

Energiebesparing bij de broeierij van bolbloemen door temperatuurintegratie

Henk Gude en Marga Dijkema

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit project is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door de partijen in de Meerjarenaafsprak Energie Bloembollen (KAVB, PT, Min. v. LNV, SenterNovem en telers)



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Bloembollen

Adres : Postbus 85
: 2160 AB Lisse
Tel. : 0252 - 462121
Fax : 0252 - 462100
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

INHOUDSOPGAVE

	pagina
Samenvatting	3
Inleiding	4
Materiaal en methoden TULP	5
Resultaten en conclusies TULP	6
Materiaal en methoden NARCIS	9
Resultaten en conclusies NARCIS	11
Materiaal en methoden HYACINT	15
Resultaten en conclusies HYACINT	16
Energiebesparing	20
Discussie en aanbevelingen	21
Kennisoverdracht	22

Samenvatting

Planten beschikken over een zekere tolerantie ten aanzien van schommelingen rond een gemiddelde etmaaltemperatuur. Van deze eigenschap wordt gebruik gemaakt om energie te besparen door middel van temperatuurintegratie (TI). Hierbij wordt een stijging in temperatuur op zonnige dagen getolereerd en wordt deze stijging 's nachts gecompenseerd met een even grote temperatuurdaling. De lagere temperatuur in de nacht bespaart veel energie voor verwarming. In het hieronder beschreven onderzoek zijn de mogelijkheden van TI in de broeierij van tulp, hyacint en narcis onderzocht door het vaststellen van de tolerantie van de gewassen voor verhogingen van de dagtemperatuur en verlagingen van de nachttemperatuur. In het eerste jaar zijn de proeven onder volledig geconditioneerde omstandigheden in klimaatkasten uitgevoerd, in het tweede jaar in klimaatkasten én kas en in het derde jaar alleen in de kas. Het onderzoek heeft aangetoond dat de tulp over een zeer grote temperatuurtolerantie beschikt. Zelfs bij een bandbreedte van 12°C, d.w.z. bij een nachttemperatuur van 6°C lager dan de normale constante temperatuur en een dagtemperatuur van 6°C hoger, wordt eenzelfde kwaliteit tulp verkregen als bij de normale constante temperatuur. De tulp leent zich dus prima voor energiebesparing door 24-uurs-temperatuurintegratie. Bij de narcis zijn bij een bandbreedte van 12°C in enkele gevallen geringe negatieve effecten op de bloemkwaliteit gevonden: iets kortere planten en iets blekere bloemen. Hoewel deze effecten alleen bij een grondige vergelijking van behandelingen zichtbaar worden is het raadzaam om bij de narcis een bandbreedte van maximaal 8°C toe te passen. Ook voor de hyacint geldt dat een bandbreedte van 11 of 12°C in een enkel geval geringe negatieve effecten op de kwaliteit had. Ook hier is het raadzaam om een bandbreedte van maximaal 8°C toe te passen.

In de maanden december en januari zijn de mogelijkheden voor TI beperkt. Gemiddeld over de jaren heen levert dit een besparing op gasverbruik op van resp. 1 en 3 % (voor tulp). In jaren dat het zonniger is kan de besparing hoger uitvallen, in jaren dat het minder zonnig is lager. Vanaf januari nemen de mogelijkheden voor TI toe. In februari, maart en april bedraagt de gemiddelde energiebesparing door TI in de tulpenbroei resp. 6, 12 en 29%. Gemiddeld over een heel broeiseizoen (december t/m april) bedraagt de besparing 6.7%. Ook hier geldt dat dit hoger of lager kan uitvallen, afhankelijk van het aantal zonnige dagen per periode. De narcis wordt bij 16°C gebroeid, dus daar zijn de mogelijkheden voor TI iets ruimer en komt ook de potentiële energiebesparing iets hoger uit: ongeveer 8% over een seizoen. De hyacint wordt bij 20°C gebroeid, dus zijn daar de kansen op energiebesparing door TI kleiner, waardoor de besparing over een seizoen op 3 à 4% uitkomt. In geld uitgedrukt bedraagt de besparing per broeiseizoen (december t/m april) per 1000 m² kas voor tulp ongeveer € 600, voor narcis ongeveer € 675 en voor hyacint ongeveer € 375.

De besparing over een heel seizoen lijkt misschien relatief gering, maar daar staat tegenover dat de broeier geen kostbare investeringen hoeft te doen om TI toe te passen. Een simpele éénmalige aanpassing aan de klimaatsoftware is voldoende. Een aantal klimaatcomputers beschikt reeds over de mogelijkheid voor TI.

Inleiding

De ontwikkelingssnelheid van planten wordt vooral bepaald door de gemiddelde temperatuur tijdens de groeiperiode. Temperatuurschommelingen rond dat gemiddelde worden door de planten getolereerd zonder dat de ontwikkelingssnelheid daardoor beïnvloed wordt. In de sierteelt wordt van deze eigenschap van planten gebruik gemaakt om energie te besparen met behulp van een techniek, die temperatuurintegratie (TI) wordt genoemd. Hierbij wordt in de kas een bovengemiddelde temperatuur ingesteld op momenten dat relatief weinig of geen energie (gas) nodig is om die hogere temperatuur te realiseren, bijvoorbeeld op warmere of zonnige dagen. De periode van hogere temperatuur wordt gecompenseerd door een periode van lagere temperatuur op momenten dat het veel energie kost om de kas te stoken, bijvoorbeeld tijdens koude dagen of als de zon niet schijnt. TI kan toegepast worden binnen een etmaal of over een periode van meerdere dagen. In de glastuinbouw wordt TI al jaren ingezet om energie te besparen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van speciale software, die op basis van actuele weermetingen en meerdaagse weersvoorspellingen de temperatuurintegratie uitvoert, zoals bijvoorbeeld het Econaut-programma van Hoogendoorn.

In de broeierij van bolbloemen wordt niet of nauwelijks gebruik gemaakt van TI. Sommige telers laten wel af en toe de temperatuur in de kas oplopen op zonnige dagen, maar compenseren dat niet in de nacht, terwijl daar toch de energiebesparing gerealiseerd wordt. Het kasklimaatstuurprogramma van bijvoorbeeld Sercom biedt wel de mogelijkheid om temperatuurintegratie toe te passen, maar het is niet bekend hoe groot de temperatuurschommeling (de 'bandbreedte') mag zijn en hoe verschillende soorten en cultivars hier precies op reageren.

Voordat besloten kan worden om temperatuurintegratie toe te passen is het noodzakelijk eerst te onderzoeken hoe groot de afwijking in dag- en nachttemperatuur van de normale constante temperatuur mag zijn zonder kwaliteitsverlies.

In het hieronder beschreven onderzoek zijn de mogelijkheden van TI in de broeierij van tulp, hyacint en narcis onderzocht door het vaststellen van de tolerantie van de gewassen voor verhogingen van de dagtemperatuur en verlagingen van de nachttemperatuur. In het eerste jaar zijn de proeven onder volledig geconditioneerde omstandigheden in klimaatkasten uitgevoerd, in het tweede jaar in klimaatkasten én kas en in het derde jaar alleen in de kas. De proeven worden chronologisch per gewas beschreven.

Materiaal en Methode TULP

2003

De cultivars Ad Rem (bolmaat 12/13) en Prominence (bolmaat 11/12) zijn na een bewortelingsperiode bij 5°C op 3 maart ingehaald in klimaatkasten en onder kunstlicht (TL, 12 uur licht/12 uur donker) afgebroeid bij de volgende temperatuurregimes:

- Controle: 16°C continu
- 14°C nacht (licht uit) / 18°C dag (licht aan), abrupte temperatuurovergang
- 12°C nacht (licht uit) / 20°C dag (licht aan), abrupte temperatuurovergang
- 10°C nacht (licht uit) / 22°C dag (licht aan), abrupte temperatuurovergang

De relatieve vochtigheid (RV) bedroeg in alle klimaatkasten 60%.

In het juiste oogststadium zijn de bloemen geoogst en zijn de volgende karakteristieken bepaald:

- Totale lengte van de plant (top bloem)
- Lengte tot de top van het langste blad
- Bloemlengte
- Plantgewicht
- Trekduur
- Vaasleven (dagen)

De proef is uitgevoerd in 2 herhalingen per behandeling, 100 planten per herhaling

2004

In 2004 zijn de cultivars Yellow Flight (11/12), Strong Gold (11/12), Prinses Irene (11/12) en Verona (11/12) ingehaald op 8 maart en onderworpen aan de volgende temperatuurregimes:

In klimaatkasten (12 uur licht/12 uur donker, 60 % RV):

- 16°C continu
- 13°C / 19°C (geleidelijke overgang)
- 10°C / 22°C (geleidelijke overgang)

In de kas:

- 17°C continu
- 11°C nacht/ 23°C dag (geleidelijke overgang)

In het juiste oogststadium zijn de bloemen geoogst en zijn de volgende karakteristieken bepaald:

- Trekduur
- Totale lengte
- Plantgewicht
- Vaasleven (dagen)

In de kas 3 herhalingen per behandeling, 80 bollen per herhaling. In de klimaatkasten 2 herhalingen per behandeling, 80 bollen per herhaling.

2005

In 2005 is de proef alleen in de kas uitgevoerd met 5 cultivars: Strong Gold, Cheers, Erna Lindgren, Carola, Lucky Parrot en Ad Rem. Inhaaldatum 1 februari. De bollen zijn op water gebroeid (bakken, standaardbemesting: Ammonium-Ca-K-NO₃).

Temperatuurregimes:

- 17°C continu
- 11°C nacht/ 23°C dag

De proef is uitgevoerd in 6 herhalingen per behandeling, 25 bollen/herhaling.

In het juiste oogststadium zijn de bloemen geoogst en zijn de volgende karakteristieken bepaald:

- Trekduur
- Totale lengte
- Plantgewicht
- Vaasleven (dagen)

Resultaten en conclusies TULP

2003 (alleen klimaatkasten)

Tijdens de broeierij zijn visuele waarnemingen aan de planten verricht. Eén dag na inhalen waren reeds verschillen in de mate van groenkleuring waarneembaar. Naarmate het temperatuurverschil tussen nacht en dag groter was vertoonde het blad een donkerder blauwgroene kleur. Dit verschil was in het snijstadium nagenoeg verdwenen. Tijdens de trek bleek ook dat naarmate het temperatuurverschil tussen nacht en dag groter was de plant meer 'kokerde' (minder gespreid blad) en dat de poot langer was. In het snijstadium waren ook deze verschillen nagenoeg verdwenen.

Tabel 1. Gemiddelde gewichten, lengtes en trekduur van tulpen (cv's Ad Rem en Prominence), in bloei getrokken bij 16°C continu of bij de nacht/dag-temperatuurregimes 14/18, 12/20 en 10/22°C. Resultaten statistisch getoetst t.o.v. standaardbehandeling (16°C); (<), (>) wil zeggen: significant kleiner dan, resp. groter dan standaardbehandeling.

	behandeling	Gewicht (g)	Totale Lengte (top bloem) (cm)	Lengte bloem (cm)	Totale lengte (top langste blad) (cm)	Trekduur (d)
	Ad Rem					
1	16 °C cont.	39.0	49.3	4.8	41.8	19.0
2	14 °C / 18 °C	39.5	50.0	4.8	42.5	18.0
3	12 °C / 20 °C	41.3	50.8	4.8	43.4	18.0
4	10 °C / 22 °C	39.6	49.8	4,7 (<)	42.6	17.0
	Prominence					
1	16 °C cont.	22.4	40.2	4.2	39.2	19.0
2	14 °C / 18 °C	22.2	40.5	4.3	39.3	18.0
3	12 °C / 20 °C	23.1	41.5	4.3	40.1	18.0
4	10 °C / 22 °C	22.3	41.3	4.1	39.9	17.0

Bij de oogst bleek dat verschillen tussen dag- en nachttemperaturen geen significante effecten hadden gehad op plantgewicht en lengtekenmerken van de cultivars Ad Rem en Prominence. Een uitzondering vormde de bloemlengte van Ad Rem, die 1 mm korter was bij 10/22 °C, maar dit verschil was minimaal.

Bij beide cultivars nam de trekduur bij toenemend verschil in dag- en nachttemperatuur af met resp. 1, 1 en 2 dagen ten opzichte van afbroei bij continu 16°C.

Conclusie:

Deze eerste proeven in klimaatkasten toonden aan dat de tulp over een grote temperatuurtolerantie beschikt. Zelfs bij een bandbreedte van 12°C (overdag + 6 en 's nachts -6) werd een zelfde kwaliteit bloem verkregen als bij constante etmaaltemperatuur.

Tulp 2004

In 2004 Waarnemingen tijdens trek:

In de klimaatkasten vertoonde de cultivar Strong Gold bij alle temperatuurregimes tot in het oogststadium een sterk kokerend gewas, waarbij de bloemknop bleef haken in het blad. Ook Yellow flight kokerde sterk. Dit is waarschijnlijk toe te schrijven aan de lage lichtomstandigheden in de klimaatkasten (lichtniveau kunstlichtbroei-advies).

Tabel 2. Gemiddelde gewichten, lengtes, trekduur en houdbaarheid van verschillende cultivars, in bloei getrokken bij een constante etmaaltemperatuur of bij verschillende nacht/dag-

temperatuurregimes.

	Behandeling	Gewicht (g)	Totale lengte (cm)	Trekduur dagen	dagen tot 50% verval
Y. Flight					
Kas	17°C continu	32.8 c	41.7	20	9
Kas	11°C / 23°C	35.0 c	43.7	21	9
Klimaatkast	16°C continu	30.9 ab	41.5	20	9
Klimaatkast	13°C / 19°C	29.4 a	42.5	20	9
Klimaatkast	10°C / 22°C	31.8 a	43.5	20	9
Strong Gold					
Kas	17°C continu	45.1 b	51.7	19	11
Kas	11°C / 23°C	46.5 b	54.0	20	11
Klimaatkast	16°C continu	40.6 a	52.0	20	11
Klimaatkast	13°C / 19°C	40.9 a	51.8	19	11
Klimaatkast	10°C / 22°C	40.5 a	49.8	19	11
Prinses Irene					
Kas	17°C continu	28.2 a	34.8	16	8
Kas	11°C / 23°C	29.0 a	35.0	16	8
Verona					
Kas	17°C continu	35.8 a	42.7	17	7
Kas	11°C / 23°C	37.1 a	42.2	17	7

In de klimaatkasten was bij Y. Flight de trekduur bij alle temperatuurregimes gelijk, bij Strong Gold was bij een verschil in dag/nachttemperatuur de trekduur één dag korter.

Bij de oogst bleek dat de TI-regimes bij de cultivars Y. Flight en Strong Gold in de klimaatkasten geen significante verschillen in gewichten veroorzaakten ten opzichte van de constante temperatuur. De verschillen in lengtes konden niet statistisch getoetst worden, maar ook hier lijken geen verschillen op te treden ten gevolge van de TI-regimes.

In de kas was de trekduur bij Y. Flight en Strong Gold bij 11°C / 23°C 1 dag langer dan 17°C continu. In de kas zijn de temperatuurschommelingen rondom de ingestelde temperatuur altijd iets groter dan in klimaatkasten. Over de hele trekduur was bij 11°C / 23°C de gemiddelde temperatuur 0.5 °C lager dan bij 17°C. Vermoedelijk is dit de oorzaak van het kleine verschil in trekduur. De cultivars Prinses Irene en Verona hadden bij beide temperatuurregimes dezelfde trekduur.

In de cultivars Y. Flight en Strong Gold was een lichte trend (niet significant) waarneembaar dat lengte en gewicht toenamen bij 11/23 ten opzichte van 17 continu. Dit hangt samen met de iets lagere gemiddelde temperatuur (zie boven). Bij Prinses Irene en Verona had een verschil in dag/nachttemperatuur in de kas geen significant effect op lengte en gewicht.

De temperatuurregimes hadden geen invloed op de houdbaarheid van alle cultivars.

Conclusie:

De proeven in klimaatkasten bevestigen de resultaten in 2004: de tulp beschikt over een grote temperatuurtolerantie. Zelfs bij een bandbreedte van 12°C (overdag + 6 en 's nachts -6) werd een zelfde kwaliteit bloem verkregen als bij constante etmaaltemperatuur. De eerste proeven in een kas-situatie tonen aan dat ook in de kas een bandbreedte van 12°C geen negatieve effecten op de kwaliteit heeft.

Tulp 2005

Tabel 3. Gemiddelde trekduur, plantgewichten, plantlengtes en houdbaarheid van 6 tulpecultivars, gebroeid bij constant 17°C of bij een nacht/dagtemperatuur van 11/23°C. De letters a en b geven aan dat gemiddeldes significant verschillen.

	Behan- deling	Trekduur (dg)	Gewicht (g)	Totale lengte (cm)	Houdbaar- heid (dg)
<i>Ad Rem</i>	17°C	23	46.0	39.4	8
	11°C / 23°C	23	48.2	39.6	8
<i>Carola</i>	17°C	21	33.5	37.8 a	5
	11°C / 23°C	21	34.2	38.5 b	5
<i>Cheers</i>	17°C	21	35.8	39.6	8
	11°C / 23°C	21	36.4	40.1	8
<i>Erna Lindgren</i>	17°C	23	27.5	44.5	6
	11°C / 23°C	23	28.7	46.8	6
<i>Lucky Parrot</i>	17°C	19	39.4	44.5 a	6
	11°C / 23°C	19	40.6	46.2 b	6
<i>Strong Gold</i>	17°C	21	35.6	45.8 a	11
	11°C / 23°C	20	34.7	46.6 b	11

In 2005 zijn 6 tulpecultivars alleen in de kas afgebroeid bij constant 17°C en bij een nacht/dagtemperatuur van 11/23°C. De trekduur werd bij 5 van de 6 cultivars niet beïnvloed door een verschil in dag/nachttemperatuur. Bij Strong Gold was de trekduur één dag korter. Het plantgewicht was bij 11/23°C in 5 van de 6 cultivars iets hoger dan bij constant 17°C. De lengte van de bloem (bovenkant bloem) was bij Carola, Lucky Parrot en Strong Gold bij 11/23 significant 0.5 à 1.5 cm groter dan bij constant 17°C. Bij de overige cultivars was de plantlengte bij 11/23 eveneens groter, maar dit verschil was niet significant. De temperatuurbehandelingen hadden geen effect op de houdbaarheid.

Conclusie:

In het laatste jaar van het onderzoek werd met 6 cultivars in een kas-situatie bevestigd wat in de 2 eerdere jaren gevonden was: de tulp beschikt over een grote temperatuurtolerantie. Zelfs bij een bandbreedte van 12°C (overdag + 6 en 's nachts -6) werd eenzelfde kwaliteit bloem verkregen als bij constante etmaaltemperatuur. In een enkel geval was een klein maar significant, positief effect op gewicht of lengte waarneembaar. Dit zijn ook voor de teler positieve effecten. De tulp leent zich dus prima voor energiebesparing door 24-uurs-temperatuurintegratie.

Materiaal en methode NARCIS

2003

De cultivars Dutch Master en Gigantic Star zijn in de praktijk aangekocht (op bakken, geprepareerd, dus gereed om in te halen). De bakken zijn vanaf 3 februari in klimaatkasten afgebroeid bij de volgende temperatuurregimes:

- 16°C continu
- 14°C / 18°C nacht/dagtemperatuur
- 12°C / 20°C nacht/dagtemperatuur
- 10°C / 22°C nacht/dagtemperatuur (door een technische storing in deze klimaatkast zijn de temperatuur- en lichtomstandigheden afgeweken van de ingestelde waardes; om die reden is deze behandeling bij het bespreken van de resultaten buiten beschouwing gelaten).

De planten zijn 12 uur per etmaal belicht met wit TL-licht. De relatieve vochtigheid (RV) bedroeg 90%. De proef is uitgevoerd met 2 herhalingen per behandeling, 40 bollen per herhaling. Tijdens de broei zijn visuele waarnemingen verricht aan plantkleur en -vorm. De planten zijn in het juiste rijpheidsstadium geoogst, waarna de volgende karakteristieken zijn bepaald:

- Totale lengte
- Bloemlengte
- Lengte langste blad
- Plantgewicht

Vervolgens zijn monsters op de vaas gezet, waarna het openkomen van de bloemen en het aantal dagen houdbaarheid zijn bepaald.

2004

In 2004 zijn de cultivars Dutch Master en Tahiti in klimaatkasten én in de kas bij verschillende temperatuurregimes gebroeid. De cultivars Carlton en Fortissimo zijn alleen in de kas gebroeid bij verschillende temperatuurregimes. Inhaaldatum was 21 januari.

Zowel in de klimaatkasten als in de kas zijn de volgende temperatuurregimes getest:

- 16°C continu
- 13°C / 19°C nacht/dagtemperatuur (abrupte temperatuurovergang)
- 10°C / 22°C nacht/dagtemperatuur (abrupte temperatuurovergang)

In de kas werd de dagtemperatuur aangehouden tussen 7.30 uur en 19.30 uur. In klimaatkasten werd met kunstlicht een dag/nacht regime gecreëerd door 12 uur licht/12 uur donker. De RV was 90%. In de kas is de proef uitgevoerd in 4 herhalingen per behandeling, met 40 à 50 bollen per herhaling. In de klimaatkasten 2 herhalingen, met 40 à 50 bollen per herhaling.

Tijdens de broei zijn visuele waarnemingen verricht aan plantkleur en -vorm. De planten zijn in het juiste rijpheidsstadium geoogst, waarna de volgende karakteristieken zijn bepaald:

- Totale lengte
- Bloemlengte
- Lengte langste blad
- Plantgewicht

Vervolgens zijn monsters op de vaas gezet, waarna het openkomen van de bloemen en het aantal dagen houdbaarheid zijn bepaald.

2005

Net als bij de tulp zijn in 2005 6 cultivars alleen in de kas onderworpen aan een verschil in dag/nachttemperatuur met een controle. Gebruikte cultivars: Carlton, Dutch Master, Tahiti, Johan Strauss, Pinza en Gigantic Star. Inhaaldatum was 6 januari. Temperatuurbehandelingen:

- 16°C continu
- 10°C / 22°C nacht/dagtemperatuur

Per temperatuur/cultivar zijn 120 bollen gebruikt

Tijdens de broei zijn visuele waarnemingen verricht aan plantkleur en -vorm. De planten zijn in het juiste rijpheidsstadium geoogst, waarna de volgende karakteristieken zijn bepaald:

- Totale lengte
- Bloemlengte
- Lengte langste blad

- Plantgewicht

Vervolgens zijn monsters op de vaas gezet, waarna het openkomen van de bloemen en het aantal dagen houdbaarheid zijn bepaald.

Resultaten en conclusies NARCIS

2003

Reeds één dag na inhalen was duidelijk dat de planten bij een verschil in nacht/dagtemperatuur groener waren dan bij de constante etmaaltemperatuur. Dit verschil was na enkele dagen niet meer zichtbaar.

Tabel 4. Plantlengtes en –gewichten van de narciscultivars Dutch Master en Gigantic Star, gebroeid bij continu 16 °C en bij de nacht/dag-temperatuurregimes 14/18 en 12/20 °C. Bloem min blad wil zeggen: het aantal cm dat de bloem boven het blad uitsteekt.

		Gewicht/ Plant (g)	Lengte/ plant (cm)	Lengte bloem (cm)	Lengte blad (cm)	Bloem min blad (cm)
<i>Dutch Master</i>						
1	16 °C cont.	26.3 a	44.6 a	7.2 a	32.1 a	12.5 a
2	14 °C / 18 °C	27.6 a	45.9 a	7.2 a	33.1 a	12.7 a
3	12 °C / 20 °C	28.6 a	46.7 b	7.3 a	33.8 a	12.9 a
<i>Gigantic Star</i>						
1	16 °C cont.	21.0 a	37.2 a	7.8 a	26.3 a	10.9 a
2	14 °C / 18 °C	20.6 a	37.3 a	7.7 b	26.6 a	10.7 a
3	12 °C / 20 °C	21.9 a	36.9 a	7.7 b	27.6 a	9.4 a

De temperatuurbehandelingen hadden géén effect op de trekduur (niet getoond). Bij Dutch Master waren de planten onder 12/20 °C 2,1 cm langer dan onder 16 °C continu. Wat betreft de overige lengtes en gewichten was er een tendens waarneembaar dat deze toenamen bij een groter verschil in nacht/dagtemperatuur, maar deze verschillen waren niet significant. Bij Gigantic Star was de bloem 0.1 cm kleiner bij de temperatuurregimes 14/18 en 12/20 °C, een significant maar uiterst klein verschil. Het aantal dagen houdbaarheid werd niet beïnvloed door de broeitemperatuur.

Conclusie:

Deze eerste proeven in klimaatkasten toonden aan dat de narcis over een grote temperatuurtolerantie beschikt. Zelfs bij een bandbreedte van 8°C (overdag + 4 en 's nachts -4) werd een zelfde kwaliteit bloem verkregen als bij constante etmaaltemperatuur. In één van de 2 cultivars was de bloem bij een bandbreedte van 8°C zelfs iets langer (wat positief is).

Narcis 2004

Tabel 5. Plantlengtes en –gewichten en trekduur van de narciscultivars Carlton, Fortissimo, Dutch Master en Tahiti, gebroeid bij continu 16 °C en bij de nacht/dag-temperatuurregimes 13/19 en 12/20 °C in de kas en in de klimaatcel. Bloem min blad wil zeggen: het aantal cm dat de bloem boven het blad uitsteekt. De letters a en b geven aan dat de gemiddeldes significant van elkaar verschillen.

Cultivar	Behandeling		Gewicht	Plantlengte top bloem	Plantlengte top blad	Bloem - blad	Trekduur
Carlton	Kas	16°C continu	28.0 a	49.2 a	40.2	8.9	7.0 a
		13°C / 19°C	27.0 a	48.4 a	39.9	8.6	7.5 a
		10°C / 22°C	27.1 a	48.6 a	40.0	8.6	7.5a
Fortissimo	Kas	16°C continu	31.6 a	48.5 a	43.4	5.1	12.0
		13°C / 19°C	32.4 a	48.5 a	43.5	5.0	12.3
		10°C / 22°C	32.4 a	48.8 a	44.9	3.9	12.0
Dutch Master	Kas	16°C continu	28.4 a	47.5 a	40.2 a	7.3 a	8.8 a
		13°C / 19°C	28.8 a	47.7 a	40.6 a	7.1 a	8.3 a
		10°C / 22°C	28.0 a	47.3 a	39.7 a	7.6 a	8.3 a
	Klim.kast	16°C continu	30.3 a	49.9 a	41.6 a	8.3 a	8.0 a
		13°C / 19°C	30.1 a	49.9 a	41.2 a	8.8 a	8.5 a
		10°C / 22°C	30.9 a	50.1 a	41.4 a	8.7 a	8.0 a
Tahiti	Kas	16°C continu	40.0 a	44.3 a	44.5 a	-0.2 a	12.0 a
		13°C / 19°C	40.1 a	46.3 b	46.6 b	-0.2 a	12.5 a
		10°C / 22°C	40.1 a	44.7 a	46.0 b	-1.4 b	11.8 a
	Klim.kast	16°C continu	40.2 a	46.5 a	43.8 a	2.6 a	11.0 b
		13°C / 19°C	41.2 a	45.9 a	45.4 a	0.5 a	11.0 b
		10°C / 22°C	40.6 a	44.6 a	43.5 a	1.1 a	9.0 a

De cultivars Carlton en Fortissimo zijn alleen in de kas bij verschillende temperatuurregimes afgebroeid. In geen van beide cultivars was er enig significant effect van de temperatuur waarneembaar op gewicht, lengtes en trekduur (Tabel 5). Bij Fortissimo was de kleur van de cup (de 'trompet' van de bloem) iets bleker in bloemen die bij het grootste verschil in nacht/dagtemperatuur (10/22) waren gebroeid.

Dutch Master en Tahiti zijn zowel in de kas als in de klimaatcel bij verschillende temperatuurregimes gebroeid. Bij Dutch Master leidden de temperatuurregimes in de kas noch in de klimaatkast tot significante effecten op gewicht, lengtes en trekduur. Bij Tahiti had het temperatuurregime 13/19 in de kas een kleine maar significante toename in lengte tot gevolg. Bij de temperatuur 10/22 en 13/19 in de kas was de plantlengte, gemeten tot top blad, 1.5 resp. 2.1 cm langer dan bij 16 continu. Hierdoor bleef bij 10/22 de bloem iets verder in het blad zitten dan bij 13/19 of bij 16 continu (1.4 cm tegenover 0.2 cm). In de klimaatkast had de temperatuur bij Tahiti geen effect op lengtes en gewicht, maar was bij 10/22 de trekduur 2 dagen korter dan bij de overige temperaturen.

Conclusie:

De proef in 2004 (gedeeltelijk in de kas) bevestigt in grote lijnen wat in 2003 in klimaatkasten is gevonden, nl. dat de narcis over een grote temperatuurtolerantie beschikt en zich daardoor leent

voor energiebesparing door 24-uurs-temperatuurintegratie. Van de 4 geteste cultivars was er echter één (Fortissimo), waarbij de kleur van de cup bij een bandbreedte van 12°C (10/22°C) iets minder intens was dan bij een bandbreedte van 6°C of bij een constante etmaaltemperatuur. De cultivar Tahiti had als positief effect van de TI-temperatuurregimes een iets langer blad, maar dat had als negatieve bijkomstigheid dat de bloem iets minder ver boven het blad uitkwam.

Narcis 2005

Tabel 6. Plantlengtes en –gewichten, trekduur en houdbaarheid van de narciscultivars Pinza, Johan Strauss, Tahiti, Gigantic Star, Carlton en Dutch Master gebroeid bij continu 16 °C en bij een nacht/dag-temperatuurregime van 10/22 in de kas. Bloem min blad wil zeggen: het aantal cm dat de bloem boven het blad uitsteekt. ? wil zeggen: significantie van het verschil t.o.v. controle niet getoetst.

	Behan- deling	Trekduur (dg)	Gewicht (g)	Top bloem (cm)	Top blad (cm)	Bloem- blad (cm)	Houdbaar- heid (dg)
<i>Pinza</i>	16°C	9 a	35.1 a	47.8 a	45.4 a	2.4 a	7
	10°C / 22°C	9 a	36.1 ?	48.0 a	45.4 a	2.7 a	7
<i>Johan Strauss</i>	16°C	6 a	35.2 a	44.4 a	38.5 a	5.9 a	5
	10°C / 22°C	6 a	32.7 ?	42.4 b	36.4 b	6.0 a	5
<i>Tahiti</i>	16°C	12 a	32.2 a	40.3 a	38.4 a	1.9 a	8
	10°C / 22°C	13 b	31.6 ?	40.2 a	39.0 a	1.2 a	8
<i>Gigantic Star</i>	16°C	6 a	25.7 a	43.3 a	33.7 a	9.6 a	4
	10°C / 22°C	6 a	25.9 a	42.1 b	33.6 a	8.5 b	4
<i>Carlton</i>	16°C	9 a	20.7 a	42.3 a	33.1 a	9.1 a	7
	10°C / 22°C	9 a	21.1 ?	42.0 a	33.4 a	8.6 a	7
<i>Dutch Master</i>	16°C	11 a	20.7 a	38.4 a	31.5 a	6.9 a	6
	10°C / 22°C	12 b	20.7 a	39.0 b	31.6 a	7.4 a	6

In dit laatste jaar zijn de effecten van hogere dag- en een lagere nachttemperatuur in een groot aantal cultivars in de kas onderzocht. Bij de cultivar Pinza waren geen verschillen in gewicht, lengtes en trekduur waarneembaar. Bij 10/22°C was de cup van de bloem iets minder intens van kleur dan bij 16°C. Lengte en gewicht van Johan Strauss waren bij 10/22 significant kleiner dan bij 16°C (resp. 2 cm. en 2.5 g.). Bij Tahiti was bij 10/22°C de trekduur één dag langer dan bij 16°C. Lengtes en gewicht werden bij deze cultivar niet beïnvloed door de temperatuurregimes. In Gigantic Star was alleen de lengte (top bloem) significant iets korter en stak de bloem iets minder ver boven het blad uit bij 10/22 dan bij 16°C. In de cultivar Carlton was er geen enkele significante invloed van de verschillende temperaturen. Bij Dutch Master was de trekduur bij 10/22°C één dag langer en was er een minimaal positief effect op de bloemlengte.

Conclusie

Uit de proef met 6 cultivars in een kassituatie kan geconcludeerd worden dat over de hele linie de narcis geschikt is voor temperatuurintegratie in de kas. Bij enkele cultivars was sprake van geringe negatieve effecten. Zo was bij Pinza de bloemkleur bij een bandbreedte van 12 °C iets bleker en was bij de cultivars Tahiti en Dutch Master de trekduur een dag langer (zie discussie). Gigantic Star had bij een bandbreedte van 12°C een iets kortere bloemsteel. Bij de cultivar Johan Strauss was de plant meetbaar korter en lichter.

Materiaal en methode HYACINT

2003

De cultivars Delft Blue en Atlantic zijn in de praktijk aangekocht (op bakken, geprepareerd, dus gereed om in te halen). De bakken zijn vanaf 6 maart in klimaatkasten als snijhyacint afgebroeid bij de volgende temperatuurregimes:

- 18°C continu
- 18°C / 22°C nacht/dagtemperatuur
- 16°C / 24°C nacht/dagtemperatuur
- 14°C / 26°C nacht/dagtemperatuur

De planten zijn 12 uur per etmaal belicht met wit TL-licht. De relatieve vochtigheid (RV) bedroeg 75 à 80%. De proef is uitgevoerd met 2 herhalingen per behandeling, 50 bollen per herhaling. Tijdens de groei zijn visuele waarnemingen verricht aan plantkleur en -vorm. De planten zijn in het juiste snijstadium geoogst, waarna de volgende karakteristieken zijn bepaald:

- Totale lengte (top bloem)
- Totale lengte (top blad)
- Plantgewicht
- Houdbaarheid

2004

In 2004 zijn de cultivars Delft Blue en Carnegie als snijhyacint in de kas en in de klimaatkast afgebroeid. De cultivars Anna Lisa en Fondant zijn alleen in de kas afgebroeid. In de cultivar Carnegie was veel uitval door Pythium. Om die reden worden de resultaten van Carnegie niet behandeld.

In de klimaatkast zijn de volgende temperatuurregimes getest bij een lichtregime van 12 uur licht/12 uur donker en een RV van 80%:

- 20°C continu
- 17°C / 23°C (geleidelijke overgang)
- 14°C / 26°C (geleidelijke overgang)

In de kas zijn 2 temperatuurregimes vergeleken:

- 20°C continu
- 14°C / 26°C (geleidelijke overgang)

De proef in de kas is in 3 herhalingen uitgevoerd met 40 bollen per herhaling en in de klimaatkast in 2 herhalingen met 40 bollen per herhaling. Inhaaldatum was 16 februari.

2005

In 2005 zijn de cultivars Delft Blue, Anna Lisa, Fondant, Carnegie, Sky Jacket en Minos alleen in de kas als snijhyacint gebroeid bij:

- 20°C continu
- 15°C/26°C nacht-/dagtemperatuur

De bollen zijn ingehaald op 8 maart. De proef is uitgevoerd in 4 herhalingen per behandeling met 30 bollen per herhaling.

Resultaten en conclusies HYACINT

2003

Binnen enkele dagen na inhalen bleek dat de bloemkleur zich in Delft Blue trager ontwikkelde naarmate het verschil in nacht-/dagtemperatuur groter was. Bij de oogst waren deze verschillen kleiner geworden, maar nog wel zichtbaar. Het bloemen waren het bleekst bij 14/26°C en iets minder bleek bij 18/22 en 16/24 ten opzichte van continu 20°C. Bij Atlantic werd dezelfde trend waargenomen, maar hier was geen verschil waarneembaar in de bloemkleur bij 18/22°C en 20°C continu. In de bladkleur werden in geen van beide cultivars kleurverschillen waargenomen.

Tabel 7. Gewicht en lengtes van de hyacintencultivars Delft Blue en Atlantic, als snijhyacint gebroeid in klimaatkasten bij 20°C continu en bij een nacht-/dagtemperatuur van 18/22°C, 16/24°C en 14/26°C. < , > wil zeggen: significant kleiner resp. groter dan de controlebehandeling.

		Gewicht (g)	Lengte totaal (cm)	Lengte blad (cm)	Lengte totaal-blad (cm)
DELFT BLUE					
	20°C	76.7	29.7	25.0	4.6
	18°C / 22°C	80.0	31.2	25.8	5.3
	16°C / 24°C	79.1	29.9	25.2	4.7
	14°C / 26°C	75.7	30.3	23,7 (<)	6,6 (>)
ATLANTIC					
	20°C	65.6	30.0	24.4	5.6
	18°C / 22°C	65.5	30.1	24.2	5.9
	16°C / 24°C	63.0	29.8	23.0	6.9
	14°C / 26°C	65.4	30.1	23.9	5.5

Gewicht en lengtes werden nauwelijks beïnvloed door de temperatuurregimes. Alleen bij Delft Blue werd het blad significant korter bij 14/26, waardoor de bloem iets verder boven het blad uitstak. De temperatuurregimes hadden geen effect op trekduur en houdbaarheid.

Conclusie:

Deze eerste proeven in klimaatkasten toonden aan dat de hyacint over een grote temperatuurtolerantie beschikt. Bandbreedtes van 4 en 8 °C hadden geen enkel effect op de planten. Bij een bandbreedte van 12°C werd bij Delft Blue een gering effect geconstateerd.



Afbeelding 1. De bloemkleur van snijhyacinten (cv. Atlantic) bij de oogst. Bij de grootste bandbreedte (overdag 26 °C, 's nachts 14 °C, behandeling 4, rechtsonder) waren de bloemen iets bleker van kleur dan bij kleinere bandbreedtes (beh. 2 en 3) of bij constante temperatuur (beh. 1).

Hyacint 2004

Tijdens de trek viel op dat de bloemen van Delft Blue in de klimaatkast bij 20°C continu intenser van kleur waren dan bij de verschillende nacht-/dagtemperaturen. Bij de overige cultivars werd dit niet waargenomen.

Tabel 8. Gewicht, lengtes, trekduur en houdbaarheid van de cultivars Anna Lisa, Fondant en Delft Blue, gebroeid in de klimaatkast en de kas bij 20°C continu of bij verschillende nacht/dagtemperaturen

Cultivar		Behandelin g	Gewicht (g)	Top bloem (cm)	Top blad (cm)	Bloem - blad (cm)	Trek- duur (d)	Houd- baar- heid (d)
Anna Lisa	Kas	20°C Continu	123.1 a	29.7 a	26.8 a	2.8 a	11.0 a	8
		14°C/26°C	122.7 a	28.5 a	26.6 a	1.9 b	12.0 b	8
Fondant	Kas	20°C Continu	112.4 a	28.0 a	22.3 a	5.7 a	10.0 a	9
		14°C/26°C	113.6 a	27.6 a	22.5 a	5.1 a	11.7 b	9
Delft Blue	Kas	20°C Continu	111.1 a	29.4 a	26.1 a	3.3 a	7	8
		14°C/26°C	110.2 a	27.3 b	26.1 a	1.2 b	7	8.5
	Klimaat kast	20°C Continu	116.2 a	32.4 a	28.2 a	4.2 a	7	7
		17°C/23°C	118.2 a	33.0 a	28.8 a	4.2 a	7	7.5
		14°C/26°C	116.5 a	33.3 a	27.7 a	5.5 a	7	7.5

De temperatuurregimes in de klimaatkast hadden bij Delft Blue geen significante effecten op gewicht, lengtes, trekduur en houdbaarheid.

In de kas was bij Delft Blue de bloemsteel bij 14/26°C significant korter (2.1 cm) dan bij 20°C continu waardoor de bloem ook minder ver boven het blad uitstak. Gewicht, trekduur en houdbaarheid van Delft Blue werden in de kas niet beïnvloed. Bij Anna Lisa (alleen kas) werden gewicht, lengte en houdbaarheid niet beïnvloed. Bij 14/26°C bleef de bloem iets verder in het blad zitten en was de trekduur 1 dag langer. Bij Fondant werden gewicht en lengtes niet beïnvloed, maar was de trekduur 1.7 dag langer.

Conclusies:

In de klimaatkastproef met Delft Blue werd bevestigd wat in 2003 werd gevonden: de hyacint beschikt over een grote temperatuurtolerantie (bij bandbreedte 12°C geen verschil). Door verschillende bandbreedtes in de kas aan te bieden treden soms geringe negatieve effecten op zoals een bloem die iets verder in het blad blijft zitten of een iets langere trekduur. In de discussie wordt verder ingegaan op de verschillen in resultaten in klimaatkasten en kassen.

Hyacint 2005

In 2005 werd een groot aantal cultivars alleen in de kas onderworpen aan het temperatuurregime 15/26°C in vergelijking met 20°C continu. Het verschil in nacht- en dagtemperatuur ten opzichte van de constante temperatuur van 20°C was in deze proef niet 'symmetrisch': 's nachts was de temperatuur 5 graden lager en overdag 6 graden hoger. Hier is voor gekozen omdat in sommige proeven in 2003 en 2004 de temperatuurverlaging 's nachts een groter effect had op de trekduur dan de verhoging overdag, waardoor de trekduur bij de nacht-dagregimes soms wat langer was.

Tabel 9. lengtes, trekduur en houdbaarheid van de cultivars Delft Blue, Anna Lisa, Fondant, Carnegie, Sky Jacket en Minos, gebroeid in de kas bij 20°C continu of bij een nacht-/dagtemperatuur van 15/26°C.

	Behandeling	Trekduur	Top bloem	Top blad	Bloemblad	Houdbaarheid
		(dg)	(cm)	(cm)	(cm)	(dg)
<i>Delft Blue</i>	20°C	7	32.7 a	28.2 a	4.5	9
	15°C / 26°C	7	29.8 b	26.0 b	3.8	9
<i>Anna Lisa</i>	20°C	6	32.1	27.5	4.5 a	8
	15°C / 26°C	6	32.4	28.7	3.7 b	8
<i>Fondant</i>	20°C	8	30.1	24.3	5.8	7
	15°C / 26°C	8	30.1	24.4	5.7	7
<i>Carnegie</i>	20°C	9	29.0	25.8 a	3.2 a	7
	15°C / 26°C	9	28.2	24.4 b	3.8 b	7
<i>Sky Jacket</i>	20°C	9	31.8	26.6	5.2	8
	15°C / 26°C	9	31.9	26.5	5.4	8
<i>Minos</i>	20°C	8 a	32.1	26.0	6.0	8
	15°C / 26°C	9 b	32.2	26.2	6.0	8

Uit tabel 9 blijkt dat de trekduur van de meeste cultivars inderdaad niet beïnvloed werd door het temperatuurregime 15/26°C. Alleen de cultivar Minos deed er bij 15/26°C een dag langer over om het snijstadium te bereiken. Het temperatuurregime 15/26°C had in deze proef géén effect op de bloemkleur. De effecten op de lengte waren over alle cultivars heen gering. Bij Delft Blue was de bloem 2.9 cm korter en het blad 2.2 cm korter. Bij Anna Lisa kwam de bloem bij 15/26°C iets minder ver boven het blad uit en bij Carnegie was het blad iets korter, waardoor de bloem juist iets verder boven het blad uitstak. In de overige cultivars had het temperatuurregime 15/26°C geen effect op de lengte. De houdbaarheid werd in geen van de cultivars beïnvloed door de temperatuur.

Conclusies:

Door de temperatuurdaling in de nacht iets kleiner te maken dan de temperatuurstijging overdag werd het effect van een verschil in nacht-/dagtemperatuur ten opzichte van vorige jaren kleiner. In deze proef was slechts bij 1 van de 6 cultivars de trekduur iets langer bij een bandbreedte van 11°C. In 5 van de 6 cultivars was het effect van een verschil in nacht-/dagtemperatuur minimaal of afwezig. Alleen de cultivar Delft Blue vertoonde een negatief effect op de bloem- en bladlengte.

Energiebesparing

Gedurende de kasproef met veel cultivars in 2005 is in een onverwarmde kas de temperatuur gemeten. Hieruit bleek dat in december/januari op zonnige dagen de temperatuur zonder te stoken kan oplopen tot 15 à 20°C, in januari/februari tot waardes boven de 20°C en in maart/april ruim daarboven. In april is zelfs maar heel weinig zon nodig om een kastemperatuur van boven de 20°C te realiseren. De mogelijkheden voor temperatuurintegratie worden dus grotendeels bepaald door de kans op zonnig weer.

In onderstaande tabel wordt de kans op het aantal dagen zon per maand en de bijbehorende temperatuurverhoging in een onverwarmde kas weergegeven (gebaseerd op meerjarige gemiddeldes van meteo-gegevens van het KNMI).

<i>maand</i>	<i>aantal dagen zon</i>	<i>aantal graden boven 17 in onverwarmde kas</i>	<i>% energiebesparing door TI</i>
December	4	1	1
Januari	6	2	3
Februari	8	3	6
Maart	9	4	12
April	12	5	29

Heel broeiseizoen

6.7%

NB: de totale besparing over een heel broeiseizoen (6.7%) wijkt af van het rekenkundig gemiddelde van de energiebesparing per maand (1, 3, 6, 12, 29) doordat het energieverbruik in b.v. de maand april lager is dan in de maand december of januari.

Met behulp van het KASPRO-rekenmodel van PPO Glastuinbouw is de energiebesparing door TI brekend. Dit rekenmodel berekent het gasverbruik per m² kas voor iedere week van het jaar (gebaseerd op het 30-jarig temperatuurgemiddelde) bij alle voorkomende kastemperaturen. Eerst is per maand het normale energieverbruik bij een constante kastemperatuur berekend. Vervolgens is voor iedere maand het effect van TI op het gasverbruik bepaald door de besparing op gas in de nachten te berekenen voor het aantal dagen dat de temperatuur overdag oploopt zonder te stoken.

In de maanden december en januari zijn de mogelijkheden voor TI beperkt. Gemiddeld over de jaren heen levert dit een besparing op gasverbruik op van resp. 1 en 3 %. In jaren dat het zonniger is kan de besparing hoger uitvallen, in jaren dat het minder zonnig is lager. Vanaf januari nemen de mogelijkheden voor TI toe. In februari, maart en april bedraagt de gemiddelde energiebesparing door TI resp. 6, 12 en 29%. Gemiddeld over een heel broeiseizoen (december t/m april) bedraagt de besparing 6.7%. Ook hier geldt dat dit hoger of lager kan uitvallen afhankelijk van het aantal zonnige dagen per periode.

De getallen hebben betrekking op de situatie bij tulp. De meeste tulpen worden bij een constante temperatuur van 17°C gebroeid. De narcis wordt bij 16°C gebroeid, dus daar zijn de mogelijkheden voor TI iets ruimer en komt ook de potentiële energiebesparing iets hoger uit: ongeveer 8% over een seizoen. De hyacint wordt bij 20°C gebroeid, dus zijn daar de kansen op energiebesparing door TI kleiner, waardoor de besparing over een seizoen op 3 à 4% uitkomt. In geld uitgedrukt bedraagt de besparing per broeiseizoen (december t/m april) per 1000 m² kas voor tulp ongeveer € 600, voor narcis ongeveer € 675 en voor hyacint ongeveer € 375.

De besparing over een heel seizoen lijkt misschien relatief gering, maar daar staat tegenover dat de broeier geen kostbare investeringen hoeft te doen om TI toe te passen. Een simpele éénmalige aanpassing aan de klimaat-software is voldoende. Een aantal klimaatcomputers beschikt reeds over de mogelijkheid voor TI.

Discussie en aanbevelingen

In het hierboven beschreven onderzoek is de temperatuurtolerantie van bolbloemen onderzocht. In het eerste jaar is dit alleen gedaan in klimaatkasten om storende invloeden op de temperatuur in kassen uit te sluiten. In het tweede jaar zijn aanvullende proeven in klimaatkasten uitgevoerd en is een begin gemaakt met het onderzoek in de kas (praktijksituatie). In het derde jaar is een groot aantal cultivars in de kas onderzocht. Het onderzoek heeft aangetoond dat de tulp over een zeer grote temperatuurtolerantie beschikt. Zelfs bij een bandbreedte van 12°C, d.w.z. bij een nachttemperatuur van 6°C lager dan de normale constante temperatuur en een dagtemperatuur van 6°C hoger, wordt eenzelfde kwaliteit tulp verkregen als bij de normale constante temperatuur. In een enkel geval was een klein maar significant, positief effect op gewicht of lengte waarneembaar. Dit zijn ook voor de teler positieve effecten. De tulp leent zich dus prima voor energiebesparing door 24-uurs-temperatuurintegratie.

De narcis bleek in de in klimaatkasten geteste cultivars over een even grote tolerantie als de tulp te beschikken. In de kassituatie zijn bij de narcis soms echter (bij de grootste bandbreedte) geringe negatieve effecten op de kwaliteit gevonden (gewicht en lengte bij Johan Strauss, bloemkleur bij Fortissimo en Pinza). Omdat in de klimaatkasten de condities veel preciezer ingesteld en gehandhaafd kunnen worden, zou hier meer waarde aan gehecht kunnen worden, maar uiteindelijk wordt de techniek van TI in de kas toegepast. Daarom moet rekening houden worden met schommelingen rond de ingestelde waarden in de kas, die kennelijk verantwoordelijk zijn voor de geringe negatieve effecten. Hierbij moet ook opgemerkt worden dat deze verschillen op het oog niet zichtbaar zijn, maar pas duidelijk worden na grondige metingen en statistische toetsing. In de kasproef met 6 cultivars (2005) is bij 2 van de 6 narciscultivars een verlenging van de trekduur met 1 dag gevonden. Vanuit het oogpunt van energiebesparing is dit onacceptabel. De trekduurverlenging kan waarschijnlijk voorkomen worden door een kleinere bandbreedte (is echter niet uitgebreid getest) of een 'asymmetrische' bandbreedte toe te passen (zie hieronder, hyacint). Als de narcissenbroeier geen enkel negatief effect acceptabel acht, is het raadzaam om TI bij de narcis niet bij de maximale bandbreedte toe te passen, maar met een maximale bandbreedte van bijvoorbeeld 8°C. Voor de potentiële energiebesparing maakt dit ook weinig verschil (zie paragraaf over energiebesparing).

In de hyacint werd gedurende de 3 onderzoekjaren eenzelfde ontwikkeling als bij narcis waargenomen. In de klimaatkastproeven werden in de geteste cultivars geen negatieve effecten van verschillende nacht-/dagtemperaturen waargenomen. In de kas werd in 2004 bij sommige cultivars een gering negatief effect gevonden, zoals kortere planten of een langere trekduur. Ten aanzien van de kortere planten moet ook hier opgemerkt worden dat dit op het oog niet zichtbaar is, maar pas duidelijk worden na grondige metingen en statistische toetsing. De langere trekduur is in de kasproef in 2005 bij 5 van de 6 cultivars ondervangen door een asymmetrische verdeling van de nacht-/dagtemperatuur. Doordat de lagere nachttemperatuur relatief meer effect heeft op de trekduur dan de hogere dagtemperatuur is toen gekozen voor een verlaging van 5°C in de nacht en 6°C overdag. Bij Delft Blue was in de kas als gevolg van de bandbreedte van 11 °C de bloem 2.9 cm korter en het blad 2.2 cm korter dan bij een constante temperatuur. Vreemd genoeg was dit niet het geval in de klimaatkastproeven in 2003 en 2004. Dit verschil in resultaat is moeilijk te verklaren (temperatuurschommeling in de kas?). Ook voor hyacint lijkt het raadzaam om TI met een bandbreedte van 8°C toe te passen om alle negatieve effecten te voorkomen. Dit onderzoek is uitgevoerd met snijhyacinten. De resultaten zijn ook van toepassing op spruit-(pot)hyacinten. Ondanks de grote temperatuurtolerantie van bolbloemen zijn de mogelijkheden voor TI in de broeierij vroeg in het broeiseizoen beperkt. Dit wordt veroorzaakt door de geringe kans op zonnige dagen waarop de temperatuur in de kas zonder bijverwarming tot enkele graden boven de normale constante temperatuur kan oplopen. In december en januari is de kans daarop zo klein dat de gemiddelde energiebesparing door TI slechts 1 resp. 3 % bedraagt. De onderzochte bandbreedte van +6 en -6 °C bij tulp zal in die maanden zelden of nooit gerealiseerd worden. Toch is het aan te bevelen de mogelijkheid voor TI in de klimaatcomputer altijd stand-by te houden, want ook al is de temperatuurstijging boven de normale waarde nog zo gering, het compenseren in de nacht levert altijd energiebesparing op (en kost niets). In jaren dat het in december of januari zacht en af en toe zonnig is zal de energiebesparing groter zijn. Vanaf februari neemt de kans op TI en daarmee op energiebesparing drastisch toe (p.15). In maart of april zou het kunnen vóórkomen dat de

temperatuur in de kas zover oploopt dat de hierboven aangegeven maximale bandbreedte aangehouden moet worden om negatieve effecten op de kwaliteit te voorkomen. De kans op schade is in de praktijk echter minder groot dan in de proeven is gevonden, doordat in de proeven gedurende de hele trekduur de onderzochte bandbreedtes zijn toegepast, terwijl de kans dat dat in de praktijk gebeurt heel erg klein is.

De producenten van kasklimaatcomputers zal gevraagd worden deze informatie op te nemen in de klimaatsturings-software.

Bij de indiening van dit projectvoorstel is een geschatte energiebesparing van 15 à 20% genoemd, terwijl de besparing in het onderzoek veel lager bleek uit te vallen. De schatting was gebaseerd op het feit dat de temperatuurtolerantie van bolbloemen veel groter is dan van andere glastuinbouwgewassen waar met TI besparingen van 10 à 15 % mogelijk bleken. In de praktijk blijkt dit tegen te vallen doordat de bolbloemen vooral in de koudste wintermaanden geteeld worden en de mogelijkheid voor TI zich in die periode minder vaak blijkt voor te doen.

Aanbevelingen

Om energie te besparen in de broeierij van bolbloemen wordt aanbevolen om 24-uurs temperatuurintegratie toe te passen, d.w.z. op zonnige dagen de temperatuur op te laten lopen en deze temperatuurstijging 's nachts te compenseren met een even grote temperaturredaling. Bij tulp is de maximaal toegestane bandbreedte 12°C, d.w.z. overdag maximaal 6°C boven de normale (constante) etmaaltemperatuur en 's nachts 6°C eronder. Bij narcis en hyacint bedraagt de maximale bandbreedte 8°C (4/4).

Kennisoverdracht

De resultaten uit dit project zijn in 2003, 2004 en 2005 bij tal van studieclubbijeekkomsten, open dagen, cursussen en de Kennismarkten Energie (MJA-E Bloembollen) met telers, broeiers, exporteurs, adviseurs en installateurs besproken.