

Bladkiep in tulp door calciumgebrek

Onderzoek naar het verbeteren van de opname van calcium in tulp ter voorkoming van bladkiep

Ing. M.F.N. (Martin) van Dam, A.J.M. (Annita) van Haaster

© 2006 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.



Projectleider: Martin van Dam

Projectnummer: 3233090200

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bloembollen, Bomen & Fruit

Adres : Professor van Slogterenweg 2, Lisse

: Postbus 85, 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 - 462 121

Fax : 0252 - 462 100

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

	Pagina
SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL EN METHODE	9
2.1 Behandelingen broeiseizoen 2004	9
2.2 Behandelingen broeiseizoen 2005	10
2.3 Wijze van beoordelen	10
2.4 Kasklimaat: relatieve luchtvochtigheid	11
3 RESULTATEN	13
3.1 Broeiseizoen 2004	13
3.1.1 Effecten per factor op calciumopname en plantgewicht	13
3.2 Broeiseizoen 2005	16
3.2.1 Effecten veroorzaakt door klimaat, K/Ca-verhouding, EC en broeisysteem op de calciumopname en het plantgewicht.....	16
3.2.2 Effect pH op calciumopname en gemiddeld plantgewicht	17
3.3 Verschillen tussen de partijen.....	18
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	19
4.1 Effecten van de getoetste factoren	19
5 KENNISOVERDRACHT	21
LITERATUUR.....	21
BIJLAGE 1 GEREALISEERD KASKLIMAAT 2005	23

Samenvatting

Bladkiep bij tulp is het verschijnsel waarbij op het blad donkergroene, glazige plekken ontstaan waar druppeltjes vocht uit komen. In ernstige gevallen ontstaan aan de onderkant van het blad scheurtjes. Bladkiep is een gevolg van een tekort aan calcium in de plant. Bij waterbroei treedt het verschijnsel veel sterker op dan bij broei op potgrond. Risicofactoren voor optreden van bladkiep zijn ondermeer vroege broei, dikke bolmaten en een aantal gevoelige cultivars.

In 2004 en 2005 zijn de effecten van een aantal factoren in de voedingsoplossing op de calciumopname onderzocht. Dit waren: K/Ca-verhouding, toevoeging van chloride, EC tijdens beworteling en het bijsturen van de pH. De proeven werden uitgevoerd op zowel prikbakken met stilstaand water als op eb/vloedtafels, met meerdere partijen van de cultivars 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince'. Ook werd de invloed van een extra droog klimaat bestudeerd.

De effecten van de behandelingen zijn in dit onderzoek bepaald aan de hand van de opgenomen hoeveelheid calcium. Dit is een goede maatstaf gebleken voor de kans op blad- en stengelkiep bij tulpen.

Verhoging van het kaligehalte in de voedingsoplossing ten koste van calcium leidde tot een verminderde opname van calcium. Hierdoor nam de kans op bladkiep toe. Vooral tijdens de wintermaanden met bladkiepgevoelige cultivars is het belangrijk om de calciumvoorziening goed op peil te houden.

Het toevoegen van Cl⁻ aan de voedingsoplossing in de plaats van nitraat leverde niet altijd een duidelijk positieve bijdrage aan het calciumgehalte en aan het gewicht van tulpen.

Gedurende de beworteling werd een hogere EC gehandhaafd. In het eerste jaar van de proeven was er bij de analysesresultaten van beide cultivars een trend te zien naar meer calciumopname door de plant bij een hogere EC tijdens de beworteling (2,5 mS/cm in plaats van 1,5 mS/cm). In 2005 is alleen 'Leen van der Mark' getoetst. Hierbij was geen effect op de calciumopname waarneembaar.

Het plantgewicht kan door de hogere EC iets afnemen. In de proeven was dat wisselend per cultivar en partij wel en niet het geval. Omdat uitval meer kost dan een klein gewichtsverlies, lijkt beworteling bij een hoge EC toch een goede maatregel om de kans op bladkiep te verminderen.

Broeien bij een droog kasklimaat stimuleert de calciumopname en is zodoende een goede maatregel ter voorkoming van bladkiep. Bij een droog kasklimaat werd meer calcium door de plant opgenomen en vastgelegd (cv. 'Leen van der Mark', proef in 2005). Er waren geen nadelige gevolgen voor het plantgewicht als gevolg van een droger kasklimaat.

Het aanzuren van de voedingsoplossing (om daarmee de pH vast te houden tussen 5,5 en 6) bleek geen goede maatregel om calciumopname te stimuleren. Door de pH-regeling wordt niet meer of minder calcium opgenomen. Ook was er daarbij geen effect merkbaar van de pH op het gemiddelde plantgewicht.

Bij teelt op eb/vloedsysteem ten opzichte van de prikbak was er een duidelijke verbetering van de calciumopname (een toename van 35%) in de plant. Ook het gemiddelde plantgewicht nam toe en wel met gemiddeld meer dan 4 gram. Het broeien van tulpen op het eb/vloed-systeem is daarmee een erg goede maatregel om bladkiep te voorkomen.

De herkomst van een partij bepaalt in sterke mate mee aan het vermogen om calcium op te nemen. Soms werd een teeltmaatregel hierdoor teniet gedaan. Uit dit onderzoek is geen informatie naar voren gekomen waarmee het partijeffect voorspelbaar kon worden gemaakt.

1 Inleiding

Op een toenemend aantal bedrijven worden de laatste jaren tulpen op water gebroeid. De broeimethode kent naast vele voordelen nog een aantal problemen, waaronder bladkiepen. Bij een soortgelijk probleem - stengelkiepen - blijkt bevorderen van de verdamping en daarmee het transport van calcium naar de stengel afdoende om het probleem op te lossen. Ook bladkiep kan worden voorkomen door een verbeterde calciumopname. Er is een aantal manieren waarop dit kan worden bereikt. In dit onderzoek zijn de effecten van een aantal factoren op de calciumopname onderzocht.

Bestaande kennis

Bij bladkiep ontstaan er in het blad donkergroene, glazige plekken waar druppeltjes vocht worden uitgescheiden. In ernstige gevallen ontstaan aan de onderzijde ondiepe scheurtjes, dwars op de lengterichting van het blad. Losliggende delen van de opperhuid krullen om. Tulpen met bladkiep zijn onverkoopbaar (zie foto's 1 en 2).

Bladkiep is een gevolg van een tekort van calcium in de plant. Dit element wordt in de celwanden vastgelegd en zorgt ondermeer voor de elasticiteit van de celwand. Wanneer van cellen met een tekort aan calcium de celspanning te hoog wordt, gaan deze cellen 'leken'. Het zichtbare gevolg is blad- en/of stengelkiep. We spreken van een tekort als het gehalte calcium in de droge stof minder dan 0,1% bedraagt.



Foto 1 en 2 Bladkiep in tulp. Op de linkerfoto de grijsverkleuring van afgestorven bladcellen, deze is vaak te vinden ter hoogte van de bloemknop tussen het blad. De rechterfoto toont de opkrullende opperhuidcellen en het 'zweten' van het blad.

Bladkiep was bij de broeierij op potgrond al een probleem. Bij waterbroei treedt het verschijnsel veel sterker op. Het wordt voornamelijk geconstateerd bij de vroege broei (december/januari), bij dikke bollen (zift 12) en bij een aantal cultivars (o.a. 'Leen van der Mark', 'Purple Prince' en 'Monte Carlo'). De afwijking kan in korte tijd, meestal tegen het einde van de teelt, plotseling optreden.

Uit proeven uitgevoerd door PPO in Lisse en door Proeftuin Zwaagdijk (in de periode 2000 tot 2003) in het kader van het voorkómen van bladkiep zijn de volgende inzichten naar voren gekomen:

- Verhogen van de EC werkte gunstig op het verminderen van bladkiep, maar de vermindering was nooit spectaculair. Verhoging van de EC boven 2,0 mS was soms nadelig voor de kwaliteit (gewicht en lengte). De optimale EC lag gemiddeld in alle proeven tussen de 1 en 2 mS. Conclusie

- was dat het effect onder verschillende kasklimaat-omstandigheden verdere aandacht verdiende.
- Toevoeging van $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ aan het water gaf een oogstgewicht dat vergelijkbaar was met de standaard potgrondbroei. Toevoeging van andere voedingselementen had daarbij een wisselend effect, maar gaf met uitzondering van K geen duidelijke verbetering. Het toevoegen van K verhoogde het oogstgewicht, maar gaf meer risico op bladkiepen.
- Voor het einde van de trek stoppen met het toedienen van voeding was niet aantoonbaar nadelig ten aanzien van bladkiep.
- Gedeeltelijke vervanging van NO_3^- door Cl gaf een tendens naar minder bladkiep.
- Beluchting van de voedingsoplossing in proeven gaf meer opname van alle elementen in de voedingsoplossing. Ook het waterverbruik nam toe. Soortgelijke effecten werden ook gezien bij toepassing van stromend water.
- Bij een hogere R.V. is het effect van beluchting op de opname van elementen minder. Er werd iets meer bladkiep waargenomen.
- Bij de broei onder kunstlicht in combinatie met hoge RV treden hoge percentages bladkiep op (tot ruim 60%) op water terwijl op potgrond onder dezelfde omstandigheden geen bladkiep optrad.

Maatregelen tegen bladkiep zullen dus in ieder geval de opname en het transport van calcium naar de plant moeten bevorderen. Dit zal vooral in de eerste helft van de kasfase moeten gebeuren. Aan het eind tegen de oogst wordt de verdamping en daarmee de opname altijd sterk belemmerd door de dichtheid van het gewas.

De herkomst van de bollen speelt bij de opname van calcium een sterke rol. Er is echter nog geen duidelijk aanknopingspunt wat daarvan de oorzaak is. In het onderzoek werd deze factor niet meegenomen. Wel wordt er om die reden altijd met meerdere partijen tegelijk gewerkt om zodoende extreme verschillen die door partijen ontstaan te herkennen en eventueel weg te kunnen middelen.

Er bestaan grote overeenkomsten tussen blad- en stengelkiep en problemen die zich voordoen in een aantal groentegewassen, zoals glazigheid en 'rand' in sla, 'bolrot' in ijsbergsla en 'neusrot' in paprika en tomaat. Bij de proefopzet van het tulpenonderzoek is gebruik gemaakt van kennis uit deze teelten. Dat heeft onder andere geresulteerd in de toevoeging van chloride en het verhogen van de EC in de proefopzet bij tulp.

Proefopzet

Tulpen nemen veel van de voedingszouten passief op met de verdampingsstroom. In de kasproeven is het effect van verschillende factoren en de onderlinge interactie op het optreden en voorkomen van bladkiepen getoetst. Om bladkiep te voorkomen is het nodig om de opname van calcium te stimuleren. De gekozen onderzoeksfactoren zijn grotendeels gebaseerd op de volgende theorie:

- De cellen in het blad moeten voldoende calcium ontvangen en inbouwen voor een optimale membraanstructuur en -functie.
- Bij hoge worteldruk in combinatie met geringe verdamping, dient ervoor gezorgd te worden dat de druk in de bladcellen dusdanig wordt verlaagd, dat cellen niet kunnen openbarsten. Dit speelt in de teelt vanaf circa 1½ à 2 weken en is meer essentieel naarmate de voorafgaande calciumvoorziening in het eerste deel van de teelt ontoereikend is geweest.

Met de combinatie van beide maatregelen wordt bladkiep voorkomen. Om deze theorie te testen werd er gevarieerd in het wortelmilieu en in klimaat. In het wortelmilieu werd gevarieerd in voeding (variaties in Ca, K, Cl) temperatuur, EC en pH. Wat het klimaat betreft: een droog klimaat dient enerzijds om verdamping en dus calcium transport te bevorderen en anderzijds om hoge celspanning in het blad te voorkomen.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt beschreven hoe de verschillende factoren in de proeven zijn opgenomen. Daarnaast wordt in dit hoofdstuk de proefopzet in beide onderzoeksjaren toegelicht. Resultaten, discussie en conclusies van beide onderzoeksjaren worden besproken in resp. de hoofdstukken 3 en 4. Tot slot wordt in hoofdstuk 5 een overzicht gegeven van de wijze waarop kennisoverdracht heeft plaatsgevonden.

2 Materiaal en methode

De kasproeven zijn uitgevoerd in twee broeiseizoenen: januari/februari 2004 en januari/februari 2005. In de twee jaren werd de beïnvloeding van een aantal factoren op de calciumopname getoetst. De opzet van de proef verschilde in beide jaren iets van elkaar.

2.1 Behandelingen broeiseizoen 2004

Er werden tulpen gebroeid in 2 kassen; een kas met een normaal klimaat en een kas waarin extra droog werd geteeld. Klimaat als factor werd daarmee slechts in enkelvoud getoetst.

In beide kassen waren de volgende factoren in de proefopzet opgenomen:

- K/Ca-verhouding → 2 niveaus: K/Ca = 2/2,5 mmol en K/Ca = 4/1,5 mmol,
- EC tijdens de beworteling → 2 niveaus: 1,5 mS en 2,5 mS,
- cultivar → 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince',
- pH-regime → 2 niveaus: pH vrij laten en pH bijsturen tussen 5,5 en 6.

De proef werd uitgevoerd in eind januari - begin februari. De hierboven opgesomde factoren werden in een volledig orthogonale proef in 2-voud uitgevoerd (zie tabel 1). Daarnaast werd het effect van chloride (50% van het nitraat in de voedingsoplossing vervangen door chloride) en eb/vloed getoetst in een aantal extra behandelingen. Deze staan ook in tabel 1 in de kolom 'extra behandelingen'.

Van alle behandelingen werden 2 herhalingen opgeplant. Bij de oogst werd het gewicht van de planten genoteerd. Van (een deel van) de geogste planten werd per behandeling, en per partij het calciumgehalte bepaald in de droge stof. De calciumbepaling werd uitgevoerd aan een mengmonster van de herhalingen. Per cultivar zijn 5 verschillende partijen opgenomen in de proef. De opzet van de proef is niet bedoeld om de verschillen tussen partijen te verklaren. Het is meer bedoeld om te laten zien dat er verschillen zijn. Hiermee wordt tevens voorkomen dat, als er maar 1 partij was gebruikt, een uitslag zou worden vertaald als algemeen geldende uitslag.

Tabel 1. Schema van de uitgevoerde behandelingen in kasproeven ter voorkoming van bladkiep, 2004

Klimaat	K/Ca verhouding	EC (mS)	Cultivar	pH	Extra behandelingen
droog/normaal droog/normaal droog/normaal droog/normaal droog/normaal droog/normaal droog/normaal droog/normaal droog/normaal droog/normaal	2 / 2,5	1,5	'Leen vd Mark'	vrij	eb/vloed 1 *
				5,5 – 6,0	
			'Purple Prince'	vrij	eb/vloed
			5,5 – 6,0		
		2,5	'Leen vd Mark'	vrij	normaal +Cl 2 *
				5,5 – 6,0	
	'Purple Prince'		vrij	normaal +Cl 2 *	
		5,5 – 6,0			
	4 / 1,5	1,5	'Leen vd Mark'	vrij	eb/vloed
				5,5 – 6,0	
			'Purple Prince'	vrij	eb/vloed
			5,5 – 6,0		
2,5		'Leen vd Mark'	vrij	normaal +Cl 2 *	
			5,5 – 6,0		
	'Purple Prince'	vrij	normaal +Cl 2 *		
	5,5 – 6,0				

*

1: deze behandeling is op zowel eb/vloed als op stilstaand water uitgevoerd

2: de behandeling in de kas met normaal klimaat werd ook uitgevoerd in de variant waarbij 50% van het nitraat was vervangen door chloride.

2.2 Behandelingen broeiseizoen 2005

In het tweede jaar werd weer in 2 kassen gebroeid; een kas met een normaal klimaat en een kas waarin extra droog werd geteeld. Klimaat als factor werd daarmee slechts in enkelvoud getoetst.

In beide kassen waren de volgende factoren in een combinatieproef opgenomen:

- K/Ca-verhouding → 2 niveaus: K/Ca = 2/2,5 mmol en K/Ca = 4/1,5 mmol,
 - EC tijdens de beworteling → 2 niveaus: 1,5 mS en 2,5 mS,
 - partij → van cv. 'Leen van der Mark' zijn 4 verschillende partijen genomen,
 - broeisysteem → prikbak en eb/vloedsysteem,
 - pH-regime → 2 niveaus: pH vrij laten en pH bijsturen tussen 5,5 en 6.
- Dit deel werd als afzonderlijke proef uitgevoerd.

In 2005 werd de proef ook weer uitgevoerd in januari/februari. De bovengenoemde factoren werden, met uitzondering van pH, in een volledig orthogonale proef in 2-voud uitgevoerd (zie tabel 2).

Per bak stonden er 4 partijen tulpen 'Leen van der Mark'. De helft van de proef werd op eb/vloed-systeem, de ander helft op prikbakken uitgevoerd. Van alle behandelingen werden 3 herhalingen opgeplant. Bij de oogst werd het gewicht van de planten genoteerd. Van de geoogste planten werd per behandeling, per herhaling en per partij het calciumgehalte bepaald in de droge stof.

Tabel 2. Schema van de uitgevoerde behandelingen in kasproeven ter voorkoming van bladkiep, 2005

Kasklimaat	K/Ca verhouding	EC (mS)	Systeem
normaal normaal normaal normaal normaal normaal normaal	2 / 2,5	1,5	prikbak
			eb/vloed
		2,5	prikbak
			eb/vloed
	4 / 1,5	1,5	prikbak
			eb/vloed
		2,5	prikbak
			eb/vloed
droog Droog droog droog droog droog droog droog	2 / 2,5	1,5	prikbak
			eb/vloed
		2,5	prikbak
			eb/vloed
	4 / 1,5	1,5	prikbak
			eb/vloed
		2,5	prikbak
			eb/vloed

Dit keer werd er geen behandeling met chloride opgenomen en werd alleen met de cultivar 'Leen van der Mark' gebroeid.

Om het aspect van de zuurgraad op de opname toch mee te kunnen nemen is naast bovenstaande proef-opzet een aparte proef met vaste en een variabele pH uitgevoerd. Hierbij werden 4 partijen van cv. 'Leen van der Mark' gebruikt, op eb/vloed met een normale bemesting. Deze proef werd in 4 herhalingen uitgevoerd in één kas. Van 2 van de 4 gebroeide partijen is een mengmonster uit de drie herhalingen genomen voor analyse van het calciumgehalte.

2.3 Wijze van beoordelen

In deze proeven is het calciumgehalte in de plant bepalend voor het effect van de ingezette behandelingen.

Van alle behandelingen is dan ook een deel van de planten (zonder bol) geanalyseerd op Ca-inhoud. Naast het calciumgehalte in het drogestof van de planten werd het gewicht van de planten bepaald.

De meetresultaten zijn verwerkt met het statistische rekenprogramma "Genstat". In 2004 zijn de bepalingen van Ca-gehalte in het gewas in enkelvoud uitgevoerd waardoor er geen significante verschillen aangetoond konden worden, maar er wel trends gesignaleerd konden worden. Bij bepaling van het effect van chloride konden in 2004 wel herhalingen ten opzichte van elkaar vergeleken worden via een variantieanalyse. In 2005 was wel per herhaling een analyse van het calciumgehalte beschikbaar, waardoor de trends in 2004 getoetst konden worden aan de uitkomsten van de variantieanalyses van de Ca-cijfers in 2005.

2.4 Kasklimaat: relatieve luchtvochtigheid

Calciumopname hangt in sterke mate af van de vochtopname van het gewas, als gevolg van verdamping. Voor het zichtbaar maken van de invloed van de RV op de Ca-opname is in twee kassen een verschillend klimaat ingesteld. In één kas is in feite alleen de temperatuur ingesteld en is verder niets gedaan om de verdamping te stimuleren. In de andere kas is met behulp van instellingen van doekkier, ramen, en buizen getracht het vochtdeficit te verlagen en daarmee de verdamping van het gewas te verbeteren. In beide kassen is wel gestreefd naar een gelijke gemiddelde etmaaltemperatuur, om zodoende op een gelijke oogstdatum uit te komen. Voor de instellingen van de stook- en ventilatietemperatuur had dat tot gevolg dat deze niet geheel gelijk waren.

Gerealiseerd klimaat:

De RV was gemiddeld 71 % in de droge kas, en 81 % in de vochtige kas. Het doel (een duidelijk verschil in gerealiseerde RV tussen beide kassen) is dus in ieder geval behaald (zie ook bijlage 1).

3 Resultaten

Significante verschillen zijn aangeduid door middel van verschillende letters achter het meetresultaat. Deze gelden per cultivar afzonderlijk.

In de resultaten wordt het calciumgehalte in het gewas uitgedrukt in mmol per kg droge stof. Voor blad- en stengelkiep geldt een grens van 0,1% calcium in de droge stof van de plant. Beneden deze waarde treedt veel bladkiep op, daarboven niet. Deze 0,1% komt overeen met 1 g Ca/kg droge stof en dat is weer gelijk aan 25 mmol Ca/kg droge stof.

3.1 Broeiseizoen 2004

3.1.1 Effecten per factor op calciumopname en plantgewicht

EFFECT K/CA-VERHOUDING

Normaal kasklimaat:

Extra K gaf bij beide cultivars een trend naar meer K in de plant (tabel 3). Een hogere K/Ca-verhouding liet bij cv. 'Purple Prince' een trend zien naar minder calciumvastlegging. Bij cv. 'Leen van der Mark' was nauwelijks een effect te zien op calciumvastlegging.

De verhouding K/Ca bleek geen significant effect te hebben op het totale plantgewicht. Dit gold voor zowel cv. 'Leen van der Mark' als voor cv. 'Purple Prince' (tabel 4).

Tabel 3: Effect van extra K (aanpassing verhouding K/Ca) op het calcium- en kaligehalte (mmol/kg ds) van de plant van tulp cv. 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' bij normaal kasklimaat, 2004

K/ca verhouding:	Calciumgehalte van de plant (mmol/kg droge stof)	
	K/Ca = 2/2,5	K/Ca = 4/1,5
'Leen v. d. Mark'	60,3	60,8
'Purple Prince'	36,0	31,5
K/ca verhouding:	Kaligehalte van de plant (mmol/kg droge stof)	
	K/Ca = 2/2,5	K/Ca = 4/1,5
'Leen v. d. Mark'	543,7	587,5
'Purple Prince'	419,0	441,7

Tabel 4: Effect van extra K (aanpassing verhouding K/Ca) op gemiddeld plantgewicht van tulp cv. 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' bij normaal kasklimaat, 2004

	Gemiddeld plantgewicht (gram)	
	K/Ca = 2/2,5	K/Ca = 4/1,5
'Leen v. d. Mark'*	33,9	34,1
'Purple Prince'**	29,2	29,2

Droog kasklimaat:

Ook bij een droog klimaat bleek bij beide cultivars de trend dat meer K in de voedingsoplossing leidde tot meer K in het gewas (tabel 5). Bij beide cultivars was een trend naar minder calciumvastlegging bij een hogere verhouding K/Ca in de voedingsoplossing.

Net als bij een normaal klimaat bleek ook bij een droog klimaat bij beide cultivars geen significant effect te zijn van de verhouding K/Ca op het totale plantgewicht (tabel 6).

Tabel 5: Effect van extra Cl op calcium- en kaligehalte (mmol/kg ds) van de plant van tulp cv. 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' bij droog kasklimaat, 2004

K/ca verhouding:	Calciumgehalte van de plant (mmol/kg droge stof)	
	K/Ca = 2/2,5	K/Ca = 4/1,5
'Leen v. d. Mark'	66,8	58,2
'Purple Prince'	38,4	33,4
K/ca verhouding:	Kaligehalte van de plant (mmol/kg droge stof)	
	K/Ca = 2/2,5	K/Ca = 4/1,5
'Leen v. d. Mark'	543,4	590,4
'Purple Prince'	430,1	452,0

Tabel 6: Effect van extra Cl op gemiddeld plantgewicht (g) van de plant van tulp cv. 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' bij droog kasklimaat, 2004

K/ca verhouding:	Gemiddeld plantgewicht (gram)	
	K/Ca = 2/2,5	K/Ca = 4/1,5
'Leen v. d. Mark'*	34,1	33,8
'Purple Prince'**	29,2	28,8

EFFECT CHLORIDE

Normaal kasklimaat:

Toevoeging van chloride is alleen getoetst bij normaal kasklimaat.

Bij cv. 'Leen van der Mark' bleek toevoeging van chloride aan de voedingsoplossing te leiden tot een afname van het calciumgehalte van de plant, wat ongewenst is met het oog op het ontstaan van bladkiep. Bij cv. 'Purple Prince' was er echter sprake van een toename van de calciumopname en -vastlegging wanneer chloride werd toegevoegd (tabel 7).

Bij beide cultivars nam het totale plantgewicht af bij extra chloride (ten koste van NO₃) in de voedingsoplossing (tabel 8). Bij cv. 'Leen van der Mark' was het verschil significant, bij cv. 'Purple Prince' was sprake van een tendens.

Tabel 7: Effect van toevoegen van chloride op het calciumgehalte (mmol/kg ds) van de plant van tulp cv. 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' bij normaal kasklimaat, 2004

	Calciumgehalte van de plant (mmol/kg droge stof)	
	met chloride	zonder chloride
'Leen v. d. Mark'*	56,9 a	64,5 b
'Purple Prince'**	36,3 b	34,4 a

* l.s.d. = 3,3

** l.s.d. = 1,9

Tabel 8: Effect van extra Cl op gemiddeld plantgewicht van tulp cv. 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' bij normaal kasklimaat, 2004

	Gemiddeld plantgewicht (gram)	
	met chloride	zonder chloride
'Leen v. d. Mark'*	32,6 a	34,9 b
'Purple Prince'**	28,3	28,9

* l.s.d. = 0,7 / F pr. <0,001

EFFECT VAN HOGERE EC TIJDENS DE BEWORTELING

Normaal kasklimaat:

Er was bij beide cultivars een trend naar een toename van calcium bij een hogere EC tijdens de beworteling (tabel 9).

Bij een normaal klimaat bleek bij cv. 'Leen van der Mark' dat het gemiddelde plantgewicht bij een EC van 2,5 mS/cm significant hoger (1,8 g) was dan bij een EC van 1,5 mS/cm. Bij cv. 'Purple Prince' bleek dat er juist sprake was van een significante gewichtsafname bij hoge EC (zie tabel 10).

Tabel 9: Effect van EC op calciumgehalte (mmol/kg ds) van tulp cv. 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' bij normaal kasklimaat, 2004

	Calciumgehalte van de plant (mmol/kg droge stof)	
	EC 1,5 mS	EC 2,5 mS
'Leen v. d. Mark'	56,6	64,5
'Purple Prince'	33,3	34,2

Tabel 10: Effect van EC op gemiddeld plantgewicht (g) van tulp cv. 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' bij normaal kasklimaat, 2004

	Gemiddeld plantgewicht (gram)	
	EC 1,5 mS	EC 2,5 mS
'Leen v. d. Mark'*	33,1 a	34,9 b
'Purple Prince'**	29,6 b	28,9 a

* l.s.d. = 1,0 / F pr. 0,011

** l.s.d. = 0,7 / F pr. 0,045

Droog kasklimaat:

Bij droog klimaat was er eveneens sprake van een trend naar een toename van calcium bij een hogere EC (zie tabel 11). Deze toename was (net als bij normaal kasklimaat) het grootst bij cv. 'Leen van der Mark'. De toename lijkt groot genoeg voor een betrouwbaar verschil. Doordat echter de partijen 'Leen van der Mark' sterk van elkaar verschillen is er toch slechts sprake van een tendens.

Bij cv. 'Leen van der Mark' bleek bij een hogere EC het totale plantgewicht toe te nemen. Bij cv. 'Purple Prince' was er geen aantoonbaar effect op het totale plantgewicht door verhoging van de EC (zie tabel 12).

Tabel 11: Effect van EC op calciumgehalte (mmol/kg ds) van tulp cv. 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' bij droog kasklimaat, 2004

	Calciumgehalte van de plant (mmol/kg droge stof)	
	EC 1,5 mS	EC 2,5 mS
'Leen van der Mark'	54,8	70,2
'Purple Prince'	34,3	37,5

Tabel 12: Effect van EC op gemiddeld plantgewicht (g) van tulp cv. 'Leen van der Mark' en 'Purple Prince' bij droog kasklimaat, 2004

	Gemiddeld plantgewicht (gram)	
	EC 1,5 mS	EC 2,5 mS
'Leen van der Mark*'	33,3 a	34,6 b
'Purple Prince'**	29,4	28,5

* l.s.d. = 0,9 / F pr. 0,018

EFFECT PH

In 2004 werd de pH gedurende de proef in de kas niet hoog genoeg om te mogen aanzuren volgens het van tevoren gestelde criterium. Hierdoor kwam dit proefdeel in 2004 te vervallen. pH-regeling is beter passend en realiseerbaar in het eb/vloedsysteem. Besloten werd dat in het 2005 zo uit te voeren.

EFFECT BROEISYSTEEM

Eb/vloed kon in 2004, als behandeling, niet volledig worden uitgevoerd, vanwege technische problemen. Er is daarom besloten de gegevens van deze behandelingen niet mee te nemen in de analyse.

3.2 Broeiseizoen 2005

In 2005 is het onderzoek uitgevoerd met tulp cv. 'Leen van der Mark'. In de proef werden dit jaar monsters genomen uit alle objecten en behandelingen en afzonderlijk geanalyseerd op calciuminhoud. Bij de statistische analyse van de cijfers is klimaat niet meer gesplitst zoals in 2004. De uitkomsten waren zodanig logisch en lagen in de lijn der verwachting, dat dit gerechtvaardigd was.

3.2.1 Effecten veroorzaakt door klimaat, K/Ca-verhouding, EC en broeisysteem op de calciumopname en het plantgewicht

In onderstaande tabellen (13 t/m 16) worden de effecten van de verschillende onderzoeksfactoren op de calciumopname en het gemiddelde plantgewicht weergegeven. Er is bij deze analyse geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende partijen van de gebruikte cultivar 'Leen van der Mark'.

KLIMAAT

In de kas met droog klimaat bleek door de planten meer calcium te zijn opgenomen dan in de andere kas. Daarbij werd het gewicht per plant niet beïnvloed (zie tabel 13).

Tabel 13: Effect van klimaat op de calciumopname (mmol/kg ds) en gewicht van tulp cv. 'Leen van der Mark', 2005

	Klimaat		l.s.d.
	normaal	droog	
Ca-gehalte (mmol/kg d.s.)	70,0 a	82,5 b	6,5
Plantgewicht (g)	36,7	36,5	trend

K/Ca VERHOUDING

Een verhoging van het kaliumgehalte in de voedingsoplossing had een verlaagde calciumopname tot gevolg. Het plantgewicht nam daarbij betrouwbaar verschillend toe met 1,4 gram (tabel 14).

Tabel 14: Effect van de K/Ca verhouding op de calciumopname (mmol/kg ds) en gewicht van tulp cv. 'Leen van der Mark', 2005

	K/Ca verhouding		l.s.d.
	K/Ca : 2/2,5	K/Ca : 4: 1,5	
Ca-gehalte (mmol/kg d.s.)	81,2 b	71,4 a	2,6
Plantgewicht (g)	35,9 a	37,3 b	0,3

EC

Door een verhoogde EC tijdens de beworteling werd geen toename van calcium veroorzaakt. Ook het plantgewicht vertoonde geen reactie.

Tabel 15: Effect van EC op de calciumopname (mmol/kg ds) en op het plantgewicht van tulp cv. 'Leen van der Mark', 2005

	EC tijdens beworteling		l.s.d.
	1,5 mS/cm	2,5 mS/cm	
Ca-gehalte (mmol/kg d.s.)	76,1	76,4	niet significant
Plantgewicht (g)	36,6	36,6	niet significant

BROEISYSTEEM

Het effect van het broeisysteem op de calciumopname was het grootste van alle factoren in de proef. Ten opzichte van de prikbak was de toename van het calciumgehalte in de plant op het eb/vloedsysteem gemiddeld 35% hoger. Daarbij was eveneens een grote toename in het plantgewicht waarneembaar (tabel 16).

Tabel 16: Effect van broeisysteem op de calciumopname (mmol/kg ds) en het plantgewicht van tulp cv. 'Leen van der Mark', 2005

	Broeisysteem		l.s.d.
	prikbak	Eb/vloed	
Ca-gehalte (mmol/kg d.s.)	65,0 a	87,6 b	3,4
Plantgewicht (g)	33,2 a	37,3 b	0,5

3.2.2 Effect pH op calciumopname en gemiddeld plantgewicht

In een aparte proef is het effect van de pH op de calciumopname nader onderzocht. De tulpen stonden op tafels met een eb/vloed systeem. Bij het ene deel van de partijen werd de pH constant gehouden tussen 5,5 en 6 door middel van aanzuren als de pH boven de 6 kwam. In het andere deel werd de pH niet geregeld. Deze liep langzaam op naar een waarde van 7,5 aan het eind van de teelt. Van 2 van de de 4 gebroeide partijen is een mengmonster van de drie herhalingen genomen voor analyse op Ca-inhoud van de plant (tabel 17). Er was geen verschil in het calciumgehalte als gevolg van de pH-sturing waarneembaar.

Tabel 17: Effect van pH op het calcium van de planten (mmol/kg ds) van tulp cv. 'Leen van der Mark', 2005

Calciumgehalte plant	Voedingswater aangezuurd, pH tussen 5,5 en 6	pH niet gestuurd
'Leen v. d. Mark' partij 1	98	100
'Leen v. d. Mark' partij 2	116	114

Van de tulpen (4 partijen) zijn de plantgewichten bepaald (tabel 18). Er bleek geen effect op het gewicht van de plant te worden veroorzaakt door het aanhouden van een vaste pH ten opzichte van een 'vrije' pH. Er waren wel partijverschillen.

Tabel 18: Effect van pH op gemiddeld plantgewicht (g) van tulp cv. 'Leen van der Mark' bij normaal klimaat, 2005

Plantgewicht	Voedingswater aangezuurd pH tussen 5,5 en 6	pH niet gestuurd
'Leen v. d. Mark' partij 1	48,1	49,4
'Leen v. d. Mark' partij 2	42,4	43,6
'Leen v. d. Mark' partij 3	45,8	47,0
'Leen v. d. Mark' partij 4	47,3	46,4

3.3 Verschillen tussen de partijen

Bij het onderzoeken welk resultaat een bepaalde teeltmaatregel op de calciumopname (en op gemiddeld plantgewicht) had, bleek een duidelijk partijeffect mee te spelen. Dit gold voor alle onderzochte factoren. Ter illustratie bespreken we de situatie van 2005.

In 2005 werden 4 partijen 'Leen van der Mark' gebruikt voor het onderzoek naar bladkiep. Dit jaar, maar ook vorige jaren, bleek de herkomst van invloed te zijn op de broeieresultaten en de calciumopname. Hoewel het in dit onderzoek niet de bedoeling was de oorzaak voor partijverschillen te verklaren, lijkt het toch aardig de verschillen hier weer te geven.

In tabel 19 staan de gemiddelde calciumgehalten en oogstgewichten per partij weergegeven. In tabel 20 staan de bolanalyses van het uitgangsmateriaal voor het planten van de vier partijen.

Tabel 19 Gemiddeld calciumgehalte en plantgewicht per partij uit de proeven van 2005

Analyse in plant	Partij 1	Partij 2	Partij 3	Partij 4
Gem. Ca-gehalte (mmol/kg ds)	63	68	88	86
Gem. plantgewicht (gram)	35,9	34,3	38,0	38,2

Tabel 20: Uitslag bolanalyses bollen voor aanvang kasproef (Bladkiep 2005)

Partijnr.	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Cu	Fe	B	Vocht %
	mmol/kg					mg/kg				
1	963	63	239	13	29	3	3	154	6	1,65
2	971	72	234	12	27	3	4	71	18	1,66
3	1211	85	146	8	24	5	7	42	5	1,74
4	1228	87	152	8	26	5	4	31	5	1,70

Partij 1 en 2 geven een lagere waarde te zien voor zowel calciuminhoud als gewicht, ten opzichte van partij 3 en 4. Van de bolanalyses viel het op dat partij 1 en 2 een lager stikstof-gehalte (N), een lager fosfaatgehalte (P), een hoger kaligehalte (K) en een hoger calciumgehalte (Ca) hadden dan partij 3 en 4. Van de overige elementen is minder duidelijk de scheiding tussen enerzijds partij 1 en 2 en anderzijds partij 3 en 4 te maken. Van IJzer (Fe) kan nog worden gezegd dat 1 en 2 een hoger gehalte hebben dan partij 3 en 4 maar het verschil tussen partij 1 en partij 2 is ook vrij groot.

4 Conclusies en discussie

Bladkiep wordt veroorzaakt door calciumgebrek. Het verschijnsel doet zich voor zodra het calciumgehalte in de droge stof van de plant onder de drempelwaarde van 0,1% komt. Omdat boven deze waarde het verschijnsel bijna niet meer voorkomt is er in dit onderzoek niet naar het aantal planten met bladkiep gekeken. Het calciumgehalte is een betere graadmeter voor het bepalen van het effect van de getoetste teeltmaatregelen. De aanname is daarbij dat een betere calciumopname de kans op bladkiep verkleint.

4.1 Effecten van de getoetste factoren

EFFECT K/CA-VERHOUDING:

In de gekozen proefopzet is er bij een hoog kaligehalte automatisch een laag calciumgehalte in de voedingsoplossing. Dit is in de praktijk meestal ook het geval.

Verhoging van het kaligehalte resulteerde in uitkomsten variërend van geen effect tot minder opname van calcium door de plant. Omgekeerd kan worden gesteld dat een lage K/Ca-verhouding neutraal tot positief is voor de calciumopname.

De lage K/Ca-verhouding leidde slechts één keer (2005, 'Leen van der Mark') tot een negatief effect op het plantgewicht, voor het overige was er geen reactie van de K/Ca op het plantgewicht.

Verhogen van het kaligehalte ten koste van calcium moet worden afgeraden in verband met de toenemende kans op bladkiep. Dit advies geldt vooral voor de broei van voor bladkiepgevoelige cultivars in de wintermaanden. Over het algemeen moet de calciumvoorziening onder deze omstandigheden juist optimaal zijn.

EFFECT CHLORIDE:

Bij cv. 'Leen van der Mark' werd bij toevoeging van Cl aan de voedingsoplossing iets minder calcium opgenomen door de plant, terwijl door cv. 'Purple Prince' juist meer calcium werd opgenomen en vastgelegd. Bij cv. 'Leen van der Mark' was er tevens een negatief effect van extra Cl op het gemiddelde plantgewicht. 'Purple Prince' reageerde wat calciumopname betreft positief op chloortoevoeging aan de voedingsoplossing. Er was hierbij geen effect op het plantgewicht.

Het toevoegen van Cl aan de voedingsoplossing ten koste van NO_3^- levert niet altijd een duidelijk positieve bijdrage aan het calciumgehalte en het gewicht van tulpen.

HOGERE EC TIJDENS BEWORTELING:

In het eerste jaar was er bij de analyseresultaten van beide cultivars een trend te zien naar meer calciumopname door de plant bij een hogere EC tijdens de beworteling (2,5 mS/cm in plaats van 1,5 mS/cm). In 2005 is alleen 'Leen van der Mark' getoetst. Hierbij was geen effect op de calciumopname waarneembaar. Het gemiddelde plantgewicht nam bij cv. 'Leen van der Mark' onder normaal en droog kasklimaat toe bij een hoge EC. Bij cv. 'Purple Prince' was het effect minder sterk: bij een normaal kasklimaat was er een lichte gewichtsafname, terwijl bij een droog kasklimaat het verschil tussen normale en verhoogde EC niet betrouwbaar was. In 2005 bij 'Leen van der Mark' was er geen effect op het plantgewicht.

Een verhoogde EC tijdens de beworteling heeft als nadeel dat het gewicht iets kan afnemen. Ervaringen uit het verleden leren dat bij nog hogere EC-waarden het gewicht verder afneemt. Positief van deze maatregel is, dat er meer calcium wordt vastgelegd in het gewas. In deze proeven, bij een EC-verhoging van 1,5 naar 2,5 was dat 13,5% meer. Onder droge groeiomstandigheden verdubbelde de toename zelfs ten opzichte van het 'normale' klimaat. Het effect van EC en van klimaat tellen bij elkaar op. De effecten zijn sterk verschillend per cultivar en per partij. In de praktijk wordt een hogere EC tijdens de beworteling als positief ervaren om bladkiep te voorkomen (mededeling van o.a. Bert Karel, broeier in Bovenkarspel).

Conclusie: Beworteling bij een hoge EC (2,5 mS/cm) lijkt een goede maatregel om de kans op bladkiep te verminderen.

EFFECT VAN HET KASKLIMAAT

Broeien bij een droog kasklimaat stimuleert de calciumopname en is zodoende een goede maatregel ter voorkoming van bladkiep.

Bij een droog kasklimaat werd meer calcium door de plant opgenomen en vastgelegd (cv. 'Leen van der Mark', proef in 2005). Dit werd bij elke afzonderlijke partij gezien. Er was (bij gelijke oogstdatum) geen effect van het drogere kasklimaat op het gemiddelde plantgewicht.

Verskil in klimaat is niet altijd even gemakkelijk te realiseren. Veel hangt af van de weersomstandigheden buiten. Vooral in een periode waarbij het buiten overdag rond de 7 á 8 °C en hoger is en als er veel bewolking is, kan de verdampingsactiviteit van de tulpen in de kas dramatisch laag zijn. Broeiers moeten dan veel moeite doen om een meer drogend klimaat te krijgen. Dit is effectief te verbeteren door een hogere buistemperatuur en een kiertje lucht, bijvoorbeeld tot 5% aan de luwe zijde.

Het realiseren van een goed klimaat blijkt voor veel tulpenbroeiers moeilijke materie. Zij hebben vaak niet de ervaring van het jaarrond instellen van het klimaat, zoals jaarrond glastuinders dat hebben. Tulpen worden immers maar ca 3 à 4 maanden per jaar gebroeid. Ook zijn niet altijd de instelmogelijkheden aanwezig op de klimaatregelapparatuur die voorhanden is.

EFFECT VAN DE PH

Het aanzuren van de voedingsoplossing bleek geen goede maatregel om calciumopname te stimuleren.

Door de pH-regeling wordt niet meer of minder calcium opgenomen. Ook was er geen effect merkbaar van de pH op het gemiddelde plantgewicht.

EFFECT VAN HET BROEISYSTEEM:

Bij teelt op eb/vloedsysteem ten opzichte van de prikbak was er een duidelijke verbetering van de calciumopname (een toename van 35%) in de plant. Ook het gemiddelde plantgewicht nam toe met gemiddeld meer dan 4 gram.

Het broeien van tulp op eb/vloed-systeem is daarmee een goede maatregel om calciumopname te stimuleren.

VERSCHILLEN TUSSEN DE PARTIJEN

In eerdere proeven rond bladkiep (tussen 2000 en 2003) werd in eerste instantie een relatie vermoed tussen bolinhoud en calciumopname. Bollen met een hoog calciumgehalte en een hoog stikstofgehalte en een laag kaligehalte, leken het best in staat calcium op te nemen.

In 2004 is toe een groot aantal partijen (15partijen) 'Leen van der Mark' gebroeid (intern onderzoek PPO) waarbij deze relatie niet hard kon worden bewezen.

Bij de resultaten van dit onderzoek (2005) geven de cijfers ook weer een andere beeld te zien. Nu lijken de partijen met laag calcium n de bol juist weer beter calcium op te nemen in de broeierij.

Samenvattend blijkt de grootte van het effect van een bepaalde teeltmaatregel op de calciumopname (en dus op bladkiep) partijafhankelijk te zijn. Dit effect is op basis van bolinhoud niet voorspelbaar of verklaarbaar gebleken.

De verschillen in calciumopname en gewichten tussen partijen kunnen groter zijn dan de verschillen in calciumopname en gewicht in één partij die je opwekt door RV, bemesting etc. Nader onderzoek naar de achterliggende oorzaak is daarom nodig.

5 Kennisoverdracht

Open dagen:

- Posterpresentatie open dagen broeierij PPO Lisse, 13 - 14 februari 2004;
- Posterpresentatie open dagen broeierij PPO Lisse, 10 - 11 februari 2005.

Lezingen en bijeenkomsten

- KAVB-kring Roelofarendsveen, 16 februari 2006,
- Studieclub van LTOGroeiservice, Bovenkarspel, 12 december 2005.
- De resultaten van de proeven zijn geactualiseerd opgenomen in 2 lessen in de cursus "Bemesting waterbroei tulp" van Agravisi, gehouden in de decembermaanden van 2003, 2004 en 2005.

Publicaties

- Onderzoek in de pijplijn: "Bladkiep bij waterbroei tulp is te voorkomen" Bloembollenvisie 11 november 2004.
- "Bladkiep in tulp is te voorkomen", LTO-gewasnieuws Tulp van 4 december 2004;
- Dam, Martin van, 10 februari 2006. Betere calciumopname beperkt bladkiep bij tulpenbroei op water, Vakblad voor de Bloemisterij (jaargang 61) nr. 6, p. 46-47,
- Dam, Martin van, 16 februari 2006. Bladkiep bij tulpenbroei op water is wel te voorkomen, maar niet te genezen, BloembollenVisie nr. 62, p. 20-21 (zie bijlage 6),
- Enthoven, Herma, februari 2006. Bladkiep bij tulpenbroei op water te voorkomen. PPO-er Martin van Dam: 'Met elke dag verdamping zit je goed', Onder glas, n2. 2, p. 40-41.

Literatuur

- Maarel, M. van der, 1989. Plantevoeding in de glastuinbouw, Proefstation voor Tuinbouw onder glas, Informatiereeks no. 87, Naaldwijk.
- Voogt, W., C. Bloemhard & A. v.d. Wees, 1993. Vleestomaat: Chloride voortaan in bemestingsadvies, deel 3, nr. 6, p. 21.
- Voogt, W., 1992. Plant is niet vies van chloride, Groenten & Fruit, Vakdeel glasgroenten, deel 2, nr. 48, p. 32-33.

Bijlage 1 Gerealiseerd kasklimaat 2005

De proef liep van 14 januari t/m 7 februari 2005, dit valt in week 2 t/m week 6. Omdat in week 2 en week 6 slechts een klein gedeelte van de week geteeld is, zijn vooral de meetgegevens van week 3 t/m 5 representatief. In onderstaande tabel B1 is van deze weken een aantal gegevens samengevat. In kas 1-10 werd een droger klimaat ingesteld en gerealiseerd dan in kas 1-11

Tabel B1 : Samenvatting meetgegevens week 3 t/m week 5, 2005

	Week 3		Week 4		Week 5	
	Kas 1-10 droog	Kas 1-11 normaal	Kas 1-10 droog	Kas 1-11 normaal	Kas 1-10 droog	Kas 1-11 normaal
Gemeten kasttemperatuur °C etmaal	17,8	16,9	18,1	17,1	18,2	17,3
Gemeten kasttemperatuur °C dag	18,5	17,4	18,8	17,9	19,1	18
gemeten kasttemperatuur °C nacht	17,5	16,6	17,6	16,7	17,6	16,8
Stooklijn °C, instelling	17,0	16,9	17,0	16,9	17,0	16,9
Ventilatielijn °C, instelling	17,5-19,5	18,4-19,4	17,5-19,5	18,4-19,4	17,5-19,5	18,4-19,4
RV etmaal %	66	75	70	79	70	80
RV dag gemeten %	64	76	68	79	68	80
RV dag streefwaarde %	75	90	75	90	75	90
RV nacht gemeten %	67	75	71	79	71	80
RV nacht streefwaarde %	80	90	80	90	80	90
Buistemperatuur °C etmaal	41	29	41	30	41	29
Buistemperatuur °C dag	40	21	41	22	40	21
Buistemperatuur °C nacht	41	34	41	35	41	33
Stralingsom J/cm2	268		366		419	
Buitemperatuur °C etmaal	5,9		2,7		4,9	
Buitemperatuur °C dag	6,5		3,1		5,8	
Buitemperatuur °C nacht	5,6		2,5		4,4	
Windsnelheid m/s etmaal	5,6		2,3		3,6	
Windsnelheid m/s dag	5,5		2,4		4,1	
Windsnelheid m/s nacht	5,7		2,2		3,2	

Temperatuur

In het begin van de teelt is bij het instellen van de stooklijn én de ventilatielijn wel rekening gehouden met een verwacht verschil in temperatuur in beide kassen (droge kas warmer door minimum buisinstelling). De temperatuur is, regeltechnisch, goed als de meting tussen de stooklijn en de ventilatielijn inzit. Er wordt dan niet ingegrepen (stoken of luchten). De gemiddelde etmaaltemperatuur zal dus doorgaans schommelen tussen stook- en ventilatiewaarde.

Tijdens de proef is gebleken dat de droge kas (1-10) gemiddeld 1 °C warmer geweest is dan de vochtige kas (1-11). Overdag is het verschil tussen ingestelde stookwaarde en gerealiseerde kasttemperatuur groter en dit verschil is groter naarmate de stralingsom hoger was. Dit is te verwachten omdat de streefwaarde van de ventilatie stralingsafhankelijk is ingesteld.

In de nacht is in de natte kas de temperatuur gelijk tot iets lager geweest dan de instelling. In de droge kas echter is deze 0,5 °C hoger geweest dan ingesteld. Hier wordt de invloed van de minimumbuis zichtbaar. Er

wordt ook gestookt als er geen warmtevraag is. Uit de metingen blijkt dat er in de vochtige kas nauwelijks warmtevraag geweest is (effect van vrij zacht weer en gebruik van het energiedoek). Het gemiddelde van de gevraagde buistemperatuur is rond de 35 °C geweest. In de eerste week was het weer zachter, maar waalde het harder, in de tweede week was het kouder met minder wind. Er is daarom weinig verschil te zien in gevraagde buistemperatuur. In de droge kas is de buistemperatuur niet boven het ingestelde minimum gebleven en dat was hoger dan de voor warmtevraag berekende buistemperatuur.

Vochtigheid

De vochtigheid is gemiddeld over de hele periode in de droge kas ongeveer 10 % lager geweest dan in de vochtige kas. Wat dat betreft is de doelstelling behaald: in de droge kas zal dus ook meer verdamping plaatsvinden en dit moet zichtbaar worden in de Ca-opname.