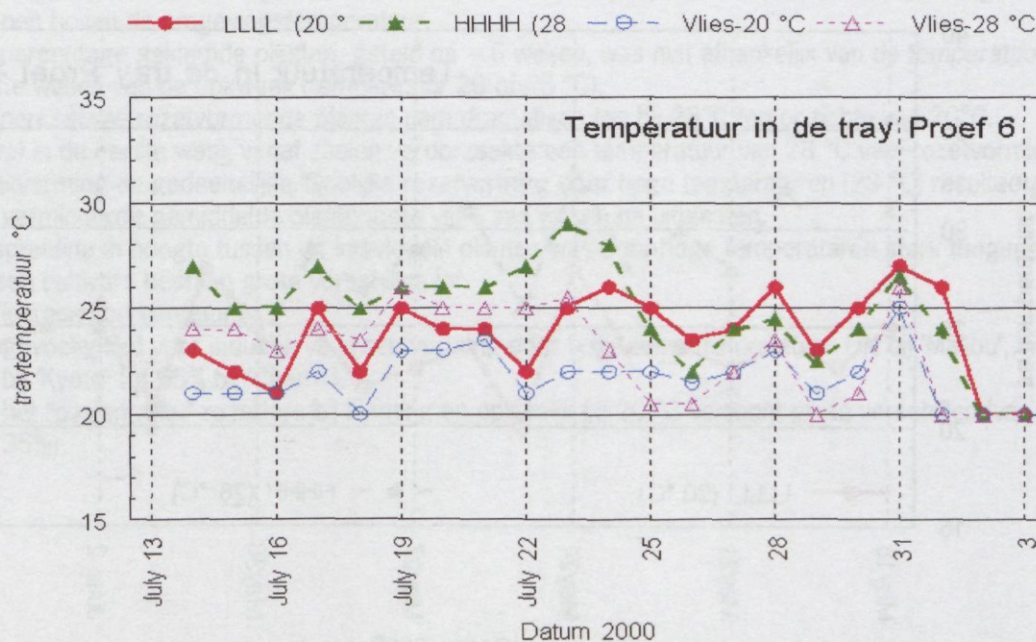
Figuur 9. Temperatuur in de trays in proef 4.

Behandelingen

● LLLL (20 ° ● HHHH (28 ° ○ Vlies-20 ° △ Vlies-28 °



Figuur 10. Temperatuur in de trays in proef 5. Vlies-20 en vlies-28: trays geteeld onder vliesdoek, bij 20° en bij 28°C.



Figuur 11. Temperatuur in de trays in proef 6. Vlies-20 en vlies-28: trays geteeld onder vliesdoek, bij 20° en bij 28°C.

4.2 Plantwaarnemingen proef 4 – 6

4.2.1 Proef 4

4.2.1.1 Kieming

Het kiemingspercentage werd weer niet door de behandelingen beïnvloed. 'Picolo Yellow' kiemde weer beter dan 'Kyoto Purple' (Tabel 9).

4.2.1.2 Rozetvorming

Het percentage planten in rozet was weer het hoogst in de HHHH behandeling, dat is 4 maal 3 dagen 28°C. Pas bij de behandelingen die beginnen met hoge temperatuur worden de verschillen significant (Tabel 9). 'Kyoto Purple' heeft wat meer rozetvorming dan 'Picolo Yellow' (Figuur 12). Het percentage is vergelijkbaar met de vorige proeven.

Opmerkelijk is het helemaal achterwege blijven van rozetters bij de planten die bij 20°C onder vliesdoek waren opgekweekt en het vrij lage percentage bij de 28°C onder vliesdoek (Figuur 12).

Tabel 9. Percentage kieming, percentage zittenblijvers en plantlengte in cm bij de verschillende behandelingen. KP= 'Kyoto Purple', PY= 'Picolo Yellow'. Getallen die, binnen een kolom, gevolgd worden door een verschillende letter zijn statistisch betrouwbaar verschillend ($p \leq 0.05$).

Behandeling	% kieming		% rozetten		plantlengte in cm	
	KP	PY	KP	PY	KP	PY
LLLL.....	80,2	86,5(b)	3,7(a)	6,9(ab)	28,6(b)	17,4(c)
LHLL.....	77,0	87,2(b)	5,6(ab)	6,0(a)	21,0(ab)	19,4(c)
LLHL.....	75,3	87,5(b)	11,1(ab)	10,2(ab)	26,1(b)	17,5(c)
LLLH.....	77,0	86,8(b)	5,6(ab)	6,5(a)	20,7(ab)	16,8(bc)
LHHL.....	74,2	85,3(b)	9,0(ab)	13,4(b)	19,2(ab)	17,5(c)
LLHH.....	76,4	86,8(b)	9,9(ab)	7,4(ab)	21,3(ab)	16,0(bc)
LHHH.....	75,6	63,8(a)	13,0(b)	11,6(ab)	19,9(a)	14,9(b)
HHHH.....	75,1	85,0(b)	37,4(c)	27,8(c)	14,5(a)	12,0(a)
HHHL.....	73,1	89,0(b)	31,5(c)	22,7(c)	15,4(a)	10,9(a)
HHLL.....	76,4	84,5(b)	19,8(b)	13,4(b)	16,3(a)	15,5(bc)
HLLL.....	75,3	88,8(b)	7,7(ab)	18,5(bc)	15,5(a)	18,3(c)

4.2.1.3 Plantlengte

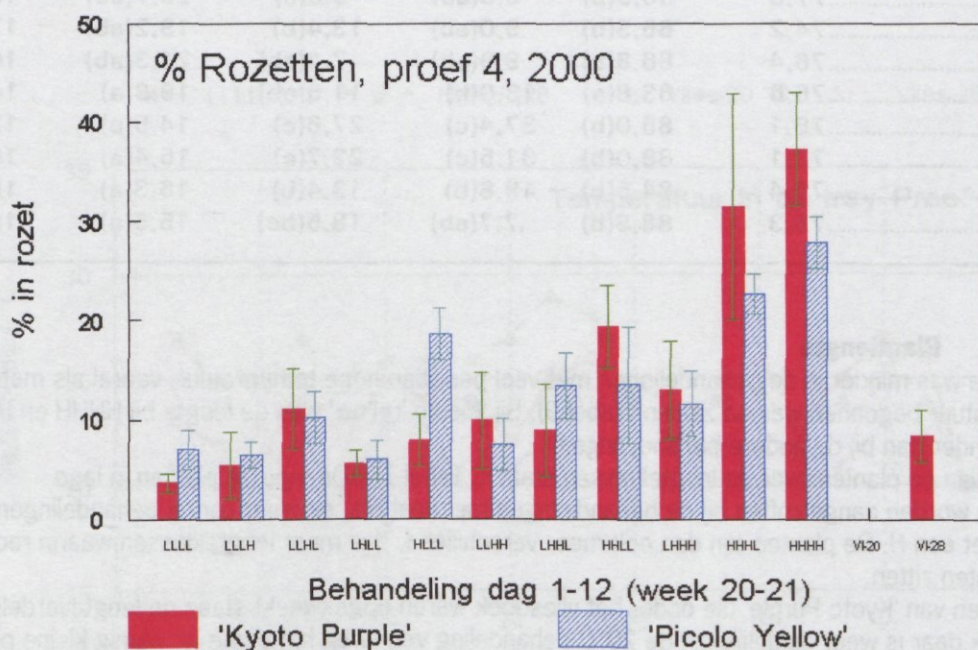
De plantlengte was minder in de behandelingen met veel perioden hoge temperatuur, vooral als meteen met hoge temperatuur begonnen was na zaaien (Tabel 9). Bij 'Picolo Yellow' was de lengte bij HHHH en HHHL significant minder dan bij de andere behandelingen.

De verdeling van de planten over de lengteklassen staat in Tabel 10. De meeste planten in lage lengteklassen worden aangetroffen bij de behandelingen met veel H's, en weer vooral behandelingen beginnend met een H. De planten zijn dan ook meer verschillend, dus meer lengteklassen waarin redelijke aantallen planten zitten.

Voor de planten van 'Kyoto Purple' die onder het vliesdoek waren opgekweekt staan de lengteverdelingen in Tabel 11. Ook daar is weer duidelijk dat de 20°C behandeling verreweg het beste is: weinig kleine planten, en slechts drie lengteklassen vertegenwoordigd (dus relatief homogeen). Ondanks de geringe rozetvorming was de gemiddelde lengte bij 28°C toch beduidend minder dan bij 20°C.

Tabel 10. Lengteverdeling in klassen per cultivar en per behandeling. Maximaal aantal per klasse bij 'Kyoto Purple' 54 en bij 'Picolo Yellow' 36.

Behandelingen	LLLL	LHLL	LLHL	LLLH	LHHL	LLHH	LHHH	HHHH	HHHL	HHLL	HLLL
'Kyoto Purple'											
klassen in cm											
< 1	1	2	1	3	2	0	3	3	6	4	4
1 - 5	1	0	2	0	0	1	2	4	1	4	1
5 - 10	0	0	2	2	4	0	4	3	4	2	5
10 - 15	1	4	1	2	4	5	5	5	6	2	4
15 - 20	7	5	5	5	7	7	6	14	3	7	9
20 - 25	13	22	20	14	11	14	11	6	12	11	11
> 25	13	3	5	10	8	9	5	1	4	6	2
'Picolo Yellow'											
klassen in cm											
< 1	0	0	0	2	0	1	0	3	11	2	2
1 - 5	0	1	0	3	4	4	3	6	5	5	2
5 - 10	4	1	4	3	5	3	7	11	13	3	0
10 - 15	5	3	5	4	6	9	16	14	6	4	2
15 - 20	36	10	16	26	14	29	23	19	12	32	31
20 - 25	9	21	11	16	25	8	5	1	7	8	11
> 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6



Figuur 12. Percentage rozetvormende planten bij 'Kyoto Purple' en 'Picolo Yellow' in proef 4. Rechts in de grafiek staan de resultaten van opkweek van 'Kyoto Purple' onder vliesdoek bij 20 °C (vl-20) en bij 28°C (vl-28). Balken geven de standaarddeviatie.

Tabel 11. De aantallen planten van twee rijtjes van negen stuks uit twee setjes per behandeling, gerubriceerd naar lengteklasse. Het betreft 'Kyoto Purple', opgekweekt onder vliesdoek, bij 12 dagen hoge (28°C) of 12 dagen lage (20°C) temperatuur. Onder de gemiddelden staan de standaarddeviaties.

Klasse	< 1	1 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	> 30	totaal	gem.
behandeling										
20°C vlies	0	0	0	0	2	5	11	0	18	24,6 ±3,2
28°C vlies	0	2	2	1	2	5	5	1	18	19,1 ±9,9

4.2.2 Proef 5

4.2.2.1 Kieming

Het kiemingspercentage was erg hoog, maar weer niet door de behandelingen beïnvloed (Tabel 12). In deze proef werd ook 'Charm White' als extra meegenomen. Ook deze kiemde goed: meer dan 90%.

Tabel 12. Percentage kieming, percentage zittenblijvers en plantlengte in cm bij de verschillende behandelingen. KP= 'Kyoto Purple', PY= 'Picolo Yellow'. Getallen die, binnen een kolom, gevolgd worden door een verschillende letter zijn statistisch betrouwbaar verschillend ($p \leq 0.05$).

Behandeling	% kieming		% zittenblijvers		plantlengte in cm	
	KP	PY	KP	PY	KP	PY
LLLL.....	77,4	90,5	3,1(a)	5,1(ab)	10,9(c)	15,0(bc)
LHLL.....	78,1	91,3	4,6(a)	4,2(a)	12,0(c)	12,8(b)
LLHL.....	76,1	91,0	4,0(a)	12,0(b)	10,8(c)	13,0(bc)
LLHH.....	78,9	91,2	1,5(a)	4,2(a)	12,0(cd)	16,0(c)
LHHL.....	78,4	90,5	8,0(a)	8,8(ab)	11,5(cd)	14,7(bc)
LLHH.....	78,0	90,0	6,8(a)	11,1(b)	12,5(d)	13,5(bc)
LHHH.....	76,6	90,8	5,6(a)	6,5(ab)	12,9(d)	13,5(bc)
HHHH.....	74,3	89,5	27,8(c)	18,5(c)	7,7(ab)	8,8(a)
HHHL.....	77,7	88,5	31,8(c)	20,4(c)	6,8(a)	10,0(ab)
HHLL.....	76,8	90,5	16,4(b)	11,1(b)	8,3(b)	12,3(b)
HLLL.....	76,6	88,7	17,6(b)	8,3(ab)	7,7(ab)	15,6(c)

4.2.2.2 Rozetvorming

Ook het beeld bij de aantallen rozetvormende planten is weer hetzelfde, zij het dat deze keer het percentage over de hele linie wat lager was dan in de vorige proeven (Tabel 12).

De rozetvorming was bij 'Kyoto Purple' significant verhoogd in alle behandelingen die met hoge temperatuur begonnen, en duidelijk het hoogst bij HHHH en HHHL.

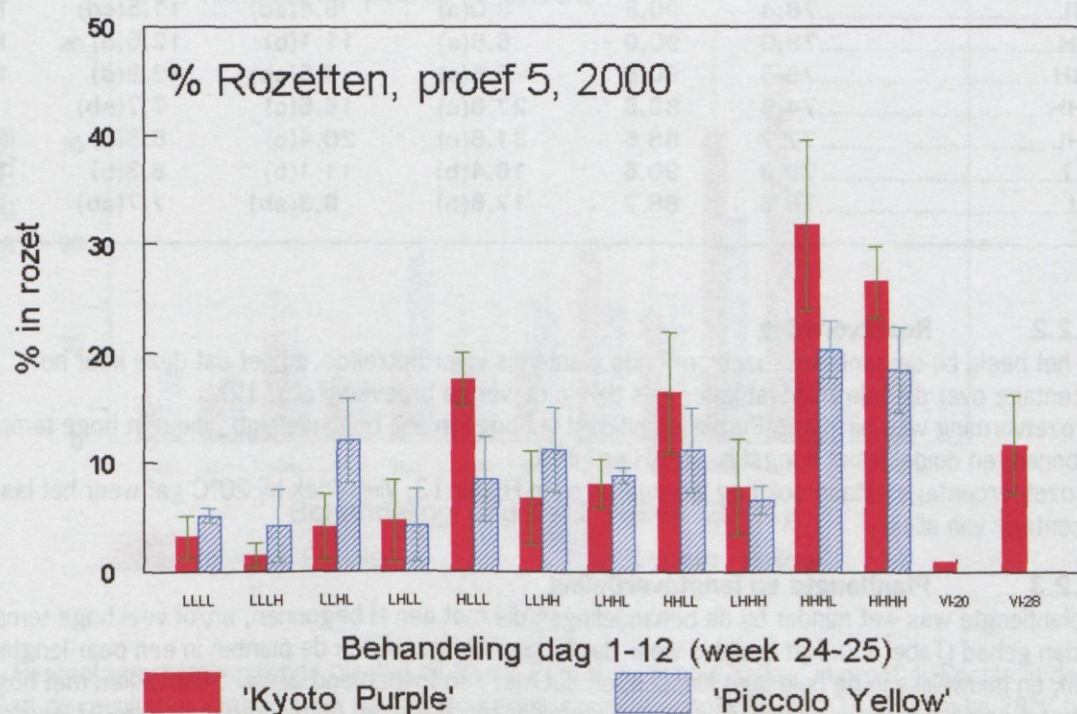
De rozetpercentages staan ook nog weergegeven in Figuur 13. Vliesdoek bij 20°C gaf weer het laagste percentage van alles.

4.2.2.3 Plantlengte en lengteverdeling

De plantlengte was wat minder bij de behandelingen die met een H begonnen, en/of veel hoge temperatuur hadden gehad (Tabel 12). Het beeld is weer dat bij lage temperaturen de planten in een paar lengteklassen zitten, en nauwelijks in de hele lage klassen, en dat met een toenemend aantal tijdsblokken met hoge temperatuur steeds meer planten in de lage lengteklassen zitten, en de planten over meer klassen verspreid raken (Tabel 13).

Tabel 13. Lengteverdeling in klassen per cultivar en per behandeling. Max. aantal per klasse bij 'Kyoto Purple' 54 en bij 'Piccolo Yellow' 36.

Behandelingen	LLLL	LHLL	LLHL	LLLH	LHHL	LLHH	LHHH	HHHH	HHHL	HHLL	HLLL
'Kyoto Purple'											
klassen in cm											
< 1	3	1	2	1	5	2	0	13	16	4	5
1 - 5	1	1	2	3	1	1	2	6	8	6	7
5 - 10	12	10	17	13	13	7	10	15	12	27	27
10 - 15	36	39	30	28	24	38	28	15	18	17	15
15 - 20	2	3	3	9	11	6	14	5	0	0	0
20 - 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
'Piccolo Yellow'											
klassen in cm											
< 1	1	3	2	0	0	7	2	9	8	1	0
1 - 5	0	3	3	1	1	1	2	1	3	4	1
5 - 10	3	5	4	2	10	3	7	10	6	6	8
10 - 15	12	8	12	10	6	4	7	11	9	14	6
15 - 20	16	14	14	19	15	17	14	5	10	10	14
20 - 25	4	3	1	4	4	4	4	0	0	1	7
> 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Figuur 13. Percentage rozetvormende planten bij 'Kyoto Purple' en 'Picolo Yellow' in proef 5. vl-20 = opgekweekt onder vliesdoek bij 20°C, vl-28: bij 28°C. Balken geven de standaarddeviatie.

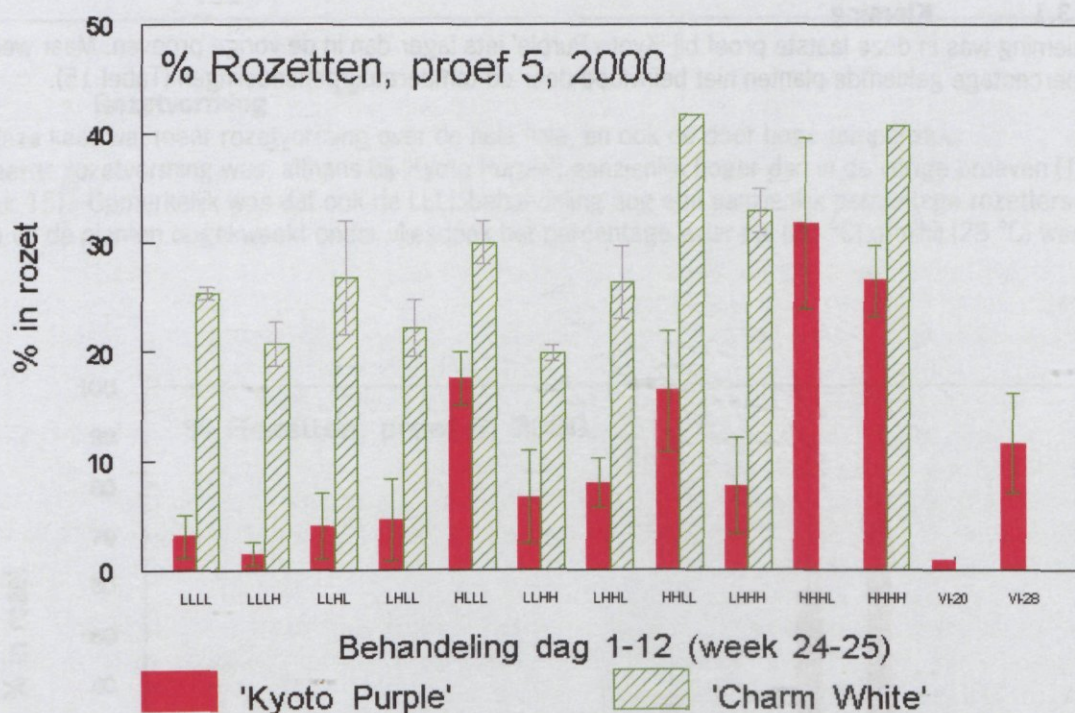
4.2.2.4 Cultivarverschillen

Op grond van de gevonden verschillen in proef 1 is in proef 5 nogmaals 'Charm White' ter oriëntatie meegenomen.

Kiemde deze cultivar in proef 1 heel slecht, nu was de kieming uitstekend (> 90%).

Was de kieming deze keer heel anders dan in de eerste proef met 'Charm White', dat was niet het geval met de rozetvorming: net als in proef 1 was die weer erg hoog (figuur 14), en ook het basisniveau bij LLLL was nog 25%.

De gemiddelde lengte was significant lager bij HHHH en HHLL (Tabel 14), en de verdeling verschoof in deze behandelingen weer naar de lagere lengteklassen.



Figuur 14. Percentage rozetvormende planten bij 'Kyoto Purple' en 'Charm White' in proef 5.

Tabel 14. Verdeling van de planten van 'Charm White' over de lengteklassen, en de gemiddelde lengte bij de verschillende behandelingen. In de laatste rij zijn de gemiddelde lengten verschillend als ze gevolgd worden door een verschillende letter ($p \leq 0,05$).

Behandeling	LLLL	LHLL	LLHL	LLLH	LHHL	LLHH	LHHH	HHHH	HHLL	HLLL
Lengteklassen (cm)										
<1	2	6	6	5	8	6	7	13	14	5
1 - 5	4	1	5	3	3	0	6	4	5	2
5 - 10	4	5	6	6	5	6	5	12	9	16
10 - 15	13	13	13	8	10	5	8	5	6	7
15 - 20	11	11	6	13	10	16	9	2	2	6
20 - 25	2	0	0	1	0	3	1	0	0	0
Gemiddeld	12,3 (bc)	11,1 (bc)	9,8 (b)	11,5 (bc)	10,2 (bc)	12,9 (c)	10,3 (bc)	5,9 (a)	5,7 (a)	9,0 (b)

4.2.3 Proef 6

4.2.3.1 Kieming

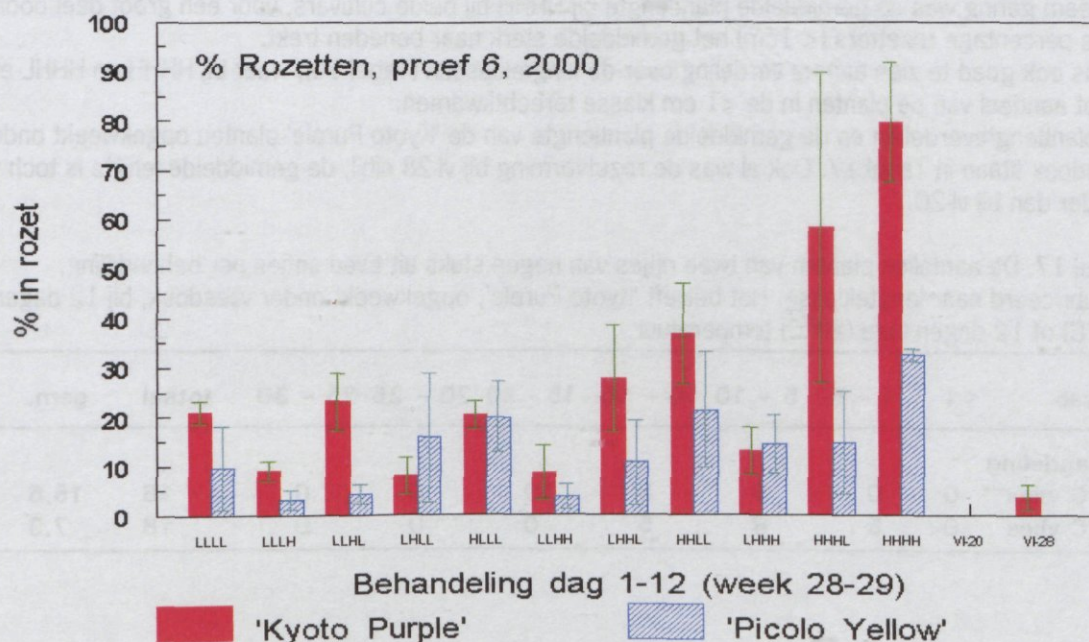
De kieming was in deze laatste proef bij 'Kyoto Purple' iets lager dan in de vorige proeven. Maar weer werd het percentage gekiemde planten niet beïnvloed door de temperatuurbehandelingen (Tabel 15).

Tabel 15. Percentage kieming, percentage zittenblijvers en plantlengte in cm bij de verschillende behandelingen. KP= 'Kyoto Purple', PY= 'Picolo Yellow'. Getallen die, binnen een kolom, gevolgd worden door een verschillende letter zijn statistisch betrouwbaar verschillend ($p \leq 0.05$).

Behandeling	% kieming		% zittenblijvers		plantlengte in cm	
	KP	PY	KP	PY	KP	PY
LLLL.....	65,8	85,8	21,0(ab)	9,7(ab)	4,6(bc)	10,2(cd)
LHLL.....	58,6	88,2	8,0(a)	15,7(ab)	8,5(e)	6,9(b)
LLHL.....	61,9	66,2	23,1(ab)	4,2(a)	4,2(bc)	8,5(bc)
LLLH.....	74,7	52,8	9,0(ab)	3,2(a)	7,7(e)	12,3(d)
LHHL.....	81,3	86,0	27,8(b)	6,5(ab)	3,7(bc)	9,3(c)
LLHH.....	77,7	83,5	8,6(a)	3,7(a)	8,1(e)	11,0(cd)
LHHH.....	75,8	79,7	13,0(ab)	14,4(ab)	6,3(d)	9,7(c)
HHHH.....	64,7	89,8	79,6(d)	32,4(b)	1,4(a)	2,9(a)
HHHL.....	67,0	88,3	58,3(c)	14,8(ab)	4,6(c)	7,3(bc)
HHLL.....	74,6	77,2	36,7(b)	21,3(b)	3,5(b)	6,7(b)
HLLL.....	65,9	82,7	20,4(ab)	19,9(b)	6,1(d)	8,3(bc)

4.2.3.2 Rozetvorming

Er was deze keer wat meer rozetvorming over de hele linie, en ook de door hoge temperatuur geïnduceerde rozetvorming was, althans bij 'Kyoto Purple', aanzienlijk hoger dan in de vorige proeven (Tabel 15, Figuur 15). Opmerkelijk was dat ook de LLLL-behandeling nog een aanzienlijk percentage rozetters gaf, maar dat bij de planten opgekweekt onder vliesdoek het percentage weer nul (20 °C) of nihil (28 °C) was.



Figuur 15. Percentage rozetvormende planten bij 'Kyoto Purple' en 'Picolo Yellow' in proef 6. vl-20 en vl-28: opgekweekt bij 20 en 28 °C onder vliesdoek. Balken geven de standaarddeviatie.

Tabel 16. Lengteverdeling in klassen per cultivar en per behandeling. Aantal per klasse bij 'Kyoto Purple' 54 en bij 'Picolo Yellow' 36.

Behandelingen	LLLL	LHLL	LLHL	LLLH	LHHL	LLHH	LHHH	HHHH	HHHL	HHLL	HLLL
'Kyoto Purple'											
klassen in cm											
< 1	5	4	6	1	13	2	6	40	15	17	5
1 - 5	29	6	33	9	26	8	13	12	24	25	14
5 - 10	20	24	15	34	12	32	28	2	5	11	33
10 - 15	0	20	0	10	3	12	7	0	9	1	2
15 - 20	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
20 - 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.....											
'Picolo Yellow'											
klassen in cm											
< 1	3	4	4	1	1	4	1	12	9	5	7
1 - 5	5	12	4	3	7	0	7	16	6	11	5
5 - 10	6	12	14	7	12	10	8	8	11	10	9
10 - 15	17	8	14	13	14	18	17	0	5	8	10
15 - 20	5	0	0	12	2	4	3	0	5	2	5
20 - 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.2.3.3 Plantlengte en lengteverdeling

De plantlengte was op het moment van waarnemen wat minder dan in de vorige proeven (Tabel 15). Extreem gering was de gemiddelde plantlengte bij HHHH bij beide cultivars, voor een groot deel doordat het hoge percentage rozetters (< 1cm) het gemiddelde sterk naar beneden trekt.

Dat is ook goed te zien aan de verdeling over de lengteklassen (Tabel 16), waar bij HHHH en HHHL een heel groot aandeel van de planten in de <1 cm klasse terecht kwamen.

De plantlengteverdeling en de gemiddelde plantlengte van de 'Kyoto Purple' planten opgekweekt onder vliesdoek staan in Tabel 17. Ook al was de rozetvorming bij vl-28 nihil, de gemiddelde lengte is toch veel minder dan bij vl-20.

Tabel 17. De aantallen planten van twee rijtjes van negen stuks uit twee setjes per behandeling, gerubriceerd naar lengteklasse. Het betreft 'Kyoto Purple', opgekweekt onder vliesdoek, bij 12 dagen hoge (28°C) of 12 dagen lage (20°C) temperatuur.

Klasse	< 1	1 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	totaal	gem.	sd
behandeling										
20°C vlies	0	0	0	8	10	0	0	18	15,6	±2,3
28°C vlies	0	5	8	5	0	0	0	18	7,3	±3,8

4.3 Conclusies proef 4 – 6

- Bij het gebruik van vliesdoek in plaats van plastic loopt de traytemperatuur veel minder op
- Bij een omgevingstemperatuur van 28°C ligt de temperatuur in de trays met vliesdoek daar duidelijk

onder (~25 °C). Bij een kasttemperatuur van 20°C ligt de temperatuur onder het vliesdoek iets hoger (22-23°C) dan de omgevingstemperatuur.

- Onder plastic liggen de temperaturen in de tray meestal fors boven de omgevingstemperatuur.
- Het percentage gekiemde planten, geteld na ~6 weken vanaf zaaien, was niet afhankelijk van de temperatuur in de eerste 12 dagen van de opkweek (20°C of 28°C).
- Het percentage gekiemde planten verschilde tussen cultivars, en varieerde enigszins tussen de proeven.
- Het percentage rozetvorming nam dramatisch toe bij een opkweek bij 28°C ten opzichte van bij 20°C
- Vooral in de eerste drie dagen vanaf zaaien veroorzaakte een temperatuur van 28°C veel rozetvorming. Maar ook de dagen vier tot zes en zeven tot negen hebben nog veel effect.
- Rozetvorming en gedeeltelijke rozetvorming nemen toe met hoge temperaturen.
- Er was variatie in de mate van rozetvorming tussen de verschillende proeven.
- Door hoge temperaturen in de opkweek nam de gemiddelde planthoogte af, deels door het grote aandeel rozetters, maar ook door een vertraagde groei bij niet rozettende planten (partiële inductie van rozetvorming?).
- Door hoge temperaturen in de opkweek nam de spreiding in planthoogte tussen individuele planten toe (het gewas wordt minder homogeen).
- Dit werd zelfs waargenomen bij vergelijking van opkweek onder vliesdoek bij 28°C met 20°C, terwijl bij geen van beide noemenswaardige rozetvorming optrad (proef 6).
- Tussen cultivars bestaan grote verschillen in:
 - kiemingspercentage
 - gevoeligheid voor de inductie van rozetvorming door hoge temperaturen
 - het "basisniveau" rozetters bij kieming en opkweek bij 20°C vertoont grote verschillen (van 0% tot ~25% in proef 5)

5 Discussie

Rozetters vormen een belangrijke schadepost in de teelt van *Lisianthus*. De planten die in rozet blijven zijn verloren voor de oogst, leveren dus niets op terwijl ze als jonge plant wel zijn betaald. Maar daarnaast is er ook nog een groot aantal planten dat niet in rozet blijft zitten, maar toch erg achter blijft. Dit is goed te zien in de figuren en tabellen die de lengteverdeling van de planten weergeven (figuren 6 en 7, tabellen 4, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17): naarmate er meer en vroeger hoge temperaturen waren gegeven troffen we meer planten <1cm (echte rozetters), maar ook relatief meer in de groepen 1-5 cm en soms 5-10 cm. Deze planten waren dus niet echt in rozet gegaan / gebleven, maar wel erg achterop geraakt. Een deel daarvan zal zover achterop zijn dat ze nooit meer mee kunnen komen met de oogstbare planten, deels doordat ze in de schaduw terechtkomen en daardoor nog eens extra achterraken, deels omdat ze gewoon te laat komen. Dat van de wel acceptabele planten trouwens de heterogeniteit toeneemt, waardoor ook de oogst langer zal duren, is op zichzelf al een groot nadeel.

Wanneer zijn de zaden / kiemplanten het gevoeligst voor hoge temperatuur? Uit de proeven van vorig jaar (Blacqui re *et al.*, 2001) bleek dat de eerste heft van de opkweek het belangrijkste was, na vier weken deed de temperatuur er niet meer zo toe.

De proeven van dit jaar laten duidelijk zien dat het op de eerste van die vier weken aankomt, en nog iets op de tweede (proef 1-3). Dit klopt heel goed met de literatuur uit Japan (Ohkawa *et al.*, 1993), waar ook de eerste twee weken genoemd werden.

Toen duidelijk was dat de gevoeligheid in week 1 > week 2 > week 3 en 4, werd nu binnen week 1 en 2 gekeken of daar nog verschil bestond. Uit proef 4-6 bleek dat dag 1-3 heel belangrijk was, 4-6 ook nog groot effect had, en 6-9 minder. Ohkawa *et al.* (1991) concludeerden dat na drie dagen de zaden / kiemplanten gevoelig werden voor hoge temperatuur. Uit onze proeven blijkt echter dat die eerste drie dagen ook al heel belangrijk zijn.

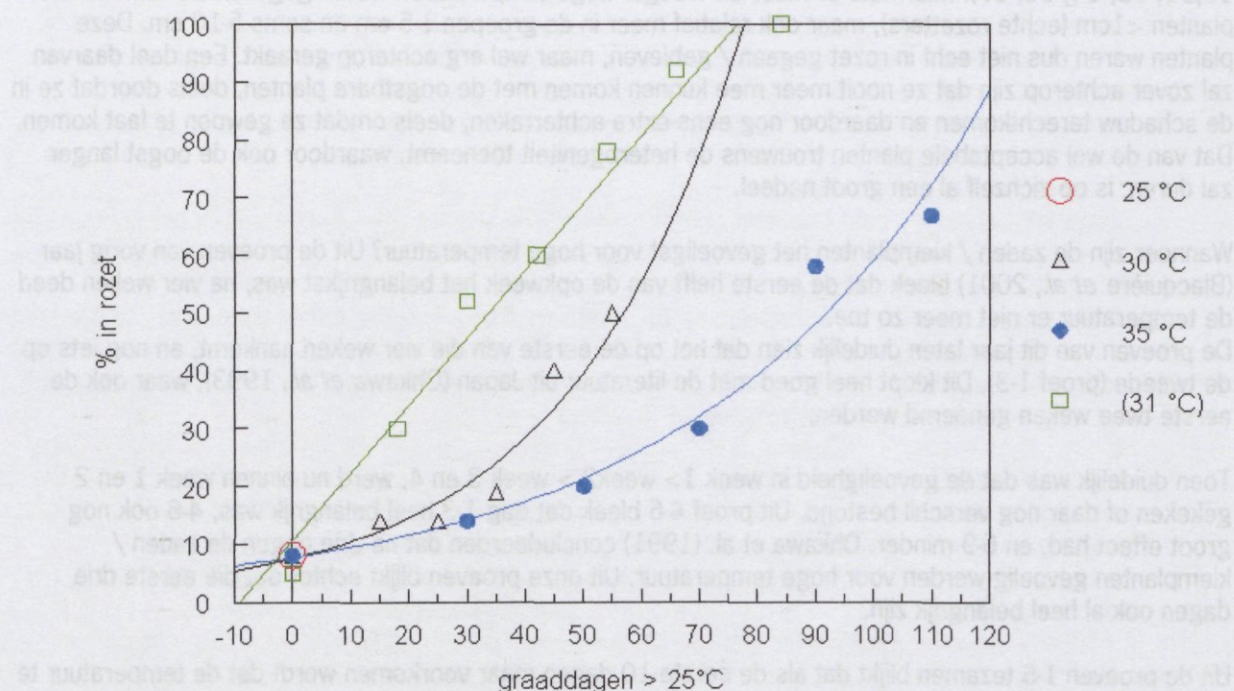
Uit de proeven 1-6 tezamen blijkt dat als de eerste 10 dagen maar voorkomen wordt dat de temperatuur te hoog oploopt, het risico van rozetvorming bijna volledig vermeden wordt. Kanttekening daarbij is dat dit niet opgaat voor extreem rozetgevoelige cultivars, waarbij zelfs dan nog een hoog percentage rozetters gevonden wordt.

Jammer is dat uit onze proeven het effect van de temperatuur op rozetvorming niet goed te kwantificeren is. Want al werd de ingestelde temperatuur in de kas exact gerealiseerd, de eerste twee weken, zolang de trays nog onder het plastic stonden, liep overdag de temperatuur wel op. En daardoor natuurlijk ook de gemiddelde etmaaltemperatuur. Hoeveel is helaas niet exact bekend, omdat de dagtemperatuur maar twee keer per dag werd gemeten.

In een proef in Japan (Ohkawa *et al.*, 1991) was wel heel keurig bekend hoeveel graden het precies was geweest, want deze was uitgevoerd in klimaatkamers. Bij een temperatuur van 25 C continu bleek 92% te gaan schieten, dus slechts 8% in rozet te gaan. Andere behandelingen waren kieming/opkweek bij 30  en bij 35 C. Vervolgens werd iedere drie dagen een deel van deze zaden/planten overgebracht naar een kas met een dag/nacht temperatuur van 25 /20 C.

Bij 25 C bleef het percentage rozetters hetzelfde, of de planten er nu 3, 5, 7, 9 of 11 dagen bleven: 8%. Als we dan een temperatuur van 25  als net veilig beschouwen, dan kunnen we 30 C als 5  te hoog, en 35 C als 10  te hoog aanmerken. We verwachten dat bij 35  het effect dan evenredig hoger is dan bij 30  (bijvoorbeeld 2 keer zo hoog). Maar ook als we twee dagen 30  geven, hebben $2 \times 5^\circ = 10^\circ$ verzameld, en verwachten we bijv. $2 \times$ het effect van 1 dag 30 . Dit betekent dat we rekenen met "graad-dagen > 25". Wanneer de resultaten van de proef van Ohkawa worden uitgezet: graad-dagen > 25 tegen het percentage zittenblijvers, ziet het resultaat er heel kwantitatief uit (Figuur 16). Toch is er een duidelijk verschil tussen de respons bij 30  en 35 C: het ziet er naar uit dat boven een bepaald niveau de temperatuur geen extra effect meer heeft. De reactie op 30  is sterker dan op 35 C. Bovendien lijkt de factor tijd een eigen rol te spelen: naarmate het langer duurt gaat het percentage rozetters sneller stijgen: vandaar dat de curve exponentieel verloopt. Weer anders is het verband in experiment 3 van Ohkawa: de curve is rechtlijnig. Dit

was een experiment in de kas, met dag/nacht temperaturen van 32/28°C. In deze grafiek is gerekend met een etmaaltemperatuur van 31°C, wat is aangenomen als gemiddelde. Mocht dat niet helemaal correct zijn, dan zou de grafiek wat verschuiven, maar het lineaire karakter blijft. Helaas is aan onze eigen resultaten niet een dergelijke berekening te maken, omdat de temperatuurgegevens niet zo goed zijn bijgehouden.



Figuur 16. Het aantal graaddagen boven de 25°C, uitgezet tegen het percentage rozetters, in de experimenten van Ohkawa *et al.*, 1991. Δ : opgekweekt bij 30°C; $\bullet$: opgekweekt bij 35°C. $\square$: planten uit experiment 3: opgekweekt in de kas bij 32/28°C dag/nacht; gerekend met een etmaaltemperatuur van 31°C.

Dat 25°C als de grens voor een veilige temperatuur kan gelden, lijkt ook goed te kloppen met de gegevens uit proef 6 met vliesdoek: de 28°-behandeling bleef de eerste 9 dagen net onder de 25°C, en had ~0% rozetters. Hier betreft het wel alleen (de steekproef uit) de dagtemperatuur, 's nachts is niet geregistreerd. Er werd ook een effect van het seizoen waargenomen. Toen in proef 6 de eerste opkweekweken gepasseerd waren, verwachtten we dat het percentage zittenblijvers in die proef lager zou uitvallen dan in de voorgaande proeven, omdat de temperaturen wat lager waren uitgevallen (vergelijk bijvoorbeeld figuur 11 met figuur 10). Het bleek echter juist andersom uit te pakken: de percentages waren veel hoger. Allerlei factoren kunnen daarbij een rol hebben gespeeld: de teelttemperatuur na uitplanten, de afnemende daglengte: in september neemt die sterk af, en ligt al rond de 13 uur, wat voor de meeste *Eustoma* cultivars al op de grens van kortedag zit (Blacqui re *et al.*, 1997). Harbaugh (1995) adviseert langedag toe te passen als vanwege hoge temperaturen meer rozetters worden verwacht. Ook de hoeveelheid licht neemt af in september, nog versterkt door het aanwezige krijt op het glasdek. Ook in de eerder proeven bleek dat het percentage zitters hoger werd als de kas gekrijt was (Blacqui re *et al.*, 2001).

Dat moeizame kieming en neiging tot rozetvorming gekoppeld zou kunnen zijn is een voor de hand liggende gedachte: zowel bij zaadkieming als bij het schieten en strekken van een plantje spelen gibberellinen een belangrijke rol. 'Kyoto Purple' is een lastige en vrij trage kiemer, en geeft veel rozetten, 'Malibu White' kiemt

heel gemakkelijk en snel, en geeft geen rozetten. Maar binnen de cultivar 'Charm White' bleek dit mogelijke verband alvast niet op te gaan: in proef 1 was een zeer slechte kieming gekoppeld aan een hoge rozetvorming, maar de extreem goed kiemende zaadpartij die gebruikt werd in proef 5 gaf nog steeds een heel hoog percentage rozetten.

Overigens geeft de hele vroege gevoeligheid voor hoge temperaturen, en de rol die gibberellinen spelen bij vernalisatie, tezamen met de door Pergola *et al.* (1998) gerapporteerde effecten van koudebehandeling van zaden, wel aanleiding de mogelijkheden van het voorbehandelen van zaden met gibberellinen te onderzoeken.

Uit de experimenten van de afgelopen jaren is zonneklaar gebleken dat hoge temperaturen in het begin van de opkweek rozetvorming induceren, en dat de meeste cultivars nauwelijks rozetvorming vertonen mits de temperaturen in die periode goed in de hand gehouden worden. Gelukkig is maar een korte tijd zo cruciaal, wat op zich mogelijkheden biedt voor de vermeerderders om de eerste periode in een speciale aparte geklimatiseerde ruimte te doen.

Nog niet duidelijk is of het om de etmaaltemperatuur of om de dagtemperatuur of eventueel zelfs de pieken daarin gaat. En ook de exacte temperatuur (-som) waarbij / boven het misgaat zou nog moeten worden vastgesteld. Zitten er mogelijkheden een hete dag 's nachts te compenseren? Hoe zit het met de opbouw van de rozet-inductie als hete dagen gevolgd worden door (een aantal) koele? Dus de aanbevelingen voor vervolgonderzoek (willekeurige volgorde):

- zaadpriming met gibberellinen gecombineerd met kiemings en strekkingsonderzoek
- dag-, nacht- of etmaaltemperatuur, of zelfs maximum pieken?
- welke temperatuur (-som) is de grens?
- opbouw temperatuursom over meer of minder dagen?

Literatuur

- Blacqui re, T. & Bakker, J.A., 1997. Winterbloei *Eustoma* mogelijk met assimilatiebelichting. Vakblad v.d. Bloemisterij, 14, 54-55.
- Blacqui re, T., Bakker, J.A. & Durieux, A. 1997. Langedag vervroegt bloei *Eustoma*. Vakblad v.d. Bloemisterij, 13, 60-61.
- Blacqui re, T., Durieux, A. & van Dulmen, M., 1997. Nachtonderbreking vervroegt bloei *Eustoma*. Vakblad v.d. Bloemisterij, 15, 56-57.
- Blacqui re, T., Maaswinkel, R.H.M., Straver, N.A., Zwinkels, C. & Schrama, P. M.M., 2001. Het effect van de kiem- en opweektemperatuur op de teelt van *Lisianthus* (*Eustoma russellianum*), en de effecten van de teelttemperatuur, van schermen en van assimilatiebelichting. Rapport PBG nr. 328, 47 pagina's.
- Fauchier, P. 1992. Le *Lisianthus*, une fleur   d couvrir. Revue Horticole 323, 38-47.
- Fukuda, Y., Ohkawa, K., Kanematsu, K. & Korenaga, M. 1994. Classification of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cultivars on rosette characteristics based on the bolting ratios after a high temperature treatment. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 62, 845-856. (Japans met Engelse samenvatting en figuren).
- Harbaugh, B.K. & Scott, J.W., 1998. Six heat-tolerant cultivars of *Lisianthus*. HortScience 33, 164-165.
- Harbaugh, B.K. 1995. Flowering of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cultivars influenced by photoperiod and temperature. HortScience 30, 1375-1377.
- Hetterscheid, W.L.A., 1995. *Eustoma*/*Lisianthus*: naamgeving op z'n smalst. Vakblad v.d. Bloemisterij, 28, 36-39.
- Krogt, Th. van der, 1985. *Eustoma russellianum*. Teeltproeven *Eustoma* als snijbloem. Rapport PBN 36.
- Ohkawa, K., Kano, A., Kanematsu, K. & Korenaga, M. 1991. Effects of air temperature and time on rosette formation in seedlings of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. Scientia Horticulturae 48, 171-176.
- Ohkawa, K., Korenaga, M. & Yoshizumi, T. 1993. Influence of temperature prior to seed ripening and at germination on rosette formation and bolting of *Eustoma grandiflorum*. Scientia Horticulturae 53, 225-230.
- Ohkawa, K., Yamaguchi, S., Miyoshi, M. & Yamazaki, A. 1996. Forcing rosetted *Eustoma grandiflorum* seedlings by low temperatures. Environmental Control in Biology 34, 45-52. (Japans met Engelse samenvatting en figuren).
- Ohkawa, K., Yoshizumi, T., Korenaga, M. & Kanematsu, K. 1994. Reversal of heat-induced rosetting in *Eustoma grandiflorum* with low temperatures. HortScience 29, 165-166.
- Pergola, G., 1992. The need for vernalization in *Eustoma russellianum*. Scientia Horticulturae 51, 123-127.
- Pergola, G., Incrocci, L., & Serra, F., 1998. Interazione di trattamenti a bassa temperatura sui semi e su piantine di *Eustoma russellianum*: effetti sullo sviluppo e sulla fioritura delle piante. Italus-Hortus 5: (3), 25-29.
- Roh, M.S., Halevy, A.H. & Wilkins, H.F., 1989. *Eustoma grandiflorum*. In: A.H. Halevy (Ed.): CRC Handbook of Flowering VI, 322-327. CRC Press, Boca Raton, Florida.