

***Kwaliteitsverbetering
bij de broei van tulpen d.m.v.
klimaatsturing en infraroodverwarming
PT nr. 13052-02***

De bloembollensector investeert in dit project via het  Productschap  Tuinbouw

juli 2012

F. Kreuk

10065

11105

11106

Proeftuin Zwaagdijk
Tolweg 13
1681 ND Zwaagdijk-Oost
Telefoon (0228) 56 31 64
Fax (0228) 56 30 29
E-mail: proeftuin@proeftuinzwaagdijk.nl
www.proeftuinzwaagdijk.nl

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING.....	3
1. INLEIDING.....	5
2. PROEFOPZET.....	6
3. STATISTIEK.....	9
<u>SEIZOEN 2010</u>	
4. WEERGEGEVENS.....	10
5. RESULTATEN	
5.1 Algemeen.....	10
5.2 Kasklimaatgegevens	11
5.3 Resultaten oogst	15
6. ENERGIEBESPARING.....	17
7. CONCLUSIES.....	17
<u>SEIZOEN 2011</u>	
8. WEERGEGEVENS.....	18
9. RESULTATEN TREK 1	
9.1 Algemeen.....	18
9.2 Kasklimaatgegevens	19
9.3 Resultaten oogst	22
10. RESULTATEN TREK 2	
10.1 Algemeen.....	24
10.2 Kasklimaatgegevens	24
10.3 Resultaten oogst	27
11. ENERGIEBESPARING.....	29
12. CONCLUSIES.....	29
13. BIJLAGEN	
1. Foto's.....	30

SAMENVATTING

Kwaliteitsvermindering door het verschijnsel zweten/bladkiepen van de tulpen vormt nog steeds een groot probleem bij de broeierij van tulpen in zijn algemeenheid maar vooral in de watercultuur. Vooral bij zacht weer onder lichtarme omstandigheden in de maanden december, januari en februari kan dit probleem voor veel uitval zorgen bij bepaalde cultivars en dikke bolmaten.

In verband met de vraag vanuit de handel moeten diverse blakkiepgevoelige cultivars het gehele broeiseizoen beschikbaar zijn. Tevens is het noodzakelijk om voor de vroegbroei dikke maten te gebruiken om aan de kwaliteitseisen te voldoen. De grove maten zijn echter extra gevoelig voor bladkiepen.

Bladkiepen wordt veroorzaakt doordat de plant vocht uit de cellen perst bij een te lage verdamping. Hierdoor beschadigen de cellen. Dit verschijnsel wordt ook wel verstoorde waterbalans genoemd.

In eerste instantie begint het met 'zwetende planten'. Indien het zweten te lang aanhoudt, wordt het blad van de tulpen waterig en kan uiteindelijk gaan scheuren/omkrullen (kiepen) en schimmelen. Aangetaste planten zijn of volledig waardeloos of belanden in klasse 2.

In de praktijk probeert men deze problemen te voorkomen door ruim te luchten, een minimumbuistemperatuur in te stellen en de EC in het proceswater of potgrond te verhogen. Het sturen van deze processen is gevoelswerk en niet gebaseerd op regeltechniek waarbij de gevarenzone is afgebakend. Ondanks de toegepaste teeltmaatregelen zijn de percentages 2^e kwaliteit en uitval vaak aanzienlijk. Een bijkomstig nadeel van het vele luchten is het verlies aan energie. Door de jaren heen vormt energie een steeds grotere kostenpost. Belangrijk is dan ook om zowel vanuit kostenoverweging en milieubelasting, zuinig met energie om te gaan.

In deze proeven is gekeken naar 2 methoden om bladkiepen te beperken. Bij de eerste methode is de kas verwarmd met infraroodstraling. Infraroodverwarming zorgt voor directe straling op de planten waardoor de plant actiever wordt en makkelijker het vocht kwijt kan. Bij de tweede methode is de kas geregeld op dampdrukverschil. Door het klimaat te regelen op dampdrukverschil (registratie met behulp van gewastemperatuurmeter) wordt verwacht dat slechte klimaatomstandigheden tijdig en sneller gesignaleerd worden, waarop de computer snel kan ingrijpen. Met het dampdrukverschil kan nauwkeurig worden bepaald wat de verdampingsmogelijkheden van een gewas zijn. Het gevaar van te weinig verdamping is groot als het dampdrukverschil klein is. Het kritieke dampdrukverschil wordt ingeschat op 300 Pascal (ervaring uit de glasteelt).

Ook zijn de effecten/mogelijkheden van de meerlagenteelt in het onderzoek meegenomen. Bij de meerlagenteelt wordt een energiebesparing van rond 20% verwacht. Naar verwachting zal het percentage meerlagenteelt in de toekomst flink toenemen.

Zowel in het broeiseizoen 2009/2010 als in 2010/2011 zijn 2 proeven uitgevoerd waarbij de gangbare kas vergeleken is met een kas waarbij gestuurd werd op dampdrukverschil en een kas met infraroodverwarming. Daarnaast is in 2010/2011 nog gewerkt met een experimenteel infraroodsysteem. Het onderzoek is door Proeftuin Zwaagdijk uitgevoerd in samenwerking met Sercom Regeltechniek en MSI en werd gefinancierd door de sector via Productschap Tuinbouw.

Kasverwarming met behulp van infrarood leidde tot een lager percentage bladkiep. Ook kassturing door middel van dampdruk leidde tot een lager percentage bladkiep dan bij de gangbare instelling. De dampdrukregeling dient nog wel geoptimaliseerd (inbouwen van een vochtregeling) te worden om ervoor te zorgen dat in de laatste fase van de teelt de verdamping niet te veel gestimuleerd wordt.

De meerlagenteeltsimulatie was neutraal of leidde in sommige gevallen tot meer uitval door bladkiep bij de tulpen.

De resultaten van het voortrekken (eerste 7 dagen van de teelt) onder infraroodverwarming waren per jaar verschillend en had soms meer en soms minder bladkiep tot gevolg.

De gewastemperatuur was meestal 1°C (soms 2°) lager dan de luchttemperatuur.

Verwarming met infrarood leidde tot 1/3 tot bijna 2 maal hoger energieverbruik in vergelijking tot de standaard kas. De energiebesparing bij de dampdrukregeling was tussen de 4 en 13% lager dan bij de standaard regeling.

Het grote jaarverschil in energiebehoefte werd veroorzaakt door het feit dat in 2011 in de gangbare kas langer geschermd werd.

De energiebesparing die het meerlagensysteem kan opleveren kon niet in het onderzoek worden opgenomen.

Het broeien van de plantmaat 12/op van de cultivars 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' zonder kwaliteitsproblemen is met de huidige kennis en mogelijkheden nog niet haalbaar bij de waterbroei.

KWALITEITSVERBETERING BIJ DE BROEI VAN TULPEN D.M.V. KLIMAATSTURING

1. INLEIDING

Kwaliteitsvermindering door het verschijnsel zweten/bladkiepen van de tulpen vormt nog steeds een groot probleem bij de broeierij van tulpen in zijn algemeenheid maar vooral in de watercultuur. Vooral bij zacht weer onder lichtarme omstandigheden in de maanden december, januari en februari kan dit probleem voor veel uitval zorgen bij bepaalde cultivars en dikke bolmaten.

In verband met de vraag vanuit de handel moeten diverse blakkiepgevoelige cultivars het gehele broeiseizoen beschikbaar zijn. Tevens is het noodzakelijk om voor de vroegbroei dikke maten te gebruiken om aan de kwaliteitseisen te voldoen. De grove maten zijn echter extra gevoelig voor bladkiepen.

Bladkiepen wordt veroorzaakt doordat de plant vocht uit de cellen perst bij een te lage verdamping. Hierdoor beschadigen de cellen. Dit verschijnsel wordt ook wel verstoorde waterbalans genoemd.

In eerste instantie begint het met 'zwetende planten'. Indien het zweten te lang aanhoudt, wordt het blad van de tulpen waterig en kan uiteindelijk gaan scheuren/omkrullen (kiepen) en schimmelen. Aangetaste planten zijn of volledig waardeloos of belanden in klasse 2.

In de praktijk probeert men deze problemen te voorkomen door ruim te luchten, een minimumbuis temperatuur in te stellen en de EC in het proceswater of potgrond te verhogen. Het sturen van deze processen is gevoelswerk en niet gebaseerd op regeltechniek waarbij de gevarenszone is afgebakend. Ondanks de toegepaste teeltmaatregelen zijn de percentages 2^e kwaliteit en uitval vaak aanzienlijk. Een bijkomstig nadeel van het vele luchten is het verlies aan energie. Door de jaren heen vormt energie een steeds grotere kostenpost. Belangrijk is dan ook om zowel vanuit kostenoverweging en milieubelasting, zuinig met energie om te gaan.

In deze proeven is gekeken naar 2 methoden om bladkiepen te beperken. Bij de eerste methode is de kas verwarmd met infraroodstraling. Infraroodverwarming zorgt voor directe straling op de planten waardoor de plant actiever wordt en makkelijker het vocht kwijt kan. Bij de tweede methode is de kas geregeld op dampdrukverschil. Door het klimaat te regelen op dampdrukverschil (registratie met behulp van gewastemperatuurmeter) wordt verwacht dat slechte klimaatomstandigheden tijdig en sneller gesignaleerd worden, waarop de computer snel kan ingrijpen. Met het dampdrukverschil kan nauwkeurig worden bepaald wat de verdampingsmogelijkheden van een gewas zijn. Het gevaar van te weinig verdamping is groot als het dampdrukverschil klein is. Het kritieke dampdrukverschil wordt ingeschat op 300 Pascal (ervaring uit de glasteelt).

Ook zijn de effecten/mogelijkheden van de meerlagenteelt in het onderzoek meegenomen. Bij de meerlagenteelt wordt een energiebesparing van rond 20% verwacht. Naar verwachting zal het percentage meerlagenteelt in de toekomst flink toenemen.

Zowel in het broeiseizoen 2009/2010 als in 2010/2011 zijn 2 proeven uitgevoerd waarbij de gangbare kas vergeleken is met een kas waarbij gestuurd werd op dampdrukverschil en een kas met infraroodverwarming. Daarnaast is in 2010/2011 nog gewerkt met een experimenteel infraroodsysteem. Het onderzoek is door Proeftuin Zwaagdijk uitgevoerd in samenwerking met Sercom Regeltechniek en MSI en werd gefinancierd door de sector via Productschap Tuinbouw.

Door technische problemen bij de 1^e proef in 2010 zijn (na overleg met de begeleidingscommissie) alleen de resultaten van proef 2 besproken. De resultaten van het onderzoek staan vermeld in dit rapport.

2. PROEFOPZET

Zowel in 2010 als in 2011 zijn 2 trekken uitgevoerd met 2 cultivars per trek. De behandelingen staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Behandelingen

	behandelingen voortrekken	behandelingen productie
1	gangbare kas	gangbare kas
2	gestuurde kas	gestuurde kas
3	infrarood kas	infrarood kas
4	voortrekken TL licht*	gangbare kas
5	voortrekken TL-licht*	infrarood kas
6	voortrekken zonder belichting*	gangbare kas
7	gangbare kas	infrarood kas
8	infrarood kas	gangbare kas
9	infrarood kas experimenteel (alleen 2011)	infrarood kas experimenteel

* = meerlagenteelt simulatie

Voor het slagen van de proef wordt de kans op voldoende bladkiepaantasting gestimuleerd door gevoelige rassen ('Leen van der Mark' en 'Purple Prince') te kiezen en gebruik te maken van een dikke plantmaat. De kassen zijn vol gezet met productietulpen uit de praktijk om een gangbare bezettingsgraad te hanteren. Tussen de bakken met productietulpen zijn ad random de meetbakken geplaatst. De proef is uitgevoerd met 4 herhalingen. De EC van het water is verhoogd naar 1,5 mS/cm met de meststoffen calciumnitraat en calciumchloride.

In de gangbare kas is het klimaat aangestuurd met een praktijkinstelling. Bij de praktijkinstelling werd de kas verwarmd tot 17°C en gelucht op 18°C. De RV was ingesteld op 75%. In de gangbare kas ging het energiescherm in 2010 een half uur voor zonsopgang open en een half uur na zonsondergang weer dicht. In de gestuurde kas ging het energiescherm 3 uur na zonsopgang open en 2 uur voor zonsondergang dicht. In samenwerking met de begeleidingscommissie en de ervaringen uit voorgaande jaren is in 2011 de praktijkinstelling van de gangbare kas aangepast. De grootste wijzigingen zijn ingevoerd bij de scherminstellingen. In 2011 ging in alle kassen het energiescherm om 3 uur na zonsopgang open en 2 uur na zonsondergang dicht. De minimum buistemperatuur was ingesteld op 35°C.

De instellingen van de gangbare kas werden ook gebruikt voor de infraroodkas. In deze kas zijn in beide jaren de scherminstellingen van de gestuurde kas gebruikt.

De gestuurde kas werd geregeld op dampdrukverschil. Bij het berekenen van het dampdrukverschil wordt gebruik gemaakt van de metingen van de gewastemperatuur (infraroodcamera) in combinatie met luchttemperatuur en RV met daaraan gekoppeld een speciaal door Sercom Regeltechniek ontwikkeld programma.

Het dampdrukverschil was ingesteld op 350 Pascal. Als het dampdrukverschil deze waarde bereikte, dan werd eerst het luchtsetpoint verlaagd tot het verwarmingssetpoint en werden de verwarmingsbuizen opgestookt. De luchtramen gaan dan sneller open om het vocht af te voeren. Er werd dus alleen gelucht indien nodig.

Bij de behandelingen 4, 5 en 6 wordt het meerlagensysteem gesimuleerd. In de eerste fase van de teelt (± 10 dagen) zijn de tulpen belicht met TL-lampen of zonder belichting (geplaatst op

de betonvloer onder de containers). Het geïnstalleerde vermogen was 2 TL-lampen/m² van 40 Watt per lamp. De verhouding wit/blauw licht was 3 staat tot 1. Na de voortrekfase zijn de tulpen of in de standaardkas of onder infraroodverwarming in bloei getrokken.

Bij de behandelingen 7 en 8 is nog gekeken naar de invloed van infraroodlicht in de voortrekfase. De gedachte achter deze behandelingen is om er achter te komen wat de meest bladkiepgevoelige fase in de teelt is. Deze behandelingen worden vergeleken met de behandelingen 1 en 3.

De afstand van de infraroodpanelen tot het gewas was bij de start ongeveer 1,80 meter en bij de oogst 1,50 meter. De infraroodpanelen hadden per stuk een vermogen van 1100 Watt. Per 20-25 m² is één paneel nodig. Deze infraroodregeling werd geregeld met een aan/uit regeling. Wanneer de gewenste temperatuur in de kas werd bereikt dan werden de panelen uitgeschakeld.

De experimentele infrarood leek op een soort TL-verwarming (zie foto). Deze infraroodverwarming had een lager lichtspectrum dan de hierboven genoemde infraroodpanelen. De golflengte van de infraroodpanelen is 8000-11000 nanometer en die van de nieuwe verwarming 2500-3500 nanometer. Volgens de leverancier is de indringing van de warmte van deze lampen hoger dan bij de infraroodpanelen en zijn er minder verliezen door convectorie. Hierdoor zouden problemen met bladkiep in theorie verkleind worden. De nieuwe lampen zijn praktischer in gebruik en nemen minder licht weg. Het nadeel van dit systeem was dat de lampen niet gekoppeld konden worden aan de computer of regelkast. Hierdoor moesten de lampen constant blijven branden. Het gevolg was dat de gewenste temperatuur in de kas vaak te hoog was waardoor de tulpen zeker in de 2^e trek te snel klaar waren.

Foto. Infraroodverwarming experimenteel



De belangrijkste teeltgegevens staan vermeld in tabel 2.

Tabel 2. Teeltgegevens proefjaar 2009/2010

	Trek 2 (10065)
Cultivars en plantmaat	'Leen van der Mark' 12-op 'Purple Prince' 12/op
Bewortelingstemperatuur	7°C
Bemesting water	Calnit + Calciumchloride (50-50%)
EC	1,5
pH	6,5
Plantdatum	24 december 2009
Inhaaldatum	12 januari 2010
Oogstdatum	Purple Prince: 31 januari - 3 februari 2010 Leen van der Mark: 1 februari - 4 februari 2010
Kastemperatuur	17°C
Aantal behandelingen	9
Aantal herhalingen	4
Aantal bollen per bak/tray	'Leen van der Mark': 72 'Purple Prince': 84
Proefplaats	Proeftuin Zwaagdijk

Tabel 3. Teeltgegevens proefjaar 2010/2011

	Trek 1 (11005)	Trek 2(11006)
Cultivars en plantmaat	'Leen van der Mark' 12-op 'Purple Prince' 12/op	'Leen van der Mark' 12-op 'Purple Prince' 12/op
Bewortelingstemperatuur	7°C	7°C + 5°C
Bemesting water	Calnit + Calciumchloride (50-50%)	Calnit + Calciumchloride (50-50%)
EC	1,5	1,5
pH	6,5	6,5
Plantdatum	25 november 2010	28 december 2010
Inhaaldatum	16 december 2010	Leen van der Mark: 11 januari 2011 Purple Prince: 14 januari 2011
Oogstdatum	Purple Prince: 7-10 januari 2011 Leen van der Mark: 8-13 januari 2011	Purple Prince: 28 januari - 1 februari 2011 Leen van der Mark: 25 februari - 1 februari 2011
Kastemperatuur	17°C	17°C
Aantal behandelingen	9	9
Aantal herhalingen	4	4
Aantal bollen per bak/tray	92	92
Proefplaats	Proeftuin Zwaagdijk	Proeftuin Zwaagdijk

Waarnemingen

Tijdens de kasperiode zijn de klimaatgegevens geregistreerd. Ook is verschil in energieverbruik vastgesteld.

Bij de oogst is het plantgewicht (gram), de plantlengte (cm), de bloemgrootte (cm) en het percentage uitval als gevolg van bladkiep en het totaal uitval bepaald. Bij het percentage bladkiep zijn zowel de licht als de zwaar aangetaste planten meegeteld.

Foto. Planttemperatuurcamera



3. STATISTIEK

Met behulp van de variantie-analyse (Anova) is bepaald of de behandelingen significant van elkaar verschillen. Er is gewerkt met een betrouwbaarheid van 95% ($P = 0,05$). De Lsd (Least significant difference) geeft het kleinste betrouwbare verschil aan. Indien het verschil tussen twee getallen groter is dan de Lsd dan is het verschil betrouwbaar. Voor de duidelijkheid is dit in de tabel weergegeven met letters. Wordt een behandeling gekwalificeerd met **a** en de andere met **b** dan is er sprake van een significant verschil, echter verschillen tussen **a** en **ab** zijn niet significant. De p-waarde die onder de tabel vermeld is geeft de significantie aan, hoe kleiner dit getal is hoe groter de significantie. De afkorting n.s. die soms in de tabel gebruikt wordt betekent niet significant.

SEIZOEN 2010

4. WEERGEGEVENS

Januari 2010 was koud, droog en had een normale hoeveelheid zon.

De gemiddelde temperatuur over januari is in De Bilt uitgekomen op -0,5 °C tegen een langjarig gemiddelde van 2,8 °C. In het noordoosten was de negatieve afwijking ten opzichte van normaal duidelijk groter dan in het zuidwesten. Zo was de gemiddelde temperatuur in Eelde -2,0 °C tegen 2,0 °C normaal en in Vlissingen 1,0 °C tegen normaal 3,8 °C.

Januari ging sneeuwrijk en koud van start. Vanaf het midden van de maand werd het enige tijd kwakkelweer. Op de 21e begon het in het noorden weer aanhoudend te vriezen. De koude lucht won langzaam terrein en vanaf de 24e was het in het hele land weer winter. De laatste dagen van de maand trokken er in een gure noordwestelijke stroming winterse buien over het land.

In De Bilt werden 23 vorstdagen (minimumtemperatuur lager dan 0,0 °C) geregistreerd, tegen 13 normaal. De landelijk laagste temperatuur, -15,8 °C, werd gemeten op 26 januari in het Friese Stavoren.

Op tien dagen kwam de temperatuur in De Bilt het gehele etmaal niet boven het vriespunt (maximumtemperatuur lager dan 0,0 °C; ijsdagen). Normaal telt januari er vier ijsdagen. Het aantal ijsdagen liep uiteen van drie plaatselijk in het zuidwesten tot 15 lokaal in het noordoosten. Het is op geen enkele dag zeer zacht geweest.

Januari was een droge maand. Gemiddeld over viel 43 mm gevallen tegen een langjarig gemiddelde van 69 mm.

Opvallend vaak viel de neerslag deze maand in de vorm van sneeuw. Soms viel er op uitgebreide schaal veel sneeuw.

Gemiddeld over het land scheen de zon 62 uren tegen 52 uren normaal. Vooral rond het midden van de maand liet de zon vaak verstek gaan. Op een enkele plek in het noordoosten van het land scheen de zon in de periode van 13 tot en met 24 januari slechts drie uren.

5. RESULTATEN PROEF 2 (2010)

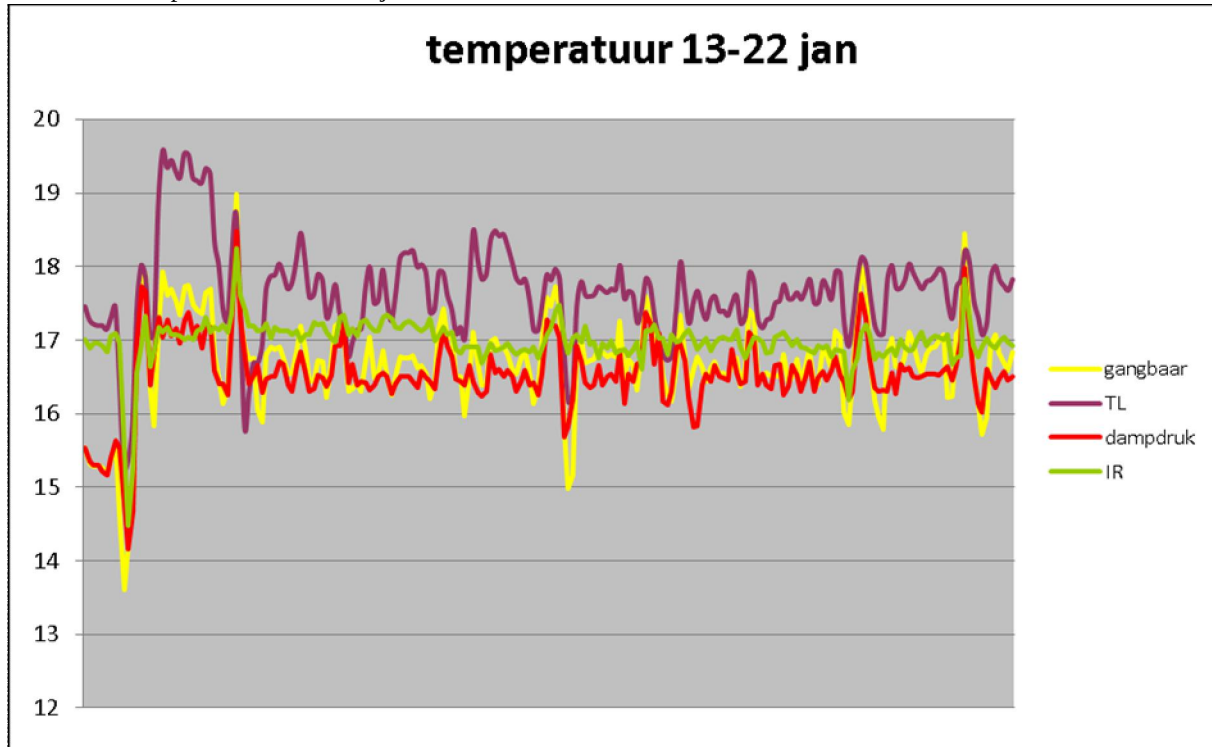
5.1 Algemeen

Voor de proef is gebruik gemaakt van de cultivars 'Purple Prince' en 'Leen van der Mark'. Deze cultivars staan bekend om de gevoeligheid voor bladkiepen. Om de aantastingskansen te vergroten zijn grote bollen van de maat 12/op gebruikt. Op 24 december zijn de bollen geplant en op 12 januari zijn de tulpen in de kas geplaatst.

5.2 Kasklimaatgegevens

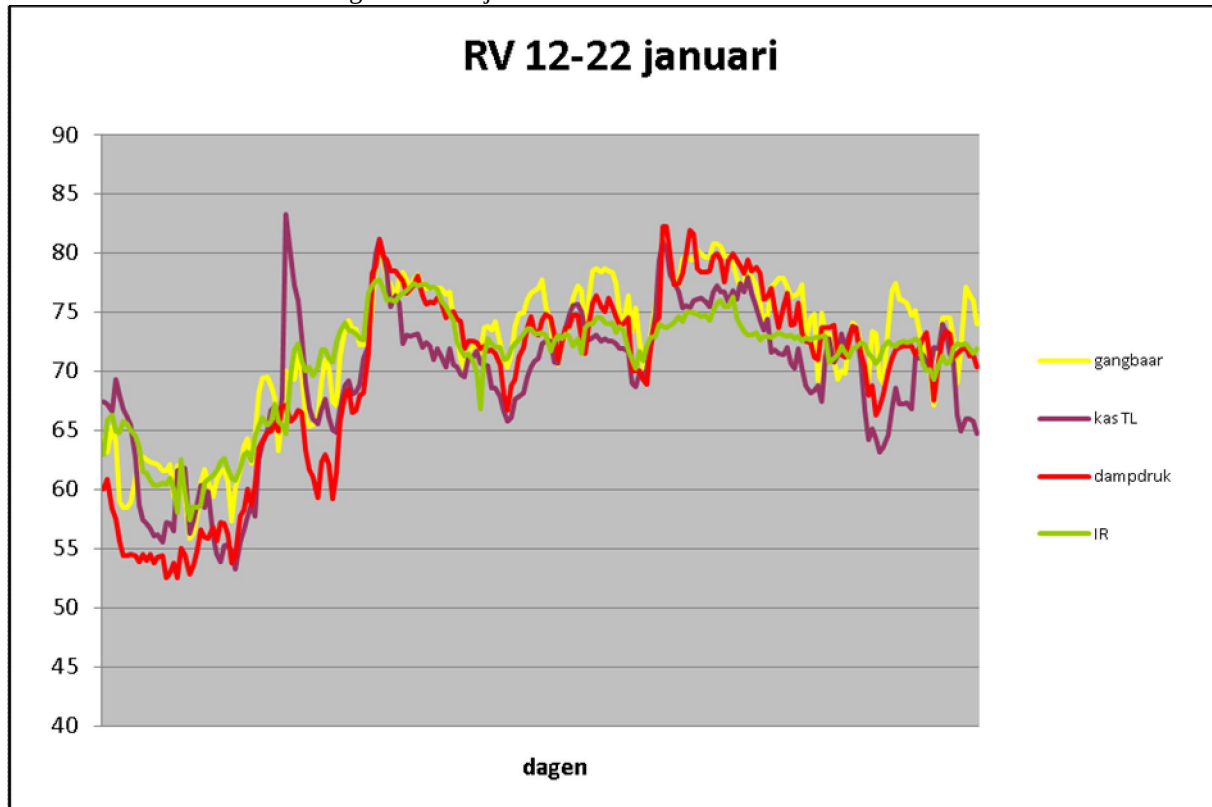
Tijdens de kasperiode zijn de klimaatgegevens geregistreerd. De periode is in 2 gedeelten opgesplitst. De periode 13 t/m 22 januari was de voortrekfase, waarbij ook het voortrekken onder TL-licht is meegenomen. In de 2^e fase van de teelt zijn de TL-lampen weggehaald.

Grafiek 1. Temperatuur van 13-22 januari 2010



De lage temperatuur van 13 januari werd veroorzaakt door sneeuwval. De temperatuur van de infraroodkas (IR) was gemiddeld iets hoger, maar constanter dan de overige kassen. De temperatuur in de gangbare kas was gemiddeld iets hoger dan de kas die op dampdruk gestuurd werd. De TL-afdeling had de hoogste temperatuur, die ondanks het ventileren hoger bleef.

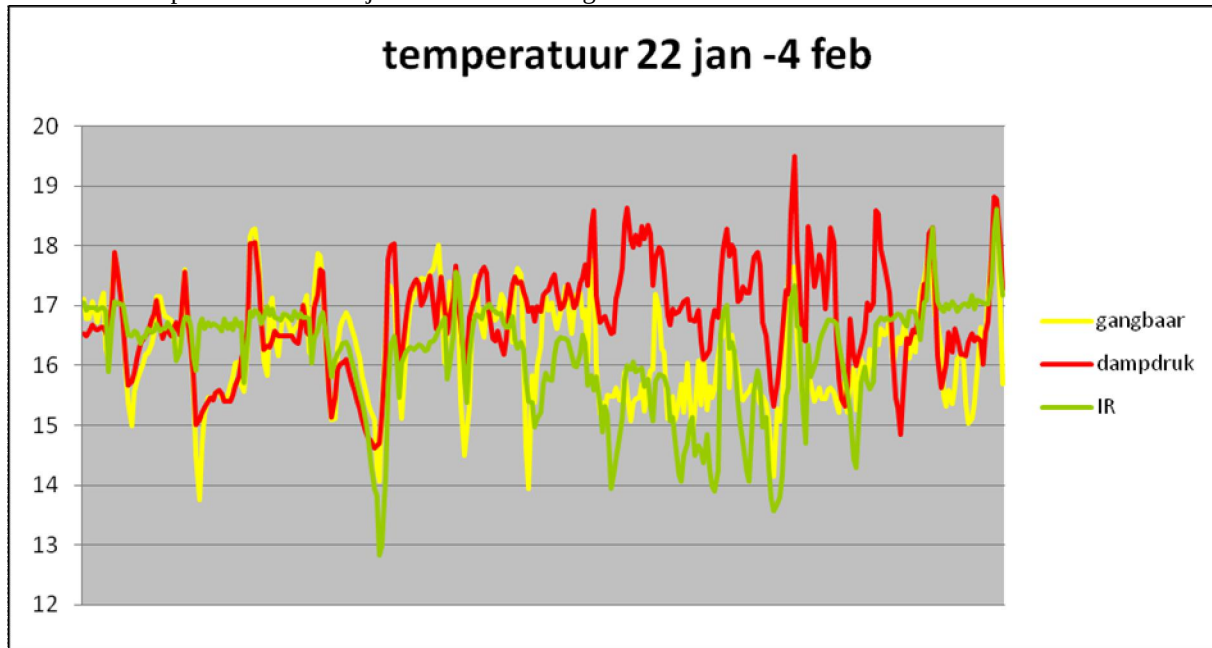
Grafiek 2. Relatieve luchtvochtigheid 12-23 januari 2010



Gemiddeld genomen was de relatieve luchtvochtigheid in de TL-afdeling lager dan in de overige afdelingen. Dit was het gevolg van de hogere temperatuur in deze afdeling. Door de invloed van de TL-lampen werd het warmer in deze afdeling. Ondanks de ventilatie kon deze invloed niet geneutraliseerd worden.

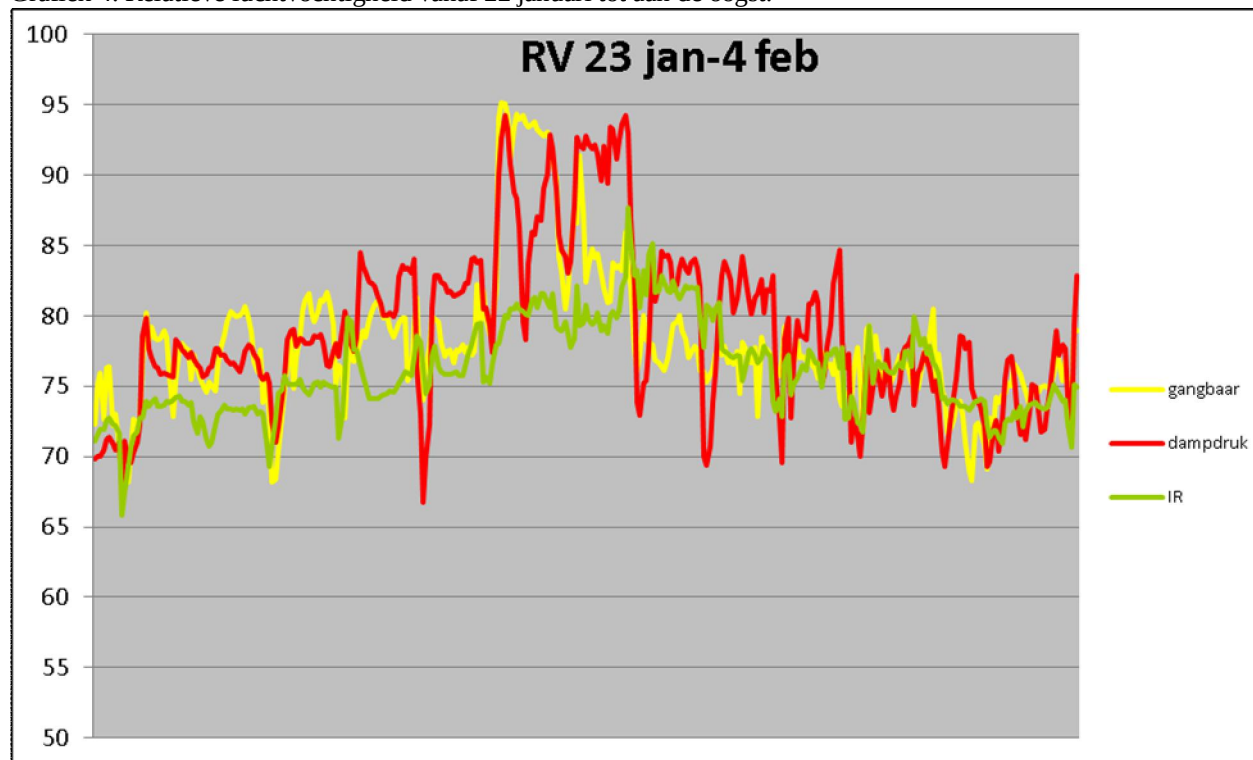
Gemiddeld genomen had de infraroodafdeling een lagere RV dan de overige afdelingen. De gangbare afdeling noteerde een hogere RV dan de kas met de dampdrukregeling.

Grafiek 3. Temperatuur vanaf 22 januari tot aan de oogst.



In deze periode is de temperatuur van de kas met de dampdrukregeling hoger dan de bij de andere kassen. Dit werd veroorzaakt doordat het gewas groter werd en meer ging verdampen. Door de als gevolg daarvan hogere RV en lager dampdrukverschil werd de kas verder opgestookt en ging het gewas nog sterker verdampen, wat uiteraard niet gewenst was. De dampdrukregeling moet op dit punt nog worden aangepast.

Grafiek 4. Relatieve luchtvochtigheid vanaf 22 januari tot aan de oogst.



De gemiddelde relatieve luchtvochtigheid was van de kas met de dampdrukregeling hoger dan van de overige kassen. Gemiddeld genomen was de RV van de kas met de infraroodverwarming lager dan van de overige kassen.

De gemiddelde klimaatgegevens van de gehele trek staan vermeld in tabel 3.

Tabel 3. Gemiddelde klimaatgegevens

Waarneming	gangbare kas	gestuurde kas	infrarood kas
Gewastemperatuur	16,3	16,3	16,1
Temperatuur	16,8	17,0	16,4
RV	74,5	73,8	76,4
Dampdrukverschil	441	424	404

Het verschil tussen de gewastemperatuur en de luchttemperatuur was het laagst bij de kas met infraroodverwarming en het hoogst bij de gestuurde kas. De gemiddeld RV was het hoogst bij de infraroodkas en het laagst bij de gestuurde kas.

Het dampdrukverschil was het laagst bij de infraroodkas en het hoogst bij de gangbare kas

5.3. Resultaten oogst

Op 12 januari 2010 zijn de tulpen in de kas geplaatst. Na 10 dagen zijn de tulpen indien nodig verplaatst (behandelingen 4 t/m 12). Ondanks de vorstperiode hadden beide partijen veel last van bladkiep. Het hoge percentage bladkiep was het gevolg van de herkomst van de partij en de dikke plantmaat. Bij slechte weersomstandigheden was het percentage bladkiep nog hoger geweest. Om het overzichtelijk te houden worden de cijfers per blok besproken. De resultaten staan in tabel 4 en 5.

Bij de oogst zijn het plantgewicht (gram), de plantlengte (cm), de bloemgrootte (cm) en het percentage bladkiep bepaald. Bij het percentage bladkiep zijn zowel de licht als de zwaar aangetaste planten meegeteld. De licht aangetaste planten zijn nog veilig met keuropmerking, de zwaar aangetaste planten niet.

Tabel 4. Resultaten Purple Prince

	behandelingen voortrekken	behandelingen productie	% bladkiep totaal	% bladkiep licht	% bladkiep zwaar	% totaal uitval	plantgewicht	plantlengte	bloem- grootte
1	gangbare kas	gangbare kas	91 cd	3,0 ab	88 ef	91 de	25,6 bc	34,8 ab	4,7
2	gestuurde kas	gestuurde kas	92 cd	6,0 bc	86 ef	87 de	24,3 a	34,0 a	4,5
3	infrarood kas	infrarood kas	80 ab	7,7 cd	72 bc	74 b	25,7 bc	35,0 ab	4,7
4	voortrekken TL	gangbare kas	88 cd	10,8 de	77 cd	79 bc	25,5 bc	36,3 cd	4,6
5	voortrekken betonvloer	gangbare kas	94 d	1,8 a	92 f	94 e	27,4 d	35,7 bc	4,7
6	voortrekken TL	infraroodkas	76 a	14,3 e	62 a	63 a	26,4 cd	36,8 d	4,7
7	gangbare kas	infrarood kas	73 a	8,2 cd	65 ab	66 a	26,3 c	34,7 ab	4,8
8	infraroodkas	gangbare kas	87 bc	3,1 ab	84 de	85 cd	24,9 ab	34,4 a	4,6
	p-waarde		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,246
	Lsd		7	3,9	7	7	1,1	1,1	n.s.

De bladkiepaantasting van de infraroodkas was lager dan die van de gestuurde en gangbare kas. Tussen de gestuurde en gangbare kas waren er geen verschillen. De tulpen tijdens de productiefase onder infraroodlicht (behandeling 7) plaatsen was beter dan de bollen constant in de gangbare kas opkweken. Het plantgewicht van de gestuurde kas was lager dan de gangbare en infrarood kas. Dit werd veroorzaakt doordat de tulpen in de gestuurde kas 1-2 dagen eerder klaar waren.

Bij de meerlagenteeltsimulatie leidde het voortrekken onder TL-licht + productiefase onder infraroodlicht tot het laagste percentage bladkiep. Het slechtste resultaat werd bereikt bij het voortrekken op de betonvloer. Het plantgewicht van deze behandeling was wel het hoogst. Tussen de overige behandelingen waren de verschillen niet betrouwbaar.

Tabel 5. Resultaten Leen van der Mark

	behandelingen		% bladkiep totaal	% bladkiep licht	% bladkiep zwaar	% totaal uitval	plantgewicht	plantlengte	bloemgrootte
1	gangbare kas	gangbare kas	37 d	8,7	28 bcd	29 bc	36,3	37,1 ab	5,2
2	gestuurde kas	gestuurde kas	28 abc	8,4	20 ab	21 ab	35,2	36,9 ab	5,1
3	infrarood kas	infrarood kas	24 a	9,8	15 a	15 a	35,2	36,1 a	5,2
4	voortrekken TL	gangbare kas	40 d	9,1	31 d	31 c	35,1	37,7 b	5,1
5	voortrekken betonvloer	gangbare kas	38 d	9,5	29 cd	29 bc	36,4	37,8 b	5,2
6	voortrekken TL	infraroodkas	37 cd	10,9	26 bcd	26 bc	35,5	37,5 b	5,2
7	gangbare kas	infrarood kas	27 ab	7,2	20 abc	20 ab	35,9	36,9 ab	5,2
8	infraroodkas	gangbare kas	34 bcd	10,1	24 bcd	26 bc	34,6	36,2 a	5,1
	p-waarde		0,009	0,878	0,015	0,018	0,118	0,035	0,429
	Lsd		9	n.s.	9	9	n.s.	1,1	n.s.

De bladkiepaantasting van de infrarood en de gestuurde kas was lager dan die van de gangbare kas. De tulpen tijdens de productiefase onder infraroodlicht (behandeling 7) te plaatsen was beter dan de bollen constant in de gangbare kas op te kweken. Bij het plantgewicht waren de verschillen tussen de diverse behandelingen niet betrouwbaar.

Bij de simulatie van de meerlagenteelt waren de verschillen bij het percentage bladkiep en het plantgewicht niet betrouwbaar

6. ENERGIEBESPARING 2010

De energiekosten per kas zijn bepaald. Hierbij is uitgegaan van een gasprijs van € 0,20 per m³ en van een elektraprijs van gemiddeld € 0,065 (gemiddeld piek- en daluur). De energiebehoefte van de kas met de infraroodpanelen was 100% elektra. Bij de gasverwarmde afdelingen is gebruik gemaakt van doorstroommeters om het exacte energieverbruik per kas te bepalen. Hierbij kon per afdeling exact het energieverbruik gemeten worden. In tabel staan de kosten per m² van de 3 afzonderlijke afdelingen vermeld.

Tabel. Energiekosten per m² kasoppervlak

	Afdeling	bedrag	Index
1	gangbare kas	€ 1,67	100
2	gestuurde kas	€ 1,48	87
3	infrarood kas	€ 2,47	133

De energiekosten van de gestuurde kas was 13% lager dan in de gangbare kas. Het grootste gedeelte van de besparing is te toe te rekenen aan ?

De energiekosten van de infraroodkas waren 33% hoger dan van de gangbare kas. Deze kas is voor 100% met elektriciteit verwarmd.

7. CONCLUSIES 2010

- Kasverwarming met behulp van infraroodlicht leidde tot een lager percentage bladkiep. De kosten voor energie waren in deze kas 1/3 hoger dan de standaard kas en bijna 50% hoger dan de gestuurde kas. Wel dient hierbij opgemerkt te worden dat in de infraroodkas per dag bewust langer geschermd werd.
- Kassturing door middel van dampdruk leidde tot een lager percentage bladkiep dan bij de gangbare instelling. Ook was de energiebesparing bij de dampdrukregeling 13% lager dan bij de standaard regeling. De regeling dient nog wel geoptimaliseerd (inbouwen van een vochtregeling) te worden om ervoor te zorgen dat in de laatste fase van de teelt de verdamping niet te veel gestimuleerd wordt.
- De meerlagenteeltsimulatie was neutraal voor de kwaliteit van de tulpen.
- Door de tulpen in de productiefase (laatste 14 dagen van de teelt) onder infraroodlicht te plaatsen werd het percentage bladkiep verminderd. Voortrekken onder infraroodlicht (eerste 10 dagen van de teelt) leidde niet tot een lager percentage bladkiep.
- De gewastemperatuur was meestal 1°C (soms 2°) lager dan de luchttemperatuur.
- Het broeien van de plantmaat 12/op van de cultivars 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' zonder kwaliteitsproblemen is met de huidige kennis en mogelijkheden nog niet haalbaar bij de waterbroei.

SEIZOEN 2011

8. WEERGEGEVENS

December 2010 was koud met in De Bilt een gemiddelde temperatuur van 2,2 °C tegen een langjarig gemiddelde van 4,0 °C. Vanaf 17 december werd het opnieuw wisselvallig, maar het bleef vrij koud. Alleen juist rond Kerst was het enkele dagen minder koud. De neerslag viel vaak in de vorm van sneeuw.

In De Bilt werden 17 vorstdagen geregistreerd (minimumtemperatuur lager dan 0,0 °C), tegen 12 normaal. De laagste temperaturen werden gemeten in de vroege ochtend van zaterdag de 19^e. In het zuidoostelijk deel van het land vroor het die ochtend overal streng of zeer streng (temperatuur beneden de -10, respectievelijk -15 °C).

December was zonnig met gemiddeld over het land 59 zonuren tegen 43 normaal. In De Bilt werden 60 zonuren geregistreerd tegen 44 normaal. Uitgesproken zonnige dagen ontbraken in december. Echter, lange tijdvakken met zonloos weer deden zich deze maand niet voor. Alleen de laatste drie dagen van het jaar verliepen in een groot deel van het land somber.

Januari 2011 was een vrij zachte wintermaand met een gemiddelde temperatuur van 3,5 °C, tegen een langjarig gemiddelde van 2,8 °C. De eerste dagen van het nieuwe jaar lag de temperatuur iets onder normaal. Onder invloed van een hogedrukgebied was het overwegend droog. Vanaf 6 januari volgde een lang tijdvak met wisselvallig weer. Met enkele korte onderbrekingen lag de temperatuur hierbij ruim boven het langjarig gemiddelde.

Door het vrij koude weer aan het begin en einde van de maand liep het aantal vorstdagen (minimumtemperatuur lager dan 0,0 °C) op naar 16 tegen 13 normaal. Vaak ging het slechts om lichte vorst.

Landelijk gemiddeld scheen de zon 67 uren tegen 52 uren normaal. De zon was het meest te zien in de kustgebieden, met name in die van Noord-Nederland. In De Bilt werden 69 zonuren geregistreerd, tegen 52 uren normaal. Tijdens het wisselvallige, zachte weer rond het midden van de maand was het vaak bewolkt.

9. RESULTATEN TREK 1 (2011)

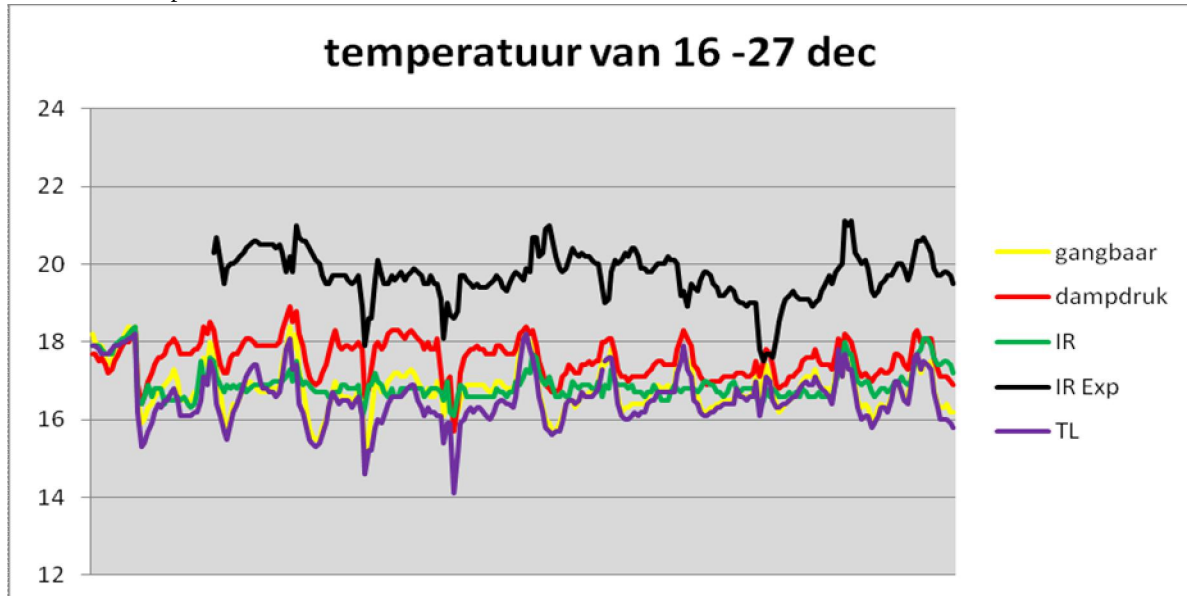
9.1 Algemeen

Voor trek 1 is gebruik gemaakt van de cultivars 'Purple Prince' en 'Leen van der Mark'. Deze cultivars staan bekend om de gevoeligheid voor bladkiepen. Om de aantastingskans te vergroten zijn grote bollen gebruikt (maat 12/op). Op 25 november zijn de bollen geplant en op 16 december zijn de tulpen in de kas geplaatst.

9.2 Kasklimaatgegevens trek 1

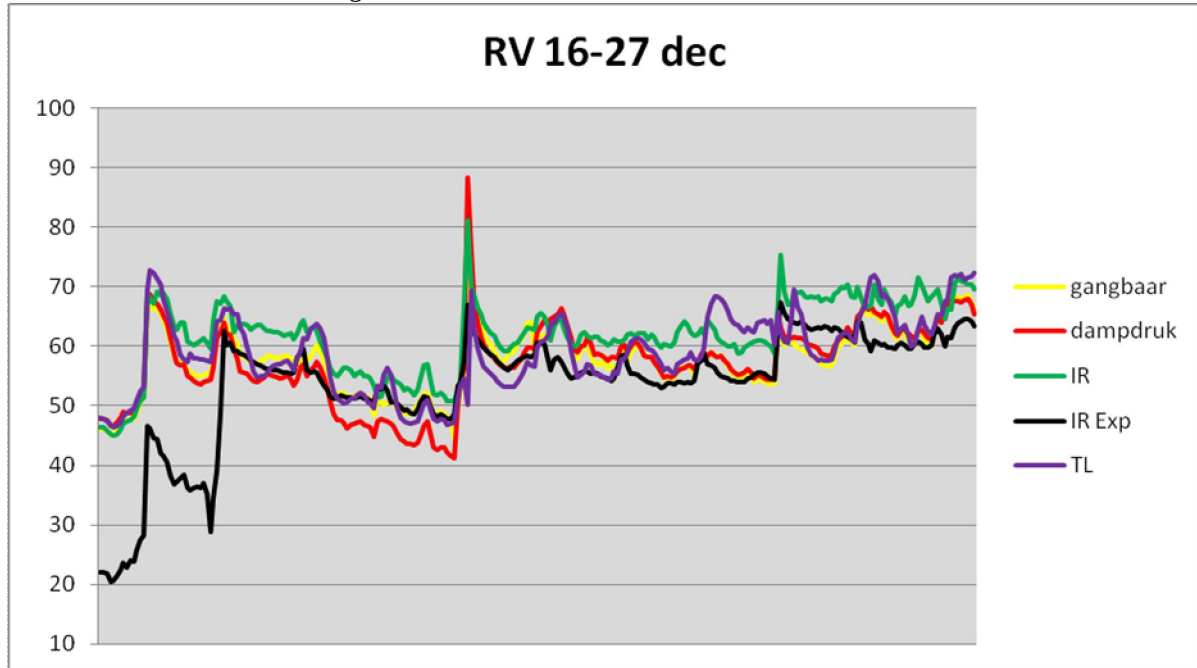
Tijdens de kasperiode zijn de klimaatgegevens geregistreerd. De periode is in 2 gedeelten opgesplitst. De periode 16 t/m 27 december was de voortrekfase, waarbij ook het voortrekken onder TL-licht is meegenomen. In de 2^e fase van de teelt zijn de TL-lampen weggehaald.

Grafiek 1. Temperatuur van 16-27 december 2010



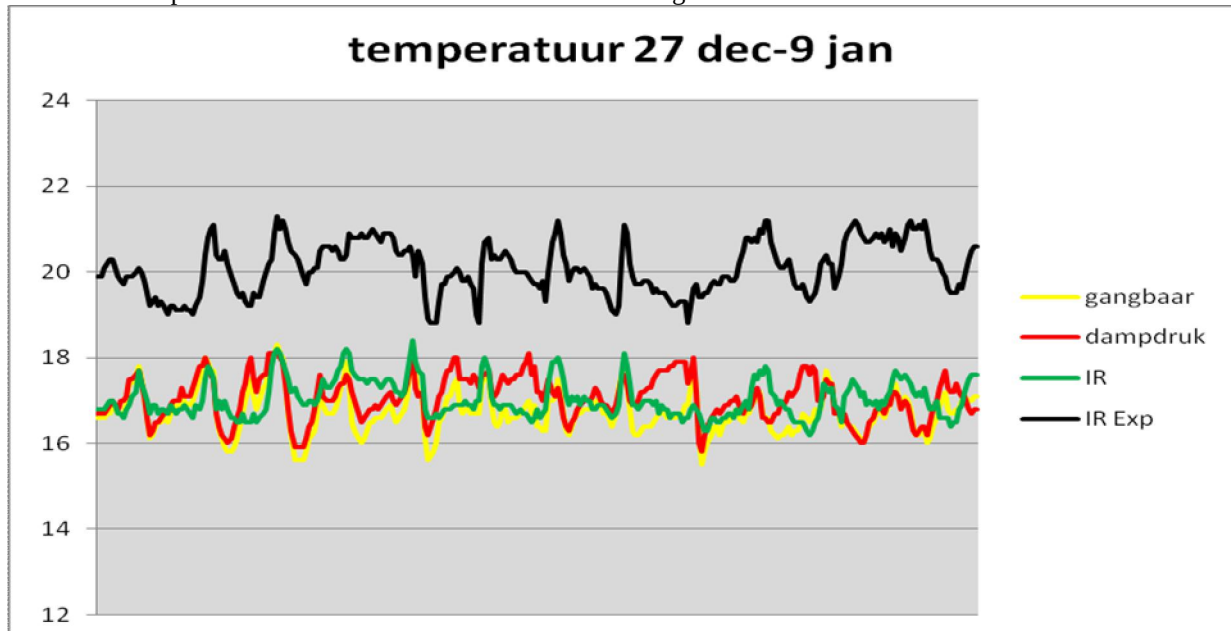
De temperatuur van de infrarood kas experimenteel (IR) was gemiddeld 2-3 graden hoger dan de overige kassen. Dit werd veroorzaakt doordat het vermogen van de lampen te groot was voor de ruimte en daarbij brandden de lampen 24 uur per dag. De temperatuur in de dampdruk kas was gemiddeld iets hoger dan de gangbare kas en de kas met de infraroodpanelen. De afdeling met de infraroodpanelen was vergelijkbaar met de gangbare kas maar had wel een constantere temperatuur. De TL-afdeling was vergelijkbaar met de gangbare kas.

Grafiek 2. Relatieve luchtvochtigheid 16-27 december 2010



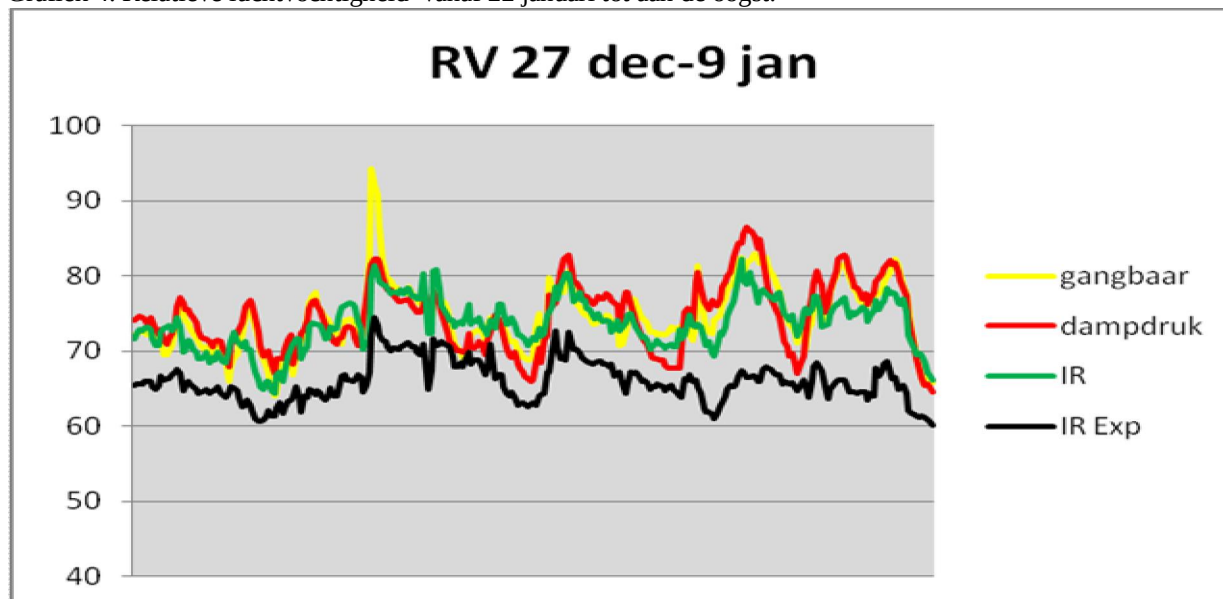
De luchtvochtigheid is in alle afdelingen niet boven de 70% geweest. Gemiddeld genomen was de relatieve luchtvochtigheid in alle afdeling vrijwel gelijk. Wel lijkt de RV in de afdeling met de infraroodpanelen iets hoger te zijn dan de overige afdelingen.

Grafiek 3. Temperatuur vanaf 27 december 2011 tot aan de oogst.



De temperatuur van de infraroodkas experimenteel (IR) was gemiddeld 2-3 hoger dan de overige kassen. De temperatuur in de dampdruk kas was gemiddeld iets hoger dan de gangbare kas en de kas met de infraroodpanelen. De afdeling met de infraroodpanelen was vergelijkbaar met de afdeling met de dampdrukregeling en de gangbare kas.

Grafiek 4. Relatieve luchtvochtigheid vanaf 22 januari tot aan de oogst.



In de 2^e helft van de teelt was de RV gemiddeld hoger dan in de 1^e helft. Het gewas neemt in omvang toe en gaat meer verdampen. Alleen de afdeling met de experimentele infraroodverwarming had een lagere RV dan de overige afdelingen. Dit werd mede veroorzaakt door de daar heersende hogere ruimtetemperatuur.

De gemiddelde klimaatgegevens van de gehele trek staan vermeld in tabel 3. Doordat de infraroodkas in 2 afdelingen was opgesplitst konden de gegevens van de afdeling infrarood experimenteel niet geregistreerd worden met de Sercom computer omdat 1 meetbox per kas geïnstalleerd is.

Tabel 3. Gemiddelde klimaatgegevens trek 1

Waarneming	gangbare kas	gestuurde kas	infrarood kas
Gewastemperatuur (°C)	15,9	15,5	16,1
Temperatuur (°C)	16,9	16,9	17,2
RV (%)	67	69	70
Dampdrukverschil (Pascal)	500	434	441

Mede door het vriezende weer waren de verschillen tussen de diverse afdelingen klein. De gewastemperatuur kwam gemiddeld 1°C lager uit dan de ruimtetemperatuur, zoals ook uit andere jaren bleek. Het verschil tussen de gewastemperatuur en de ruimtetemperatuur was hoogst bij de gestuurde kas. Tussen de infraroodpanelen en de gangbare kas was er geen verschil in de ruimte- en gewastemperatuur.

9.3 Resultaten oogst

Op 16 december 2010 zijn de tulpen in de kas geplaatst. Op 27 december zijn de tulpen indien nodig verplaatst (behandelingen 5 t/m 9). Ondanks de vorstperiode hadden beide cultivars last van bladkiep. Bij slechte weersomstandigheden was het percentage bladkiep nog hoger geweest. Om het overzichtelijk te houden worden de cijfers per blok besproken. De resultaten staan in tabel 4 en 5.

Bij de oogst zijn het plantgewicht (gram), de plantlengte (cm), de bloemgrootte (cm) en het percentage bladkiep bepaald. Bij het percentage bladkiep zijn zowel de licht als de zwaar aangetaste planten meegeteld. De licht aangetaste planten zijn nog veilig met keuropmerking, de zwaar aangetaste planten niet. De tulpen uit de experimentele infrarood kas waren ongeveer 2 dagen eerder klaar.

Tabel 4. Resultaten Purple Prince

	voortrekfase	productiefase	% bladkiep totaal	% bladkiep zwaar	% bladkiep licht	% totaal uitval	plantgewicht (gram)	plantlengte (cm)	bloemgrootte (cm)
1	gangbare kas	gangbare kas	20,2	11,3	9,0	12,3	26,6	35,4 ab	4,9 bc
2	gestuurde kas	gestuurde kas	15,4	9,2	6,2	9,8	26,9	35,8 bc	4,9 bc
3	infrarood kas	infrarood kas	10,1	5,4	4,7	8,6	26,5	35,1 a	4,9 c
4	voortrekken TL licht	gangbare kas	13,3	7,1	6,2	7,6	27,8	37,2 d	4,9 bc
5	voortrekken TL-licht	infraroodkas	12,6	6,0	6,7	6,5	26,9	36,3 c	4,9 bc
6	voortrekken geen	gangbare kas	14,0	9,4	4,6	11,7	26,9	35,6 abc	4,8 bc
7	gangbare kas	infrarood kas	16,7	9,8	6,9	11,6	26,6	35,8 abc	4,8 b
8	infraroodkas	gangbare kas	11,2	5,8	5,4	7,5	28,0	35,9 bc	4,9 c
9	infraroodkas ex	infraroodkas exp	11,0	5,0	6,0	7,9	26,6	35,7 abc	4,7 a
	p-waarde		0,173	0,264	0,349	0,312	0,129	< 0,001	0,002
	Lsd		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,7	0,1

De bladkiepaantasting van beide infraroodsystemen leek lager dan die van de gestuurde en gangbare kas. De bladkiepaantasting van de gestuurde kas leek lager dan de gangbare kas. De tulpen tijdens de voortrekfase onder infraroodlicht (behandeling 9) plaatsen was beter dan de bollen constant in de gangbare kas op te kweken. Bij het plantgewicht en –lengte waren de verschillen klein of niet aanwezig.

Tussen het systeem met de experimentele infraroodverwarming en de infraroodpanelen was geen aantoonbaar verschil.

Tussen de voortrekbehandelingen (5, 6 en 7) waren er geen verschillen in bladkiepaantasting. De tulpen van de behandeling TL-licht/gangbaar waren langer dan voortrekken betonvloer/gangbaar.

Tabel 5. Resultaten Leen van der Mark

	voortrekfase	productiefase	% bladkiep totaal	% bladkiep zwaar	% bladkiep licht	% totaal uitval	plantgewicht (gram)	plantlengte (cm)	bloemgrootte (cm)
1	gangbare kas	gangbare kas	8,6 ab	4,5 a	4,2 abcd	6,3 a	31,1	33,5 bc	5,2
2	gestuurde kas	gestuurde kas	6,0 a	3,3 a	2,8 ab	5,0 a	29,9	32,9 a	5,3
3	infrarood kas	infrarood kas	6,9 ab	4,6 a	2,4 a	5,4 a	30,1	33,1 ab	5,2
4	voortrekken TL licht	gangbare kas	16,2 de	9,7 b	6,6 d	12,7 cd	30,8	34,4 d	5,3
5	voortrekken TL-licht	infraroodkas	14,3 cd	9,1 b	5,3 cd	10,4 bc	31,0	34,1 d	5,3
6	voortrekken geen	gangbare kas	18,7 e	12,4 b	6,2 d	14,8 d	31,0	33,4 b	5,2
7	gangbare kas	infrarood kas	10,6 bc	5,4 a	5,2 bcd	7,0 ab	30,2	33,5 bc	5,2
8	infraroodkas	gangbare kas	7,0 ab	3,9 a	3,1 abc	5,0 a	31,7	34,0 cd	5,2
9	infraroodkas exp	infraroodkas exp	9,2 ab	5,1 a	4,2 abcd	6,1 a	30,4	32,7 a	5,3
	p-waarde		< 0,001	< 0,001	0,016	< 0,001	0,087	< 0,001	0,959
	Lsd		4,1	3,4	2,5	3,7	n.s.	0,5	n.s.

De bladkiepaantasting van de infrarood, de gestuurde en de gangbare kas was vrijwel gelijk. De tulpen tijdens de productiefase onder infraroodlicht (behandeling 9) te plaatsen was vergelijkbaar met de gangbare kas. Bij het plantgewicht waren de verschillen tussen de diverse behandelingen niet betrouwbaar.

Tussen het systeem met de experimentele infraroodverwarming en de infraroodpanelen was geen aantoonbaar verschil.

Het verplaatsen van de bollen van de infrarood kas naar de gangbare kas lijkt beter dan van de gangbare kas naar de infrarood kas.

Het voortrekken had een negatieve invloed op de hoeveelheid bladkiep en het totale uitval. De verschillen tussen de voortrekken onder TL-licht en op de betonvloer waren niet betrouwbaar. De oorzaak van het hogere percentage bladkiep kan te maken hebben met het lagere lichtniveau tijdens deze periode.

10. RESULTATEN TREK 2

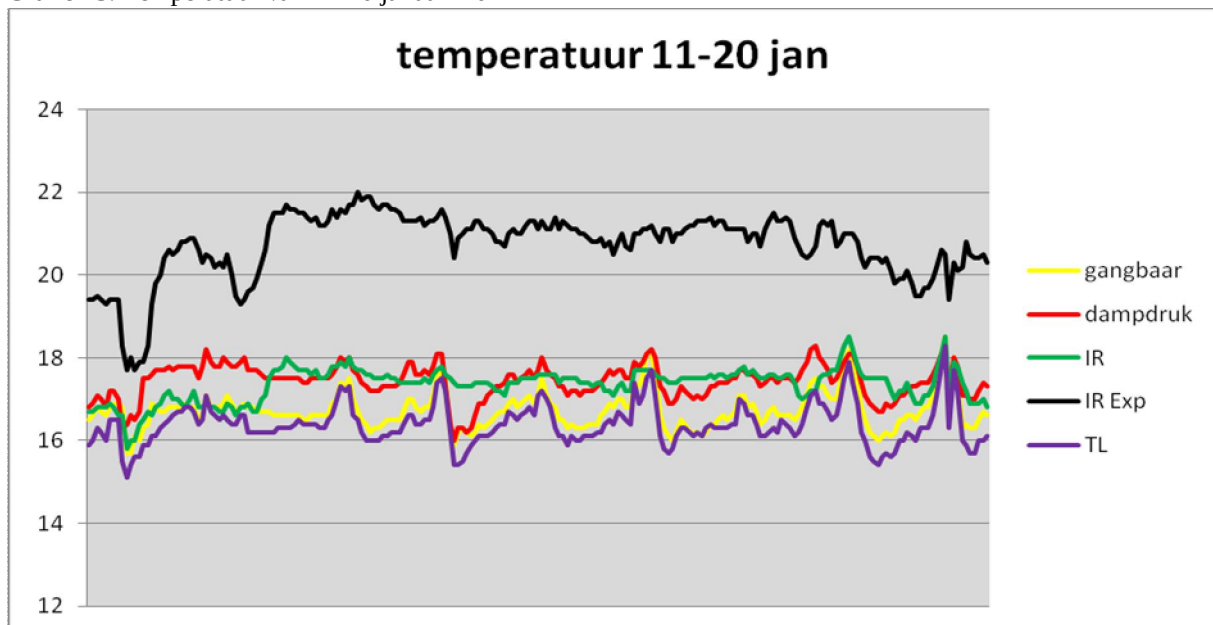
10.1 Algemeen

Voor de 2^e trek is wederom gebruik gemaakt van de cultivars 'Purple Prince' en 'Leen van der Mark' met bollen van de maat 12/op. Op 28 december 2010 zijn de bollen geplant en op 11 januari (Leen van der Mark) en 14 januari (Purple Prince) 2011 zijn de tulpen in de kas geplaatst. De voortrekfase duurde tot 20 januari 2011.

10.2 Kasklimaatgegevens trek 2

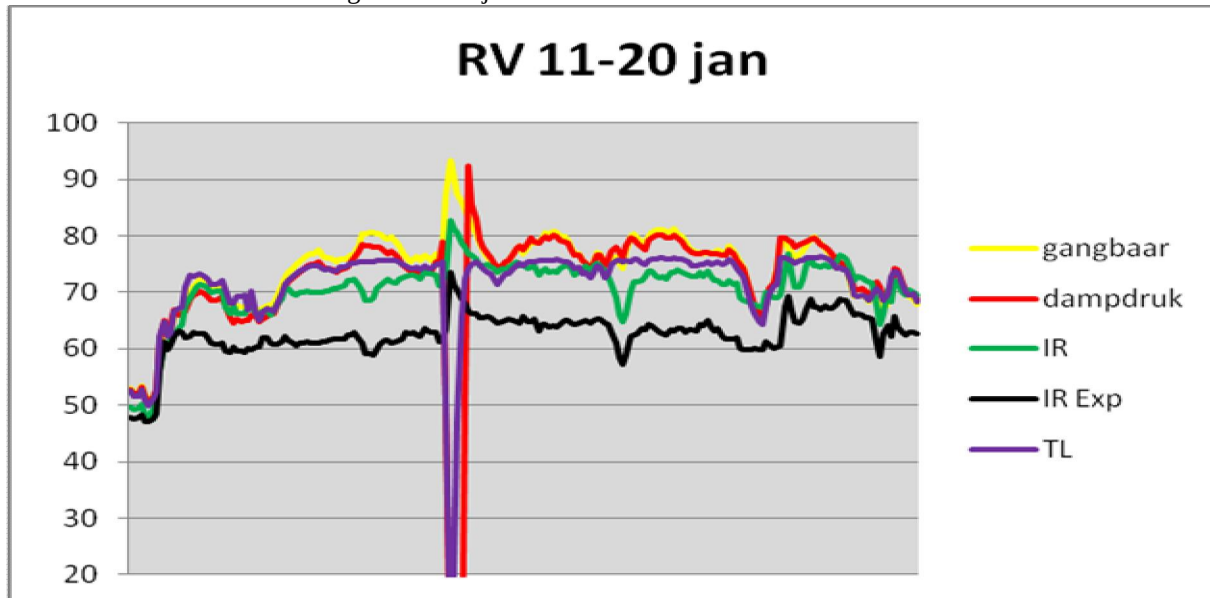
Tijdens de kasperiode zijn de klimaatgegevens geregistreerd. De periode is in 2 gedeelten opgesplitst. De periode 11 t/m 19 januari was de voortrekfase, waarbij ook het voortrekken onder TL-licht is meegenomen. In de 2^e fase van de teelt zijn de TL-lampen weggehaald.

Grafiek 5. Temperatuur van 11-20 januari 2011



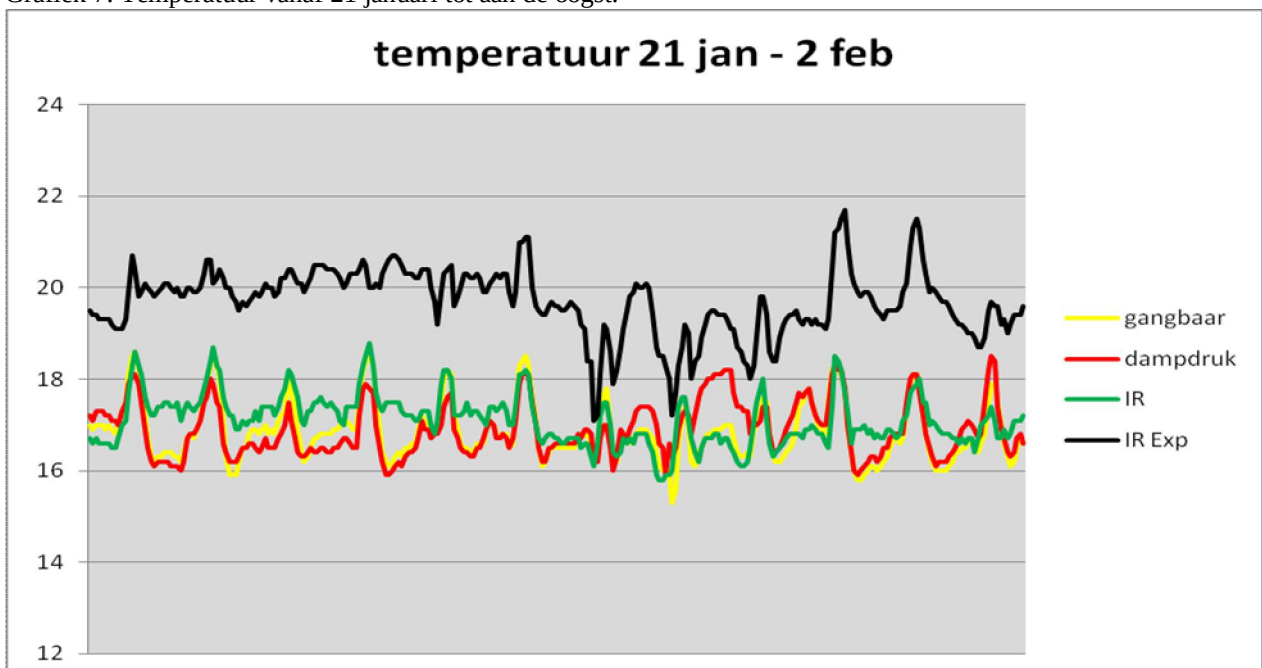
Mede door het ontbreken van vorst was de temperatuur in de afdeling infrarood experimenteel 3-4 graden hoger dan in de overige afdelingen. De temperatuur in de dampdruk kas en de infrarood kas was gemiddeld 0,5 °C hoger dan in de gangbare kas. De TL-afdeling was vergelijkbaar met de gangbare kas.

Grafiek 6. Relatieve luchtvochtigheid 11-20 januari 2011



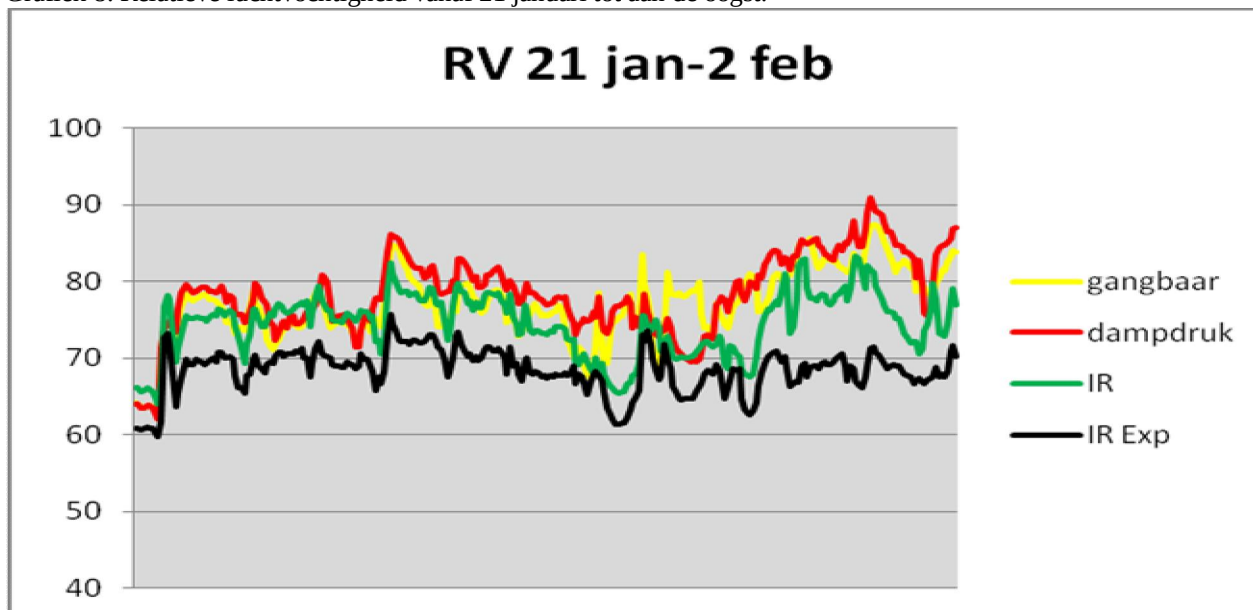
De afdeling met de experimentele infraroodverwarming had een lagere RV dan de overige afdelingen. Dit werd mede veroorzaakt door de daar heersende hogere ruimtetemperatuur. Gemiddeld genomen had de infraroodafdeling een lagere RV dan de overige afdelingen. De gangbare afdeling en de kas met de dampdrukregeling hadden een vergelijkbare RV. De piek en het dal in de grafiek had te maken met een storing van de loggers.

Grafiek 7. Temperatuur vanaf 21 januari tot aan de oogst.



De temperatuur van de infraroodkas experimenteel (IR) was gemiddeld 2-3 hoger dan de overige kassen. De temperatuur in de dampdruk kas was vrijwel gelijk met de gangbare kas en de infraroodpanelen.

Grafiek 8. Relatieve luchtvochtigheid vanaf 21 januari tot aan de oogst.



De gemiddelde relatieve luchtvochtigheid was van de kas met de dampdrukregeling hoger dan van de overige kassen. Gemiddeld genomen was de RV van de kas met de infraroodverwarming lager dan de gangbare kas. De afdeling met de experimentele infraroodverwarming had een lagere RV dan de overige afdelingen.

De gemiddelde klimaatgegevens van de gehele trek staan vermeld in tabel 3.

Tabel 3. Gemiddelde klimaatgegevens trek 2

Waarneming	gangbare kas	gestuurde kas	infrarood kas
Gewasttemperatuur (°C)	16,1	15,6	16,3
Temperatuur (°C)	17,0	16,9	17,5
RV (%)	76	75	74
Dampdrukverschil (Pascal)	358	340	359

Het verschil tussen de gewasttemperatuur en de luchttemperatuur was het hoogst bij de gestuurde kas. De gemiddeld RV was in alle kassen vrijwel gelijk.

Het dampdrukverschil was het laagst bij de gestuurde kas en het hoogst bij de gangbare en infrarood kas

10.3 Resultaten oogst

Op 11 januari 2011 zijn de tulpen in de kas geplaatst. Op 20 januari zijn de tulpen indien nodig verplaatst (behandelingen 5 t/m 9). Beide partijen hadden meer last van bladkiep dan bij trek 1. Bij 'Purple Prince' was de aantasting zelfs zeer ernstig. Om het overzichtelijk te houden worden de cijfers per blok besproken. De resultaten staan in tabel 6 en 7.

Bij de oogst zijn het plantgewicht (gram), de plantlengte (cm), de bloemgrootte (cm) en het percentage bladkiep bepaald. Bij het percentage bladkiep zijn zowel de licht als de zwaar aangetaste planten meegeteld. De licht aangetaste planten zijn nog veilbaar met keuropmerking, de zwaar aangetaste planten niet. De tulpen uit de experimentele infrarood kas waren ongeveer 3 dagen eerder klaar. Voor de kwaliteit van de tulpen is een te snelle groei niet wenselijk.

Tabel 6. Resultaten Purple Prince trek 2

	behandelingen		% bladkiep totaal	% bladkiep zwaar	% bladkiep licht	% totaal uitval	plantgewicht (gram)	plantlengte (cm)	bloemgrootte (cm)
1	gangbare kas	gangbare kas	82 d	74 cd	9 ab	74 bc	29,2	37,9 ab	4,2
2	gestuurde kas	gestuurde kas	75 bcd	66 bc	9 ab	68 b	29,9	37,8 ab	4,4
3	infrarood kas	infrarood kas	66 a	52 a	14 c	53 a	30,0	37,5 a	4,4
4	voortrekken TL licht	gangbare kas	81 cd	68 bcd	13 bc	70 bc	30,5	38,6 c	4,6
5	voortrekken TL-licht	infraroodkas	74 abc	62 b	12 bc	65 b	30,4	38,4 bc	4,4
6	voortrekken geen	gangbare kas	81 cd	76 d	5 a	78 c	29,7	37,9 ab	4,7
7	gangbare kas	infrarood kas	78 cd	66 bc	11 bc	67 b	29,8	38,4 bc	4,4
8	infraroodkas	gangbare kas	74 abc	64 b	10 abc	66 b	29,5	37,7 a	4,5
9	infraroodkas ex	infraroodkas exp	69 ab	49 a	20 d	51 a	29,0	37,4 a	4,5
	p-waarde		0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,354	0,007	0,795
	Lsd		8	9	5	9	n.s.	0,7	n.s.

De bladkiepaantasting van de infraroodkas (inclusief experimenteel) was lager dan die van de gestuurde en gangbare kas. De bladkiepaantasting van de gestuurde kas was statistisch gelijk aan de gangbare kas, ook het verschil tussen infrarood en experimenteel was niet significant. Het plaatsen van de tulpen tijdens de voortrekfase onder infraroodlicht (behandeling 9) was niet beter dan de gangbare kas. Bij het plantgewicht en -lengte waren de verschillen niet aantoonbaar.

Tussen de voortrekbehandelingen (5, 6 en 7) waren er geen betrouwbare verschillen bij de totale bladkiepaantasting. De productiefase infraroodkas had een lager percentage zwaar bladkiep dan de gangbare kas. De tulpen van de behandeling TL-licht/gangbaar waren langer dan voortrekken betonvloer/gangbaar.

Tabel 7. Resultaten Leen van der Mark

	behandelingen		% bladkiep totaal	% bladkiep zwaar	% bladkiep licht	% totaal uitval	plantgewicht (gram)	plantlengte (cm)	bloemgrootte (cm)
1	gangbare kas	gangbare kas	22,0 abc	11,6 ab	10,5	14,9 a	35,7 b	36,6 b	5,1
2	gestuurde kas	gestuurde kas	34,1 d	23,0 e	11,1	24,9 b	34,9 b	36,6 b	5,1
3	infrarood kas	infrarood kas	19,2 ab	10,3 ab	8,9	13,0 a	35,6 b	36,8 b	5,0
4	voortrekken TL licht	gangbare kas	30,0 cd	20,5 cde	9,5	24,4 b	35,7 b	38,2 c	5,1
5	voortrekken TL-licht	infraroodkas	26,8 bcd	20,0 cde	6,8	22,9 b	35,8 b	37,9 c	5,1
6	voortrekken geen	gangbare kas	31,0 d	21,7 de	9,3	24,2 b	35,9 b	37,6 c	5,3
7	gangbare kas	infrarood kas	27,9 cd	16,0 bcd	11,9	19,6 ab	34,9 b	36,4 ab	4,9
8	infraroodkas	gangbare kas	22,3 abc	14,2 abc	8,2	16,1 a	35,4 b	36,2 ab	5,1
9	infraroodkas exp	infraroodkas exp	17,2 a	9,4 a	7,8	13,8 a	32,7 a	35,7 a	5,0
	p-waarde		0,005	<0,001	0,421	0,002	<0,001	<0,001	0,269
	Lsd		8,5	6,4	n.s.	6,8	1,3	0,8	n.s.

De bladkiepaantasting van de infrarood (+ experimenteel) en de gangbare kas was vrijwel gelijk. De gestuurde kas had meer uitval dan de overige behandelingen. De tulpen tijdens de productiefase onder infraroodlicht (behandeling 7) te plaatsen was vergelijkbaar met de gangbare kas. Het plantgewicht van de infraroodkas experimenteel was lager dan de overige behandelingen, ook bleven de tulpen bij deze behandeling korter. De oorzaak van het lagere plantgewicht ligt aan de teeltduur. De tulpen waren bij dit systeem 3 dagen eerder klaar dan de overige tulpen. Tussen de overige behandelingen waren de verschillen niet betrouwbaar.

Het voortrekken had een negatieve invloed op de hoeveelheid bladkiep en het totale uitval. De verschillen tussen de voortrekken onder TL-licht en op de betonvloer waren niet betrouwbaar. Bij het voortrekken werden de tulpen wel langer.

11. ENERGIEBESPARING 2011

De energiekosten per kas zijn bepaald. Hierbij is uitgegaan van een gasprijs van € 0,28 per m³ en van een elektraprijs van gemiddeld € 0,08 per kwh (gemiddeld piek- en daluur). De energiebehoefte van de kas met de infraroodpanelen was 100% elektra. Bij de gasverwarmde afdelingen is gebruik gemaakt van doorstroommeters om het energieverbruik per kas te bepalen. Hierbij kon per afdeling exact het energieverbruik gemeten worden. In tabel staan de kosten per m² van de 3 afzonderlijke afdelingen vermeld.

Tabel. Energiekosten per m² kasoppervlak gemiddeld van 2 proeven.

	Afdeling	bedrag	Index
1	gangbare kas	€ 1,60	100
2	gestuurde kas	€ 1,53	96
3	infrarood kas	€ 2,94	184

De energiekosten van de gestuurde kas waren 4% lager dan in de gangbare kas. De energiekosten van de infraroodkas waren 84% hoger dan van de gangbare kas. Deze kas was voor 100% met elektriciteit verwarmd.

12. CONCLUSIES 2011

- Kasverwarming met behulp van infraroodlicht leidde tot een lager percentage bladkiep. De kosten voor energie waren in deze kas bijna twee maal zo hoog dan de standaard kas. In 2010 waren de verschillen in energiekosten veel kleiner. Dit is naar alle waarschijnlijkheid veroorzaakt door de aangepaste schermtijden.
- De experimentele infraroodverwarming had vergelijkbare resultaten als de infraroodpanelen.
- Kassturing door middel van dampdruk leidde tot een iets lager percentage bladkiep dan bij de gangbare instelling. Ook was de energiebesparing bij de dampdrukregeling 4% lager dan bij de standaard regeling. De regeling dient nog wel geoptimaliseerd (inbouwen van een vochtregeling) te worden om ervoor te zorgen dat in de laatste fase van de teelt de verdamping niet te veel gestimuleerd wordt.
- De meerlagenteeltsimulatie leidde in sommige gevallen tot meer bladkiep bij de tulpen. De oorzaak van het hogere percentage bladkiep kan te maken hebben met het lagere lichtniveau tijdens deze periode.
- Door de tulpen in de voortreffase (eerste 7 dagen van de teelt) onder infraroodlicht te plaatsen werd het percentage bladkiep verminderd.
- De gewastemperatuur was meestal 1°C (soms 2°) lager dan de luchttemperatuur.
- Het broeien van de plantmaat 12/op van de cultivars 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' zonder kwaliteitsproblemen is met de huidige kennis en mogelijkheden nog niet haalbaar bij de waterbroei.

13. BIJLAGEN

1. Foto's

Foto 1 Bladkiepen



Foto 2. Infraroodverwarming panelen.



Foto 3. Kasopstelling dampdrukregeling



Foto 4. Kasopstelling infraroodverwarming

