



PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING

WAGENINGEN UR

Fasegestuurde rozenteelt

Effecten van temperatuur, licht, CO₂, EC en luchtvochtigheid op de lengte en synchronie van drie onderscheiden ontwikkelingsfases.

Barbara Eveleens, Nieves García, Dave Kouwenhoven, Ton van der Wurff en Hendrik-Jan van Telgen

© 2004 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



PPO-Projectnummers: 41300062, 41304019, 41313008.
PT-nummers: 11424 en 11811

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

VOORWOORD	4
1 SAMENVATTING.....	5
2 INLEIDING	7
2.1 Achtergrond	7
2.2 Lijst van gebruikte termen en definities	8
3 OPZET VAN DE PROEVEN.....	9
3.1 Fase-indeling en definiëring	9
3.2 Uitvoering	10
3.3 Waarnemingen.....	11
3.4 Dataverwerking en statistiek	11
4 EFFECTEN TEMPERATUUR EN LICHT PER FASE	12
4.1 Uitlooffase.....	12
4.1.1 Effect van temperatuur op scheutlengte aan het eind van de uitlooffase	12
4.1.2 Verband tussen lengte na uitlooffase en ontwikkelingstijd tot zichtbare knop.....	13
4.1.3 Effect uitlooptemperatuur op cyclusduur, lengte en gewicht van bloemstelen bij oogst.....	14
4.1.4 Effect van licht tijdens de uitlooffase	15
4.1.5 Effect van plantdichtheid op de uitloop	15
4.2 Streckingsfase	15
4.2.1 Effect van temperatuur in strekkingsfase op groeisnelheid en taklengte	15
4.2.2 Effect van licht tijdens de strekkingsfase	16
4.2.3 Effect van omstandigheden tijdens strekkingsfase op eindkwaliteit en cyclusduur	17
4.2.4 Effect van plantdichtheid op de strekking	19
4.3 Rijpingsfase.....	19
4.3.1 Effect van temperatuur en licht op bloemkwaliteit en cyclusduur	20
4.3.2 Effect van verschillende dag-nachttemperaturen	21
4.3.3 Effect van plantdichtheid op de rijping	22
5 EFFECT VAN EC, CO ₂ EN VOCHT	23
5.1 Uitvoering	23
5.2 Resultaten.....	23
5.3 Conclusie.....	26
6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	27
BIJLAGE 1	30
BIJLAGE 2.....	32

Voorwoord

Het onderzoek is op kritische en deskundige wijze begeleid door een **Begeleidings Commissie Onderzoek**, bestaande uit de rozentelers Jan van Os, Thijs Van der Berg, Gerri Sol, Sjaak van de Hulst, de gewasmanager roos van LTO groeiservice Matthijs Beelen en DLV rozenvoorlichter Ben Hartog. De auteurs bedanken hen voor hun inzet en de vele overleguren op ongebruikelijke tijden.

Samenvatting

Voor u ligt het verslag van de resultaten van drie projecten rond het thema faseafhankelijke rozenteelt. Het eerste project liep van maart 2002 tot 30 juni 2003 (PPO-project 41300062) en werd verlengd van juni 2003 tot maart 2004 (PPO-project 41304019) en van maart 2004 tot en met december 2004. In de periode maart 2002 tot en met oktober 2004 zijn in totaal 23 groeicycli of sneeën van een rozengewas van de cultivar 'First Red' in klimaatkassen nauwkeurig bestudeerd en zowel als afzonderlijke proef als geheel geanalyseerd.

Doel was om in een zo synchroon mogelijk gewas de invloed van licht, temperatuur, CO₂, EC en vochtdeficiet op elk van drie onderscheiden ontwikkelingsfasen (uitloop, strekking en rijping) te onderzoeken. Elke groeicyclus (zie definities in hoofdstuk 2 en 3) kan beschouwd worden als een proef. De proeven werden uitgevoerd met ministruiken met slechts twee bloeiende bloemtakken, die telkens in vrijwel dezelfde ontwikkelingsfase verkeren.

Proeffactoren waren het belichtingsniveau (4.000 of 10.000 lux), de temperatuur (variërend tussen 18°C en 26°C), EC (vast 1.6 t.o.v. oplopend 0.7 - 1.2 - 1.7), CO₂ (vast 1000 ppm t.o.v. oplopend 700 - 1000 - 1400 ppm) en als laatste (eenmalig), het VD of vochtdeficiet (2 of 7, alleen in de uitlooffase). Scheutlengte tijdens de groei, de taklengte en takgewicht bij de oogst en de cyclusduur zijn bij elke nieuwe groeicyclus waargenomen. Incidenteel zijn ook metingen verricht van drogestof gehalte, knoplengte en knopdiameter bij de oogst, en de houdbaarheid. Om de vele proeven (cycli) met elkaar te kunnen vergelijken waar het ging om de effecten van de temperatuur, is gebruik gemaakt van het concept "temperatuursom", dat uitgedrukt wordt in "graaddagen" (dagen x temperatuur).

In dit onderzoek is de **hypothese**, dat de verschillende fasen gevoelig zijn voor verschillende omstandigheden, bevestigd. Uitloop en strekking zijn vooral gevoelig voor temperatuur, rijping vooral voor licht. De fase-overgang luistert zeer nauw. Daarnaast is er heel veel kennis opgedaan over de manier waarop deze en andere teeltfactoren elke groeifase beïnvloeden.

De duur van de **uitlooffase** bleek volledig afhankelijk te zijn van de temperatuur. Hoe hoger de temperatuur, hoe sneller de uitlooffase voltooid was. Met een temperatuursom van 200 graaddagen kan de uitlooffase als voltooid worden beschouwd. Aanbevolen wordt dit te realiseren met een temperatuur van $\pm 25^{\circ}\text{C}$ gedurende ± 8 dagen. De scheutlengte na de uitlooffase bleek afhankelijk van de ontvangen temperatuursom. Bij hogere temperatuursommen is de scheutontwikkeling al overgegaan in de strekkingsfase, waarbij hoge teelttemperaturen een negatief effect hebben op homogeniteit en de taklengte en gewicht bij de oogst.

Door de goede correlatie tussen de lengte van de tak aan het einde van de uitlooffase en de daarna benodigde tijd tot zichtbare knop, is de lengte aan het einde van de uitlooffase een goed moment en criterium om planten te sorteren t.b.v. het uniformeren van partijen.

Het belichtingsniveau bleek in deze proeven geen rol van betekenis te spelen in de uitlooffase: laag licht (4.000 lux) gaf even goede uitloop als hoog licht (10.000 lux). Ook blijkt dat de knopabortie bij de hier gebruikte cultivar niet beïnvloed wordt door lage belichtingsintensiteit tijdens deze fase.

Een RV van 82-85% (VD = 2.0) bij 25°C gaf een veel betere uitloop (in termen van aantallen, snelheid, lengte en gewicht), dan een lage luchtvochtigheid (66-70%; VD = 7.0) of een RV van 82-85% bij 21°C.

Een lage EC in de uitlooffase (0.7) gaf in termen van snelheid en lengte dezelfde uitloop als hoge EC (1.6); een lage CO₂ concentratie (700 ppm) gelijke uitloop als een hogere (1000 ppm) concentratie.

De **strekkingfase** bleek ook sterk temperatuurafhankelijk. Deze fase is bij het zichtbaar/pakbaar worden van de bloemknop, dat is na ± 480 graaddagen, voltooid. De groeisnelheid van de tak is het grootst tijdens deze groeifase. Bij de lage belichtingsniveaus in deze fase trad tussen november en februari veel

bloemknopabortie op, wat aangeeft dat waarschijnlijk lichtgebrek verantwoordelijk is voor het optreden van loos. Buiten de periode november - februari had laag licht tijdens deze fase geen invloed op de eindkwaliteit van de bloemtak, omdat door hogere natuurlijke buitenlichtniveaus de in totaal ontvangen lichtsom hoog genoeg wordt. Beneden een kritische daglichtsom van $11 \text{ Mol/m}^2/\text{dag}$ neemt het aantal benodigde graaddagen voor het voltooiën van deze fase toe.

Er is geen effect gevonden van gefaseerde voeding en CO_2 -concentraties hoger dan 700 ppm (oplopend met de groeifases van de tak mee) op de lengtegroei tot zichtbare knop.

In tegenstelling tot de eerste twee ontwikkelingsfases, blijkt de **rijpingsfase** heel sterk van licht afhankelijk. De duur van deze fase kan aanzienlijk verkort worden door een hoog belichtingsniveau. Dit heeft ook een sterke invloed op de eindkwaliteit van de geoogste tak.

De pogingen die gedaan zijn om de knopgrootte te beïnvloeden door middel van een aantal verschillende dag/nachttemperaturen bij gelijke etmaalgemiddelden, leverden geen resultaat op.

Het laten oplopen van de EC en CO_2 concentraties met de groeifases mee (lager bij de uitloop, hoger bij de rijping) bleek geen significant effect op de taklengte en gewicht te hebben. Wel kon in de betreffende proeven een positieve trend gesignaleerd worden. Een hogere RV in de uitloofase werkte alleen positief op de uitloop als ook de temperatuur bij uitloop verhoogd was.

De **toepassing van de resultaten** van dit onderzoek is op dit moment niet direct op elk praktijkbedrijf mogelijk, behalve bij de weggroei na planten of bij het tijdelijk "op snee zetten" om te kunnen pieken. Alléén in systemen met opneembare planten (v. Os), of bij teelten op snee is deze kennis direct te gebruiken: het biedt veel sturingsmogelijkheden en besparingen in belichting tijdens de eerste twee fases lijken goed mogelijk. Daarnaast is deze informatie goed te gebruiken in groei modellen (wordt al gebruikt door DLV) en in het onderzoek.

De toepasbaarheid van fasesturing zal naar verwachting in de toekomst toenemen. Een voor de hand liggend voorbeeld is de geautomatiseerde teelt met een oogstrobot, waarbij de prestaties beter en de kosten lager worden naarmate meer bloemstelen op hetzelfde moment oogstbaar zijn. Hierdoor blijft ook het aantal bewegingen afdeling beperkt. Daarnaast wordt mogelijk dan ook de snijplek toegankelijker voor de robot, waardoor ook weer snelheid gewonnen kan worden. Een logistieke aanpassing van de bedrijfsinrichting is dan wel noodzakelijk.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Het verminderen van de arbeidsbehoefte in de rozenteelt is de reden geweest dat Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) verschillende knelpunten bij de automatisering van de rozenteelt in kaart gebracht heeft. Het mobiel maken van de rozenstruiken en het versimpelen van de struikopbouw om het oogsten te vereenvoudigen zijn in verschillende projecten op praktijkschaal onderzocht. Het onderzoek met mobiele teelten en eb-vloed watergift en een aangepaste plantvorm geschikt voor het synchrone telen is beschreven in PPO-rapport nummer 579.

Uit literatuurgegevens is bekend dat er in een ontwikkelend rozengewas minimaal drie groei- en ontwikkelingsfasen te onderscheiden zijn: uitlooffase, strekkingsfase tot knopvorming en rijpingsfase tot oogst, elk met specifieke licht- en temperatuurbehoefte. Door optimaliseren van de omstandigheden per fase zou het mogelijk moeten zijn om een versnelling van de cyclus van uitloop tot oogst te kunnen realiseren. Door de verwachte verfijning van de sturing, wordt ook de planning en automatisering van de oogst makkelijker. Een efficiënter gebruik van het beschikbare licht en warmte door alleen die intensiteit en temperatuur te gebruiken waarbij de planten optimaal groeien en ontwikkelen, lijkt een bijkomend voordeel en kan mogelijk energiebesparing opleveren.

Uit onderzoek is gebleken dat de bijdrage van de belangrijkste teeltfactoren licht en temperatuur in verschillende fasen van de ontwikkeling van een rozentak verschillend is. Door Berninger wordt beweerd dat voor uitloop voornamelijk de temperatuur van belang is. Er zijn echter ook aanwijzingen dat licht een rol speelt, voornamelijk bij het voorkomen van blind gaan van de scheut (Van den Berg, Bredmose). Dit geeft aan dat het moment van overgang tussen de uitlooffase en strekkingsfase zorgvuldig gekozen moet worden. Onduidelijk is of dat moment gebaseerd moet zijn op lengte van de uitgelopen scheut of op het aantal ontwikkelingsdagen, dat een gebruikelijker eenheid in de ontwikkelingsbiologie is. Afhankelijk van het ras komt volgens Zieslin de bloemknopvorming op gang bij een lengte van uitgelopen scheut rond 3-4 cm, tussen 5 en 21 dagen na uitloop,. Bredmose en Maas geven aan dat de bloemknop een kritieke grootte (lengte-breedte verhouding) bereikt moet hebben, waarna abortie niet meer optreedt. Maas toonde aan dat voor 'Mercedes' de lengte van de uitgelopen scheut daarbij boven de 8 cm lag.

Onderzoek naar effect van licht en temperatuur op de verschillende ontwikkelingsfasen bij roos is meestal uitgevoerd in een traditioneel geteeld gewas. In een niet op snee geteeld gewas zijn op elke plant tegelijkertijd meerdere bloemtakken aanwezig die zich allemaal in een verschillend ontwikkelingsstadium bevinden. Dit bemoeilijkt het interpreteren van de afzonderlijke effecten van licht of temperatuur doordat er mogelijk door concurrentie-invloeden extra effecten van de verschillende groeiende bloemtakken zijn.

In deze proef is daarom gekozen voor een vereenvoudigde struikvorm. Deze zogenaamde 'synchrone ministruik' heeft slechts twee ontwikkelende bloemstelen, die zich vrijwel in hetzelfde ontwikkelingsstadium bevinden. Door een rozengewas met 'synchrone ministruiken' te gebruiken, waarin alle stelen nagenoeg in hetzelfde ontwikkelingsstadium verkeren, is het beter mogelijk de (afzonderlijke) effecten van licht en temperatuur op de ontwikkeling van de bloemen te onderzoeken.

Daar alle planten in hetzelfde ontwikkelingsstadium zijn, kan het kasklimaat per stadium geoptimaliseerd worden en is het oogsten vereenvoudigd omdat alle planten binnen een paar dagen van elkaar geoogst worden. Hierdoor blijft de gelijkheid in ontwikkeling in het gewas behouden.

1.2 Lijst van gebruikte termen en definities

Cyclus	De tijd tussen de oogst van een tak en de oogst van de volgende bloemtak.
Gesynchroniseerd stek	Een partij stek die zich door een speciale bewortelingsbehandeling gelijktijdig ontwikkelt.
Graaddagen	Een maat voor temperatuursom: het product van aantal dagen maal de gemiddelde dagtemperatuur. Bijv.: 2 dagen $23^{\circ} = 2 \times 23 = 46$ graaddagen
Graad-uren	Een maat voor temperatuursom: het product van aantal uur maal gemiddelde uurtemperatuur. Bijv.: 12 uur $20^{\circ} = 12 \times 20 = 240$ graaduren.
Groeisnelheid	Aantal centimeter dat een rozentak groeit per tijdseenheid (cm/dag, cm/week).
Lichtsom	Totaal ontvangen hoeveelheid natuurlijk daglicht plus kunstlicht (binnen in de kas gemeten) per dag, per week, per fase of per cyclus. Meestal gemeten als PAR licht.
Ministruik	Een door PPO ontwikkelde, versimpelde rozenstruik uitgaande van gesynchroniseerd stek dat uitgroeit met slechts één ingebogen tak en waar per cyclus het aantal bloemdragende stelen tot twee wordt beperkt (Foto's 3.2.1 en 3.2.2.).
Oogst	Moment waarop de bloemtak zich in het juiste commerciële rijpingsstadium bevindt, en waarop deze van de plant wordt afgeknippt (Foto 3.1.4).
Op snee	Zie synchroon
PAR licht	<i>Photosynthetic Active Radiation</i> , in het Nederlands ook wel groeilicht genoemd . Wordt uitgedrukt in $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$
Rijpingsfase	De groeifase tussen het moment van zichtbare knop en het moment waarop de bloemtak zich in het juiste commerciële rijpingsstadium bevindt.
Scheut	De nieuw uitgelopen bloemtak vanaf het moment dat de okselknop in het bladoksel opzwelt tot het moment van zichtbare knop
Snee	Zie Cyclus
Strekingsfase	De groeifase tussen het moment waarop de net uitgelopen scheut een lengte van ± 3 cm heeft bereikt en het moment waarop de bloemknop zichtbaar is (Foto 3.1.2).
Synchroon	Gelijktijdig. In een gewas betekent dit dat van een groep planten alle zich ontwikkelende takken, in exact hetzelfde ontwikkelingsstadium verkeren.
Temperatuursom	De totaal ontvangen temperatuur; meestal uitgedrukt in graaduren of graaddagen
Uitloop (Uitlopen)	Het uitgroeien van een nieuwe bloemtak in de oksel van het blad waarboven de vorige bloemtak is afgesneden.
Uitloofase	De groeifase tussen het moment van oogsten van de voorgaande tak tot het moment waarop deze net uitgelopen scheut een lengte van ± 3 cm heeft bereikt (Foto 3.1.1.).
Zichtbare knop	De bloemknop is zichtbaar als deze goed is losgekomen uit de apicale blaadjes en pakbaar wordt (Foto 3.1.3).

2 Opzet van de proeven

2.1 Fase-indeling en definiëring

Bij de proeven is gebruik gemaakt van een indeling in 3 fasen, zoals die ook gebruikt is door Berninger, van den Berg en Bredmose. Wellicht is nog een verdere verfijning mogelijk in de fasen, maar deze indeling is praktisch goed hanteerbaar.

De verschillende fasen zijn:

1. Uitlooffase – de periode vanaf het moment van oogsten op een okselknop totdat de scheut die uit dat oog groeit ongeveer 2 – 4 cm lang is (zie foto 3.1.1).
2. Streckingsfase – de periode tussen het einde van de uitlooffase (scheut 2 – 4 cm) tot het moment dat de bloemknop duidelijk aanwezig en pakbaar is (foto's 3.1.2 en 3.1.3).
3. Rijpingsfase – de periode tussen het einde van strekkingsfase tot het moment dat de bloemsteel oogstbaar is (foto 3.4).



Foto 3.1.1 Uitlooffase: van moment terugknippen op een okselknop tot scheutje van 2-4 cm lengte.



Foto 3.1.2. Streckingsfase: van 2-4 cm scheutlengte tot zichtbare knop.



Foto 3.1.3. Detail: grootte zichtbare knop aan eind strekkingsfase. T.b.v. foto is één blad verwijderd.



Foto 3.1.4. Rijpingsfase: van moment zichtbare knop tot oogstrijp.

Voor individuele planten zijn deze fasen goed te onderscheiden en is het einde van de fase en daarmee de overgang scherp vast te stellen. Voor een grote groep planten ligt dit overgangsmoment minder scherp: er zijn nu eenmaal altijd voorlopers en achterlopers.

In de proeven is daarom als overgangsmoment gehanteerd het tijdstip dat meer dan 50% van de planten het eindkenmerk van de betreffende fase vertoonde. Dit was dan het moment waarop andere settings, c.q. behandelingen werden toegepast.

In deze proef is gekozen om te werken met zogenaamde 'ministruiken' met slechts twee ontwikkelende bloemstelen, die vanaf de opbouw van de struik op snee en daarmee in vrijwel gelijk ontwikkelingsstadium werden gehouden. Afhankelijk van het seizoen, was het verschil in ontwikkelingsstadium tussen de bloemstelen gemiddeld niet groter dan vijf dagen. Hiermee is het beter mogelijk de (afzonderlijke) effecten van licht en temperatuur op de ontwikkeling van de bloemstelen te onderzoeken.

2.2 Uitvoering

In vier aircokassen zijn drie series experimenten uitgevoerd; in bijlage 1 is een overzicht van alle onderzochte omstandigheden gegeven. De eerste serie experimenten liep van 15 maart tot december 2002 en concentreerde zich voornamelijk op de uitloop van de scheuten. Op 15 maart 2002 zijn in 4 geconditioneerde kassen van elk 33m² synchrone 'First Red' stekken in 14 cm containers in kokos geplant in een dichtheid van 14 potten per m² en voorzien van een druppelaar. Met deze stekken werden ministruiken opgebouwd met één ingebogen tak en een vork van twee opgaande bloemstelen (foto 3.2.1). Bij de oogst werden de bloemstelen steeds teruggeknipt op de okselknop van het laagste samengestelde blad, waarna uit deze okselknop weer opnieuw een nieuwe bloemscheut kon groeien (foto 3.2.2).



Foto 3.2.1 - Opbouw ministruik met één ingebogen tak en twee gelijkwaardige opgaande scheuten.



Foto 3.2.2 - Circa 4 maanden oude ministruik met gelijktijdige uitloop van twee nieuwe bloemscheuten.

In elke kas waren twee niveaus assimilatielicht mogelijk, n.l. 4000 (LL) of 10000 (HL) lux gedurende 20 uur per etmaal. De lichtniveaus werden gemeten op 1 meter hoogte binnen het proefvak midden in de kassen. In alle vier kassen werd elke 10 minuten de temperatuur en hoeveelheid PAR licht gelogd. Om de verschillen tussen de kassen te waarborgen liep, afhankelijk van het seizoen, het buitenscherm dicht tussen 400 - 800 W buitenstraling. De temperatuur kon nauwkeurig ingesteld en gehandhaafd worden en de RV en CO₂ was in alle kassen gelijk.

De tweede serie experimenten liep van januari 2003 tot maart 2004 en concentreerde zich vooral op de strekking en rijpingsfases. Synchrone stekken werden op 17 januari 2003 geplant onder dezelfde omstandigheden als beschreven bij serie 1. In december 2003 zijn de planten vervangen door reeds ingebogen jonge, ministruiken met twee bloemstelen per plant in het stadium zichtbare knop op een dichtheid van 14 potten/m².

In maart 2004 is wederom opnieuw geplant, nu op steenwol met 14 planten/m². In deze derde serie experimenten waren verschillende EC, CO₂ en RV tijdens de ontwikkelingsfases onderzocht. Voor nadere gegevens over de opzet van deze proeven zie hoofdstuk 5.

2.3 Waarnemingen

Tijdens de eerste serie is vooral de uitloop en tijdstip van verschijnen van de zichtbare knop waargenomen. Bij twee cycli zijn de bloemstelen ook bij de oogst gemeten. De overige cycli zijn steeds op hetzelfde tijdstip geoogst om het ontwikkelingsstadium voor de volgende cyclus gelijk te krijgen en daarbij is de eindkwaliteit (lengte, gewicht) niet waargenomen.

In de tweede serie experimenten zijn steeds alle bloemtakken geoogst. In alle kassen stonden 72 planten in het proefvak en per plant zijn steeds per cyclus van twee ontwikkelende bloemstelen de lengte en dag van zichtbare kop geregistreerd. Tussentijds zijn de planten wijder gezet naar 9 potten per m² zodat een proefvak ontstond van 48 planten elk met twee bloemstelen. Na de vervanging van de planten in december 2003 was de plantafstand aanvankelijk 14 planten/ m². In de laatste cyclus zijn per kas twee plantafstanden aangehouden (14 en 9 planten/m²).

2.4 Dataverwerking en statistiek

De verzamelde data zijn zowel per cyclus als over het hele experiment gebruikt voor berekeningen en statistische analyse met het statistische programma Genstat. Door de statisticus van PPO zijn verschillende regressiemodellen gebruikt om de effecten van de onderzochte factoren te analyseren en de bijdrage daarvan in de afzonderlijke ontwikkelingsfasen vast te stellen.

3 Effecten temperatuur en licht per fase

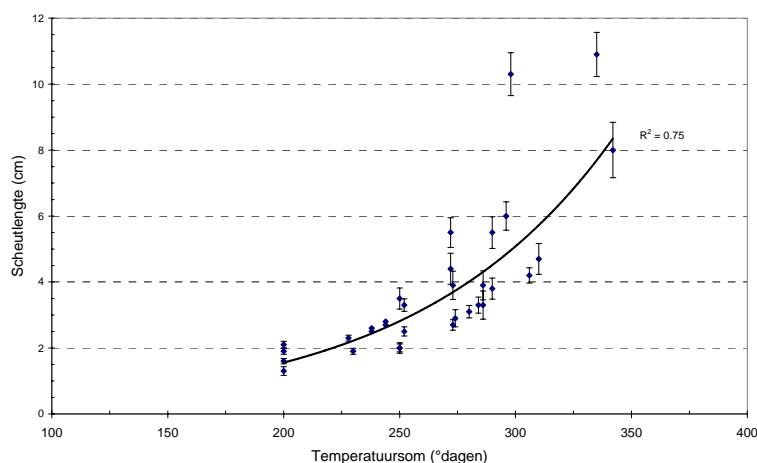
Er werd van uitgegaan dat het volgen van 2-3 cycli voldoende zou zijn voor het vaststellen van de effecten van licht en temperatuur op een fase. Gaande het project bleek dit toch minder eenvoudig dan gedacht. Op basis van de tussentijdse resultaten is in het eerste jaar extra aandacht gegeven aan de effecten van licht en temperatuur op de uitloop- en vroege strekkingsfase, in het tweede jaar aan de strekkings- en rijpingsfase. In het derde jaar zijn de effecten van EC, CO₂ en RV nader onderzocht, waarbij ook de uitloopfase nog een keer is geëvalueerd. In plaats van de experimenten chronologisch te behandelen en vanwege de complexiteit van de materie is voor dit verslag gekozen voor rapportage van de belangrijkste resultaten per fase.

3.1 Uitlooffase

Uitloop wordt gebruikt in de betekenis van het losraken van het oog in de okselknop onder het snijvlak van een geoogste tak en de hierop volgende lengtegroei van het scheutje gedurende de eerste 8 - 14 kalenderdagen na knippen. In de hier gebruikte synchrone planten werd als start van de uitloop het moment direct na het knippen van de bloemstelen van de vorige cyclus genomen. Voor de uitlooffase werd in de eerste vijf experimenten een duur van 10 kalenderdagen bij een bepaalde temperatuur aangehouden. In latere experimenten zijn geen kalenderdagen aangehouden, maar is overgegaan tot het gebruik van **graaddagen** (= gemiddelde etmaaltemperatuur x aantal dagen) omdat dit een betere kwantitatieve maat bleek.

3.1.1 Effect van temperatuur op scheutlengte aan het eind van de uitlooffase

In zeven opeenvolgende experimenten (= sneeën) is de lengte gemeten van de scheuten die in een verschillend aantal kalenderdagen waren uitgelopen bij verschillende kasttemperaturen. Wanneer van al deze uitloopexperimenten de verzamelde data van lengte en temperatuursom grafisch worden uitgezet (Figuur 4.1.1), is er een duidelijk verband tussen beide factoren aanwezig. Bij analyse bleek dat niet zozeer het aantal kalenderdagen of de temperatuur, maar het aantal ontvangen graaddagen bepalend en was. De correlatiecoëfficiënt van 0.75 wil zeggen dat 75% van de variatie door de verschillen in ontvangen temperatuursom verklaard kan worden.



Figuur 4.1.1: Verband scheutlengte en ontvangen temperatuursom in de uitlooffase. Naarmate de temperatuursom groter wordt, is de lengte aan het eind van de uitlooffase groter.

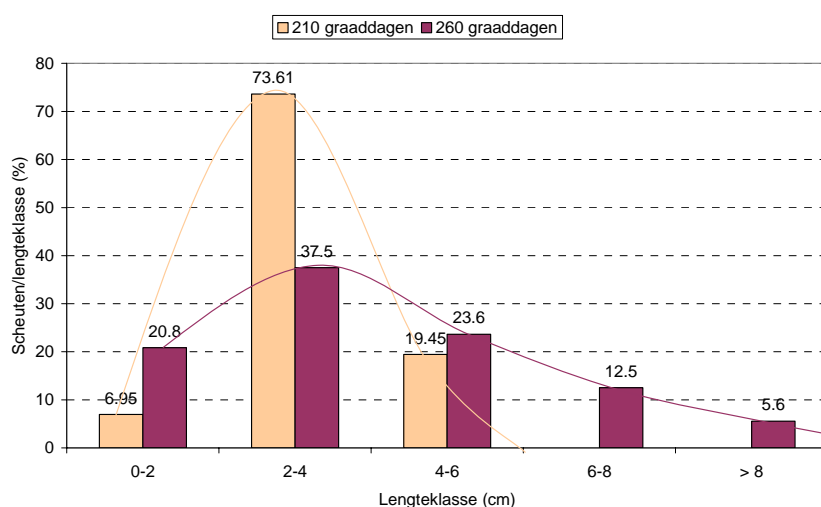
Statistische analyse van de data gaf aan dat:

- **Naarmate tijdens de uitloophase meer graaddagen waren ontvangen – dus naarmate gedurende eenzelfde periode een hogere temperatuur was aangehouden – de scheut aan het eind van de uitloophase langer was (Figuur 4.1.1).**

Door bij de uitloop een hoger aantal graaddagen aan te houden groeit de uitlopende scheut dus sneller en hiermee zou dus tijdswinst gehaald kunnen worden. In relatie tot fasegestuurde teelt schuilt hier echter een addertje onder het gras.

- **Bij een hoger aantal graaddagen nam de variatie in lengte van de uitgelopen scheut toe.**

Na 260 graaddagen (10 dagen 26°C) waren de scheuten verspreid over 9 lengteklassen zonder duidelijke pieken, terwijl na 210 graaddagen (10 dagen 21°C) er 6 lengteklassen waren, waarvan meer dan 70% van de waarden in 2 lengteklassen vielen (Figuur 4.1.2). Aangezien één van de doelen van fasegestuurd telen het bij elkaar houden van planten in dezelfde ontwikkelingsfase is, biedt de laatste groep veel makkelijker mogelijkheden tot sortering.



Figuur 4.1.2: Verdeling scheuten per lengteklasse na 210 resp. 260 graaddagen tijdens uitloop. Bij 210 graaddagen zit ruim 73% van de scheuten in klasse 2-4; bij 260 graaddagen is dit 37% en is de variatie veel groter.

Met betrekking tot het effect van assimilatielicht werd vastgesteld dat:

- **De temperatuursom wel, maar licht géén significant effect op de lengte aan het einde van de uitloophase heeft.**

Dit gold ook in de perioden met lage buitenlichtniveaus.

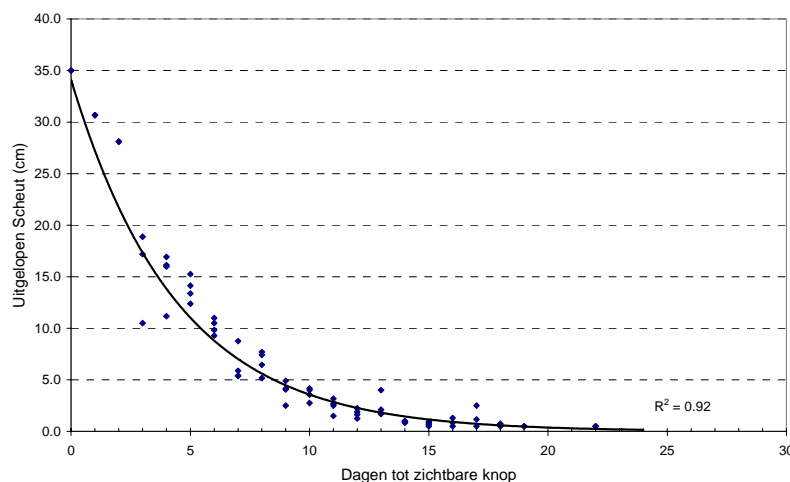
Hieruit kan geconcludeerd worden dat om aan het eind van de uitloophase zoveel mogelijk scheuten van een gelijke lengteklasse te krijgen, het beter is om tijdens de uitloop een lager aantal graaddagen te geven door het aanhouden van een lagere temperatuur of door een kortere periode bij hogere temperatuur.

3.1.2 Verband tussen lengte na uitloophase en ontwikkelingstijd tot zichtbare knop

Na een uitlooperperiode bij verschillende temperatuursetpoints hebben de planten verschillende temperatuursommen ontvangen. De lengte van de uitgelopen scheut bleek sterk te correleren met de ontvangen temperatuursom (§ 4.1.1). Scheutlengte zelf bleek ook weer een verband te hebben met het tijdstip waarop de bloemknop zichtbaar wordt (zie figuur 4.1.3).

In Figuur 4.1.3 zijn de verzamelde gegevens uit verschillende behandelingen samengevoegd in één figuur. Tengevolge van de verschillen in uitgroeiomstandigheden tijdens de uitloophase, waren er aan het einde van de uitloophase verschillende scheutlengtes aanwezig. Aan het einde van de uitloophase zijn de temperatuur- en lichtinstellingen voor alle behandelingen gelijk gemaakt (20°C, 10000 Lux), en verloopt de verdere ontwikkeling onder gelijke omstandigheden. Onder deze gelijke omstandigheden bleek dat vanaf dat moment het aantal dagen tot het zichtbaar worden van de bloemknop (= eind fase 2), zeer sterk ($R^2 =$

0.92) samenhang met de lengte van de scheut aan het eind van fase 1 (uitlooffase). Hoe langer de scheut aan het eind van de uitlooffase, hoe sneller de zichtbare knop waargenomen werd. In deze proeven was de lengte van de scheut bij zichtbare knop rond de 38 cm.



Figuur 4.1.3: De lengte na de uitlooffase en het aantal dagen tot zichtbare knop. Naarmate de lengte van de scheut na de uitlooffase groter is, wordt het moment van zichtbare knop sneller bereikt.

Door de sterke correlatie tussen uitlooptenue en dagen tot zichtbare knop is het in principe mogelijk om de planten te sorteren en groeperen op lengte van de scheut en zo naar een gewenste datum voor zichtbare knop te sturen. Voorwaarde is wel dat vanaf het sorteermoment de planten verder onder identieke teeltomstandigheden staan. Wat het beste lengtestadium voor sorteren is, is verder niet onderzocht.

3.1.3 Effect uitlooptemperatuur op cyclusduur, lengte en gewicht van bloemstelen bij oogst

Aan het eind van snee 3 en 5 zijn de takken individueel geogst en gemeten (Tabel 4.1.1). Een gemiddelde temperatuursom van 260 graaddagen (26°C gedurende 10 dagen uitloop) leverde bij de oogst gemiddeld een 5-7 cm kortere bloemsteel dan bij de overige temperaturen met een lager aantal graaddagen. Hoewel de licht- en temperaturomstandigheden na de 10 dagen uitloop dus in alle kassen gelijk waren gezet, bleek de temperatuur tijdens de uitlooffase (dus het aantal graaddagen) toch een significant effect te hebben gehad op de lengte van de tak bij de oogst. Het gewicht van geogste takken was zo'n 4-6 g lager bij de behandeling met het hoogste aantal ontvangen graaddagen tijdens de uitlooffase.

Tabel 4.1.1 – Gemiddelde kwaliteit (lengte, gewicht) van de geogste bloemen en gemeten cyclusduur bij 4000 Lux (LL) en 10000 Lux (HL).				
Snee	Uitloop/Graaddagen	Lengte (se)	Gewicht (se)	Cyclusduur (dagen)
3	23 LL/230	69.6 (0.58)	45.5 (0.89)	40
	21 HL/210	67.8 (0.50)	42.4 (0.68)	41
	23 HL/230	66.8 (0.56)	44.6 (0.70)	41
	26 HL/260	64.3 (0.44)	41.2 (0.60)	39
5	23 LL/230	69.1 (0.54)	37.8 (0.97)	41
	21 HL/210	66.7 (0.53)	34.7 (0.61)	40
	23 HL/230	69.5 (0.45)	38.1 (0.57)	40
	26 HL/260	62.4 (0.48)	31.5 (0.52)	39

Door in de uitlooffase gedurende 10 dagen 26°C te geven, wordt de totale cyclusduur dus 1-2 kalenderdagen korter, maar door deze snelheidswinst wordt wel iets kwaliteit ingeleverd. Als dit ongewenst is, lijkt een lager aantal graaddagen tijdens de uitlooffase beter.

3.1.4 Effect van licht tijdens de uitlooffase

Bij de behandelingen die in de uitlooffase qua setpoint evenveel graaddagen ontvingen, maar onder een verschillende lichtintensiteit groeiden, waren de scheuten gegroeid bij de hogere intensiteit aan het einde van de uitlooffase gemiddeld enkele millimeters langer. Dit kan een effect van het extra licht zijn, maar ook een gevolg van een gemiddeld hogere bladtemperatuur van het vijfblad aan de basis van de ontwikkelende scheut. Een effect van een hogere bladtemperatuur zou ook kunnen verklaren waarom de uitgelopen scheuten na 210 graaddagen onder hoog licht ongeveer even lang zijn als de scheuten gegroeid bij 230 graaddagen onder laag licht.

Bij proeven in december 2003 en februari 2004 is bij lage buitenlichtniveaus nogmaals de uitloop onder laag en hoog niveau assimilatielicht bij een gelijk aantal graaddagen onderzocht (Bijlage 1). Daarbij werd, behalve het in de vorige paragraaf genoemde effect, geen verband gevonden tussen het niveau assimilatielicht en de uitloopsnelheid, percentage uitloop of het loospercentage bij de oogst. Daaruit moet geconcludeerd worden dat voor uitloop weinig licht nodig is en knopabortie niet tijdens de uitlooffase plaatsvindt.

3.1.5 Effect van plantdichtheid op de uitloop

In het najaar van 2003 zijn de planten ruimer gezet (9 planten/m²). Direct na wijderzetten (en in de daarop volgende cycli) was bij een uitloopduur van 200 graaddagen de gemiddelde scheutlengte na uitloop 4 cm, ten opzichte van 2 cm bij een dichtheid van 14 planten/m² bij hetzelfde aantal graaddagen. In maart 2004 is dichtheid als factor onderzocht en zijn de planten op twee afstanden in dezelfde kas gezet. Bij een gelijke temperatuursom van 200 graaddagen waren de scheuten van de planten in een dichtheid van 9 planten/m² opnieuw gemiddeld 2 cm langer dan bij de dichtheid van 14 planten/m². Of dit het gevolg is van een betere gasuitwisseling of een betere lichtonderschepping (hetzij door minder beschaduwning of door meer blad), kon niet vastgesteld worden.

3.2 Streckingsfase

Als strekkingsfase wordt aangeduid de periode vanaf het einde van de uitlooffase (in graaddagen) tot aan het moment dat de bloemknop met het blote oog zichtbaar is. In de cycli waarin de effecten van licht en temperatuur in de strekkingsfase onderzocht werden, zijn tijdens de uitloop voor alle behandelingen dezelfde (constante) omstandigheden aangehouden. De uitloop vond gedurende 8 dagen plaats bij een setpoint van 25°C en 20 uur 10000 Lux SON-T assimilatiebelichting. Zodoende ontvingen de planten een temperatuursom van ongeveer 200 graaddagen; de exacte temperatuursom kan berekend worden uit de gerealiseerde etmaalgemiddelden. Vanaf het einde van de strekkingsfase tot de oogst zijn bij alle behandelingen wederom dezelfde omstandigheden (setpoint 20°C en 10000 Lux) aangehouden; deze periode is de rijpingsfase genoemd.

3.2.1 Effect van temperatuur in strekkingsfase op groeisnelheid en taklengte

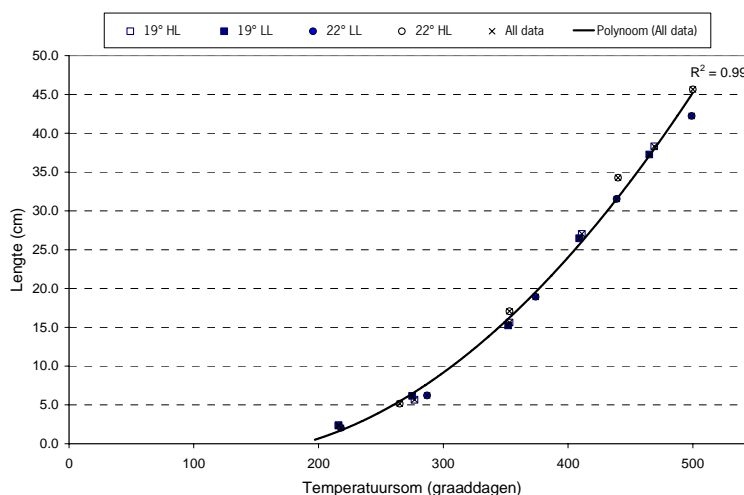
Een lagere temperatuur tijdens de strekkingsfase leverde bij de oogst gemiddeld een iets langere steel op. Wanneer de lengte van de scheut op een zeker moment in de strekkingsfase wordt uitgezet tegen de tot dan toe ontvangen temperatuursom, is er, ongeacht de behandeling, een zeer hoge correlatie (Figuur 4.2.1). Het lijkt er dus veel op dat de uiteindelijke lengte van de bloemsteel hoofdzakelijk wordt bepaald door de temperatuur, via beïnvloeding van de groeisnelheid tijdens de strekkingsfase.

Aan het eind van de strekkingsfase heeft de bloemscheut ongeveer de helft van zijn uiteindelijke lengte bereikt. De lengte lag daarbij in de proeven gemiddeld tussen de 35 tot 42 cm (zie § 4.2.2.2).

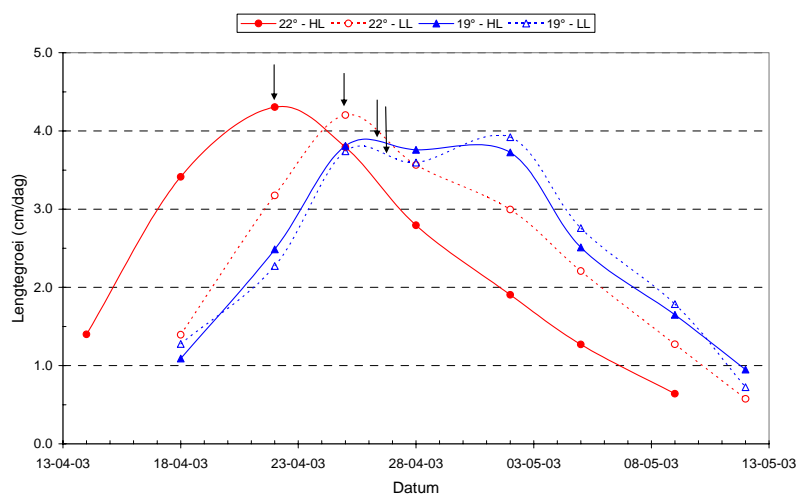
In figuur 4.2.2 is te zien dat de gemiddelde groeisnelheid (cm/dag) bij 22°C hoger is dan bij 18°C, maar dat de groei ook eerder stopt. Vanaf het moment dat de bloemknop zichtbaar wordt (pijlen in figuur 4.2.2.), neemt de groeisnelheid ongeacht de vervolgt temperatuur af. Ook mogelijk is, dat een hogere temperatuur in de periode van 3-4 cm tot zichtbare knop, de overgang vegetatief-generatief versnelt waardoor de bloemknop eerder wordt aangelegd. Bij de experimenten werd namelijk regelmatig waargenomen dat bij

hogere temperaturen in de strekkingsfase gemiddeld één blad minder werd gevormd.

Bij het bereiken van het einde van de strekkingsfase (moment bloemknop zichtbaar; pijlen in figuur 4.2.2), werd in de behandelingen de kasttemperatuur naar 20°C en hoog licht gezet voor de rijping. In reactie hierop nam de groeisnelheid van de stelen bij 22°C veel sterker af dan van de stelen bij 19°C, waarbij de groeisnelheid nog min of meer 7 dagen constant blijft en waardoor deze stelen uiteindelijk langer worden.



Figuur 4.2.1: Scheutlengte in strekkingsfase uitgezet tegen ontvangen temperatuursom. De lijn Polynoom (All data) geeft de berekende trend over alle behandelingen weer. De lengte is vooral afhankelijk van de temperatuursom.



Figuur 4.2.2: Gemiddelde lengtegroei (cm/dag) tijdens de strekkings- en rijpingsfase. Legenda: omstandigheden tijdens strekkingsfase. Pijlen: moment verschijnen zichtbare knop. Het verschijnen van de zichtbare knop markeert het einde van de strekkingsfase. Hierna is te zien dat de groeisnelheid afneemt. Bij de planten die in de strekkingsfase bij 22°C werden geteeld nam de groeisnelheid sterker af dan bij de planten die bij 19°C waren geteeld. De instellingen in de rijpingsfase was bij alle behandelingen gelijk (20°C en HL).

3.2.2 Effect van licht tijdens de strekkingsfase

3.2.2.1 Effect op knopvorming

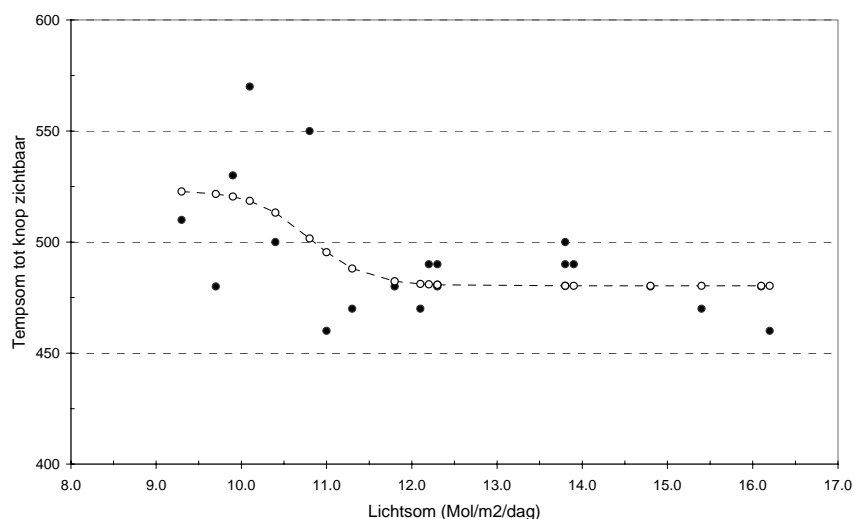
Tussen december en februari ging in de kassen met een assimilatiebelichting van 4000 Lux (gemiddelde PAR lichtsom was in deze periode 4 Mol/m²/dag) 25% van de scheuten loos in de strekkingsfase. Buiten deze "gevaarperiode" kon tijdens de gehele strekkingsfase wel met assimilatiebelichting van 4000 Lux worden volstaan, omdat dan blijkbaar de totale daglichtsom boven een bepaalde drempelwaarde komt en voldoende is. Voor het loospercentage maakte het niet uit of de uitloofphase onder HL of LL omstandigheden

had plaatsgevonden. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de kritische scheutlengte voor loosvorming boven circa 3 cm ligt; uitloop onder laag licht in de winter leidde immers niet tot loosvorming als vervolgens in de strekkingsfase genoeg licht ontvangen wordt. De strekkingsfase in de zomer (gemiddeld 13 dagen) bleek ook niet kritiek voor loosvorming.

3.2.2.2 Relatie met temperatuursom

Van verschillende groeicycli zijn de totale temperatuursommen op het moment van zichtbare knop (einde strekkingsfase) bepaald. Over alle experimenten genomen, bedroeg de totaal benodigde temperatuursom vanaf knippen tot zichtbare knop bij 'First Red' gemiddeld 489.1 ± 22.7 graaddagen bij een gemiddelde PAR lichtsom van $13 \text{ Mol/m}^2/\text{dag}$. Daar de lengte in de strekkingsfase sterk gecorreleerd is met de tot dan toe ontvangen temperatuursom (figuur 4.2.1), ligt de lengte van de scheuten in de experimenten op het moment van zichtbare knop dan rond gemiddeld 37.5 cm.

Van de verschillende experimenten zijn de in totaal ontvangen temperatuursommen tot zichtbare knop grafisch uitgezet tegen de gemiddeld ontvangen lichtsom/dag in de strekkingsfase (figuur 4.2.3). Daarbij is een duidelijke interactie te zien tussen lichtsom en temperatuursom. Bij PAR lichtsommen hoger dan $12 \text{ Mol/m}^2/\text{dag}$ schommelt de benodigde temperatuursom tot zichtbare knop rond het gemiddelde niveau van circa 480 graaddagen, bij lagere lichtsommen neemt de benodigde temperatuursom toe tot circa 525 graaddagen. Deze hogere temperatuursom is waarschijnlijk het gevolg van een lagere strekkingsnelheid wanneer het licht limiterend wordt. Hierdoor doet de steel er langer over om zijn knop te vormen. Dit verschijnsel lijkt op te gaan treden vanaf lichtsommen van minder dan $12 \text{ Mol/m}^2/\text{dag}$.



Figuur 4.2.3. Dichte symbolen: Benodigde temperatuursom tot einde strekkingsfase in relatie tot gemiddelde ontvangen lichtsom in strekkingsfase. Open symbolen: de best mogelijke berekende fit (stippellijn). Bij PAR lichtsommen lager dan $12 \text{ Mol/m}^2/\text{dag}$ neemt de benodigde temperatuursom tot zichtbare knop toe.

In de gefitte lijn in figuur 4.2.3 is goed het bifasische verloop van de ontwikkeling te zien met verschillend groeigedrag onder verschillende lichtomstandigheden en een overgangsgebied tussen 10-12 $\text{mol/m}^2/\text{dag}$.

3.2.3 Effect van omstandigheden tijdens strekkingsfase op eindkwaliteit en cyclusduur

Het is bekend dat bij roos de taklengte beïnvloed wordt door de teelttemperatuur. In de verschillende proeven was er een duidelijke trend dat de stelen die in de strekkingsfase groeiden bij $18-19^\circ\text{C}$, uiteindelijk langer waren dan stelen gegroeid bij 22°C in de strekkingsfase (Tabel 4.2.1).

Dit lengteverschil bleek in de proeven niet afhankelijk te zijn van het toegepaste niveau aan assimilatielicht tijdens de strekkingsfase. In de strekkingsfase lijkt licht per saldo dan ook niet bepalend voor de uiteindelijk bereikte steellengte. Tijdens de rijpingsfase bleek laag licht de taklengte overigens nog wel te kunnen beïnvloeden (zie paragraaf 4.3.2).

Beïnvloeding van de lengte van de bloemsteel lijkt niettemin het best te verwezenlijken tijdens de uitloop- en strekkingsfase. In deze fasen is, tot het moment dat de bloemknop zichtbaar wordt, de groeisnelheid het hoogst en vindt de meeste strekking plaats; daarna neemt de snelheid af (zie vorige paragrafen). Door de bloemknopvorming iets te vertragen zou de strekkingsgroei langer kunnen doorgaan. Lagere temperatuur is daarbij een mogelijke stuurfactor.

Tabel 4.2.1: Lengte, gewicht, cyclusduur en drogestofpercentage van geoogste bloemstelen gegroeid bij verschillende strekkingsomstandigheden

Oogst	Strekking bij	Lengte (se)	Gewicht (se)	Cyclusduur	Percentage drogestof (n=20)		
					Steel	Blad	Bloem
Mei 2003	19/HL	67.4 (0.52)	40.0 (0.72)	35	26.8	30.9	18.0
	19/LL	67.7 (0.48)	38.6 (0.63)	36	25.8	31.0	17.4
	22/LL	64.2 (0.60)	37.2 (0.78)	35	27.2	31.1	18.1
	22/HL	64.6 (0.45)	38.7 (0.63)	36	26.7	30.6	18.5
Augustus 2003	18/HL	63.3 (0.68)	37.6 (0.83)	41	25.2	31.7	17.0
	18/LL	67.0 (0.68)	40.0 (0.79)	41	26.6	33.2	17.6
	22/LL	62.9 (0.67)	33.2 (0.72)	37	26.3	31.7	18.1
	22/HL	63.5 (0.63)	34.2 (0.71)	37	26.1	30.9	18.0
Wijder gezet 14 → 9 planten per m ²							
September 2003	18/HL	67.9 (0.67)	41.8 (0.82)	35	26.5	30.4	17.1
	18/LL	67.9 (0.59)	41.3 (0.76)	37	25.5	30.6	17.1
	22/LL	66.6 (0.59)	40.4 (0.83)	35	25.5	30.6	18.1
	22/HL	68.2 (0.63)	42.8 (0.87)	37	25.5	29.5	17.7
Oktober 2003	20/HL	68.8 (0.66)	41.0 (1.03)	37	27.74	30.6	18.0
	23/17/LL	69.3 (0.76)	38.9 (0.94)	37	27.89	30.4	17.5
	23/17/HL	69.3 (0.73)	41.5 (1.06)	37	25.66	30.5	18.1
	20/LL	71.3 (0.82)	40.5 (1.11)	37	26.66	30.8	16.8

In de proeven in oktober en december is tijdens de strekkingsfase ook het effect van een verschillende dag/nacht temperatuur getest. Dit bleek echter geen effect op de eindlengte van de stelen te hebben. De hoeveelheid licht in de strekkingsfase lijkt wel van invloed op de kwaliteit (gewicht) van de takken. Ongeacht of ze in de strekkingsfase onder laag of hoog niveau assimilatielicht waren gegroeid, was het eindgewicht van de geoogste takken in augustus, september, oktober en december vrijwel gelijk (Tabel 4.2.1). Bij de proeven in oktober en december leken de nog ontwikkelende takken aan het eind van de strekkingsfase in de kassen met 4000 Lux assimilatielicht visueel duidelijk lichter van kwaliteit dan de takken uit de kassen met 10000 Lux assimilatielicht.

Hoewel licht niet bepalend lijkt voor de uiteindelijke taklengte, lijkt het dat dus wel voor het uiteindelijke takgewicht. Door alsnog hoog licht **ná** de strekkingsfase te geven, kon in de proeven de achterstand in takgewicht weer vrijwel gecompenseerd worden in de rijpingsfase. Wellicht biedt dit mogelijkheden om tijdens strekkingsfase kosten te reduceren door lagere niveaus assimilatiebelichting toe te passen; daarbij mag het totale lichtniveau (assimilatie + buitenlicht) tussen begin november en eind februari echter niet te laag worden om loosvorming te voorkomen.

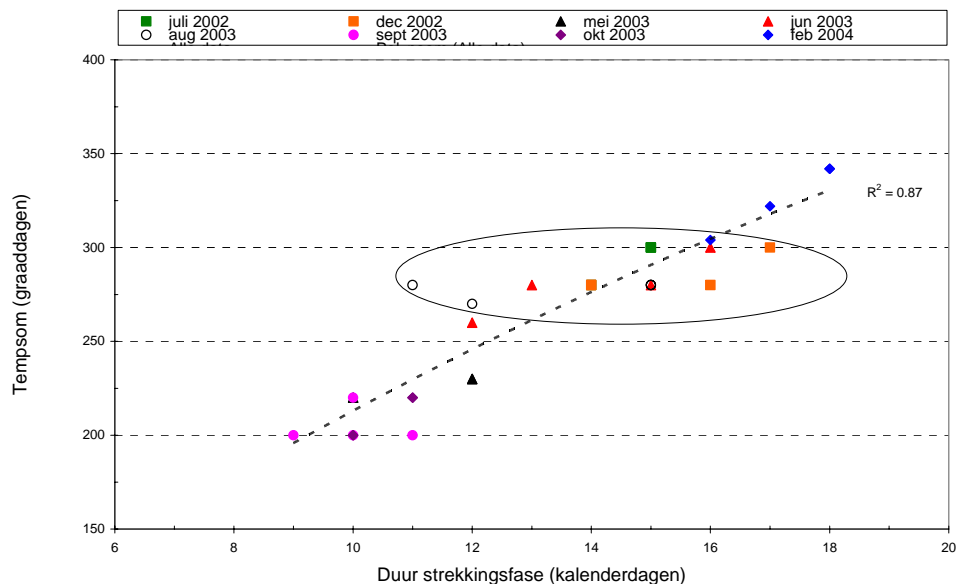
Tabel 4.2.2: Effect van temperatuur trappen op versgewicht bloemknop (gram) bij oogst - oktober 2003

Dag/nacht temperatuur - Hoog Licht of Laag Licht	Versgewicht (sd)
20/20 - HL	11.50 (0.34)
23/17 - LL	11.35 (0.28)
23/17 - HL	11.29 (0.26)
20/20 - LL	12.49 (0.26)

Verder bleek dat als de planten na de strekkingsfase onder gelijke omstandigheden werden geteeld, de temperatuur en het lichtniveau tijdens de strekkingsfase geen significant effect hadden op de drogestof percentages van steel, blad en bloem (tabel 4.2.1). Wel lijkt er een klein effect van de temperatuur op het versgewicht van de bloemknop bij de oogst te zijn (Tabel 4.2.2).

3.2.4 Effect van plantdichtheid op de strekking

In twee proeven, in voorjaar resp. nazomer, zijn de planten na de oogst wijder gezet van 14 naar 9 planten/m². Het verlagen van het aantal planten per m² in de proef, had tot gevolg dat het aantal graaddagen dat nodig was tot zichtbare knop afnam. In de voorjaarsproef hadden de planten die wijder gezet waren, tot het einde van de strekkingsfase gemiddeld 30 graaddagen minder nodig dan de planten die op 14 planten/m² waren blijven staan (gemiddeld 480 graaddagen; zie paragraaf 4.2.2). In de augustusproef was het effect nog groter. De bloemknop was bij 9 planten/m² al na circa 400 graaddagen zichtbaar (inclusief de 200 graaddagen voor de uitloofphase). Deze afname met circa 80 graaddagen komt overeen met ongeveer 3 kalenderdagen bij een etmaaltemperatuur van 25°C. Er zijn aanwijzingen dat de beschikbare hoeveelheid licht een rol speelt bij deze versnelling. Wanneer de benodigde temperatuursom uitgezet wordt tegen het aantal kalenderdagen dat de strekkingsfase duurt, is er duidelijk een lineair verband (Figuur 4.2.6), waarbij de planten die meer licht hadden ontvangen (hetzij door lagere dichtheid, hetzij door hoog lichtniveau) gemiddeld de kortste strekkingsfase hadden.



Figuur 4.2.6: Gerealiseerde temperatuursom voor de strekkingsfase en het aantal benodigde kalenderdagen in verschillende perioden van het jaar. In het ovaal de waarden van planten op 14 planten/m²; linksonder van het ovaal de waarden van de planten op 9 planten/m²; rechtsboven het ovaal de waarden van planten die een gemiddelde lichtsom van minder dan 10 Mol/m²/dag ontvingen. De stippellijn geeft de trend over alle experimenten weer.

3.3 Rijpingsfase

Als rijpingsfase wordt aangeduid de periode tussen het moment van zichtbare bloemknop tot de oogst. In proeven in de winterperiode 2003 zijn de effecten onderzocht van licht en temperatuur op de rijping. Daarbij zijn zowel vaste, constante temperaturen als variabele temperaturen met elkaar vergeleken (Tabel 4.3.1).

Oogst	Uitloop	Strekking	Rijping
December 2002	200 graaddagen (8 dagen 25 °C) 10000 Lux	22 HL	22 HL
		22 LL	22 LL
		18 LL	18 LL
		18 HL	18 HL
September 2003 ¹	200 graaddagen (8 dagen 25 °C) 10000 Lux	18 HL	20 HL constant
		18 LL	20 HL - 2 trappen ²
		22 LL	20 HL - 2 trappen ²
		22 HL	20 HL constant
December 2003	200 graaddagen (8 dagen 25 °C) 10000 Lux	25 HL	20 HL - 3 trappen ³
		25 LL	20 HL constant
		25 HL	20 HL - 3 trappen ³
		25 LL	20 HL constant
Februari 2004	200 graaddagen (8 dagen 25 °C) 10000 Lux	19 HL	18 HL
		19 LL	18 HL

¹ Plantdichtheid 9 planten/m². ² 2 Trappen = 23°C overdag en 17°C 's nachts; etmaal gemiddelde = 20°C. ³ 3 trappen = 24°C (9 – 21 uur); 14°C (21-1 uur); 17°C (1-9 uur); etmaal gemiddelde = 20°C.

3.3.1 Effect van temperatuur en licht op bloemkwaliteit en cyclusduur

De duur van de rijpingsfase wordt zowel door temperatuur als licht beïnvloed. Daarbij lijkt de invloed van licht sterker dan van temperatuur (Tabel 4.3.2, data december 2002). Onder 10000 Lux was bij 22°C de totale cyclusduur ruim 10 dagen korter dan onder 4000 Lux.

Bij de verdere experimenten met de rijpingsfase is daarom steeds 10000 Lux gebruikt.

Oogst	Rijping bij	Lengte (se)	Gewicht (se)	Gemiddeld aantal graaddagen tot		Dagen
				Knop	Oogst	
December 2002	22 HL	Niet bepaald		484	748	33
	22 LL			482	987	44
	18 LL			503	997	50
	18 HL			484	898	45
September 2003	20 HL constant	67.9 (0.67)	41.8 (0.82)	393	813	35
	20 HL 2 trappen ¹	67.9 (0.59)	41.3 (0.76)	397	817	37
	20 HL 2 trappen ¹	66.6 (0.59)	40.4 (0.83)	419	819	35
	20 HL constant	68.2 (0.63)	42.8 (0.87)	396	795	37
December 2003	20 HL 3 trappen ²	66.5 (0.99)	34.2 (0.84)	420	850	40
	20 HL constant	68.9 (0.92)	33.7 (0.97)	420	860	41
	20 HL 3 trappen ²	69.5 (1.11)	36.1 (1.00)	440	860	41
	20 HL constant	67.6 (0.89)	35.1 (0.98)	440	860	41
Februari 2004	18 HL	80.0 (0.51)	39.5 (0.62)	550	930	48
	18 HL	80.2 (0.51)	38.9 (0.62)	510	940	49
	18 HL	79.6 (0.49)	38.3 (0.60)	550	980	51 ³
	18 HL	77.8 (0.57)	36.0 (0.67)	570	980	51 ³

¹ 2 Trappen = 23°C overdag en 17°C 's nachts; etmaal gemiddelde = 20°C. ² 3 trappen = 24°C (9 – 21 uur); 14°C (21-1 uur); 17°C (1-9 uur); etmaal gemiddelde = 20°C. ³ Strekkingsfase onder LL

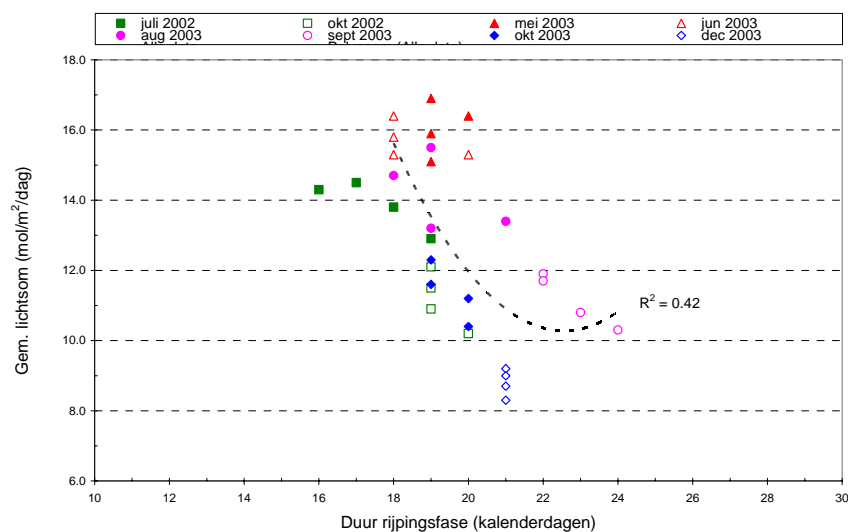
Een lagere temperatuur in de rijpingsfase verlengde de cyclusduur en gaf uiteindelijk langere bloemstelen (Tabel 4.3.2, februari 2004). Dit komt waarschijnlijk doordat de strekkingsgroei nog niet is afgelopen als de knop zichtbaar wordt en de groeisnelheid na dit moment wordt beïnvloed door een verlaging of verhoging van de temperatuur (zie Figuur 4.2.2). Er werd geen correlatie gevonden tussen de lengte en de temperatuursom in de rijpingsfase.

3.3.2 Effect van verschillende dag-nachttemperaturen

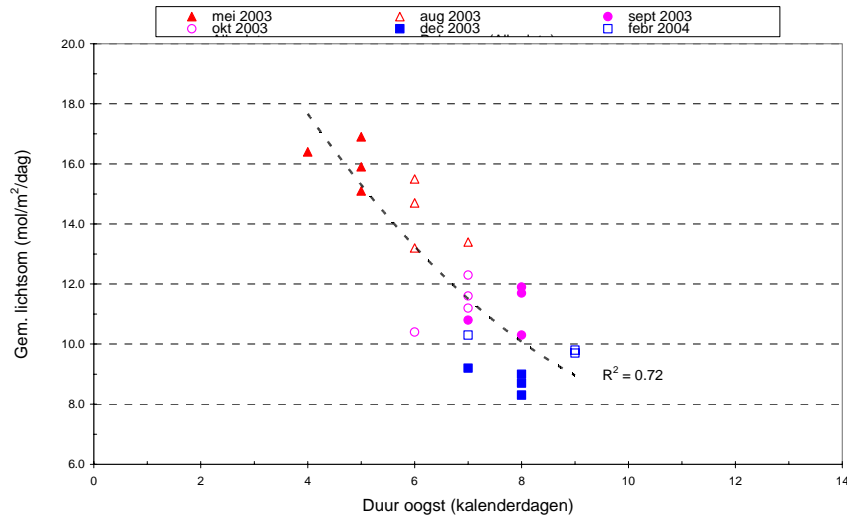
Ook is onderzocht of er effecten zijn van het toepassen van een constante teelttemperatuur of van sterk verschillende dag-nacht (23° - 17°) temperaturen bij gelijke gemiddelde etmaaltemperatuur. In de experimenten waar dit is toegepast (Tabel 4.3.2, oktober en december 2003) werden geen verschillen in lengte, gewicht of cyclusduur gevonden, wat duidt op temperatuurintegratie.

Ook bleek dat als de rijping bij een gelijke gemiddelde etmaaltemperatuur plaatsvindt, verschillende dag/nacht temperaturen (gebruik van temperatuurtrappen) geen effect hadden op de knopgrootte (zie Bijlage 1, tabel 1).

In figuur 4.3.1 is te zien dat de duur van de rijpingsfase wordt beïnvloed door licht. De duur van de rijpingsfase in kalenderdagen (van alle experimenten door het jaar heen), is daarbij uitgezet tegen de gemiddelde dagelijkse lichtsom tijdens de rijpingsfase. Hieruit komt een trend naar voren dat bij een lage dagelijkse lichtsom de duur van de rijpingsperiode toeneemt (Figuur 4.3.1). In mei, juni en juli zijn de rijpingsfasen het kortst. Behalve de faseuur, werd ook het aantal dagen waarop geoogst werd, significant korter (de gelijkheid van het gewas werd dus groter) bij een hoge gemiddelde lichtsom per dag tijdens de rijpingsfase (Figuur 4.3.2).



Figuur 4.3.1 – Duur rijpingsfase in kalenderdagen in relatie tot de gemiddeld ontvangen lichtsom per dag in de rijpingsfase. Bij lagere lichtsom duurt de rijping langer. Alle behandelingen rijpten af bij dezelfde temperatuur (20°C). De stippellijn geeft de trend over alle experimenten weer.



Figuur 4.3.2: Gemiddelde duur van oogstperiode in kalenderdagen in relatie tot de ontvangen gemiddelde lichtsom per dag tijdens de rijpingsfase. De toegenomen rijpingsduur (figuur 4.3.1) neemt ook de oogstperiode toe. De stippellijn geeft de trend over alle experimenten weer.

3.3.3 Effect van plantdichtheid op de rijping

Wijderzetten bleek geen effect te hebben op de voor de rijpingsfase benodigde temperatuursom, in tegenstelling tot de strekkingsfase. Daar bleek wijderzetten de temperatuursom nodig voor het bereiken van het zichtbare knopstadium wel te verminderen (§ 4.2.4).

Een mogelijke reden kan zijn dat voor rijping voornamelijk het blad aan de rechtopstaande bloemstelen belangrijk is en daarvoor het licht niet limiterend is, terwijl in de strekkingsfase vooral de bladeren van het ingebogen pakket een rol spelen en overschaduwen daarvan door de eigen scheuten wel een negatief effect kan hebben op de ontwikkeling van de bloemtak.

4 Effect van EC, CO₂ en vocht

4.1 Uitvoering

Vanaf eind mei tot september 2004 zijn 3 cycli gevolgd (proeven 20 - 22), waarin de effecten van de EC in de mat en CO₂-concentratie in de kas op de snelheid van uitloop en kwaliteit van de geoogste bloemtak zijn getest. In proef 20 is alleen EC als proeffactor opgenomen (concentratie CO₂ 700 ppm); in proeven 21 en 22 was in de fasegeteelde behandeling de concentratie CO₂ afhankelijk van de fase en varieerde van 700 - 1400 ppm (voor overzicht van de behandelingen zie Bijlage 2, Tabel 1). De overige omstandigheden in de kassen waren gelijk. De EC en CO₂-behandelingen werden steeds in twee kassen toegepast; de andere twee kassen met vaste instellingen dienden als referentie.

Tijdens de laatste cyclus (proef 23) in oktober is ook het effect van vochtdeficiet (VD) in de uitlooffase onderzocht. Een hoog deficiet betekent dat de lucht minder vocht kan vasthouden dan bij een laag deficiet. Het vochtdeficiet is afhankelijk van de temperatuur: een hoge temperatuur geeft bij een gelijke VD een hogere luchtvochtigheid in de kas.

In de kassen zijn twee verschillende vochtdeficieten ingesteld: voor een lage luchtvochtigheid werd de kas ingesteld op een VD van 7.0 g/m³ en voor de hogere luchtvochtigheid was de kas ingesteld op een VD van 2.0 g/m³. De relatieve luchtvochtigheden die hierdoor gerealiseerd staan in bijlage 2, Tabel 2. Er is voor de vochtregeling op basis van VD gekozen omdat door de fase teelt te vergelijken met de 'normale' teelt verschillende temperatuur setpoints per teeltmethode zijn gebruikt.

Naast het verschil in VD werd in twee kassen volgens de fasemethode geteeld en in de twee referentie kassen volgens 'gebruikelijke' temperatuurinstellingen. In bijlage 2, Tabel 3 zijn de setpoints voor de fase teelt en 'normale' teeltmethode gegeven. Grafieken van de gerealiseerde EC in de mat en CO₂-niveaus in de kas staan bijlage 2.

Na een gelijk aantal graaddagen is in alle kassen het aantal uitgelopen en geoogste scheuten gemeten, geteld en gewogen.

4.2 Resultaten

In de proeven 20 - 22 waren de takken aan het einde van de uitlooffase in de referentiekassen gemiddeld iets langer (Tabel 5.1). Dit suggereert dat uitloop bij constante instellingen sneller zou gaan, maar dat is niet het geval, want de verschillen in gemeten scheutlengtes waren niet significant. Dit toeval wordt min of meer bevestigd door cyclus 23, waar juist de scheuten in de fase teelt iets langer zijn.

		Proeffactor			
Cyclus	N graaddagen	EC - CO ₂ variabel ¹		EC - CO ₂ vast	
20	240	2.8		3.1	
21	240	3.7		4.8	
22	280	11.0		12.4	
		Fase teelt		Referentie teelt	
		VD = 2.0	VD = 7.0	VD = 2.0	VD = 7.0
23	200/210	3.3	3.6	2.3	2.7

¹ CO₂ variabel alleen in proeven 21, 22 en 23.

In de fase teelt bij VD = 7.0 en de referentie teelten bij VD = 7.0 en VD = 2.0, waren in de groepen meetplanten bij elke behandeling ongeveer evenveel scheuten uitgelopen (Tabel 5.2). Op grond hiervan kan voorzichtig geconcludeerd worden dat een hoge luchtvochtigheid op zich niet meer uitloop geeft. De scheuten uitgelopen in de kassen met VD = 2.0 waren gemiddeld wel zwaarder dan de scheuten uitgelopen in de kassen met VD = 7.0.

Echter, in de fase teelt bij VD = 2.0 (RV circa 90%), waren in de groep van 18 proefplanten ongeveer 20 scheuten meer uitgelopen dan in referentie behandeling. De extra uitloop had daarbij vooral plaats op plekken onder de knipplaatsen op de vork van de ministruik. Het verschil tussen beide behandelingen betrof voornamelijk de temperatuur in de uitloof fase, die bij de fase teelt 25° was en bij de referentie teelt 21°C.

Tabel 5.2: Aantal uitgelopen scheuten bij verschillende vochtdeficiëten. Gemeten na 200 graaddagen.

	Fase teelt		Referentie teelt	
	VD = 2	VD = 7	VD = 2	VD = 7
Uitgelopen scheuten per 18 planten	82	63.5	62	58
Totaalgewicht scheuten	106.3	38.1	66.1	52.35
Gemiddeld gewicht per uitgelopen scheut	1.30	0.60	1.07	0.90

Een luchtvochtigheid van 80-90% gaf in deze proef dus alleen meer uitloop in combinatie met een temperatuur van 25°. Mogelijk dat er wel een maximum is aan de temperatuur bij uitloop. In proeven uitgevoerd in Zwaagdijk is waargenomen dat bij een RV van 90% en temperatuur van bijna 28-30° geen extra uitloop plaatsvond. Door de beperkte grootte van de onderzochte groep planten kunnen hierover echter geen spijkerharde uitspraken gedaan worden.

Door de extra uitloop in cyclus 23 in de fasekas met hoge RV, werd de ontwikkeling van de twee 'hoofdscheuten' op de vork van de ministruik wel enigermate geremd. Dit is terug te zien in tabel 5.3 waar de bloemen afkomstig van planten die in de fasekas waren uitgelopen bij 25°C en hoge luchtvochtigheid, bij de oogst gemiddeld iets korter zijn dan de bloemen geogst uit de andere behandelingen.

Tabel 5.3: Gemiddelde eindlengte (cm) en gewicht (g) bij oogst (± se)

		Proeffactor			
		EC - CO ₂ variabel ¹		EC - CO ₂ vast	
Cyclus	Lengte	Lengte	Gewicht	Lengte	Gewicht
20	66.5 (0.6)	44.4 (0.8)		65.1 (0.6)	42.3 (0.7)
21	72.4 (0.5)	48.8 (0.8)		71.4 (0.5)	46.6 (0.9)
22	72.5 (0.6)	49.4 (0.9)		71.3 (0.6)	46.7 (1.0)

23	Fase teelt				Referentie teelt			
	VD = 2		VD = 7		VD = 2		VD = 7	
	Lengte	Gewicht	Lengte	Gewicht	Lengte	Gewicht	Lengte	Gewicht
	68.5 (0.9)	35.6 (1.1)	71.5 (0.8)	35.3 (0.9)	74.8 (0.8)	39.6 (1.1)	76.4 (0.7)	39.9 (1.0)

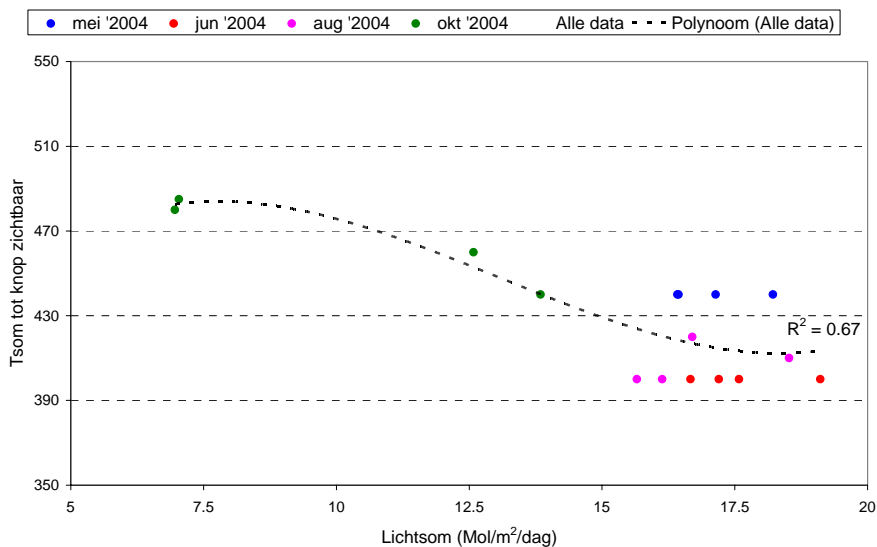
¹ CO₂ variabel alleen in proeven 21, 22 en 23.

De takken geogst in de proeven 20 - 22 van planten die waren geteeld bij variabele EC en CO₂, waren gemiddeld iets zwaarder en langer dan de takken afkomstig van de behandeling met vaste EC en CO₂ (Tabel 5.3). Dit verschil is echter eveneens niet significant.

De takken geogst in cyclus 21 waren ook langer en zwaarder dan de takken geogst in cyclus 20. In cyclus 21 zijn per fase variërende CO₂ – concentraties ingezet; in proef 20 was de CO₂ ingesteld op 700 ppm constant. In cyclus 22 is dezelfde trend als zichtbaar in proef 21, waardoor het lijkt of variabele CO₂ een positief effect heeft op lengte en gewicht van de geogste bloem.

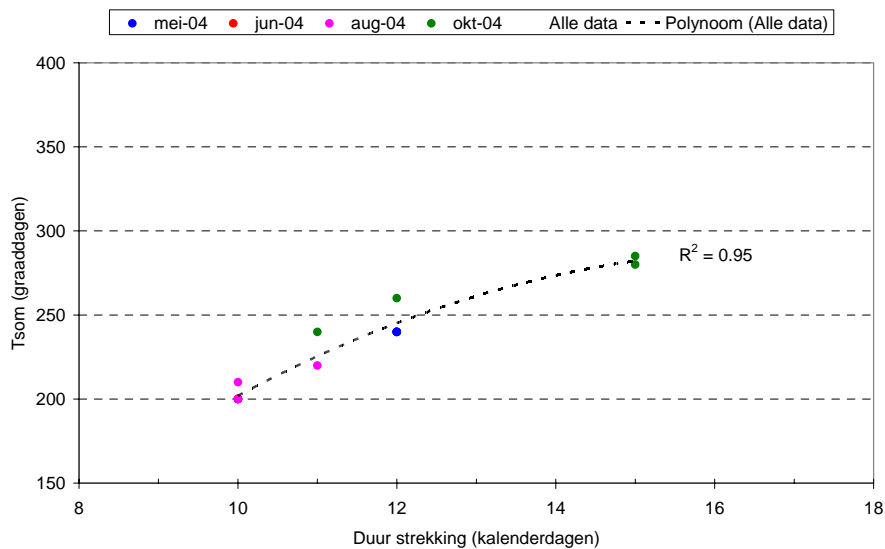
Proef 23 geeft echter tegengestelde resultaten: variabele EC en CO₂ geven hier juist kortere en lichtere stelen, zodat de rol van CO₂ en EC toch niet eenduidig lijkt. Wel was in deze proef het VD tijdens uitloop een proeffactor geweest en mogelijk dat deze factor ook nog invloed heeft op de latere ontwikkeling van de bloemtakken.

In paragraaf 4.2.2.2 werd al vermeld dat in de strekkingsfase de benodigde temperatuursom tot aan zichtbare knop afhankelijk is van de gemiddeld ontvangen lichtsom per dag tijdens deze periode (figuur 4.2.3). Ook uit de proeven uitgevoerd in 2004 kwam dit weer naar voren. In figuur 5.2.1 is te zien dat, komende vanuit de zomer, de benodigde temperatuursom tot zichtbare knop behoorlijk toeneemt bij agelijkse gemiddelde lichtsommen onder gemiddeld 12 - 13 Mol/m²/dag.



Figuur 5.2.1: Benodigde temperatuursom tot einde strekkingsfase in relatie tot gemiddelde ontvangen lichtsom in strekkingsfase. Stippellijn: best mogelijke fit berekend over alle meetdata.

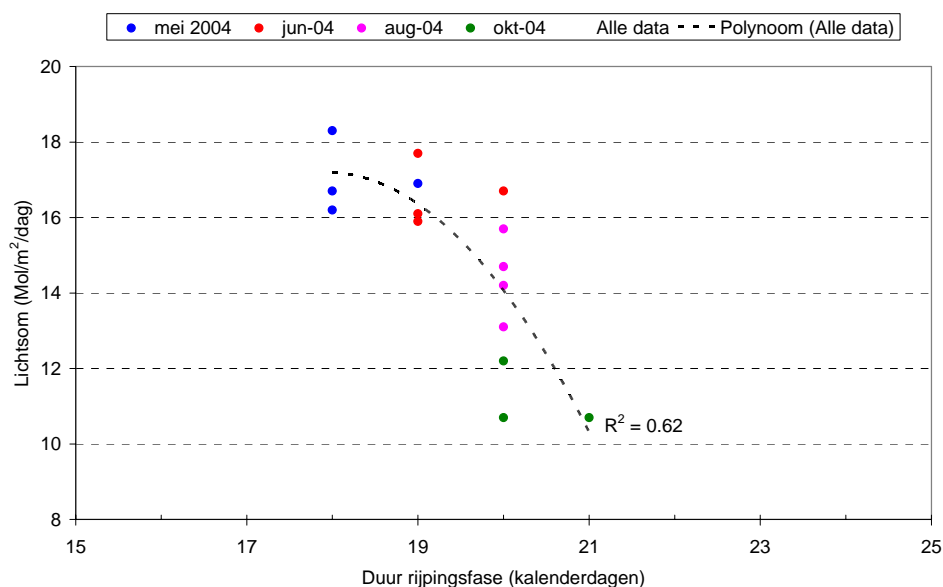
Ook andere, al eerder genoemde, verbanden werden opnieuw waargenomen. Figuur 5.2.2 is volledig vergelijkbaar met figuur 4.2.6 (paragraaf 4.2.4), waarin de beschikbare hoeveelheid licht een rol speelt in de snelheid van de strekkingsfase.



Figuur 5.2.2: Gerealiseerde temperatuursom voor strekkingsfase en het aantal corresponderende kalenderdagen in verschillende perioden van het jaar 2004.

In cyclus 23 is in de twee fasekassen het lichtniveau tijdens strekking laag gehouden. Dit lijkt in oktober al limiterend te zijn. De strekkingsfasen in figuur 5.2.2 van de waarnemingen in oktober die de langste duur hebben, zijn de behandelingen met 4000 Lux. Bij deze lichtintensiteit duurt deze fase meer dan 3 dagen langer dan in de behandelingen met 10000 Lux.

Ook in de rijpingsfase werden weer dezelfde verbanden gevonden als in de eerdere proeven in 2003 (Figuur 5.2.3).



Figuur 5.2.3: Duur rijpingsfase in kalenderdagen in verhouding tot de gemiddeld ontvangen lichtsom per dag in de rijpingsfase.

Deze figuur kan vergeleken worden met figuur 4.3.1 (paragraaf 4.3.2), waaruit ook bleek dat de rijpingsfase wordt verkort door een hogere ontvangen lichtsom per dag gedurende de rijpingsperiode.

4.3 Conclusie

Het gebruik van faseafhankelijke EC en CO₂ niveaus gaf in de proeven 20 - 22 slechts een geringe verbetering in lengte en gewicht van de takken, maar had geen invloed op de snelheid van uitloop of ontwikkeling van de scheuten. Meer effect leek een verhoging van de gemiddelde CO₂ concentratie tijdens de ontwikkeling van een tak te hebben. In de proeven 21 en 22 met variabel CO₂ werden zwaardere bloemen geoogst. In proef 23 werd dit echter weer niet waargenomen. Daarmee lijken de voordelen van een CO₂ niveau hoger dan 700 ppm vrijwel nihil.

In proef 23 zijn meerdere factoren getest. Het aantal uitgelopen scheuten aan het begin van de cyclus lijkt positief beïnvloed te kunnen worden door een hoge luchtvochtigheid, maar alleen in combinatie met een hogere temperatuur (25°) bij uitloop. Onder een hoge RV bij een gematigde temperatuur van 21° was de uitloop niet verschillend van de uitloop onder lage RV bij 21 of 25°.

De extra uitloop in de fase telt bij hoge RV en temperatuur heeft in proef 23 (fasemethode vergeleken met de traditionele teeltmethode) wellicht een effect gehad op het eindresultaat. In de fasekas met hoge luchtvochtigheid en hoge temperatuur tijdens de uitlooffase was de uiteindelijke lengte van de scheuten lager dan in de andere kassen waar minder scheuten waren uitgelopen. Ondanks dat de extra gevormde scheuten na de uitlooffase waren weggebroken, was de ontwikkeling van de twee bloemscheuten op de 'vork' van de ministruik hierdoor waarschijnlijk al beïnvloed.

De bereikte temperatuursom bepaalt de ontwikkelingssnelheid van de takken. EC en CO₂-niveau hebben geen effect op de ontwikkelingssnelheid. De ontwikkelingssnelheid tot zichtbare knop wordt alleen beïnvloed door licht indien dat limiterend is.

5 Conclusies en aanbevelingen

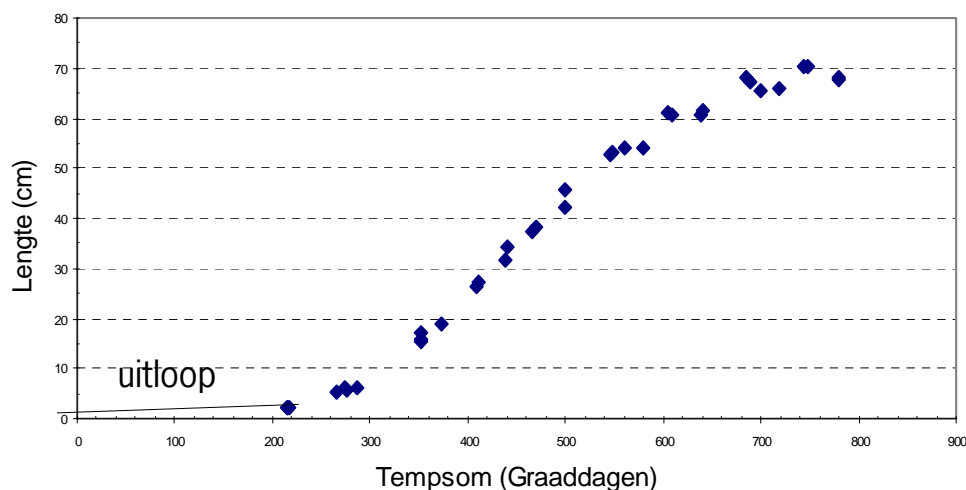
Samengevat zijn de belangrijkste conclusies:

- De verschillende ontwikkelingsfasen zijn gevoelig voor twee verschillende hoofdfactoren: uitloop en strekking vooral voor temperatuur, rijping vooral voor licht.
- De fase-overgang is behoorlijk kritisch, vooral de overgang uitloofase - strekkingsfase luistert zeer nauw.
- In de eerste twee fasen lijkt een besparing in assimilatielicht mogelijk
- Door de afhankelijkheid van verschillende hoofdfactoren zijn er meer sturingsmogelijkheden
- De bijdragen van EC, CO₂ en RV op zich zijn beperkt; de werking van deze factoren lijkt toch vooral afhankelijk te zijn van interactie met één van de twee hoofdfactoren

Uitgesplitst per teeltfactor kan de volgende detaillering gemaakt worden:

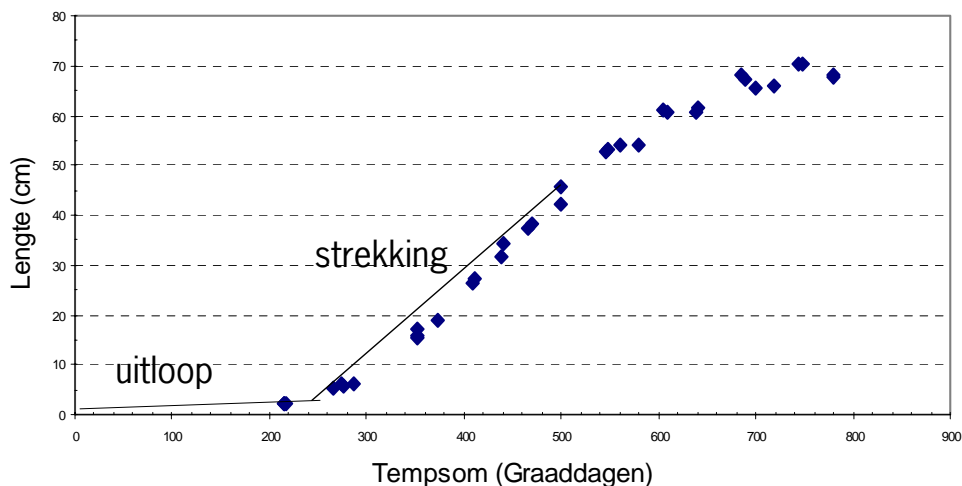
(1) Temperatuur:

- De uitloop kan versneld worden door een hoge gemiddelde temperatuur (25 – 26 °C) te gebruiken.
- Een verhoogde 'uitlooptemperatuur' kan zonder verlies aan kwaliteit aangehouden worden tot een temperatuursom van circa 200 graaddagen. Bij langere duur neemt variatie toe en kwaliteit af.



Figuur 6.1: Plaats uitloofase in de totale ontwikkelingscyclus van een roos

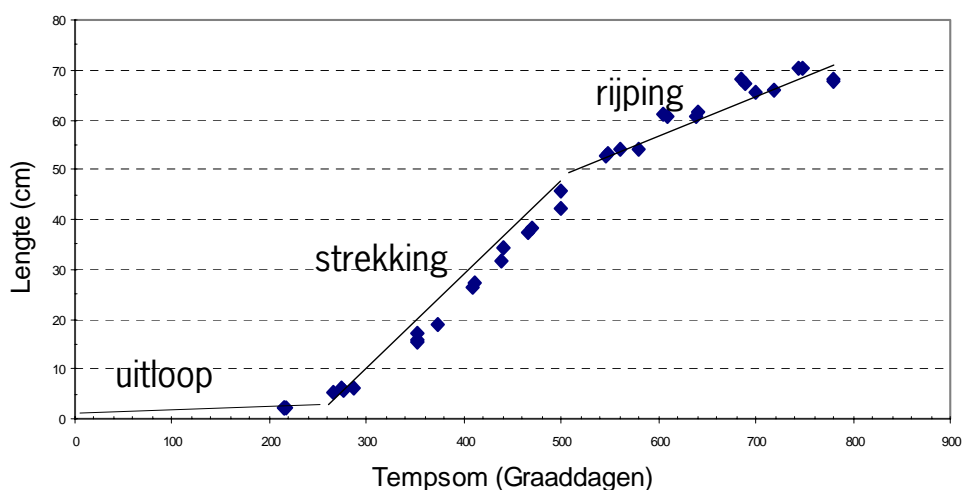
- De strekking kan ook versneld worden door een hoge gemiddelde temperatuur, maar dit gaat ten koste van de kwaliteit. Aanbevolen wordt tijdens de strekkingsfase een gemiddelde van maximaal 20°C aan te houden. Dit zou ook de lengte van de zomertakken kunnen vergroten.
- Het moment van zichtbare knop wordt in alle behandelingen bereikt na een bepaalde temperatuursom (ongeveer 490 ± 20 graaddagen). Bij lage lichtsommen (minder dan 10 Mol/m²/dag) worden de strekkings- en rijpingsfase langer.
- Bij gelijke etmaalgemiddelden, zijn geen effecten waargenomen op taklengte of knopgrootte als gevolg van temperatuurschommelingen gedurende de dag van maximaal 10°C (14° tot 24°).



Figuur 6.2: Plaats strekkingsfase in de totale ontwikkelingscyclus van een roos

(2) Licht:

- In de uitloofase is hoog licht niet van belang gebleken. In de proef waren tussen belichting met 4000 Lux en 10000 Lux geen verschillen te zien, ook niet in de donkerste maanden van het jaar. Dit betekent dat tijdens de eerste dagen na de oogst de helft van de lampen uit kunnen.
- Loosvorming bleek niet afhankelijk van de lichtsom in de uitloofase, maar van die in de eerste dagen van de strekkingsfase. Tussen december en februari gingen in de kassen met belichting 4000 Lux in de strekkingsfase 25% van de scheuten los (dagsom was 4 Mol/m²). Buiten deze "gevaarenperiode" kon tijdens de gehele strekkingsfase wel met belichting van 4000 Lux worden volstaan. Bij lichtsommen van minder dan 10 Mol/m²/dag werd de strekkingsfase wel langer.



Figuur 6.3: Plaats rijpingsfase in de totale ontwikkelingscyclus van een roos

- Een hoog niveau van assimilatiebelichting tijdens de rijpingsfase leverde relatief een zeer grote bijdrage aan de kwaliteit van de tak. Ook de fase duur werd met bijna een week verkort ten opzichte van de lage lichtintensiteit (14 dagen bij 10000 Lux t.o.v. 20 dagen bij 4000 Lux).

(3) EC, CO₂ en luchtvochtigheid

- Het gebruik van faseafhankelijke EC-niveaus had nauwelijks effect en had geen invloed op de snelheid van uitloop of ontwikkeling van de scheuten. Om meststoffen te besparen kan overwogen worden met variabele EC te telen.
- Een verhoging van de gemiddelde CO₂ concentratie tijdens de ontwikkeling van een tak te hebben leek een licht positief effect te hebben. Hoewel niet eenduidig, werden in de proeven met variabel CO₂ meestal zwaardere bloemen geoogst en vanuit kwaliteitsoogpunt lijkt een hogere CO₂ gift te renderen, maar qua groeisnelheid zijn de voordelen van concentraties hoger dan 700 ppm nihil.
- De uitloop aan het begin van de cyclus lijkt positief beïnvloed te kunnen worden door een hoge luchtvochtigheid, maar alleen in combinatie met een hogere temperatuur bij uitloop. Daarbij moet niet uit het oog verloren worden, dat de uitloop bij een hogere uitlooptemperatuur niet te lang mag duren, doordat dan ongelijkheid en verstoring van de volgende fase kan optreden (zie punt 1).

Dit voert het volgende potentiële schema voor een fasegestuurde teelt.

Fase	Uitloop	Strekking	Rijping
Definitie ->	0 tot 2-3 cm	2-3 cm tot zichtbare knop	Zichtbare knop tot oogst
Tempsom	200 °dagen (8 dagen x 25°C)	± 290 °dagen (14 dagen x 21°C)	360 - 480 °dagen afhankelijk van licht
Belichting	4.000 Lux voldoende	Maart - oktober 4.000 Lux, November - februari 10.000 Lux	10.000 Lux
EC	0.7	1.2	1.6
CO ₂	700	1000	1400

Wat zijn nog de overgebleven vragen?

Zoals gewoonlijk heeft dit onderzoek een aantal vragen beantwoord, maar ook weer nieuwe vragen opgeworpen, bijvoorbeeld:

1. Is meer licht door het tijdelijk wijderzetten van de planten effectiever dan meer licht er boven? Dit lijkt te gelden voor de uitlooffase. Wat is effect van variabele plantdichtheid op cyclussnelheid? En wat is de rol van het griffelblad: levert meer blad ook een extra versnelling op?
2. Is laag licht tijdens strekking (relatief korte periode) te compenseren tijdens rijping (relatieve lange periode) om de kwaliteit te waarborgen?
3. Hoe lang kan men (extra) belichting van een teelt uitstellen zonder (merkbaar) kwaliteitsverlies?
4. De kwaliteit van de bloem wordt verbeterd door lagere temperatuur tijdens rijping. Is dit ook op een andere manier te verwezenlijken zodat de gemiddelde temperatuur gelijk blijft (dus zonder verlaging van de groeisnelheid)?
5. Wat wordt de totale cyclusduur en eindkwaliteit bij inzet alle genoemde maatregelen t.o.v. constante teelttemperatuur en hoog licht?

Bijlage 1

Overzicht van de proeven

Cyclus	Fase	Oogst	Uitloop	Strekking	Rijping	Lengte	Gewicht	Dagen
1	U	Plant opbouw	23 LL				Geen oogst	
			21 HL					
			23 HL					
			26 HL					
2	U	Mei 2002	23 LL				Gelijk geknipt	
			21 HL					
			23 HL					
			26 HL					
3	U	Juni	23 LL	20°C minimaal 10000 lux	20°C minimaal 10000 Lux	69.6 (0.58)	45.5 (0.89)	40
			21 HL			67.8 (0.50)	42.4 (0.68)	41
			23 HL			66.8 (0.56)	44.6 (0.70)	41
			26 HL			64.3 (0.44)	41.2 (0.60)	39
4	U	Augustus	21 HL				Gelijk geknipt	
			23 HL					
			26 HL					
5	U	September	23 LL			69.1 (0.54)	37.8 (0.97)	41
			21 HL			66.7 (0.53)	34.7 (0.61)	40
			23 HL			69.5 (0.45)	38.1 (0.57)	40
			26 HL			62.4 (0.48)	31.5 (0.52)	39
6	U	Oktober	21 LL					
			21 HL					
			25 LL					
7	S	December 2002	200 °dagen; 10000 Lux	22 HL	22 HL			43
				22 LL	22 LL			44
				18 LL	18 LL			50
				18 HL	18 HL			45
9	S	Maart 2003	200 °dagen; 10000 Lux	19/HL	20 °C; 10000 Lux		Geen oogst	
				19/LL				
				22/LL				
				22/HL				
10	S	Mei	200 °dagen; 10000 Lux	19/HL	20 °C; 10000 Lux	67.4 (0.52)	40 (0.72)	35
				19/LL		67.7 (0.48)	38.6 (0.63)	36
				22/LL		64.2 (0.60)	37.2 (0.78)	35
				22/HL		64.6 (0.45)	38.7 (0.63)	36
11	S	Juni	200 °dagen; 10000 Lux	18/HL	20 °C; 10000 Lux	77 n=20	50 n=20	41
				18/LL		78.7 n=20	51.8 n=20	41
				22/LL		71.7 n=20	43.5 n=20	37
				22/HL		71.6 n=20	45.2 n=20	36
12	S	Augustus	200 °dagen; 10000 Lux	18/HL	20 °C; 10000 Lux	63.3 *(0.68)	37.6 (0.83)	41
				18/LL		67.0 (0.68)	40.0 (0.79)	41
				22/LL		62.9 (0.67)	33.2 (0.72)	37
				22/HL		63.5 (0.63)	34.2 (0.71)	37
13	S + R	Oktober	200 °dagen; 10000 Lux; wijder gezet	18 HL	20 HL constant	67.9 (0.67)	41.8 (0.82)	35
				18 LL	20 HL trappen ¹	67.9 (0.59)	41.3 (0.76)	37
				22 LL	20 HL trappen ¹	66.6 (0.59)	40.4 (0.83)	35
				22 HL	20 HL constant	68.2 (0.63)	42.8 (0.87)	37
14	S	November	200 °dagen; 10000 Lux	20 /HL	20 °C; 10000 Lux	68.8 (0.66)	41.0 (1.03)	37
				23/17 /LL ¹		69.3 (0.76)	38.9 (0.94)	37
				23/17 /HL ¹		69.3 (0.73)	41.5 (1.06)	37

				20/LL		71.3 (0.82)	40.5 (1.11)	37
15	R	December 2003		20 °C 10000 Lux	25 HL	20 HL 3 trappen ²	66.5 (0.99)	34.2 (0.84)
					25 LL	20 HL constant	68.9 (0.92)	33.7 (0.97)
					25 HL	20 HL 3 trappen ²	69.5 (1.11)	36.1 (1.00)
					25 LL	20 HL constant	67.6 (0.89)	35.1 (0.98)
17	R	Januari 2004	Constant in andere kasruimte		20 HL	74.9 (0.43)	33.7 (0.43)	
					20 LL	72.9 (0.45)	27.0 (0.35)	
					20 HL	73.5 (0.42)	34.7 (0.45)	
					20 LL	71.8 (0.43)	25.6 (0.36)	
18	U + S	Februari		20 °C; 10000 Lux	200 °dagen; 10000 Lux	HL	80.0 (0.51)	39.5 (0.61)
					200 °dagen; 4000 Lux	HL	80.2 (0.51)	38.9 (0.62)
					200 °dagen; 10000 Lux	LL	79.6 (0.49)	38.3 (0.60)
					200 °dagen; 4000 Lux	LL	77.8 (0.57)	36.0 (0.67)
19	U	April 2004	Wijderzetten		Constant in andere kas			

¹ 2 Trappen = 23°C overdag en 17°C 's nachts; etmaal gemiddelde = 20°C

² 3 Trappen = 24°C (9 – 21 uur); 14°C (21-1 uur); 17°C (1-9 uur); etmaal gemiddelde = 20°C

Tabel 1: Bloemknoplengte en versgewicht na variabele dag/nachttemperatuur of constante temperatuur (se).

	Omstandigheden Rijingsfase	Knoplengte (cm)	Knopgewicht (g)
September 2003	20° HL 2 trappen	-	12.1 (0.3)
	20° HL constant	-	12.7 (0.3)
	20° HL 2 trappen	-	11.9 (0.3)
	20° HL constant	-	11.6 (0.3)
December 2003	20° HL 3 trappen	5.4 (0.1)	11.1 (0.2)
	20° HL constant	5.4 (0.1)	11.3 (0.2)
	20° HL 3 trappen	5.4 (0.1)	11.2 (0.2)
	20° HL constant	5.4 (0.1)	10.9 (0.2)

Bijlage 2

Tabel 1: Overzicht instellingen kassen proeven 20, 21 en 22 (mei 2004 - september 2004).				
Fase	Uitloop	Strekking	Rijping	Proeffactor
Aantal graaddagen ->	200	280	360-480 ⁽¹⁾	Alle kassen gelijk qua temperatuur en licht, maar verschillend in EC en CO ₂ - concentratie ⁽³⁾ .
Gem. temp	8 dagen 25°C	14 dagen 20°C	20°C ⁽¹⁾	
Assimilatiebelichting	4000 Lux	4000 Lux	10000 Lux	
EC (dS.m ⁻¹)	0.7 / 1.6 ⁽²⁾	1.2 / 1.6 ⁽²⁾	1.6 / 1.6 ⁽²⁾	
CO ₂ (ppm)	700 / 1000 ⁽³⁾	1000 / 1000 ⁽³⁾	1400 / 1000 ⁽³⁾	

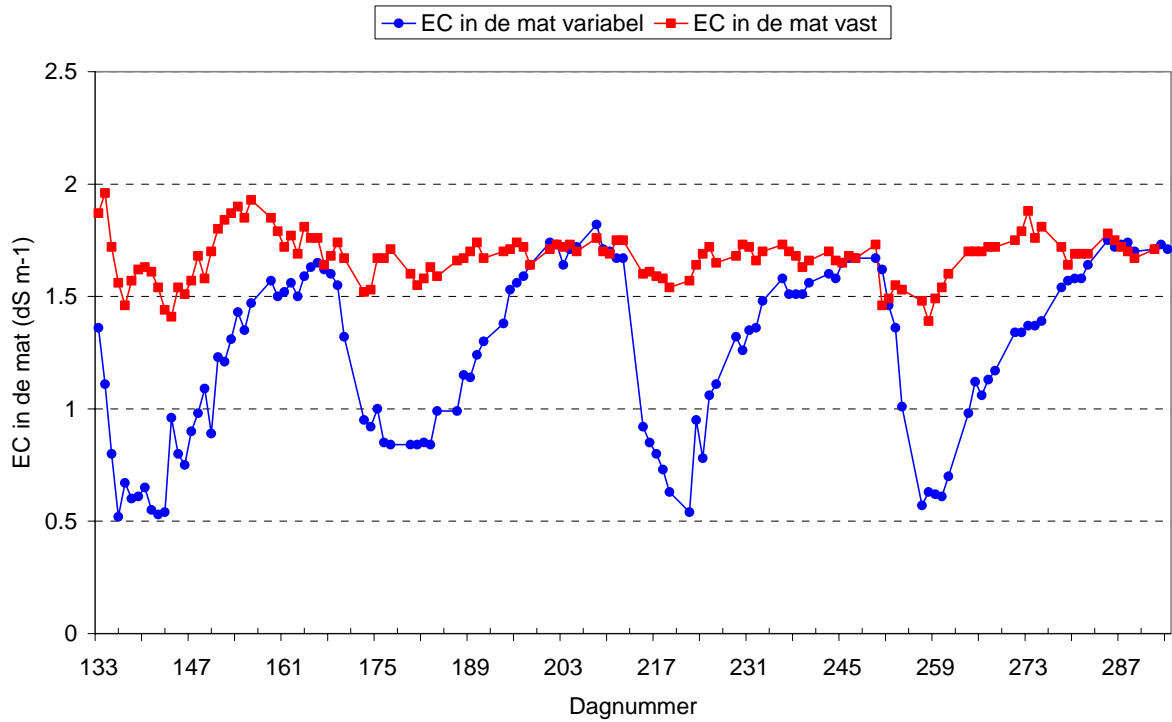
⁽¹⁾ Afhankelijk van lichtintensiteit. ⁽²⁾ Fasekas / referentiekas. ⁽³⁾ Alleen in proef 21 en 22 was CO₂ variabel.

Tabel 2: Ingesteld vochtdeficiet in uitloofase van cyclus 23 en gerealiseerde RV				
	Faseteelt		Referentieteelt	
Duur uitloofase (graaddagen)	200	200	210	210
N dagen x setpoint	8 x 25°	8 x 25°	10 x 21°	10 x 21°
Ingesteld vochtdeficiet (g/m ³)	VD = 2	VD = 7	VD = 2	VD = 7
Gerealiseerde RV (%)	85	70	82	66
Verskil t.o.v. waarde Mollier diagram	-5%	+6%	-7%	+11%

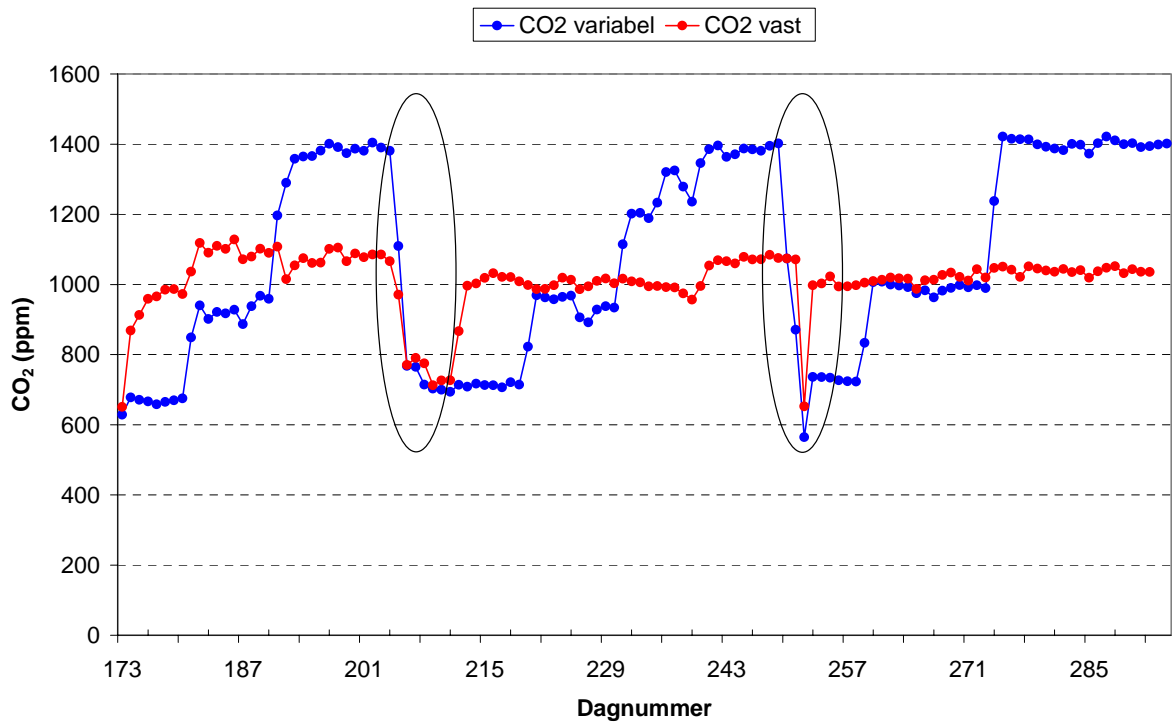
Tabel 3: Overzicht instellingen kassen VD proef 23 (oktober 2004).			
Fase	Uitloop	Strekking	Rijping
Aantal graaddagen ->	200 / n.v.t.	280 / n.v.t.	360-480 ⁽¹⁾ / n.v.t.
Gem. temp	8 dagen 25°C / 21°	15 dagen 19°C / 21°	20°C ⁽¹⁾ / 20°
Minimum bijbelichting	4000 Lux / 10000 Lux	4000 Lux / 10000 Lux	10000 Lux
EC (dS.m ⁻¹)	0.7 / 1.6 ⁽²⁾	1.2 / 1.6 ⁽²⁾	1.6 / 1.6 ⁽²⁾
CO ₂ (ppm)	700 / 1000 ⁽²⁾	1000 / 1000 ⁽²⁾	1400 / 1000 ⁽²⁾
Vochtdeficiet ⁽³⁾	7 (RV=64%) of 2 (RV=90%) 7 (RV=55%) of 2 (RV=87%)	-	-

⁽¹⁾ Afhankelijk van lichtintensiteit. ⁽²⁾ Fasekassen / referentiekassen. ⁽³⁾ RV waarden volgens Mollier diagram.

Tabel 4: Gerealiseerde CO ₂ concentraties per kas in proeven 20 - 23.				
Kasnummer ->	124	125	126	127
Proef	variabel	vast	variabel	vast
20	665.9	698.5	677.5	702.4
21	1017.4	1008.0	1072.4	969.1
22	1075.3	1014.1	1143.0	1010.5
	vast	variabel	vast	variabel
23	1016.2	1137.3	1010.5	1115.8



Figuur 1: Gerealiseerde EC-niveaus ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) in de mat bij de verschillende proeven.



Figuur 2: Gerealiseerde CO_2 - niveaus (ppm). Tijdens de oogstperioden (ovalen) is het CO_2 -niveau tijdelijk verlaagd.