



Literatuurstudie zomerklimaat en knopruï bij Cymbidium

Barbara Eveleens en Arca Kromwijk



© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO. Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw. DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

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	Literatuurstudie zomerklimaat	7
1.1	Inleiding	7
1.2	Resultaten	7
1.2.1	Formatie van scheuten voor de bloei	7
1.2.2	Induceren van de scheuten	11
1.2.3	Kenmerken van pseudobulben	12
1.2.4	Sturing door winter- en voorjaarstemperatuur	13
1.2.5	Uitgroei bloemtak	15
1.2.6	Verdeling van suikers in de plant	15
1.2.7	Fotosynthese in de zomer	16
1.2.8	Huidmondjesgedrag	18
1.2.9	CO ₂ en fotosynthese	19
1.2.10	Herstel van de fotosynthese	19
1.2.11	Lipverkleuring in de zomer	19
1.2.12	Hormonale effecten en scheutuitloop	20
1.3	Klimaat in voorjaar en zomer	20
1.3.1	Luchtvochtigheid	20
1.3.2	Luchttemperatuur verlagen in de zomer	21
1.4	Discussie	22
1.5	Conclusies	25
1.6	Literatuur zomerklimaat	26
2	Literatuurstudie knoprui	29
2.1	Inleiding	29
2.2	Resultaten	29
2.2.1	De assimilatenbalans in de plant	30
2.2.2	Effect van temperatuur en hormonen	31
2.2.3	Effect van ethyleen	31
2.2.4	Effect van respiratie	32
2.2.5	Effect van luchtvochtigheid	32
2.2.6	Bloembestuiving	32
2.3	Discussie	32
2.4	Conclusies	33
2.5	Literatuur knoprui	34

Samenvatting

Op verzoek van de BCO en landelijke commissie Cymbidium van LTO-Groei-service zijn twee literatuurstudies uitgevoerd voor Cymbidium. De eerste was gericht op het effect van het zomerklimaat op de uitgroei van de bloemtak, bloeitijdstip en de vorming van nieuwe scheuten. De tweede literatuurstudie was gericht op oorzaken van knopruï tijdens de teelt. Beide literatuurstudies zijn gefinancierd door het Productschap Tuinbouw. Hieronder een samenvatting van de conclusies van de literatuurstudies.

Scheutgroei:

- Bij een lagere temperatuur in de winter of in het voorjaar worden er in die periode minder nieuwe scheuten zichtbaar en is er minder lengtegroei van de scheuten.
- Als er meer geschermd wordt, worden minder scheuten gevormd, wordt het percentage droge stof in het blad lager en zijn de bulben kleiner. Het wegschermen van licht lijkt wel een positief effect te hebben op de ontwikkeling van de bloemtakken.
- Vorming van scheuten lijkt gerelateerd aan het oogsttijdstip. Bij een vroege oogst start de scheutvorming eerder. De ontwikkeling van de bloemtak remt de scheutontwikkeling.
- Er lijkt geen correlatie aanwezig tussen productie en het aantal scheuten in het voorgaande teeltjaar.
- Een lage temperatuur in de winter geeft meer bloemtakken per scheut.
- In het eerste jaar van het onderzoek naar het effect van de temperatuur in de winter bij Cymbidium gaven jonge/korte scheuten meer bloemtakken per scheut dan lange/oudere scheuten. In het tweede teeltjaar was geen duidelijke correlatie met de scheutlengte.
- Een lage temperatuur in de winter heeft vooral een positief effect op het aantal bloemtakken op de scheuten die bij de start van de kou in week 44 al op de planten stonden.

Fotosynthese:

- Sommige plantendelen maken en exporteren suikers, zoals bv. volgroeide bladeren. Dit worden 'sources' genoemd. Andere plantendelen importeren suikers en worden 'sinks' genoemd.
 - o Tijdens de generatieve fase zijn de bloemstelen en bloemen belangrijke sinks.
 - o Tijdens de vegetatieve fase zijn de jonge scheuten belangrijke sinks.
 - o Blad groter dan 30 cm geeft een positieve netto fotosynthese.
 - o Oud blad kan een 'sink' worden als het meer suikers verbruikt dan dat het blad aanmaakt. Verwijderen van dergelijk oud blad kan dan zinvol zijn.
- Bij een hoge bladtemperatuur neemt de fotosynthese van Cymbidium af. Wat precies de oorzaak is, is niet bekend. Wellicht is onvoldoende wateropname of onvoldoende intern watertransport om de verdamping bij te houden de primaire oorzaak en sluiten daardoor de huidmondjes met als gevolg een oplopende bladtemperatuur.
- De bladtemperatuur neemt af bij een toenemende RV en windsnelheid.
- Kortstondig lage RV heeft weinig effect op de fotosynthese, maar een langdurig lage RV kan wel een negatief effect geven op de fotosynthese.
- Lichtverzadiging lijkt op te treden bij 350 - 700 $\mu\text{mol PAR-licht/m}^2/\text{s}$, maar is afhankelijk van de cultivar.

Knopruï en strekking bloemsteel:

- Vroegtijdig knopval tijdens de teelt is het resultaat van een stressmoment tijdens de ontwikkeling van de bloemtak en het vormen van een abscissielaag waardoor de bloem afvalt. Dit is waarschijnlijk het resultaat van een afgenomen auxinestroom vanuit de bloem.
- Grote temperatuurverschillen beïnvloeden ook de luchtvochtigheid wat kan leiden tot schommelende verdamping en wateropname. Deze stressmomenten beïnvloeden de hormoonhuishouding rondom de bloemen.
- Hoge temperatuur in de zomer remt de takstrekking in sommige ontwikkelingsstadia van de bloemen. Bij potCymbidium 'Harounomi' is in het gevoelige ontwikkelingsstadium van de bloem een temperatuur lager dan 20 graden nodig. Als de bloemontwikkeling wordt geremd, wordt ook de steelstrekking geremd.
- De aanwezigheid van bloemen op het bovenste deel van de bloemsteel is belangrijk voor de strekking van de hele bloemtak. Dit wordt beïnvloed door auxine vanuit de bloemen. Behandeling met auxine stimuleert de strekking van de bloemsteel, maar niet de bloemontwikkeling.
- Boven een bepaald niveau kan auxine bloemknopabortie stimuleren omdat hoge auxineconcentraties de ethyleenproductie stimuleren.
- Een hoge temperatuur heeft een negatief effect op de eerste stadia van stuifmeelontwikkeling en hierin speelt gibberelline een rol. Als gibberelline toegediend wordt, bevordert dit de ontwikkeling van de bloem en daarmee indirect ook de strekking van de bloemtak onder hoge temperaturen.
- Een negatief effect van een hoge temperatuur zou ook het gevolg kunnen zijn van meer concurrentie voor assimilaten tussen verschillende plantonderdelen.
- Als de bloemen zijn aangelegd is het niet duidelijk wat de meest gevoelige fase voor knopval is.

1 Literatuurstudie zomerklimaat

1.1 Inleiding

Afgelopen jaren is onderzoek gedaan naar het effect van temperatuur in het voorjaar (Kromwijk *et al.*, 2004) en temperatuur in de winter (Kromwijk *et al.*, 2007) bij *Cymbidium*. Over het effect van het zomerklimaat op de uitgroei van de bloemtakken en de vorming van nieuwe scheuten is echter in de praktijk nog te weinig bekend. De BCO en landelijke commissie *Cymbidium* wensen daarom meer kennis over de effecten van het zomerklimaat op de uitgroei van de bloemtak, bloeitijdstip en de vorming van nieuwe scheuten om de teelt beter te kunnen sturen.

In de praktijk heeft men de ervaring dat bij een te hoge temperatuur in de zomer de uitgroei van de bloemtak soms stil komt te staan als de bloemtak in een bepaald stadium is. Hierdoor komt het soms voor dat het gewenste bloeitijdstip niet gehaald wordt. Daarnaast is ook de wens de scheutvorming beter te kunnen sturen. Deze scheuten zijn nodig voor de productie van de bloemtakken in het volgende teeltjaar. Bij de scheutvorming heeft men de indruk dat vroeg gevormde lange scheuten minder makkelijk bloemtakken geven dan later gevormde korte scheuten.

In eerder Nederlands onderzoek bij *Cymbidium* zijn soms al in meerdere of mindere mate tellingen aan scheutvorming weergegeven en bestudering van die resultaten kunnen mogelijk al meer informatie of aanknopingspunten opleveren. Daarnaast kan ook bestudering van buitenlands onderzoek en literatuur al meer informatie of aanknopingspunten opleveren.

Als eerste stap naar een betere sturing van de uitgroei van de bloemtakken en de scheutvorming is daarom gevraagd om eerst een literatuurstudie uit te voeren om de beschikbare informatie en kennis in binnen- en buitenland te verzamelen en ordenen. In dit rapport worden de resultaten van deze literatuurstudie weer gegeven. Dit onderzoek is uitgevoerd op verzoek van de landelijke commissie snijorchidee van LTO-Groeiservice en gefinancierd door het Productschap Tuinbouw. We bedanken Wim van der Ende van Tuinbouwadvisbureau v.d. Ende, voor zijn waardevolle opmerkingen op het concept van dit rapport.

1.2 Resultaten

1.2.1 Formatie van scheuten voor de bloei

Om regelmatig bloemen te kunnen produceren is de aanleg van scheuten van groot belang. Scheutknoppen groeien uit tot scheuten en in de bladoksels van deze scheuten komen de nieuwe bloemtakknoppen en scheutknoppen. Nog voor de scheuten zijn uitgegroeid tot een grootte van 10 cm, zijn deze als okselknopjes zichtbaar in de bladoksels, maar dan is nog niet te zien of het om generatieve of vegetatieve knoppen gaat. Als de scheut uitgroeit tot een 'bulb', groeien de onderste 4 tot 8 okselknoppen uit tot 1.5 cm. Ze blijven slapend tot ze onder geschikte omstandigheden tot ontwikkeling komen. Pas op dat moment worden de knoppen waarneembaar op de bulb. De onderste knoppen ontwikkelen zich tot de nieuwe scheuten, daarboven verschijnen de bloemtakken (Hermes, 1986). Om te kunnen bloeien zijn steeds jonge niet volgroeide bulben nodig omdat het aantal bloemtakknoppen op een bulb na 2 jaar terugloopt (Powell *et al.* 1988). De bulben zijn vooral actief in het eerste en een beetje in het tweede seizoen (Hermes, 1986). Scheutknoppen ontwikkelen zich bij laatbloeiende soorten alleen vóór de bloemtakvorming, bij vroegbloeiende soorten ontwikkelen ze zich zowel vóór als na de bloemtakvorming (Hermes, 1986).

Als een scheut zich te laat ontwikkelt, loopt het aantal bloemtakken terug (De Kreij *et al.*, 1988). In een proef met *C. Red Beauty* 'Carmen' (najaarsbloei) en *Mary Pinches* 'Del Ray' (hier nog voor kerstbloei, tegenwoordig in praktijk vaak voor wat latere bloei) gaf een scheut in maart zichtbaar was na 9 maanden in de winter 1,8 bloemtak en 21 maanden later 0,1 bloemtak. Een scheut die 'gevormd' later in bijvoorbeeld juni gaf in de eerste winter 0,25 bloemtak en in de daaropvolgende winter 0,5 bloemtak. De scheuten 'gevormd' in de periode september tot februari (de winter periode) waren productiever dan de scheuten van de zomer periode. Maar het aantal scheuten dat zichtbaar werd in de zomer was hoger. De scheuten waren weliswaar minder productief, maar ze leverden wel een grote bijdrage aan de productie.

In een temperatuur- en bemestingsproef (dag-/nachttemperatuur: 18/15°C, 23/18°C plus koelperiode) met de cultivar C. Red Beauty 'Wendy' (kerstbloei) produceren scheuten die van december tot en met maart werden gevormd 1,6 tot 1,9 bloemtakken per scheut. De scheuten van april en mei slechts 0,1 tot 0,8 bloemtakken per plant terwijl in april de meeste scheuten worden gevormd. (Van Os, 1988a). De scheuten die na maart zijn gevormd hebben onvoldoende tijd om uit te groeien voordat de bloemknopvormende periode aanbreekt en daardoor zijn er weinig bloemscheuten per tak. Scheuten 'gevormd' van december tot februari zijn wellicht te vroeg aangelegd en dit kan ook ten koste gaan van de verhouding bloemtak/scheut. De scheuten 'gevormd' in maart geven bij deze cultivar het hoogste aantal bloemtakken per scheut (1.9).

Gezien de huidige kennis van effecten van temperatuur in voorjaar en winter roept dit de vraag op in hoeverre genoemde verschillen mogelijk mede veroorzaakt zijn door de gerealiseerde temperaturen in dit onderzoek. Wellicht is er onvoldoende kou geweest voor een hoge bloemtak/scheut verhouding op de scheuten die van december tot februari gevormd zijn en waren de temperaturen in het voorjaar te hoog om nog bloemtakvorming op de scheuten van april en mei te realiseren.

In onderzoek van Kromwijk *et al.* (2004) bij de cultivar C. 'Beauty Fred nr. 60' is het effect van de temperatuur in het voorjaar op vroegheid en productie onderzocht en is ook de scheutgroei gevolgd. De scheutlengte van nieuwe scheuten nam sneller toe, naarmate de temperatuur hoger was. Bij een temperatuur van 16°C in de periode van 12 februari tot 22 mei was het aantal nieuwe scheutknoppen in alle drie teeltjaren lager dan bij een temperatuur van 20 of 24°C in het voorjaar (Tabel 1.). In het eerste teeltjaar kan dit verklaard worden door het laat op gang komen van de scheutvorming bij de 16°C, waardoor een deel van de nieuwe scheuten pas in het tweede jaar zijn geteld. Maar ook in het tweede en derde jaar bleef de scheutvorming bij 16°C achter. De uitval van jonge scheuten was bij de 16°C wat lager dan bij de hogere temperaturen. In het 3e teeltjaar was bij de 16°C ook de uitval van oude bulbën wat lager dan bij de hogere temperaturen. Als het aantal nieuwe gevormde scheutknoppen gecorrigeerd wordt door de uitval van de jonge scheuten, blijft het aantal nieuwe doorgroeiende scheuten bij de 16°C echter nog steeds lager dan bij de hogere temperaturen. De verschillen tussen de hoge temperaturen waren gering. Het hogere aantal scheuten bij de hogere temperaturen had geen positief effect op de productie in het volgende teeltjaar (Tabel 2.). Mogelijk was het aantal bloemtakken per scheut bij de hogere temperaturen lager dan bij een lagere temperatuur.

In 2001 was de som van nieuwe scheut- en bloemtakknoppen (=scheut- en bloemtakknoppen bij elkaar opgeteld) bij een dag-/nachttemperatuur van 26/14°C groter dan een constante etmaaltemperaturen van 24°C, 16°C of 12°C. De 20°C lag daar tussenin (Tabel 1.). In 2002 en 2003 werd bij de 16°C de minste nieuwe scheut- en bloemtakknoppen gevormd. Dit wordt veroorzaakt door het achterblijven van het aantal nieuwe scheutknoppen. Dit komt niet overeen met eerder onderzoek waarbij de som van het aantal bloemtakken en scheuten bij verschillende behandelingen gelijk bleef (Hermes, 1986).

Tabel 1. Aantal nieuwe scheutknoppen en het totaal van het aantal nieuwe scheut- én bloemknoppen per teeltjaar (=week 10 t/m week 6) bij een temperatuurbehandeling in 2001, 2002 en 2003.

Temperatuur van 12 feb.t/m 22 mei (°C)	Aantal nieuwe scheutknoppen per m ²			Som scheut- én bloemknoppen per m ²		
	2001 (1,8 pl/m ²)	2002 (1,5 pl/m ²)	2003 (1,5 pl/m ²)	2001 (1,8 pl/m ²)	2002 (1,5 pl/m ²)	2003 (1,5 pl/m ²)
12	15,7			32,4 a		
16	16,0	16,5	16,1	32,0 a	32,0 a	37,5 a
18			21,0			41,9 b
20	21,1	21,0	21,5	33,7 ab	39,0 b	41,9 b
24	24,3	22,1	22,8	31,5 a	37,2 b	41,0 ab
26/14	23,9	20,3	23,3	37,1 b	37,8 b	43,8 b
26/14		23,6			38,7 b	

note: verschillende letters geven significante verschillen aan

Tabel 2. Gemiddeld aantal bloemtakken per m² (=totaal van kwaliteitsklasse 1 t/m 3) en totaal productiegewicht per plant na een temperatuurbehandeling in 2001, 2002 en 2003.

Temperatuur van 12 feb.t/m 22 mei (°C)	Aantal bloemtakken per m ²			Productiegewicht per plant (gram)		
	2001 (1,8 pl/m ²)	2002 (1,5 pl/m ²)	2003 (1,5 pl/m ²)	2001	2002	2003
12	16,0 (c)	-	-	1146 (c)	-	-
16	15,8 (c)	14,7 (a/b)	20,1 (b)	1195 (c)	1579 (a)	2001 (b)
18	-	-	20,3 (b)	-	-	1895 (b)
20	11,5 (b)	17,4 (c)	18,9 (b)	899 (b)	1623 (a)	1751 (a/b)
24	6,3 (a)	13,5 (a)	15,2 (a)	511 (a)	1393 (a)	1479 (a)
26/14	12,4 (b)	16,4 (b/c)	19,1 (b)	919 (b)	1520 (a)	1711 (a/b)
26/14	-	14,4 (a/b)	-	-	1397 (a)	-

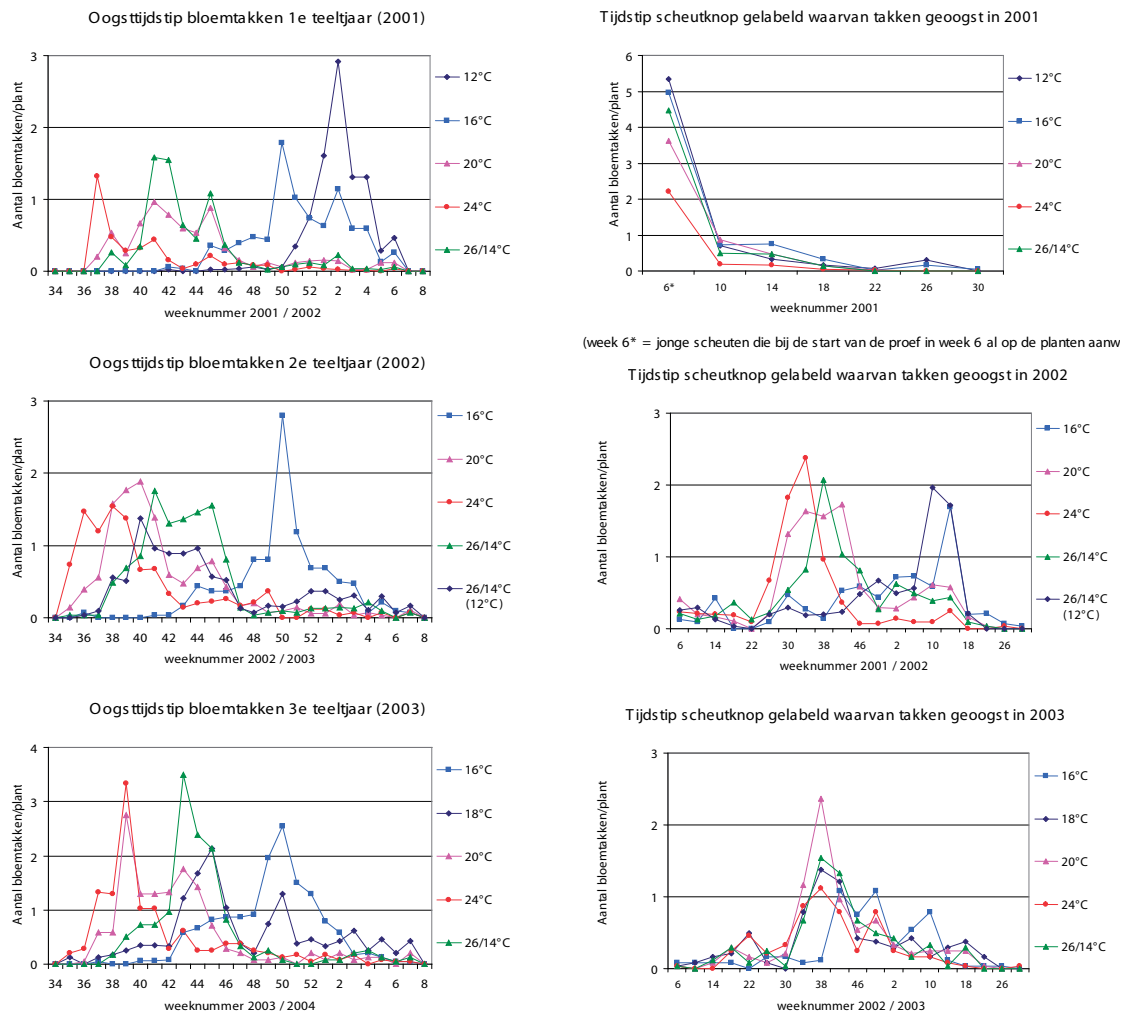
note: verschillende letters geven significante verschillen aan

Als de drie teeltjaren bij elkaar worden opgeteld (Tabel 3.) is het duidelijk dat het totaal aantal scheuten dat is ontstaan in de drie teeltjaren, hoger is naarmate de etmaaltemperatuur gemiddeld hoger is. Het totaal aantal geoogste bloemtakken per m² is echter lager naarmate de etmaaltemperatuur gemiddeld hoger is in de periode 12 februari tot 22 mei.

Tabel 3. Totaal aantal nieuwe scheuten, som van nieuwe scheut- en bloemtakknoppen en aantal geoogste bloemtakken per m² (=totaal van kwaliteitsklasse 1 t/m 3) van 3 teeltjaren bij elkaar opgeteld.

Ingestelde temp. 12 feb.-22 mei (°C)	Totaal aantal nieuwe scheuten (m ²)	Som totaal aantal scheut- en bloemtakknoppen (m ²)	Totaal aantal geoogste bloemtakken (m ²)
16	48.6	101.5	50.6
20	63.5	114.6	47.8
24	69.2	109.7	35.0
26/14	67.5	118.7	47.9

Bij een dag-/nachttemperatuur van 20/20, 24/24 en 26/14°C van week 7 t/m week 21 werden de meeste bloemtakken geoogst van scheutknoppen die in het jaar ervoor net voor de oogst gelabeld waren. Het lijkt er op dat de scheutvorming van de scheuten die een volgend jaar bloemtakken maken pas op gang komt als de bloemtakken bijna geheel volgroeid zijn (Figuur 1.). Een verklaring zou kunnen zijn dat de bloemtakken dan vrijwel geheel zijn uitgegroeid en weinig assimilaten meer vragen, waardoor de plant de overige assimilaten gaat gebruiken voor nieuwe scheuten die in een volgend teeltjaar nieuwe bloemtakken kunnen gaan geven.



Figuur 1. Oogstpieken en ontstaan scheutknoppen (overgenomen uit Kromwijk *et al.*, 2004).

In later onderzoek naar de invloed van de temperatuur in de winter bij de cultivars C. 'Arcadian', 'Yonina' en 'Beauty Fred nr. 60' (Kromwijk, 2007) is de scheutvorming in de winter bij de verschillende temperaturen gevolgd en zijn in week 31 en na de oogst scheuttellingen uitgevoerd. Bij een temperatuur van 20°C in de periode week 44. week 8 werden de meeste scheuten gevormd en naarmate de temperatuur lager was, werden minder nieuwe scheuten gevormd. Ook de scheutlengte van de scheuten nam minder toe, naarmate de temperatuur lager was. Hier valt op dat bij een koude behandeling van 16 weken er meer bloemtakken afkomstig zijn van scheuten die in de periode van week 32 tot 44 zichtbaar zijn geworden dan van scheuten die voor week 31 al zichtbaar waren. Het aantal bloemtakken per scheut was hoger. Jonge scheuten gaven blijkbaar meer bloemtakken dan oudere scheuten. Dit komt ook overeen met waarnemingen van De Kreij *e.a.* (1988) en deels ook met die van Van Os *et al.* (1988a en 1988b).

Als bij de herkomst van de bloemtakken van het 1e teeltjaar gekeken wordt naar de invloed van de scheutlengte bij de start van de behandelingen in week 44, dan blijkt dat de korte, jonge scheuten gemiddeld meer bloemtakken gaven dan de langere, oudere scheuten (Tabel 4.). Scheuten met een lengte tot 40 cm gaven gemiddeld 0,8 bloemtakken per scheut en scheuten met een lengte boven de 60 cm gaven gemiddeld 0,4 bloemtakken per scheut. Uitgesplitst per cultivar valt op dat bij de cultivar 'Arcadian' er een tendens aanwezig lijkt dat het aantal bloemtakken per scheut, bij scheuten met een lengte boven de 80 cm weer toeneemt. Dit is bij de cultivars 'Beauty Fred nr. 60' en 'Yonina' niet zo.

In het 2e teeltjaar was de correlatie met de scheutlengte minder duidelijk. In het 2e teeltjaar is echter alleen de scheutlengte gemeten van scheuten die na week 31 zichtbaar geworden waren. Dit waren gemiddeld allemaal korte, jonge scheuten en deze gaven gemiddeld meer bloemtakken per scheut dan de scheuten die vóór week 31 zichtbaar geworden waren. Blijkbaar was het effect van de scheutlengte in het 1e jaar niet zozeer een direct effect van de scheutlengte als meer een indirect effect van de leeftijd van de scheuten. De resultaten van het 2e teeltjaar kunnen echter ook mede ontstaan zijn door de latere scheutvorming in het 1e teeltjaar bij de behandelingen met een hoge productie. Hierdoor waren er bij die behandelingen mogelijk meer jonge scheuten aanwezig tijdens de koudeperiode in de winter.

Als bij de herkomst van de bloemtakken gekeken wordt naar de correlatie tussen het aantal bloemtakken per scheut en de scheutlengte in week 7 (Tabel 4.) dan valt op dat bij de cultivars 'Arcadian' en 'Yonina' het aantal bloemtakken het hoogst is bij scheuten die in week 7 een lengte hadden van respectievelijk 41-60 cm en 61-80 cm. Dit komt ongeveer overeen met de scheuten die in week 44 het hoogste aantal bloemtakken per scheut gaven + de toename van de scheutlengte tijdens de temperatuurbehandelingen van ruim 32 cm. Bij de cultivar 'Beauty Fred 60' was het aantal bloemtakken het hoogst bij de scheuten die in week 7 een lengte van 1-20 cm hadden.

Tabel 4. Aantal bloemtakken per scheut ingedeeld op basis van de scheutlengte in week 44 - 2004 (boven) en op basis van de scheutlengte in week 7 - 2005 (onder) en in de laatste kolom de correlatie (R^2) tussen aantal bloemtakken per scheut en scheutlengte in week 44 (boven) en in week 7 (onder) in het 1e teeltjaar (gemiddelde van alle koubehandelingen).

scheutlengte in week 44 - 2004:	lengte 1-20 cm	lengte 21-40 cm	lengte 41-60 cm	lengte 61-80 cm	lengte 81-100 cm	lengte > 100 cm	correlatie R^2
Arcadian	1,05	0,86	0,61	0,39	0,51	0,71	0,93
Beauty Fred 60	0,84	0,86	0,49	0,49	0,36	0,40	0,86
Yonina	0,61	0,63	0,50	0,26	0,12	0,17	0,88
gemiddelde	0,83	0,78	0,53	0,38	0,33	0,43	0,91

scheutlengte in week 7 - 2005:	lengte 1-20 cm	lengte 21-40 cm	lengte 41-60 cm	lengte 61-80 cm	lengte 81-100 cm	lengte > 100 cm	correlatie R^2
Arcadian	0,79	1,03	1,24	1,05	0,83	0,58	0,94
Beauty Fred 60	1,00	0,74	0,67	0,88	0,72	0,38	0,59
Yonina	0,36	0,49	0,67	0,47	0,59	0,19	0,75
gemiddelde	0,72	0,75	0,86	0,80	0,72	0,38	0,93

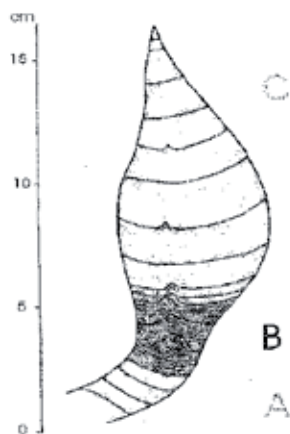
1.2.2 Induceren van de scheuten

Okselknoppen worden op de bulben geïnduceerd maar het is in de praktijk niet duidelijk wanneer de scheuten 'rijp' zijn. Verschillende stadia zijn in het verleden genoemd als de grootte waarop de scheuten geïnduceerd zouden worden: als scheuten minimaal 9 bladeren hebben (Casamajor, 1955) of 30-40 cm (Benders, 1997) of 50-70 cm (Uitermark, notities) lang zijn. Waarschijnlijk bedoelde men dan de scheutlengte in het voorjaar omdat men er van uit ging dat dan de scheuten geïnduceerd werden. Alle scheutlengtes kunnen bloemtakken geven als er in de winter voldoende kou wordt gegeven, maar langere scheuten geven soms wat minder makkelijk takken. Dit is echter wel afhankelijk van de cultivar (Kromwijk *et al.*, 2007).

In het onderzoek met vroege grootbloemige cultivars gaf een verlaging van de temperatuur in de winter een afname van het aantal nieuwe scheuten in deze periode en minder lengtegroei van de aanwezige scheuten (Kromwijk, 2007). De fotosynthese nam relatief weinig af van 20°C naar 13°C (Schapendonk en Kromwijk, 2005). Omdat de scheutontwikkeling wel afnam, wordt daaruit afgeleid dat bij de lage temperatuur assimilaten overblijven en een positief effect geven op inductie en ontwikkeling van de bloemtakken.

1.2.3 Kenmerken van pseudobulben

Powell *et al.*, (1988) hebben gedurende één jaar bij *C. Astronaut 'Rajah'* de pseudobulben en de nieuwe scheutknoppen en geïnduceerde knoppen aan deze pseudobulben geteld. In dit onderzoek zijn vele okselknoppen ontleed om te kijken of ze vegetatief of generatief waren (Figuur 2.)



Figuur 2. Pseudobulb van *Cymbidium*. In de overgangszone (B) lopen de okselknoppen uit. In zone A vindt geen knopontwikkeling plaats. In zone C zijn er vele knoppen maar deze lopen niet uit. (Tranphan, 1974).

Pseudobulben

Vegetatieve scheutknoppen van meer dan 25 mm in lengte zouden uitgroeien tot pseudobulben in het huidige seizoen. Dit komt overeen met praktijkervaringen dat okselknoppen zwellen tot 2,5 cm en dan vaak blijven zitten. (Wim v.d. Ende, pers. med.). Als een scheut op de bulb weer uitliep dan werd de eerste knop als pseudobulb geteld. Gevonden werd dat 73% van de vegetatieve scheuten die later weer een pseudobulb vormen van de onderste twee posities in zone B uitlopen (Figuur 2.). Aan het begin van het experiment waren er 7.5 bulben per plant en aan het eind 1.5 jaar later, 9.5 bulben per plant. Okselknoppen van 40 mm waren herkenbaar als vegetatief of generatief (Powell *et al.*, 1988). Alle okselknoppen >40 mm in zone B konden ingedeeld worden in generatief of vegetatief.

Vegetatieve en generatieve scheuten

Een nieuwe scheut legt een vast aantal bladeren aan waarna de afsplitsing stagneert en als de knop niet is geïnduceerd dan zal het een pseudobulb vormen. Het totale aantal vegetatieve en generatieve scheuten per plant was hoger bij een temperatuurregime met een hogere etmaaltemperatuur (dag-/nachttemperatuur van 20/12°C; 26/12°C; 26/18°C), maar er was ook een interactie met de oogstdatum (oktober tot april); er werden 67 - 73 vegetatieve en generatieve knoppen tijdens de eerste oogst in oktober, 92 - 115 vegetatieve en generatieve knoppen in de periode december tot februari en 87 - 95 vegetatieve en generatieve knoppen in de periode maart tot april gevormd. Er was wel een significant verschil in de lengte van de scheuten (mm/plant) tussen de behandelingen. Bij een hogere etmaaltemperatuur waren de scheuten langer.

Generatieve scheuten

Slechts 36% van de generatieve scheuten groeiden uit van de onderste okselknoppen van de pseudobulb. Generatieve scheuten ontstonden tot het 8e nodium van zone B van de pseudobulb. Er waren meer generatieve scheuten in dit onderzoek bij de behandeling met een groot dag/nacht verschil (26/12°C). Als alle mogelijke knoppen aan de bulb geteld werden dan is het percentage generatieve knoppen zeer laag, van 0.7% bij een dag-/nachttemperatuur van 20/12°C tot 6.6% bij een dag-/nachttemperatuur van 26/12°C. Onder het 26/12°C regiem met maximale bloei-inductie waren 39% van alle uitgelopen scheuten vegetatief. Alle knoppen in het vijfde of hoger gelegen oksel van de bulben groeiden niet uit.

Het totaal aantal uitgelopen okselknoppen (vegetatief en generatief bij elkaar opgeteld) was toch niet significant verschillend tussen de temperatuurbehandelingen maar er was wel een interactie met oogstdatum. Powell *et al.*, (1988) concludeerde hieruit dat een groot etmaalverschil bloei bevordert. De scheuten die ontleed werden bij de laatste oogst (april) waren goed ontwikkeld en waren vegetatief. Dat grote etmaalverschillen bloei bevorderen is sindsdien in twijfel gebracht door verschillende onderzoekers. In onderzoek in Aalsmeer (Kromwijk *et al.*, 2004) is gebleken dat het gewas op gemiddelde temperatuur reageert en gebruik van koude nachten alléén niet tot een verhoging van de productie leidt.

In de discussie zegt Powell (1988) dat er een ongekend 'potentieel' in de pseudobulben bestaat na het 'normale niveau van bloei-inductie'. De vegetatieve scheuten groeien uit en ontwikkelen nieuwe bulben tijdens de zomer en het vroege najaar. Bij de cultivar 'Rajah' worden op deze bulben de nieuwe bloemscheuten geïnitieerd. 'Rajah' is waarschijnlijk een mid tot laat bloeiende cultivar (W. v.d. Ende, pers. med.). Volgens Powell worden de bulben geïnitieerd in de daaropvolgende zomer en komen de bloemen 18 maanden na het ontstaan van de bulb tevoorschijn. Kromwijk *et al.*, (2007) toonden aan dat een lage temperatuur in de winter de productie verhoogt bij vroegbloeiende cultivars. Enkele vegetatieve scheuten die vroeg in de zomer ontstaan, konden 6 maanden later als bulb geïnitieerd worden (Powell *et al.*, 1988). Dus er bestaat er een mogelijkheid voor een tweede oogst op de bulben door het initiëren van hoger gelegen okselknoppen op de bulb. De diameter van de bulb had geen verband met de scheutproductie. Volgens de onderzoekers zullen cultivars met veel bloemstelen per bulb de verdere ontwikkeling van de nieuwe bulben niet hinderen. Dit is o.a. gebaseerd op het feit dat slechts 0.7 tot 6.6 procent van alle okselknoppen per plant zich ontwikkelen tot generatieve scheuten.

1.2.4 Sturing door winter- en voorjaarstemperatuur

Door onderzoek van Kromwijk *et al.*, (2004 en 2007) is het mogelijk gebleken dat de temperatuur in de winter en het voorjaar bloeisturing mogelijk maken. Een lage temperatuur in de winter (kouperiode week 44 t/m week 7) heeft een positief effect op de groei van bloemtakken maar ook van scheuten later in het seizoen (Figuur 3. laat een nieuwe scheut zien). De vroegheid van oogst en oogstduur is gecorreleerd met de einddatum van de kouperiode en de start van de 20°C. Hoe later gestart werd met 20°C hoe later de oogst en hoe meer in een piek. Hiermee kan het bloeitijdstip gestuurd worden. Ook na de kouperiode kan nog gestuurd worden, hoe hoger de etmaaltemperatuur in week 7 - 21 hoe vroeger de oogst. Door te spelen met verlenging van de kouperiode en verhoging van de temperatuur vanaf week 7 kunnen partijen gestuurd worden. De verschillen in zichtbaar worden van de bloemtakknoppen, kwam overeen met de onderlinge verschillen in oogsttijdstip. Als de omstandigheden optimaal zijn is de uitgroeiduur gelijk. Hoge temperaturen in de zomer, kunnen de uitgroei van de bloemtakken echter vertragen en knopval en kwaliteitsproblemen veroorzaken.



Figuur 3. Ontwikkeling van scheut naast een bulb

Als de temperatuur in de winter zeer laag is, bv 7°C kan dit de vorming van nieuwe scheuten vertragen (Kromwijk en Schrama, 2010), maar als de temperatuur weer verhoogd wordt, is het de vraag of het totaal aantal scheuten na de bloei minder is in deze behandelingen. De verhoging van productie door lage temperaturen in de winter had geen nadelige invloeden voor de scheutvorming over een heel teeltjaar gezien (Kromwijk, 2007). In het eerste jaar waren er t/m week 31 minder scheuten aangemaakt maar in week 44 was het verschil ingehaald. Zeer lage temperaturen zouden een soort 'synchronisatie' van de uitgroei van de scheuten kunnen geven. Ook het afwisselen van hoge temperaturen meteen na de 'koude periode' gevolgd door lage temperaturen zou de vroegheid kunnen bevorderen (van de Ende, pers. med.).

In Japans onderzoek voornamelijk met potcymbidiums vermeld in een samenvatting van Arditti en Pridgeon (1997), begint scheutgroei in *C. Sazanami* 'Otome' vroeger en verloopt sneller als de minimum wintertemperatuur 18°C is, maar de bloemstelen geven geen goede bloemen omdat de zomer temperatuur te hoog wordt. Lage temperaturen (6°C) remmen de scheutgroei, maar dit neemt weer toe als de temperatuur weer verhoogd wordt. De groei van de volgende scheuten (tweede scheuten) wordt minder beïnvloed door de winter temperaturen dan de eerste scheuten en deze bloemstelen lopen uit in september.

Onder dag-/nacht temperaturen van 30/25°C ontwikkelen de scheuten zich goed in potcymbidium *C. Sazanami* 'Harunoumi'. De scheuten ontwikkelen een gelijk aantal bladeren onder verschillende temperatuurregimes en dit zou aan kunnen geven dat het aantal bladeren bepaald is bij het ontstaan van de scheut (Kako *et al.*, 1979). Pseudobulben zijn groter onder lagere temperaturen en versgewicht, drooggewicht, percentage drogestof en diameter zijn groter (Kako *et al.*, 1979). Over het algemeen is blad korter onder lage temperaturen en het langste blad ontwikkelt zich op de laagste internodia van de pseudobulben.

1.2.5 Uitgroei bloemtak

De uitgroei van de bloemtak wordt vervroegd door een hogere temperatuur in het voorjaar, maar dit verband vlakt af bij hogere etmaalgemiddelden (Kromwijk *et al.*, 2004). Voldoende licht is ook nodig. Bij minder licht (proef met schaduwdoek) van medio maart t/m augustus groeien minder bloemstelen uit en de taklengte en het aantal bloemen per tak was lager (Kromwijk, 2007).

De strekking van de bloemtak wordt geremd als bloemen beschadigd raken. De lager gelegen bloemknoppen hadden geen effect op de strekking van de bloemsteel, maar de aanwezigheid van de bloemknoppen op het bovenste deel van de bloemsteel stimuleerde wel de strekking van de lager gelegen gedeeltes (Ohno en Kako, 1991). Temperatuur effecten verschillen afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de bloemknoppen. Bij *Cymbidium Sazanami* 'Harounomi' zijn temperaturen beneden de 20 graden nodig voor een bepaald ontwikkelingsstadium van de bloemen. Als de temperatuur te hoog is stopt de ontwikkeling van de bloemknoppen. Streckking van de bloemstelen wordt ondersteund door auxine van de bloemknoppen. Eliminatie van de auxine voorziening vanuit de bloemen, stopt de groei en strekking van de bloemsteel. Bij hoge temperaturen na de gevoelige fase komen bloemen wel open onder hoge temperaturen. Bloemstelen langer dan 15,5 cm ontwikkelen bij deze cultivar normaal onder hoge temperaturen (Arditti en Pridgeon, 1997). De effecten van hoge temperatuur konden in dit onderzoek verminderd worden met GA₃ of zilverthiosulfaatbehandelingen. Deze middelen zijn in Nederland echter niet toegelaten voor deze toepassing.

In de praktijk is ook de ervaring dat te hoge temperaturen in de zomer een negatief effect kunnen hebben op de uitgroei van de bloemtakken in een bepaald stadium. Bloemtakknoppen tot een lengte van ongeveer 10 cm kunnen geremd worden door een hoge temperatuur en bloemtakken langer dan 10 cm lijken niet meer gevoelig voor een hoge temperatuur (W. v.d. Ende, pers. med.). Dit zou mogelijk verklaard kunnen worden uit een toename van de afbraak van suikers bij een te hoge temperatuur en de netto-fotosynthese negatief. Er blijven te weinig suikers over voor groei, er ontstaat concurrentie op de suikers in de plant en nieuwe (uitgroeïende) plantonderdelen kunnen lichter en zwakker worden, knopval kan ontstaan en zelfs de weerstand van de plant kan minder worden (Van der Ende, 2010).

1.2.6 Verdeling van suikers in de plant

Orchideeën nemen CO₂ op uit de lucht en maken daar suikers van. De meeste tropische orchideeën en ook *Cymbidium* gebruiken de 'normale' C₃ methode van fotosynthese. Dit betekent dat de huidmondjes overdag open zijn en dat de plant onder lichte omstandigheden CO₂ opneemt en verwerkt tot suikers. In de kasteelt zijn het vooral licht, temperatuur, CO₂-niveau, waterhuishouding en bladleeftijd die een effect hebben op de fotosynthese.

Sommige gedeeltes van de plant kunnen suikers exporteren (bv. gezonde volgroeide bladeren) en worden 'source' genoemd. Andere gedeeltes van de plant moeten suikers importeren en worden 'sinks' genoemd. De 'sinks' variëren in de tijd. Tijdens de vegetatieve fase zijn de jonge groeiende scheuten belangrijke 'sinks'. Als de bloem geïnduceerd is, dan worden de bloemsteel en bloemen belangrijke 'sinks'. Ontwikkende bloemen zijn een grotere 'sink' dan volgroeide bloemen (Hew en Yong, 2004).

Sympodiale orchideeën zoals *Cymbidium* wijken enigszins af van de verwachte patronen van 'sources en sinks' omdat:

- Een sympodiale groeiwijze betekent dat verschillende meristemen een beperkte groei hebben en telkens vervangen worden door een meristeem van een hogere (vertakkings)orde.
- Tijdens de groei er vele verschillende stadia aanwezig zijn (pseudobulben, scheuten, bloemstelen) en 'source' gedeeltes van de plant liggen niet (altijd) naast de 'sinks' of importerende gedeeltes.
- Volgroeid blad functioneert (soms) als een 'sink', waarschijnlijk in de tweede helft van het jaar.

Verdeling van assimilaten in een andere sympodiale orchidee (*Oncidium*) volgt een ingewikkeld patroon omdat de assimilaten van veraf- en dichtbijgelegen producerend blad afkomstig is (Yong en Hew, 1995). Bij *Oncidium* heeft het aantal scheuten dat vastzit aan de bloeiende scheut een positieve invloed op de bloemgrootte. De flexibele assimilatenbeweging zou kunnen wijzen op een potentieel om de verdeling van de assimilaten te beïnvloeden. Het leveren van assimilaten aan de bloemsteel, een zeer belangrijke 'sink', zou bevorderd kunnen worden door hogere CO₂-niveaus, verwijderen van concurrerende 'sinks' of het aanhouden of selecteren van meer assimilatenproducerende bladeren.

1.2.7 Fotosynthese in de zomer

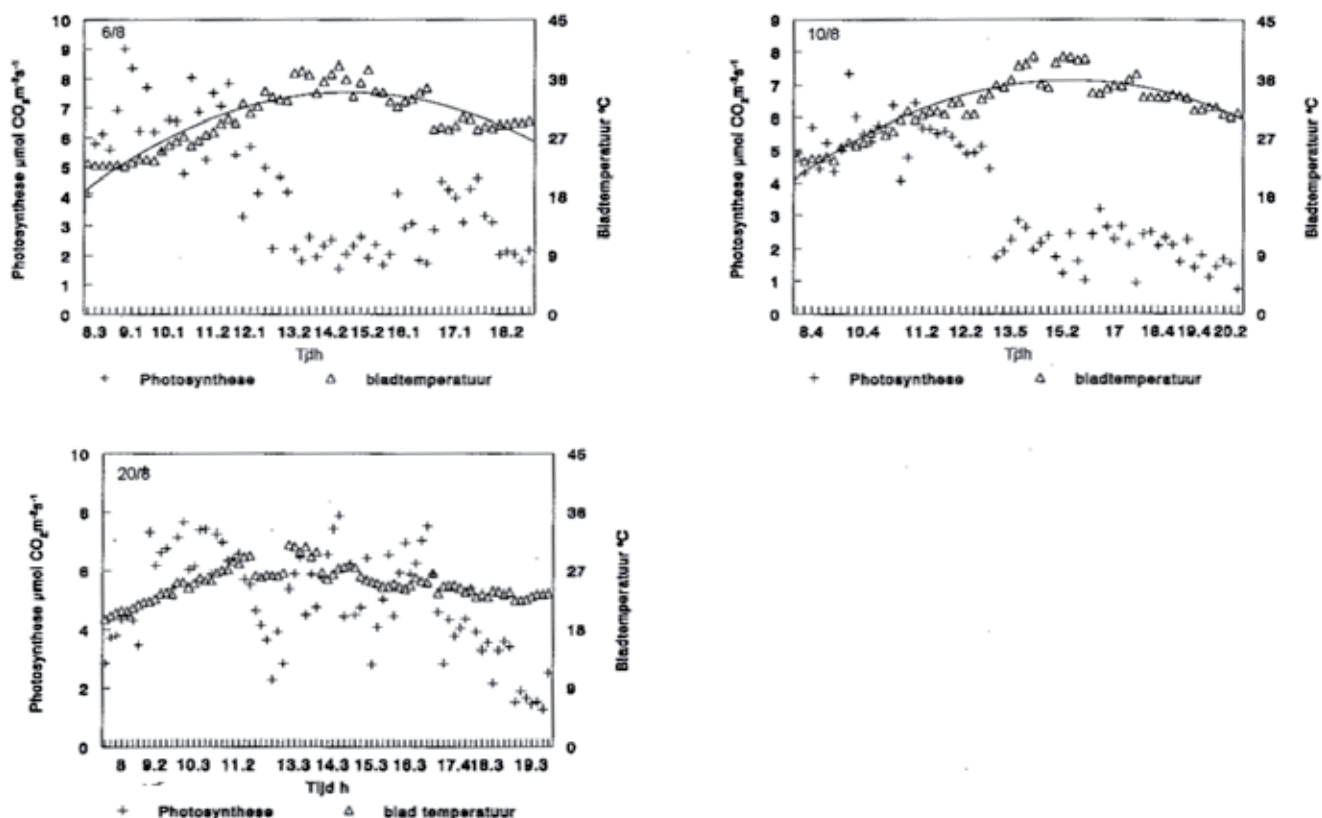
Cymbidium heeft een lage fotosynthese in vergelijking met andere plantensoorten als gevolg van een lage huidmondjes geleidbaarheid (Baas *et al.*, 2004). In onderzoek met C. Rijsenhout en Freeke L. in de zomer, is een afname van de fotosynthese in de middag waargenomen, die gecorreleerd lijkt met bladtemperatuur. Bij bladtemperaturen boven de 27°C sluiten de huidmondjes zich tussen 12 en 14 uur. Bij lagere temperaturen sluiten de huidmondjes pas na 16 uur. Eerdere onderzoeken met de soorten C. Arcadian Sunrise 'Golden Fleece' (Warmenhoven *et al.*, 1998) en Gymer 'Cookbridge' (Warmenhoven en Uitermarkt, 1999) gaven vergelijkbare resultaten. Bij een bladtemperatuur van ca. 25°C bleef de fotosynthese optimaal en trad er geen verlaging in de middag op. Echter als de lichtintensiteit verhoogd wordt dan loopt de optimum bladtemperatuur op van ca. 24°C bij 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ PAR-licht tot 27°C bij 1200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ PAR-licht (Baas *et al.*, 2004). Verdere verhoging van de bladtemperatuur bleek een afname in de fotosynthese te veroorzaken.

In onderzoek met C. Arcadian (Warmenhoven *et al.*, 1998) was de maximale fotosynthese op 20 augustus hoger dan op de twee andere dagen terwijl de lichtsom lager was (Tabel 5.). In Figuur 4. is te zien dat dit waarschijnlijk te maken heeft met de bladtemperatuur. De bladtemperatuur is op 20 augustus lager. Er is ook een verschil tussen de fotosynthese op 6 en 10 augustus. Op 10 augustus is de 30°C bladtemperatuur eerder bereikt. Ook waren de dagen voor 6 augustus koeler en minder licht dan de dagen voor 10 augustus. De onderzoekers concludeerden dat door de hogere temperaturen voorafgaande aan 10 augustus er een beperkte wateropname in het gewas was, wat leidde tot waterstress en de huidmondjes eerder deden sluiten. Ze noemden ook het feit dat een hoge luchtbeweging in de kas meer transpiratie zou veroorzaken. Dit was te wijten aan de windrichting buiten de kas tijdens de proef.

Tabel 5. Maximale fotosynthese (gemiddeld per meettijd) in $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, som fotosynthese in $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}$ en lichtsom in J/cm^2 op 6, 10 en 20 augustus.

	6 augustus	10 augustus	20 augustus
Max. fotosynthese	7,05	5,87	6,97
Som fotosynthese	174861	140796	219033
Lichtsom	2400	2400	1500

(Naar Warmenhoven *et al.*, 1998)



Figuur 4. Fotosynthese (+) en bladtemperatuur (Δ) voor 6, 10 en 20 augustus. Op 20 augustus komt de bladtemperatuur niet boven de 30°C en blijft de fotosynthese in stand (Warmenhoven e.a. 1998).

In Tabel 6. staan de lichtniveaus waarbij maximale fotosynthese in Cymbidium cultivars gemeten is. De resultaten van de verschillende proeven komen aardig overeen.

Tabel 6. Maximale fotosynthese en lichtverzadigingsniveaus voor Cymbidium cultivars gemeten in diverse proeven (uit Baas et al., 2004, en aangevuld)

Bron	Maximale fotosynthese (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	Lichtverzadiging PAR in de kas (μmol m ⁻² s ⁻¹)
Kako et al. (1979)	5	
Miura (1981)		350 - 530
Arditti en Pridgeon (1997)		360-535
Lootens (1997)	5	500
Warmenhoven et al. (1999)	8-10	500
Baas et al. (2004)	10-12 afhankelijk	350 - 700
Schapendonk en Kromwijk (2005)	9-11	350-700
Jun et al. (2008)		500

Japans onderzoek op potcymbidium (in samenvatting van Arduini en Pridgeon, 1997) geeft aan dat fotosynthese van *C. Sazanami* 'Harunoumi' maximaal is onder 20-30 klux bij 25°C (360-535 μmol). Jonge scheuten fotosynthetiseren maar de CO_2 -opname is negatief omdat de respiratie hoog is. Bladeren van 30 cm hebben een positieve CO_2 -opname en zijn 'self-supporting'. Hoger gelegen blad is meestal nog niet volgroeid en respiratie is hoger dan fotosynthese. Tijdens bloei-initiatie heeft het blad in het midden (30 cm) een fotosynthese capaciteit van 5 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Kako *et al.*, 1979). Pan *et al.*, (1997) gaf aan dat oud blad een belangrijke sink is en daarom zou dit blad beter weggehaald kunnen worden. In *C. Sazanami* 'Harunoumi' is het percentage drogestof in het blad veel lager als er geschermd wordt. Het drogestofpercentage in de pseudobulben werd niet beïnvloed door lage lichtniveaus, maar de bulben zijn echter wel kleiner onder lage lichtniveaus.

Tijdens een experiment met fotosyntheseresponscurves (Miura, 1981) van vele orchideeëngenera onder 160, 340 en 980 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en kastemperaturen van 10, 20 en 30°C vertoonden de cultivars *C. Osio* en *C. Mary Pinches* toenemende fotosynthese bij toenemend licht, maar bij ongeveer 350-530 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ trad verzadiging op. De fotosynthese van de cultivar *Osio* was maximaal bij 15°C en nam snel af bij 20-30°C en bij de cultivar 'Mary Pinches' was de fotosynthese maximaal bij 20°C en snel afnemend bij 25-35°C. In dit onderzoek zijn ook drie RV-niveaus aangehouden (60, 75, 90%). Uit dit onderzoek zijn o.a. de volgende conclusies getrokken;

- In de zomer moet de lichtintensiteit 350-530 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ zijn als de temperatuur hoger is dan 20°C
- De luchtvochtigheid zoals aangehouden in deze proef had geen effect op de fotosynthese

1.2.8 Huidmondjesgedrag

Verhoging van de bladtemperatuur van vele *Cymbidium* cultivars boven circa 30°C gaat gepaard met vermindering van de fotosynthese en sluiting van de huidmondjes. De huidmondjes kunnen sluiten door de effecten van de factoren licht, CO_2 en waterbeschikbaarheid (Bunce, 1998). Meer licht in de kas verhoogt de kastemperatuur en daarmee het vochtdeficit. Hierdoor is de primaire oorzaak van de veranderingen in fotosynthese lastig te vinden (Baas *et al.*, 2004). De opening van de huidmondjes is belangrijk voor CO_2 -opname en verdamping. Als deze sluiten kan het blad zich niet koelen en is er geen CO_2 -opname waardoor de fotosynthese wordt geremd. Het sluiten van de huidmondjes zal ook de watertoevoer verstoren doordat de verdamping geremd wordt, maar het sluiten kan ook veroorzaakt worden door een slechte watertoevoer. Daarnaast zijn daglengte, bladleeftijd, bladpositie en celspanning belangrijke factoren die huidmondjesopening beïnvloeden. Veranderingen in CO_2 -concentratie hebben een groot effect op huidmondjesopening. In het algemeen geldt hoe lager de interne concentratie van CO_2 in de huidmondjes, hoe meer open de huidmondjes zijn.

De afname van de fotosynthese is groter dan verklaard kan worden door alléén het sluiten van de huidmondjes (Warmenhoven *et al.*, 1998). Tot een bladtemperatuur van 33°C kan de afname van de fotosynthese verklaard worden door het sluiten van de huidmondjes. Boven de 33°C daalt de fotosynthese nog meer; de huidmondjes zijn al dicht. Deze daling zou ook veroorzaakt kunnen zijn door een hogere respiratie of schade aan het fotosynthese apparaat.

In onderzoek is aangetoond dat het sluiten van de huidmondjes niet te verklaren is door een tijdelijke verlaging van de RV in de ruimte (Baas *et al.*, 2004). Fotosynthesemetingen zijn uitgevoerd in een fytotron bij 30°C en 65%. De fotosynthese nam hier ook af, de conclusie was dat de huidmondjes dicht waren. 's Nachts herstelde de plant zich weer. Bij 23°C nam de fotosynthese niet af, alleen was er na een paar dagen een zeer langzame afname als de RV laag was. Bij een lage relatieve luchtvochtigheid (VPD groter dan 2.1kPa) nam de fotosynthese langzaam af om na 2-3 dagen op de helft van de controle uit te komen (Baas *et al.*, 2004). Een korte dip in RV heeft geen negatieve gevolgen voor de fotosynthese, een langere droge periode heeft wel een negatief effect. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de bladtemperatuur de grootste rol lijkt te spelen bij het instorten van de fotosynthese op een zomermiddag. Maar ook vochtgebrek in het blad zou een rol kunnen spelen.

Is er bewijs voor verdamping bij hoge bladtemperatuur?

De huidmondjessluiting lijkt vrij abrupt te zijn boven de 30°C (Baas *et al.*, 2004). Tot die tijd is er verdamping en fotosynthese. Zorgt de sluiting van de huidmondjes daardoor voor een verdere verhoging van de bladtemperatuur? En daardoor voor een verdere afname van de fotosynthese. De luchtvochtigheid in de kas is niet de oorzaak van een afname van de fotosynthese op de korte termijn maar de interne waterstatus van de plant zou wel een rol kunnen spelen. Zoals al genoemd in het onderzoek van Warmenhoven *et al.* (1998) en Baas *et al.*, (2004) is de afname van de fotosynthese boven de 33°C misschien te wijten aan andere factoren dan het sluiten van de huidmondjes. Als mogelijke verklaring voor de fotosynthese, die op 10 augustus op 5,87 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ blijft steken (Tabel 5.) wordt geopperd dat er al sprake is van waterstress opgebouwd in de warme dagen voorafgaande aan deze dag. Ook geeft een langdurige periode van lage RV een afname in maximale fotosynthese (Baas *et al.*, 2004). Een hoge bladtemperatuur kan een convectiestroom van blad naar lucht veroorzaken en dit zou een hoge transpiratie kunnen veroorzaken (Warmenhoven en Uitermarkt, 1999) mits de huidmondjes open zijn.

1.2.9 CO₂ en fotosynthese

Cymbidium reageert goed op CO₂ dosering na zonsopkomst. De fotosynthese is verzadigd rond de 350 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ bij 400 ppm CO₂ en rond de 700 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ bij 800 ppm CO₂. De effecten van temperatuur op de CO₂-opname zijn gering, dus CO₂ heeft een positief effect op fotosynthese ook bij lage temperatuur en lichtintensiteit (Schapendonk en Kromwijk, 2005). Over het algemeen zorgt 600 tot 700 ppm CO₂ voor een goede scheutontwikkeling (Anoniem). CO₂-dosering tot 800 ppm met max. 150 kg CO₂ per uur per ha gaf gedurende 2 teeltjaren gemiddeld 5% meer bloemtakken dan de controlebehandeling waarbij CO₂ gedoseerd is tot 800 ppm alleen als de ketel draait (Kromwijk *et al.*, 2010). CO₂-dosering tot 1200 ppm met max. 300 kg CO₂ per uur per ha gaf geen verdere verbetering bij snijCymbidium, maar bij potCymbidium gaf deze hoge dosering de beste resultaten met gemiddeld 13% meer bloemtakken per plant dan bij de controlebehandeling. Bij het toedienen van CO₂ via de ketel moet men oppassen voor bloemverkleuring en knopval door ethyleen. Of CO₂ een effect heeft op het sluiten van de huidmondjes bij hoge temperaturen is niet bekend. Een te hoge concentratie CO₂ in de huidmondjes kan wel leiden tot een daling in fotosynthese (zie ook 1.2.6. voor informatie over CO₂).

1.2.10 Herstel van de fotosynthese

Herstel van de fotosynthese na een periode van hoge temperatuurstress is afhankelijk van de duur van de stress. Bij een lage relatieve luchtvochtigheid (VPD groter dan 2.1 kPa) neemt de fotosynthese langzaam af om na 2-3 dagen op de helft van de controle uit te komen (Baas *et al.*, 2004). Het herstel na een periode van hoge temperatuur kan bevorderd worden door een hoge CO₂-concentratie (800 ppm) en/of hoge RV (Baas *et al.*, 2004). Dit zou verklaard kunnen worden door het verhogen van de CO₂-concentratie in het blad door een hoge CO₂-concentratie in de kas en een grotere opening van de huidmondjes bij een hoge RV. Onderzoek van Jun *et al.*, (2008) met *C. faberi* laat zien dat foto-inhibitie optreedt als planten (tot dan max. 500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) één dag in de volle zon staan onder 500 tot 1300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. In dit geval is het herstel zeer langzaam (onder 100 tot 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en dit wijst op blijvende schade van het fotosynthese apparaat.

1.2.11 Lipverkleuring in de zomer

In twee proeven op een praktijkbedrijf (Kromwijk en Schrama, 2010) is nagegaan of een hogere pottemperatuur vroegtijdige lipverkleuring kan veroorzaken. In de eerste proef van februari t/m mei bij de laatbloeiende cultivar Gymer 'Cooksbridge' was er nauwelijks vroegtijdige lipverkleuring en de verhoogde pottemperaturen gaven geen verhoging van het aantal bloemen met vroegtijdige lipverkleuring. In de 2e proef van juli t/m oktober bij de vroegbloeiende cultivar Honey Green 'Melissa' was er in het eerste deel van de oogstperiode ook nauwelijks vroegtijdige lipverkleuring. Tegen het einde van de oogstperiode werden echter meer verkleurde bloemen waargenomen en bij een 2 of 5°C hogere pottemperatuur werd ongeveer het dubbele aantal verkleurde bloemen geteld ten opzichte van de controle.

Verhoging van de pottemperatuur in de periode juli-oktober gaf dus een negatief effect op vroegtijdige bloemverkleuring, terwijl verhoging van de pottemperatuur in het voorjaar geen effect had. Dit kan betekenen dat telers in koelere periodes zoals het voorjaar, wel meer met de onderverwarming kunnen gaan stoken om energie te besparen, maar dat men in warme periodes beter kan voorkomen dat de pottemperatuur hoger wordt bij cultivars die gevoelig zijn voor vroegtijdige lipverkleuring. Eerder onderzoek naar lipverkleuring heeft laten zien dat vroegtijdig lipverkleuring gecorreleerd was met een hoge dagtemperatuur in de laatste 9 weken voor de oogst (Slootweg *et al.*, 2004).

1.2.12 Hormonale effecten en scheutuitloop

In de pot *Cymbidium* teelt in Azië wordt de tijd van scheutuitloop soms bijgestuurd (Arditti en Pridgeon, 1997). Hoge winter temperaturen en het verwijderen van 'apicale dominantie' kan scheutuitloop stimuleren. Daarnaast kan door het weghalen van 'zijscheuten' de scheutuitloop worden uitgesteld en het aantal scheuten worden beperkt. Voor pot *cymbidium* is de leeftijd van de scheuten een belangrijk gegeven voor de bloemproductie. Het induceren van de bloemen vindt plaats bij scheuten die voldoende rijp zijn. Het weghalen van extra nieuwe scheuten zorgt er voor dat de overgebleven scheuten blijven doorgroeien en goed afrijpen. Voor juist het stimuleren van scheutuitloop op een bepaalde tijdstip wordt de ontwikkelende scheut getopt of wordt er in de apex van de ontwikkelende scheut geprikt met een lange stok. Zo wordt de apex en bovenste bladeren beschadigd (Arditti en Pridgeon, 1997). Hierdoor wordt de apicale dominantie opgeheven en kunnen 'zijscheuten' uitlopen. Deze handeling heet 'mekaki'.

Onder normale omstandigheden en omdat *Cymbidium* een sympodiale groei heeft, lopen alleen de knoppen uit die onderaan de bulb gelegen zijn. De hoogste knoppen aan de *Cymbidium* bulb lopen niet uit omdat ze door apicale dominantie geremd worden (Tranthan, 1974). Door de bulben te behandelen met voedingsmedia konden ze gebruikt worden voor vermeerdering. Bij uitgegroeide pseudobulben van *Dendrobium* waar de vegetatieve groei voltooid was heeft Goh (1979) bloei gestimuleerd door te behandelen met cytokinine en giberelline. Later onderzoek in de praktijk heeft niet tot praktische oplossingen geleid. Achter het stimuleren van bloei door een koudebehandeling gaat wellicht het beïnvloeden van hormonen schuil. *Phalaenopsis* planten kunnen aan het begin van de kouperiode behandeld worden met hormonen om het aantal bloemtakken te verhogen (Hendriks, 2010). Belangrijk bij hormonale behandeling is niet alleen de samenstelling en concentratie maar ook het juiste tijdstip van toedienen.

1.3 Klimaat in voorjaar en zomer

In de lente zijn de omstandigheden voor de groei optimaal (De Haas, 2003). De temperatuur wordt na de koude periode langzaam opgeschroefd en het is belangrijk de snelheid in het gewas te houden. Het gewas reageert op gemiddelde temperatuur en gebruik van koude nachten alléén leidt niet tot bloeivervroeging of productieverhoging (Kromwijk *et al.*, 2004) maar kan wel toegepast worden in het kader van temperatuurintegratie (De Haas, 2003). Lage etmaalgemiddelden kunnen gecompenseerd op warmere dagen. In de zomer kunnen hoge temperaturen veroorzaakt door hoge instraling funest zijn voor de fotosynthese, knopkwaliteit en bloeisnelheid van de vroege scheuten.

1.3.1 Luchtvochtigheid

In Japan is onderzoek gedaan om de nadelige gevolgen van de warmte in de zomer tegen te gaan (Ohsawa *et al.*, 2000). Door te verneveln bij een RV van 76% tot aan 86% was de kasttemperatuur een graad lager dan in de buitenlucht. Bloei van de planten in de vernevelde (gekoelde) kas was 2 weken eerder dan de planten in de buitenlucht. De bloei was echter wel vier weken later dan de planten die tijdens de zomer in de bergen stonden. De vernevelde planten ontwikkelden meer blad en de groei van de pseudobulb was beter. Vergelijking van een kasteelt met buitenteelten is wel discutabel, maar de combinatie van een kasklimaat met verneveling lijkt voordelen te hebben.

In Koreaans onderzoek (Cho *et al.*, 1996) naar effect van klimaat en verdamping op *Cymbidium goeringii* 'Reich' bleek dat de bladtemperatuur toeneemt met de luchttemperatuur en lichtintensiteit maar dat de bladtemperatuur afneemt met toenemende RV en windsnelheid. Verdamping nam toe als de bladtemperatuur toenam, maar bij 25°C begon de verdamping af te nemen. Bij toenemende windsnelheid tot 2 m/s nam de verdamping toe maar vanaf 2.5 m/s nam de verdamping af. Uit dit onderzoek is geconcludeerd dat schermen bij 180 micromol en een windsnelheid van 2 m/s belangrijke factoren zijn voor *Cymbidium* in de zomer. Dit is wel een laag lichtniveau maar mogelijk gekozen om de bladtemperatuur laag te houden.

1.3.2 Luchttemperatuur verlagen in de zomer

Yama-age cultuur

In het verre oosten wordt in de teelt van minicymbidium in potten bij sommige bedrijven het Yama-age principe toegepast om het zomerklimaat te optimaliseren. Dit houdt in dat tijdens de zomer planten verplaatst worden door vrachtwagens naar hogere gelegen berglandschappen (850 m). De temperatuur daar is laag en er is voldoende licht.

Koreaans onderzoek (Lee *et al.*, 1998) in de zomer van 1994 liet zien dat de luchttemperatuur van het hoogland waar de *Cymbidium* potplanten in de zomer staan 6°C lager was dan de lager gelegen gebieden. RV en windsnelheid waren hoger in het hoogland. Bloei van *C. 'Onommonroe'* in de bergen was 11-14 dagen sneller, maar deze verschillen waren kleiner bij middel- en laatbloeiende cultivars. De schermniveaus waren ook verschillend op de verschillende locaties, 50-70% in de laaggebieden en 30% in de hooggelegen gebieden. De actuele lichtintensiteit is niet vermeld in het abstract. Onder het hoogste schermniveau was de meeste knopval en *Fusarium* maar dit zou ook een temperatuur effect kunnen zijn.

Ander Koreaans onderzoek (Kim *et al.*, 2000) op de groei en bloei van *Cymbidium* Mini Dream 'Golden Color' in de zomer meldt dat gemiddelde temperatuur en RV van een hoog gelegen locatie op 850 m, 5.3°C en 1.5% lager waren dan van de lager gelegen gebieden. Bladtemperatuur onder verneveling en ventilatie was lager en dit was het meest effectief tussen 18.00 en 22.00 uur.

Koelen in de nacht

Ueshima (1995) vond dat koelen tijdens de nacht (18°C van 18 tot 8 uur) in een laagland teelt verschillende effecten had bij verschillende cultivars. Terwijl op *C. Oriental Queen* het aantal bloeiende takken 25% hoger was en het bloeitijdstip sneller dan de controle zonder koeling waren de effecten minder positief bij *C. Autumnking Pinkie* (minder bloemstelen) en *C. Melodyfair Marilyn Monroe* (later bloeitijdstip). Een te hoge maximum temperatuur overdag (31.3°C) was hier de oorzaak van. Deze twee cultivars waren gevoelig voor deze hoge temperaturen. De resultaten zijn ook vergeleken met een 'bergcultuur' en daar was de maximum middagtemperatuur 5.7°C lager.

Nederlandse situatie

Zoekend in de literatuur is de opmerking 'Breng voor langste dag geen krijt aan' (Timmerman, 1981) te begrijpen want in het voorjaar in zowel vroege als late soorten, is het vormen van nieuwe scheuten volop aan de gang. Maar in extreem vroege soorten bij veel warm weer voor de langste dag, is krijten wel aan te bevelen juist om de uitgroei van de bloemknoptakken niet te remmen (Van der Ende, 2002). Dit illustreert het dilemma van 'het zomerklimaat' in *Cymbidium*! Koelen in de zomer is duur. Door een aantal maatregelen te nemen kunnen de negatieve effecten van te hoge temperaturen voorkomen of verminderd worden. Deze onderstaande punten zijn deels overgenomen uit artikelen van teeltadviseurs De Haas (2003) en Van der Ende (2010) en uit de nieuwsbrief van Floricultura van november 2009.

- Voeg beginnen met luchten, zodat het 's ochtends koeler is en geen verval optreedt in luchtvochtigheid en sluiten van de huidmondjes bij het openen van luchtramen later op de dag voorkomen kan worden.
- Zorg voor genoeg irrigatie zodat dat niet de reden is voor huidmondjes sluiting.
- Pas CO₂-bemesting 2 uur na zonsopgang toe, anders kan de huidmondjesopening negatief beïnvloed worden door een te hoge CO₂-concentratie in de huidmondjes na de nacht en neemt de huidmondjes weerstand toe. De plant kan dan niet goed verdampen en zichzelf koelen. Dit wordt echter niet ondersteund door fotosynthese metingen bij verschillende CO₂-niveaus in klimaatkamers (Baas *et al.*, 2004). Daar had hoog CO₂ in de ochtend geen negatief effect op de huidmondjesopening in de ochtend. Daar wordt aangegeven dat remming van de fotosynthese die eerder in de praktijk was waargenomen mogelijk meer veroorzaakt werd door de lage temperatuur in de ochtend.
- Schermen met buitenscherm. Een buitenscherm heeft als voordeel dat ook als het donker weer is in de zomer voldoende licht in de kas gelaten kan worden en in de ochtend en avond er meer licht in de kas komt dan bij een gekrijte kas.
- Binnendoek. Schermen is altijd een compromis en heeft ook gevolgen voor de ventilatie. Het wegschermen van licht lijkt een gunstig effect op de kwaliteit van de bloemtakken te hebben omdat dit een lagere temperatuur veroorzaakt maar het geeft wel een lager aantal scheuten (o.a. Hermes, 1986). Nieuwe schermdoeken (bv. Harmony-doek) die recent op de markt zijn gekomen bieden mogelijk perspectief omdat er meer diffuus licht in de kas komt, de planttemperatuur daaronder wat lager is en er komt ook meer licht onderin het gewas (nieuwsbrief Floricultura november 2009).
- Diffuus glas of gecoat glas kan de kas koeler houden bij gelijke instraling.
- Dakspoeiers. De plant koelt zich op twee manieren, door uitstraling en door verdamping. Als de kas- en buitentemperatuur hoger worden, vermindert de mogelijkheid van uitstraling van het gewas naar een koeler kasdek. Als de hoge dagtemperaturen enigszins gecompenseerd worden door lage nachttemperaturen gaat dit goed (Van der Ende, 2010) mits de dagtemperatuur niet te hoog is. Met dakspoeiers kan overdag extra koeling worden gerealiseerd. Een andere mogelijkheid is om met dakspoeiers krijt over het kasdek verspreiden als het warm weer is en later het weer af spoelen bij een overgang naar donker weer.
- Verneveling. Een nevelinstallatie in een gekrijte kas gaf in de zomer van 2009 kastemperaturen van ca. 27-28°C terwijl het buiten ruim boven de 30°C was (nieuwsbrief Floricultura, november 2009). Bij continue hoge vochtigheid wordt het gewas zachter en ziektegevoelig (De Haas, 2003). Bij dagen met veel zon niet te snel luchten, maar waak voor het snelle verval van het vochniveau als er wel gelucht wordt. De oplossing is het activeren van het gewas door minimum buis en een minimum raamstand van 4-5%. Door deze maatregel is in het begin het vochniveau wat lager maar komt er geen snel verval. Een tweede mogelijkheid is om op tijd te luchten en om het scherm dicht te laten lopen. Dit is wel afhankelijk van de hoogte van de kas. Bij donker weer moet ook het gewas gestimuleerd worden door extra te stoken (Van der Ende, 2002).

1.4 Discussie

Hermes (1986) schrijft dat Went het in 1951 mogelijk achtte dat alle knoppen onder juiste omstandigheden geforceerd zouden kunnen worden om generatief of vegetatief uit te lopen! In het slapende stadium is er geen verschil, alleen als de knoppen uitlopen gaan ze zich differentiëren. Zij schrijft dat Leffring (onderzoek uit 1978) dit niet waarschijnlijk leek omdat de vegetatieve scheuten onder de generatieve scheuten ontwikkelden en apicale dominantie dan een rol speelt. Ander onderzoek laat ook zien dat vaak de onderste scheuten vegetatief zijn terwijl die daarboven generatief zijn. Ook omdat het aantal generatieve scheuten positief beïnvloed wordt door lage temperatuur is het waarschijnlijk moeilijk om alle knoppen te forceren.

Licht speelt ook een rol bij het uitgroei van de bloemknoppen maar bij voldoende licht lijkt temperatuur bepalend te zijn (Kromwijk *et al.*, 2007) en hierop kan gestuurd worden. Scheutvorming loopt met de stralingssom mee voor late soorten. Voor vroege soorten remt de ontwikkeling van de bloemtak de scheutvorming in de zomer (Hermes, 1986). Het is nog de vraag in hoeverre de ontwikkeling van de scheuten gestuurd kan worden. Bij een later oogsttijdstip kwam de scheutvorming later op gang dan bij een vroeg oogsttijdstip (Kromwijk en Schrama, 2004). Het wegschermen van licht lijkt een gunstig effect op de bloemtakken te hebben omdat dit een lagere temperatuur veroorzaakt maar het geeft wel een lager aantal scheuten (o.a. Hermes, 1986). Hieruit kan geconcludeerd worden dat meer licht toelaten in de zomer mogelijk in meer scheuten resulteert.

Aangezien er geen correlatie lijkt te zijn tussen het aantal gevormde scheuten en de productie, maar wel tussen een hoge productie en het aantal bloemtakken per scheut, roept dit de vraag op of het wel nodig is om veel scheuten te maken. Misschien is het wel efficiënter om met minder scheuten meer bloemtakken per scheut te induceren omdat de plant dan minder hoeft te investeren in scheut- en bulbvorming, bv. 5 scheuten met elk 2 takken t.o.v. 10 scheuten met elk 1 tak.

Bulben zijn actief in hun eerste en een beetje in het tweede seizoen. De oude bulben hebben waarschijnlijk geen functie meer en mogelijk kunnen ze verwijderd worden (Hermes, 1986). Bij *Oncidium* was er transport van assimilaten van veraf gelegen scheuten naar 'ontwikkende' delen van de plant. (Yong en Hew, 1995). Als dat ook voor *Cymbidium* geldt dan zouden oude bulben nog wel bij dragen aan de ontwikkelende delen van de plant. Oud blad kan soms als 'sink' op gaan treden (waarschijnlijk in de tweede helft van het jaar). Weghalen van oud blad dat 'sink' geworden is, zou mogelijk wel een positief effect kunnen geven. Of het weghalen van oud blad in de praktijk ook nut heeft is nog niet duidelijk.

De scheuten met het hoogste aantal bloemtakken per scheut worden gevormd in het najaar (Kromwijk *et al.*, 2007.). Na de koubehandeling gaven jonge scheuten meer bloemtakken dan oudere scheuten. Dit komt ook overeen met waarnemingen van De Kreij *et al.*, (1988) en deels ook met die van Van Os *et al.* (1988a en 1988b). In andere proeven was deze correlatie niet of minder aanwezig. De vraag is of het de lengte van de scheut is die een rol speelt of wellicht meer de leeftijd van een scheut of de omstandigheden tijdens de uitgroei van de scheut. Als de lengte een rol speelt dan zou m.b.v. een lagere temperatuur tijdens de uitgroei van de scheuten de lengtegroei geremd kunnen worden om meer korte scheuten te maken. Als de source/sink verhouding het achterliggende oorzaak is, zou bij lagere temperatuur een tragere ontwikkeling en daardoor een overschot assimilaten ontstaan. Dat zou het aantal takken per scheut positief kunnen beïnvloeden. Dan zou meer licht misschien een vergelijkbaar effect kunnen geven. Lange (of oude) scheuten zijn waarschijnlijk (deels) gegroeid toen het kriet er op zat en bloemtakken met sterke sink-werking op de plant stonden en hebben daardoor mogelijk minder assimilaten toebedeeld gekregen. Bij lagere temperatuur in winter werden met name op scheuten die in week 44 al op de plant aanwezig waren, meer bloemtakken geïnduceerd. Mogelijk dat als er maar voldoende kou wordt gegeven de scheutlengte minder van belang is en ook op lange scheuten bloemtakken gevormd kunnen worden.

Het oplopen van de bladtemperatuur in de zomer heeft grote effecten op verdamping en fotosynthese. Dit komt omdat de huidmondjes sluiten, maar het is nog niet duidelijk of de sterk oplopende bladtemperatuur een oorzaak of gevolg is van de huidmondjessluiting. Er kunnen veel maatregelen genomen worden om de schade te beperken. Het verlagen van de temperatuur zonder concessies te doen aan de lichtniveaus in de zomer wordt al jaren toegepast in het verre oosten (Yama-age cultuur).

De trigger voor *Cymbidium* om een scheut generatief te laten worden is afhankelijk van:

- Temperatuur
 - o Volgens Kako *et al.*, 1979: 1417 graaddagen tussen 12 en 16°C
- Aanwezigheid van een scheut
 - o Leeftijd van een scheut
 - o Lengte is waarschijnlijk minder belangrijk

De uitgroei van de scheut is afhankelijk van:

- Licht
- Temperatuur
 - o Duur (5000 graaddagen na de bloeibehandeling, (Nieuwsbrief Floricultura, 2006))
 - o Maximum luchttemperatuur

Verdere effecten van een hoge temperatuur in de zomer zijn kwalitatief mindere bloemtakken met schade aan de bloemen (zie hoofdstuk 2 Literatuurstudie Knopruï) en een mogelijk effect op de uitgroeisnelheid en strekking van de bloemtak. De afname van de fotosynthese bij een hoge bladtemperatuur en de hogere respiratie (dissimilatie van suikers) zorgt voor concurrentie binnen de plant om de assimilaten. De flexibele assimilatenbeweging zou wel kunnen wijzen op een potentiële mogelijkheid de verdeling van de assimilaten te beïnvloeden. Het leveren van assimilaten aan de bloemsteel, een zeer belangrijke 'sink' zou bevorderd kunnen worden door hogere CO₂-niveaus, verwijderen van concurrerende 'sinks' of het aanhouden of selecteren voor meer assimilatenproducerende bladeren (Hew en Yong, 2004).

Het herstel van *Cymbidium* na een periode van 'stress' is besproken. Tijdens een periode waarin de bladtemperatuur boven de 30°C loopt, is het belangrijk de (warmte) energie in het blad af te voeren. In de praktijk betekent dit de huidmondjes open houden en verdamping stimuleren.

Na aanleiding van de resultaten van het onderzoek van Kromwijk *et al.*, (2004, 2007) wordt in de praktijk *Cymbidium* steeds meer 'geprogrammeerd'. Temperatuurregimes voor de winter en vroege voorjaar maken het mogelijk om de productie te verhogen en het oogsttijdstip enigszins te sturen. Daarom is het aan te bevelen om onderzoek over de mogelijkheid om het aantal scheuten te beïnvloeden en het zomerklimaat te verbeteren en/of beter te benutten aan te laten sluiten bij het onderzoek van Kromwijk.

1.5 Conclusies

- Bij een lage temperatuur (in winter en voorjaar) komen er minder nieuwe scheuten.
- Bij een lage temperatuur (in winter en voorjaar) is er minder lengtegroei van de scheuten.
- Het wegschermen van licht lijkt een positief effect te hebben op de ontwikkeling van de bloemtakken maar geeft ook minder scheuten. Meer licht geeft waarschijnlijk meer scheuten.
- Het wegschermen van licht geeft een lager drogestof percentage in het blad en geeft kleinere bulben.
- De vorming van scheuten lijkt gerelateerd aan het oogsttijdstip, omdat de ontwikkeling van de bloemtak de scheut-ontwikkeling remt.
- Er lijkt geen correlatie tussen productie en het aantal scheuten in het voorgaande teeltjaar.
- In een aantal proeven was het aantal bloemtakken per scheut op jonge/korte scheuten wat hoger dan op lange/oudere scheuten. Na een lagere temperatuur in de winter gaven vooral de scheuten die in week 44 al op de plant aanwezig waren meer bloemtakken.
- In sommige ontwikkelingsstadia van de bloemtakken kan hoge temperatuur de takstrekking remmen. Voor een onderzochte cultivar zou in het gevoelige stadium temperatuur lager dan 20 graden nodig zijn.
- Bij een te hoge bladtemperatuur in de zomer stopt de fotosynthese. Wat precies de oorzaak is, is niet bekend. Is onvoldoende wateropname of onvoldoende intern watertransport om de verdamping bij te houden de oorzaak en sluiten daardoor de huidmondjes met als gevolg daarvan een oplopende bladtemperatuur. Een te hoge bladtemperatuur remt dan de fotosynthese.
- Het oplopen van de bladtemperatuur in de zomer heeft grote effecten op de verdamping. Dit komt omdat de huidmondjes sluiten. Maar het is nog niet duidelijk of de sterk oplopende bladtemperatuur een oorzaak of gevolg is van de huidmondjessluiting.
- Kortstondige RV dalingen lijken geen effect op de fotosynthese te hebben terwijl een langere periode wel een negatief effect heeft.
- Oud blad kan een sink met een negatieve CO₂ opname zijn. Er is dus een goede reden om oud blad te verwijderen.
- Lichtverzadiging van de fotosynthese lijkt op te treden rond 350-700 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ maar dit niveau is afhankelijk van de cultivar.
- Bladtemperatuur neemt af met toenemende RV en windsnelheid

1.6 Literatuur zomerklimaat

- Anoniem, Cymbidium CO₂ doseren. Vakblad voor de Bloemisterij.
- 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
- Baas, R., A. Kromwijk, A. Schapendonk. (2004).
Effecten van luchtvochtigheid, temperatuur en CO₂ op de fotosynthese van Cymbidium. Aalsmeer,
Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector Glastuinbouw.
- Benders, G. 1997.
Bloeivervroeging, voorlichtingsavond LTO/W. v.d. Ende Tuinbouwadviesbureau.
- Blacquièr, T. and K. Uitermark (2000).
De factoren die van invloed zijn op de bloei van cymbidium: literatuurstudie. Aalsmeer, Proefstation voor
Bloemisterij en Glasgroente, Vestiging Aalsmeer.
- Bunce, J.A. 1998.
Effects of humidity on short-term responses of stomatal conductance to an increase in carbon dioxide
concentration. Plant Cell and Environment. Vol: 21 Issue: 1 Pages: 115-120
- Casamajor, R. 1955.
Cymbidium research at Earthart Laboratory. Am. Orchid. Soc. News, Vol 2(8): 523-525
- Cho, Keun Ho, Kwack, Beyoung Hwa. 1996.
Effect of environmental factors on leaf temperature and transpiration rate of Cymbidium goeringii. Journal of the
Korean Society for Horticultural Science. 37(5). 1996. 708-712.
- Ende van der W., 2002.
Uitgroei bloemtakken. Vakblad voor de Bloemisterij no. 24 p 59.
- Ende, van der W., 2010.
"Zomerklimaat" in Gewasnieuws snijorchidee. Jaargang 13, nr. 2.
- Floricultura Nieuwsbrief. maart 2006.
- Floricultura Nieuwsbrief, november 2009.
- Goh, C.J. 1979.
Hormonal regulation of Flowering in a sympodial orchid hybrid Dendrobium Louisae. New Phytol. 82, 375-380.
- de Haas, T. (2003).
"Voorjaarsklimaat cymbidium : vooral een kwestie van vooruitzien en snel reageren." Vakblad voor de bloemisterij
57(16): 44-45. T de Haas, vakblad 16 p. 44.
- Hendriks, J. (2010).
Inzet celdelingshormonen geeft meer meertakkers bij Phalaenopsis: goed uitgangsmateriaal, stevig wortelgestel
en juiste teeltomstandigheden. Onder Glas (68), 48-49.
- Hermes, Y. (1986).
Bloeibevloeding en knopontwikkeling bij vroegbloeiende grootbloemige cymbidium. intern verslagen 17 en 18.
Aalsmeer, Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland: 26 p.
- Hew, C.S. en Yong, J.W.H. 2004.
The Physiology of Tropical Orchids in Relation to the Industry. Jean John 2nd ed. ISBN 981-238-801-X
- Jun Tao, Zhu Lihua, Yu Ju and Wei Jun 2008.
The Changes of Photosynthetic Character in Cymbidium faberi Rolfe during the Stages of Recovery after High Light
Stress. Proc. XXVII IHC-S5 Ornamentals, Now! Acta Hort. 766, ISHS 2008.
- Kako, S., Sugiyama, A, Mizuno, N., Sakakibara, K. 1979.
Studies of growth and flowering in Cymbidium. Abst. Jpn. Soc. Hort. Sci. Autumn Meeting. (in Japanese).

- de Kreijl, C., T. van den Berg, M. Warmenhoven. (1988).
 "Lage EC bij Cymbidium geeft vele bloemtakken per scheut." Vakblad voor de bloemisterij 43(30): 46-47.
- Kromwijk, A., van Mourik, N., Schrama, P., en van Telgen, H.J. (2004).
 Invloed temperatuur op bloei Cymbidium. Rapport PPO nr. 41705134/41704643 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Glastuinbouw.
- Kromwijk, A., N. van Mourik en Schrama, P. (2007).
 Invloed temperatuur in winter bij vroegbloeiende Cymbidium. Rapport project 417 17091 Wageningen UR Glastuinbouw.
- Kromwijk, A., Raaphorst, M., van Mourik N. en Schrama, P. (2010).
 Effect van CO₂-dosering bij Cymbidium. Rapport 1035. Wageningen UR Glastuinbouw.
- Kromwijk, A. and P. Schrama (2010).
 Effect pottemperatuur op vroegtijdige lipverkleuring bij Cymbidium, Rapport 332, Wageningen UR Glastuinbouw.
- Kim, Hong Yul , Koh, Jae Chul, Chung, Jae Dong ; Lee, Dong Woo ; Son, Beung Gu. 2002.
 Effects of uniconazole and fogging and fanning treatment on growth and flowering of Cymbidium Mini Dream 'Golden Color' South Korea. Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 41(1). Feb., 2000. 96-100.
- Lee, Y. R., J. Y. Won, *et al.* (1998).
 Flowering response of cymbidium spp. by cultivation regions and shading treatments through Summer season. RDA Journal of Horticulture Science 40(2): 47-52.
- Lootens, P. 1997.
 Oriënterende fotosynthesemetingen bij Cymbidium. Rijksraion voor Sierplantenteelt. België.
- Miura, Y. 1981.
 Establishment of orchid cultivation on the basis of photosynthetic properties of orchids. 1. Influence of temperature, light intensity and air humidity on photosynthetic rate of orchids. Bulletin of the Kanagawa Horticultural Experiment Station.(28). 1981. 64-72.
- Ohno, H. and S. Kako 1991.
 "Roles of floral organs and phytohormones in flower stalk elongation of Cymbidium (Orchidaceae)." Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 60(1): 159-165.
- Ohsawa, Umeo , Fukuda, Masao ,Utunomiya, Hiroto 2000.
 Effect of the fog-cooling system with high-pressure pump on growth and flowering in Cymbidium Research Bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center.(32). December, 2000. 175-182.
- van Os, P. C. (1988a).
 "Productiviteit van Cymbidium afhankelijk van bloemtak / scheutverhouding : temperatuur en bemesting bepalende factoren." Vakblad voor de bloemisterij (30): 50-51.
- van Os, P.C., A.A.M. van der Wurff (1988b).
 Temperatuur en EC bepalen productie, kwaliteit en vroegheid. Vakblad voor de bloemisterij (30): 48-49.
- Powell, C. and K. I. Caldwell. (1988).
 "Effect of temperature regime and nitrogen fertilizer level on vegetative and reproductive bud development in Cymbidium orchids." Journal of the American Society for Horticultural Science 113(4): 552-556.
- Pan, Rui Chi, Qing Sheng Ye and Choy Sin Hew (1997).
 Physiology of Cymbidium sinense: A review. Scientia Horticulturae. Volume 70, Issues 2-3, July 1997, Pages 123-129
- Schapendonk, A. en Kromwijk, A. (2005).
 Effecten van temperatuur op de fotosynthese van Cymbidium. Plant Dynamics en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector Glastuinbouw.
- Slootweg G. en ten Hoope, M.A. (2004).
 Vroegtijdige lipverkleuring bij Cymbidium. Een bedrijfsvergelijkend onderzoek. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Glastuinbouw. PPO no. 41304008

Smits, A. W. (1985).

“Oppassen met weinig licht en lage temperaturen : vochtproblemen bij Cymbidium.” Vakblad voor de bloemisterij 40(20): 31.

Timmerman, D. (1981).

“Aandacht voor klimaatbeheersing bij cymbidium.” Vakblad voor de bloemisterij 36(6): 33.

Tranthan M. (1974).

Growth and flowering of Cymbidium buds normally inhibited by apical dominance. Journal of the American Society for Horticultural Science 99(5): 450-453.

Ueshima, Y., N. Moriguchi, and J. Hirobe, (1995).

Effects of air cooling in the night time in summer on the growth and flowering of cymbidium cultivars. Bulletin of the Wakayama Agricultural Experiment Station., March 1995: p. 5-13.

Warmenhoven, M. G., T. Blacquiere, K. Uitermark. (1998).

Orienterende fotosynthesemetingen bij C. Arcadian sunrise ‘Golden Fleece’. Aalsmeer, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Vestiging Aalsmeer.

Warmenhoven, M. G., en K. Uitermark. (1999).

Effect van licht en fotosynthese en temperatuur op de bladfotosynthese en chlorofylfluorescentie van cymbidium. Aalsmeer, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Vestiging Aalsmeer.

Yong, J.W.H., en Hew, C.S., 1995.

Partitioning of ¹⁴C-assimilates between sources and sinks during different growth stages in the sympodial thin-leaved orchid *Oncidium Goldiana*. Int. J. Plant Sci. 156, 188–196.

2 Literatuurstudie knoprui

2.1 Inleiding

In de praktijk komt soms knoprui voor in de teelt van *Cymbidium*. Takken met knoprui zijn onverkoopbaar en dat leidt tot opbrengstderving in de teelt van *Cymbidium*. Daarom is meer kennis nodig over de oorzaken van knoprui en hoe knoprui voorkomen kan worden. Er zijn verschillen tussen cultivars in gevoeligheid. Sommige cultivars zijn gevoeliger dan andere. Gevoelige cultivars geven echter niet altijd knoprui. Een gevoelige cultivar zoals bv. Forty-Niner komt in de praktijk voor zowel mét als zonder knoprui. Dit wijst er op dat teeltomstandigheden waarschijnlijk een rol spelen. Als er meer bekend is welke omstandigheden een rol spelen, biedt dit aanknopingspunten om knoprui in de toekomst te voorkomen. Het is nu nog niet duidelijk wat de oorzaak is van knoprui en hoe knoprui voorkomen kan worden. Men heeft bovendien de indruk dat er niet één dezelfde oorzaak is die bij alle gevoelige cultivars knoprui veroorzaakt, maar dat mogelijk per cultivar andere oorzaken knoprui kunnen geven. De BCO en landelijke commissie *Cymbidium* hebben gevraagd een literatuurstudie te doen om te inventariseren wat er in binnen en buitenland aan kennis en onderzoek gedaan is aan knoprui bij *Cymbidium*.

In *Cymbidium* cultivars kan bloemknoprui of knopval plaatsvinden. Deze knoppen zijn geel of lijken verdroogd, ze komen niet open en ze laten los. Knopval kan een fysiologische, genetische of pathologische oorzaak hebben. Er is veel gepubliceerd over veroudering na de oogst (o.a. Woltering en Van Doorn, 1988) maar deze literatuurstudie heeft zich geconcentreerd op de invloed van omgevingsfactoren en mogelijke fysiologische oorzaken van vroegtijdige knopval bij *Cymbidium* tijdens de teelt.

2.2 Resultaten

Een tekort aan assimilaten zou een mogelijke factor zijn in het veroorzaken van knopval in orchideeën (Hew en Yong, 2004). Onder optimale groei is competitie tussen de knoppen of bladstelen minimaal, maar onder suboptimale omstandigheden (te lage of te hoge temperaturen, bewolkte dagen, water tekort) kunnen bepaalde knoppen te kort komen. In Figuur 1. is een gele, verdroogde knop te zien die ontstaan is tijdens de teelt.



Figuur 1. Gele knop in Cymbidium na een periode van hoge kastemperaturen.

Onderzoek aan bloemknopruï of knopval heeft voornamelijk in Japan plaatsgevonden op de potcultivar C. Sazanmi 'Harunoumi'. Ohno *et al.*, (1991a,b,c;1994) hebben de effecten van hoge temperaturen op de bloemknopontwikkeling en naar de effecten van hormonen op de strekking van de bloemsteel onderzocht. Knopval heeft ook een negatief effect op de strekking van de bloemsteel (Ohno, 1991b). De effecten van ethyleen op knopval zijn bekend, maar vaak hangt dit samen met de 'natuurlijke' ontwikkeling van een bloem. Vroegtijdige knopval door de effecten van ethyleen is vaak een gevolg van eerder genoemde oorzaken zoals schaduw, uitdroging, hoge temperatuur (o.a. Van Doorn en Stead, 1997). Ohno (1991c) heeft in onderzoek bij de potcultivar Sazanmi 'Harunoumi' met Ethephon knopruï geïnduceerd.

In onderzoek met *Dendrobium* (een sympodiale orchidee zoals *cymbidium*) (Paull *et al.*, 1995) was de bloemsteellengte afhankelijk van de hoeveelheid assimilaten afkomstig van de bladeren en hoe korter de bloemsteel hoe meer knopval. De bloemknop was geïnitieerd 4-5 maanden voordat de bloemsteel geoogst werd. In dit artikel zijn een aantal correlaties gevonden tussen temperatuur, daglengte, instraling en het aantal bloemtakken per plant, bloemtaklengte en knopval (zie Tabel 1.). In oudere literatuur (Smits, 1985) wordt schommelende luchtvochtigheid genoemd als belangrijke factor voor knopval later in het najaar.

Tabel 1. Correlaties tussen temperatuur, daglengte, instraling en bloei en knopval bij *Dendrobium* (bron: Paull *et al.*, 1995).

factor	wanneer	correlatie	bloem
Minimum temperatuur	5e maand voor oogst	negatief	Aantal bloemtakken per plant
Daglengte	4 maanden voor oogst	negatief	Aantal bloemtakken per plant, bloemtaklengte en aantal bloemen per bloemtak
instraling	3,4 en 5 maanden voor oogst	negatief	Aantal bloemtakken per plant
Maximum temperatuur	Tijdens oogstmaand	Positief negatief	bloemtaklengte Knopval

2.2.1 De assimilatenbalans in de plant

Orchideeën nemen CO₂ uit de lucht en maken daar suikers van. De meeste tropische orchideeën en ook *Cymbidium* gebruiken de 'normale' C₃ methode van fotosynthese. Dit betekent dat de huidmondjes overdag open zijn en dat de plant onder lichte omstandigheden CO₂ opneemt en m.b.v. licht verwerkt tot suikers. In de kasteelt zijn het vooral licht, temperatuur, CO₂-niveau, waterhuishouding en bladleeftijd die een effect hebben op fotosynthese.

Sommige gedeeltes van de plant kunnen suikers exporteren (bv. gezonde volgroeide bladeren die zelf suikers maken o.i.v. licht) en sommige gedeeltes moeten suikers importeren omdat ze die zelf niet kunnen aanmaken. De importerende plantonderdelen variëren in de tijd, tijdens de vegetatieve fase zijn de groeiende scheuten belangrijke importerende gedeeltes. Als de bloem is geïnduceerd dan worden de bloemsteel en de bloemen een belangrijke plaats voor de import van suikers. Volgens Van der Ende (2005) ondergaat de plant bij een planttemperatuur boven 17°C 's avonds een hogere respiratie (dissimilatie). De suikers die hiervoor nodig zijn, zou de plant uit de suikerrijke bloemknoppen trekken als de plant in de avond onder hoge temperaturen komt te staan. Dit zou gele knoppen kunnen veroorzaken.

Sympodiale orchideeën zoals *Cymbidium* wijken enigszins af van de verwachte patronen van importerende en exporteren plantdelen (Hew en Yong, 2004) omdat:

- Tijdens de groei zijn vele verschillende stadia aanwezig (pseudobulben, scheuten, bloemstelen) en de exporterende gedeeltes van de plant liggen niet (altijd) naast de importerende gedeeltes.
- Volgroeid blad functioneert (soms) als een importerend gedeelte van de plant.

Verdeling van de assimilaten in de sympodiale orchidee *Oncidium* volgt een ingewikkeld patroon omdat de assimilaten van veraf- en dichtbijgelegen producerende blad afkomstig zijn. Voor *Oncidium* heeft het aantal scheuten die vastzitten aan de scheut die bloeit, een positieve invloed op de bloemgrootte (Yong en Hew, 1995). De flexibele assimilatenbeweging zou mogelijk wel kunnen wijzen naar een potentieel voor het beïnvloeden van de verdeling van de assimilaten. Het leveren van assimilaten aan de bloemsteel, een zeer belangrijke 'sink' zou bevorderd kunnen worden door hogere CO₂-niveaus, verwijderen van concurrerende 'sinks' of het aanhouden of selecteren van meer assimilatenproducerende bladeren.

2.2.2 Effect van temperatuur en hormonen

Ohno heeft op de mini potcymbidium *C. Sazanmi* 'Harunoumi' onderzoek gedaan om te kijken bij welke stadium in hun ontwikkeling de bloemknoppen gevoelig zijn voor factoren die knopval beïnvloeden. Het effect van hoge temperatuur, giberelline (GA₃) en de combinatie op bloemknopontwikkeling en stuifmeelontwikkeling is onderzocht (Ohno, 1991a). Zijn conclusies wijzen op een negatief effect van hoge temperatuur op de eerste stadia van stuifmeelontwikkeling. Zodra het stuifmeel een celwand ontwikkeld heeft is het niet gevoelig voor hoge temperaturen en normale bloemontwikkeling en bloei volgt. Als het planthormoon giberelline (GA₃) wordt toegediend tijdens de eerste stadia van de ontwikkeling van het stuifmeel dan was de bloemontwikkeling normaal, zelfs onder hoge temperaturen. De knoppen zijn tijdens dit pre-stuifmeelstadium erg gevoelig voor temperatuur en volgens Ohno (1991a) zijn voor deze cultivar temperaturen van minder dan 20°C nodig, voor een goede ontwikkeling van het stuifmeel en normale bloemen.

In een vervolgonderzoek is de knopval en strekking van de bloemsteel onderzocht (1991b). De lagere gelegen bloemknoppen hadden geen effect op de strekking van de bloemsteel, maar de aanwezigheid van de bloemknoppen op het bovenste deel van de bloemsteel stimuleerde wel de strekking van de lager gelegen gedeeltes. Dit was ook het geval als de onderste bloemen verwijderd werden. Onder hoge temperaturen waaronder knopval voorkomt, zijn planten gespoten met een 50 ppm NAA-oplossing (type auxine) en de strekking werd gestimuleerd. Als de stampers waren verwijderd zorgde NAA ook voor steelstrekking, maar er was geen bloemontwikkeling. Het toedienen van giberelline (GA₃) stimuleert de strekking van de bloemsteel en de ontwikkeling van de bloemen, maar als de bloemen waren verwijderd kon de GA₃ de strekking niet stimuleren. Dit wijst erop dat de strekking van de bloemsteel gestimuleerd wordt door auxine geproduceerd door de stampers en dat de bloemontwikkeling door GA₃ beïnvloed wordt.

Lage niveaus van auxine in de bloem kunnen knopval stimuleren door te laag te zijn (bv in onbevuchte bloemen van tabacco) en toegediende auxine kan bloemval remmen (Van Doorn en Stead, 1997). Boven bepaalde concentraties zal auxine echter knopval stimuleren omdat hoge concentraties van auxine juist ethyleensynthese stimuleren.

2.2.3 Effect van ethyleen

In *C. Sazanmi* 'Harunoumi' wordt knopval geïnduceerd door 500 ppm Ethephon (actieve stof ethyleen) ongeacht het stadium van de knop of de temperatuur (Ohno, 1991c). De strekking van de bloemstelen werd ook geremd. In een ander experiment zijn planten onder hoge temperaturen (30/25°C) behandeld met verschillende concentraties silverthiosulfaat (STS, een houdbaarheidsmiddel) en GA₃. Hierdoor werden ze in meer of mindere mate beschermd tegen knopval. Percentage bloei was afhankelijk van de lengte van de bloemschede. Het beschermende effect van STS bleef na weer een toediening van Ethephon, terwijl het beschermde effect van GA₃ werd tenietgedaan na een behandeling met Ethephon. De resultaten geven aan dat STS de ethyleenwerking, en GA₃ de ethyleensynthese remt. Of deze stoffen in de praktijk bloemtakken tegen knoprui kunnen beschermen is niet duidelijk.

2.2.4 Effect van respiratie

Knopval na het overbrengen van planten van 5-20°C naar 30°C /25°C dag-/nachttemperaturen valt samen met een afname in CO₂-productie van de knoppen. Ook in de bloemsteel en bloem was er afname in de CO₂-productie. Of deze afname een gevolg is van verminderde assimilaten-transport door hormoonbalans of verlaagde sinkactiviteit van bloemen die minder assimilaten voor respiratie aantrekt of een direct effect van warmte op het respiratiesysteem is nog niet duidelijk (Ohno,1994).

2.2.5 Effect van luchtvochtigheid

Volgens Smits (1985) kunnen jonge knoppen van de vroegbloeiende soorten in september te weinig water opnemen door grote schommelingen in luchtvochtigheid. De bladeren vullen hun te kort aan door vocht te onttrekken uit de groeipunten. Later in het jaar in november en december ontstaan kleine gele bloemen aan de takken.

Deze oorzaak is niet gezien als oorzaak van problemen in de zomer omdat de verdamping hoog genoeg zou zijn, maar als de huidmondjes sluiten onder hoge temperaturen neemt de verdamping af en mogelijk ook de wateropname.

2.2.6 Bloembestuiving

Bestuiving van de bloemen kan versnelde veroudering van de bloemen veroorzaken. Over het algemeen worden de bloemen niet bestoven in de kas, maar soms kunnen bijen of muizen zorgen voor voortijdige veroudering van Cymbidium-bloemen omdat die het stempelkapje losmaken en het bloemverouderingsproces voortijdig op gang brengen.

2.3 Discussie

In Tabel 2. is een samenvatting gegeven van enkele factoren die vroegtijdige knopval stimuleren of juist tegengaan. Over het algemeen geeft 'stress' in de plant meer kans op vroegtijdig knopval.

Tabel 2. Samenvatting van factoren die invloed hebben op vroegtijdige knopval tijdens de teelt van Cymbidium

Factor	Waarde	Effect op
Temperatuur (op fotosynthese)	hoog	Meer respiratie (dissimilatie) Stimuleert huidmondjessluiting Stimuleert concurrentie om assimilatie tussen plant onderdelen
Temperatuur (algemeen)	hoog	Remt stuifmeel ontwikkeling Verlaagt luchtvochtigheid
Luchtvochtigheid	schommelingen	Schommelende verdamping Schommelende wateropname
Hormoon giberelline		Stimuleert stuifmeel ontwikkeling Stimuleert bloemontwikkeling Remt knopval
Hormoon ethyleen		Stimuleert knopval
Hormoon auxine	Te laag of te hoog	Stimuleert knopval (te laag) Stimuleert knopval door ethyleenaanmaak te stimuleren (te hoog)

De belangrijkste hormonen geciteerd in de onderzoeken zijn auxine, ethyleen en giberellinen. In onderzoek aan bloemknopabortie in paprika (Wubs, 2009) zijn de factoren lichtintensiteit, daglengte en lichtkwaliteit, CO₂, temperatuur, RV, bemesting, aantal vruchten, wortelgroei, plant afstand en snoeimethodes genoemd als van invloed op bloemknopabortie. Er zijn twee theorieën over de mogelijke redenen over bloemknopabortie in paprika, namelijk competitie tussen de vruchten voor assimilaten of hormoongradiënten die veroorzaakt worden door de vruchten. Marcelis *et al.*, (2004) en Aloni *et al.*, (1997) vinden dat assimilatenbeschikbaarheid de factor is voor het aansturen van de hormonen. Auxine wordt geproduceerd door verschillende plantonderdelen en zo lang er een auxinestroom op gang blijft bestaat er geen mogelijkheid om een laag te vormen waardoor een bloem zou kunnen afvallen. Als auxine te laag wordt dan kan zich wel een laag vormen waardoor een bloem af kan vallen. Deze stromen worden beïnvloed door de omstandigheden en door de leeftijd van de bloemen.

2.4 Conclusies

- Vroegtijdige knopval tijdens de teelt wordt veroorzaakt door een stressmoment tijdens de ontwikkeling van de bloemtak en het vormen van een abscissielag waardoor de bloem afvalt. Dit is waarschijnlijk het gevolg van een afgenomen auxinestroom vanuit de bloem.
- Grote temperatuurverschillen beïnvloeden ook de luchtvochtigheid, wat kan leiden tot schommelende verdamping en wateropname. Deze stressmomenten beïnvloeden de hormoonhuishouding rondom de bloemen.
- De aanwezigheid van de bloemen op de bovenste deel van de bloemsteel is belangrijk voor de strekking van de hele bloemtak. De strekking wordt beïnvloedt door auxine vanuit de bloemen. Behandeling met auxine stimuleert de strekking maar niet de bloemontwikkeling.
- Boven een bepaald niveau zal auxine bloemknopabortie stimuleren omdat hoge auxineconcentraties de ethyleenproductie stimuleren.
- Een hoge temperatuur heeft een negatief effect op de eerste stadia van stuifmeelontwikkeling en hierin speelt giberelline een rol. Als giberelline toegediend wordt, bevordert dit de ontwikkeling van de bloem wel en daarmee indirect ook de strekking van de bloemtak onder hoge temperaturen.
- Een hoge temperatuur remt de stuifmeelontwikkeling en geeft meer concurrentie voor assimilaten tussen plantonderdelen.
- Als de bloemen eenmaal zijn aangelegd is het niet duidelijk wat de meest gevoelige fase voor knopval is.

2.5 Literatuur knopruï

Aloni, B., Karni, L., Zaidman, Z. and Schaffer, A.A., 1997.

The relationship between sucrose supply, sucrose cleaving enzymes and flower abortion in pepper. *Annals of Botany*, 79, 601-605

Doorn van, W.G. en Stead, A. D. 1997.

Abscission of flowers and floral parts. *Journal of Expt. Botany*, Vol. 48, no 309. pp 821-837

Ende van de, W. 2005.

Knopval Cymbidium. *Vakblad voor de Bloemisterij*. No. 37 p47.

Hew, C.S. en Yong, J.W.H. 2004.

The Physiology of Tropical Orchids in Relation to the Industry. Jean John 2nd ed. ISBN 981-238-801-X. 370 pp.

Marcelis, L.F. M., Heuvelink, E., Baan Hofman-Eijer, L.R. Den Bakker, J. and Xue, L.B. 2004.

Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. *Journal of Experimental Botany*, 55, 2261-2268

Ohno, H. 1991a.

"Participation of ethylene in flower bud blasting induced by high temperature in Cymbidium (Orchidaceae)." *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 60(2): 415-420

Ohno, H. and S. Kako 1991b.

"Roles of floral organs and phytohormones in flower stalk elongation of Cymbidium (Orchidaceae)." *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 60(1): 159-165.

Ohno, H. 1991c.

"Microsporogenesis and flower bud blasting as affected by high temperature and gibberellic acid in Cymbidium (Orchidaceae)." *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 60(1): 149-157

Ohno, H. 1994.

"Relationship between respiratory change and temperature on flower bud blasting in Cymbidium." *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 63(1): 151-157.

Paull R.E., Leonhardt, K.W. , Higaki, T. en Imamura, J. 1995.

Seasonal flowering of Dendrobium 'Jaquelyn Thomas' in Hawaii. *Scientia Horticulturae*. Volume 61, Issues 3-4, 263-272

Smits, A. W. 1985.

"Oppassen met weinig licht en lage temperaturen : vochtproblemen bij Cymbidium." *Vakblad voor de bloemisterij* 40(20): 31

Woltering, E. J. en van Doorn, W.G. 1988.

Role of ethylene in senescence of petals. morphological and taxonomical relationships. *Journal of Expt. Botany*. 39, 1605-16.

Yong, J.W.H., Hew, C.S., 1995.

Partitioning of ¹⁴C-assimilates between sources and sinks during different growth stages in the sympodial thin-leaved orchid *Oncidium Goldiana*. *Int. J. Plant Sci.* 156, 188-196.

Wubs, A.M., Heuvelink, E and Marcelis, L.F.M. 2009.

Genetic differences in fruit-set patterns are determined by differences in fruit sink strength and a source:sink threshold for fruit set. *Annals of Botany*, 104,957-964.

