



Energiebesparing door lagere temperatuur in winter bij Cymbidium

Onderzoeksproject in het kader van het energieprogramma Kas als Energiebron

Arca Kromwijk, Jouke Campen, Nico van Mourik, Peter Schrama, Marcel Raaphorst



Referaat

Hoewel er in de Cymbidiumteelt in vergelijking met andere gewassen weinig ($22\text{--}26\text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{jaar}$) aardgas wordt verbruikt, is er bij de Cymbidiumtelers wel de wens om energie te besparen. Daarom heeft Wageningen UR Glastuinbouw op verzoek van de landelijke commissie Cymbidium en met financiering van het PT en ministerie van EL&I in het kader van 'Kas als Energiebron' onderzocht in hoeverre bij vroegbloeiende Cymbidiums de temperatuur van november t/m 2 of 24 februari van $13\text{ }^\circ\text{C}$ terug kan naar 10 of $7\text{ }^\circ\text{C}$. De lagere temperaturen hadden geen negatieve na-effecten op de scheutgroei, kwaliteit van de bloemtakken en vroegheid van de oogst. Bij de grootbloemige cultivar 'Esther' was er geen invloed op de productie en bij de grootbloemige 'Melissa' was er bij een lage temperatuur tot 2 februari ook geen invloed, maar was er wel een negatief na-effect bij een lage temperatuur tot 24 februari. Bij de kleinbloemige Earlysue 'Paddy' gaf een lage temperatuur bij beide tijdsduren een negatief effect op de productie. Warm zetten vanaf 24 februari gaf bijna 2 weken later bloei dan warm zetten vanaf 2 februari. Verlaging van het setpoint van de kastemperatuur van 13 naar $7\text{ }^\circ\text{C}$ tussen 9 november en 24 februari levert volgens berekeningen $4\text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{jaar}$ besparing op het aardgasverbruik.

Abstract

In commercial growing of cymbidium orchids in Dutch greenhouses, natural gas consumption is relatively low compared to other crops ($22\text{--}26\text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{year}$). Energy savings are still wanted, but no concessions to production, quality and earliness of flowering should be made. Financed by "Kas als Energiebron", Wageningen UR Greenhouse Horticulture conducted a study to lower temperatures in winter. Three varieties of cymbidium were grown at $13\text{ }^\circ\text{C}$ (reference), $10\text{ }^\circ\text{C}$ and $7\text{ }^\circ\text{C}$. It turned out that lower temperatures have no negative influences on shoot growth and quality of flower branches. For variety Earlysue 'Paddy', $7\text{ }^\circ\text{C}$ had a negative effect on production. Earliness of flowering was mainly influenced by the date plants are warmed up: plants warmed up at February 24 flowered 12 days later than plants warmed up at February 2. Simulating energy consumption showed that lower temperatures between November 9 and February 24 saves about $4\text{ m}^3/\text{m}^2$ of natural gas.

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Wageningen UR Glastuinbouw

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

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Probleemstelling	7
	1.2 Doelstellingen	7
2	Materiaal en methode	9
3	Resultaten	13
	3.1 Gerealiseerde temperatuur in winter	13
	3.2 Scheutgroei	14
	3.3 Takuitgroei in zomer	15
	3.4 Productie	17
	3.4.1 Aantal bloemtakken per m ²	17
	3.4.2 Totaal oogstgewicht per m ²	18
	3.4.3 Totaal aantal bloemen per m ²	19
	3.5 Vroegheid	22
	3.6 Kwaliteit bloemtakken	22
	3.6.1 Takgewicht	22
	3.6.2 Aantal bloemen per tak	23
	3.6.3 Lengte bloemtak en lengte bloembezette deel	25
	3.7 Herkomst bloemtakken	27
4	Energieberekeningen	29
5	Conclusies, discussie en aanbevelingen	31
	5.1 Conclusies	31
	5.2 Discussie	32
	5.3 Aanbevelingen	34
6	Literatuur	35
Bijlage I	Aantal bulben en scheuten bij start proef	37
Bijlage II	Aantal nieuwe scheuten	39
Bijlage III	Productie, vroegheid en kwaliteit	41
Bijlage IV	Uitgangspunten voor KASPRO	47
Bijlage V	Gemeten lichtniveau tijdens de kouperiode	49
Bijlage VI	Etmaaltemperatuur na de kouperiode	51

Samenvatting

Hoewel er in de Cymbidiumteelt in vergelijking met andere gewassen weinig ($22\text{--}26\text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{jaar}$) aardgas wordt verbruikt, is er bij de Cymbidiumtelers wel de wens om energie te besparen. Naar aanleiding van eerder bloei-onderzoek wordt bij de vroegbloeiende cultivars in de praktijk doorgaans een temperatuursetpoint van $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ aangehouden van week 44 tot 7. Op verzoek van de landelijke commissie Cymbidium en met financiering van het Productschap Tuinbouw en ministerie van EL&I in het kader van 'Kas als Energiebron' heeft Wageningen UR Glastuinbouw onderzocht of de temperatuur in de winter nog verder omlaag kan.

Proefopzet

Op 9 november 2010 zijn jonge planten van de cultivars *Cymbidium* Earlysue 'Paddy' (kleinbloemig), Honey Green 'Melissa' en Yellow River 'Esther' (beide grootbloemig) willekeurig verdeeld over 6 proefkassen met een temperatuur van $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ en $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ in twee herhalingen. De proef is uitgevoerd in geconditioneerde kassen. Door de koeling in deze kassen zijn de ingestelde temperaturen goed gerealiseerd. Op 2 februari is de helft van de proefplanten na 12 weken kou verplaatst naar een standaard proefkas. Daar is in één week tijd de temperatuur geleidelijk verhoogd van 10 naar $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ etmaaltemperatuur. Bij de andere proefplanten is vanaf 25 februari de temperatuur in één week tijd geleidelijk verhoogd tot $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ etmaaltemperatuur en zijn deze planten ook naar de standaard teeltkas verplaatst. In deze kas is gestreefd naar een etmaaltemperatuur van $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ en zijn de teeltomstandigheden overeenkomstig de praktijk ingesteld. Vanaf begin september 2010 t/m 18 januari 2011 zijn bloemtakken geoogst en geteld op het moment dat de bovenste bloemknop gesprongen was om na te gaan in hoeverre de lagere temperatuur tijdens de winter invloed heeft op de productie, vroegheid en kwaliteit.

Scheutgroei

De planten hebben de temperatuur van 7 en $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ in de winter goed doorstaan. Aan het uiterlijk van de planten waren geen afwijkingen zichtbaar ten opzichte van de planten die bij $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ zijn geteeld in de winter. Een lagere temperatuur in de winter gaf geen negatieve effecten op de scheutvorming. Bij de scheutmetingen aan het einde van de koudeperiode waren geen betrouwbare verschillen aanwezig tussen de temperatuurbehandelingen. Er was wel een tendens zichtbaar dat bij een lagere temperatuur minder nieuwe scheuten zichtbaar waren geworden tijdens de kouperiode, maar dit werd na de kouperiode weer gelijk en soms zelfs ingehaald. Bij een temperatuur van 7 of $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ in de winter was het totaal aantal scheuten vanaf november 2009 tot begin februari 2011 gelijk of soms zelfs hoger dan bij $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ in de winter. De tijdsduur van de kouperiode had bij 'Esther' en 'Melissa' weinig invloed op het totaal aantal nieuwe scheuten. Bij Earlysue 'Paddy' was het totaal aantal nieuwe scheuten bij een kouperiode tot 24 februari gemiddeld wat lager dan bij een kouperiode tot 2 februari.

Productie

Het effect van een lagere temperatuur in de winter op de productie in het najaar verschilde per cultivar:

- Bij de grootbloemige cultivar 'Esther' kan de temperatuur tot 24 februari zonder negatieve gevolgen voor de productie naar $7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Een lagere temperatuur in de winter had geen negatieve effecten op de productie. Het aantal bloemtakken per m^2 en het totaal aantal losse bloemen per m^2 werd niet betrouwbaar beïnvloed door de temperatuur en ook niet door het tijdstip van opstoken van 2 of 24 februari. Het totaal geoogst gewicht aan bloemtakken per m^2 was bij de kouperiode tot 2 februari bij $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ en $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ zelfs hoger dan bij $13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bij de kouperiode tot 24 februari was er geen betrouwbaar verschil tussen de 3 temperaturen.
- Bij de grootbloemige cultivar 'Melissa' kan de temperatuur tot 2 februari ook zonder problemen naar $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, maar van 2 tot 24 februari lijkt het beter om een wat hogere temperatuur aan te houden om productieverlies uit te sluiten. Een lagere temperatuur tot 2 februari gaf geen betrouwbaar verschil in productie, maar bij een langere kouperiode tot 24 februari bleef de productie bij 7 en $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ gemiddeld wat lager dan bij $13\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Bij de kleinbloemige cultivar Earlysue 'Paddy' gaf een temperatuur van $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ bij beide tijdsduren een negatief effect op de productie. Bij een kouperiode tot 2 februari was de productie 5 takken lager en bij een kouperiode tot 24 februari was de productie 8 takken per m^2 lager dan bij $13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bij een temperatuur van $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ tijdens de winter was er tot 2 februari geen betrouwbaar verschil ten opzichte van een temperatuur van $13\text{ }^{\circ}\text{C}$, maar als de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ tot 24 februari wordt aangehouden bleef de productie bij $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ook achter.

Vroegheid

De temperatuur tijdens de kouperiode heeft geen betrouwbare invloed op de vroegheid van de oogst. De datum waarop Cymbidiumplanten warm worden gezet heeft wel een duidelijke invloed op de vroegheid. Bij de planten die vanaf 24 februari zijn opgestookt was de oogstdatum bijna 2 weken later dan bij de planten die vanaf 2 februari zijn opgestookt. 22 dagen later opstoken gaf gemiddeld 12 dagen vertraging van de bloei.

Kwaliteit

De temperatuur in de winter heeft geen negatieve invloed op de kwaliteit van de bloemtakken. De temperatuur en tijdsduur van de kouperiode had geen effect op het gemiddelde takgewicht, aantal bloemen per bloemtak en lengte van de bloemtak. Bij de gemiddelde lengte van het bloembezette deel van de bloemtak zijn bij de cultivars 'Esther' en Earlysue 'Paddy' geen betrouwbare verschillen gevonden en bij de cultivar 'Melissa' was zelfs sprake van een positief na-effect van een lagere temperatuur in de winter. 'Melissa'-planten die op 24 februari warm zijn gezet gaven bij een temperatuur van 7 °C gemiddeld een groter bloembezet deel van de bloemtak dan bij 13 °C. Wellicht komt dit mede door het lagere aantal bloemtakken per m² bij deze behandeling. Bij de cultivar 'Esther' viel verder op dat bij de planten geteeld bij 7 °C en 10 °C en vanaf 2 februari warm zijn gezet meer takken in de lengteklasse 80 en 90 zijn geoogst dan bij 13 °C.

Gasverbruik

Na afloop van de proef zijn met KASPRO-berekeningen gemaakt van het energieverbruik van de uitgevoerde behandelingen als deze onder praktijkomstandigheden zouden worden uitgevoerd. De uitgangspunten voor deze berekeningen zijn vooraf besproken en afgestemd met de leden van de begeleidingscommissie Cymbidium. De berekeningen lieten zien dat het aardgasverbruik dat bedoeld is om de kas op temperatuur te houden met 4 m³/m².jaar kan worden verlaagd als tussen 9 november en 24 februari het setpoint van de kastemperatuur wordt verlaagd van 13 naar 7 °C in een kas met een energiescherm.

Aanbevelingen

In de praktijk zijn telers meestal gespecialiseerd in grootbloemige of kleinbloemige cultivars. Bij de grootbloemige cultivars zijn de gebruikte cultivars 'Esther' en 'Melissa' genetisch gezien twee uitersten (Tuinbouwadvisbureau v.d. Ende, pers. med.). Andere cultivars liggen vaak genetisch ergens tussen twee cultivars in. Als daaruit afgeleid mag worden dat de reactie van andere grootbloemige cultivars waarschijnlijk ook ergens tussen deze 2 cultivars in zullen liggen dan lijkt het voor de grootbloemige Cymbidiumcultivars in de praktijk goed mogelijk om van 9 november tot 2 februari het setpoint van de kastemperatuur van 13 °C te verlagen naar 7 °C. Dit kan zonder negatieve gevolgen voor productie en kwaliteit verlengd worden met een temperatuur van 13 °C van 2 tot 24 februari, maar daarbij dient dan wel rekening te worden gehouden met een vertraging van de bloei van 22 dagen. Het vermoeden bestaat dat het negatieve effect van een lage temperatuur van 7 en 10 °C van 2 tot 24 februari mogelijk het gevolg is van het toenemende lichtniveau in deze periode wat de plant niet kon benutten door de lagere temperatuur. Daarom kan mogelijk ook gewerkt worden met een lager temperatuursetpoint in combinatie met een lichtafhankelijke verhoging van het setpoint van 2 tot 24 februari.

Bij de veel geteelde cultivar Earlysue 'Paddy' is een verlaging van 13 °C naar 10 °C mogelijk van 9 november tot 2 februari zonder betrouwbaar productieverlies. Net als bij de grootbloemige cultivars kan dit zonder negatieve gevolgen voor productie en kwaliteit verlengd worden met een temperatuur van 13 °C van 2 tot 24 februari, waarbij dan wel ook rekening moet worden gehouden met een vertraging van de bloei van 22 dagen. Wellicht kunnen negatieve effecten op de productie bij Earlysue 'Paddy' ook voorkomen worden door een lager temperatuursetpoint in combinatie met een lichtverhoging op het setpoint, waarbij bij Earlysue 'Paddy' het setpoint waarschijnlijk sneller verhoogd moet worden dan bij grootbloemige Cymbidiums. In hoeverre andere kleinbloemige cultivars op dezelfde manier reageren als Earlysue 'Paddy' is moeilijk te voorspellen. Bij de start van het onderzoek is op advies van de BCO-Cymbidium voor Earlysue 'Paddy' gekozen omdat deze in zijn algemeenheid wel als redelijk representatief gezien kan worden voor het kleinbloemige Cymbidiumsortiment.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

In de teelt van Cymbidium wordt in vergelijking met andere gewassen weinig ($22\text{--}26\text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{jaar}$) aardgas verbruikt. Energiebesparing is wel gewenst, mits dat niet ten koste gaat van de rentabiliteit, wat sterk beïnvloed wordt door productie, kwaliteit en vroegheid. Bij de vroegbloeiende cultivars wordt in de praktijk doorgaans een temperatuursetpoint van $13\text{ }^\circ\text{C}$ aangehouden van week 44 tot 7 naar aanleiding van eerder bloei-onderzoek [Kromwijk *et al.*, 2007]. Bij enkele telers die stopten met hun bedrijf en het gewas in de winter hadden koud gezet, bleken de planten in het voorjaar er nog goed uitzien en bij overname van deze planten door andere telers leek de productie later ook nog goed. Bij laatbloeiende cultivars wordt in de praktijk de temperatuur in de winter op $3\text{ à }4\text{ }^\circ\text{C}$ ingesteld om het gewas zo laat mogelijk in bloei te laten komen. Op een opkweekbedrijf in Italië staat het stooksetpoint in de winter op $6\text{ }^\circ\text{C}$. Daarmee rijst de vraag of bij de vroegbloeiende cultivars de temperatuur in de winter niet verder omlaag kan. Globale berekeningen met PREGAS hebben vooraf laten zien dat ruim 30% energie bespaard zou kunnen worden (van $23,2$ naar $14,8\text{ m}^3\text{ gas}/\text{m}^2$) als de temperatuur van week 44 tot 7 in plaats van $13\text{ }^\circ\text{C}$ naar beneden kan tot bv. $5\text{ }^\circ\text{C}$ bij vroegbloeiende Cymbidiums. Vraag is of geen nadelige effecten op productie en kwaliteit optreden en in hoeverre het gewas vertraging oploopt. Voor een goede afzet van de vroegbloeiende Cymbidiums is het belangrijk dat de oogst vóór 1 november valt en daarom is vertraging ongewenst.

Een extra behandeling van $10\text{ }^\circ\text{C}$ in de laatste winter van het bloei-onderzoek [Kromwijk *et al.*, 2007] gaf geen duidelijk verschil in productie ten opzichte van $13\text{ }^\circ\text{C}$. Nadeel was dat 16 weken $10\text{ }^\circ\text{C}$ in de winter meer vertraging van het bloeitijdstip leek te geven. Bij 12 weken $10\text{ }^\circ\text{C}$ in de winter leek de vertraging t.o.v. 12 weken $13\text{ }^\circ\text{C}$ mee te vallen doordat de productie meer geconcentreerd in een korte periode leek te komen. Het exacte effect op het bloeitijdstip was echter moeilijk vast te stellen omdat in het jaar dat de $10\text{ }^\circ\text{C}$ -behandelingen werden meegenomen het bloeitijdstip bij meerdere behandelingen vertraagd was ten opzichte van eerder onderzoek, waarschijnlijk door een vertraging van de bloemtak ontwikkeling tijdens een hittegolf in de zomer van 2006. Voor toepassing in de praktijk is daarom meer kennis nodig over het effect van een lagere temperatuur in de winter op productie, kwaliteit en vroegheid.

1.2 Doelstellingen

Technische doelstellingen

- Vaststellen van het effect van een lagere temperatuur in de winter op productie, kwaliteit en vroegheid bij vroegbloeiende Cymbidiums. Bij het onderzoek wordt gebruik gemaakt van resultaten van eerder bloei-onderzoek [Kromwijk *et al.*, 2007; Kromwijk *et al.*, 2004]. Randvoorwaarde voor toepassing in de praktijk is minimaal behoud van productie, kwaliteit en oogsttijdstip.

Energiedoelstellingen

- Reductie van het gasverbruik voor de teelt van vroegbloeiende Cymbidiums met ruim 30% door het aanhouden van lagere temperaturen in de winter. Resultaten van dit onderzoek zijn naar verwachting ook toepasbaar bij kerstbloei. Vroeg- en kerstbloei vormen samen 60% van het areaal snijCymbidium.

Nevendoelstellingen

- Kwaliteit, productie en oogsttijdstip gelijk houden of verbeteren door betere beheersing van de teeltomstandigheden.
- Verbetering van rendement van de bedrijfsvoering

De doelgroep is de gehele Nederlandse teelt van snij- en pot-Cymbidium. Dit betreft een areaal van $\pm 220\text{ ha}$ door 150 Cymbidiumtelers. De omzet in Nederland van snij-Cymbidium betreft 71 M€ per jaar en de omzet van pot-Cymbidium betreft ruim 15 M€ per jaar.

2 Materiaal en methode

Op 9 november 2010 is de proef gestart. Jonge planten van 3 cultivars zijn willekeurig verdeeld over 6 proefkassen met drie temperaturen in twee herhalingen. Twee lagere temperaturen (7 en 10 °C) zijn vergeleken met de huidige praktijksituatie van 13 °C in de winter. De proef is uitgevoerd in geconditioneerde kassen van 24 m² bruto. Door de koeling in deze kassen konden de lage temperaturen ook daadwerkelijk gerealiseerd worden, ook als er sprake zou zijn van warme winteromstandigheden buiten. Om goed vast te kunnen stellen hoeveel vertraging optreedt, zijn de setpoints in de proef zo strak mogelijk gerealiseerd. Binnen elke kas lagen twee proefvelden van elke cultivar met 2 tijdsduren lage temperatuur:

- 10 november t/m 2 februari (=ruim 12 weken)
- 10 november t/m 24 februari (= ruim 15 weken)

De proef is op advies van de BCO uitgevoerd met jonge planten van drie cultivars: Earlysue 'Paddy' (kleinbloemige cultivar), 'Melissa' en 'Esther' (beide grootbloemig). Dit zijn cultivars die vrijwel elke teler in de kas heeft staan. Bij Earlysue 'Paddy' en 'Esther' stonden 9 planten per proefveld. De 'Melissa'-planten waren iets groter en daar stonden 6 planten per proefveld (Foto 1.). De begingrootte van de planten en scheuten is vastgelegd d.m.v. een telling van het aantal oude bulbën, aantal oude scheuten en jonge scheuten per plant. De jonge scheuten zijn onderverdeeld in scheuten >20 cm, 10-20 cm en <10 cm. Bij beëindiging van de periode met lage temperatuur (resp. 2 en 24 februari) is geteld hoeveel nieuwe scheuten zijn gevormd. Dit is herhaald op 28 april 2010.

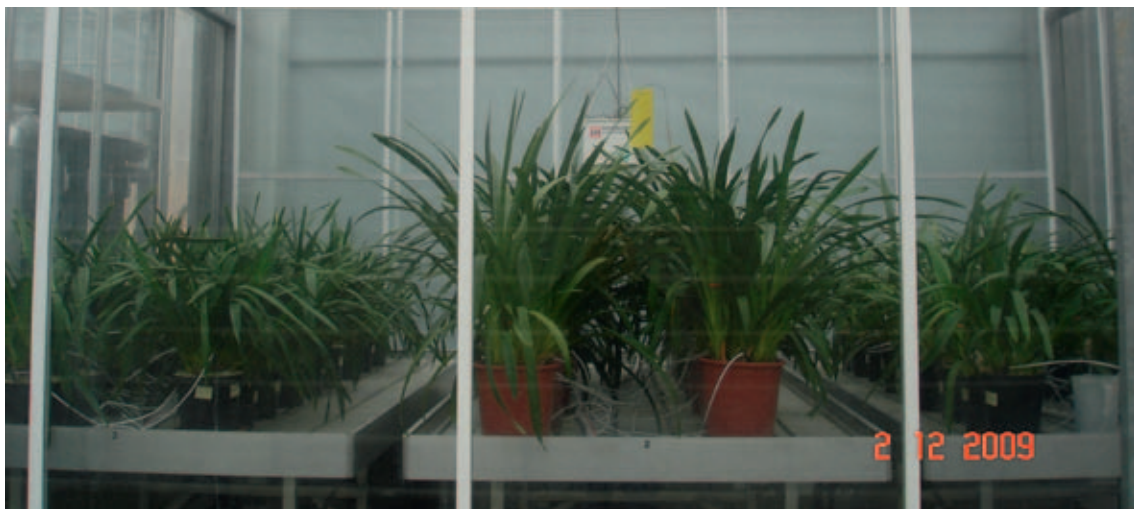


Foto 1. Proefopstelling met Earlysue 'Paddy' (links), 'Melissa' (midden) en 'Esther' (rechts) in de koude kassen. Van elke cultivar is één rij planten op 2 februari naar een teeltkas verplaatst en warm gezet. De 2^e rij planten is tot 24 februari koud blijven staan.

In de geconditioneerde kassen wordt continu lucht weggezogen, elders gekoeld of opgewarmd en weer terug in de kas geblazen onder de teelttafels. Daardoor was er meer luchtbeweging dan in Cymbidiumkassen in de praktijk. Tijdens de kouperiode is CO₂ gedoseerd tot 800 ppm vanaf 1 uur van zonsopgang tot zonsondergang. Om het vochtgehalte vergelijkbaar te houden met de praktijk is verneveld om het vochtdeficit op maximaal 2 te houden en op basis van licht werd deze waarde verhoogd naar 3. In de kassen is niet geschermd en er is niet bij belicht.

Op 2 februari zijn de helft van de proefvelden na 12 weken kou vanuit de geconditioneerde kassen verplaatst naar een standaard proefkas. Daar is in één week tijd de temperatuur geleidelijk verhoogd van 10 naar 20 °C etmaaltemperatuur. Op verzoek van de BCO-Cymbidium is bij de andere helft van de proefvelden op 24 februari (=na 15 weken) gestopt met de koubehandeling omdat doorgaan tot 16 weken (zoals gepland stond in de oorspronkelijke planning) naar verwachting teveel vertraging van de bloei zou geven en te veel zou gaan afwijken van de praktijk. Vanaf 25 februari is de temperatuur in één week tijd geleidelijk verhoogd tot 20 °C etmaaltemperatuur en vervolgens zijn deze planten ook verplaatst naar de standaard proefkas waar de andere helft van de planten al eerder neergezet waren.

In de teeltkas zijn de planten op goten gezet (Foto 2.) en de teeltomstandigheden zijn in overleg met de BCO-Cymbidium overeenkomstig de praktijk ingesteld. De nachttemperatuur is ingesteld op 18,5 °C, de dagtemperatuur op 20,5 °C en er is gestreefd naar een etmaaltemperatuur van 20 °C d.m.v. een etmaalcorrectie in de avond en nacht. De ventilatietemperatuur is ingesteld op 23 °C met een lichtverhoging van 200 tot 600 Watt van +3 °C. Er is gestreefd naar een maximum kasttemperatuur van 27 °C. De instellingen van de luchtramen zijn naar beneden bijgesteld indien de kasttemperatuur boven de 27 °C kwam en indien dat niet voldoende was is het scherm dicht getrokken. Half mei is de kas gekrijt (50%) en in de tweede helft van juni is de kas een 2^e keer gekrijt. Begin september is het krijt er weer af gehaald. Bij een buitentemperatuur boven 15 °C is 2% gelucht. Er is verneveld als de RV beneden de 65% zakte om de RV vergelijkbaar te houden met de praktijk. Er is CO₂ gedoseerd tot 800 ppm vanaf 3 uur na zonsopgang tot 3 uur voor zonsondergang. Van zonsopgang tot 3 uur na zonsopgang is tot 150 Watt instraling CO₂ gedoseerd tot 400 ppm en van 150 tot 350 Watt instraling is dit verhoogd van 400 naar 800 ppm CO₂. Vanaf 3 uur voor zonsondergang tot zonsondergang is de CO₂-dosering afgebouwd van 800 naar 400 ppm CO₂ bij een lichtniveau van 500 naar 200 Watt.



Foto 2. Proefopstelling met Earlysue 'Paddy' (vooraan), 'Esther' (midden) en 'Melissa' (achteraan) op 5 maart 2010 in de teeltkas.

Vanaf begin september 2010 t/m 18 januari 2011 zijn bloemtakken geoogst en geteld op het moment dat de bovenste bloemknop gesprongen was. Van alle bloemtakken is per plant de oogstdatum, herkomst van de bloemtak, taklengte, lengte bloembezette deel, aantal bloemen en takgewicht gemeten om na te gaan in hoeverre de lagere temperatuur in de winter na-effecten gaf op productie, kwaliteit en bloeitijdstip. De proef is begin februari 2011 afgesloten met een telling van het aantal nieuwe scheuten per plant. In de teeltkas zijn in de zomer 3 'Melissa'-planten weggefallen. Twee in een proefveld die tot 2 februari bij 7 °C heeft gestaan en één in een proefveld die tot 24 februari bij 7 °C heeft gestaan. Volgens de BCO-Cymbidium was dit niet het gevolg van de koudeperiode in de winter. Daarom zijn de meetgegevens van deze planten niet meegenomen in de berekeningen. De waarnemingen zijn uitgevoerd per plant en m.b.v. de plantdichtheden in de teeltkas is de productie per m² uitgerekend. Bij de cultivar Earlysue 'Paddy' stonden 2,9 planten per m², bij de cultivar 'Esther' stonden 3 planten per m² en bij 'Melissa' 2,2 planten per m².

Na afloop van de proef zijn met KASPRO-berekeningen gemaakt van het energieverbruik van de uitgevoerde behandelingen als deze onder praktijkomstandigheden zouden worden uitgevoerd. De uitgangspunten voor deze berekeningen zijn vooraf besproken en afgestemd met de leden van de BCO-Cymbidium.

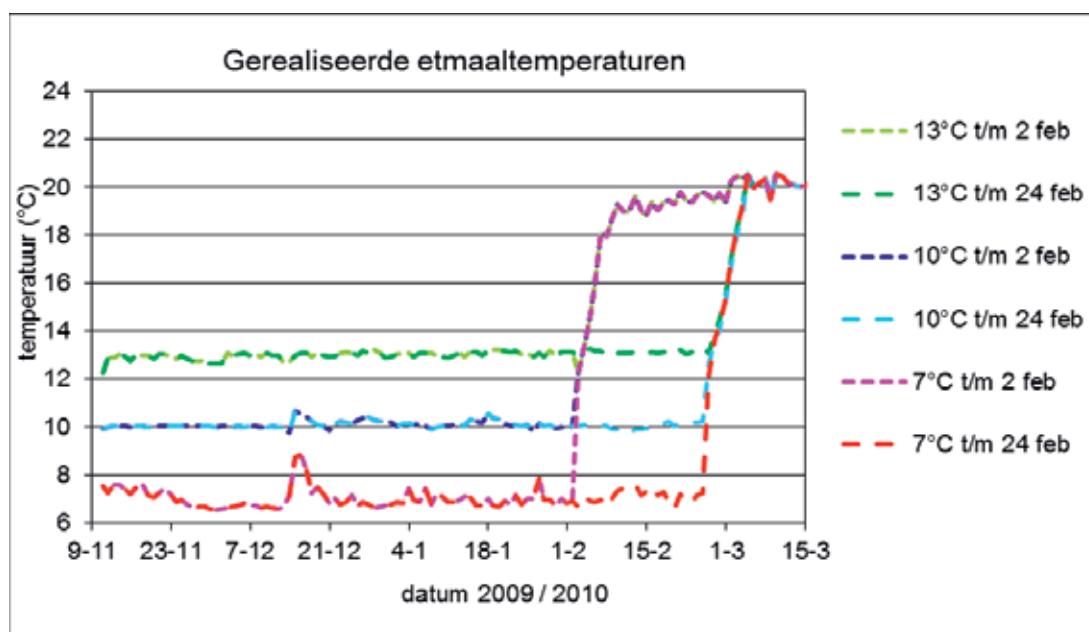
3 Resultaten

3.1 Gerealiseerde temperatuur in winter

De ingestelde temperaturen van 13, 10 en 7 °C in twee herhalingen zijn goed gerealiseerd door de koeling in de proefkassen (zie Tabel 1. en Figuur 1.). Op 14 en 15 december is de etmaaltemperatuur bij de koude behandelingen iets hoger geweest (zie Figuur 1.) doordat door de lage buitentemperatuur een vorstbeveiliging op de koelpomp automatisch aan ging en daardoor een hogere watertemperatuur naar de koeling van de kasjes werd gestuurd. Dit is nadien aangepast.

Tabel 1. Gemiddeld gerealiseerde kasttemperatuur van 10-11-2009 t/m 24 februari 2010 (=15 weken).

	Gerealiseerde temperatuur	
Ingestelde temperatuur	Kas 1.04-1.06	Kas 1.07-1.09
13 °C	13,0 °C	13,0 °C
10 °C	10,0 °C	10,1 °C
7 °C	7,1 °C	6,9 °C



Figuur 1. Gerealiseerde etmaaltemperatuur van 10 november 2009 t/m 15 maart 2010.

3.2 Scheutgroei

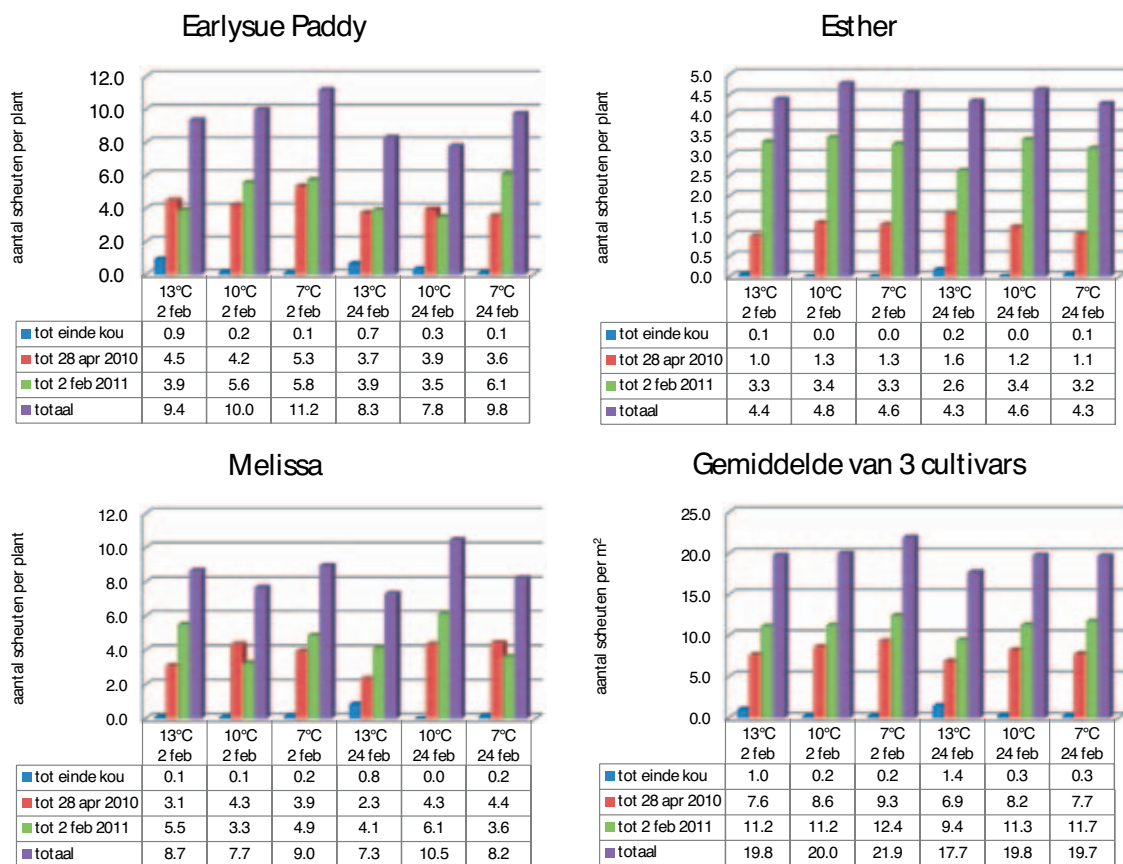
Bij de start van de proef waren bij de Earlysue 'Paddy' planten gemiddeld 8 à 9 oude bulben en 3 à 4 scheuten aanwezig per plant (Bijlage 1 en Foto 3.). Bij de cultivar 'Esther' waren gemiddeld 3 bulben en 2 scheuten en bij de wat grotere planten van de cultivar 'Melissa' waren 6 à 7 oude bulben en 4 scheuten per plant aanwezig.



Foto 3. Plantgrootte van de 3 cultivars bij de start van de proef.

De planten hebben de temperatuur van 7 en 10 °C in de winter goed doorstaan. Aan het uiterlijk van de planten waren geen afwijkingen zichtbaar ten opzichte van de planten bij 13 °C. Bij de scheutmetingen aan het einde van de kouperiode waren geen betrouwbare verschillen aanwezig tussen de temperatuurbedelingen (Bijlage 2). Er was wel een tendens zichtbaar dat naarmate de temperatuur lager was, er tijdens de kouperiode minder nieuwe scheuten zichtbaar zijn geworden (Figuur 2.). De afname van het aantal scheuten bij een lagere temperatuur ligt in de lijn van resultaten van eerder onderzoek met 13, 16 en 20 °C etmaaltemperatuur in de winter [Kromwijk *et al.*, 2007]. Daar nam het aantal nieuwe scheuten ook af, naarmate de temperatuur lager was.

Op 28 april 2010 en 2 februari 2011 zijn opnieuw het aantal nieuw bijgekomen zichtbare scheuten geteld. Figuur 2. laat voor de drie cultivars de nieuw bijgekomen scheuten per plant zien na iedere telling. Rechtsonder in Figuur 2. is het gemiddelde aantal nieuwe scheuten per m² weergegeven gemiddeld over de 3 cultivars. Daarbij is gerekend met de plantdichtheden van de 3 cultivars in de teeltkas: 2,9 planten per m² voor Earlysue 'Paddy', 3 planten per m² voor 'Esther' en 2,2 planten per m² voor 'Melissa'. Bij de scheutvorming vanaf het einde van de kouperiode tot 28 april 2010 was het aantal nieuwe scheuten bij 7 of 10 °C in de winter gelijk (Earlysue 'Paddy' en 'Esther') of soms zelfs hoger dan bij 13 °C in de winter ('Melissa'), zie bijlage 2. Ook in het totaal aantal nieuwe scheuten vanaf november 2009 tot begin februari 2011 waren geen negatieve effecten zichtbaar van een lagere temperatuur in de winter op de scheutvorming. Bij een temperatuur van 7 of 10 °C in de winter was het totaal aantal scheuten gelijk of soms zelfs hoger dan bij 13 °C in de winter. De tendens van een lager aantal scheuten tijdens de kouperiode bij een lagere temperatuur, wordt na de kouperiode dus weer gelijk of soms zelfs ingehaald. Bij de grootbloemige cultivars 'Esther' en 'Melissa' gaf de lengte van de kouperiode gemiddeld weinig verschil in het aantal nieuwe scheuten. Bij de kleinbloemige Earlysue 'Paddy' werden echter bij een kouperiode tot 24 februari gemiddeld wat minder scheuten gevormd dan bij een kouperiode tot 2 februari.



Figuur 2. Aantal nieuw zichtbaar geworden scheuten tot einde kouperiode op 2 of 24 februari 2010, tot 28 april 2010, tot 2 februari 2011 en totaal gemiddeld per plant per cultivar en per m² gemiddeld over alle cultivars.

3.3 Takuitgroei in zomer

Bij de BCO-bijeenkomst op 18 mei 2010 waren bij de cultivar 'Esther' de eerste knoppen te zien bij de planten die vanaf 2 februari warm zijn gezet. Bij de planten die op 24 februari warm zijn gezet, waren nog geen knoppen zichtbaar. Tijdens de ontwikkeling van de bloemtakken was in juli 2010 een duidelijk verschil in vroegheid zichtbaar tussen de planten waarbij na 12 weken lage temperatuur op 2 februari gestart is met opstoken en de planten waarbij pas op 24 februari gestart is met opstoken (zie 4 en 5). Dit komt ook terug in het oogsttijdstip van de bloemtakken. Bij de vroeg opgestookte planten is de oogst eerder op gang gekomen dan bij de planten die langer koud hebben gestaan. Tussen de 3 temperaturen in de winter waren op het oog geen duidelijke verschillen zichtbaar in de takuitgroei.



Foto 4. Takuitgroei van de cultivar 'Melissa' op 27 juli 2010 bij planten die in de winter bij 7 °C zijn geteeld en waarbij op 2 februari (links) of op 24 februari (rechts) gestart is met een verhoging van de temperatuur.



Foto 5. Takuitgroei van de cultivar 'Esther' op 27 juli 2010 bij planten die in de winter zijn geteeld bij 7 °C en vanaf 2 februari (links), bij 10 °C en vanaf 2 februari (midden) en bij 10 °C en vanaf 24 februari (rechts) warm zijn gezet.

3.4 Productie

3.4.1 Aantal bloemtakken per m²

Het effect van de temperatuur in de winter op de het aantal geoogste bloemtakken per m² in het najaar verschilde per cultivar:

- De productie van de grootbloemige cultivar 'Esther' werd in deze proef niet beïnvloed door de temperatuur in de winter en ook niet door het tijdstip van opstoken van 2 of 24 februari. Bij deze cultivar zijn geen betrouwbare verschillen gevonden in productie tussen de 6 behandelingen (Tabel 2. en Figuur 3.). Wat betreft de productie kan de temperatuur tot 24 februari zonder problemen naar 7 °C.
- Bij de grootbloemige cultivar 'Melissa' was er bij een kouperiode tot 2 februari ook geen betrouwbaar verschil in productie tussen de 3 temperaturen. Bij de langere kouperiode tot 24 februari bleef de productie bij 7 °C gemiddeld echter vier takken lager dan bij 13 °C. Bij deze cultivar heeft een lage temperatuur tot 2 februari geen effect op de productie, maar een lage temperatuur in de periode van 2 tot 24 februari lijkt wel nadelig voor de productie. Voor deze cultivar kan de temperatuur tot 2 februari dus wel zonder problemen naar 7 °C, maar van 2 tot 24 februari lijkt het beter om een temperatuur van 13 °C aan te houden om geen productieverlies te krijgen.
- Bij de kleinbloemige cultivar Earlysue 'Paddy' gaf een temperatuur van 7 °C in de winter bij beide tijdsduren een negatief effect op de productie in het najaar. Bij een kouperiode tot 2 februari was de productie 5 takken lager en bij een kouperiode tot 24 februari was de productie 8 takken lager. Bij een temperatuur van 10 °C tijdens de winter was er tot 2 februari geen betrouwbaar verschil ten opzichte van een temperatuur van 13 °C, maar als de 10 °C tot 24 februari wordt gerealiseerd bleef de productie bij 10 °C ook achter.
- Als de percentages productieverhoging/-verlaging worden gemiddeld over de 3 cultivars dan blijkt dat verlaging van de temperatuur van 13 °C naar 7 °C tot 2 februari weinig effect heeft op de productie. Daarnaast was er bij alle drie cultivars nauwelijks verschil in productie tussen 13 °C tot 2 februari en 13 °C tot 24 februari. Daaruit kan worden afgeleid dat verlenging van de kouperiode van 2 naar 24 februari met een temperatuur van 13 °C ook weinig effect heeft op de productie. Een verlenging van de kouperiode van 2 naar 24 februari met 10 °C of 7 °C geeft gemiddeld over de 3 cultivars 10 tot 17% verlaging van de productie en lijkt daarom minder perspectief te bieden. Bij een verlenging van de kouperiode moet overigens wel rekening gehouden worden met een verlaging van het oogsttijdstip (zie 3.5).

Tabel 2. Gemiddelde productie per m² van 3 Cymbidiumcultivars die van 10 november 2009 tot 2 of 24 februari 2010 zijn geteeld bij een temperatuur van 13, 10 of 7 °C.

Cultivar	Temp.	Aantal geoogste bloemtakken/m ²		Percentage productieverhoging/-verlaging t.o.v. 13 °C tot 2 februari	
		Tot 2 feb. koud	Tot 24 feb. koud	Tot 2 feb. koud	Tot 24 feb. koud
'Esther'	13 °C	11,8 a *	11,3 a		- 4%
	10 °C	13,0 a	14,3 a	+10%	+21%
	7 °C	13,2 a	12,2 a	+11%	+3%
	Gem:	12.7	12.6		
'Melissa'	13 °C	12,5 b	12,8 b		+3%
	10 °C	11,6 ab	9,2 ab	- 7%	-26%
	7 °C	12,7 b	8,3 a	+1%	-34%
	Gem:	12.2	10.1		
Earlysue 'Paddy'	13 °C	34,5 cd	35,8 d		+4%
	10 °C	31,3 bc	26,3 a	- 9%	- 24%
	7 °C	29,0 ab	27,2 ab	- 16%	- 21%
	Gem:	31.6	29.8		
gem 3 cv's	13 °C	19.6	20.0		+1%
	10 °C	18.6	16.6	- 2%	- 10%
	7 °C	18.3	15.9	- 1%	- 17%
	Gem:	18.8	17.5		

* Verschillende letters achter twee behandelingsgemiddelden van 1 cultivar geven aan dat de behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen twee behandelingen. Omdat er sprake was van een betrouwbare interactie tussen cultivar en de behandelingen zijn de betrouwbare verschillen tussen de behandelingen voor elke cultivar apart weer gegeven.

3.4.2 Totaal oogstgewicht per m²

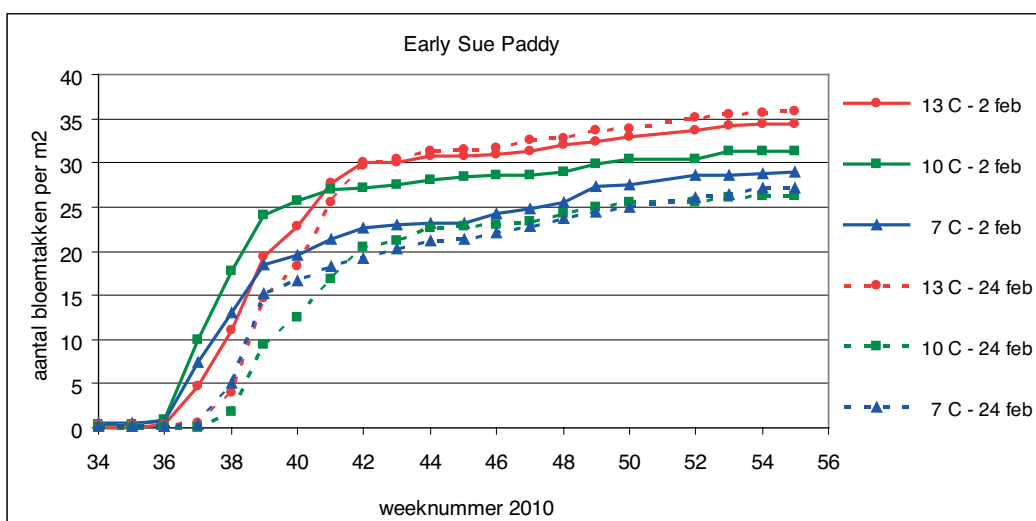
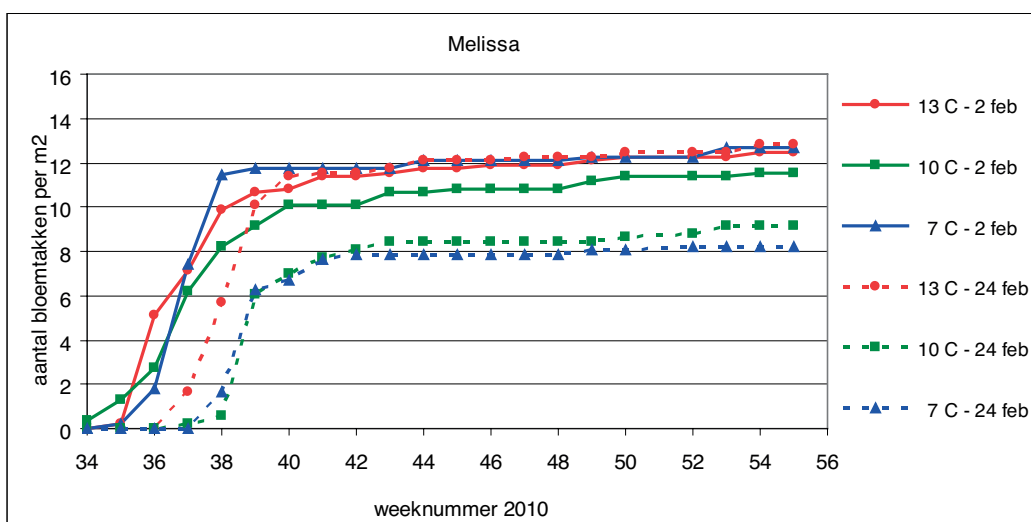
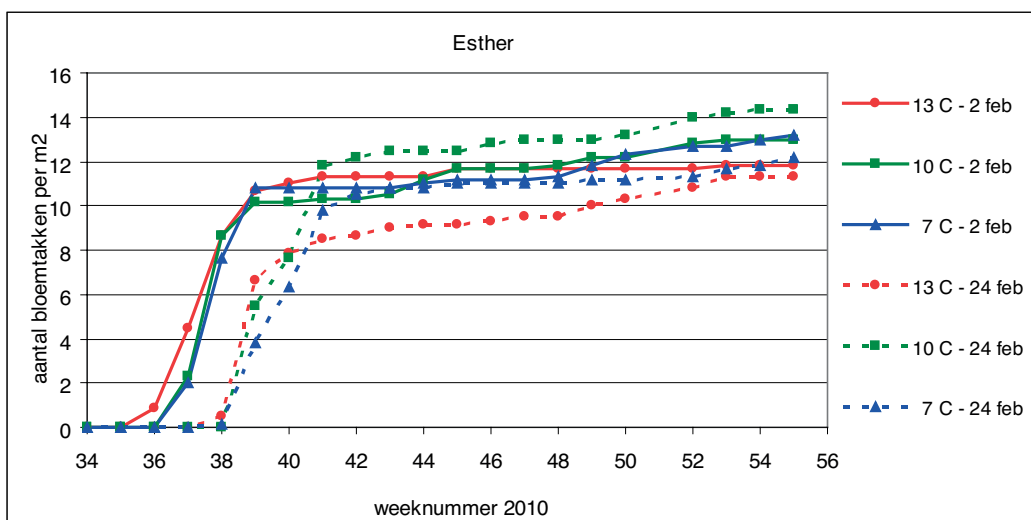
Het totale oogstgewicht per m² geeft een min of meer vergelijkbaar beeld als het aantal bloemtakken per m² (Figuur 4. en Tabel A in Bijlage 3). Opvallend was echter dat bij de cultivar 'Esther' positieve na-effecten van een lagere temperatuur in de winter op het totaal oogstgewicht zijn aangetoond.

- Bij de cultivar 'Esther' was een positief na-effect te zien van een lagere temperatuur in de winter. Het totaal geoogst versgewicht was bij een lagere temperatuur hoger dan bij 13 °C. In het aantal bloemtakken per m² (Tabel 2.) was ook al een positieve trend zichtbaar bij deze cultivar, maar konden geen statistisch betrouwbare verschillen worden aangetoond
- Bij de cultivar 'Melissa' was er bij de planten die vanaf 2 februari warm zijn gezet geen betrouwbaar verschil in het totaal oogstgewicht per m². Bij de langere kouperiode tot 24 februari was het totaal oogstgewicht bij 10 °C lager dan bij 13 °C. Het oogstgewicht van de planten geteeld bij 7 °C lag tussen het oogstgewicht van de 10 en 13 °C, maar verschilt niet betrouwbaar van 10 °C en 13 °C.
- Het totaal oogstgewicht van de cultivar Earlysue 'Paddy' liet een zelfde patroon aan betrouwbare verschillen zijn als het aantal bloemtakken per m² bij Earlysue 'Paddy'. Bij de planten die vanaf 2 februari warm zijn gezet was er geen betrouwbaar verschil in het totaal oogstgewicht per m² tussen 10 °C en 13 °C, maar het totaal oogstgewicht bleef bij 7 °C wel betrouwbaar lager dan bij 13 °C. Bij de planten die tot 24 februari koud stonden was het aantal bloemen per m² zowel bij 7 als 10 °C betrouwbaar lager dan bij 13 °C.
- Gemiddeld over alle 3 cultivars was er bij de korte kouperiode (opstoken vanaf 2 februari) weinig verschil in het totaal geoogst gewicht per m². Bij een langere kouperiode (opstoken vanaf 24 februari) bleef het totaal oogstgewicht per m² bij een lagere temperatuur gemiddeld wat achter.

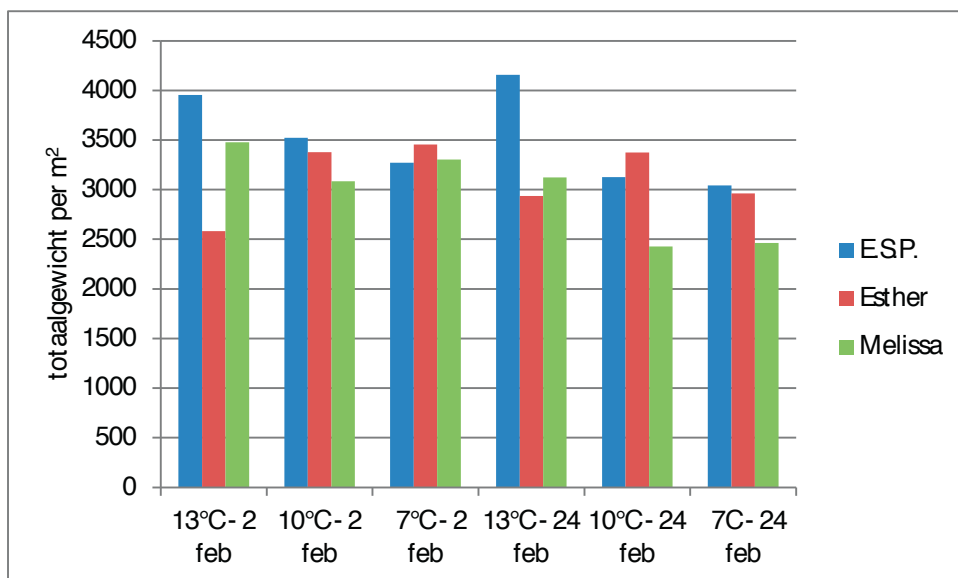
3.4.3 Totaal aantal bloemen per m²

Als de productie wordt uitgedrukt in het totaal aantal bloemen per m² (=aantal bloemen per tak van alle takken bij elkaar opgeteld) wordt ook een min of meer vergelijkbaar beeld zichtbaar als het aantal bloemtakken per m² (Figuur 5. en Tabel A in Bijlage 3):

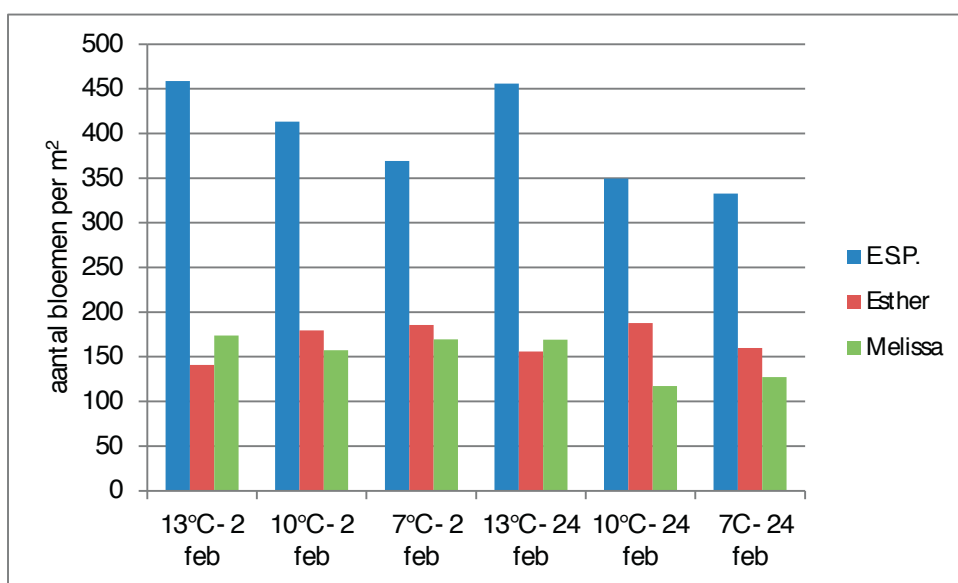
- Bij de cultivar 'Esther' was er geen betrouwbaar verschil tussen de behandelingen.
- Bij 'Melissa' was er geen verschil tussen de drie temperaturen bij de planten vanaf 2 februari warm zijn gezet. Bij de planten die vanaf 24 februari warm zijn gezet was het totaal aantal bloemen per m² bij 10 °C lager dan bij 13 °C. 7 °C lag daar tussen in en versilde niet betrouwbaar van zowel 10 °C als 13 °C .
- Het totaal aantal bloemen per m² was bij de cultivar Earlysue 'Paddy' bij 7 °C lager dan bij 13 °C. Dit was bij beide tijdsduren het geval. Bij de planten die vanaf 2 februari warm zijn gezet was er geen betrouwbaar verschil in het totaal aantal bloemen per m² tussen 10 °C en 13 °C. Bij de planten die tot 24 februari koud stonden was het aantal bloemen per m² bij 10 °C wel betrouwbaar lager dan bij 13 °C.
- Gemiddeld over alle 3 cultivars was er bij de korte kouperiode (opstoken vanaf 2 februari) weinig verschil in totaal aantal bloemen per m². Bij een langere kouperiode (opstoken vanaf 24 februari) bleef het totaal aantal bloemen per m² bij een lagere temperatuur gemiddeld wat achter.



Figuur 3. Cumulatief aantal geoogste bloemtakken per m² van 3 cultivars die in de winter 12 weken (van 9 november 2009 tot 2 februari 2010) of 15 weken (van 9 november 2009 tot 24 februari 2010) zijn geteeld bij een temperatuur van 13, 10 of 7°C.



Figuur 4. Totaal geoogst gewicht per m^2 per behandeling en per cultivar.



Figuur 5. Totaal aantal bloemen per m^2 per behandeling en per cultivar.

3.5 Vroegheid

Bij de vroegheid van de oogst was er bij alle cultivars een vergelijkbaar effect te zien. De datum waarop de planten warm zijn gezet had een duidelijke invloed op de vroegheid. De bloemtakken van de planten die in de winterperiode drie weken langer bij een lage temperatuur zijn geteeld, bleken in het najaar bijna 2 weken (gemiddeld 12 dagen) later te worden geoogst (Tabel 3. en Tabel B in Bijlage 3). De vertraging van de oogstdatum door een langere kouperiode in de winter is ook te zien in Figuur 33. De temperatuur tijdens de kouperiode had geen betrouwbare invloed op de vroegheid van de oogst.

Tabel 3. Gemiddelde oogstweek van 3 vroegbloeiende *Cymbidium*cultivars die vanaf 2 of 24 februari 2010 warm zijn gezet.

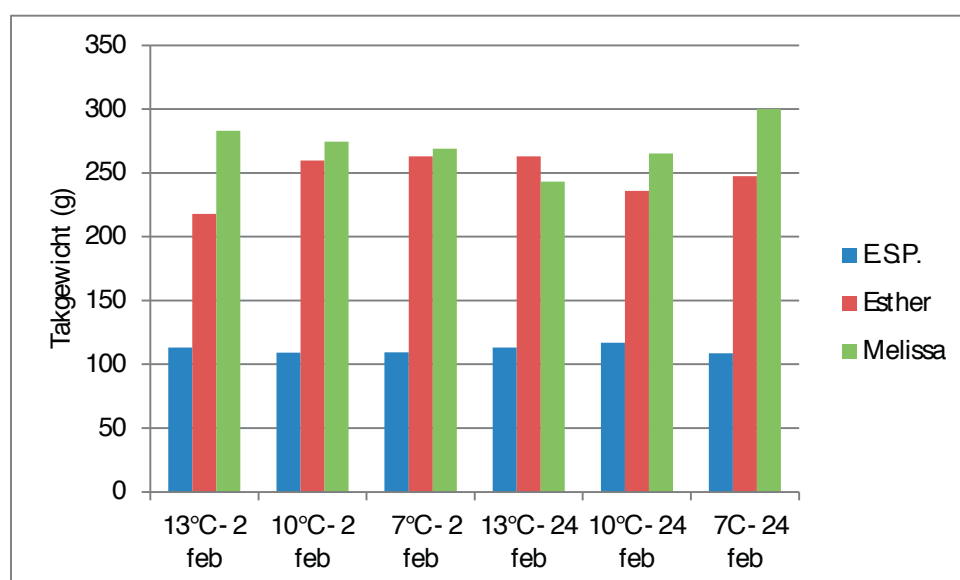
Tijdstip waarop gestart is met opstoken	Gemiddeld weeknummer oogst
2 februari	39,2 a
24 februari	41,0 b

* Verschillende letters achter de behandelingsgemiddelden geven aan dat de behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen.

3.6 Kwaliteit bloemtakken

3.6.1 Takgewicht

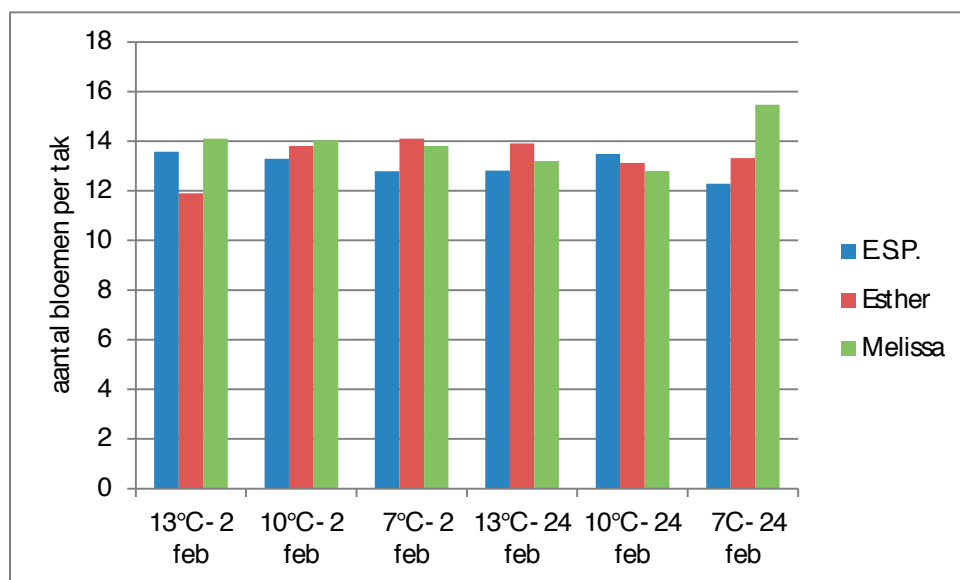
In Figuur 6. is per behandeling en per cultivar het gemiddelde takgewicht weergegeven. Het takgewicht bleek niet betrouwbaar te verschillen als gevolg van de temperatuur of tijdsduur tijdens de kouperiode (Tabel B in Bijlage 3).



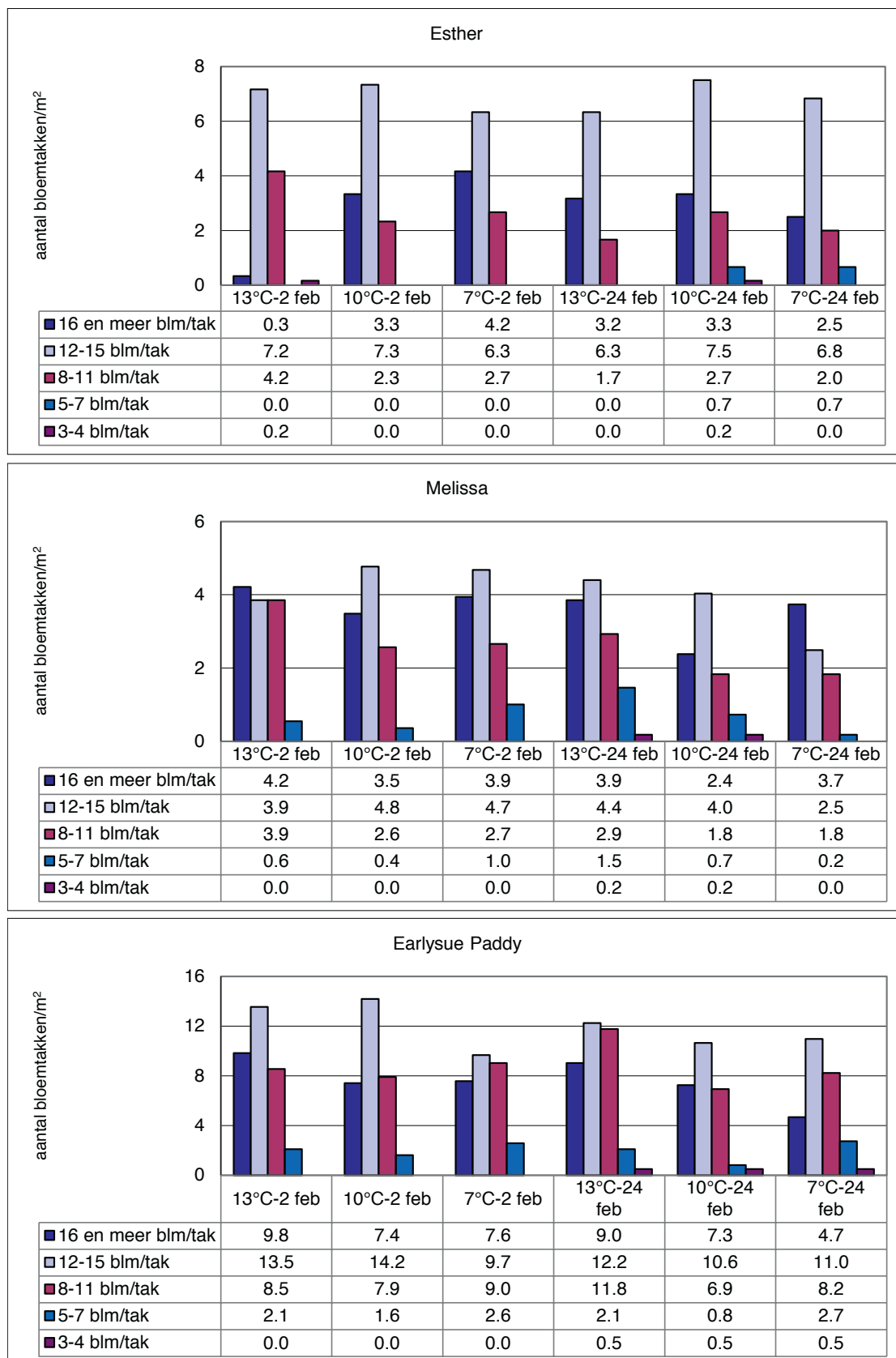
Figuur 6. Gemiddeld takgewicht in gram per tak per behandeling en per cultivar.

3.6.2 Aantal bloemen per tak

In Figuur 7. en 8 is het behandelingseffect op het aantal bloemen per bloemtak weergegeven. Figuur 7. geeft per behandeling het gemiddeld aantal bloemen per bloemtak. In Figuur 8. en Figuur A in bijlage 3 is het aantal geoogste takken verdeeld over de verschillende klassen van aantal bloemen per bloemtak zoals in de praktijk gehanteerd wordt bij het inpakken voor de veiling. De temperatuur en tijdsduur van de kouperiode had geen effect op het gemiddelde aantal bloemen per bloemtak (Tabel B in Bijlage 3).



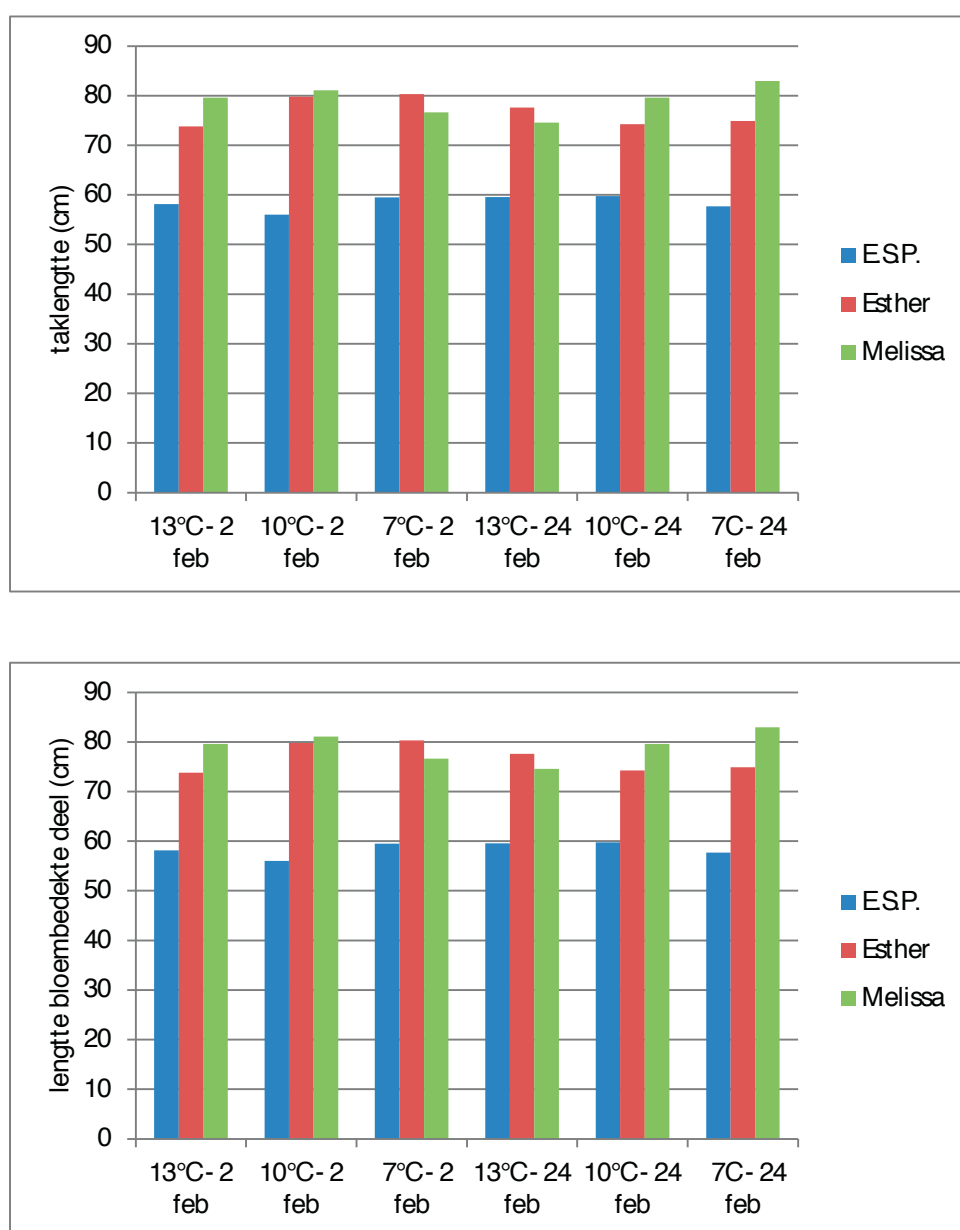
Figuur 7. Gemiddeld aantal bloemen per tak per behandeling en per cultivar.



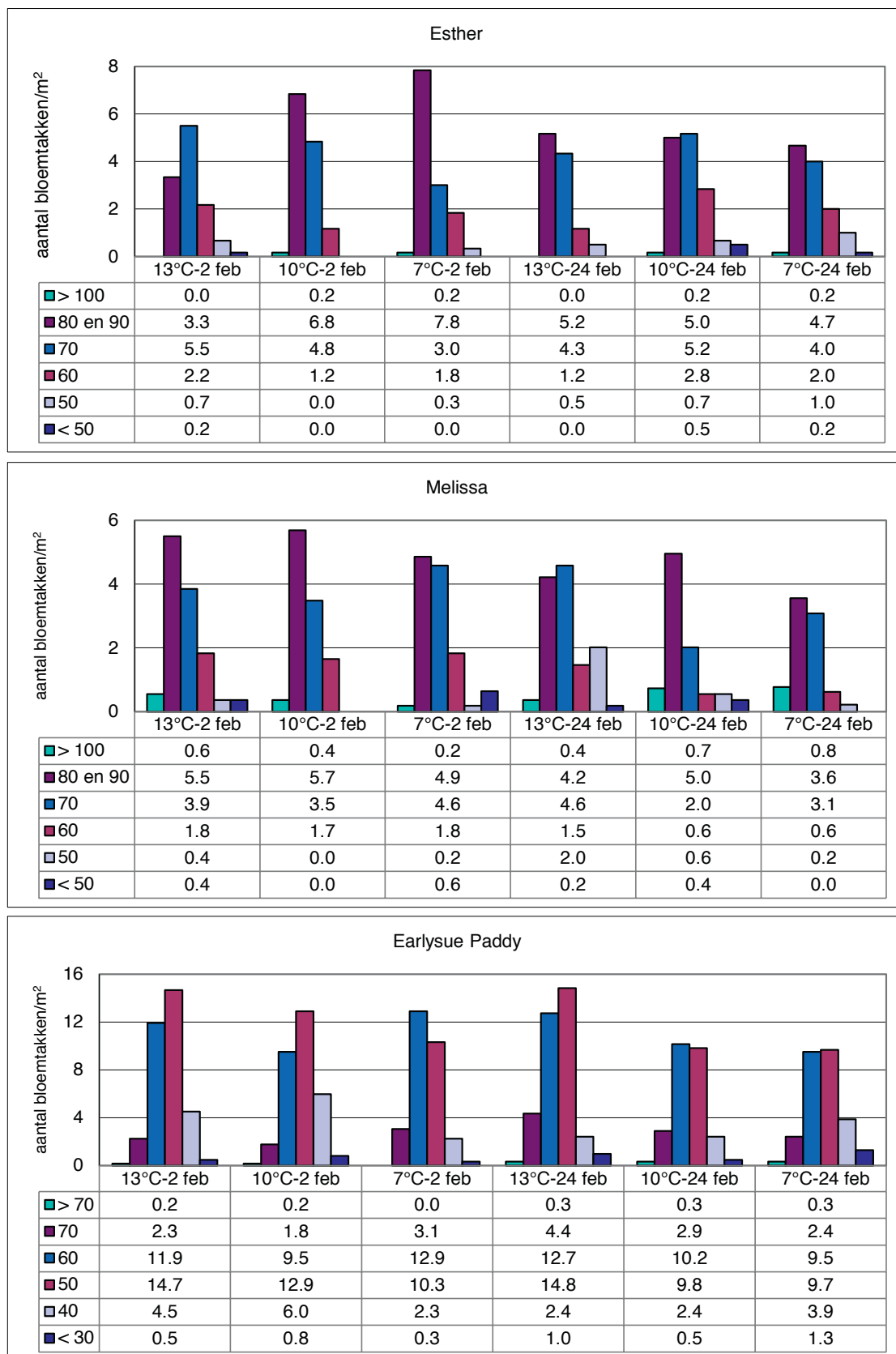
Figuur 8. Aantal geoogste bloemtakken per m² per kwaliteitsklasse op basis van het aantal bloemen per tak van 3 *Cymbidium*cultivars die in de winter van 9 november 2009 tot 2 of 24 februari 2010 zijn geteeld bij een temperatuur van 13, 10 of 7°C.

3.6.3 Lengte bloemtak en lengte bloembezette deel

De gemiddelde lengte van de geoogste bloemtakken en de lengte van het gedeelte van de bloemtak dat met bloemen is bezet, zijn uitgezet in Figuur 9. In Figuur 10. en Figuur B in bijlage 3 is het aantal geoogste takken per behandeling opgedeeld in lengteklassen zoals in de praktijk gesorteerd wordt bij de aanvoer voor de veiling. Er zijn geen nadelig na-effecten aangetoond van de temperatuur of de duur van de kouperiode op de gemiddelde lengte van de bloemtakken of op de gemiddelde lengte van het bloembezette deel van de bloemtak (Tabel B in Bijlage 3). Bij de cultivars 'Esther' en Earlysue 'Paddy' waren geen betrouwbare verschillen aanwezig in zowel de taklengte als de lengte van het bloembezette deel. Bij de cultivar 'Melissa' was er geen betrouwbaar verschil in de lengte van de bloemtak en bij de lengte van het bloembezette deel was er zelfs sprake van een positief na-effect van een lagere temperatuur in de winter. 'Melissa'-planten die op 24 februari warm zijn gezet gaven bij een temperatuur van 7 °C gemiddeld een groter bloembezet deel van de bloemtak dan bij 13 °C. Wellicht komt dit mede door het lagere aantal bloemtakken per m² bij deze behandeling. Bij de cultivar 'Esther' viel verder op dat bij de planten geteeld bij 7 °C en 10 °C en vanaf 2 februari warm zijn gezet meer takken in de lengteklasse 80 en 90 zijn geoogst dan bij 13 °C (Figuur 10.).



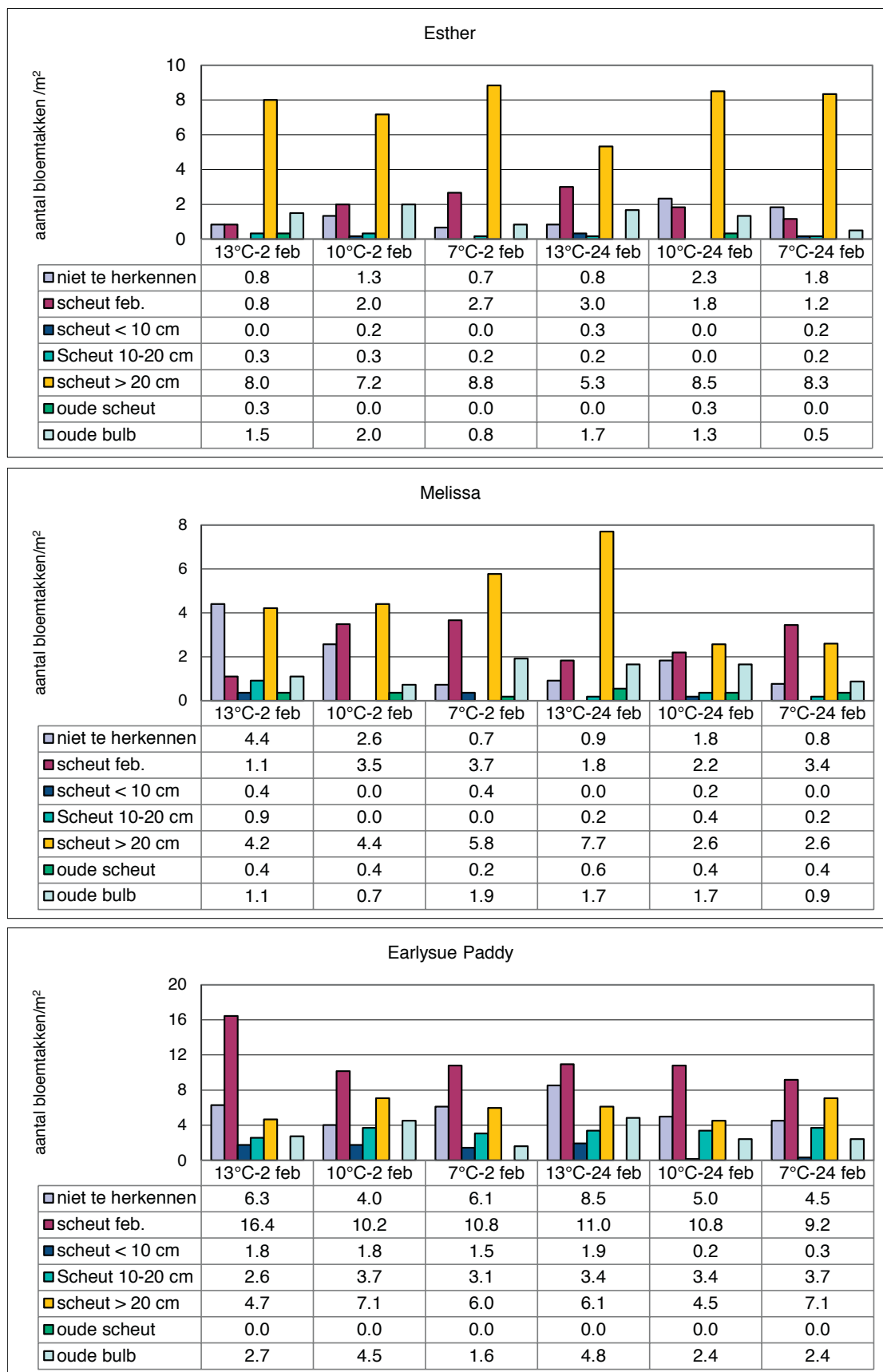
Figuur 9. Gemiddelde taklengte (boven) en lengte van het bloembezette deel (onder) per behandeling en per cultivar.



Figuur 10. Aantal geogste bloemtakken per m^2 per lengteklasse van 3 *Cymbidium* cultivars die in de winter van 9 november 2009 tot 2 of 24 februari 2010 zijn geteeld bij een temperatuur van 13, 10 of 7 °C.

3.7 Herkomst bloemtakken

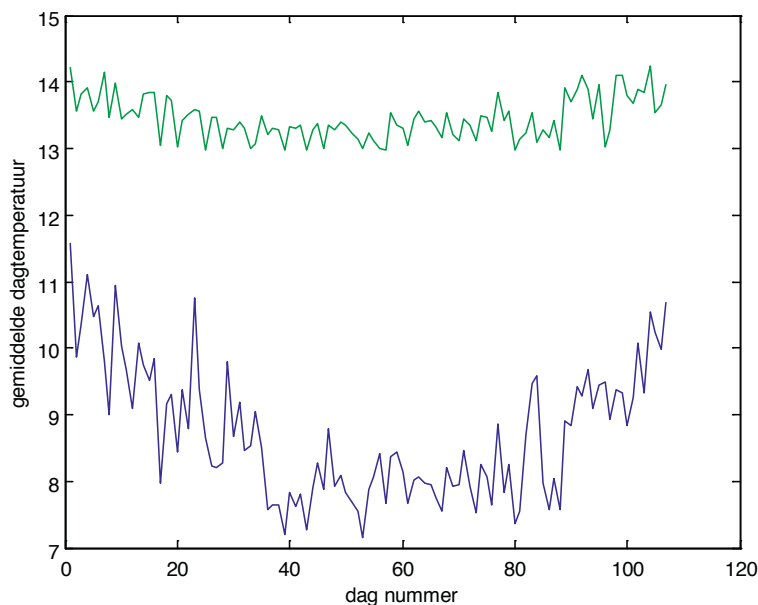
Op verzoek van de BCO zijn bij de start van de proef op 9 november 2009 de bulben en scheuten op de plant ingedeeld in vijf klassen (oude bulben, oude scheuten, jonge scheuten > 20 cm, scheuten van 10-20 cm en scheuten < 10 cm) en per klasse gelabeld. In februari 2010 (na de kouperiode) zijn de scheuten geteld en gelabeld die in de winter zichtbaar geworden zijn. Bij de oogst van de bloemtakken is vastgelegd van wat voor scheut of bulb de bloemtakken afkomstig waren. Bij de klasse “niet te herkennen” waren labels verdwenen of zaten de scheuten of bulben zo dicht op elkaar dat niet te duidelijk te zien was van welke scheut of bulb de bloemtak afkomstig was. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 11. Bij de cultivar ‘Esther’ waren de meeste bloemtakken afkomstig van scheuten die op 9 november langer dan 20 cm waren. Bij de cultivar Earlysue ‘Paddy’ waren de meeste bloemtakken afkomstig van scheuten die na de kouperiode zichtbaar zijn geworden (=scheut feb. in Figuur 11.).



Figuur 11. Aantal geoogste bloemtakken per m² ingedeeld naar herkomst van de bloemtakken.

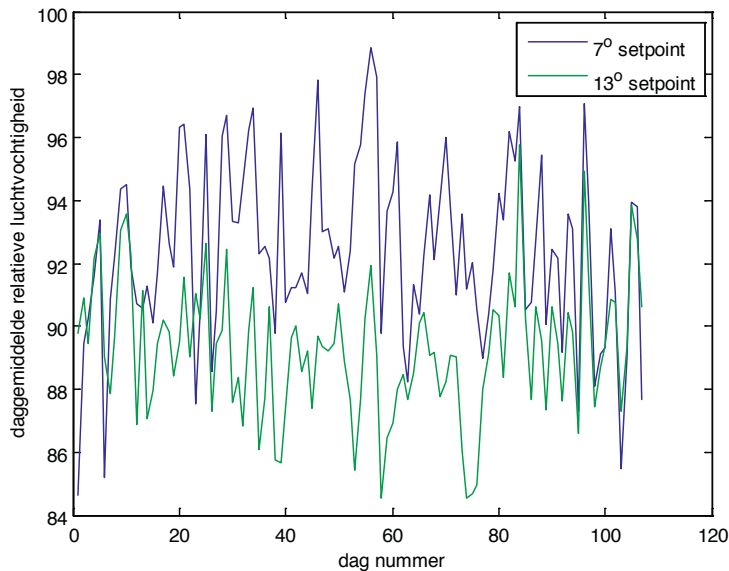
4 Energieberekeningen

Met het rekenmodel KASPRO is voor verschillende kastemperaturen berekend hoeveel aardgas nodig is voor de verwarming. De belangrijkste uitgangspunten voor berekeningen zijn weergegeven in Bijlage 4. De energieberekeningen zijn uitgevoerd voor de periode van 9 november tot 24 februari. Uit Figuur 12. blijkt dat het moeilijk is om de gehele periode de kasttemperatuur op 7 °C te houden. Tot dagnummer 35 en vanaf dagnummer 90 ligt de etmaaltemperatuur hoger dan 8 °C.



Figuur 12. Gemiddelde etmaaltemperatuur bij een setpoint van 7 °C (blauw) en 13 °C (groen) over de periode van 9 november tot 24 februari.

De verdamping bij 13 °C komt overeen met metingen [Uitermark en van den Berg, 1998] en ligt rond de 0.25 l/dag. Indien de temperatuur wordt verlaagd naar 7 °C wordt de verdamping 40% minder volgens de berekeningen. Dit valt te verklaren uit het feit dat de relatieve luchtvochtigheid (zie Figuur 13) ook hoger wordt als de temperatuur lager wordt, hierdoor neemt de verdamping af. Daarnaast neemt de plant waarschijnlijk ook wat minder water op door de kleinere groei en ontwikkeling bij een lagere temperatuur.



Figuur 13. Daggemiddelde relatieve luchtvochtigheid bij een setpoint van 7 °C (blauw) en 13 °C (groen) over de periode van 9 november tot 24 februari.

Het benodigde gasverbruik om de kas tussen 9 november en 24 februari op 7, 10 of 13 °C te houden is weergegeven in Tabel 44. Hieruit blijkt dat een verlaging van de temperatuur van 13 naar 7 °C bijna 4 m³/m².jaar aan aardgas zou kunnen besparen. Hierbij zou dan wel een hogere luchtvochtigheid moeten worden getolereerd (zie Figuur 13).

Tabel 4. Energieverbruik in de periode van 9 november tot 24 februari voor verschillende stooktemperaturen.

Setpoint	Gasverbruik (m ³ /m ²)
13 °C	4,58
10 °C	2,26
7 °C	0,67

Opvallend is, dat het berekende verbruik bij 13 °C (4,58 m³/m².periode) veel lager ligt dan het in de praktijk gebruikelijke jaarlijkse gasverbruik van 22-26 m³/m².jaar, terwijl het toch de koudste periode van het jaar betreft. Blijkbaar wordt in andere periodes van het jaar meer aardgas verbruikt, bijvoorbeeld nadat de kouperiode is afgesloten en in het vroege voorjaar een hoge etmaaltemperatuur van ± 20 °C wordt aangehouden. Ook in het najaar, als de bloemen komen, wordt meer gestookt om de RV laag te houden, zodat het risico op Botrytis beperkt blijft.

5 Conclusies, discussie en aanbevelingen

5.1 Conclusies

- De planten in de proef hebben een continu lage temperatuur van 7 en 10 °C in de winter goed doorstaan. Aan het uiterlijk van de planten waren geen afwijkingen zichtbaar ten opzichte van de planten die bij 13 °C zijn geteeld in de winter.
- Een lagere temperatuur in de winter gaf geen negatieve effecten op de scheutvorming.
- Het effect van een lagere temperatuur in de winter op de productie in het najaar verschilde per cultivar:
 - o Bij de grootbloemige cultivar 'Esther' kan de temperatuur tot 24 februari zonder negatieve gevolgen voor de productie naar 7 °C. Een lagere temperatuur in de winter had geen negatieve effecten op de productie. Het aantal bloemtakken per m² en het totaal aantal losse bloemen per m² werd niet beïnvloed door de temperatuur en ook niet door het tijdstip van opstoken van 2 of 24 februari. In het totaal geoogst gewicht aan bloemtakken per m² was bij de korte kouperiode zelfs een positief effect zichtbaar van een lagere temperatuur.
 - o Bij de grootbloemige cultivar 'Melissa' kan de temperatuur tot 2 februari ook zonder problemen naar 7 °C, maar van 2 tot 24 februari lijkt het beter om een wat hogere temperatuur aan te houden om productieverlies uit te sluiten. Een lagere temperatuur tot 2 februari gaf geen betrouwbaar verschil in productie, maar bij een langere kouperiode tot 24 februari bleef de productie bij 7 en 10 °C gemiddeld wat lager dan bij 13 °C.
 - o Bij de kleinbloemige cultivar Earlysue 'Paddy' gaf een temperatuur van 7 °C bij beide tijdsduren een negatief effect op de productie. Bij een kouperiode tot 2 februari was de productie 5 takken lager en bij een kouperiode tot 24 februari was de productie 8 takken per m² lager. Bij een temperatuur van 10 °C tijdens de winter was er tot 2 februari geen betrouwbaar verschil ten opzichte van een temperatuur van 13 °C, maar als de 10 °C tot 24 februari wordt aangehouden bleef de productie bij 10 °C ook achter.
 - o Gemiddeld over de 3 cultivars had de verlaging van de temperatuur van 13 °C naar 7 °C tot 2 februari weinig effect op de productie. Daarnaast was er bij alle drie cultivars nauwelijks verschil in productie tussen 13 °C tot 2 februari en 13 °C tot 24 februari. Daaruit kan worden afgeleid dat 13 °C van 2 tot 24 februari ook weinig effect heeft op de productie. Een verlenging van de kouperiode van 2 naar 24 februari met 10 °C of 7 °C geeft gemiddeld over de 3 cultivars 10 tot 17% verlaging van de productie en lijkt daarom minder perspectief te bieden. Bij een verlenging van de kouperiode moet overigens wel rekening gehouden worden met een verlating van het oogsttijdstip.
- De temperatuur tijdens de kouperiode heeft geen betrouwbare invloed op de vroegheid van de oogst. De datum waarop Cymbidiumplanten warm worden gezet heeft wel een duidelijke invloed op de vroegheid. Bij de planten die vanaf 24 februari zijn opgestookt was de oogstdatum bijna 2 weken (gemiddeld 12 dagen) later dan bij de planten die vanaf 2 februari zijn opgestookt.
- De temperatuur in de winter heeft geen negatieve invloed op de kwaliteit van de bloemtakken. De temperatuur en tijdsduur van de kouperiode had geen effect op het gemiddelde takgewicht, aantal bloemen per bloemtak en lengte van de bloemtak. Bij de gemiddelde lengte van het bloembezette deel van de bloemtak zijn bij de cultivars 'Esther' en Earlysue 'Paddy' ook geen betrouwbare verschillen gevonden en bij de cultivar 'Melissa' was zelfs sprake van een positief na-effect van een lagere temperatuur in de winter. 'Melissa'-planten die op 24 februari warm zijn gezet gaven bij een temperatuur van 7 °C gemiddeld een groter bloembezet deel van de bloemtak dan bij 13 °C. Wellicht komt dit mede door het lagere aantal bloemtakken per m² bij deze behandeling. Bij de cultivar 'Esther' viel verder op dat bij de planten geteeld bij 7 °C en 10 °C en vanaf 2 februari warm zijn gezet meer takken in de lengteklasse 80 en 90 zijn geoogst dan bij 13 °C.
- Het aardgasverbruik dat bedoeld is om de kas op temperatuur te houden kan met 4 m³/m².jaar worden verlaagd als tussen 9 november en 24 februari het setpoint van de kastemperatuur wordt verlaagd van 13 naar 7 °C.

5.2 Discussie

- In deze proef zijn de ingestelde setpoints van 7, 10 en 13 °C goed gerealiseerd (Figuur 1.) door de koeling in de proefkassen. Dit is gedaan om de grenzen op te zoeken tot hoever de temperatuur naar beneden kan en een goed beeld te krijgen van mogelijke effecten op productie en vroegheid. In de praktijk zal bij instelling van dezelfde setpoints in een gemiddelde winter een hogere temperatuur gerealiseerd worden. Uit Figuur 12. blijkt dat bij een setpoint van 7 °C in een praktijksituatie met een gemiddelde winter de etmaaltemperatuur met name in november en februari hoger is dan de ingestelde waarde. Bij toepassing in de praktijk zullen eventuele negatieve effecten op de productie zoals bij Earlysue 'Paddy' te zien waren, dus kleiner zijn dan in deze proef geconstateerd is. Anderzijds kan het setpoint bij cultivars zoals 'Esther' waarbij geen negatieve effecten zijn vastgesteld mogelijk nog verder naar beneden.
- De behandelingen met lage temperaturen in de winter zijn uitgevoerd in geconditioneerde kassen. In deze kassen lag de planttemperatuur waarschijnlijk dicht bij de kasttemperatuur dan in een Cymbidiumkas in de praktijk. Voor een nauwkeurige temperatuurrealisatie wordt in de geconditioneerde kassen namelijk continu lucht weggezogen, afhankelijk van de gewenste temperatuur gekoeld of verwarmd en onder de teelttafels weer terug in de kassen geblazen. Daardoor is er in deze kassen meer luchtbeweging dan in een praktijkkas. Van 23 december 2009 t/m 18 januari 2010 bijvoorbeeld was er in de proefkassen ingesteld op zowel 7 als 13 °C gemiddeld maar 0 tot 0.2 graden verschil tussen de kas- en planttemperatuur. In de winter daarna, toen de Cymbidiumplanten in een normale teeltkas stonden bij Wageningen UR Glastuinbouw bij een ingestelde dag-/nachttemperatuur van 14/12 °C was de planttemperatuur van 24 december 2010 t/m 14 januari 2011 gemiddeld 12,6 °C bij een gemiddelde gerealiseerde kasttemperatuur van 13,3 °C en een buitentemperatuur van gemiddeld 2,9 °C. Vooral in de nachten was de planttemperatuur toen lager dan de kasttemperatuur ondanks een schermdoek wat 's nachts gesloten werd. In een praktijkkas kan de planttemperatuur afhankelijk van de buitenomstandigheden dus meer wegzakken ten opzichte van de kasttemperatuur dan in de uitgevoerde proef. Anderzijds kan bij toenemende instraling in het voorjaar de planttemperatuur in een praktijkkas naar verwachting meer boven de kasttemperatuur uit stijgen dan in de uitgevoerde proef.
- Bij de gerealiseerde etmaaltemperaturen berekend voor een praktijksituatie in Figuur 12. is er van uitgegaan dat 's nachts 1 °C boven het setpoint wordt gelucht en overdag 2 °C boven het setpoint met een P-band van 4 °C. Door minder snel te luchten bij een lager setpoint van de kasttemperatuur zal de gemiddelde etmaaltemperatuur minder laag zijn dan berekend en zullen eventuele negatieve effecten op de productie zoals bij Earlysue 'Paddy' te zien waren, mogelijk beperkt kunnen worden.
- Waarom bij 'Esther' geen nadelige effecten optreden bij een lage temperatuur tot 24 februari en bij 'Melissa' wel is niet duidelijk. Wellicht speelt de genetische achtergrond van de cultivars een rol. 'Esther' en 'Melissa' zijn genetisch gezien twee uitersten in het grootbloemige sortiment (Tuinbouwadviesbureau v.d. Ende, pers. med.). Bij de kleinbloemige cultivar Earlysue 'Paddy' werden zowel bij een korte als langere kouperiode minder bloemtakken geoogst als de temperatuur continu laag was. Waarschijnlijk wijkt deze cultivar genetisch nog meer af. In de praktijk zijn telers meestal gespecialiseerd in grootbloemige of kleinbloemige cultivars en worden bij grootbloemige en kleinbloemige Cymbidiums verschillende teeltregimes gehanteerd. De kleinbloemige cultivar Earlysue 'Paddy' is een veel geteelde kleinbloemige Cymbidium cultivar. Het is lastig om te voorspellen in hoeverre deze cultivar representatief is voor het gehele kleinbloemige sortiment, maar naar verwachting van de BCO is deze cultivar redelijk representatief voor het kleinbloemige sortiment en dat was ook de reden waarom deze cultivar gekozen is om mee te nemen in dit onderzoek.
- Mogelijk speelt de hoeveelheid licht een rol bij het wel of niet ontstaan van negatieve effecten op de productie. Na begin februari was er namelijk meer licht dan daarvoor (bijlage 5). Wellicht was bij de cultivar 'Melissa' de temperatuur bij 7 °C (en 10 °C) toen te laag om dit licht te benutten voor de assimilatie en was dit bij 13 °C wel mogelijk en kan de cultivar 'Esther' dit licht bij een temperatuur van 7 en 10 °C nog wel benutten. In eerder fotosynthese-onderzoek bij Cymbidium is vast gesteld dat het effect van de temperatuur op de fotosynthese afhankelijk is van de cultivar en het lichtniveau. Bij de cultivar 'Yonina' zijn geen significante verschillen gezien bij fotosynthesemetingen bij een temperatuur van 20 °C, 16 °C en 13 °C (Schapendonk *et al.* 2005). Bij de cultivar 'Arcadian' werd tot 100 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ PAR (=ongeveer 60 W/m² globaal buiten) ook weinig verschil in fotosynthese gemeten bij een temperatuur van 20, 16 en 13 °C, maar bij een hogere lichtintensiteit halveerde de fotosynthese bij 13 °C in vergelijking met 16 °C en 20 °C. Wellicht dat iets dergelijks ook opgetreden is bij 'Melissa' tussen 2 en 24 februari toen er meer licht was dan in de periode vóór 2 februari en kon de plant dat extra licht bij een temperatuur van 13 °C wel benutten en bij een temperatuur van 7 °C en 10 °C niet? Overigens is de afname van de fotosynthese bij een lagere temperatuur bij Cymbidium

betrekkelijk gering in vergelijking met andere kasgewassen (Schapendonk *et al.* 2005). Indien dit een verklaring is van de afname van de productie bij 'Melissa' dan zou het aan te bevelen zijn om de minimumtemperatuur bij deze cultivar lichtafhankelijk in te stellen. Bij weinig licht mag de minimumtemperatuur laag zijn en bij meer licht zou dan een hogere minimumtemperatuur aangehouden kunnen worden. Bij Earlysue 'Paddy' zou de temperatuur dan wellicht al bij een lager lichtniveau wat hoger ingesteld moeten worden, omdat bij deze cultivar ook bij een lage temperatuur vóór 2 februari al negatieve effecten op de productie werden aangetoond.

- In Japans onderzoek (Komori, 2001) is in hooggelegen gebieden een minimum nachttemperatuur van 15 °C of 5 °C ingesteld van 24 september tot 31 mei. In andere behandelingen werd de minimum nachttemperatuur ingesteld op 5 °C en op 20 januari, 3 februari, 17 februari of 3 maart verhoogd naar 15 °C. De bloeidatum was gelijk of vroeger dan bij 15 °C. De behandeling waarbij de minimum nachttemperatuur op 17 februari werd verhoogd gaf de vroegste bloeidatum en de energiekosten waren ongeveer 60% lager dan de controle. In de samenvatting wordt geadviseerd om de minimum nachttemperatuur vanaf het najaar tot het voorjaar op 5 °C in te stellen en deze dan vanaf midden-februari te verhogen naar 15 °C als de hoeveelheid zonlicht is toegenomen. Hieruit zou afgeleid kunnen worden dat de minimum nachttemperatuur bij sommige cultivars wellicht nog verder terug kan naar 5 °C, maar anderzijds wordt in de Engelse samenvatting van het Japanse artikel echter niet duidelijk wat voor temperaturen gerealiseerd zijn bij deze instellingen.
- In Arditti *et al.* (1997) wordt aangegeven dat de geschikte temperatuur voor bloemknopdifferentiatie bij Cymbidium Mary Pinchess 'The King' tussen de 9,8 en 16,3 °C ligt en dat een cumulatieve temperatuur nodig is voor bloemknopdifferentiatie van 34 000 graad uren (veelvoud van uren onder 9,8-16,3 °C en de temperatuur). Als dit ook geldt voor de vroegbloeiende cultivars in de winter in dit onderzoek dan zou een andere verklaring voor de gevonden verschillen tussen de cultivars kunnen liggen in de ondergrens waarbij bloemknopdifferentiatie minder goed plaats gaat vinden. Mogelijk ligt deze grens bij 'Esther' lager dan de genoemde 9,8 °C en vindt ook bij 7 °C nog ongehinderd bloemknopdifferentiatie plaats en ligt deze grens bij Earlysue 'Paddy' wat hoger dan 9,8 °C en wordt de bloemknopdifferentiatie bij deze cultivar bij 7 °C en 10 °C in geringe mate benadeeld ten opzichte van 13 °C. Dit verklaart echter niet waarom 'Melissa' en Earlysue 'Paddy' na een kouperiode bij 7 en 10 °C tot 24 februari minder productie geeft dan een zelfde temperatuur tot 2 februari.
- In oriënterend onderzoek (Kromwijk, 2011) konden met behulp van stadiumonderzoek in februari nog geen generatieve ontwikkelingsstadia gevonden worden in de okselknoppen van Cymbidiumscheuten. De bloemknoppen zijn dan dus nog niet aangelegd. Wellicht vinden in de winter wel al hormonale veranderingen in de plant plaats die al wel de omslag naar generativiteit in gang hebben gezet, maar is dat in de okselknoppen nog niet zichtbaar.
- Bij alle drie cultivars gaf 22 dagen langer kou een vertraging van de oogst van gemiddeld 12 dagen. Vanwege de sterke vraag naar Cymbidiums in de 2^e helft van oktober is de wens in de praktijk om de piek van de oogst in de 2^e helft van oktober te laten vallen. Indien de vertraging van de langere kouperiode ongewenst is, zou de verlating door een langere kouperiode wellicht weer ingehaald kunnen worden door een hogere gemiddelde etmaaltemperatuur na de kouperiode. De vraag is wat dan energetisch gunstiger is: een hogere temperatuur in februari of een hogere etmaaltemperatuur later in de teelt. Als het in totaalverbruik niet veel uitmaakt, dan is een strategie met het meest gelijkmatig stookprofiel gunstiger in verband met het gascontract. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat onder zonnige en warme omstandigheden de praktijk ervaren heeft dat een hogere etmaaltemperatuur juist voor vertraging in de takstrekking kan zorgen. Dit beperkt de compensatiemogelijkheden later in de teelt in de praktijk. Welke omstandigheden vertraging geven wordt onderzocht in het lopende onderzoek zomerklimaat bij Cymbidium bij Wageningen UR Glastuinbouw. Men vermoedt dat twee weken met een etmaaltemperatuur van 22,5 °C of hoger vertraging geeft (Tuinbouwadviesbureau v.d. Ende, pers.med.).
- Opvallend is, dat het berekende verbruik bij 13 °C (4,58 m³/m².periode) veel lager ligt dan het in de praktijk gebruikelijke jaarlijkse gasverbruik van 22-26 m³/m².jaar, terwijl het toch de koudste periode van het jaar betreft. Blijkbaar wordt in andere periodes van het jaar meer aardgas verbruikt, bijvoorbeeld nadat de kouperiode is afgesloten en in het vroege voorjaar een hoge etmaaltemperatuur van ± 20 °C wordt aangehouden. Ook in het najaar, als de bloemen komen, wordt meer gestookt om de RV laag te houden, zodat het risico op Botrytis beperkt blijft. Om het gasverbruik nog verder naar beneden te brengen zou nagegaan kunnen worden of in die periodes nog aanpassingen mogelijk zijn om het gasverbruik in de teelt van Cymbidium verder te kunnen verlagen.

- De besparing op het gasverbruik van bijna 4 m³/m².jaar is lager dan vooraf ingeschat. Vooraf is een berekening uitgevoerd met het programma Pregas en daarin is 16 weken 13 °C (van week 44 t/m week 7) vergeleken met 16 weken 5 °C. Volgens die berekening zou het energieverbruik dan verlaagd worden van 23,2 naar 14,8 m³/m².jaar. Dat zou dan een besparing zijn van 8,4 m³/m².jaar (=36%). Bij de nauwkeurigere berekeningen met Kaspro is echter uitgegaan van een temperatuur van 7 °C in plaats van 5 °C en een periode van 15 in plaats van 16 weken zoals toegepast in het uitgevoerde onderzoek. Omdat bij het testen van de koeling van de kassen voorafgaand aan de proef was gebleken dat realisatie lager dan 7 °C technisch niet haalbaar was, is de laagste temperatuur in de proef op 7 °C gehouden en op verzoek van de BCO is de langste kouperiode in de proef verkort van 16 naar 15 weken omdat 16 weken teveel bloeivertraging zou geven.

5.3 Aanbevelingen

- Als het koud is in de winter is het voor vroegbloeiende Cymbidium geen probleem om de temperatuur in de kas tot 7 °C te laten weg zakken. Dit geeft geen schade aan het gewas en wordt inmiddels al toegepast in de praktijk.
- In de praktijk zijn telers meestal gespecialiseerd in grootbloemige of kleinbloemige cultivars. Voor de grootbloemige Cymbidiumcultivars in dit onderzoek kan de minimumtemperatuur van 9 november tot 2 februari zonder nadelige gevolgen verlaagd worden van 13 naar 7 °C. Bij de grootbloemige cultivars zijn de gebruikte cultivars 'Esther' en 'Melissa' genetisch gezien twee uitersten (Tuinbouwadvisiebureau v.d. Ende, pers. med.). Andere cultivars liggen vaak genetisch ergens tussen twee cultivars in. Als daaruit afgeleid mag worden dat de reactie van andere grootbloemige cultivars waarschijnlijk ook ergens tussen deze 2 cultivars in zullen liggen dan lijkt het voor de grootbloemige Cymbidiumcultivars in de praktijk goed mogelijk om van 9 november tot 2 februari het setpoint van de kasttemperatuur van 13 °C te verlagen naar 7 °C. Dit kan zonder negatieve gevolgen voor productie en kwaliteit verlengd worden met een temperatuur van 13 °C van 2 tot 24 februari, maar daarbij dient dan wel rekening te worden gehouden met een vertraging van de bloei van 22 dagen. Het vermoeden bestaat dat het negatieve effect van een lage temperatuur van 7 en 10 °C van 2 tot 24 februari mogelijk het gevolg is van het toenemende lichtniveau in deze periode wat de plant niet kon benutten door de lagere temperatuur. Daarom kan ook gewerkt worden met een lager temperatuursetpoint in combinatie met een lichtafhankelijke verhoging van het setpoint van 2 tot 24 februari.
- Bij de kleinbloemige cultivar Earlysue 'Paddy' zijn geen directe negatieve gevolgen gezien van de lagere temperatuur in de winter, maar gaf 7 °C in de winter wel een negatief effect op de productie in het najaar. Bij 10 °C en 13 °C tot 2 februari was er nog geen betrouwbaar verschil in productie. Als de cultivar Earlysue 'Paddy' representatief is voor het gehele kleinbloemige Cymbidiumsortiment, dan is bij de teelt van kleinbloemige Cymbidiums een verlaging van 13 °C naar 10 °C mogelijk van 9 november tot 2 februari zonder betrouwbaar productieverlies. Net als bij de grootbloemige cultivars kan dit zonder negatieve gevolgen voor productie en kwaliteit verlengd worden met een temperatuur van 13 °C van 2 tot 24 februari, waarbij dan wel ook rekening moet worden gehouden met een vertraging van de bloei van 22 dagen. Wellicht kunnen negatieve effecten op de productie bij Earlysue 'Paddy' ook voorkomen worden door een lager temperatuursetpoint in combinatie met een lichtverhoging op het setpoint, waarbij bij Earlysue 'Paddy' het setpoint sneller verhoogd moet worden dan bij grootbloemige Cymbidiums.
- Om verder te onderzoeken of de negatieve effecten van een lagere temperatuur in de winter bij Earlysue 'Paddy' op de productie in het najaar verklaard kunnen worden uit het niet kunnen benutten van licht bij een lage temperatuur, zouden fotosynthesemetingen uitgevoerd kunnen worden. Dan zou ook nagegaan kunnen worden of hiermee ook de gevonden cultivarverschillen verklaard zouden kunnen worden en welke lichtafhankelijke setpointverhoging het beste ingesteld kan worden. Door de fotosynthesemetingen ook bij andere cultivars uit te voeren, zou ook nagegaan kunnen worden in hoeverre de cultivars in dit onderzoek representatief zijn voor een groter deel van het sortiment.
- De gewenste duur van de kouperiode in de winter is vooral afhankelijk van de gewenste oogstweek. In februari geldt dat iedere twee dagen dat de koudeperiode langer duurt, het oogsttijdstip gemiddeld met een dag wordt verlaat.
- Om het gasverbruik in de teelt van Cymbidium nog verder naar beneden te brengen zou nagegaan kunnen worden in hoeverre buiten de winterperiode nog mogelijkheden liggen om het energieverbruik verder te verlagen. Bijvoorbeeld in het vroege voorjaar bij de realisatie van een hoge etmaaltemperatuur van 20 °C en in het najaar als er meer gestookt wordt om de RV laag te houden om het risico op Botrytis in de bloemen te beperken.

6 Literatuur

Arditti J. en Pridgeon A. (1997).

Flower induction in Cymbidium, Dendrobium and Phalaenopsis. Orchid biology: reviews and perspectives, VII Chapter 5: Orchid production and research in Japan. 171-212.

Komori, T. (2001). Effect of low night temperature at the first stage of lead bulb development on growth and flowering of Cymbidium orchid consistently produced on highland. Environment Control in Biology. 39(3). September, 2001. 161-165.

Kromwijk, A., van Mourik, N., en Schrama, P. (2007).

Invloed temperatuur in winter bij vroegbloeiende Cymbidium. Rapport 417 17091. Wageningen UR, Glastuinbouw. Wageningen.

Kromwijk, A., van Mourik, N., Schrama, P., en van Telgen, H.J. (2004).

Invloed temperatuur op bloei Cymbidium. Rapport 41705134/41704643. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Glastuinbouw. Aalsmeer.

Kromwijk, A. (2011).

Inventarisatie stadiumonderzoek Cymbidium: Consultancy-onderzoek. Rapport GTB-111 Wageningen UR Glastuinbouw.

Schapendonk, A., en Kromwijk, A., 2005.

Effecten van temperatuur op de fotosynthese van Cymbidium. Rapport projectnummer 417-17091, Plant Dynamics en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Uitermark, C.G.T., en van den Berg, T.J.M. (1998).

Invloed van verschillende stikstofvormen op de scheutvorming van cymbidium. Rapport / Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente;140. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, vestiging Aalsmeer. Aalsmeer.

Bijlage I Aantal bulben en scheuten bij start proef

Tabel Gemiddeld aantal oude bulben, oude scheuten en jonge scheuten per lengteklasse per plant bij de start van de proef op 10 november 2009.

Behandeling	oude bulben	oude scheuten	scheuten >20 cm	scheuten 20-10 cm	scheuten < 10 cm	totaal aantal oude+jonge scheuten
Earlysue 'Paddy'						
13 °C - 2 feb.	7,7	0,0	2,1	0,8	0,3	3,2
10 °C - 2 feb.	8,8	0,0	2,3	1,1	0,3	3,7
7 °C - 2 feb.	9,3	0,0	2,2	0,7	0,2	3,1
13 °C - 24 feb.	9,3	0,0	2,6	1,0	0,5	4,1
10 °C - 24 feb.	7,4	0,0	1,5	0,7	0,3	2,6
7 °C - 24 feb.	8,6	0,0	1,9	1,1	0,1	3,1
Gemiddelde	8,5	0,0	2,1	0,9	0,3	3,3
'Esther'						
13 °C - 2 feb.	3,2	0,1	2,3	0,2	0,0	2,6
10 °C - 2 feb.	3,1	0,0	2,1	0,1	0,3	2,4
7 °C - 2 feb.	2,8	0,0	2,1	0,1	0,0	2,1
13 °C - 24 feb.	2,6	0,0	1,6	0,1	0,1	1,7
10 °C - 24 feb.	3,0	0,1	2,3	0,0	0,0	2,3
7 °C - 24 feb.	3,2	0,0	2,1	0,1	0,1	2,2
gemiddelde	3,0	0,0	2,1	0,1	0,1	2,2
'Melissa'						
13 °C - 2 feb.	6,2	0,4	3,7	0,3	0,2	4,6
10 °C - 2 feb.	6,6	0,4	2,9	0,1	0,2	3,6
7 °C - 2 feb.	6,8	0,3	3,1	0,3	0,3	3,9
13 °C - 24 feb.	6,8	0,4	3,2	0,3	0,2	4,0
10 °C - 24 feb.	6,8	0,3	2,8	0,7	0,5	4,3
7 °C - 24 feb.	7,2	0,6	2,4	0,3	0,4	3,8
gemiddelde	6,7	0,4	3,0	0,3	0,3	4,0
Gemiddelde 3 cultivars:						
13 °C - 2 feb.	5,7	0,2	2,7	0,4	0,2	3,5
10 °C - 2 feb.	6,2	0,1	2,4	0,4	0,2	3,2
7 °C - 2 feb.	6,3	0,1	2,4	0,3	0,2	3,0
13 °C - 24 feb.	6,2	0,1	2,4	0,5	0,2	3,3
10 °C - 24 feb.	5,8	0,1	2,2	0,5	0,3	3,0
7 °C - 24 feb.	6,3	0,2	2,2	0,5	0,2	3,0

Bijlage II Aantal nieuwe scheuten

Tabel Gemiddeld aantal nieuwe scheuten vanaf de start van de proef op 9 november 2009 tot einde kouperiode (2 of 24 februari 2010), van einde kouperiode tot 28 april 2010, van 28 april 2010 tot 2 februari 2011 en totaal vanaf de start van de proef november 2009 tot februari 2011 per plant en omgerekend naar m².

Behandeling	9 nov. 2009 tot 2 feb. 2010 per plant	9 nov. 2009 tot 24 feb. 2010 per plant	2/24 feb. tot 28 apr.2010 per plant	28 apr. 2010 tot 2 feb. 2011 per plant	Totaal nov. 2009 tot 2 feb. 2011 per plant	Aantal planten per m ² in teeltkas	Totaal nov. 2009 tot 2 feb. 2011 per m ²
Earlysue 'Paddy'							
13 °C - 2 feb.	0,9		4,5 ab*	3,9 ab	9,4 abc	2,9	27,1
10 °C - 2 feb.	0,2		4,2 ab	5,6 bc	10,0 bc	2,9	28,9
7 °C - 2 feb.	0,1		5,3 b	5,8 c	11,2 c	2,9	32,5
13 °C - 24 feb.		0,7	3,7 a	3,9 ab	8,3 ab	2,9	24,1
10 °C - 24 feb.		0,3	3,9 a	3,5 a	7,8 a	2,9	22,6
7 °C - 24 feb.		0,1	3,6 a	6,1 c	9,8 bc	2,9	28,3
Gem - 2 feb	0.4		4.7	5.1	10.2		29.5
Gem - 24 feb		0.4	3.7	4.5	8.6		25
'Esther'							
13 °C - 2 feb.	0,1		1,0 a	3,3 a	4,4 a	3,0	13,2
10 °C - 2 feb.	0,0		1,3 a	3,4 a	4,8 a	3,0	14,3
7 °C - 2 feb.	0,0		1,3 a	3,3 a	4,6 a	3,0	13,7
13 °C - 24 feb.		0,2	1,6 a	2,6 a	4,3 a	3,0	13,0
10 °C - 24 feb.		0,0	1,2 a	3,4 a	4,6 a	3,0	13,8
7 °C - 24 feb.		0,1	1,1 a	3,2 a	4,3 a	3,0	12,8
Gem – 2 feb	0.0		1.2	3.4	4.6		13.7
Gem – 24 feb		0.1	1.3	3.1	4.4		13.2
'Melissa'							
13 °C - 2 feb.	0,1		3,1 ab	5,5 bc	8,7 ab	2,2	19,1
10 °C - 2 feb.	0,1		4,3 c	3,3 a	7,7 a	2,2	16,9
7 °C - 2 feb.	0,2		3,9 bc	4,9 abc	9,0 ab	2,2	19,7
13 °C - 24 feb.		0,8	2,3 a	4,1 ab	7,3 a	2,2	16,0
10 °C - 24 feb.		0,0	4,3 c	6,1 c	10,5 b	2,2	23,0
7 °C - 24 feb.		0,2	4,4 c	3,6 a	8,2 a	2,2	18,1
Gem Melissa – 2 feb	0.1		3.8	4.5	8.4		18.5
Gem Melissa – 24 feb		0.3	3.7	4.6	8.7		19
Gemiddelde 3 cultivars:							
13 °C - 2 feb.	0,4 a		2,9	4,3	7,5		19,8
10 °C - 2 feb.	0,1 a		3,3	4,1	7,5		20,0
7 °C - 2 feb.	0,1 a		3,5	4,6	8,2		21,9
13 °C - 24 feb.		0,6 a	2,5	3,6	6,6		17,7
10 °C - 24 feb.		0,1 a	3,2	4,3	7,6		19,8
7 °C - 24 feb.		0,1 a	3,0	4,3	7,4		19,7
Gem 3 cultivars 2 feb	0.2		3.2	4.3	7.7		20.6
Gem 3 cultivars 24 feb		0.3	2.9	4.1	7.2		19.1

* Verschillende letters achter twee behandelingsgemiddelden geven aan dat de behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen twee behandelingen. Indien er geen betrouwbare interactie aanwezig was tussen de cultivar en de behandelingen zijn bij het gemiddelde over de 3 cultivars de betrouwbare verschillen tussen de behandelingen aangegeven met verschillende letters. Indien er wel een betrouwbare interactie aanwezig was tussen cultivar en behandeling zijn de betrouwbare verschillen per cultivar apart weergegeven met verschillende letters.

Bijlage III Productie, vroegheid en kwaliteit

Tabel A Productiegegevens van de geoogste bloemtakken per cultivar per behandeling.

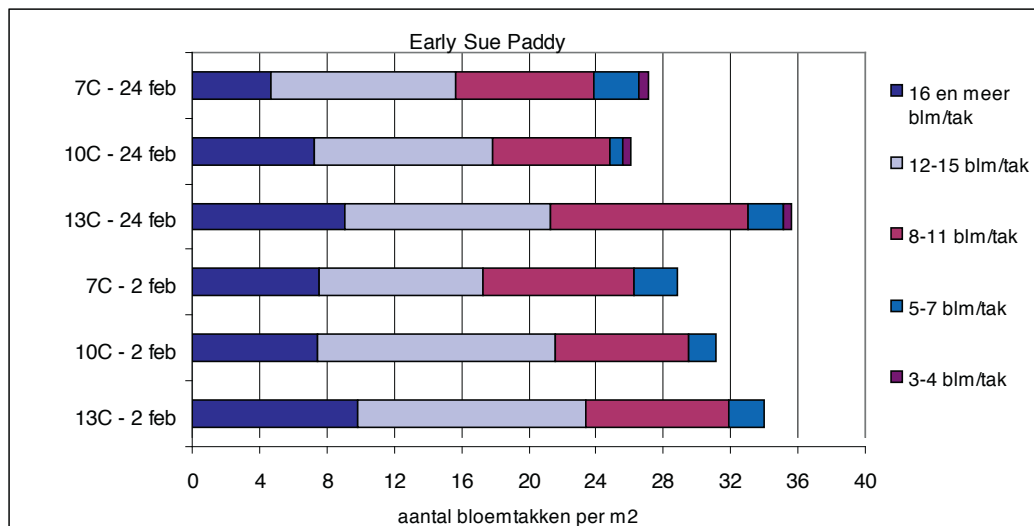
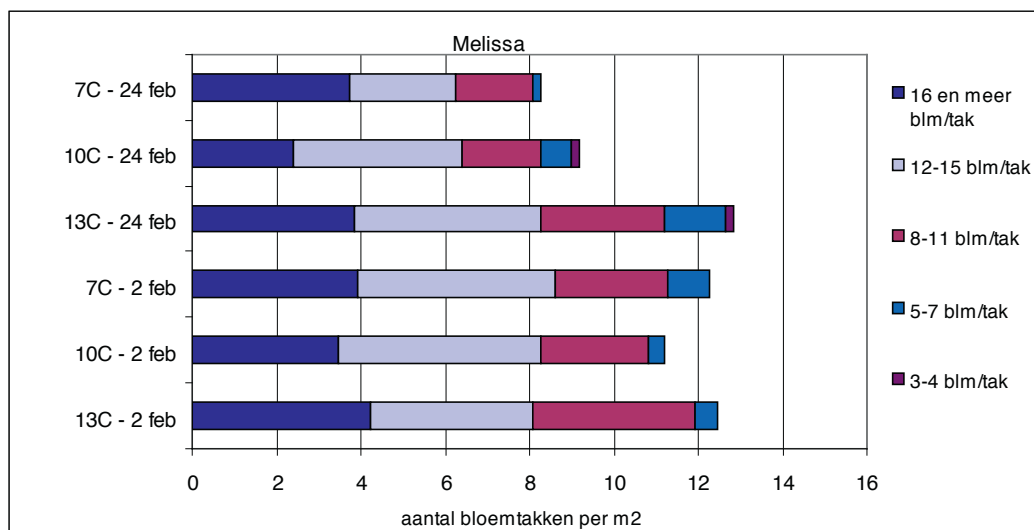
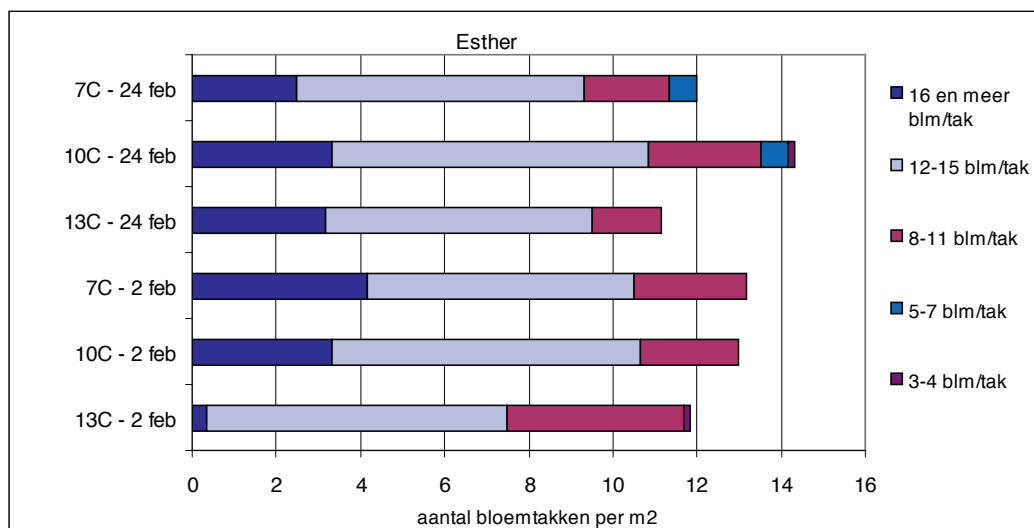
Behandeling	Gemiddeld aantal bloemtakken per m ²	Totaal geoogst gewicht (gram) per m ²	Totaal aantal geoogste bloemen per m ²	Totale lengte geoogste bloemtakken (cm) per m ²	Totale lengte bloembezette delen (cm) per m ²
Earlysue 'Paddy'					
13 °C - 2 feb.	34,5 cd	3824 b*	459 c	1972	1091
10 °C - 2 feb.	31,3 bc	3406 ab	413 bc	1742	944
7 °C - 2 feb.	29,0 ab	3164 a	369 ab	1717	955
13 °C - 24 feb.	35,8 d	4020 b	456 c	2121	1156
10 °C - 24 feb.	26,3 a	3023 a	350 a	1552	862
7 °C - 24 feb.	27,2 ab	2940 a	333 a	1562	860
'Esther'					
13 °C - 2 feb.	11,8 a	2582 a	141 a	873	438
10 °C - 2 feb.	13,0 a	3379 b	179 a	1037	523
7 °C - 2 feb.	13,2 a	3456 b	186 a	1057	531
13 °C - 24 feb.	11,3 a	2935 ab	156 a	866	436
10 °C - 24 feb.	14,3 a	3373 b	188 a	1063	533
7 °C - 24 feb.	12,2 a	2964 ab	160 a	899	450
'Melissa'					
13 °C - 2 feb.	12,5 b	3479 c	174 b	988	609
10 °C - 2 feb.	11,6 ab	3085 abc	157 ab	909	563
7 °C - 2 feb.	12,7 b	3305 c	170 b	942	581
13 °C - 24 feb.	12,8 b	3124 bc	169 b	959	595
10 °C - 24 feb.	9,2 ab	2428 a	117 a	729	430
7 °C - 24 feb.	8,3 a	2462 ab	127 ab	682	430
Gemiddelde 3 cultivars:					
13 °C - 2 feb.	19,6	3295	258	1278	713
10 °C - 2 feb.	18,6	3290	250	1229	676
7 °C - 2 feb.	18,3	3308	241	1238	689
13 °C - 24 feb.	20,0	3360	260	1315	729
10 °C - 24 feb.	16,6	2941	218	1115	608
7 °C - 24 feb.	15,9	2788	207	1048	580

* Verschillende letters achter twee behandelingsgemiddelden geven aan dat de behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen twee behandelingen. Indien er geen betrouwbare interactie aanwezig was tussen de cultivar en de behandelingen zijn bij het gemiddelde over de 3 cultivars de betrouwbare verschillen tussen de behandelingen aangegeven met verschillende letters. Indien er wel een betrouwbare interactie aanwezig was tussen cultivar en behandeling zijn de betrouwbare verschillen per cultivar apart weergegeven met verschillende letters.

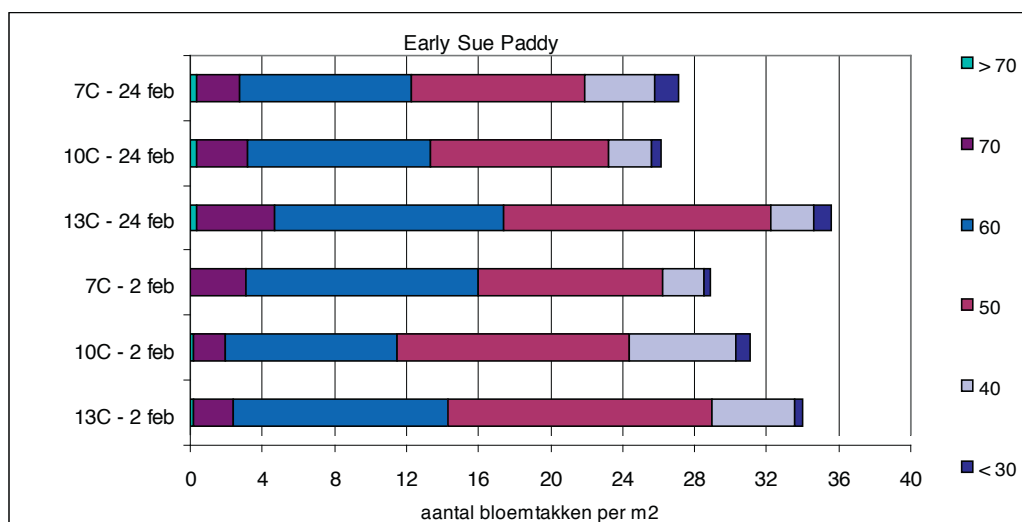
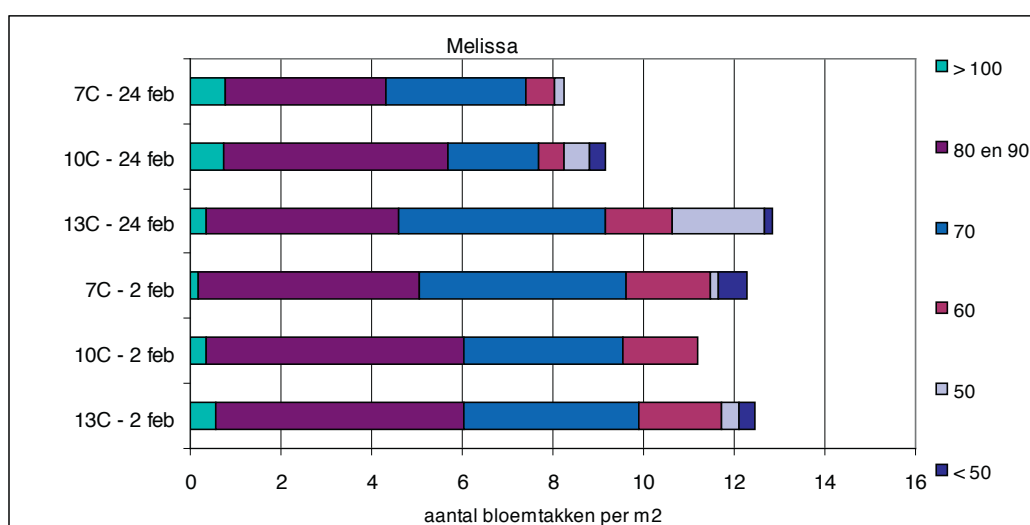
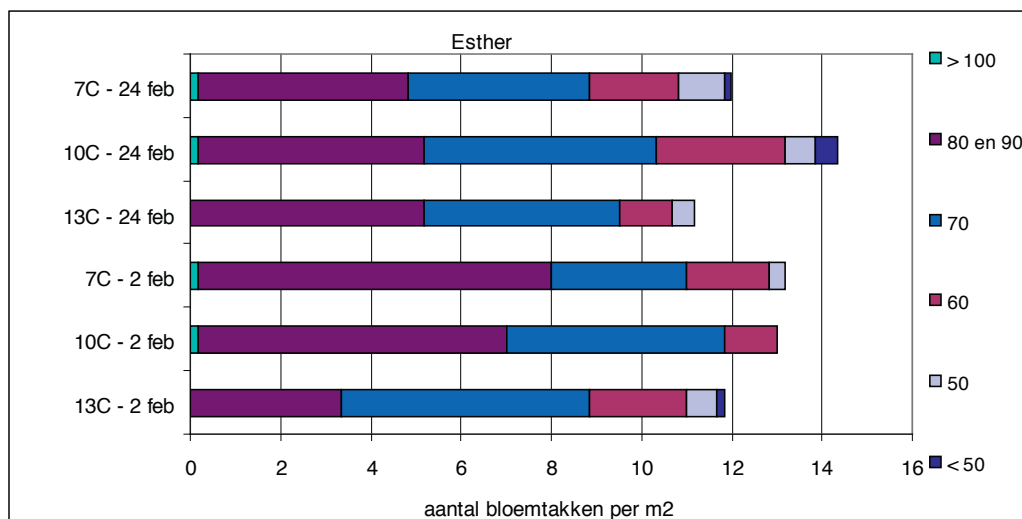
Tabel B Vroegheid en kwaliteitgegevens van de geoogste bloemtakken per cultivar per behandeling.

Behandeling	Gemiddelde weeknummer oogst	Gemiddeld dagnummer oogst	Gemiddeld takgewicht (gram)	Gemiddeld aantal bloemen per bloemtak	Gemiddelde taklengte (cm) volgens VBN voorschrift	Gemiddelde lengte bloembezette deel (cm)
Earlysue 'Paddy'						
13 °C - 2 feb.	40.4	282	113	13,6	58,1	32,2 a*
10 °C - 2 feb.	39.3	275	109	13,3	56,0	30,4 a
7 °C - 2 feb.	40.5	283	109	12,8	59,5	33,1 a
13 °C - 24 feb.	41.1	287	113	12,8	59,6	32,5 a
10 °C - 24 feb.	41.6	291	117	13,5	59,8	33,2 a
7 °C - 24 feb.	41.7	291	109	12,3	57,7	31,8 a
'Esther'						
13 °C - 2 feb.	38.3	268	218	11,9	73,8	37,0 a
10 °C - 2 feb.	40.0	279	260	13,8	79,8	40,2 a
7 °C - 2 feb.	40.2	281	263	14,1	80,3	40,3 a
13 °C - 24 feb.	41.7	292	263	13,9	77,6	39,0 a
10 °C - 24 feb.	41.4	289	236	13,1	74,3	37,2 a
7 °C - 24 feb.	41.4	290	247	13,3	74,9	37,5 a
'Melissa'						
13 °C - 2 feb.	38.1	265	283	14,1	79,6	49,3 abc
10 °C - 2 feb.	38.3	267	275	14,0	81,1	50,3 bc
7 °C - 2 feb.	38.0	265	269	13,8	76,7	47,3 ab
13 °C - 24 feb.	39.5	276	243	13,2	74,6	46,3 a
10 °C - 24 feb.	40.6	284	265	12,8	79,6	46,9 ab
7 °C - 24 feb.	39.7	278	300	15,5	82,9	52,3 c
Gemiddelde 3 cultivars:						
13 °C - 2 feb.	38.9	272 a	205 a	13,2 a	71 a	39
10 °C - 2 feb.	39.2	274 a	214 a	13,7 a	72 a	40
7 °C - 2 feb.	39.6	276 ab	214 a	13,6 a	72 a	40
13 °C - 24 feb.	40.8	285 bc	206 a	13,3 a	71 a	39
10 °C - 24 feb.	41.2	288 c	206 a	13,1 a	71 a	39
7 °C - 24 feb.	41.0	286 bc	219 a	13,7 a	72 a	41

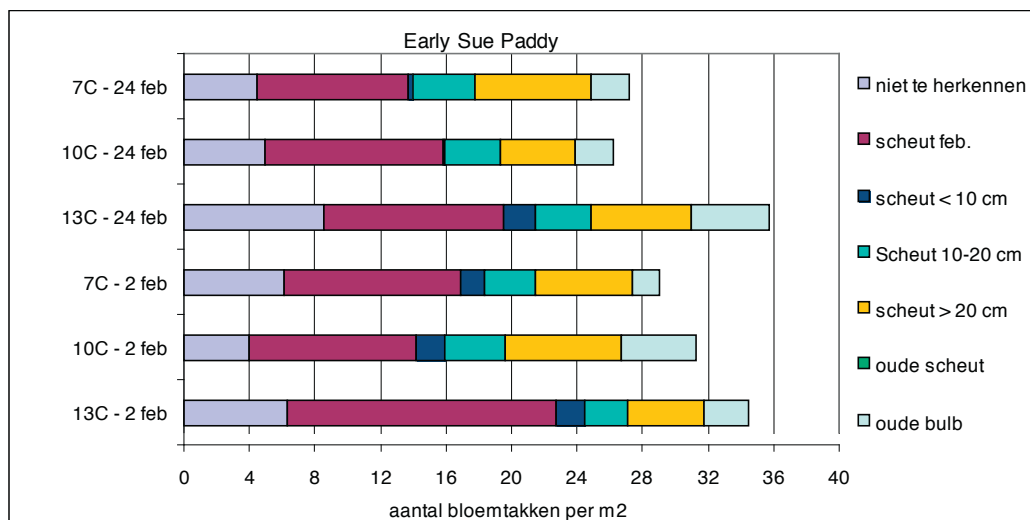
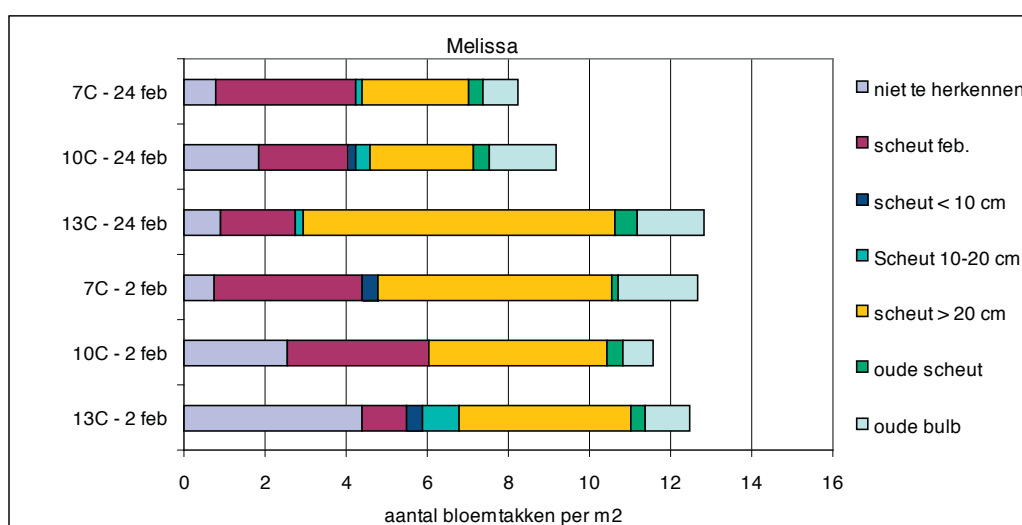
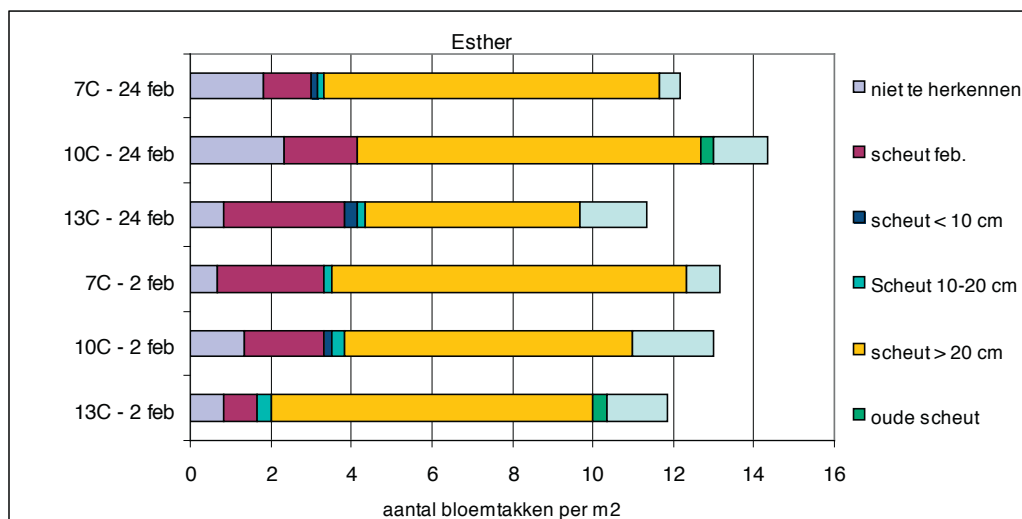
* Verschillende letters achter twee behandelingsgemiddelden geven aan dat de behandelingen betrouwbaar van elkaar verschillen. Bij gelijke letters is er geen betrouwbaar verschil tussen twee behandelingen. Indien er geen betrouwbare interactie aanwezig was tussen de cultivar en de behandelingen zijn bij het gemiddelde over de 3 cultivars de betrouwbare verschillen tussen de behandelingen aangegeven met verschillende letters. Indien er wel een betrouwbare interactie aanwezig was tussen cultivar en behandeling zijn de betrouwbare verschillen per cultivar apart weergegeven met verschillende letters.



Figuur A. Aantal geoogste bloemtakken per m² ingedeeld in klassen op basis van het aantal bloemen per tak van 3 cultivars die in de winter van 9 november 2009 tot 2 of 24 februari 2010 zijn geteeld bij een temperatuur van 13, 10 of 7 °C.



Figuur B. Aantal geoogste bloemtakken per m² per lengteklasse van 3 cultivars die in de winter van 9 november 2009 tot 2 of 24 februari 2010 zijn geteeld bij een temperatuur van 13, 10 of 7 °C.



Figuur C. Aantal geoogste bloemtakken per m² ingedeeld naar herkomst van de bloemtakken.

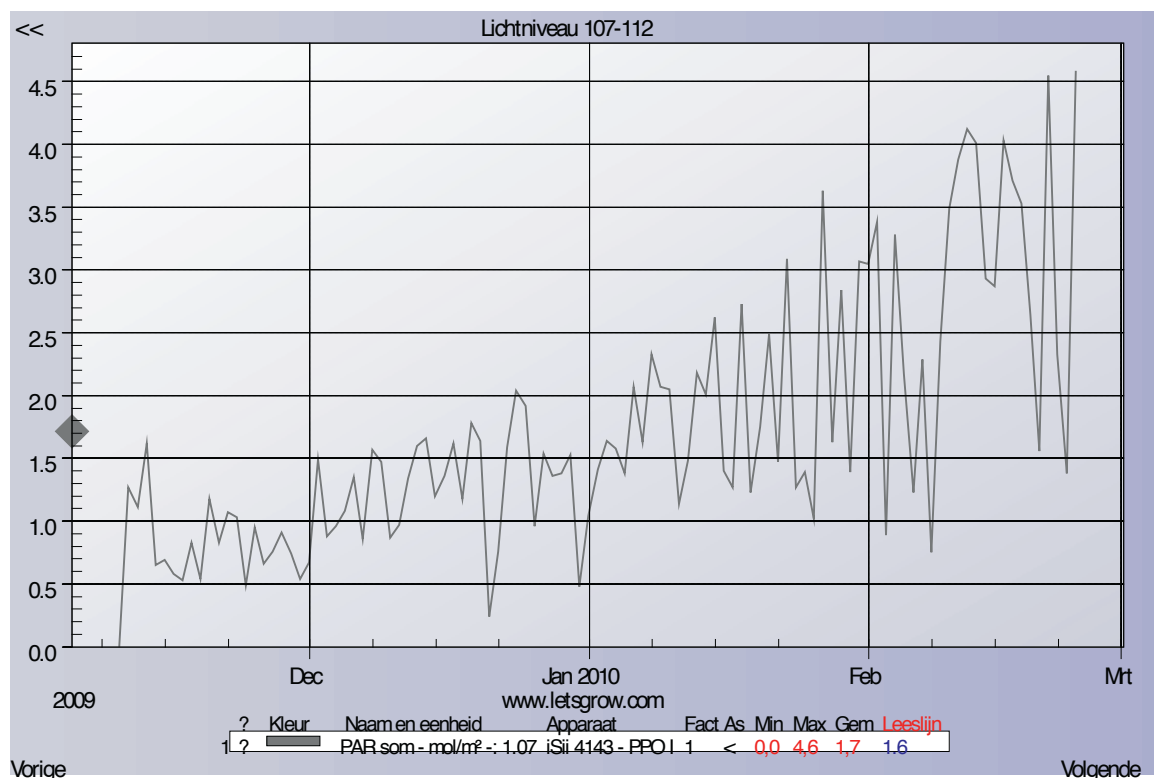
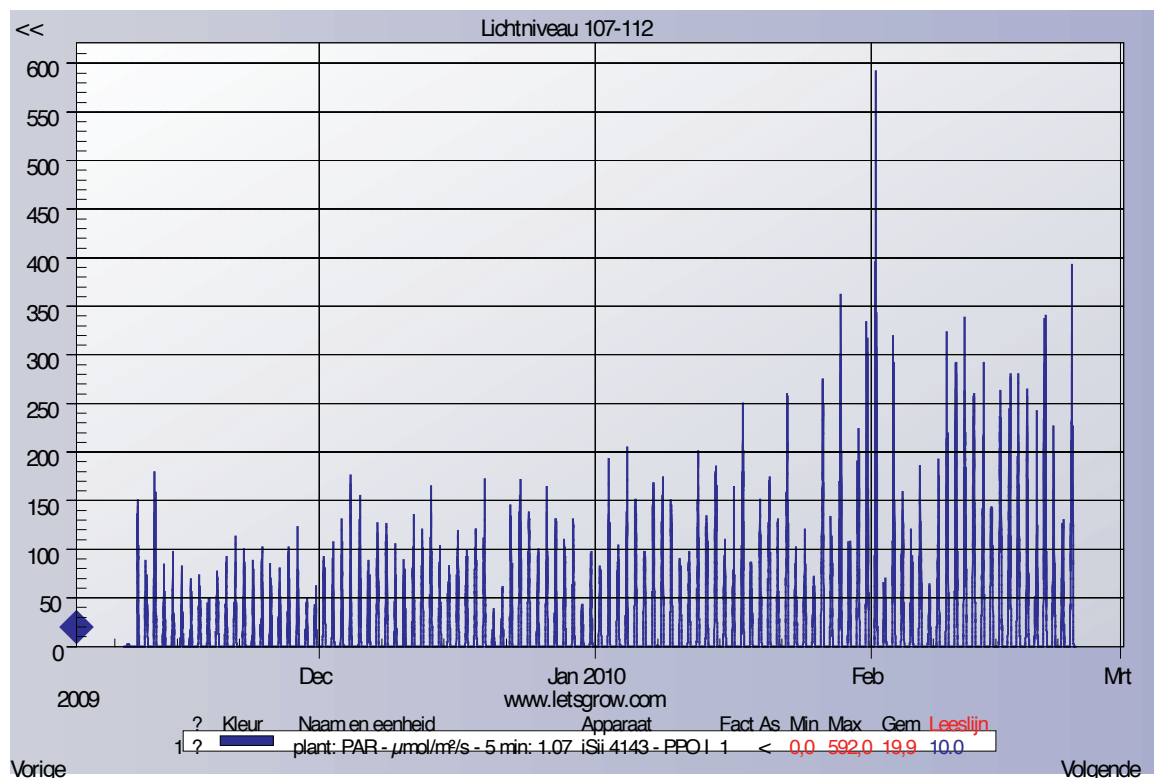
Bijlage IV Uitgangspunten voor KASPRO

Bij de berekeningen van het energieverbruik bij verschillende kastemperaturen in de winter periode zijn de volgende uitgangspunten aangehouden.

Verwarmingssysteem:	Een ondernet van 2 buizen van 51 mm per 3.2 meter kap, en een bovennet van 1 51-ers per 3.2 meter kap. De maximale verwarmingscapaciteit door de ketel geleverd is 100 W m^{-2} .
Minimumbuis:	Er wordt geen minimumbuis gebruikt.
Ventilatie:	De ramen worden 's nachts geopend als de kasluchttemperatuur 1°C boven de stooktemperatuur ligt en overdag bij 2°C erboven. Er wordt een P-band van 4°C gebruikt in de berekeningen, wat inhoudt dat de ramen volledig geopend zijn indien de kasluchttemperatuur 4°C boven de ventilatietemperatuur uitkomt. De windzijdige ramen gaan open als de leizijdige ramen verder dan 50% zijn geopend.
Luchtvochtigheid:	Er wordt niet geregeld op vocht.
Belichting:	Er is geen belichting gebruikt.
Kasconstructie:	Het kasdek materiaal is conventioneel enkel glas.
Schermen	Het energiescherm dat wordt gebruikt is een LS 10-scherm. Dit scherm is gesloten indien de buitentemperatuur onder de 11°C ligt. Als tweede scherm wordt een LS-16 doek gebruikt. Er wordt een schaduw scherm gebruikt in de nacht indien de buitentemperatuur onder de 3°C ligt.
Verneveling	Er wordt geen verneveling toegepast.
Krijten	Er wordt geen krijt toegepast.

Voor de verwarming uitgegaan van een verwarmingsketel. Verder is de CO_2 dosering buiten beschouwing gelaten omdat dat geen onderdeel uitmaakt van het onderzoek. Het SELjaar is gebruikt voor het buitenklimaat. Dit jaar is een samengesteld jaar van maanden uit verschillende jaren in de periode 2000-2009. Van elke maand is de gemiddelde temperatuur bepaald. De maand die dicht bij deze gemiddelde temperatuur komt is gekozen als de maand in het SEL jaar.

Bijlage V Gemeten lichtniveau tijdens de kouperiode



Figuur. Gemeten lichtniveau (boven) en PAR-som per etmaal (onder) op plantniveau tijdens de lage temperatuurbehandelingen bij Cymbidium van 9 november 2009 t/m 24 februari 2010.

Bijlage VI Etmaaltemperatuur na de kouperiode

