



Verbetering bloeizekerheid bij potplanten en snijbloemen met behulp van moleculaire toetsen

Arca Kromwijk, Filip van Noort (Wageningen UR Glastuinbouw)
Nathalie Verhoef, Peter Balk, Riki Lamers (NSure)



Referaat

Bij diverse sierteeltgewassen is er nog onvoldoende zekerheid over het bloeieresultaat. Wageningen UR Glastuinbouw en NSure hebben onderzocht of de bloeizekerheid verbeterd kan worden met het ontwikkelen van moleculaire toetsen. Bij gewassen zoals sneeuwbal (*Viburnum opulus* 'Roseum'), hortensia, azalea en sering gaan de bloemknoppen na de aanleg in de rust. Bij deze gewassen kan de bloeizekerheid verbeterd worden als met een toets gemeten kan worden, wanneer de knoprust voldoende doorbroken is om deze gewassen succesvol in bloei te trekken. Bij het pilotgewas *Viburnum* is hiervoor een succesvolle moleculaire toets ontwikkeld. Ook voor *Hippeastrum* (amaryllis), *Bromelia*, *Cymbidium*, *Miltonia*, *Nerine* en *Zantedeschia* is onderzocht in hoeverre een moleculaire toets de bloeizekerheid in deze teelten zou kunnen verbeteren. Voor *Cymbidium* is een kasproef uitgevoerd met 0, 2, 4, 8, 13 en 16 weken 13 °C vanaf week 44-2010. Naarmate de planten langer bij 13 °C hadden gestaan, nam het aantal bloemtakken najaar 2011 toe. In de *Cymbidium*proef zijn gewasmonsters verzameld om in vervolgonderzoek een toets te ontwikkelen die het bloeieresultaat van *Cymbidium* kan voorspellen.

Abstract

In several ornamentals there is insufficient certainty about the flowering results. Wageningen UR Greenhouse Horticulture and NSure have investigated whether flowering results can be improved with the development of molecular tests. In crops such as snowball (*Viburnum opulus* 'Roseum'), *Hydrangea*, azalea and *Syringa* flower buds go into winter dormancy in autumn. Flowering results of these crops can be improved when it is possible to measure when winter dormancy is sufficiently broken to force these crops successfully. For *Viburnum* a molecular test has been developed and successfully tested. For *Hippeastrum*, *Bromelia*, *Cymbidium*, *Miltonia*, *Nerine* and *Zantedeschia* it was investigated whether development of a molecular test can improve flowering results. For *Cymbidium* a greenhouse experiment was conducted with 0, 2, 4, 8, 13 and 16 weeks 13 °C from week 44 - 2010 and plant samples were collected at the end of the treatments. As plants stood longer at 13 °C, the number of inflorescences autumn 2011 increased. The collected samples can be used to develop a molecular test in the future.

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Wageningen UR Glastuinbouw

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

Inhoudsopgave

	Voorwoord	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
2	<i>Viburnum opulus</i> 'Roseum' (sneeuwbal)	13
	2.1 Materiaal en methoden	13
	2.1.1 Fase 1.1: Verzameling materiaal voor toetsontwikkeling	13
	2.1.2 Fase 1.2: Ontwikkeling toets knoprustdoorbreking	13
	2.1.3 Fase 1.3: Validatie op praktijkbedrijven	14
	2.2 Resultaten <i>Viburnum opulus</i> 'Roseum' (sneeuwbal)	14
	2.2.1 Fase 1.1. Verzameling materiaal voor toetsontwikkeling	14
	2.2.2 Fase 1.2: Ontwikkeling toets knoprustdoorbreking	15
	2.2.3 Fase 1.3: Validatie op praktijkbedrijven	18
3	<i>Cymbidium</i>	23
	3.1 Materiaal en methoden	23
	3.1.1 Fase 2.1. Literatuuronderzoek	23
	3.1.2 Fase 2.2. Kasproef en verzameling materiaal voor toetsontwikkeling	23
	3.2 Resultaten <i>Cymbidium</i>	24
	3.2.1 Fase 2.1. Literatuuronderzoek	24
	3.2.2 Fase 2.2. Kasproef en verzameling materiaal voor toetsontwikkeling	27
4	Verkenningen voor andere sierteeltgewassen	31
	4.1 Materiaal en methoden	31
	4.1.1 Fase 3.1. Verkenningen gerelateerde gewassen	31
	4.2 Resultaten	31
	4.2.1 Azalea	31
	4.2.2 Bromelia	32
	4.2.3 <i>Hippeastrum</i> (amaryllis)	33
	4.2.4 <i>Hydrangea</i> (Hortensia)	34
	4.2.5 <i>Miltoniopsis</i> (Miltonia)	35
	4.2.6 <i>Nerine</i>	35
	4.2.7 <i>Syringa</i> (sering)	36
	4.2.8 <i>Zantedeschia</i>	37
5	Conclusies en discussie	39
	5.1 <i>Viburnum opulus</i> 'Roseum' (sneeuwbal)	39
	5.2 <i>Cymbidium</i>	39
	5.3 Andere sierteeltgewassen	40
6	Literatuur	43

Voorwoord

In dit voorwoord willen we graag iedereen bedanken die meegewerkt heeft bij de uitvoering van dit project. Allereerst de Viburnumtelers bij wie het *Viburnum* onderzoek is uitgevoerd, die gewasmonsters hebben verzameld en de bloeieresultaten van de struiken hebben beoordeeld. Een Cymbidiumteler voor de opweek van de *Cymbidium*planten na de temperatuurbehandelingen om het bloeieresultaat van de ingezette behandelingen te bepalen. Natuurlijk ook de leden van de BCO bloeizekerheid met vertegenwoordigers van alle gewassen waarvoor een verkenning is uitgevoerd voor het meedenken en mee discussiëren in de BCO-bijeenkomsten. Voor de inbreng van gewas specifieke kennis van de teelt van *Nerine* en *Zantedeschia* willen we graag gewasspecialist Paul van Leeuwen van PPO-Lisse bedanken. Tot slot alle collega's van WUR Glastuinbouw en NSure die meegeholpen hebben bij de uitvoering van dit project en het Productschap Tuinbouw voor het beschikbaar stellen van financiering voor de uitvoering van dit project.

Samenvatting

Bij diverse sierteeltgewassen is er nog onvoldoende zekerheid over het bloieresultaat en is het gewenst daar meer zekerheid over te krijgen en beter in te kunnen sturen. Wageningen UR Glastuinbouw en NSure hebben onderzocht of het ontwikkelen van moleculaire toetsen, de bloeizekerheid bij diverse potplanten en snijbloemen zou kunnen verbeteren. Voor deze verkenning zijn de onderzochte sierteeltgewassen in 5 groepen ingedeeld en die worden achtereenvolgens besproken. Voor sneeuwbal is een moleculaire toets ontwikkeld en getest en voor *Cymbidium* zijn gewasmonsters verzameld om in vervolgonderzoek een toets te ontwikkelen.

Knoprust bij heesters

Bij gewassen zoals sneeuwbal (*Viburnum opulus* 'Roseum'), hortensia, azalea en sering gaan de bloemknoppen na de aanleg in rust en kunnen deze gewassen pas succesvol in bloei getrokken worden als de knoprust voldoende doorbroken is. Als deze gewassen te vroeg in bloei worden getrokken komen de bloemknoppen niet of heel ongelijk los. Omdat er tijdens de rustdoorbreking uiterlijk niets aan de planten verandert, is het voor telers lastig vast te stellen wanneer deze gewassen succesvol in bloei getrokken kunnen worden. Bij het pilotgewas *Viburnum opulus* 'Roseum' zijn een tiental genen geïdentificeerd die gebruikt kunnen worden om de knoprustdoorbreking vast te stellen. Door de activiteit van deze genen te meten kan voor dit gewas nu voorspeld worden wanneer de knoprust voldoende doorbroken is. Gezien de goede resultaten bij *Viburnum* is de verwachting dat het ook voor Hortensia, sering en azalea goed mogelijk is een dergelijke toets te ontwikkelen.

Bloei-inductie bij orchideeën

Bij diverse orchideeën zoals *Cymbidium* en *Miltoniopsis* (Miltonia) is meer inzicht gewenst in de fysiologische status van het gewas om de productie en het bloeitijdstip beter te kunnen sturen. Bij het pilotgewas *Cymbidium* neemt de productie toe naarmate de planten in de winter langer bij een lage temperatuur hebben gestaan. Om voldoende vroeg voor de markt vraag te kunnen oogsten moet echter vroeg overgeschakeld worden naar de volgende teeltfase met hogere temperatuur. Bij deze overschakeling is echter aan het gewas nog niet zichtbaar hoeveel productie er op dat moment in potentie in het gewas is opgebouwd. Ook met stadiumonderzoek van de okselknoppen onder een binoculair is dit nog niet zichtbaar. Om te voorkomen dat te vroeg wordt overgeschakeld en de productie tegen valt, is het gewenst om te kunnen meten hoeveel productie is geïnduceerd. Na een literatuuronderzoek, is met twee *Cymbidium* cultivars ('Mrs. Sugar Lee' en 'Yellow River Esther') een kasproef uitgevoerd. Na 0, 2, 4, 8, 13 en 16 weken bij 13 °C zijn planten naar een kas met 20 °C overgezet en gewasmonsters van de okselknoppen verzameld. Naarmate de planten vanaf week 40 - 2010 langer bij 13 °C hadden gestaan, nam het aantal bloemtakken najaar 2011 toe. Wanneer financiering voor vervolgonderzoek beschikbaar komt, kunnen in de verzamelde gewasmonsters genen geïdentificeerd worden, waarvan het expressiepatroon een voorspelling van het bloieresultaat geeft.

Inductie van knopstrekking in bolgewassen

Bij bolbloemen zoals *Hippeastrum* (amaryllis) en *Nerine* blijven aangelegde bloemknoppen in rust in de bol. De bloemknoppen gaan pas strekken en verder uitgroeien als de bollen goed geprepareerd zijn. Aan de buitenkant van de bollen is niet zichtbaar wanneer de bollen voldoende geprepareerd zijn en bij andere bolgewassen is de ervaring dat klimaatomstandigheden vóór de kouperiode er voor kunnen zorgen dat meer of minder kou nodig is. Een test waarmee gemeten kan worden wanneer de bollen voldoende geprepareerd zijn om alle bloeibare knoppen te laten strekken zou meer zekerheid kunnen geven over de productie in zowel de snijbloementeelt als de teelt van bol op pot.

Hormoonbehandelingen voor bloei-inductie

In de vierde groep zijn gewassen ondergebracht waarbij de bloei geïnduceerd wordt door een hormoonbehandeling, zoals Bromelia en *Zantedeschia*. Bij Bromelia wordt bloei geïnduceerd door een ethyleenbehandeling en bij *Zantedeschia* door middel van een gibberellinebehandeling. Bij deze gewassen komt het soms voor dat partijen onvoldoende reageren op de hormoonbehandeling waardoor het bloieresultaat onvoldoende is. Anderzijds worden soms meerdere hormoonbehandelingen gegeven om zeker te weten dat alle planten voldoende generatief worden.

Als net na een hormoonbehandeling gemeten zou kunnen worden of de hormoonbehandeling voldoende effectief is geweest kan voorkomen worden dat partijen onvoldoende bloeien omdat de hormoonbehandeling te weinig effect heeft gegeven. Anderzijds kan ook voorkomen worden dat partijen onnodig meerdere keren behandeld worden. De ontwikkeling van een dergelijke toets lijkt redelijk eenvoudig, omdat het een onomkeerbare reactie is.

Stadium waarin planten gevoelig zijn voor bloei inductie

Bij Bromeliatellers is ook de wens voor een toets waarmee gemeten kan worden wanneer Bromeliaplanten bloeirijp zijn. Als de planten te jong zijn en toch met ethyleen behandeld worden, heeft dit geen effect en gaan behandelde partijen niet bloeien. Dit zou voorkomen kunnen worden, als gemeten kan worden wanneer de planten fysiologisch zover ontwikkeld zijn dat de planten gevoelig zijn voor een ethyleenbehandeling. Ook bij Zantedeschia is het van belang om te weten wanneer de knol het meest gevoelig is voor gibberelline en bloemaanleg. Bij Miltonia is een vergelijkbare vraag naar voren gekomen om te kunnen bepalen wanneer het beste moment is om de planten in de koeling te zetten om de bloei te induceren.

1 Inleiding

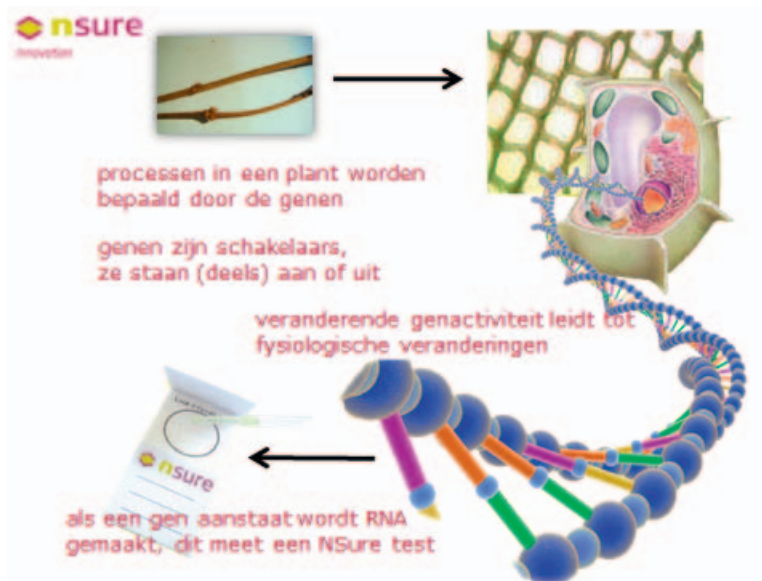
Bij diverse sierteeltgewassen is er nog onvoldoende zekerheid over het bloieresultaat en is het gewenst daar meer zekerheid over te krijgen en meer in te kunnen sturen. Bij de vroege trek van sneeuwballen (*Viburnum opulus* 'Roseum') bijvoorbeeld kan het resultaat tegenvallen door het onvoldoende loskomen van de bloemknoppen. In een onderzoek naar het verbeteren van trekresultaten in *Viburnum* (WUR-project: 3242051600) bleek dat het onvoldoende loskomen van de bloemknoppen het gevolg is van onvoldoende knoprustdoorbreking door kou. Op 3 tijdstippen zijn *Viburnum* struiken van 2 verschillende herkomsten in de koelcel gezet bij een temperatuur van 2, 5 of 8 °C gedurende 4, 6 of 8 weken. Hieruit bleek dat *Viburnum opulus* 'Roseum' in een koelcel minimaal 900 uur kou (2 tot 8 °C) nodig heeft om de knoprust van de bloemknoppen voldoende te doorbreken om de struiken succesvol in bloei te trekken (Kromwijk, 2011). Omdat het tijdstip waarop de knoppen in rust gaan en de temperatuur tijdens de rustdoorbreking van jaar tot jaar kan verschillen, verschilt ook het tijdstip waarop de knoprust voldoende doorbroken is van jaar tot jaar. Daardoor kunnen ook de trekresultaten van de vroege trek per jaar sterk verschillen. Omdat er geen uitwendige veranderingen optreden tijdens de rustdoorbreking is het niet zichtbaar wanneer de winterrust voldoende doorbroken is om de struiken succesvol in bloei te trekken. Daardoor komt het soms voor dat er flinke verliesposten optreden voor de telers als de bloemknoppen van struiken die voor de vroege trek in de kas warm zijn gezet niet of onvoldoende los komen. Dit zou voorkomen kunnen worden als het moment waarop de planten voldoende kou hebben gehad, vóór de start van de trek vastgesteld zou kunnen worden met een toets. Als uit de toets blijkt dat de knoprust nog niet voldoende doorbroken is, kan gewacht worden tot de rust wel voldoende doorbroken is. Hierdoor kan voorkomen worden dat struiken te vroeg in bloei getrokken worden met slechte resultaten en grote financiële verliezen. In eerder genoemd project is nagegaan of de BRIX-waarde van de bloemknoppen een indicatie kan geven van het moment dat de knoprust voldoende doorbroken is om de struiken succesvol in bloei te trekken. Helaas bleek de BRIX-waarde hiervoor niet geschikt.

Ook bij vroegbloeiende *Cymbidium* is meer inzicht gewenst in de fysiologische status van het gewas voor een optimale sturing van de bloei en het bloeitijdstip. In de winter wordt een lage temperatuur aangehouden om een hogere productie te krijgen. Hoe langer de temperatuur laag blijft, hoe hoger de productie. Om in het najaar vroeg te kunnen oogsten om goed aan te kunnen sluiten op vragen van de markt, moet echter vroeg in het jaar al overgeschakeld worden naar een hoge temperatuur. Te vroeg overschakelen gaat echter ten koste van de productie. Aan het gewas is niet zichtbaar wanneer overgeschakeld kan worden naar een hogere temperatuur zonder veel in te leveren op productie. Doordat vegetatieve en generatieve okselknoppen in de beginfase beide eerst ongeveer 15 bladprimordia maken die tegenover elkaar staan (Kromwijk, 2011) is in dit stadium ook met stadiumonderzoek nog niet zichtbaar hoeveel productie in potentie in het gewas aanwezig is. Daarom is meer kennis gewenst over de fysiologische status van het gewas in de winter om het juiste moment van omschakelen te kunnen kiezen om een zo hoog mogelijke productie te realiseren en toch voldoende vroeg te kunnen oogsten. Bij pot*Cymbidium* kan het aantal bloemtakken per plant zodanig tegenvallen dat sommige partijen/cultivars nog een jaar langer geteeld moeten worden om te kunnen veilen. Dit kost veel geld. Als met behulp van een fysiologische test al in een vroeg stadium gemeten kan worden dat er onvoldoende bloemtakken gaan komen, kan de bloei inductie periode verlengd worden zodat wel alle planten na twee jaar voldoende bloeien. Daarmee kan een extra teeltjaar voorkomen worden en kunnen telers veel geld besparen.

In bovengenoemde voorbeelden, maar ook in diverse andere teelten van potplanten en snijbloemen is het gewenst de diverse fysiologische fases waarin het gewas zich bevindt beter te onderscheiden, waarbij aan het gewas gemeten zou moeten kunnen worden in welke fase het zich bevindt en of al succesvol over geschakeld kan worden op een volgende teeltfase. Te vroeg overschakelen is nadelig voor de bloeizekerheid en/of bloeikwaliteit (bv. knoprust nog onvoldoende doorbroken of knoppen nog niet volledig aangelegd) en kan flinke verliesposten geven. Te laat overschakelen heeft nadelige effecten op de efficiëntie door een langere teeltduur dan nodig of te laat op de markt komen. Wanneer de teeltfase waarin het gewas zich bevindt eerder herkend of beter bepaald kan worden, dan kan de bloeizekerheid verbeterd worden en kan er beter planmatig geteeld gaan worden.

Het bedrijf NSure ontwikkelt testen waarmee m.b.v. innovatieve genometechnologie de fysiologische status van een product vastgesteld kan worden. Deze testen zijn gebaseerd op verschillen in genactiviteit in verschillende ontwikkelingsfases.

Door het meten van de genactiviteit (Figuur 1.) kan al in een heel vroeg stadium gemeten worden wanneer fysiologische veranderingen in de plant op gaan treden, ruim voordat dit aan de buitenkant van het gewas zichtbaar wordt. Bovendien kunnen ook fysiologische veranderingen gemeten worden die niet aan de buitenkant van het gewas zichtbaar worden, zoals wanneer bomen in winterrust gaan of wanneer de winterrust doorbroken is. Bij boomteeltzaailingen is bijvoorbeeld een test ontwikkeld waarmee op een snelle manier vastgesteld kan worden of de zaailingen voldoende in winterrust zijn om te kunnen rooien en opslaan. Dit roept de vraag op of voor een aantal sierteeltgewassen waarbij de bloeizekerheid nog onvoldoende is, ook dergelijke testen ontwikkeld kunnen worden om beter vast te kunnen stellen of een gewas zich al in een bepaalde ontwikkelingsfase bevindt om over te kunnen schakelen naar een volgende teeltfase. Daarmee zou de teelt beter gestuurd en de bloeizekerheid verbeterd kunnen worden. Verbetering van de bloeizekerheid kan daarmee de bedrijfszekerheid in de potplanten- en sierteeltsector verbeteren.



Figuur 1. Door het meten van de genactiviteit kan al in een heel vroeg stadium gemeten worden wanneer fysiologische veranderingen in de plant op gaan treden, ruim voordat dit aan de buitenkant van het gewas zichtbaar wordt.

Het ontwikkelen van een toets om de bloeizekerheid te verbeteren kan onderverdeeld worden in 4 fasen:

1. Literatuuronderzoek en scenario.
2. Verzamelen gewasmonsters met grote verschillen in verwachte bloei en vaststellen bloeieresultaat.
3. Selectie van indicatorgenen in de gewasmonsters waarvan het expressiepatroon correleert met het bloeieresultaat.
4. Validatie van de toets.

Met financiering vanuit strategische onderzoeksgelden van het Productschap Tuinbouw is een eerste fase van onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden om de bloeizekerheid bij potplanten en snijbloemen te verbeteren met behulp van het ontwikkelen van fysiologische testen. Dit rapport beschrijft de opzet en resultaten van het uitgevoerde onderzoek voor deze eerste fase. De doelstellingen van deze eerste fase van onderzoek waren:

- Ontwikkeling van een toets voor de mate van knoprustdoorbreking in *Viburnum opulus* 'Roseum' (sneeuwbal) en validatie van de test op praktijkbedrijven (Hoofdstuk 2).
- Literatuuronderzoek naar de mogelijkheden om een toets te ontwikkelen om de productie en het bloeitijdstip van *Cymbidium* beter te kunnen sturen (Hoofdstuk 3).
- Opzet en uitvoering van een kasproef om gewasmonsters van *Cymbidium* te verzamelen met verschillende gradaties in bloeieresultaat, waarin in een vervolgproject genen geïdentificeerd kunnen worden om een toets te ontwikkelen (Hoofdstuk 3).
- Verkennen van de mogelijkheden om toetsen te ontwikkelen voor knoprustdoorbreking en bloeizekerheid voor andere sierteeltgewassen (Hoofdstuk 4).

Voor een betere leesbaarheid is er voor gekozen dit rapport op gewas in te delen. In hoofdstuk 2 staat het onderzoek beschreven bij *Viburnum opulus* 'Roseum' (sneeuwbal). In hoofdstuk 3 staan de literatuurstudie en kasproef voor *Cymbidium* en in hoofdstuk 4 de verkenningen voor de andere sierteeltgewassen. In hoofdstuk 5 wordt afgesloten met de conclusies en discussie.

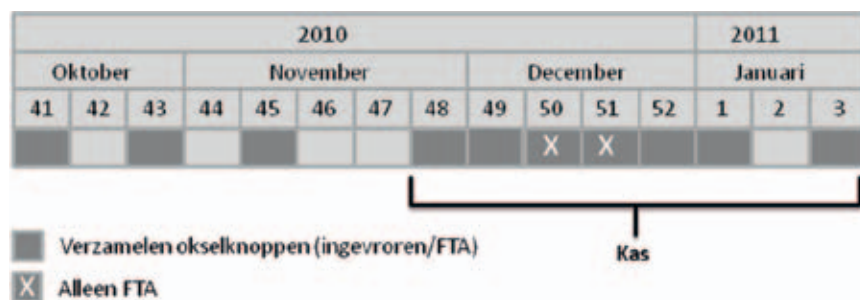
2 *Viburnum opulus* 'Roseum' (sneeuwbal)

2.1 Materiaal en methoden

2.1.1 Fase 1.1: Verzameling materiaal voor toetsontwikkeling

In het winterseizoen van 2009-2010 zijn in het onderzoeksproject 3242051600 van Wageningen UR Glastuinbouw verschillende koubehandelingen bij *Viburnum* uitgevoerd en is het trekresultaat vastgesteld (Kromwijk, 2011). Na de koubehandeling en voor het begin van de trek is knopmateriaal verzameld en ingevroren. Tevens is de bloei gekwalificeerd in relatie tot de aangelegde behandelingen.

In het najaar van 2010 is ook in de praktijk een tijdreeks uitgevoerd met 1 buitenpartij (Figuur 2.). Vanaf week 41 zijn om de 2 weken van tien struiken de bovenste twee bloemknoppen van een tak verzameld en ingevroren in vloeibare stikstof. Vanaf week 48 is elke week materiaal verzameld. Wegens technische omstandigheden konden de week 50 en 51 monsters niet worden ingevroren. Naast het invriezen van de bovenste bloemknoppen, zijn de knoppen direct daaronder gebruikt voor het nemen van FTA Whatman monsters. De FTA Whatman bemonstering is een methode waarmee telers in de praktijk zelf monsters kunnen nemen en opsturen naar NSure voor analyse. In deze bemonsteringsmethode zijn de knoppen gehalveerd en vermalen in een buisje met extractieoplossing. Na de vloeistof met een pipet te hebben opgenomen is 1 druppel op een FTA Whatman kaartje gebracht. Vanaf week 48 zijn elke week 10 struiken in de kas gezet om het bijbehorende bloeieresultaat te bepalen. De behandelingen zijn zodanig gekozen dat de vroegste startdatum (week 48) een slecht trekresultaat zou moeten geven. Naarmate de struiken later in de kas gezet worden zou het trekresultaat moeten verbeteren.



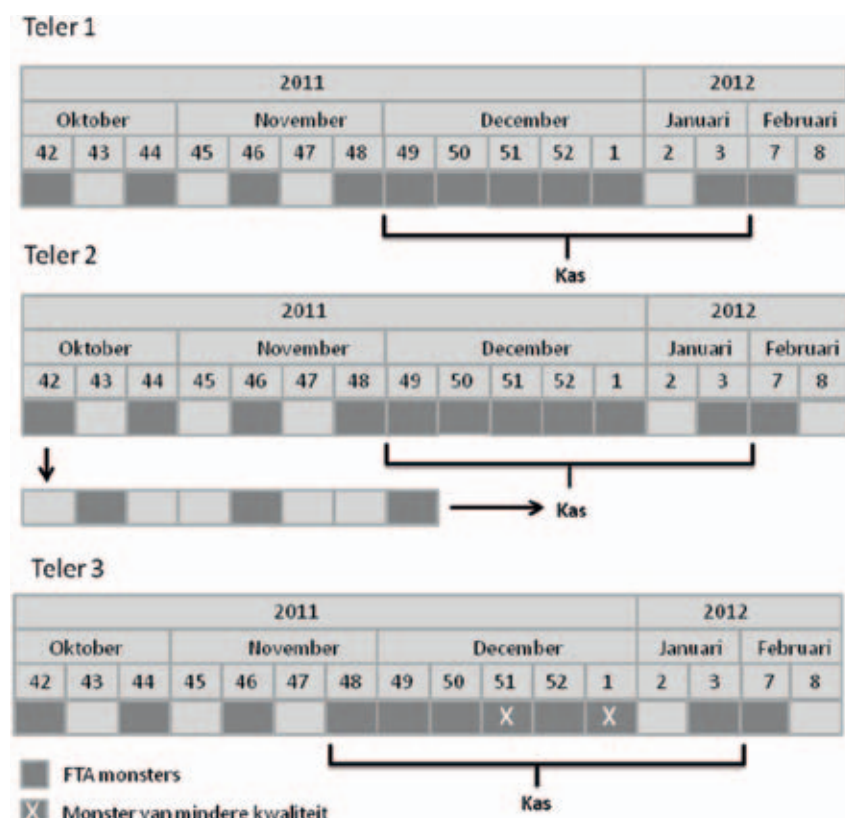
Figuur 2. Proefopzet knoprustdoorbrekingstoets 2010 bij *Viburnum*.

2.1.2 Fase 1.2: Ontwikkeling toets knoprustdoorbreking

Uitgaande van de genen die gebruikt worden in de ColdNSure testen voor verschillende soorten bomen en de verdere kennis van NSure betreffende koudetolerantie heeft NSure enkele soortgelijke genen kunnen isoleren uit het *Viburnum* materiaal wat verzameld is bij de koelproef in 2009. Om meer genen te kunnen identificeren die betrokken zijn bij knoprustdoorbreking zijn met behulp van de Next Generation Sequencing methode de expressieprofielen van twee monsters (week 41 en 49) uit de tijdreeks van 2010 bepaald. Deze expressie(genactiviteits)profielen zijn vervolgens met elkaar vergeleken om genen te kunnen identificeren die betrokken zijn bij de knoprustdoorbreking. Voor een 40tal kandidaat genen zijn primers ontworpen en zijn alle ingevroren monsters uit de tijdreeks van 2010 met behulp van de qPCR methode doorgemeten. Op grond van de correlatie die gevonden is met de knoprustdoorbreking zijn een tiental genen uitgekozen die zijn gevalideerd in de praktijkvalidatie in 2011 (Fase 1.3). Tevens is voor deze genen en hun onderlinge verhouding een fasering gemaakt waarmee bepaald kan worden of de knoprust is doorbroken.

2.1.3 Fase 1.3: Validatie op praktijkbedrijven

In het najaar van 2011 is een praktijkvalidatie uitgevoerd bij drie telers (Figuur 3.). Naast een buitenpartij is bij teler 2 ook een batch struiken gevolgd die zijn gedonkerd. Voor het donkeren zijn struiken vanaf tweede week oktober dicht tegen en op elkaar gestapeld en tot begin december afgedekt met rietmatten. Deze sneeuwbalstruiken kunnen dan vanaf begin december in bloei getrokken worden. Struiken direct van buiten, komen in die periode nog onvoldoende los en zijn daardoor moeilijk in bloei te trekken en geven een slecht trekresultaat. Bij gedonkerde struiken komen de knoppen sneller en beter los en is minder lang hoge temperatuur nodig om de knoppen los te stoken dan bij de struiken direct van buiten. Vanaf week 42 hebben de telers om de twee weken zelf een FTA monster genomen door van tien struiken de bovenste twee bloemknoppen van een tak te verzamelen. Rond het moment van de verwachte knoprustdoorbreking is er wekelijks bemonsterd (week 48 - week 1). Vanaf week 48/49 hebben de telers wekelijks struiken in de kas gezet om het bijbehorende bloeiresultaat te bepalen.



Figuur 3. Proefopzet validatie 2011.

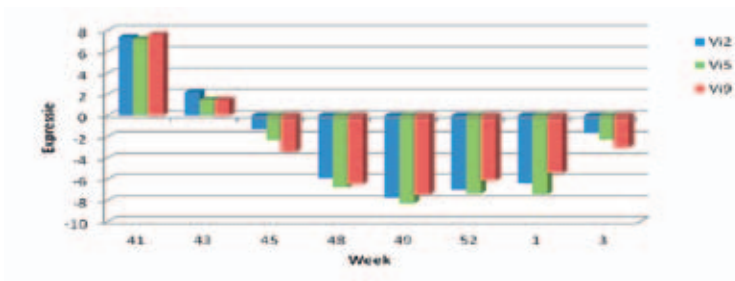
2.2 Resultaten *Viburnum opulus* 'Roseum' (sneeuwbal)

2.2.1 Fase 1.1. Verzameling materiaal voor toetsontwikkeling

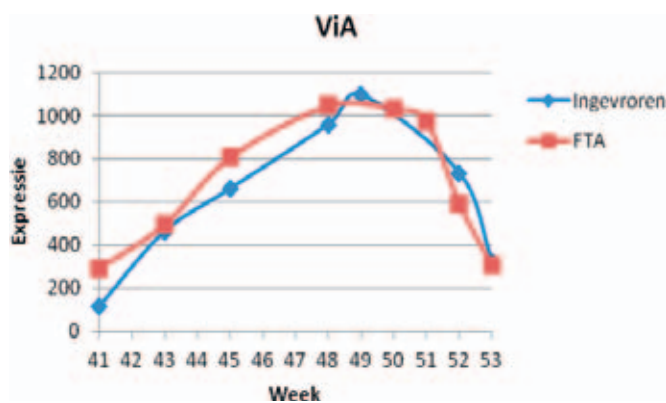
In drie opeenvolgende jaren zijn monsters verzameld (Fases 2.1.1 en 2.1.2) voor de identificatie en validatie van genen die betrokken zijn bij de knoprustdoorbreking in *Viburnum*.

2.2.2 Fase 1.2: Ontwikkeling toets knoprustdoorbreking

NSure heeft op grond van hun aanwezige kennis betreffende koudetolerantie in houtige gewassen een paar soortgelijke genen kunnen isoleren uit het verzamelde plantmateriaal van het onderzoeksproject 3242051600. Om deze set te kunnen uitbreiden en versterken is gebruikt gemaakt van een vrij nieuwe techniek genaamd Next Generation Sequencing. Met behulp van deze methode kan heel het transcriptoom, dus alle RNA moleculen in een monster, worden geïdentificeerd en kunnen de genactiviteits(expressie)profielen tussen monsters worden vergeleken. Voor deze methode is geen sequentie informatie nodig en dit is een uitkomst voor gewassen waar geen of nauwelijks genetische informatie over bekend is zoals het geval is voor *Viburnum*. Om genen te kunnen identificeren die betrokken zijn bij de knoprustdoorbreking, zijn twee monsters uit de tijdreeks van een buitenpartij in 2010 (week 41 en 49) gesequenced. Van de +/- 46000 contigs (stuk sequentie van het hele gen of een stuk daarvan), vertoonden +/- 200 contigs een verschil in genactiviteit. Voor ~40 genen die het grootste genactiviteitsverschil lieten zien tussen week 41 en 49 zijn primers ontworpen zodat de genactiviteitsprofielen van deze genen kon worden bepaald voor alle ingevroren monsters uit de tijdreeks met behulp van qPCR (Figuur 4.). Op grond van een door NSure aangelegde fasering van een tiental genen en hun indicatorverhoudingen, is de knoprust in deze tijdreeks in week 48 doorbroken, het eerste moment dat de genactiviteit van de indicatoren stabiliseert.



Figuur 4. Genactiviteit van 3 indicatoren betrokken bij de knoprustdoorbreking. Voor de tijdreeks van 2010 van buitenpartij zijn wekelijks de bovenste bloemknoppen ingevroren. RNA is uit de knoppen geïsoleerd en de genactiviteitsprofielen van indicatoren Vi2, Vi5 en Vi9 zijn weergegeven.



Figuur 5. De expressie van gen ViA is vergelijkbaar voor de ingevroren als FTA tijdreeks. Voor een tijdreeks (2010) van een buitenpartij zijn wekelijks de bovenste bloemknoppen ingevroren en is er een FTA bemonstering uitgevoerd. RNA is uit de knoppen geïsoleerd en het genactiviteitsprofiel van gen ViA is weergegeven.


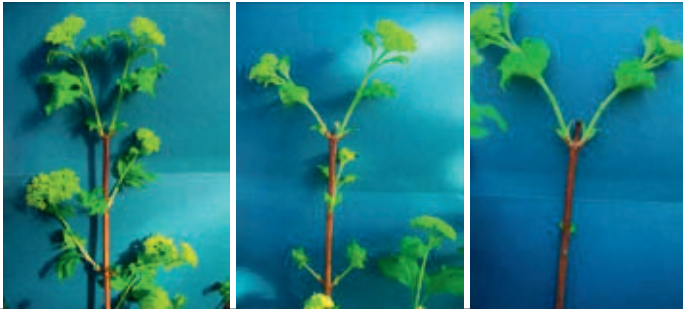


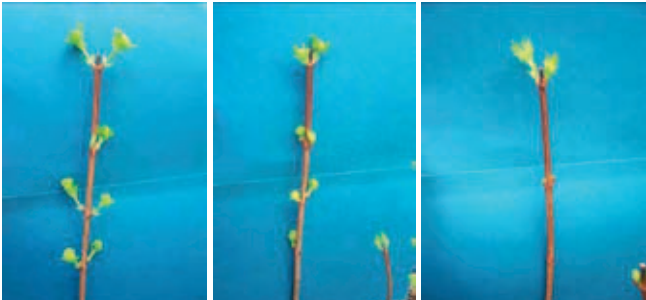
Naast dat de bloemknoppen van de bovenste positie aan de tak zijn ingevroren, zijn ook wekelijks de knoppen direct daaronder gebruikt voor een Whatman FTA monstername, een methode waarmee telers in de praktijk zelf monsters kunnen nemen. De FTA kaartjes zijn ook getest op een aantal indicatoren en dit leverde een vergelijkbaar resultaat op als de ingevroren tijdreeks (Figuur 5.).

De teler heeft vanaf week 48 wekelijks struiken in de kas gezet om het bloeiresultaat te kunnen beoordelen (Tabel 1. en 2.). Het omslagpunt van onvoldoende trekresultaat naar voldoende trekresultaat bij de struiken van buiten lag ergens tussen week 49 en 50. Alhoewel de knoprust van de struiken dan doorbroken is, leek de sapstroom nog wel traag en duurde het langer voordat de knoppen los kwamen. De trekduur was daardoor nog vrij lang. Naarmate de struiken later in de kas gezet werden, werden de struiken steeds gelijkmatiger en voller. Bij de resultaten is het wel belangrijk op te merken dat de 10 geteste struiken van buiten steeds bij een partij gekoelde of gedonkerde struiken zijn gezet. Als de hele kas vol zou hebben gestaan met struiken van buiten, zou de kas langer op 28-29 °C zijn gehouden om de knoppen los te stoken. Omdat de gekoelde en gedonkerde partijen sneller los kwamen dan de bemonsterde buitenpartij, is al eerder de temperatuur verlaagd. Langer een hoge temperatuur aanhouden zou ten koste zijn gegaan van de kwaliteit van de gedonkerde/gekoelde struiken. Deze temperatuurverlaging kan echter wel de trekresultaten van de buitenpartij hebben beïnvloed.

Tabel 1. Beoordeling trekresultaat Viburnum in 2010.

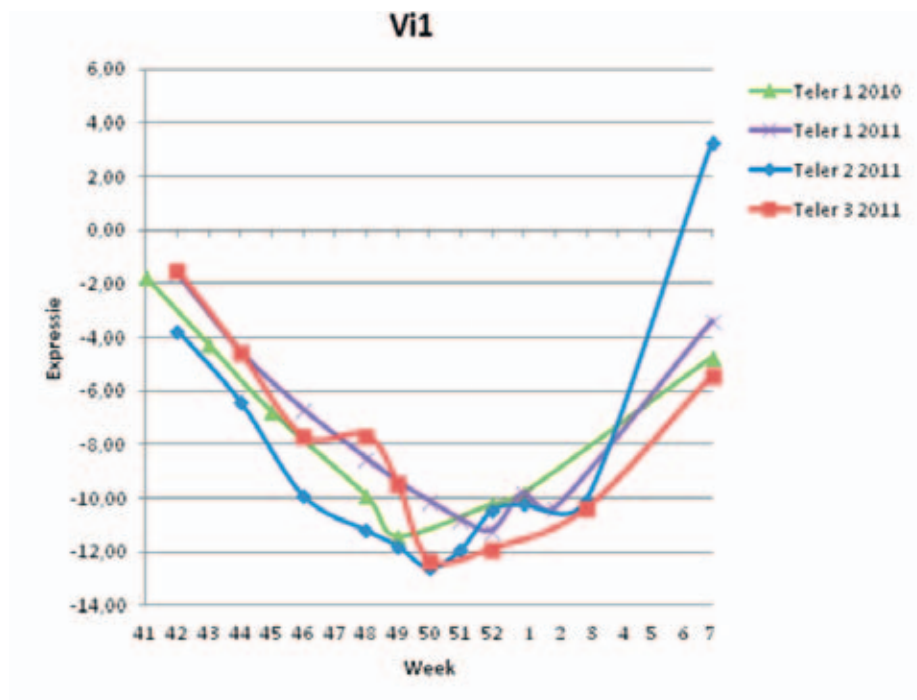
Weeknr. in kas zetten	Beoordeling trekresultaat
48	Onvoldoende. Eigenlijk zouden deze struiken nog 1 week langer 28-29 °C nodig hebben gehad om beter los te komen. Naar verwachting duurt het oogsten een week langer omdat ze ongelijker komen. Weinig tot geen takken van kunnen oogsten.
49	Onvoldoende. Trekresultaat is nog onvoldoende. Bloemen komen wel, maar ongelijk en het duurt lang om struiken leeg te snijden. Er zijn nog takken die helemaal niet los komen of waar maar 1 of 2 knoppen los gekomen zijn.
50	Voldoende. Trekresultaat voldoende. Takken komen redelijk los en redelijk gelijk.
51	Voldoende. Trekresultaat voldoende, maar trekduur is nog wat lang.
52	Voldoende. Trekresultaat voldoende. Struiken komen goed los.
1	Voldoende.
3	Voldoende.

Tabel 2. Foto's trekresultaten Viburnum 19-1-2011.

Weeknr. in kas zetten	Foto's trekresultaat 19-1-2011
49	
50	
51	
52	
1	

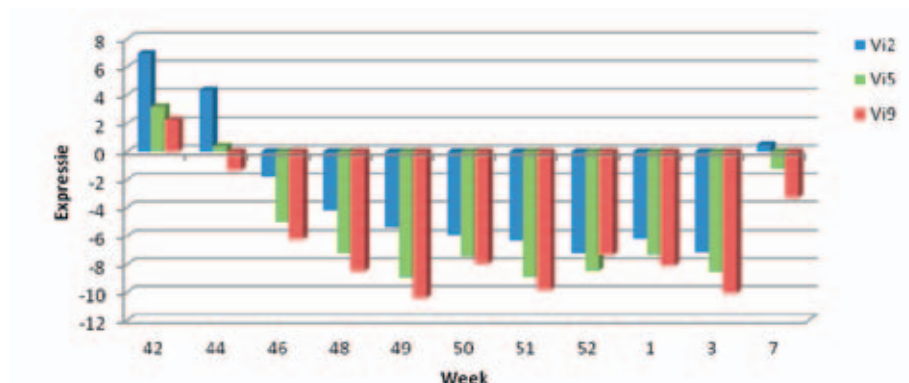
2.2.3 Fase 1.3: Validatie op praktijkbedrijven

Om de indicatoren en de door NSure aangelegde fasering te kunnen beoordelen, is in 2011 een praktijkvalidatie uitgevoerd bij drie telers. Bij de telers is een tijdreeks uitgevoerd op een buitenpartij en bij 1 teler is ook een partij meegenomen die is gedonkerd. De telers hebben vanaf week 42 om de twee weken een FTA monster genomen en rond het moment van de verwachte knoprustdoorbreking is er wekelijks bemonsterd (week 48 - week 1). Vanaf week 48/49 hebben de telers wekelijks struiken in de kas gezet om de trek te kunnen beoordelen. In Figuur 6. is het expressieverloop van indicator ViU01 weergegeven voor de buitenpartij tijdreeksen. De buitenpartij van teler 2 loopt het meest voor, gevolgd door de partij uit 2010 van teler 1. De partij van teler 1 uit 2011 gedraagt zich vergelijkbaar met de partij van teler 3. De andere indicatorverhoudingen die zijn afgeleid van de 10 genen die in de de fasering van Nsure zijn opgenomen, vertonen eenzelfde verloop.



Figuur 6. Genactiviteit van indicator ViU01 in de tijd. Voor de buitenpartij tijdreeksen van teler 1, 2 en 3 zijn wekelijks van de bovenste bloemknoppen FTA monsters genomen. RNA is geïsoleerd en de genactiviteit van ViU01 is weergegeven.

In Figuur 7. is voor de buitenreeks uit 2011 van teler 1 het verloop van de genactiviteit van 3 indicatoren weergegeven. Het gevonden expressiepatroon is vergelijkbaar met de tijdreeks uit 2010 (Figuur 4.).



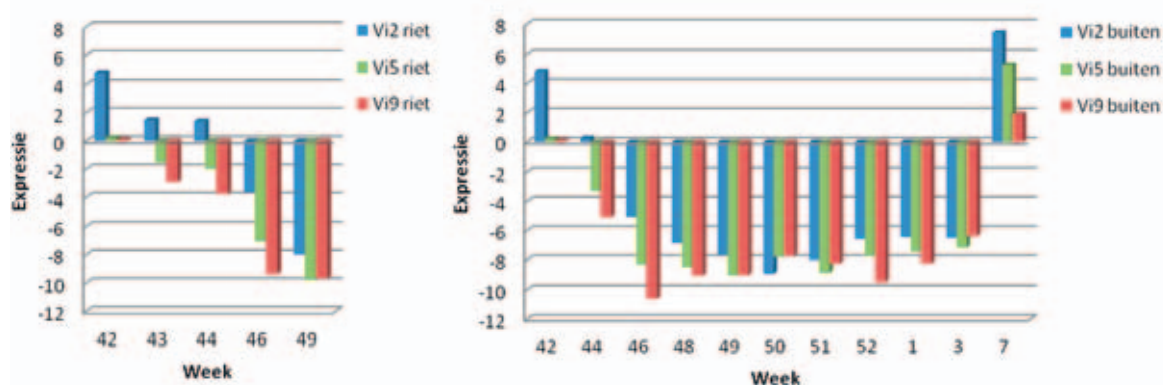
Figuur 7. Expressie van 3 indicatoren betrokken bij de knoprustdoorbreking. Voor een tijdreeks (2011) van een buitenpartij van teler 1 zijn wekelijks van de bovenste bloemknoppen FTA monsters genomen. RNA is geïsoleerd en de expressie patronen van indicatoren Vi2, Vi5 en Vi9 zijn weergegeven.

Op grond van de door NSure aangelegde fasering op de resultaten van 2010, is de knoprust bij de buitenpartij van 2011 in week 49 doorbroken. Volgens de teler lag het omslagpunt van onvoldoende trekresultaat naar voldoende trekresultaat tussen week 52 en week 1 (Tabel 2.). Hoewel de bloemknoppen daarna wel voldoende los kwamen, viel het teler 1 wel op dat in 2011/2012 de takken veel minder gelijk uitliepen dan in het jaar daarvoor. Er zaten wel voldoende bloemtrossen aan de takken, maar deze liepen dusdanig verschillend uit dat hij een deel van de bloemtrossen niet mee kon tellen als bloeiende bloemtros bij zijn kwaliteitssortering. De teler nam pas een duidelijke verbetering in gelijkheid waar voor de struiken die in week 7 in de kas zijn gezet. De teler wijt deze slechte trekresultaten vooral aan het weer in 2011 (natte koele zomer en warme herfst) en mogelijk ook deels door een andere bemesting dan in het jaar daarvoor.

Tabel 2. Beoordeling trekresultaat tijdreeks 2011 Teler 1.

Weeknr. in kas zetten	Beoordeling trekresultaat
49	Onvoldoende. Knoppen komen niet goed los.
50	Onvoldoende. Knoppen komen bijna niet los.
51	Onvoldoende Trekduur lang. Knoppen komen los, maar ongelijk.
52	Onvoldoende. Trekduur wat langer, maar takken komen redelijk los.
1	Voldoende. Takken komen goed los.
3	Voldoende. Takken komen goed los.

Uit Figuur 6. bleek dat de buitenpartij van teler 2 wat voorliep op de andere partijen. In Figuur 8a is het expressieverloop weergegeven van een drietal andere indicatoren bij teler 2. Volgens de fasering van NSure is de knoprust al in week 46 doorbroken. Naast de buitenpartij is bij deze teler ook een partij gevolgd die vanaf week 42 is gedonkerd onder het riet. Tegen de verwachting in liep deze partij iets achter op de buitenpartij (Figuur 8a,b). De knoprust in het gedonkerde monster van week 46 was nog net niet doorbroken, in week 49 was de knoprust wel duidelijk doorbroken. Waarschijnlijk lag het moment van knoprustdoorbreking eerder dan week 49, aangezien de genactiviteit van Vi9 in week 46 al is gestabiliseerd. Indicatoren Vi2 en Vi5 hebben in week 46 het niveau van stabilisatie nog niet bereikt, maar gezien het expressieverloop van beide indicatoren, zal de stabilisatie van beide indicatoren al eerder dan in week 49 zijn bereikt.



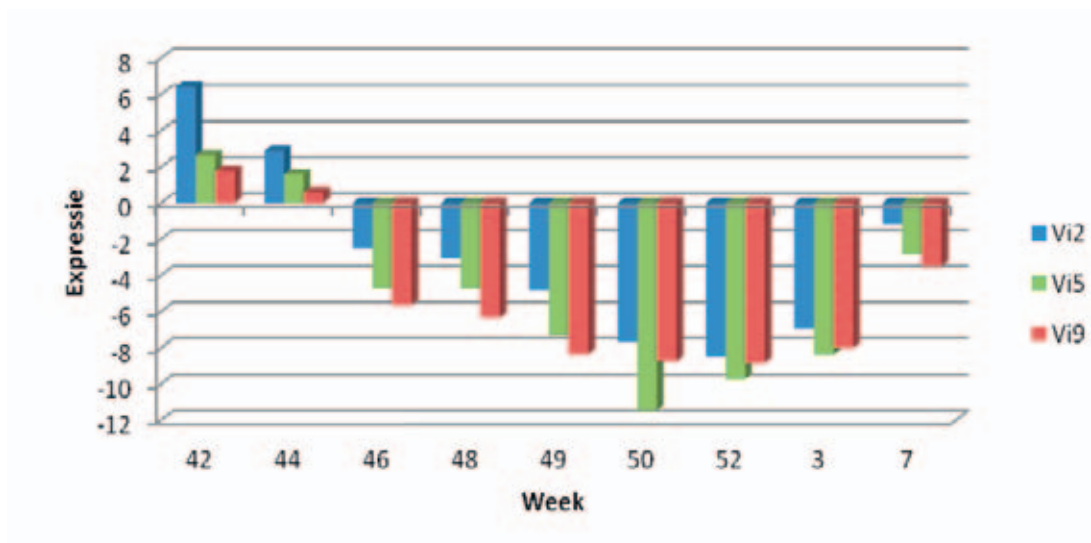
Figuur 8. Expressie van 3 indicatoren betrokken bij de knoprustdoorbreking. Voor een tijdreeks (2011) van een buitenpartij (A) en een gedonkerde partij (B) van teler 2 zijn wekelijks van de bovenste bloemknoppen FTA monsters genomen. RNA is geïsoleerd en de expressie patronen van indicatoren Vi2, Vi5 en Vi9 zijn weergegeven.

Van zowel de buitenpartij als gedonkerde partij, heeft teler 2 vanaf week 49 de eerste struiken in de kas gezet om het trekresultaat te kunnen bepalen. Het trekresultaat bleek vanaf week 49 al goed. Wel was de trekduur van de buitenpartij 4 dagen langer dan de gedonkerde partij (Tabel 3.). De partijen die later dan week 49 naar binnen zijn gegaan deden het net zo goed als de eerste partij.

Tabel 3. Beoordeling trekresultaat tijdreeks 2011 Teler 2 .

Weeknr. in kas zetten	Beoordeling trekresultaat
49 (gedonkerd)	Voldoende. Knoppen komen goed los.
49 (buiten)	Voldoende. Knoppen komen goed los.
Latere partijen	Voldoende Knoppen komen goed los.

In tegenstelling tot de eerste twee telers die hun struiken in potten met grond telen, gebruikt teler 3 steenwol als medium. De buitenpartij vertoonde een vergelijkbaar expressiepatroon met de partijen van de andere telers (Figuur 4,6,7,8 en 9). Volgens de fasering van Nsure is bij deze partij de knoprust doorbroken in week 50. Vanaf week 48 heeft de teler struiken in de kas gezet om het trekresultaat te kunnen bepalen (Tabel 4.). Volgens de teler lag het omslagpunt van onvoldoende trekresultaat naar voldoende trekresultaat tussen week 51 en week 52. In verband met het wijzigen van de temperatuur in bepaalde afdelingen zijn de eerste vier batches verplaatst naar een andere kas met het gevolg dat de struiken enkele dagen bij een lagere temperatuur hebben gestaan. Dit heeft mogelijk invloed gehad op het trekresultaat.



Figuur 9. Expressie van 3 indicatoren betrokken bij de knoprustdoorbreking. Voor een tijdreeks (2011) van een buitenpartij van teler 3 zijn wekelijks van de bovenste bloemknoppen FTA monsters genomen. RNA is geïsoleerd en de expressie patronen van indicatoren Vi2, Vi5 en Vi9 zijn weergegeven.

Tabel 4. Beoordeling trekresultaat tijdreeks 2011 Teler 3.

Weeknr. in kas zetten	Beoordeling trekresultaat
48	Onvoldoende. Zeer onregelmatig en meer dan 60% van de takken blijft zitten.*
49	Onvoldoende. Zeer onregelmatig, maar bijna alle takken komen uit.*
50	Onvoldoende Zeer onregelmatig. Ongeveer 20% van de takken blijft zitten.*
51	Matig voldoende Nog een beetje onregelmatig. Alle takken komen.*
52	Voldoende. Licht onregelmatig. Alle takken komen.
1	Voldoende. Regelmatig. Alle takken komen.
2	Voldoende Regelmatig. Alle takken komen.
3	Voldoende Regelmatig. Alle takken komen.

* De beoordeelde struiken stonden zijn bij andere partijen struiken in de kas gezet waarbij soms al eerder de temperatuur verlaagd kon worden dan voor de teststruiken. De etmaaltemperatuur is daardoor bij de eerste 4 partijen niet continu 24 graden geweest.

Uit de resultaten van 2010 en de validatie bij de drie telers in 2011 blijkt dat de ontwikkelde test gebaseerd op genexpressie een goede voorspelling geeft van de knoprustdoorbreking in *Viburnum opulus* 'Roseum'. Het is het moment dat de genactiviteit van de indicatoren stabiliseert. De genactiviteitsprofielen van de indicatoren die betrokken zijn bij dit proces vertoonden een consistent patroon tussen de telers en in opeenvolgende jaren. Een vergelijkbaar expressieprofiel werd ook waargenomen voor de partij die werd gedonderd. Het moment van knoprustdoorbreking op genetisch niveau vindt eerder plaats dan het tijdstip dat de telers aangeven dat de bloemontwikkeling voor hen voldoende is. Het is niet ondenkbaar dat tussen het moment van de knoprustdoorbreking op genetisch niveau en voldoende trekresultaat voor de telers, nog bepaalde processen plaats moeten vinden. In 3 van de 4 teelten lag het moment van knoprustdoorbreking op genetisch niveau ongeveer twee weken vóór het moment dat de telers het trekresultaat als voldoende beoordeelden. Bij teler 1 in 2011/2012 duurde het wat langer, circa 4 weken. Hier lijken andere omstandigheden de uitbloei beïnvloed te hebben, maar het is nog onduidelijk welke omstandigheden dat zijn geweest.

3 *Cymbidium*

3.1 Materiaal en methoden

3.1.1 Fase 2.1. Literatuuronderzoek

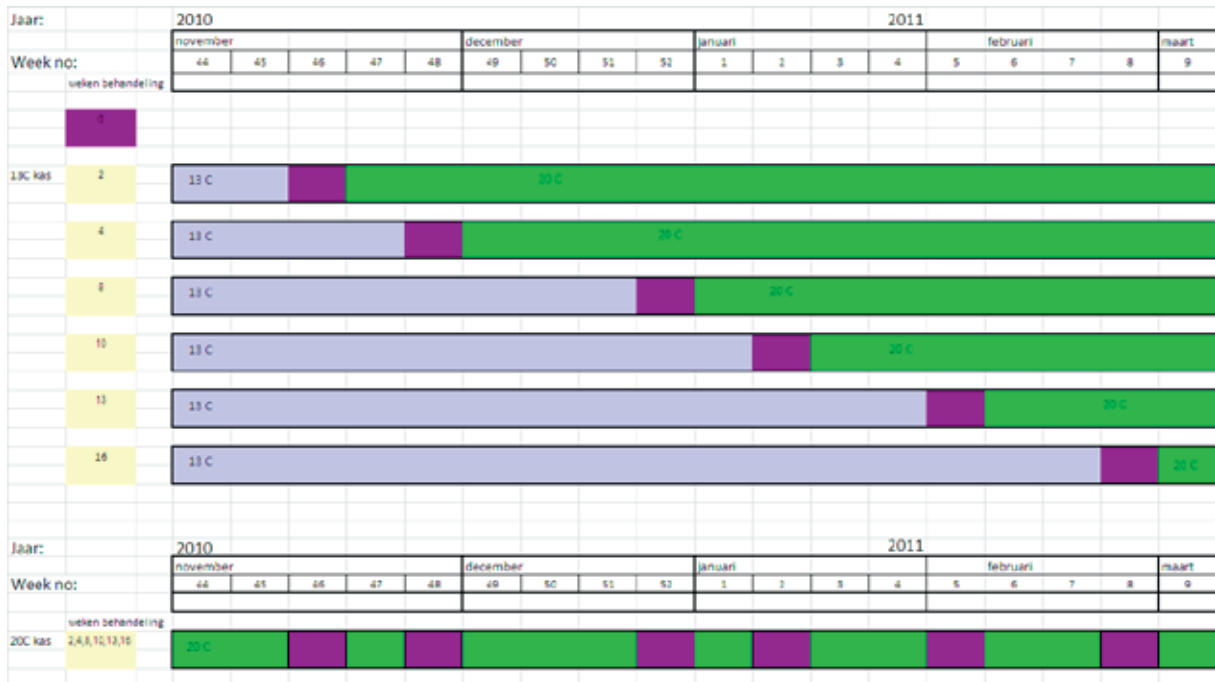
Bij *Cymbidium* is gestart met een literatuuronderzoek naar de invloedsparementers op bloei (tijdstip en aantal takken) en de mogelijkheden voor het ontwikkelen van een bloeizekerheidstoets (wel of geen bloei en aantal takken).

3.1.2 Fase 2.2. Kasproef en verzameling materiaal voor toetsontwikkeling

Om genen te kunnen identificeren die in de winter een voorspelling geven van de potentiële productie in een *Cymbidium*gewas in het najaar, zijn gewasmonsters nodig van planten die uiteenlopende producties gaan geven. Als de uiteindelijke productie van planten uit deze behandelingen bekend is, kan vervolgens gezocht worden naar genen waarvan het expressiepatroon in de gewasmonsters een goede voorspelling kan geven van de potentiële productie. Voor het verzamelen van de gewenste gewasmonsters is begin november 2010 een kasproef gestart met 0, 2, 4, 8, 10, 13 en 16 weken 13 °C in de winter (Figuur 10.), waarvan op basis van eerder onderzoek (zie paragraaf 3.2.1) een oplopende productie werd verwacht. Jonge planten van de *Cymbidium*cultivars Yellow River 'Esther' en 'Mrs. Sugar Lee' zijn in week 44 verdeeld over 2 proefkassen bij Wageningen UR Glastuinbouw. De eerste kas is ingesteld op 13 °C en de tweede kas is ingesteld op 20 °C. Vervolgens zijn na 0, 2, 4, 8, 10, 13 en 16 weken een aantal planten vanuit de 13 °C-kas naar de 20 °C-kas verplaatst. Op dezelfde tijdstippen zijn okselknoppen uit de aanwezige scheuten verzameld uit beide temperatuurkassen en ingevoren in vloeibare stikstof en in een diepvrieskast bij -80 °C gezet. Bij de start van de proef in week 44 zijn alle scheuten op de proefplanten genummerd en is de beginlengte van elke individuele scheut gemeten. Bij het verzamelen van de okselknoppen op de diverse tijdstippen is opnieuw de lengte van de scheuten gemeten en zijn de okselknoppen per scheut apart genummerd en ingevoren (Foto 1.) zodat ook bepaald kon worden in hoeverre bij de ontwikkeling van de toets rekening gehouden moet worden met de scheutlengte. Na 16 weken zijn alle planten in de praktijk verder geteeld onder gelijke normale praktijkomstandigheden en is in het najaar van 2011 het bloeieresultaat van alle behandelingen vastgesteld. Omdat er op de jonge planten minder scheuten aanwezig waren dan verwacht zijn er extra planten gebruikt om voldoende gewasmonsters te verzamelen. Daardoor bleven er minder planten per behandeling over om het bloeieresultaat te bepalen (n=2 of 3 planten per behandeling per cultivar voor bepaling bloeieresultaat).



Foto 1. Op de monstertmomenten is van elke scheut de lengte gemeten (rechts) en na het verwijderen van de bladeren zijn alle aanwezige okselknoppen verzameld (rechts) en per scheut apart ingevoren bij -80 °C.



Figuur 10. Proefopzet voor verzamelen *Cymbidium* materiaal om toets bij *Cymbidium* te ontwikkelen. De paarse blokken geven de tijdstippen aan dat er gewasmonsters zijn genomen.

3.2 Resultaten *Cymbidium*

3.2.1 Fase 2.1. Literatuuronderzoek

Het was lang onduidelijk hoe het bloeimechanisme van *Cymbidium* precies werkt. In de praktijk waren verschillende theorieën in omloop, maar desondanks was het lang moeilijk te voorspellen wanneer de plant uiteindelijk ging bloeien. Om het bloeimoment te kunnen voorspellen en de bloei te verschuiven om beter aan te kunnen sluiten op de vraag vanuit de markt, hebben Blacquière en Uitermark (2000) een literatuurstudie uitgevoerd naar de factoren die van invloed zijn op de bloei van *Cymbidium*. Uit deze studie bleek dat vooral veel was gepubliceerd en weinig was onderzocht en dat het onderzoek en/of verslaglegging vaak van matige kwaliteit was. Daarnaast spraken veel schrijvers/onderzoekers elkaar tegen, met name in de periode vóór 1980. Wel werd steeds vermeld dat de teelttemperatuur een centrale rol speelt bij de inductie.

Hogere etmaaltemperatuur in voorjaar geeft vroegere oogst in het najaar

Na de literatuurstudie is een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van de etmaaltemperatuur in het voorjaar op de productie en het bloeitijdstip van vroegbloeiende *Cymbidium* (Kromwijk *et al.* 2004). In drie opeenvolgende teeltjaren zijn *Cymbidium* planten van de cultivar 'Beauty Fred nr. 60' van 12 februari tot en met 22 mei in geconditioneerde kassen geteeld bij een temperatuur van 16, 20 of 24 °C. In het eerste teeltjaar is ook het effect van een temperatuur van 12 °C onderzocht en in het derde teeltjaar is een behandeling van 18 °C toegevoegd. Naarmate de kastemperatuur in het voorjaar hoger was, was de oogst in het najaar vroeger. Als het weeknummer van de oogstpiek wordt uitgezet tegen de etmaaltemperatuur in het voorjaar werd een min of meer lineair verband zichtbaar. Er was een lichte trend zichtbaar dat in plaats van een lineair verband mogelijk meer sprake is van een afnemende vervroeging naarmate de etmaaltemperatuur hoger is. Dit betekent dat een verhoging van de temperatuur bij een hoge temperatuur minder effect heeft dan een zelfde temperatuursverhoging bij een lage temperatuur. Op basis van het lineaire verband kon geconcludeerd worden dat een 1 °C hogere etmaaltemperatuur van 12 februari t/m 22 mei de oogst met 1,5 week vervroegd.

In het eerste teeltjaar was de productie lager naarmate de oogst vroeger was, mogelijk door een kortere groeiperiode vanaf de voorgaande oogst. De voorgaande oogst was immers voor alle behandelingen nog gelijk. In het 2^e en 3^e jaar waren de groeiperioden vanaf de voorgaande oogsten bij alle behandelingen ongeveer gelijk en waren de verschillen in productie kleiner. De productie van de 24 °C-behandeling bleef in het tweede en derde jaar echter nog wel wat achter.

Geen vervroeging door groot verschil tussen dag- en nachttemperatuur in voorjaar

In bovengenoemde behandelingen was de dag- en nachttemperatuur gelijk ingesteld. In dezelfde proef zijn ook *Cymbidium*planten geteeld bij een dag/nachttemperatuur van 26/14 °C met een gemiddelde etmaaltemperatuur van 20 °C. In het eerste jaar was er geen verschil in oogsttijdstip tussen de planten geteeld bij een dag/nachttemperatuur van 26/14 °C en een dag/nachttemperatuur 20/20 °C. In het tweede en derde jaar kwam de oogst van de planten geteeld bij een dag/nachttemperatuur van 26/14 °C drie à vier weken later dan bij een dag/nachttemperatuur van 20/20 °C. Dit zou verklaard kunnen worden door de eerder genoemde trend van een afnemende vervroeging bij een hogere temperatuur. Een temperatuurafwijking boven de 20 °C zou dan minder versnelling geven dan een zelfde temperatuurafwijking beneden de 20 °C. Bijvoorbeeld één graad temperatuur verhoging van 25 naar 26 °C zou dan minder versnelling geven dan 1 graad temperatuur verhoging van bijvoorbeeld 16 naar 17 °C.

Langere kouperiode in winter geeft hogere productie

Resultaten van het onderzoek naar een hogere temperatuur in het voorjaar gaf aanwijzingen voor de hypothese dat de temperatuur in de winter (mede) bepalend zou zijn voor de productie van vroegbloeiende *Cymbidiums* in het najaar. Daarom is vervolgonderzoek uitgevoerd naar het effect van verschillende temperatuurbehandelingen in de winter op de productie van vroegbloeiende *Cymbidiums* (Kromwijk *et al.* 2008). Er is gekeken naar het effect van het aantal weken lage temperatuur (8, 12 en 16 weken), de hoogte van de etmaaltemperatuur (10, 13, 16 en 20 °C), het effect van een hoge dag- en lage nachttemperatuur (19/13 °C en 16/16 °C) en het effect van de startdatum van de kouperiode (week 44, 48 en 52). Een continu hoge temperatuur van 20 °C in de winter gaf een erg lage productie in het najaar. Een temperatuur van 16 °C of lager in de winter gaf wel een goede productie. De productie in het najaar was gecorreleerd met het aantal weken lage temperatuur. Een toename van het aantal weken met een temperatuur van 16 °C of lager gaf een toename van de productie in het najaar, een latere start van de oogst en een oogst meer geconcentreerd in een oogstpiek. Naast het aantal weken van de kouperiode had ook de temperatuur invloed op de productie. De productie nam toe, naarmate de temperatuur lager was. Bovendien was er sprake van een interactie tussen het aantal weken lage temperatuur en de temperatuur. In het 1^e teeltjaar was er een vrijwel lineair verband tussen de productie en de gemiddelde temperatuur van week 44 t/m week 7. De productie nam toe naarmate de gemiddelde temperatuur van week 44 t/m week 7 lager was. In het 1^e teeltjaar was 13 °C de laagste temperatuur in het onderzoek en gaf de behandeling met 16 weken 13 °C de beste resultaten.

In het 2^e teeltjaar bleek dat bij een afname van de gemiddelde temperatuur van 20 °C naar 16 °C van week 44 t/m week 8 de productie lineair toenam, maar dat in het traject van 16 °C naar 10 °C de productie vrijwel gelijk bleef. Dit laatste was in het 1^e jaar nog niet zichtbaar omdat toen niet lager gegaan is dan 13 °C. De resultaten van het 2^e teeltjaar geven aan dat bij een gemiddelde temperatuur van 16 °C van week 44 t/m week 8 de benodigde koudesom voor volledige inductie blijkbaar bereikt is en dat een verdere vergroting van de koudesom weinig effect meer heeft. Uitgesplitst per cultivar bleek dat de cultivar 'Yonina' een grotere koudesom voor een optimale productie nodig heeft dan de cultivar 'Beauty Fred 60'. Om ook voor de cultivars met een grotere koubehoefte een optimale productie te realiseren zou dan in de praktijk, waar doorgaans veel cultivars bij elkaar in één kas staan, een gemiddelde temperatuur van ongeveer 13 °C van week 44 t/m week 8 aangehouden kunnen worden. Een verdere verlaging van de gemiddelde temperatuur had bij de onderzochte cultivars geen betrouwbaar effect meer op de productie.

De productie wordt vooral bepaald door de gemiddelde etmaaltemperatuur en niet door het verschil tussen dag- en nachttemperatuur. De behandelingen met een dag-/nachttemperatuur van 19/13 °C gaven namelijk vrijwel dezelfde resultaten als de 16/16 °C-behandelingen. Bovendien gaf alleen een lage nachttemperatuur (dag-/nachttemperatuur van 19/13 °C) minder productie dan zowel een lage nacht- als dagtemperatuur (13/13 °C).

Ondergrens voor temperatuur in de winter verschilt per cultivar

In onderzoek in het kader van 'Kas als Energiebron' is met financiering van het Productschap Tuinbouw en ministerie van EL&I onderzocht of de temperatuur in de winter nog verder omlaag kan (Kromwijk *et al.* 2011). Jonge planten van de cultivars *Cymbidium* Earlysue 'Paddy' (kleinbloemig), Honey Green 'Melissa' en Yellow River 'Esther' (beide grootbloemig) zijn begin november 2010 willekeurig verdeeld over 6 proefkassen met een temperatuur van 7, 10 °C en 13 °C in twee herhalingen. Door de koeling in deze kassen zijn de ingestelde temperaturen goed gerealiseerd. Op 2 februari is bij de helft van de proefplanten na 12 weken kou de temperatuur geleidelijk in één week tijd verhoogd naar 20 °C etmaaltemperatuur. Bij de andere proefplanten is vanaf 25 februari de temperatuur in één week tijd geleidelijk verhoogd tot 20 °C etmaaltemperatuur. Het effect van een lagere temperatuur in de winter op de productie in het najaar verschilde per cultivar. Bij de grootbloemige cultivar 'Esther' kan de temperatuur tot 24 februari zonder negatieve gevolgen voor de productie naar 7 °C. Een lagere temperatuur in de winter had geen negatieve effecten op de productie. Bij de grootbloemige cultivar 'Melissa' kan de temperatuur tot 2 februari ook zonder problemen naar 7 °C, maar van 2 tot 24 februari lijkt het beter om een wat hogere temperatuur aan te houden om productieverlies uit te sluiten. Bij deze cultivar gaf een lagere temperatuur tot 2 februari geen betrouwbaar verschil in productie, maar bij een langere kouperiode tot 24 februari bleef de productie bij 7 en 10 °C gemiddeld wat lager dan bij 13 °C. Bij de kleinbloemige cultivar Earlysue 'Paddy' gaf een temperatuur van 7 °C bij beide tijdsduren een negatief effect op de productie. Bij een temperatuur van 10 °C tijdens de winter was er tot 2 februari geen betrouwbaar verschil ten opzichte van een temperatuur van 13 °C, maar als de 10 °C tot 24 februari wordt aangehouden bleef de productie bij 10 °C ook achter.

Correlatie tussen einddatum kou en vroegheid oogst

De vroegheid van de oogst en de oogstduur zijn gecorreleerd met de einddatum van de kouperiode en de start van 20 °C (Kromwijk *et al.* 2008). Naarmate later gestart werd met 20 °C werd de oogst verlaat en kwam de oogst meer in een piek. Dit werd bevestigd in later onderzoek (Kromwijk *et al.* 2011). De datum waarop *Cymbidium*planten warm waren gezet had opnieuw duidelijke invloed op de vroegheid. Bij planten die vanaf 24 februari waren opgestookt was de oogstdatum bijna 2 weken later dan bij de planten die vanaf 2 februari waren opgestookt. 22 dagen later opstoken gaf gemiddeld 12 dagen vertraging van de bloei. De temperatuur tijdens de kouperiode had in dit onderzoek geen betrouwbare invloed op de vroegheid van de oogst.

Potentiële productie niet zichtbaar met behulp van stadiumonderzoek

Uit de literatuur blijkt dat het eindgroeipunt van een *Cymbidium* scheut na een min of meer vast aantal bladeren stopt en daarna geen nieuwe bladeren meer afsplitst. De stengel verdikt zich sterk en vormt een pseudobulb. Uit de okselknoppen in de bladoksels van de bladeren kunnen nieuwe scheuten of bloemtakken uit gaan lopen. Een ongedifferentieerd groeipunt in een okselknop van *Cymbidium* is plat en de bladeren staan recht tegenover elkaar. In dit stadium is nog niet te zien of de knop een scheut of een bloemtak gaat worden omdat zowel vegetatieve als generatieve okselknoppen beide eerst ongeveer 15 bladprimordia maken die tegenover elkaar staan. Dit verklaart waarom in oriënterend onderzoek in februari, maart en april geen generatieve ontwikkelingsstadia gevonden worden in de okselknoppen van *Cymbidium*scheuten (Kromwijk, 2011). Er waren alleen ongedifferentieerde groeipunten zichtbaar onder een binoculair en daardoor was nog niet zichtbaar of de okselknoppen een scheut of een bloemtak zouden gaan geven. Met stadiumonderzoek kan dus niet de potentiële productie in een gewas zichtbaar gemaakt worden op het moment dat telers een keuze moeten maken wanneer zij over moeten schakelen naar een hoge temperatuur rond januari/februari om voldoende vroeg te kunnen oogsten. Na de circa 15 bladprimordia komt een generatief groeipunt omhoog en vormt spiraalsgewijs rondom het groeipunt elk 144 graden een schutblad met een bloem.

Perspectief bloeizekerheidstoets *Cymbidium*

In de teelt van *Cymbidium* staan de telers nu voor een keuze: Vroeg starten met een hoge temperatuur om voldoende vroeg te kunnen oogsten of lang een lage temperatuur aanhouden voor een hogere productie. Op het moment dat de teler een keuze moet maken is aan het gewas niet zichtbaar hoeveel bloemtakken het gewas in het najaar in potentie zou kunnen produceren. Ook met stadiumonderzoek is dit nog niet zichtbaar te maken. Als het mogelijk zou zijn om in januari/februari de fysiologische status van het gewas te kunnen meten om te zien hoeveel bloemtakken het gewas in het najaar zou kunnen geven als op dat moment overgeschakeld wordt naar een hoge temperatuur om de uitgroei te versnellen, zou dat een hulpmiddel kunnen zijn voor het bepalen van het beste tijdstip om over te schakelen naar een hoge

temperatuur. Als de fysiologische status van het gewas zover is dat er genoeg potentie is voor een goede productie, kan er vroeg overgeschakeld worden. Als er onvoldoende productie potentie in het gewas aanwezig is, kan nog even gewacht worden met overschakelen tot deze er wel voldoende is en indien gewenst in de periode daarna een hogere temperatuur aangehouden worden om toch het gewenste bloeitijdstip te halen. Een dergelijke toets zou voor snijbloementelers tegenvallende producties in het najaar kunnen voorkomen. Voor potplantentelers voor *Cymbidium* zou een dergelijke toets een tegenvallend aantal takken per plant kunnen voorkomen, maar bij moeilijk bloeiende cultivars zou ook voorkomen kunnen worden dat partijen planten zo weinig takken maken dat de planten nog een extra teeltjaar nodig hebben om de planten te kunnen veilen. Hiermee kunnen onnodige teeltkosten voorkomen worden en de bedrijfsrentabiliteit verbeterd worden.

3.2.2 Fase 2.2. Kasproef en verzameling materiaal voor toetsontwikkeling

De temperatuurbehandelingen van week 44-2010 t/m 8-2011 lieten duidelijke verschillen zien in het bloeiresultaat najaar 2011 (Tabel 5.). Naarmate de planten langer bij 13 °C hebben gestaan was er een duidelijke toename in het aantal bloemtakken per plant te zien bij beide cultivars. Alleen de 0 weken 13 °C behandeling bij de cultivar 'Esther' wijkt af, doordat er naast 2 planten met 0 bloemtakken ook 1 plant was met 4 bloemtakken. Hierdoor kwam het gemiddelde van deze behandeling op 1,3 bloemtakken per plant. Bij de beoordeling van het bloeiresultaat viel op dat bij de cultivar 'Mrs. Sugar Lee' ook bloemtakken geoogst werden van de oude bulben. Bij de cultivar 'Esther' waren alle bloemtakken afkomstig van nieuwe scheuten.

In Figuur 11-boven is het gemiddeld aantal bloemtakken per plant voor beide cultivars uitgezet tegen het aantal weken 13 °C. Hieruit blijkt dat de cultivar 'Esther' meer kou nodig heeft dan 'Mrs. Sugar Lee' om een redelijke productie te geven. Bij 'Esther' blijft de productie lang op een laag niveau en begint pas vanaf 10 weken 13 °C duidelijk te stijgen. Bij 'Mrs. Sugar Lee' is, op de uitbijter bij 4 weken 13 °C na, meer sprake van een lineaire toename bij een toenemend aantal weken 13 °C. Bij beide cultivars blijft de productie door stijgen tot 16 weken 13 °C. Minder dan 16 weken 13 °C kost bij beide cultivars dus productie. Als alleen gekeken wordt naar het aantal bloemtakken dat op de nieuwe scheuten is gevormd (Figuur 11-onder), dan komt het verloop van de productie van de 2 cultivars dicht bij elkaar te liggen. Bij de cultivar 'Mrs. Sugar Lee' blijft het aantal bloemtakken op de nieuwe scheuten tot en met 8 weken 13 °C ook op een laag niveau en begint ook pas vanaf 10 weken 13 °C duidelijk te stijgen. Doordat deze cultivar echter ook nog takken maakt op de bulben begint de totale productie al wel eerder te stijgen. Het afwijkende verloop van de totale productie lijkt bij 'Mrs. Sugar Lee' dus het gevolg van de bloemtakken op oude bulben.

In week 44 - 2010 is bij de start van de behandelingen van alle aanwezige scheuten de lengte gemeten. Dit is op verzoek van de BCO toegevoegd omdat in de praktijk de indruk bestaat dat op bepaalde scheutlengtes makkelijker een bloemtak gemaakt wordt en de vraag is, in hoeverre hier bij de toetsontwikkeling rekening gehouden moet worden en welke scheuten dan het beste gebruikt kunnen worden om te toetsen. Bij het geringe aantal scheuten per plant bij de cultivar 'Esther' was geen duidelijke relatie zichtbaar tussen de scheutlengte en het al dan niet vormen van een bloemtak. Bij 'Mrs. Sugar Lee' waren wat meer scheuten per plant aanwezig, maar was er ook geen duidelijke invloed van de scheutlengte zichtbaar. Bij 'Mrs. Sugar Lee' met 0 en 2 weken 13 °C is op geen enkele scheut een bloemtak gemaakt. Bij de planten die 4 weken bij 13 °C hadden gestaan waren op 2 van de in totaal 7 scheuten (totaal van 2 planten) bloemtakken gemaakt. Hier was geen relatie met de scheutlengte zichtbaar. Bij de 8 weken 13 °C behandeling waren op 2 van de in totaal 9 scheuten bloemtakken gevormd. Dit waren scheuten van 20 en 22 cm in week 44 (en 33 en 34 cm op het tijdstip van bemonsteren na 8 weken 13 °C). Op de kortere en langere scheuten waren bij deze behandeling geen bloemtakken gevormd. Bij 10 weken 13 °C waren op 5 van de in totaal 8 scheuten bloemtakken gevormd. De scheuten met bloemtak waren in week 44: 7, 11, 30, 44 en 60 cm lang (respectievelijk 13, 26, 46, 58 en 74 cm bij het bemonsteren na 10 weken 13 °C) en de scheuten zonder bloemtak waren in week 44: 2, 34 en 51 cm lang (resp. 2, 59 en 66 cm bij het bemonsteren na 10 weken 13 °C). Hier was er dus geen bepaalde scheutlengte waarop wel of geen bloemtak gevormd werd. Bij de behandeling met 13 weken 13 °C was er nog maar één scheut die geen bloemtak gemaakt had. Deze was 21 cm in week 44-2010 en 41 cm bij het bemonsteren na 13 weken 13 °C. Deze scheut had in week 44 dezelfde lengte als de twee scheuten die bij de 8 weken 13 °C juist wél een bloemtak hadden gemaakt. Bij de behandeling met 16 weken 13 °C hadden alle scheuten die in week 44 al op de plant aanwezig waren 1 of zelfs 2 bloemtakken gemaakt en ook een

nieuwe scheut die na week 44 was ontstaan had al een bloemtak gemaakt. In deze proef is geen duidelijke invloed van de scheutlengte gevonden bij het al dan niet vormen van een bloemtak op een scheut. Wat wel duidelijk is, is dat als de planten maar voldoende lang bij 13 °C staan, op alle scheuten bloemtakken gevormd worden (Tabel 5.) en dat dan zelfs meerdere bloemtakken op één scheut gevormd worden. Naarmate de planten korter bij 13 °C staan, wordt op minder scheuten een bloemtak gevormd. Bij deze tussenliggende behandelingen is het dus van belang om na te gaan of de okselknoppen van afzonderlijke scheuten van één plant (waarvan enkele wel en enkele niet zullen gaan bloeien) al dan niet dezelfde test uitslag geven. Indien dit niet zo is, zal een grotere steekproef aan scheuten genomen moeten worden om een goede voorspelling van het effect van de koubehandeling te kunnen geven.

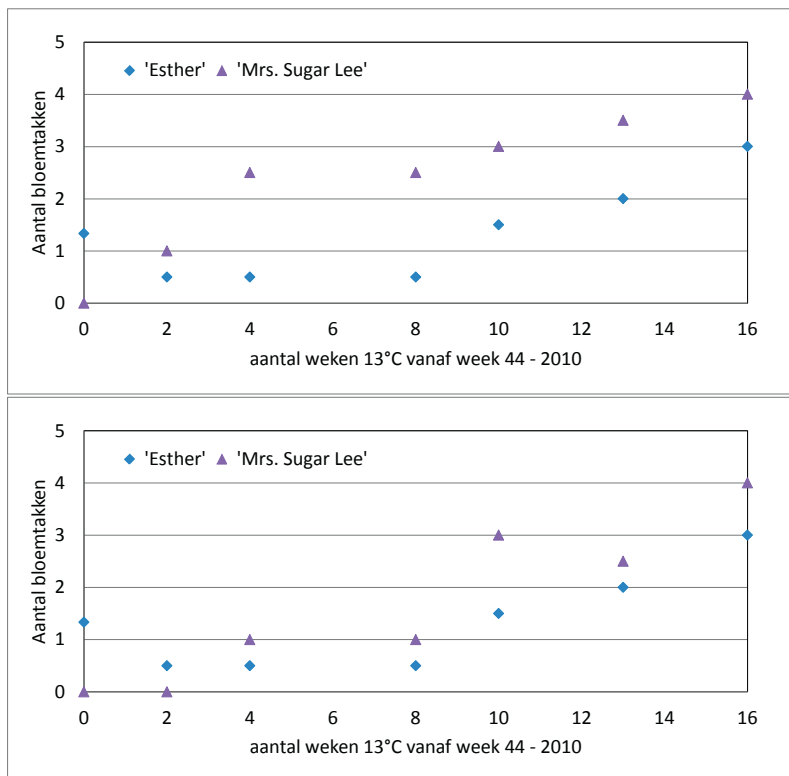
Er zijn nu dus goede gewasmonsters van *Cymbidium* beschikbaar met een bekend en uiteenlopend bloeieresultaat. Dit materiaal is geschikt om in een vervolproject genen te identificeren waarvan de genexpressie een goede voorspelling van het aanwezig productiepoteentieel kan geven en een toets te ontwikkelen om de bloeizekerheid bij *Cymbidium* te verbeteren. Het blijft overigens een voorspelling van de potentiële productie die op het moment van bemonsteren in het gewas aanwezig is. Eerder onderzoek heeft laten zien dat de omstandigheden in de fase na de 13 °C behandeling ook een effect kunnen hebben op de gerealiseerde productie. Bij een hoge temperatuur van bijvoorbeeld 24 °C (Kromwijk, 2004) of bij een laag lichtniveau onder een schermdoek (Kromwijk, 2008) kan een deel van de potentiële productie weer verloren gaan.

Tabel 5. Aantal bulben en scheuten per plant bij de start in week 44-2010, aantal en percentage scheuten met bloemtak en aantal bloemtakken op bulben, scheuten en totaal op 26 augustus 2011 bij *Cymbidium*planten die vanaf week 44-2010 gedurende 0, 2, 4, 8, 10, 13 en 16 weken in een kas bij 13 °C en daarna t/m week 8 in een kas bij 20 °C stonden (0 weken 13 °C = 16 weken 20 °C vanaf week 44). Vanaf week 9 zijn alle behandelingen in de praktijk onder praktijkomstandigheden verder opgekweekt (n=2 of 3 planten per behandeling per cultivar).

Cultivar en behandeling	aantal bulben per plant week 44-2010	aantal scheuten per plant week 44-2010	aantal scheuten per plant met 1 of 2 bloemtakken 26-8-2011	% scheuten met 1 of 2 bloemtakken 26-8-2011	aantal bloemtakken per plant op bulben 26-8-2011	aantal bloemtakken per plant op scheuten 26-8-2011	totaal aantal bloemtakken per plant 26-8-2011
'Esther'							
0 weken 13 °C	2,3	1,3	0,7	50%	0,0	1,3*	1,3
2 weken 13 °C	2,5	1,5	0,5	33%	0,0	0,5	0,5
4 weken 13 °C	2,5	1,0	0,5	50%	0,0	0,5	0,5
8 weken 13 °C	2,5	2,0	0,5	25%	0,0	0,5	0,5
10 weken 13 °C	2,5	2,5	1,5	60%	0,0	1,5	1,5
13 weken 13 °C	2,5	1,5	1,5	100%	0,0	2,0	2,0
16 weken 13 °C	2,5	1,5	1,5	100%	0,0	3,0	3,0
'Mrs. Sugar Lee'							
0 weken 13 °C	3,0	2,7	0,0	0%	0,0	0,0	0,0
2 weken 13 °C	4,0	3,0	0,0	0%	1,0	0,0	1,0
4 weken 13 °C	3,0	3,5	0,5	14%	1,5	1,0	2,5
8 weken 13 °C	5,0	4,5	1,0	22%	1,5	1,0	2,5
10 weken 13 °C	4,0	4,0	2,5	63%	0,0	3,0	3,0
13 weken 13 °C	4,0	3,0	2,5	83%	1,0	2,5	3,5
16 weken 13 °C	3,0	2,0	2,5	125%**	0,0	4,0	4,0

* 2 planten met 0 bloemtakken en 1 plant met 4 bloemtakken.

** ook op een nieuwe scheut die na week 44 gevormd is, is een bloemtak gevormd.



Figuur 11. Aantal bloemtakken per plant (boven) en aantal bloemtakken per plant op nieuwe scheuten (onder) op 26 augustus 2011 bij 2 cultivars na 0, 2, 4, 8, 10, 13 en 16 weken 13 °C vanaf week 44 - 2010 en daarna t/m week 8 in een kas bij 20 °C (0 weken 13 °C = 16 weken 20 °C vanaf week 44).

4 Verkenningen voor andere sierteeltgewassen

4.1 Materiaal en methoden

4.1.1 Fase 3.1. Verkenningen gerelateerde gewassen

Voor een aantal gewassen zijn de mogelijkheden en perspectieven verkend voor een toetsontwikkeling om de bloeizekerheid te verbeteren. Daarbij zijn de mogelijkheden nagegaan voor het ontwikkelen van toetsen voor knoprustdoorbreking en bloeizekerheid voor sierteeltgewassen met vergelijkbare problematiek en fysiologische achtergrond. Binnen het onderzoek zijn twee richtingen gedefinieerd: knoprustdoorbreking en bloeizekerheid. Voor knoprustdoorbreking is verkennend gekeken naar amaryllis, azalea, Hortensia en sering en voor bloeizekerheid naar Bromelia, *Miltonia*, *Nerine* en *Zantedeschia*.

4.2 Resultaten

4.2.1 Azalea

Azalea's behoren tot het omvangrijke geslacht *Rhododendron* dat iets meer dan 1000 soorten telt (Heursel, 1991). Het geslacht *Rhododendron* is ingedeeld in 44 reeksen, waaronder de Azalea-reeks. De Azaleareeks is zelf weer onderverdeeld in zes onderreeksen. Het assortiment azalea's kan op basis van de bloeiperiode worden ingedeeld in vier groepen: zeer vroeg, vroeg, middelvroeg en laat. Door cultivars uit verschillende groepen te kiezen kunnen azaleateelers gedurende een lang seizoen azalea's aanbieden. Het verschil tussen vroege en late cultivars zit hoofdzakelijk in de kleinere, resp. grotere koubehoefte. Cultivars met een lage koubehoefte kunnen vroeg (najaar) in bloei getrokken worden. Cultivars met een grote koubehoefte kunnen pas later (winter/voorjaar) in bloei getrokken worden.

Na de vermeerdering van azalea wordt een aantal malen getopt om de gewenste plantopbouw te verkrijgen. Als de plant de gewenste opbouw bereikt heeft, worden groeiregulatoren gebruikt om de vegetatieve groei stop te zetten en de knopvorming te stimuleren. Onder normale omstandigheden schieten er namelijk onmiddellijk onder de eindknop meerdere zijscheuten (diefjes) uit. Ze verhinderen het open komen van de eindknop en verbergen de bloemen. Groeiremmers verhinderen de ontwikkeling van die diefjes en zetten ze om tot knoppen, waardoor meerknoptakken gevormd worden. Dit geeft een betere kwaliteit planten. De resultaten van de behandeling met groeiregulatoren is voor een groot deel afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de planten op het ogenblik dat de groeiregulator zijn werking aanvangt.

Na de bloemknopaanleg gaan de bloemknoppen van azalea in een bepaald stadium van de ontwikkeling in rust. Hiermee wordt in de natuur voorkomen dat de bloemen in een ongunstige periode (winter) open gaan. De knoprust wordt in de winter doorbroken door kou. Als de rust volledig doorbroken is gaan de bloemknoppen vrijwel tegelijkertijd allemaal open. Bij een vroege trek worden de planten in het vroege najaar in bloei getrokken. Dit kan alleen met cultivars die weinig kou nodig hebben voor de rustdoorbreking. Bij de vroege trek vanaf september/oktober kunnen problemen optreden met ongelijk bloei. Dit treedt op als de planten onvoldoende kou hebben gehad voor de start van de trek, waardoor de knoprust nog onvoldoende doorbroken is. De ongelijke bloei kan verminderd worden door de planten voor de trek in de kas of in een koelcel voldoende kou te geven (Kromwijk en van Leeuwen, 2003). Als een kweker geen mogelijkheden heeft om de planten in de kas of in een koelcel te koelen, is het lastig vast te stellen wanneer de knoprust voldoende doorbroken is om de planten succesvol in bloei te trekken. Dit is aan het uiterlijk van de planten niet te zien. Bovendien verschillen de cultivars in de hoeveelheid kou die nodig is om in de trek een uniforme bloei te realiseren. Als er een toets beschikbaar zou komen waarmee telers aan het gewas kunnen meten, wanneer de knoprust voldoende doorbroken is om een uniforme bloei in de trek te realiseren, kan voorkomen worden dat partijen te vroeg in bloei getrokken worden met een slecht bloeieresultaat. De bloeizekerheid in de azaleateelt kan daarmee verbeterd worden. Gezien de goede resultaten van de toets die voor *Viburnum* ontwikkeld is om het moment te bepalen wanneer de knoprust voldoende doorbroken is voor een goed trekresultaat, lijkt dit ook voor azalea goed mogelijk. Dit biedt vooral meerwaarde voor de vroege trek en voor lastige of nieuwe cultivars.

4.2.2 Bromelia

De bromeliafamilie bestaat uit 51 geslachten en ongeveer 1500 soorten die van oorsprong alleen op het Amerikaanse continent voorkomen. De voor de sierteelt belangrijkste subfamilies zijn Bromelioideae en Tillandsioideae. Onder de subfamilie Bromelioideae vallen o.a. de geslachten *Achmea*, *Ananas*, *Neoregelia* en onder de Tillandsioideae vallen de *Guzmania*, *Tillandsia* en *Vriesea*. De commercieel belangrijkste geslachten zijn *Achmea*, *Guzmania*, *Tillandsia* en *Vriesea*.

Het lijkt erop dat binnen de bromeliafamilie meerdere mechanismen voor bloei inductie aanwezig zijn:

- Volledig afhankelijk van de hoeveelheid geproduceerd ethyleen, waarbij een drempelwaarde moet worden overschreden
- Volledig afhankelijk van de verandering in gevoeligheid van de receptor voor het ethyleensignaal, met mogelijk nog een andere factor
- Mengvormen van deze twee mechanismen

Van de belangrijkste commercieel verkrijgbare bromelia's is bekend dat de planten effectief in bloei getrokken kunnen worden met behulp van extra toegediend ethyleen. Als de planten bloeirijp zijn wordt ethyleen door de plant zelf geproduceerd in lage hoeveelheden. Mede afhankelijk van de veranderingen in gevoeligheid voor ethyleen zijn deze endogeen geproduceerde hoeveelheden voldoende om bloei te induceren. Behandelingen met ethyleen, mits toegediend aan bloeirijpe planten, hebben echter een zeer positief effect op de bloeizekerheid. Daarom hebben deze behandelingen een vaste plaats gekregen in de dagelijkse praktijk van de teler.

Bloeirijpheid wordt geschat op basis van onder andere plantgrootte, leeftijd, bladaantal, versgewicht, licht en temperatuur. Per cultivar verschilt het stadium wanneer de planten bloeirijp zijn. Op dit moment zijn er geen objectieve meetmethoden beschikbaar waarmee de teler vast kan stellen wanneer de planten bloeirijp zijn en een ethyleenbehandeling succesvol toegediend kan worden. Ethyleentoedieningen aan planten in een ongeschikt ontwikkelingsstadium resulteren in schade.

Daarnaast is onduidelijk hoeveel extern toegediend ethyleen nu echt nodig is voor succesvolle inductie van bloei.

Externe factoren die mede van invloed zijn op het uiteindelijke effect van de ethyleentoediening zijn onder andere licht, voeding en temperatuur. Ethyleen wordt, meestal in lage hoeveelheden, geproduceerd door veel planten. Uit onderzoek is gebleken dat stijging van licht en temperatuur ook stijging van de ethyleenproductie kan veroorzaken, waardoor spontane (vroeg)bloei kan optreden. In de praktijk wordt vlak voor en na het induceren van bloei d.m.v. ethyleen of acethyleen veelal schoon water meegegeven om te voorkomen dat (te) veel voeding een nadelige invloed heeft op het bloeipercentsage en de kwaliteit van bloemen. Er wordt gedacht dat stijging van licht, temperatuur en weinig voeding meer stress opleveren en door stress de ethyleenproductie wordt verhoogd. Auxinen kunnen ook bloei induceren bij Bromelia en dit principe berust waarschijnlijk op stimulering van de ethyleensynthese. Het positieve effect van de bemesting kan waarschijnlijk ook via auxine verklaard worden: een laag aanbod van nutriënten vertraagt de groei en daardoor wordt de auxine productie in het groeipunt lager en mogelijk maakt dat het groeipunt ontvankelijker voor ethyleeninductie.

Doordat het kan verschillen hoeveel extern ethyleen nodig is om de bloei te induceren kan het voorkomen dat bij sommige partijen onvoldoende bloei gerealiseerd wordt, omdat de planten te weinig ethyleenbehandelingen gekregen hebben. Dit leidt tot opbrengstderving. Om dat te voorkomen worden vaak meerdere ethyleenbehandelingen uitgevoerd om er zeker van te zijn dat de bloei volledig geïnduceerd wordt. Als na een eerste ethyleenbehandeling gemeten kan worden of de behandeling voldoende effect heeft gehad kunnen onnodige herhalingen van de ethyleenbehandelingen achterwege blijven. Bovendien kan onvoldoende bloei door te weinig ethyleen voorkomen worden, omdat in dat stadium nog extra ethyleenbehandelingen uitgevoerd kunnen worden.

Bij Bromelia zouden dus twee toetsen bij kunnen dragen aan de verbetering van de bloeizekerheid:

- Een toets om vast te stellen of een ethyleenbehandeling succesvol is geweest om het aantal ethyleenbegassing te reduceren en partijen met onvoldoende bloei te voorkomen.
- Een toets om vast te stellen wanneer de planten bloeirijp zijn, zodat ethyleenbehandelingen bij te jonge planten voorkomen kunnen worden. Omdat het stadium waarin de planten ontvankelijk zijn voor een ethyleenbehandeling per cultivar varieert, zou een dergelijke toets ook een bijdrage kunnen leveren aan onderzoek om dat snel en efficiënt bij de verschillende soorten bromelia's te onderzoeken.

4.2.3 *Hippeastrum* (amaryllis)

Hippeastrum behoort tot de familie van de Amaryllidaceae (Narcisachtigen). Hiertoe behoren o.a. ook *Nerine*, *Hemerocallis*, Narcis en Clivia. *Hippeastrum* wordt in de praktijk vaak amaryllis genoemd, maar dit werkt verwarrend omdat er nog een ander cultuurgewas is dat ook de naam amaryllis draagt, namelijk *Amaryllis belladonna*. *Amaryllis belladonna* heeft een massieve stengel en komt van oorsprong uit Zuid Afrika. De naam *Hippeastrum* hoort bij de Zuid-Amerikaanse/Caribische plant met holle bloemstengel. Van *Hippeastrum* zijn ongeveer 50 soorten bekend, allemaal afkomstig uit Midden- en Zuid-Amerika. Er zijn zowel klein- als grootbloemige typen. Via kruisingen is het huidige sortiment ontstaan. *Hippeastrum* is een tropische en sub-tropische plant en kan ook in gematigde klimaten geteeld worden bij een temperatuur van 20-25 °C vaak met bodemverwarming. De groeicyclus is 6 tot 9 maanden. In Zuid Amerika, forceert het klimaat de plant in een jaarlijkse rustperiode. Dit valt samen met een periode van droogte of hoge temperaturen als de bladeren afsterven. Zover bekend hebben de lichtintensiteit en daglengte geen effect op de bloeitijd. De bol is meerjarig en bestaat uit een gedrongen stengeldeel (de bolschijf of bolbodem), waarop de tot bolrokken omgevormde bladeren ingeplant staan (Bakker *et al.* 1980). Doordat sprake is van een afwisselende bladstand, staan de bladeren en knoppen in één vlak links en rechts van het centrum van de bol. De jeugdfase omvat 8 à 10 bladeren voordat de eerste knop wordt aangelegd. Daarna wordt om de 4 bladeren opnieuw een knop aangelegd. Tijdens de groeiperiode worden continu bolrokken afgesplitst, bijna altijd in series van vier. De serie van vier bestaat uit drie gesloten, ronde bolrokken en een halve bolrok. Aan de binnenkant van elke halve bolrok wordt een bloemknop aangelegd (Doorduyn, 1989). Afhankelijk van ras en groeiomstandigheden duurt een cyclus van 4 bladeren en één knop ongeveer 12 tot 15 weken. Vanaf het allereerste begin van de knopaanleg tot een bloeibare knop duurt 7 à 9 maanden. Een knop is bloeibaar wanneer alle bloemen van de knop stadium G⁺ (=stadium van volledige bloemaanleg) hebben bereikt. Dit komt overeen met een lengte vanaf de bolbodem van ruim 20 mm bij het begin van de temperatuurbehandeling. Bij een bodemtemperatuur van 20 °C of hoger blijven alle aangelegde knoppen in de bol en groeien niet verder uit. Om te kunnen bloeien is een periode van lagere temperatuur nodig om de strekking van de volledig aangelegde knoppen (> 20 mm) te induceren.

Uitgezonderd een enkel ras is *Hippeastrum* groenblijvend en kent geen rustperiode. Om te kunnen bloeien is een periode van lagere temperaturen nodig om de strekking van de volledig aangelegde knoppen te induceren. Bij bodemtemperaturen van 20 °C of hoger vindt geen strekking plaats. Bolbehandeling bij 13 °C leidt tot goede bloei. Lagere temperaturen, tot 9 graden zijn ook mogelijk. Hierbij wordt aanvankelijk de bladstrekking gestimuleerd en daarna de knopstrekking. Bij temperaturen tot 17 °C, wat ook nog mogelijk is, is dat precies andersom: eerst knopstrekking en daarna bladstrekking. Temperaturen vanaf 13 tot 17 °C hebben de voorkeur vanwege de beperkte bladontwikkeling. Als standaard preparatie periode geldt een duur van minimaal 8 weken. Een periode van 10 weken is beter vanwege meer bloeizekerheid. Na de noodzakelijke preparatie van 8 à 10 weken bij 13 °C kunnen de bollen nog één à twee weken bij 23 à 25 °C (RV van circa 90%) worden behandeld. Hierdoor wordt de knopstrekking geactiveerd en de teeltduur verkort (Doorduyn, 1989).

Teelt op pot.

De bloeibare bollen die als uitgangsmateriaal dienen voor de teelt van bol op pot worden in Nederland onder glas geteeld of buiten in warme streken in het buitenland (o.a. Zuid-Afrika en Brazilië). Na de groeiperiode worden de bollen gerooid en tijdens de bewaring (en eventueel tijdens transport) van de bollen vindt de preparatie plaats. In Nederland worden de bloeibare bollen in een pot geplant, voorgetrokken en geveild. Een belangrijke kwaliteitseis is het aantal stelen waarmee de bol bloeit. In de praktijk komt het voor dat het aantal stelen waarmee de bollen bloeien tegen valt. Als vóór het planten bepaald zou kunnen worden met hoeveel stelen de partij gaat bloeien, zouden deze tegenvallende bloeieresultaten met bijbehorende financiële opbrengstdervingen voorkomen kunnen worden. Het aantal stelen waarmee de bol bloeit, wordt bepaald door het aantal bloeibare knoppen (> 20 mm) die in de bol aanwezig zijn bij de start van de preparatie én de mate waarin de bollen voldoende geprepareerd zijn zodat alle aanwezige bloeibare bloemknoppen gaan strekken en uitgroeien. Het aantal bloeibare knoppen kan vast gesteld worden door een steekproef uit de partij bollen te nemen en de bollen door te snijden en te tellen hoeveel bloeibare knoppen in de bollen aanwezig zijn. Het is echter nog niet mogelijk om te meten of de bollen ook voldoende geprepareerd zijn zodat alle aanwezige bloeibare knoppen ook daadwerkelijk uit gaan groeien. Als dit met behulp van een fysiologische toets gemeten zou kunnen worden, geeft dit de telers van bol op pot de mogelijkheid om bij de aankoop van bloeibare bollen, de bollen te testen en vast te stellen of de preparatie goed heeft plaats gevonden. Indien de preparatie onvoldoende is kan aanvullende behandeling plaats vinden totdat de preparatie wel

voldoende is. Anderzijds biedt dit de telers van bloeibare bollen de mogelijkheid om bij een goed testresultaat een extra garantie mee te geven bij de verkoop van partijen bloeibare bollen.

Snijbloemeteelt

In de snijbloemeteelt van *Hippeastrum* wordt 40 weken een bodemtemperatuur van circa 22 °C aangehouden om de bladafplitsing en knopaanleg te bevorderen. Eén keer per jaar wordt de bodem gedurende 10 weken gekoeld tot een bodemtemperatuur van 12 à 13 °C om de bloeibare knoppen te laten strekken. De bloemknoppen die bij de start van de koeling groter waren dan 20 mm groeien dan uit en de kleine bloemknoppen blijven in de bol om verder te ontwikkelen en in een volgende jaar te kunnen gaan bloeien. De kerstbloei is een belangrijk afzetmoment voor de snijbloemeteelt. Om voor de kerst bloemen te kunnen oogsten moet rond half juli gestart worden met de koeling. Dit is een periode waarbij de buitentemperaturen nog erg hoog kunnen zijn en indien de koelcapaciteit niet voldoende is, lukt het niet altijd om de gewenste temperatuur van 12 à 13 °C goed te realiseren. Het is dan niet duidelijk wanneer de bollen voldoende kou hebben gehad om alle bloeibare knoppen te laten bloeien. Wanneer in de bollen gemeten kan worden wanneer de bollen zover zijn dat alle bloeibare knoppen kunnen gaan bloeien, kan dit de bloeizekerheid in de snijbloemeteelt van *Hippeastrum* verbeteren. Dan kan voorkomen worden dat te vroeg opgestookt wordt als nog niet alle bloeibare knoppen zover zijn dat ze kunnen gaan bloeien en kan onnodige opbrengstderving voorkomen worden. Een dergelijke toets zou ook bij kunnen dragen aan vragen in de praktijk waarom in sommige jaren de productie tegen valt. In andere bolgewassen is bijvoorbeeld bekend dat na warme zomers meer kou nodig is. Met de toets kan bepaald worden of tegenvallende productie bij *Hippeastrum* al dan niet te maken heeft met onvoldoende kou om de aanwezige bloeibare knoppen te laten strekken en met de toets kan dan bepaald worden wanneer de bollen wel voldoende kou hebben gehad om alle bloeibare knoppen te laten strekken. Anderzijds kan met een dergelijke toets ook voorkomen worden dat onnodig te lang gekoeld wordt. Als bepaald kan worden wanneer alle bloeibare knoppen zover zijn dat ze kunnen gaan strekken zou in sommige situaties wellicht ook eerder gestopt kunnen worden met koelen, waardoor onnodig energieverbruik voor de koeling voorkomen worden en na de koeling rustiger worden opgestookt wat ook energie kan besparen. Bovendien kan de groeiperiode van de bollen bij hoge bodemtemperatuur in die situaties verlengd worden.

4.2.4 *Hydrangea* (Hortensia)

Hortensia initieert en ontwikkelt bloemknoppen gedurende de herfst in zijn natuurlijke omgeving. Het tijdstip waarop de knoppen volledig zijn aangelegd is primair afhankelijk van de temperatuur en de cultivar. Daarnaast speelt de daglengte, lichtintensiteit, lichtsom, topmoment en samenstelling van de bemesting een rol. De hortensia kan knoppen vormen tussen 12 en 27 °C, maar het optimum ligt tussen 15-18 °C gedurende 6 tot 7 weken. Korte dag (8-12 uur) heeft een versnellende invloed op de aanleg van bloemknoppen vergeleken met lange dag (>12 uur). De knopstadia zijn beschreven en zijn met een binoculair vast te leggen. Bloemstadium 7 en hoger is met het blote oog zichtbaar, daarvoor kan dit alleen met hulpmiddelen. De knoppen moeten stadium 5-6 bereikt hebben om de koeling in te gaan (stadium 5 - zowel primaire als secundaire bloemprimordia zichtbaar; stadium 6 - kelk- en kroonbladprimordia van elke bloemprimordium zichtbaar).

Hortensia heeft een rustperiode nodig en deze rustperiode neemt, cultivarafhankelijk, zes tot acht weken in beslag. Wanneer de knoppen nog niet in stadium 5 zijn en de planten in verband met de vorst toch naar binnen worden gehaald is een voorrust periode in het licht nodig om de bloemknoppen eerst verder af te laten rijpen. Planten met knoppen vanaf stadium 5 kunnen in een donkere koelcel bewaard worden om de knoprust te doorbreken. Deze knoprustdoorbreking duurt ongeveer 42 dagen, dat is ongeveer 1000 uur bij 3-5 °C. In deze periode worden remmende stoffen afgebroken en wordt in de daaropvolgende trek de uitloop, strekkingsgroei en de gelijkmatige uitloop bevorderd.

De te ontwikkelen toets zou een bijdrage kunnen leveren aan het beter aan kunnen geven wanneer de knoprust doorbroken is bij bepaalde cultivars en wellicht ook aan de recente problemen met het blijven zitten van scheuten, waarin wel een knop is aangelegd. Vanwege de goede resultaten van de toetsontwikkeling bij *Viburnum* is er vanuit zowel pot- als snijhortensiatelers veel belangstelling voor het ontwikkelen van bloeizekerheidstoetsen voor Hortensia. In recente gesprekken met Hortensiatelers is naar voren gekomen dat er ook belangstelling is om vast te stellen wanneer de knopaanleg voldoende is.

4.2.5 *Miltoniopsis* (Miltonia)

Het geslacht *Miltonia* behoort tot de familie van de Orchidaceae en subfamilie Oncidieae. De plant is zeer nauw verwant aan de *Oncidium* en de *Odontoglossum*. In 1837 werd *Miltonia* opgenomen in het 'Botanical Register' en omvatte toen nog de Braziliaanse en Colombiaanse soorten. Later is deze groep gesplitst en is de geslachtsnaam *Miltoniopsis* ingevoerd voor de soorten uit het Colombiaanse bergland (Andes en Centraal Amerika) en wordt de naam *Miltonia* aangehouden voor de soorten uit Brazilië. *Miltonia* is een epifyt en *Miltoniopsis* is een epifyt of lythofyt. Een lythofyt is een plant die zich op gesteente kan verankeren. Beide groepen vormen pseudobulben aan de basis van de scheut. Bij *Miltonia* hebben de bulben op de top 2 bladeren, in tegenstelling tot *Miltoniopsis* die 1 blad op de top van de pseudobulb heeft staan. De bloemtak begint bij beide groepen bij de voet van de pseudobulb. *Miltoniopsis* komt voor in altijd vochtige nevelwouden. De bergdorpen in Colombia zijn het belangrijkste thuisland. Zij houden van een lage temperatuur in de zomermaanden en kunnen niet goed tegen een te grote instraling in de zomer (Klaassen, 1990). De Braziliaanse soorten verdragen hogere temperaturen.

De hybriden die geteeld worden, zijn voortgekomen uit kruisingen van diverse *Miltoniopsis* soorten met verschillende bloeitijden. *M. phalaenopsis* bloeit in de zomer van augustus tot september, *M. roezlii* bloeit in de herfst in de maanden oktober en november en *M. vexillaria* bloeit in het voorjaar in mei en juni. Voor *Miltoniopsis* zijn er nog veel vragen op het gebied van teelt- en bloeisturing. Onderzoek in Amerika heeft laten zien dat naast temperatuur ook daglengte en ontwikkelingsstadium van de pseudobulb een rol spelen (Lopez en Runkle, 2006 en Lopez en Runkle, 2008). De bloei wordt bevorderd door een lage temperatuur van 11 of 14 °C. Korte dag omstandigheden in het laatste deel van de vegetatieve fase voorafgaand aan de koeling gaven een positief op de bloei en de grootte van de pseudobulb heeft ook invloed op het bloeiresultaat. Pseudobulben > 3,1 cm bij de start van de koeling werden voor 90% generatief en pseudobulben met een diameter < 1,5 cm maar voor 27%. Dit onderzoek is echter met een beperkt aantal hybriden gedaan en gezien de verschillen in bloeitijden van de kruisingsouders is het denkbaar dat andere hybriden anders reageren.

Voor de teelt van *Miltoniopsis* zijn 2 momenten in de teelt naar voren gekomen, waar een bloeizekerheidstoets in mindere of meerdere mate bij zou kunnen dragen aan de verbetering van de bloeizekerheid:

- In het 1^e deel van vegetatieve fase streven telers er naar om de plant meer zijscheuten te laten maken om een betere plantopbouw te verkrijgen. Hoe dit gestuurd kan worden is nu nog niet duidelijk. Daarom is ook niet duidelijk in hoeverre een toets voor bloeizekerheid in deze fase een bijdrage kan leveren. Er zal eerst meer kennis opgebouwd moeten worden over welke factoren een rol spelen in dit proces.
- In het 2^e deel van vegetatieve fase vindt de uitgroei van de vegetatieve scheuten en pseudobulben plaats. Daarna gaan de planten naar de koeling om de bloei te bevorderen. Vraag van de telers hier is, wanneer de planten geschikt zijn voor bloei inductie. Als met een toets gemeten zou kunnen worden, wanneer de planten met goed bloeiresultaat in de koeling gezet kunnen worden, kan voorkomen worden dat partijen planten die nog niet geschikt zijn, te vroeg in de koeling worden gezet, met slechte bloei als resultaat. De bloeizekerheid zou daarmee vergroot kunnen worden.

4.2.6 *Nerine*

Nerine bowdenii behoort net als amaryllis tot de familie van de Amaryllidaceae en bloeit aan het einde van de groeicyclus. In gerooide bollen zijn twee knoppen aanwezig; één knop (10 - 12 mm) bloeit over 1 jaar wanneer de groeiomstandigheden goed zijn en één knop (1-2 mm) groeit in het 1^e jaar door tot 10-12 mm en bloeit dan over 2 jaar. Het probleem qua bloeizekerheid bij *Nerine* is, dat de grote knop regelmatig niet uitgroeit, waarbij het nog onduidelijk is waarom niet. *Nerine* heeft kou nodig voor rustdoorbreking, maar niet direct voor bloemstrekking. Na de rustperiode is eerst een groeiperiode van 7 maanden in de grond en daarna vindt pas strekking van de knop plaats. Bij *Nerine* is er nog veel onduidelijkheid waarom aangelegde knoppen niet door groeien. Licht speelt een rol omdat de aangelegde knoppen vooral bij teelten in de moeilijkste (donkerste) periode van het jaar niet doorgroeien. Volgens gewasonderzoeker *Nerine*, Paul van Leeuwen (PPO Lisse) is een onderzoek naar genen die de strekking veroorzaken interessant, maar voor wel of geen strekking kan beter eerst gekeken worden naar amaryllis. De problematiek is daar ongeveer hetzelfde, maar bij amaryllis is al veel meer bekend over het gewas en is het minder complex dan bij *Nerine*.

Er is onderzoek gedaan naar het inzetten van een MRI-scan voor knoponderzoek bij *Nerine*. Dat voldoet goed, maar is duur. Bij TNO is men wel bezig met ontwikkelen van röntgentechniek voor dit soort problemen, maar die ontwikkeling gaat nog wel enkele jaren duren.

4.2.7 *Syringa* (sering)

Het geslacht *Syringa* behoort tot de familie van de Oleaceae (Olijfachtigen). Tot deze familie behoren onder andere ook de geslachten *Forsythia*, *Jasminum*, *Fraxinus* en *Ligustrum*. De meeste seringgen (24 soorten) komen voor in China en Korea. Twee soorten komen uit de Himalaya en twee uit Zuid-Oost Europa. Dit zijn onder andere *Syringa vulgaris* en *Syringa josikaea*. In het geslacht *Syringa* worden twee ondergeslachten onderscheiden:

1. *Eusyringa*
 - a. Sectie *Villosae*
 - b. Sectie *Vulgaris*
2. *Ligustrina* ('Ligusterseringen', kleinbloemig en wit van kleur).

Het ondergeslacht *Eusyringa* is voor de treksering het meest van belang en is onderverdeeld in 2 secties: *Villosae* en *Vulgaris*. Tot deze laatste groep behoort de soort *Syringa vulgaris*. Van *Syringa vulgaris* bestaan zeer veel cultivars, waarvan er slechts enkele geschikt zijn als treksering (van den Berg, 1988). De witte *Syringa vulgaris* 'Madame Florent Stepman' is de meest geteelde cultivar als treksering.

De seringenstruiken die in de winter in de kas in bloei zijn getrokken worden in maart-april weer uitgeplant om in de zomer veel nieuwe wortels en voldoende scheuten (bladeren) te laten maken om struik weer te laten herstellen. De takken die in de eerste zomer na de trek zijn gegroeid, zijn te kort om in bloei te kunnen trekken. Daarom worden de struiken vanaf de bladval in het najaar sterk terug gesnoeid. In de tweede zomer worden de takken wel voldoende lang en begint in de tweede helft van juni de bloemknopaanleg. De bloemknopaanleg wordt bevorderd door kort voor het afsluiten van de lengtegroei van de takken, de groei te remmen. Dit tijdstip kan per jaar sterk variëren afhankelijk van de weersomstandigheden en de cultivar. Vroeger werd de groei geremd door de struiken rond te steken. Tegenwoordig wordt een bespuiting met Alar uitgevoerd en steekt men de struiken later in het seizoen rond om de kluitvorming te bevorderen en om het risico van doorgroeien en doorschieten van de eindknop te verminderen. Het gebruik van Alar vergroot het aantal oogstbare takken (ook kleine dunne takken komen in bloei) en verhoogt bij 'Madame Florent Stepman' het aantal bloemtrossen per tak, waardoor de geoogste bloemtakken in een betere sortering geveild kunnen worden. In een warme, droge zomer verloopt de bloemknopaanleg iets sneller dan in een koele, natte zomer. De bloemknopaanleg wordt voltooid tussen eind augustus en eind september (Sijtsema, 1962 en van den Berg, 1988b).

Na de bloemknopaanleg gaan seringgen, net als sneeuwballen, niet direct bloeien. De bloemknoppen blijven nog enige tijd in rust om te voorkomen dat de plant tijdens ongunstige weersomstandigheden zou gaan bloeien. Bij sering blijven de knoppen in de zomer in rust door de remmende werking van de bladeren en in de periode begin september tot half oktober gaat de zomerrust langzaam over in de winterrust (van den Berg, 1988b). Tijdens de winterrust wordt de groei tegen gehouden door omstandigheden binnen het meristeem (endodormancy) en is een minimale kouperiode nodig om de winterrust zodanig te doorbreken dat de struiken in bloei getrokken kunnen worden. Kronenberg (1994) heeft voor *Syringa vulgaris* L. een temperatuurmodel gemaakt dat het bloeitijdstip kan voorspellen en gaat uit van een koudebehoefte van 400 uur bij een temperatuur onder de 7 °C. De koubehoefte van sering is minder groot dan bij sneeuwbal en daarom kunnen al eerder in het seizoen struiken in bloei getrokken worden. Daarvoor is dan wel een heel hoge temperatuur nodig (38 °C).

Voor sering zou een vergelijkbare toets als bij sneeuwbal ontwikkeld kunnen worden om beter te kunnen bepalen wanneer de knoprust voldoende doorbroken is om de struiken succesvol in bloei te trekken omdat dit tijdstip van jaar tot jaar kan verschillen door variërende klimaat- en teeltomstandigheden buiten. De kwaliteit van de vroege trek kan daarmee verbeteren en de trek van partijen struiken waarvan de knoppen niet of onvoldoende loskomen kan daarmee voorkomen worden. Het zou bovendien een hulpmiddel kunnen zijn bij het bepalen van de knoprustdoorbreking bij moeilijke of nieuwe cultivars. Gezien de veelbelovende resultaten van de toetsontwikkeling bij sneeuwbal lijkt het ontwikkelen van een toets voor het bepalen van het moment van rustdoorbreking bij sering goed haalbaar.

4.2.8 *Zantedeschia*

Zantedeschia is een Araceae uit het zomerregengebied van Zuid Afrika, dat wil zeggen dat deze plant in bloei komt bij hoge temperaturen en water en daarna in rust gaat bij lage temperaturen en geen neerslag in de winter. *Zantedeschia* heeft geen knoprustdoorbreking nodig, maar de bloemen moeten aangelegd worden. In de praktijk worden gibberellinen gebruikt om de bloei inductie te bevorderen en dat is een behoorlijk zwart/wit reactie volgens Paul van Leeuwen, Gewasonderzoeker bijzondere bolgewassen (PPO Lisse). Knollen worden gedompeld in een bad met 100-125 dpm GA3 (1 pil berelex op 10 of 8 liter water). Een hogere dosering levert bloemmisvorming op (Van Leeuwen, 2003). De bloeizekerheidsvraag is ontstaan omdat bij planten in het voorjaar niet alle bloemen die in aanleg aanwezig zijn ook tot bloei komen en daarbij zijn er ook nog vragen rondom de bloemaanleg, namelijk op welke manieren zou de aanmaak van natuurlijke gibberellinen gestuurd kunnen worden om meer grip op de teelt te krijgen. Ook is het van belang om te weten wanneer de knol het meest gevoelig is voor gibberelline en bloemaanleg.

Een toets is wenselijk om het effect van een dompelbadbehandeling in een vroeg stadium te kunnen controleren (kwaliteit) en nog beter zou het zijn wanneer de toets ook een antwoord kan geven op de verwachte bloeirijkheid (kwantiteit). Daarmee zou voorkomen kunnen worden dat bollen onnodig meerdere keren gedompeld worden. Bloementelers zouden met een dergelijke toets kunnen testen of partijen knollen die zij kopen een goede bloeiverwachting hebben (bijvoorbeeld met knoppen van zuidelijk halfmond om gaten op te vullen). Anderzijds kunnen bollentelers bij de verkoop van partijen knollen aan bloementelers bij een goed toets resultaat bij de uitlevering van knollen een soort bloeigarantie meegeven.

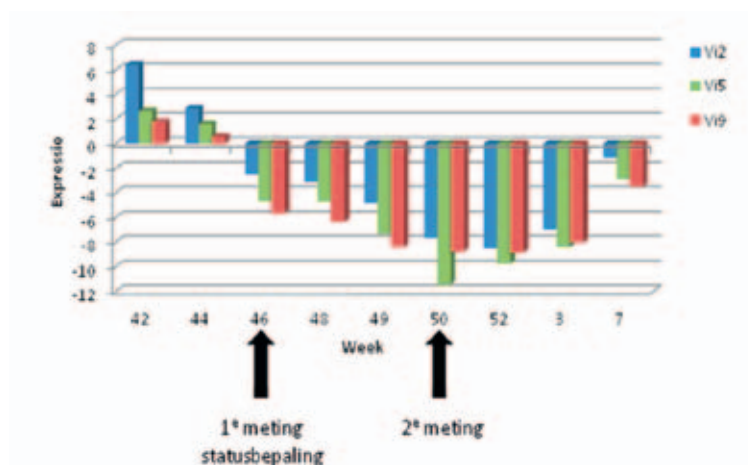
Het ontwikkelen van een toets zou redelijk eenvoudig moeten zijn, omdat de invloed van gibberellinen groot is en daarmee grote verschillen tussen behandelingen aangelegd kunnen worden. Wanneer knollen in februari/maart gedompeld worden is het mogelijk om na ongeveer 5 weken met een binoculair de knoppen te zien, dus het verzamelen van gewasmonsters en bepalen van bijbehorend bloeiresultaat zijn onder een binoculair snel te zien zijn en kunnen zonder kasproef uitgevoerd en vast gesteld worden.

5 Conclusies en discussie

5.1 *Viburnum opulus* 'Roseum' (sneeuwbal)

De knoprustdoorbreking is in *Viburnum opulus* 'Roseum' goed te meten met de ontwikkelde test gebaseerd op genexpressie. Het is het moment dat de genactiviteit van de indicatoren stabiliseert. De genactiviteitsprofielen van de indicatoren die betrokken zijn bij dit proces vertoonden een consistent patroon tussen de telers en in opeenvolgende jaren. Een vergelijkbaar expressieprofiel werd ook waargenomen voor een partij die werd gedonkerd. Het moment van knoprustdoorbreking op genetisch niveau vindt eerder plaats dan het tijdstip dat de telers aangeven dat de bloemontwikkeling voor hen voldoende is. Het is niet ondenkbaar dat tussen het moment van de knoprustdoorbreking op genetisch niveau en voldoende trekresultaat voor de telers, nog bepaalde processen plaats moeten vinden. In 3 van de 4 teelten lag het moment van knoprustdoorbreking op genetisch niveau ongeveer twee weken vóór het moment dat de telers het trekresultaat als voldoende beoordeelden. Bij teler 1 in 2011/2012 duurde het wat langer, circa 4 weken. Hier lijken andere omstandigheden de uitbloei beïnvloed te hebben, maar het is nog onduidelijk welke omstandigheden dat zijn geweest.

Om het eerste moment van de knoprustdoorbreking te kunnen bepalen wordt aanbevolen om een dubbele meting uit te voeren (Figuur 12.). De eerste meting wordt uitgevoerd ruim voor de knoprustdoorbreking om vast te stellen hoe ver de struiken al zijn. Aan de hand van dit monster kan dan ook een advies gegeven worden wanneer het volgende monster genomen moet worden. Om alleen vast te kunnen stellen of de knoprust doorbroken is, is 1 monster afdoende. Er kan dan echter niet worden vastgesteld hoe lang de knoprust al is doorgebroken aangezien de expressie van de indicatoren na de knoprustdoorbreking stabiliseert. De test kan ook gebruikt worden om verschillende partijen onderling te vergelijken en te bepalen welke partij als eerste in bloei getrokken kan worden.



Figuur 12. Er zijn twee Nsure meetpunten nodig om het eerste moment van de knoprustdoorbreking goed te kunnen meten.

5.2 *Cymbidium*

Uit de literatuurstudie bij het pilotgewas *Cymbidium* bleek dat de productie van vroegbloeiende cultivars toe neemt naarmate de planten in de winter langer bij een lage temperatuur hebben gestaan. Naarmate in januari/februari eerder overgeschakeld wordt naar een hoge temperatuur wordt de bloei vervroegd. Om aan te kunnen sluiten bij de grote vraag naar *Cymbidium*s in oktober willen telers vroeg overschakelen naar een hoge temperatuur. De productie kan dan soms tegenvallen doordat men te vroeg overgeschakeld is. Bij het overschakelen naar een hogere temperatuur is aan het gewas nog niet zichtbaar hoeveel productie er in potentie in het gewas is opgebouwd.

Ook met stadiumonderzoek van de okselknoppen onder een binoculair is dit op dat moment nog niet zichtbaar. Een moleculaire toets zou de bloeizekerheid kunnen verbeteren als op het moment van overschakelen naar een hoge temperatuur aan het gewas gemeten kan worden hoeveel productie er in potentie in het gewas aanwezig is. Bij voldoende potentie kan vroeg overgeschakeld worden, bij te weinig potentie kan nog even gewacht worden tot er wel voldoende potentie is. Voor de ontwikkeling van een dergelijke moleculaire toets zijn gewasmonsters nodig met uiteenlopend en bekend bloieresultaat. Daarom is voor *Cymbidium* een kasproef opgezet met 0, 2, 4, 8, 13 en 16 weken 13 °C vanaf week 40 - 2010 bij twee cultivars ('Sugar Lee' en 'Yellow River Esther'). Van deze behandelingen zijn gewasmonsters verzameld en is in het najaar 2011 het bijbehorende bloieresultaat vastgesteld. Naarmate de planten langer bij 13 °C hadden gestaan, nam het aantal bloemtakken per plant toe. Bij de cultivar Sugar Lee was er een geleidelijke, min of meer regelmatige toename met het aantal weken 13 °C. Bij de cultivar Esther bleef het aantal takken per plant langer op een laag niveau en begon pas vanaf 10 weken 13 °C duidelijk toe te nemen. Het verzamelen van goede gewasmonsters met uiteenlopend en bekend bloieresultaat om een toets voor *Cymbidium* te ontwikkelen is dus geslaagd. Wanneer financiering voor vervolgonderzoek bij *Cymbidium* beschikbaar komt, kan in deze gewasmonsters naar genen worden gezocht waarvan het expressiepatroon gecorreleerd is aan het bloieresultaat. Het meten van de expressie van deze genen kan dan gebruikt worden in een moleculaire toets om in een vroeg stadium het productiepotentieel in een *Cymbidium*gewas vast te stellen. Het ontwikkelen van een dergelijke toets is complexer dan de toets voor knoprustdoorbreking omdat ook een kwantitatieve indicatie van de productie gewenst is. De huidige kennis en ontwikkelingsmogelijkheden bieden echter voldoende perspectief om een dergelijke toets te kunnen ontwikkelen.

5.3 Andere sierteeltgewassen

In het kader van de verkenningen voor de mogelijkheden van de verbetering van de bloeizekerheid bij andere potplanten en snijbloemen middels het ontwikkelen van genetische toetsen om de fysiologische status van het gewas te meten, kunnen de onderzochte sierteeltgewassen in 4 gewasgroepen worden ingedeeld:

Gewasgroep 1: Knoprustdoorbreking

Gewasgroep 1 bestaat uit heesters waarbij sprake is van een knoprustdoorbreking tijdens de teelt zoals bijvoorbeeld *Viburnum opulus* 'Roseum' (sneeuwbal), Hortensia, sering en azalea. Bij deze gewassen worden in de zomer bloemknoppen aangelegd en gaan de bloemknoppen in de herfst in rust. Vervolgens hebben de bloemknoppen een periode met lage temperatuur nodig om de knoprust te doorbreken. Op deze manier wordt voorkomen dat de bloemknoppen tijdens een ongunstige periode in het jaar tot ontwikkeling gaan komen. Als de knoprust voldoende doorbroken is, kunnen deze gewassen succesvol in bloei getrokken worden. Bij de doorbreking van knoprust verandert er uitwendig niets aan de plant. Het is dus niet zichtbaar wanneer de knoprust voldoende doorbroken is. Doordat klimaatomstandigheden per jaar verschillend zijn, kan het per jaar verschillen wanneer de bloemknoppen in rust gaan en hoe snel de rust doorbroken wordt. Als deze gewassen te vroeg in bloei worden getrokken (als de knoprust nog niet voldoende doorbroken is), komen de bloemknoppen niet of heel ongelijk los, wat een grote opbrengstderving kan geven. Bij *Viburnum* (zie 5.1) is aangetoond dat het mogelijk is om een toets te ontwikkelen die op basis van genactiviteit een voorspelling kan geven, wanneer de knoprust voldoende doorbroken is om de struiken succesvol in bloei te trekken. De verwachting is dat dit ook voor Hortensia, sering en azalea mogelijk is. Wellicht zijn er nog meer gewassen die in deze groep kunnen worden ondergebracht en het ontwikkelen van een toets om te bepalen wanneer de knoprust voldoende doorbroken is, de bloeizekerheid kan vergroten. Naast heesters kan bijvoorbeeld ook nog gedacht worden aan een toets voor aardbei om vast te stellen wanneer het gewas voldoende kou heeft gehad of bijvoorbeeld vaste planten en zomerbloemen die telers vroeg in bloei willen trekken, maar het gewas ook een minimale kouperiode nodig heeft om met goed resultaat in bloei te kunnen trekken.

Gewasgroep 2: Bloei-inductie door kou

Bij diverse orchideeën zoals bv. *Cymbidium* en *Miltoniopsis* is een kouperiode nodig voor de inductie van de bloei. Tijdens de kouperiode is aan het gewas niet zichtbaar wanneer de planten voldoende kou gehad hebben voor een goede productie. Daarom is niet duidelijk wanneer overgeschakeld kan worden naar een volgende teeltfase met hogere temperatuur om de uitgroei van de bloemtakken te versnellen. Te vroeg overschakelen kost productie en veroorzaakt ongelijkheid.

Bij *Cymbidium* potplanten kan het aantal bloemtakken bij sommige cultivars zo laag zijn, dat de planten niet geveild kunnen worden en een jaar langer op de kwekerij gehouden moeten worden om wel voldoende bloemtakken te laten maken om te kunnen veilen. Te laat overschakelen zorgt voor onnodig lange teeltduur en teeltkosten en kan er voor zorgen dat het gewenste oogsttijdstip niet gehaald wordt, waardoor niet goed aangesloten kan worden op vragen vanuit de markt. *Cymbidium* is als pilotgewas gekozen voor deze groep (zie 5.2). Voor *Cymbidium* zijn gewasmonsters met verschillende gradaties in bloeiresultaat verzameld en als er financiering voor vervolgonderzoek beschikbaar komt kunnen in deze gewasmonsters genen geïdentificeerd worden waarvan de genexpressie een voorspelling van de potentiële productie kan geven. Het ontwikkelen van een dergelijke toets is complexer dan de toets voor knoprustdoorbreking omdat ook een kwantitatieve indicatie van de productie gewenst is en vanwege de complexiteit van de plant. Een *Cymbidium*plant bestaat namelijk uit een verzameling bulb en scheuten die binnen een plant behoorlijk kunnen variëren in ontwikkelingsstadium. De huidige kennis en ontwikkelingsmogelijkheden bieden echter voldoende perspectief om een dergelijke toets te kunnen ontwikkelen.

Gewasgroep 3: Inductie van knopstrekking in bolgewassen door kou

Bij bolbloemen zoals *Hippeastrum* (amaryllis) en *Nerine* blijven aangelegde bloemknoppen in rust in de bol. De bloemknoppen gaan pas strekken en verder uitgroeien als de bollen een bepaalde periode kou hebben gehad. Voor de teelt van *Hippeastrum* op pot, is het aantal bloemstelen op de bol een belangrijk kwaliteitscriterium. Om alle bloeibare knoppen in de bol te laten uitgroeien moeten de bollen voldoende geprepareerd zijn. Aan de buitenkant van de bollen is echter niet zichtbaar wanneer de bollen voldoende kou hebben gehad en bij andere bolgewassen is bekend dat de klimaatomstandigheden vóór de kouperiode ervoor kunnen zorgen dat soms meer kou nodig is (bijvoorbeeld na een warme zomer). Een test waarmee gemeten kan worden wanneer aangekochte bollen voldoende kou hebben gehad, zou kunnen voorkomen dat bollen te vroeg opgeplant worden met tegenvallende aantal stelen per bol als resultaat. Bij de snijbloementeel worden soms ook minder stelen geoogst dan verwacht. Het is niet duidelijk of daar een tekort aan kou een rol speelt. Een toets waarmee dit gemeten kan worden, kan daar meer duidelijkheid over geven. Bovendien zou in bepaalde situaties (bv. een hittegolf in de zomer en de koelcapaciteit onvoldoende was om de gewenste koeltemperatuur te halen) ook gemeten kunnen worden of de koeling van de bollen achterstand opgelopen heeft en wanneer de bollen wel zover zijn dat alle bloeibare bloemknoppen na het opstoken allemaal zullen gaan strekken. Daarmee kan voorkomen worden dat te vroeg opgestookt wordt als de bloeibare knoppen nog niet voldoende kou hebben gehad. Anderzijds is het ook denkbaar dat in sommige situaties of bij sommige cultivars mogelijk eerder gestopt kan worden met de koeling omdat de bloeibare knoppen al eerder de gewenste fysiologische status hebben bereikt. Daarmee zou onnodig energieverbruik voor de koeling voorkomen kunnen worden en de groeiperiode buiten de koeling verlengd kunnen worden. *Nerine* heeft ook kou nodig om aangelegde knoppen te laten strekken, maar bij dit gewas is nog veel onduidelijkheid waarom aangelegde knoppen niet gaan strekken. Mogelijk speelt ook licht een rol omdat de aangelegde knoppen vooral in de moeilijkste periode van het jaar niet doorgroeien. Bij amaryllis *et al.* meer bekend en daarom wordt geadviseerd om amaryllis als pilotgewas voor deze groep te kiezen. De huidige kennis en ontwikkelingsmogelijkheden bieden voldoende perspectief om een dergelijke toets te kunnen ontwikkelen.

Gewasgroep 4: Hormoonbehandelingen voor bloei-inductie

In de vierde groep zijn gewassen ondergebracht waarbij de bloei geïnduceerd wordt door een hormoonbehandeling, zoals *Bromelia* en *Zantedeschia*. Bij *Bromelia* wordt bloei geïnduceerd door een ethyleenbehandeling en bij *Zantedeschia* door middel van een gibberellinebehandeling. Bij deze gewassen komt het soms voor dat partijen onvoldoende reageren op de hormoonbehandeling waardoor het bloeiresultaat onvoldoende is. Anderzijds worden soms meerdere hormoonbehandelingen gegeven om zeker te weten dat alle planten voldoende generatief worden. Als net na een hormoonbehandeling gemeten zou kunnen worden of de hormoonbehandeling voldoende effectief is geweest kan enerzijds voorkomen worden dat partijen onnodig meerdere keren behandeld worden en anderzijds kan voorkomen worden dat partijen onvoldoende bloeien omdat de hormoonbehandeling te weinig effect heeft gegeven.

De ontwikkeling van een dergelijke toets lijkt redelijk eenvoudig, omdat het een onomkeerbare reactie is. Omdat voor *Zantedeschia* ook de bloeirijkheid sterk kan verschillen zou het nog beter zijn als de toets niet alleen het effect van een dompelbadbehandeling in een vroeg stadium kan controleren (kwaliteit), maar ook een voorspelling zou kunnen geven op de verwachte bloeirijkheid (kwantiteit).

Gewasgroep 5: Stadium waarin planten gevoelig worden voor bloeiïnductiebehandelingen

Bij Bromelia is er bij de telers ook belangstelling voor een 2^e toets waarmee gemeten kan worden wanneer Bromeliaplanten bloeirijp zijn. Als de planten te jong zijn en toch met ethyleen behandeld worden, heeft dit geen effect en gaan behandelde partijen niet bloeien. Dit zou voorkomen kunnen worden, als gemeten kan worden wanneer de planten fysiologisch zover ontwikkeld zijn dat de planten gevoelig zijn voor een ethyleenbehandeling en daadwerkelijk bloei geïnduceerd wordt na de bloeibehandeling. Ook bij Zantedeschia is het van belang om te weten wanneer de knol het meest gevoelig is voor gibberelline en bloemaanleg. Bij *Miltoniopsis* is een vergelijkbare vraag naar voren gekomen om te kunnen bepalen wanneer het beste moment is om de planten in de koeling te zetten om de bloei te induceren. De huidige kennis en ontwikkelingsmogelijkheden bieden voldoende perspectief om een dergelijke toets te kunnen ontwikkelen.

6 Literatuur

- Anonymus, 2005.
Teeltfiche *Zantedeschia*. Verbondsnieuws 10, p27-30.
- Bailey, D.A. 1991.
Hydrangea production. Timber press growers handbook series vol 3.
- Bakker, J., den Boer, W., Dijkhuizen, T., Eijking, J., van Gaalen, H.J., van Leeuwen, A.J.M., Schenk, P.C., 1980.
De teelt van *Hippeastrum* (amaryllis). Bloemteeltinformatie No. 17.
- van den Berg, A. J., 1988.
De teelt van Prunus en sneeuwbal. Bloemteeltinformatie no. 32. Consulentenschap in Algemene dienst voor de bloemisterij.
- van den Berg, A. J., 1988b.
Teelt van sering. Bloemteeltinformatie no. 33. Consulentenschap in Algemene dienst voor de bloemisterij.
- Blacquièrè, T. en Uitermark K., 2000.
De factoren die van invloed zijn op de bloei van *Cymbidium*. Literatuurstudie. PBG-rapport 250.
- Doorduyn, J. 1989.
Bloembollen op pot. Internationaal Bloembollen Centrum.
- Hermes, 1986.
Bloeiëbeïnvloeding en knopontwikkeling bij laatbloeiende, grootbloemige *Cymbidium*. Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland, Intern verslag nr. 17.
- Heursel, J., Saverwyns, A., Mertens, M., 1991.
Azaleateelt.
- Klaassen, R., 1990.
Literatuurstudie *miltonia* sp - bloeispreiding door middel van temperatuur.
- Kromwijk, J.A.M. en G.J.L. van Leeuwen, 2003.
Verbetering van de bloeigelijkheid bij azalea bij de vroege trek. Rapport PPO GT13082.
- Kromwijk, A., van Mourik N. Schrama P. en van Telgen, T., 2004.
Invloed temperatuur op bloei *Cymbidium*. PPO-rapport nr. 41705134/41704643.
- Kromwijk, A., van Mourik N en Schrama P., 2008.
Invloed temperatuur in winter bij vroegbloeiende *Cymbidium*. PPO-rapport nr. 417 17091.
- Kromwijk, A., 2011.
Verbetering trekresultaten vroege trek *Viburnum*.
- Kromwijk, A., Campen, J. ; Mourik, N. van ; Schrama, P. ; Raaphorst, M., 2011.
Energiebesparing door lagere temperatuur in winter bij *Cymbidium* : onderzoeksproject in het kader van het energieprogramma Kas als Energiebron. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw GTB-1118.
- Kromwijk, A., 2010.
Inventarisatie stadiumonderzoek *Cymbidium*: consultancy-onderzoek. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw GTB-1111.
- Kronenberg, H.G., 1994. Temperature influences on the flowering dates of *Syringa vulgaris* L. and *Sorbus aucuparia* L. *Scientia Horticulturae*, 57(1-2), p. 59-71.
- Leeuwen, G.J. van, Noort F.R. van, Straver N. A., Paassen P.A.F. van, 2003.
Teelt van *Hydrangea*, potplant en snijbloem. PPO 585.
- Leeuwen, P. van en Trompert, J. 2003.
Zantedeschia geeft met groeistoffen meer bloemen en kortere plant. Vakblad voor de Bloemisterij 15, p48-p49.
Vakblad voor de Bloemisterij 21, p57.
- Leeuwen, P. van en Trompert, J. 2003.
Gespreide bloei mogelijk in *Zantedeschia aethiopica*.
- Lopez, G., Runkle, E.S., 2006.
Temperature and Photoperiod regulate Flowering of potted *Miltoniopsis* Orchids. *HortScience* 41(3): pag. 593-597.
- Lopez, R. G., Runkle, E.S., 2008.

Effect of Temperature and Psuedobulb Maturity on Flowering of the Orchid *Miltoniopsis Augres 'Trinity'*. Acta Hort. 766, pag. 273-278.

Sijtsema, W. 1962.

Bloei van sering aan afgesneden takken. Mededelingen van de Landbouwhogeschool te Wageningen 62 (2) 1-57.

Telgen, v. (2003).

"Bloei-inductie bij bromeliaceae - literatuurstudie naar effectiviteit van bloei-inductie en bloeiresultaat in relatie tot inductierijpheid." ppo glastuinbouw.

