

Warme luchtbehandeling van leliebollen tegen plaagorganismen

Hans Kok, Hans van Aanholt

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Bloembollen, boomkwekerij en fruit
PPO nr. 32 360351 00
Februari 2008

© 2008 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, 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.



Projectnummer: 32 360 351 00

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Bloembollen, boomkwekerij en fruit

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2, Lisse

: Postbus 85, 2160 AB, Lisse

Tel. : 0252 – 46 21 21

Fax : 0252 – 46 21 00

E-mail : info.bollen.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL EN METHODE	9
2.1 Proef december, januari	9
2.2 Proef april.....	11
2.3 Betrouwbaar verschil (LSD).....	11
3 RESULTATEN	13
3.1 Suikergehalte	13
3.2 Alma Ata, wortellesieaaltje	13
3.2.1 Gewasstand	13
3.2.2 Bollenoogst.....	14
3.2.3 Aaltjes	16
3.3 Sorbonne, bollenmijt	16
3.3.1 Gewasstand	16
3.3.2 Bollenoogst.....	17
3.3.3 Mijten.....	18
3.4 Lombardia, Fusarium	19
3.4.1 Gewasstand	19
3.4.2 Bollenoogst.....	20
3.4.3 Fusarium.....	22
3.5 Sorbonne, bollenmijt april	22
3.6 Gemeten temperatuur en opbrengst.....	25
3.7 Kosten van heetstookbehandeling	27
4 DISCUSSIE	29
5 CONCLUSIES	31
6 KENNISOVERDRACHT	33

Samenvatting

Aaltjes en mijten in lelieplantgoed kunnen worden bestreden door een warme luchtbehandeling van een dag bij 43,5°C of een warmwaterbehandeling van 2,5 uur bij 41°C. Voorwaarde voor het verdragen van de temperatuurbehandelingen door de bollen is dat de bollen voor- én na de behandeling 2 tot 4 dagen 20°C krijgen.

Leliebollen kunnen worden aangetast door wortellessieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) en bollenmijten (*Rhizoglyphus robinii*). Beide plagen kunnen voor veel uitval en daardoor economische schade zorgen. Het huidige advies om het probleem te beheersen is het toepassen van een warmwaterbehandeling in het niet meer in lelie toegelaten middel F2000. De bestrijdende werking van het advies valt soms tegen en de toevoeging is niet meer toegelaten wat zorgt voor een toename van de plagen.

In de teelt van Freesia wordt een heetstookbehandeling (droge warme luchtbehandeling) uitgevoerd van 24 uur bij 43°C om bollenmijten te doden. In een oriënterend onderzoek, uitgevoerd in juni met oud lelieplantgoed, bleek dat een heetstookbehandeling mogelijkheden biedt voor doding van bollenmijten en wortellessieaaltjes. Deze resultaten zijn bevestigd in het onderzoek wat in december 2006 en januari 2007 werd uitgevoerd met verschillende partijen Oriëntallelies besmet met wortellessieaaltjes of bollenmijten. Voor overleving van de bollen was het echter wel noodzakelijk dat de bollen voor- en nawarmte rond de heetstookbehandeling kregen van 4 dagen bij 20°C. Zonder deze behandeling was de heetstook zeer schadelijk of dodelijk voor de bollen. Een heetstookbehandeling uitgevoerd in december/januari met voor- en nawarmte gaf geen of enige schade. Dezelfde behandeling toegepast in april met 2 dagen voor- en nawarmte gaf geen schade. Het percentage dubbelneuzen nam echter wel toe. De exacte omstandigheden waarmee schade voorkomen kan worden is nog niet bekend. Daarvoor is vervolgonderzoek nodig. Naast de heetstookbehandelingen zijn ook enkele warmwaterbehandelingen uitgevoerd bij hogere temperaturen dan nu gebruikelijk zijn zonder toevoegingen aan het bad. Het bleek dat koken gedurende 2,5 uur bij 41°C zonder toevoeging effectief was in de bestrijding van wortellessieaaltjes en bollenmijten. Indien de bollen rondom de warmwaterbehandeling 4 dagen 20°C voor- en nawarmte ontvingen ondervonden de bollen geen schade van het koken bij hogere temperaturen. Dit gold zowel voor de warmwaterbehandeling die in december werd uitgevoerd als die in januari. Er is wel een verhoogde kans op dubbelneuzen na een warmwaterbehandeling bij hogere temperaturen.

1 Inleiding

In de lelieteelt komen veel partij-overdraagbare ziekten en plagen voor zoals het wortellessieaaltje, het bladaaltje, de bollenmijt, fusarium en woekerziek. In de huidige teelt is een warmwaterbehandeling in het ontsmettingsmiddel F2000 de enige maatregel om een aantasting door wortellessieaaltjes in lelieplantgoed te bestrijden. Het middel F2000 is echter niet meer toegelaten en PPO-onderzoek toonde aan dat alternatieve middelen wortellessieaaltjes niet afdoende bestrijden. De warmwaterbehandeling op zich kent ook nadelen: zo bestaat er een grotere kans op dubbelneuzen en een lagere bolopbrengst. Verder blijkt de warmwaterbehandeling soms overleving van bladaaltjes tot gevolg te hebben, maar hier speelt mogelijk een verkeerde uitvoering een rol. Om deze redenen wordt gezocht naar een alternatief middel voor F2000 en een alternatieve behandeling voor de warmwaterbehandeling.

Uit een oriënterend onderzoek dat door PPO in juni/juli 2006 met oud lelieplantgoed werd uitgevoerd is gebleken dat wortellessieaaltjes en bollenmijten voor 100% werden gedood door leliebollen een warme luchtbehandeling (heetstook) te geven. Er was wel sprake van een geringe groeivertraging na planten van de bollen in de kas, maar dat is ook het geval na een warmwaterbehandeling.

Uit PPO-onderzoek naar verbetering van de warmwaterbehandeling bleek dat een warme bewaring van de bollen voor en na de warmwaterbehandeling in december de bollen beter bestand maakte tegen hoge temperaturen tijdens de warmwaterbehandeling. Bovendien werd het wortellessieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) en fusarium na de voorwarmte beter bestreden.

In dit verslag zijn de onderzoekresultaten weergegeven van de mogelijkheden om wortellessieaaltje, bollenmijt en fusarium te bestrijden in lelie door middel van een warme luchtbehandeling in combinatie met voor- en nawarmte. De resultaten worden vergeleken met de standaard warmwaterbehandeling, maar ook met de hierboven geschetste verbeterde warmwaterbehandeling bij een iets hogere temperatuur met voor- en nawarmte.

2 Materiaal en methode

2.1 Proef december, januari

In de hieronder beschreven proeven zijn de effecten van hete luchtbehandelingen bij verschillende temperaturen en tijdsduren op de overleving van worteltesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*), bollenmijt (*Rhizoglyphus robini*) en *Fusarium oxysporum* in lelies onderzocht. De effecten zijn vergeleken met de standaard warmwaterbehandeling maar ook met de verbeterde warmwaterbehandeling bij hogere temperaturen met voor- en nawarmte. In januari werd geen nawarmte gegeven vanwege de kans op schade door bollen waarin de rust is gebroken gedurende 8 dagen bij 20°C te bewaren.

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van drie partijen lelie, alle Oriëntals, omdat deze groep lelies het meest gevoelig is voor hoge temperaturen bij warmwaterbehandelingen. Het betrof een partij 'Alma Ata' besmet met worteltesieaaltjes, een partij 'Sorbonne' besmet met bollenmijt en een partij 'Lombardia', kunstmatig besmet met *Fusarium*. Er was geen bolmateriaal beschikbaar dat besmet was met bladaaltjes. Van de partij 'Alma Ata' zijn bollen maat 5/7, 8/10, 10/11 en 11/12 gebruikt. Elke herhaling bestond uit één maat. Van 'Sorbonne' zijn bollen maat 6/10 en van 'Lombardia' bollen maat 8/10 gebruikt.

'Alma Ata' was eind september 2006 afgestorven en is week 48 (eind november) gerooïd. 'Sorbonne' is ook in week 48 gerooïd en 'Lombardia' in week 51 (circa 11 december). De bollen zijn vóór de behandelingen bij 2°C bewaard en zijn na de behandelingen tot aan planten bij 0°C bewaard.

De heetstook- en warmwaterbehandelingen (controle) zijn 27 en 28 december 2006 en 15 januari 2007 uitgevoerd. De duur van de ww is 2 uur. In dit onderzoek werd de ww gedurende 2,5 uur uitgevoerd omdat in de praktijk het opwarmen van het bad ongeveer een half uur duurt.

In tabel 1 is het behandelingsschema weergegeven.

Tabel 1. Behandelingsschema heetstookproef.

nr.	datum	voortemperatuur	heetstook	warmwaterbehandeling	natemperatuur
1	27, 28 dec	-	-	-	-
2	27, 28 dec	-	-	2,5 uur 39°C + 0,5% F2000	-
3	27, 28 dec	4 dagen 20°C	-	2,5 uur 39°C + 0,5% F2000	-
4	27, 28 dec	-	1 dag 43,5°C	-	-
5	27, 28 dec	-	2 dagen 43,5°C	-	-
6	27, 28 dec	-	-	2,5 uur 41°C	-
7	27, 28 dec	-	-	2,5 uur 43°C	-
8	27, 28 dec	4 dagen 20°C	1 dag 43,5°C	-	-
9	27, 28 dec	4 dagen 20°C	2 dagen 43,5°C	-	-
10	27, 28 dec	4 dagen 20°C	-	2,5 uur 41°C	-
11	27, 28 dec	4 dagen 20°C	-	2,5 uur 43°C	-
12	27, 28 dec	4 dagen 20°C	1 dag 43,5°C	-	4 dagen 20°C
13	27, 28 dec	4 dagen 20°C	2 dagen 43,5°C	-	4 dagen 20°C
14	27, 28 dec	4 dagen 20°C	-	2,5 uur 41°C	4 dagen 20°C
15	27, 28 dec	4 dagen 20°C	-	2,5 uur 43°C	4 dagen 20°C
16	27, 28 dec	4 dagen 20°C	1 dag 45°C	-	4 dagen 20°C
17	27, 28 dec	4 dagen 20°C	2 dagen 45°C	-	4 dagen 20°C
18	15 jan	-	-	2,5 uur 39°C + 0,5% F2000	-
19	15 jan	4 dagen 20°C	-	2,5 uur 39°C + 0,5% F2000	-
20	15 jan	4 dagen 20°C	1 dag 43,5°C	-	-
21	15 jan	4 dagen 20°C	2 dagen 43,5°C	-	-
22	15 jan	4 dagen 20°C	-	2,5 uur 41°C	-
23	15 jan	4 dagen 20°C	-	2,5 uur 43°C	-
24	15 jan	2 dagen 20°C	-	2,5 uur 41°C	-

In de periode van 15 december tot 19 januari is een aantal malen het suikergehalte in de spruit van de bollen bepaald om achteraf een verklaring te kunnen hebben voor bepaalde reacties. De verwachting is dat voor- en nawarmte geen problemen opleveren als die worden toegepast op het moment dat het suikergehalte het plafond nog niet bereikt heeft. Als het suikergehalte het plafond wel heeft bereikt is de rust gebroken. Een warmtebehandeling zou dan kunnen resulteren in strekking van de spruiten met bewaarschade en spruitbreuk als gevolg.

De bollen zijn 27 en 28 maart 2007 geplant. Voor het planten zijn de bollen ontsmet gedurende 15 minuten in 0,5% captan + 0,3% Sportak + 0,04% Admire. Alle behandelingen zijn apart ontsmet om herinfectie te voorkomen.

Tijdens de teeltfase werden opkomstpercentage, gewasstand en evt. misvormingen vastgelegd.

De partijen 'Alma Ata' en 'Sorbonne' zijn op 30 oktober gerooid, 'Lombardia' op 27 november 2007.

Na de oogst werden aantal bollen, totaal oogstgewicht, gewicht per bol en percentage dubbelneuzen geregistreerd. Ook werd nagegaan in hoeverre de ziekte, plaag of aantasting voldoende was bestreden bij de betreffende behandeling.

In dit onderzoek is gezocht naar een zodanig hoge temperatuur dat de bol nog overleeft, maar het schadelijke organisme niet. Het is daarom belangrijk om na te gaan of de ingestelde temperatuur in de verschillende herhalingen (klimaatkasten) overeen kwam met de gemeten temperatuur. Deze informatie is gerelateerd aan de opbrengst per herhaling (zie verder paragraaf 3.6)

2.2 Proef april

Bij het planten van de bollen die in december en januari zijn behandeld was te zien dat de bollen van een aantal heetstookbehandelingen volledig waren verrot. Vanwege de tegenvallende resultaten in de hete luchtbehandelingen in december en januari is een heetstookbehandeling vlak voor het planten toegevoegd. Deze proef is in enkelvoud uitgevoerd.

Dit betreft een extra proef. Daar staat tegenover dat er geen proef is uitgevoerd m.b.t. de bestrijding van bladaaltjes, omdat er geen bladaaltjes-ziek partij beschikbaar was om mee te nemen in het onderzoek.

Voor de proef is gebruik gemaakt van dezelfde partij 'Sorbonne' als in de vorige paragraaf beschreven.

Alle bollen hebben een voorbehandeling gehad van 2 dagen bij 20°C. Daarna hebben de bollen een heetstookbehandeling gehad van 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48 uur bij 39, 41 of 43°C. Deze bollen hebben na de heetstookbehandeling een nawarmte gehad van 2 dagen bij 20°C voordat ze zijn overgebracht naar 2°C. Daarnaast heeft een aantal bollen een heetstookbehandeling gehad van 24 of 48 uur bij 39, 41 of 43°C zonder nawarmte (direct naar 2°C na de heetstook).

De bollen hebben de heetstookbehandeling gehad op 4 april 2007, zijn op 10 april geplant en 27 november geroid.

Per behandeling zijn 100 bollen geplant en 25 bollen bij planttijd onderzocht op overleving van de mijt.

2.3 Betrouwbaar verschil (LSD)

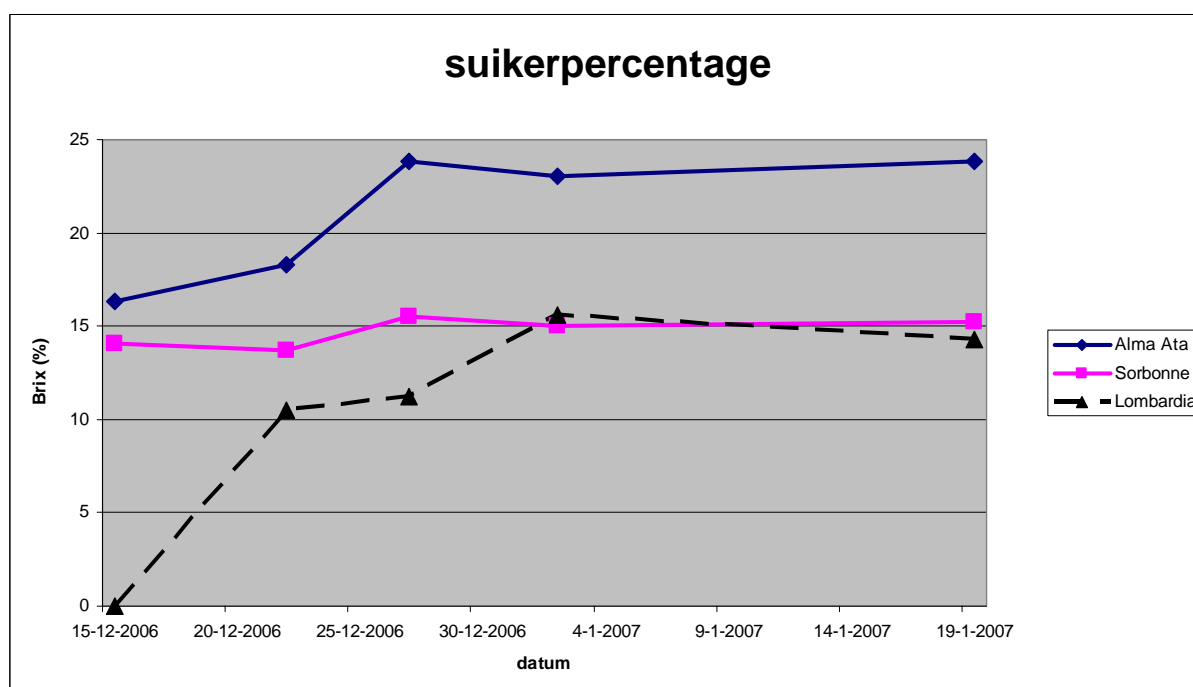
De resultaten van de proeven zijn meestal in tabellen weergegeven. Hoewel in de waarnemingen soms kleine verschillen tussen de resultaten van de behandelingen werden gevonden, wordt bij de bespreking van de resultaten vaak opgemerkt dat er geen verschillen waren, of dat deze verschillen niet significant waren. Dit komt voort uit het feit, dat bij de opzet van deze proeven en de verwerking van de resultaten gebruik is gemaakt van statistische technieken. Hierdoor is het mogelijk na te gaan in hoeverre sprake is geweest van een betrouwbaar effect van de toegepaste behandelingen, of van een effect veroorzaakt door toevallige omstandigheden. Het berekende kleinste betrouwbare verschil (Engels: least significant difference, LSD) wordt gebruikt voor de interpretatie van de resultaten. Alle verschillen die kleiner zijn dan het kleinste betrouwbare verschil zijn daarom niet betrouwbaar. In het laatste geval wordt in de tekst dan vermeld dat er geen verschil is tussen de behandelingen of dat de verschillen niet significant verschillen (ns).

3 Resultaten

3.1 Suikergehalte

Wanneer leliebollen gedurende 8 dagen bij 20°C worden bewaard is het belangrijk te weten hoe hoog het suikerpercentage is op het moment dat de bollen deze behandeling ondergaan. Daarom werd op een aantal tijdstippen het suikerpercentage gemeten van bollen die bij 2°C werden bewaard.

In figuur 1 is het suikergehalte van de drie soorten lelie weergegeven rond het moment van de behandelingen eind december en half januari. In de figuur is te zien dat er een duidelijk verschil was tussen de cultivars. Het suikergehalte van 'Alma Ata' was op 27 december hoger dan van de andere cultivars. Het suikergehalte van 'Lombardia', de laatste gerooide cultivar, nam toe tot 4 januari en was het laagst van de drie cultivars tijdens de heetstook eind december.



Figuur 1. Suikergehalte per cultivar van half december tot 19 januari 2007.

3.2 Alma Ata, wortellesieaaltje

3.2.1 Gewasstand

Vanaf opkomst op het veld waren grote verschillen in gewasstand te zien tussen de verschillende behandelingen. In tabel 2 is te zien dat bijna alle heetstookbehandelingen een zeer slechte gewasstand hadden, zowel op 2 mei als op 12 juli. Van alle heetstookbehandelingen was er één veruit de beste namelijk een heetstook van 1 dag bij 43,5°C met 4 dagen voor- én nawarmte. Ondanks dat deze behandeling de beste heetstookbehandeling was ten aanzien van de gewasstand was het opkomstpercentage veel lager dan van de onbehandelde controle en was de helft van de planten misvormd.

De waargenomen verschillen waren bij het planten van de bollen vaak al zichtbaar. Een heetstookbehandeling bij 45°C werd door geen van de leliecultivars verdragen. Hier wordt verder in het verslag geen melding meer van gemaakt.

Tabel 2. Percentage opgekomen planten, percentage misvormde planten van aantal geplante bollen, gewasstand op 2 mei en 12 juli gemiddeld voor de heetstookbehandelingen. Standcijfer 0 = geen gewas, 10 = goede stand.

Datum heetstook	4 dagen voorwarmte bij 20°C	Aantal dagen heetstook bij 43,5°C	4 dagen nawarmte bij 20°C	% opkomst	% misvormd van geplant	Stand op 2 mei	Stand op 12 juli
27/28 december 2006	-	-	-	99	0	8,5	9
	-	1	-	3	2	1	0,5
	-	2	-	0	0	0	0
	+	1	-	2	2	0	0,3
	+	2	-	0	0	0	0
	+	1	+	78	44	6	4,5
15 januari 2007	+	1	-	21	13	2	1,8
	+	2	-	2	1	1	0,5
LSD				13,1	11,1	1,29	0,87

Bij de warmwaterbehandelingen (wwb) waren drie behandelingen die een veel lager opkomstpercentage gaven dan de onbehandelde controle (tabel 3). Een wwb van 2,5 uur bij 43°C gaf een aanmerkelijk lager opkomstpercentage indien er geen voor- én nawarmte werd gegeven. Deze behandeling zorgde ook voor 15 tot 20% misvormde planten en gaven een magere stand op het veld. Opvallend was ook dat een wwb bij 41°C zonder voor- en nawarmte een goede gewasstand tot gevolg had.

Tabel 3. Percentage opgekomen planten, percentage misvormde planten van aantal geplante bollen, gewasstand op 2 mei en 12 juli gemiddeld voor de warmwaterbehandelingen (wwb). Standcijfer 0 = geen gewas, 10 = goede stand.

Datum WWB	4 dagen voorwarmte bij 20°C	2,5 uur WWB in water van:	4 dagen nawarmte bij 20°C	% opkomst	% misvormd van geplant	Stand op 2 mei	Stand op 12 juli
27 december 2006	-	-	-	99	0	8,5	9
	-	39°C+F2000	-	99	0	9,5	8,3
	+	39°C+F2000	-	100	0	9	8,5
	-	41°C	-	99	0	9,3	8
	-	43°C	-	18	16	1	1,5
	+	41°C	-	99	0	9,5	8,5
	+	43°C	-	30	19	1,8	2,5
	+	41°C	+	99	0	6,8	8,5
	+	43°C	+	99	0	8,5	7,8
15 januari 2007	-	39°C+F2000	-	99	0	9	8,5
	+	39°C+F2000	-	99	0	9,5	9
	+	41°C	-	97	0	9,3	8,8
	+	43°C	-	44	21	3,8	3,3
	+	(2 dagen) 41°C	-	99	0	9,8	9
LSD				13,1	11,1	1,29	0,87

3.2.2 Bollenoogst

Bij de oogst van de bollen is het percentage geoogste bollen bepaald, het percentage dubbelneuzen, totaal oogstgewicht en het gemiddelde gewicht per bol. De heetstookbehandeling van 1 dag bij 43,5°C met voor- en nawarmte gaf geen betrouwbaar lager percentage geoogste bollen dan de controle (tabel 4) en de verbeterde wwb (tabel 5). Alle andere behandelingen gaven wel een lager percentage geoogste bollen. Van sommige behandelingen zijn geen bollen geoogst. Ook het totaal oogstgewicht en gemiddeld bolgewicht

van de heetstook gedurende één dag met voor- en nawarmte was niet betrouwbaar lager dan dat van de controle. Het percentage dubbelneuzen was kleiner dan 0,2%. Er waren geen verschillen tussen de behandelingen (data niet weergegeven).

Bij de warmwaterbehandelingen waren drie behandelingen die een significant lager percentage geogste bollen, lager totaal oogstgewicht en een gemiddeld lichtere bol tot gevolg hadden namelijk een ww van 2,5 uur bij 43°C zonder voor- en nawarmte of met alleen voorwarmte (tabel 5).

Tabel 4. Percentage geogste bollen, totaal oogstgewicht (g), gewicht (g) per bol, wortelrotindex en aantal aaltjes gemiddeld voor de heetstookbehandelingen. Wortelrotindex 0 = geen wortelrot, 5 = 100% wortelrot, geen wortels.

Datum heetstook	4 dagen voorwarmte bij 20°C	Aantal dagen heetstook bij 43,5°C	4 dagen nawarmte bij 20°C	% geogst	Totaal gewicht	Gewicht per bol	Wortelrot	Aantal aaltjes
27/28 december 2006	-	-	-	95	2746	35,1	4,3	242
	-	1	-	11	104	9,7	1,5	*
	-	2	-	0	0	0	*	*
	+	1	-	7	77	4,1	1,5	*
	+	2	-	0	0	0	*	*
	+	1	+	85	2039	27,3	1,5	0
15 januari 2007	+	1	-	44	786	17,5	1,1	*
	+	2	-	3	42	7,4	1,5	*
LSD				19,0	758,5	9,92	0,89	

* = niet bepaald

Tabel 5. Percentage geogste bollen, totaal oogstgewicht (g), gewicht (g) per bol, wortelrotindex en aantal aaltjes gemiddeld voor de warmwaterbehandelingen. Wortelrotindex 0 = geen wortelrot, 5 = 100% wortelrot, geen wortels.

Datum WWB	4 dagen voorwarmte bij 20°C	2,5 uur WWB in water van:	4 dagen nawarmte bij 20°C	% geogst	Totaal gewicht	Gewicht per bol	Wortelrot	Aantal aaltjes
27 december 2006	-	-	-	95	2746	35,1	4,3	242
	-	39°C + F	-	92	2530	32,8	0,9	0
	+	39°C + F	-	99	2711	33,4	0,8	*
	-	41°C	-	95	2622	33,3	1,5	*
	-	43°C	-	24	282	12,8	1,5	*
	+	41°C	-	98	2748	34,1	1,4	*
	+	43°C	-	32	470	16,4	0,7	*
	+	41°C	+	97	2789	35,1	1,5	2
15 januari 2007	+	43°C	+	96	2506	31,9	1,4	0
	-	39°C + F	-	92	2591	33,7	2,5	1
	+	39°C + F	-	99	2832	35,2	1,9	*
	+	41°C	-	94	2850	36,1	1,3	1
	+	43°C	-	66	1072	18,2	0,6	*
	+	(2 dagen) 41°C	-	92	2732	35,6	1,5	2
LSD				19,0	758,5	9,92	0,89	

* = niet bepaald

3.2.3 Aaltjes

Bij de oogst zijn de wortels visueel beoordeeld op een aantasting door het wortellesieaaltje. In een beperkt aantal behandelingen is het aantal levende aaltjes bepaald.

Alle heetstookbehandelingen hadden een lagere wortelrotindex dan de controle (tabel 4). Er was geen significant verschil tussen de heetstookbehandelingen. Bij twee behandelingen kon geen cijfer worden gegeven omdat er geen bollen zijn geoogst. In de behandeling die niet significant slechter was gegroeid dan de controle zijn geen levende aaltjes gevonden.

Alle warmwaterbehandelingen hadden een gaver wortelgestel tot gevolg dan de controle (tabel 5). Op basis van de visuele beoordeling werd een minimale aantasting door wortellesieaaltje verwacht. Bij het tellen van het aantal levende aaltjes werd echter geen overleving waargenomen na een wwz zonder voorwarmte bij 39°C met F2000 en na een wwz van 43°C met voor- en nawarmte. Bij vier andere warmwaterbehandelingen is slechts een minimale overleving van de aaltjes waargenomen. Er was geen betrouwbaar verschil in aaltjesdoding tussen de wwz behandelingen.

3.3 Sorbonne, bollenmijt

3.3.1 Gewasstand

Ook bij deze cultivar waren grote verschillen te zien in gewasstand direct vanaf opkomst. Een aantal heetstookbehandelingen was dodelijk voor de bollen (tabel 6). Alleen een heetstookbehandeling van één dag met voor- én nawarmte gaf geen betrouwbaar lagere opkomst en standcijfer dan de onbehandelde controle. Een behandeling half januari werd beter overleefd dan dezelfde behandeling eind december.

De waargenomen verschillen waren bij het planten van de bollen vaak al zichtbaar.

Tabel 6. Percentage opgekomen planten, gewasstand op 2 mei en 12 juli gemiddeld voor de heetstookbehandelingen. Standcijfer 0 = geen gewas, 10 = goede stand.

Datum heetstook	4 dagen voorwarmte bij 20°C	Aantal dagen heetstook bij 43,5°C	4 dagen nawarmte bij 20°C	% opkomst	Stand op 2 mei	Stand op 12 juli
27/28 december 2006	-	-	-	100	8,3	8
	-	1	-	16	1,5	1,5
	-	2	-	0	0	0
	+	1	-	0	0	0
	+	2	-	0	0	0
15 januari 2007	+	1	+	87	7,5	7
	+	2	+	9	1,5	1,3
	+	2	-	42	4	3,5
LSD				15,3	1,45	1,27

Een wwz van 2, 5 uur bij 41°C werd goed verdragen ten aanzien van de opkomst en de stand van het gewas (tabel 7) ongeacht of de bollen voor- en nawarmte kregen. Een wwz van 2,5 uur bij 43°C gaf een lage opkomst en een laag standcijfer indien er geen voor- én nawarmte werd gegeven. Een wwz bij 43°C in combinatie met voor- en nawarmte in december gaf een zeer goede opkomst en gewasstand en verschilde niet van de controlebehandeling. Dezelfde behandeling uitgevoerd in januari gaf een mindere gewasstand. Hoe langer voorwarmte werd gegeven des te minder was de stand van het gewas. Een wwz bij 41°C uitgevoerd half januari, gaf in mei een betere gewasstand dan een wwz uitgevoerd eind december bij 41°C.

Tabel 7. Percentage opgekomen planten, gewasstand op 2 mei en 12 juli gemiddeld voor de warmwaterbehandelingen (wwb). Standcijfer 0 = geen gewas, 10 = goede stand.

Datum WWB	4 dagen voorwarmte bij 20°C	2,5 uur WWB in water van:	4 dagen nawarmte bij 20°C	% opkomst	Stand op 2 mei	Stand op 12 juli
27 december 2006	-	-	-	100	8,3	8
	-	39°C + F	-	99,5	10	9,3
	+	39°C + F	-	99,5	9,3	9
	-	41°C	-	100	10	8,8
	-	43°C	-	38	2,5	3
	+	41°C	-	98	9,5	8,8
	+	43°C	-	7	1,5	1,5
	+	41°C	+	99	8,3	8,3
15 januari 2007	+	43°C	+	99	8,5	8,5
	-	39°C + F	-	100	9	8,5
	+	39°C + F	-	100	9,3	8,5
	1 dag	41°C	-	100	10	9
	2 dagen	41°C	-	100	9,3	8,5
	4	41°C	-	100	9,3	8,8
	2 dagen	43°C	-	97	6,5	7
	4	43°C	-	83	6,8	6,8
LSD				15,3	1,45	1,27

3.3.2 Bollenoogst

De heetstookbehandeling van een dag met voor- én nawarmte gaf een net betrouwbaar lager percentage geogste bollen en totaal oogstgewicht dan de onbehandelde controle. Het gewicht per bol was niet significant lager dan van de controle. Een aantal heetstookbehandelingen was dodelijk voor de bollen. Het percentage dubbelneuzen bij de beste heetstookbehandeling was groter dan bij de controle.

Tabel 8. Percentage geogste bollen, totaal oogstgewicht (g) gewicht (g) per bol en percentage dubbelneuzen gemiddeld voor de heetstookbehandelingen.

Datum heetstook	4 dagen voorwarmte bij 20°C	Aantal dagen heetstook bij 43,5°C	4 dagen nawarmte bij 20°C	% geogst	Totaal oogstgewicht	Gewicht per bol	% dubbelneuzen
27/28 december 2006	-	-	-	99	5081	51,6	1,5
	-	1	-	15	380	16,8	6,5
	-	2	-	0	0	0	0
	+	1	-	0	0	0	0
	+	2	-	0	0	0	0
	+	1	+	82	4078	49	13,5
15 januari 2007	+	2	+	5	206	27,4	2,3
	+	1	-	44	1694	32,7	6
	+	2	-	8	166	14,2	0,8
LSD				14,8	852,9	10,0	5,45

Een wwb van 2,5 uur bij 43°C had een lager percentage geogste bollen, een lager totaal oogstgewicht en een gemiddeld lichtere bol tot gevolg dan de onbehandelde controle. Er was echter geen opbrengstreductie indien er een voor- én nawarmte werd gegeven. Het percentage dubbelneuzen nam over het algemeen wel toe na een warmwaterbehandeling warmer dan 39°C.

Een wwb half januari uitgevoerd werd beter verdragen dan uitgevoerd eind december.

Tabel 9. Percentage geogste bollen, totaal oogstgewicht (g), gewicht (g) per bol en percentage dubbelneuzen gemiddeld voor de warmwaterbehandelingen.

Datum WWB	4 dagen voorwarmte bij 20°C	2,5 uur WWB in water van:	4 dagen nawarmte bij 20°C	% geogst	Totaal oogstgewicht	Gewicht per bol	% dubbelneuzen
27 december 2006	-	-	-	99	5081	51,6	1,5
	-	39°C + F	-	99	5684	57,4	2,5
	+	39°C + F	-	99	5788	58,3	4
	-	41°C	-	99	5537	55,9	3,8
	-	43°C	-	34	1021	29,8	11,3
	+	41°C	-	96	5130	53,4	7,8
	+	43°C	-	6	186	30,5	3
	+	41°C	+	99	5726	58	7,3
15 januari 2007	+	43°C	+	98	5262	53,5	12
	-	39°C + F	-	99	5137	51,9	3
	+	39°C + F	-	100	5290	53	4,3
	1 dag	41°C	-	99	5704	57,8	6,8
	2 dagen	41°C	-	98	5448	55,5	5,3
	4	41°C	-	98	5378	54,9	14
	2 dagen	43°C	-	91	3876	42,5	14,8
4	43°C	-	77	3352	43,3	18	
LSD				14,8	852,9	10,0	5,45

3.3.3 Mijten

De bollen zijn januari 2008 beoordeeld op aantasting door bollenmijt. In tabel 10 en 11 zijn het percentage geogste bollen en het percentage gezonde bollen van percentage geogste bollen weergegeven. Zonder uitval hadden maximaal 100 gezonde bollen geogst kunnen worden. De partij was zwaar besmet, in de controle zijn gemiddeld 0,3 gezonde bollen gevonden. De heetstookbehandeling gedurende één dag bij 43,5°C met voor- en nawarmte gaf het grootste aantal geogste bollen. Alle heetstookbehandeling gaven 100% doding van bollenmijt. Een dag heetstook bij 43°C was al voldoende voor een volledige mijtbestrijding.

Bijna alle warmwaterbehandeling waren zeer effectief in het doden van de bollenmijt. Alleen een wwv gedurende 2,5 uur bij 39°C met F2000 in het bad zonder voorwarmte (= de standaard) zorgde voor slechts ruim 50% gezonde bollen. Door diezelfde behandeling te combineren met voorwarmte werd de bestrijding van bollenmijt 100%. Dit effect van voorwarmte op de mijtbestrijding was zowel in december als in januari te zien. De warmwaterbehandeling bij 41°C met voor- en nawarmte in december of alleen voorwarmte in januari zorgde voor een effectieve bestrijding en een goede overleving van de bollen.

Tabel 10. Percentage geogste bollen en percentage gezonde bollen van % geogste bollen gemiddeld voor de heetstookbehandelingen.

Datum heetstook	4 dagen voorwarmte bij 20°C	Aantal dagen heetstook bij 43,5°C	4 dagen nawarmte bij 20°C	% geogste bollen	% gezonde bollen
27/28 december 2006	-	-	-	99	0,3
	-	1	-	15	100
	-	2	-	0	0
	+	1	-	0	0
	+	2	-	0	0
	+	1	+	82	100
15 januari 2007	+	2	+	5	100
	+	1	-	44	100
	+	2	-	8	100
LSD				14,8	10,6

Tabel 11. Percentage geogste bollen en percentage gezonde bollen van % geogste bollen gemiddeld voor de warmwaterbehandelingen.

Datum WWB	4 dagen voorwarmte bij 20°C	2,5 uur WWB in water van:	4 dagen nawarmte bij 20°C	% geogste bollen	% gezonde bollen
27 december 2006	-	-	-	99	0,3
	-	39°C + F	-	99	57
	+	39°C + F	-	99	100
	-	41°C	-	99	81
	-	43°C	-	34	100
	+	41°C	-	96	100
	+	43°C	-	6	100
	+	41°C	+	99	100
15 januari 2007	+	43°C	+	98	100
	-	39°C + F	-	99	54
	+	39°C + F	-	100	89
	1 dag	41°C	-	99	100
	2 dagen	41°C	-	98	100
	4	41°C	-	98	100
	2 dagen	43°C	-	91	99
4	43°C	-	77	98	
LSD				14,8	10,6

3.4 Lombardia, Fusarium

3.4.1 Gewasstand

Ook bij deze cultivar was er vanaf opkomst een groot verschil in gewasstand tussen de verschillende behandelingen. Een heetstookbehandeling van een dag bij 43,5°C met voor- én nawarmte gaf van alle heetstookbehandelingen veruit de beste groei (tabel 12). Toch kwam bij deze behandeling slechts 48% van de bollen op. Een hoog percentage van de opgekomen planten was bovendien misvormd. Een aantal behandelingen was dodelijk voor de bollen.

De waargenomen verschillen waren bij het planten van de bollen vaak al zichtbaar.

Tabel 12. Percentage opgekomen planten, percentage misvormde planten en gewasstand op 2 mei en 12 juli gemiddeld voor de heetstookbehandelingen. Standcijfer 0 = geen gewas, 10 = goede stand.

Datum heetstook	4 dagen voorwarmte bij 20°C	Aantal dagen heetstook bij 43,5°C	4 dagen nawarmte bij 20°C	% opkomst	% misvormd van geplant	Stand op 2 mei	Stand op 12 juli
27/28 december 2006	-	-	-	100	0	7,3	8,8
	-	1	-	1,8	1	0,3	0,5
	-	2	-	0	0	0	0
	+	1	-	0	0	0	0
	+	2	-	0	0	0	0
	+	1	+	48	33	4,3	4,8
	+	2	+	0	0	0,3	0,3
15 januari 2007	+	1	-	13	4	2	1,5
	+	2	-	0	0	0,3	0,3
LSD				10,8	7,5	1,01	1,06

Een wwb bij 43°C werd niet verdragen als de bollen geen voor- of nawarmte kregen. Ook een wwb bij 43°C na alleen voorwarmte werd niet verdragen door de bollen. Een warmwaterbehandeling van 43°C werd alleen in december verdragen indien er een voor- én nawarmte werd gegeven (tabel 13).

Een wwb van 2,5 uur bij 41°C met alleen voorwarmte gaf schade te zien op het veld wat tot uiting kwam in een laag percentage opgekomen planten die een mindere gewasstand hadden. Opvallend om te zien dat een wwb bij 41°C zowel zonder voor- en nawarmte als met voor- en nawarmte wel goed werd verdragen.

Tabel 13. Percentage opgekomen planten, percentage misvormde planten en gewasstand op 2 mei en 12 juli gemiddeld voor de warmwaterbehandelingen (wwb). Standcijfer 0 = geen gewas, 10 = goede stand.

Datum WWB	4 dagen voorwarmte bij 20°C	2,5 uur WWB in water van:	4 dagen nawarmte bij 20°C	% opkomst	% misvormd van geplant	Stand op 2 mei	Stand op 12 juli
27 december 2006	-	-	-	100	0	7,3	8,8
	-	39°C + F	-	100	0	10	9,5
	+	39°C + F	-	99	1	10	9
	-	41°C	-	95	5	9,8	8,8
	-	43°C	-	0	0	0,5	0,3
	+	41°C	-	28	1	3	3
	+	43°C	-	0	0	0	0
	+	41°C	+	100	0	8,5	9,3
15 januari 2007	+	43°C	+	94	1	9,8	9
	-	39°C + F	-	100	0	9,5	8,8
	+	39°C + F	-	100	0	10	9,8
	+	41°C	-	100	1	10	9,3
	+	43°C	-	4	1	1	1,8
LSD				10,8	7,5	1,01	1,06

3.4.2 Bollenoogst

Eén heetstookbehandeling was veruit de beste ten aanzien van percentage geoogste bollen, totaal oogstgewicht en gewicht per bol. Dit was de heetstookbehandeling van een dag met voor- én nawarmte. Zonder voor- en/of nawarmte was de schade enorm. De beste heetstookbehandeling was echter desondanks veel slechter dan de onbehandelde controle. Bij een aantal heetstookbehandelingen vond geen overleving plaats. Een heetstookbehandeling had een toename van het percentage dubbelneuzen tot gevolg. Hoe langer de bollen warmte kregen des te groter waren de schade en het percentage dubbelneuzen.

Tabel 14. Percentage geoogste bollen, totaal oogstgewicht (g) gewicht (g) per bol en percentage dubbelneuzen gemiddeld voor de heetstookbehandelingen.

Datum heetstook	4 dagen voorwarmte bij 20°C	Aantal dagen heetstook bij 43,5°C	4 dagen nawarmte bij 20°C	% geoogst	Totaal oogstgewicht	Gewicht per bol	% dubbelneuzen
27/28 dec 2006	-	-	-	100	6330	63	1
	-	1	-	5	63	5,1	5
	-	2	-	0	0	0	0
	+	1	-	0	2	1,8	0
	+	2	-	0	0	0	0
	+	1	+	58	2916	45,5	6
15 januari 2007	+	2	+	2	13	2,6	25
	+	1	-	17	639	25,8	30
	+	2	-	2	37	6,1	0
LSD				12,7	787,3	10,88	ns

Een warmwaterbehandeling bij 41 of 43°C werd goed doorstaan ten aanzien van percentage geogoste bollen, totaal oogsgewicht en gewicht per bol indien voor- én nawarmte werd gegeven. In de controlebehandelingen werden in 1% van de bollen dubbelneuzen gevonden en in de behandelingen die bij 41 en 43°C werden gekookt in combinatie met voor en nawarmte werden in 3 a 4% van de bollen dubbelneuzen gevonden. Dit is niet veel maar wel 4 keer zoveel als in de controlebehandeling. Een wwv bij 43°C met alleen voorwarmte in januari werd niet verdragen. Slechts 7% van de bollen werd geroid na een wwv bij 43°C. 40% van de bollen was een dubbelneus.

Tabel 15. Percentage geogoste bollen, totaal oogsgewicht (g), gewicht (g) per bol en percentage dubbelneuzen gemiddeld voor de warmwaterbehandelingen.

Datum WWB	4 dagen voorwarmte bij 20°C	2,5 uur WWB in water van:	4 dagen nawarmte bij 20°C	% geogost	Totaal oogst gewicht	Gewicht per bol	% dubbelneuzen
27 december 2006	-	-	-	100	6330	63	1
	-	39°C + F	-	100	6329	61,5	1
	+	39°C + F	-	100	6356	63,8	1
	-	41°C	-	95	5428	57,4	2
	-	43°C	-	1	4	2,3	0
	+	41°C	-	27	1374	51,7	8
	+	43°C	-	0	0	0	0
	+	41°C	+	98	6096	62	4
15 januari 2007	+	43°C	+	92	5772	63	3
	-	39°C + F	-	99	6080	61,4	3
	+	39°C + F	-	99	6352	64	2
	+	41°C	-	99	6236	63,2	2
	+	43°C	-	7	183	18,8	39
LSD				12,7	787,3	10,88	ns

Bij de procentuele maatverdeling van de geogoste bollen is te zien dat in de onbehandelde controle de hoogste percentages grote bolmaten voorkwamen (tabel 16). Een heetstookbehandeling van een dag met voor- en nawarmte resulteerde vooral in wat meer bollen in de kleinere maten, d.w.z. deze behandeling was minder goed gegroeid dan de controle. De overige behandelingen waren erg slecht gegroeid.

Tabel 16. Procentuele maatverdeling gemiddeld per heetstookbehandeling.

Datum heetstook	4 dagen voorwarmte bij 20°C	Aantal dagen heetstook bij 43,5°C	4 dagen nawarmte bij 20°C	Procentuele verdeling ziftmaten						
				6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18op
27/28 december 2006	-	-	-	0	0	3	19	25	38	15
	-	1	-	0	34	8	2	2	0	0
	-	2	-	0	0	4	0	0	0	0
	+	1	-	0	25	0	0	0	0	0
	+	2	-	0	0	0	0	0	0	0
	+	1	+	1,3	15	13	14	16	25	9,5
15 januari 2007	+	2	+	0	25	0	0	0	0	0
	+	1	-	3	9	29	5	8	12	4
	+	2	-	0	17	0	4	0	0	4
LSD				ns	ns	ns	15	6,7	8,2	6

De wwv bij 43°C met voor- én nawarmte gaf eenzelfde maatverdeling als de onbehandelde controle. Deze wwv gaf geen schade aan de bollen. Ten aanzien van de maatverdeling gaf een wwv bij 41°C over het algemeen geen slechtere groei dan de controle.

Tabel 17. Procentuele maatverdeling gemiddeld per warmwaterbehandeling.

Datum WWB	4 dagen voorwarmte bij 20°C	2,5 uur WWB in water van:	4 dagen nawarmte bij 20°C	Procentuele verdeling ziftmaten						
				6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18op
27 december 2006	-	-	-	0	0	3	19	25	38	15
	-	39°C + F	-	0	0,5	6	23	24	37	9
	+	39°C + F	-	0,3	0	4	20	21	43	12
	-	41°C	-	0,3	2	4	28	23	32	10
	-	43°C	-	0	25	0	0	0	0	0
	+	41°C	-	0	1,2	5	26	19	34	8
	+	43°C	-	0	0	0	0	0	0	0
	+	41°C	+	0	0,3	2	18	25	40	11
15 januari 2007	+	43°C	+	0	0,3	4,4	19	21	36	16
	-	39°C + F	-	0	0	2	18	24	41	12
	+	39°C + F	-	0	0,5	2	20	23	40	13
	+	41°C	-	0	0,5	4	20	23	40	12
LSD				ns	ns	ns	15	6,7	8,2	6

3.4.3 Fusarium

De aangebrachte besmetting met Fusarium is niet aangeslagen. Bij de oogst bleken alle bollen gezond te zijn. Er kan daarom geen uitspraak worden gedaan over de mogelijkheden om Fusarium te doden met behulp van een heetstookbehandeling.

3.5 Sorbonne, bollenmijt april

Omdat veel heetstookbehandelingen uitgevoerd in december en januari erg schadelijk waren gebleken voor de bollen is deze behandeling in april nogmaals uitgevoerd.

Direct na de heetstookbehandelingen is een gedeelte van de knollen onderzocht op overleving van bollenmijt. Na een heetstookbehandeling van 24 of 48 uur zonder nawarmte van 2 dagen bij 20°C was er geen overleving van bollenmijt (tabel 18). Wanneer wel een nawarmte werd gegeven nam het aantal bollen bij 39°C sterk af na 24 uur behandelen. Na 48 uur bij 39°C was er bijna geen overleving meer. Bij 41°C was na 9 uur behandelen al een sterke afname van de overleving van de mijten te zien. Bij 43°C werd na 6 uur of meer bijna geen overleving meer gevonden. Bij de tellingen zijn ook enkele roof- en stromijten gevonden. Deze reageerden vergelijkbaar met de bollenmijt op de heetstookbehandelingen (data niet weergegeven).

Tabel 18. Effect van duur en temperatuur van de heetstookbehandeling op het aantal levende bollenmijten per 25 bollen direct na de heetstookbehandeling.

nawarmte	Tijd (uren)	39°C	41°C	43°C
Ja (controle)	0	46	*	*
Ja	3	27	37	46
Ja	6	45	37	1
Ja	9	14	4	0
Ja	12	23	3	1
Ja	24	5	1	6
Ja	48	1	1	1
Nee	24	0	0	0
Nee	48	0	0	0

Op het veld waren twee behandelingen die een slechte opkomst te zien gaven. Een heetstookbehandeling van 48 uur bij 43°C had een slechte opkomst tot gevolg ongeacht of er een nawarmte werd gegeven (tabel

19). Diezelfde behandelingen (24 en 48 uur 43°C) gaven 10 tot 15% misvormde planten te zien (data niet weergegeven).

Tabel 19. Effect van duur en temperatuur van de heetstookbehandeling op het opkomstpercentage.

nawarmte	Tijd (uren)	39°C	41°C	43°C
Ja (controle)	0	96	*	*
Ja	3	93	91	99
Ja	6	92	97	98
Ja	9	100	100	98
Ja	12	100	97	99
Ja	24	95	92	98
Ja	48	97	92	27
Nee	24	100	100	97
Nee	48	100	90	20

Op 16 augustus en 6 september zijn de planten beoordeeld op de mate van afsterven. In augustus waren alle planten groen. In september begon de controlebehandeling (geen heetstook) te vergelen terwijl alle heetstookbehandelingen nog groen blad hadden.

Na de oogst zijn het totaal oogstgewicht, aantal geoogste bollen, gemiddeld bolgewicht, percentage enkelneuzen en dubbelneuzen van het aantal geplante bollen en het standcijfer voor mijtaantasting bepaald. Slechts twee behandelingen hadden een belangrijk lager oogstpercentage tot gevolg dan de onbehandelde controle: Een heetstook van 48 uur bij 43°C met of zonder nawarmte gaf duidelijk schade wat tot uiting kwam in een lager percentage geoogste bollen (tabel 20).

Een aantal behandelingen had een groter gewicht per geoogste bol dan de controle. Dit zou veroorzaakt kunnen zijn door het doden van de bollenmijten. De controlebehandeling bestond voor 85% uit enkelneuzen en 4% uit dubbelneuzen. De overige bollen werden niet geoogst en zijn mogelijk uitgevallen door een aantasting door bollenmijt. In veel behandelingen werden vergelijkbare of hogere percentages enkelneuzen geoogst. Na een heetstookbehandeling van 24 of 48 uur nam het percentage enkelneuzen af doordat het percentage dubbelneuzen toenam. De beste behandeling was een heetstookbehandeling van 24 uur bij 41°C met alleen voorwarmte. Deze behandeling resulteerde in de oogst van 93% enkelneuzen en 6% dubbelneuzen. 97% van de geoogste bollen van deze behandeling was gezond.

Tabel 20. Effect van duur en temperatuur van de heetstookbehandeling op het oogstpercentage per behandeling.

nawarmte	Tijd (uren)	39°C		41°C		43°C	
		% enkel neuzen	% dubbel neuzen	% enkel neuzen	% dubbel neuzen	% enkel neuzen	% dubbel neuzen
Ja (contr)	0	85	4	*	*	*	*
Ja	3	83	3	80	10	86	3
Ja	6	87	6	81	14	86	10
Ja	9	92	8	87	6	84	11
Ja	12	90	10	84	13	84	9
Ja	24	81	13	77	15	77	12
Ja	48	84	12	67	20	22	2
Nee	24	91	10	93	6	82	14
Nee	48	65	28	63	29	20	2

Tabel 21. Effect van duur en temperatuur van de heetstookbehandeling op het gewicht per bol (g) per behandeling.

nawarmte	Tijd (uren)	39°C	41°C	43°C
Ja (controle)	0	28	*	*
Ja	3	29	29	26
Ja	6	27	30	34
Ja	9	32	35	46
Ja	12	36	43	43
Ja	24	35	45	40
Ja	48	42	37	27
Nee	24	42	46	42
Nee	48	42	45	19

De bollen zagen er over het algemeen beter uit (minder schade door mijten) naarmate de behandeling zwaarder was geweest (tabel 22 en foto 1).



Foto 1. Visuele beoordeling op bollenmijt. Van links naar rechts, gezond, licht ziek, matig ziek, zwaar ziek.

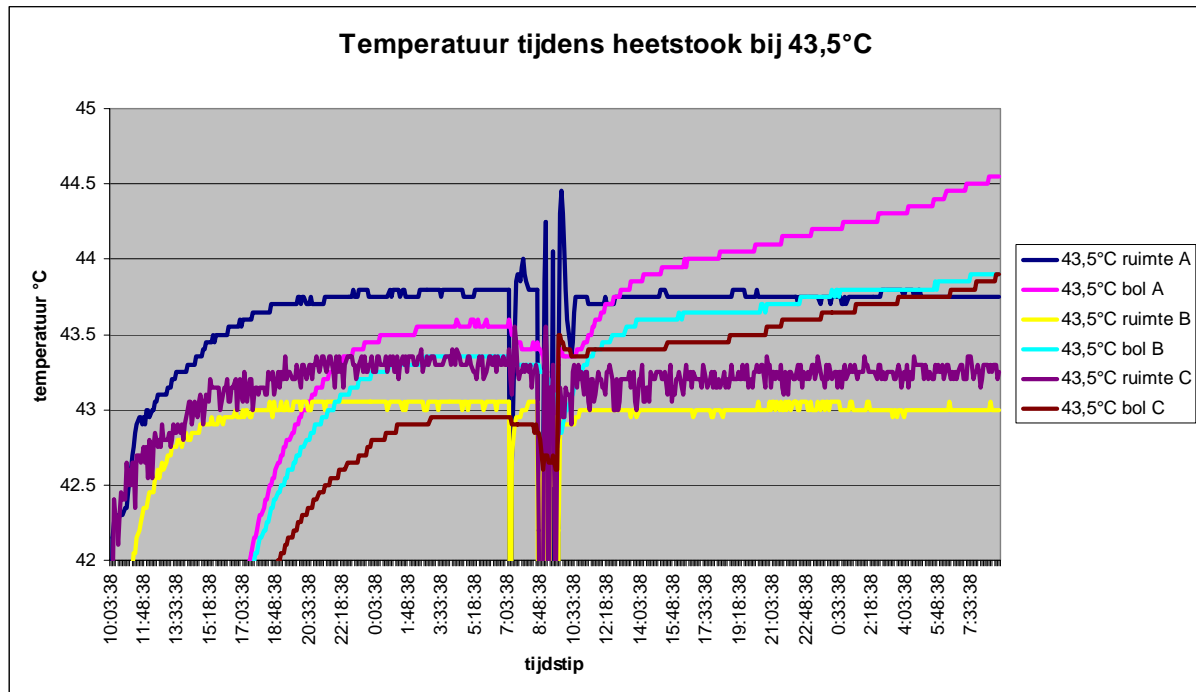
Tabel 22. Effect van duur en temperatuur van de heetstookbehandeling op het percentage gezonde bollen per behandeling.

nawarmte	Tijd (uren)	39°C	41°C	43°C
Ja (controle)	0	1	*	*
Ja	3	0	1	1
Ja	6	0	4	13
Ja	9	0	4	37
Ja	12	3	52	100
Ja	24	20	98	100
Ja	48	63	99	100
Nee	24	28	97	100
Nee	48	31	100	100

3.6 Gemeten temperatuur en opbrengst

Bij het uitvoeren van de heetstookbehandelingen is de temperatuur in de verschillende klimaatkasten gemeten met behulp van een datalogger.

In figuur 2, 3 en 4 zijn de gerealiseerde temperaturen tijdens de heetstook in december en januari weergegeven.

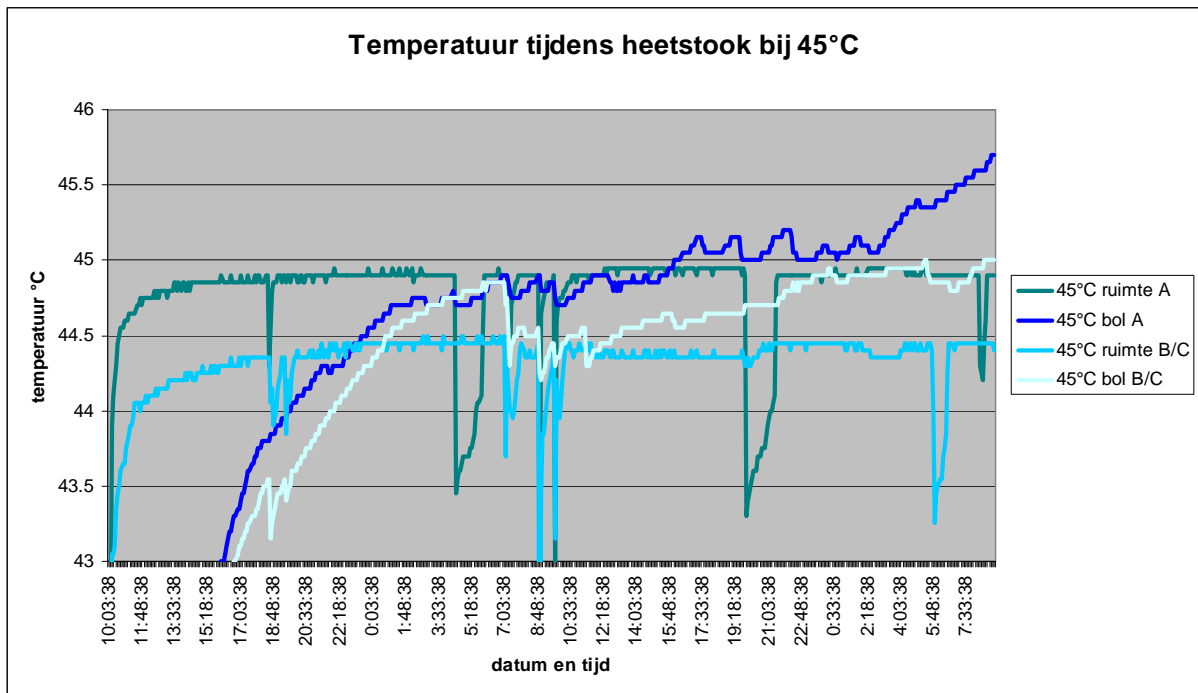


Figuur 2. Temperatuur in de klimaatkamers en in de bollen tijdens de heetstook in december.

In figuur 2 is te zien dat de gerealiseerde temperatuur in ruimte A (= herhaling A) in december hoger was dan in de ruimte met herhaling B en C. Bij herhaling D heeft geen temperatuurvoeler gelegen. Wanneer de totale oogstgewichten van de behandelingen worden gemiddeld over de heetstookbehandelingen van 1 dag 43,5°C heen per herhaling blijkt dat het oogstgewicht van herhaling A lager was dan van herhaling B en C (tabel 22). Blijkbaar is een afwijking van 0,5°C onder deze proefomstandigheden sterk van invloed op de uiteindelijke resultaten.

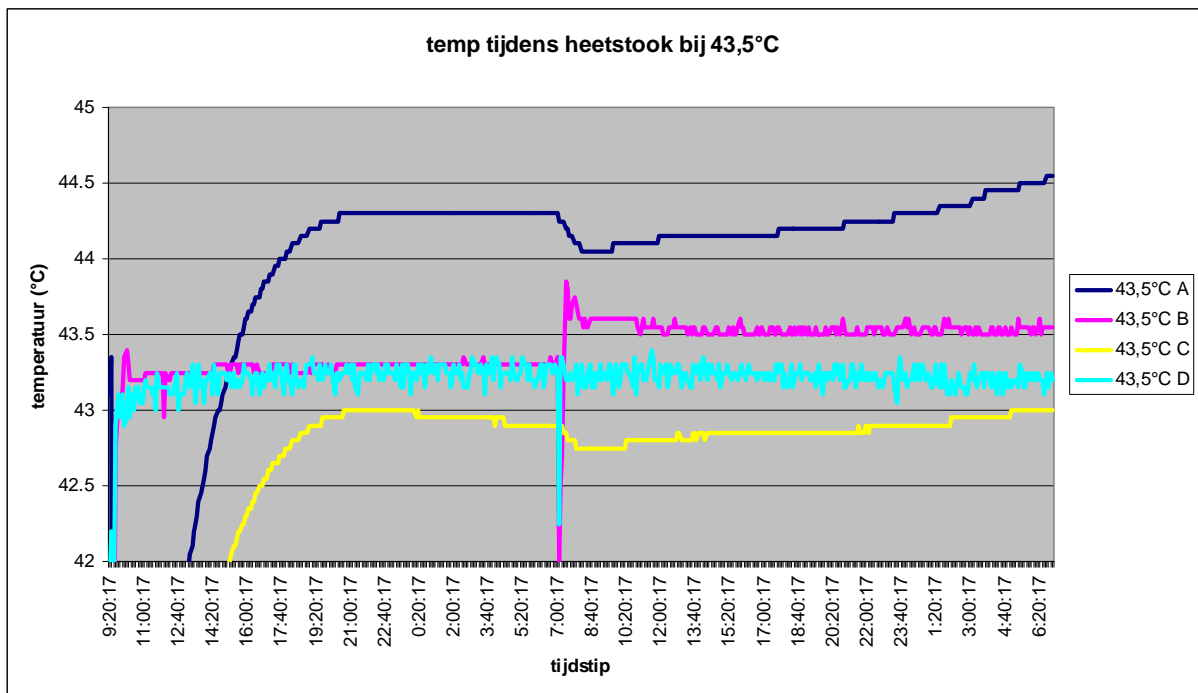
Tabel 22. Totaal plant- en oogstgewicht (g) gemiddeld over de heetstookbehandelingen bij 43,5°C in december per herhaling.

Herhaling	Alma Ata		Sorbonne		Lombardia	
	plantgewicht	oogstgewicht	plantgewicht	oogstgewicht	plantgewicht	oogstgewicht
A	425	108	810	849	1265	81
B	1010	496	810	1163	1265	1243
C	1210	663	810	1932	1265	979
D	1660	1101	810	2000	1265	1671



Figuur 3. Temperatuur in de klimaatkamers en in de bollen tijdens de heetstook in december.

Net als bij 43,5°C was bij 45°C ook de gerealiseerde temperatuur tijdens de heetstook in ruimte A (= herhaling A) in december hoger dan in de ruimte met herhaling B en C. Bij herhaling D heeft geen temperatuurvoeler gelegen. Aangezien de bollen een heetstookbehandeling bij 45°C niet hebben overleefd wordt hier verder niet op ingegaan.



Figuur 4. Temperatuur in de klimaatkamers tijdens de heetstookbehandeling op 15 en 16 januari.

Bij de heetstook in januari waren vergelijkbare verschillen te zien. Een duidelijk hoge opbrengst bij herhaling D, hoewel deze herhaling niet de laagste temperatuur heeft gehad. Anderzijds was de opbrengst bij

herhaling A veruit het laagst. Deze herhaling is gemiddeld een graad warmer gestookt dan de andere behandelingen.

Tabel 23. Totaal plant- en oogstgewicht (g) gemiddeld over de heetstookbehandelingen in januari per herhaling.

Herhaling	Alma Ata		Sorbonne		Lombardia	
	plantgewicht	oogstgewicht	plantgewicht	oogstgewicht	plantgewicht	oogstgewicht
A	425	7	810	197	1265	0
B	1010	407	810	601	1265	93
C	1210	676	810	1546	1265	573
D	1660	2055	810	4430	1265	1892

3.7 Kosten van heetstookbehandeling

Om een indruk te krijgen van de stookkosten voor een heetstookbehandeling is een aantal senario's doorgerekend.

Voor de berekening zijn de volgende uitgangspunten gekozen:

- Een goed geïsoleerde bewaarcel
- Heetstook uitgevoerd half januari, half februari of half maart (i.v.m. buitentemperatuur)
- Alleen 24 uur 43°C heetstook of met 4 dagen 25°C voorwarmte en 4 dagen 20°C nawarmte
- Ventilatie tijdens de heetstook 0, 1, 10 of 20 m³/m³bollen/uur
- 25 m³ bollen per ha (lelie plantgoed circa 12 en leverbaar circa 100 m³ bollen/ha)
- Gasprijs van € 0,38/m³

Tabel 24. De gaskosten uitgedrukt in euro's voor de heetstook van 1 ha bollen.

Tijdstip heetstook	Voor- en nawarmte	Ventilatie (m ³ /m ³ /uur)		
		0	1	20
Januari	Niet	€ 1,40	€ 1,75	€ 8,56
	Wel	€ 7,10	€ 8,85	€ 43,05
Maart	Niet	€ 1,28	€ 1,63	€ 7,86
	Wel	€ 6,05	€ 7,60	€ 36,88

Uit de berekeningen blijkt dat de heetstookbehandeling op zich weinig kost aan energie.

De goedkoopste optie kost slechts € 1,28/ha bollen (24 uur heetstook zonder voor- en nawarmte, uitgevoerd half maart zonder ventilatie tijdens de heetstook).

De duurste optie komt uit op € 43,05/ha bollen (24 uur heetstook met voor- en nawarmte, uitgevoerd half januari met 20 m³/m³bollen/uur ventilatie).

Twee factoren zijn sterk van invloed op het gasverbruik, namelijk de voor- en nawarmte en de ventilatie tijdens de heetstook.

De grootste factor voor de energiekosten is de ventilatie. De duurste optie (met voor- en nawarmte maar zonder of met 1 m³/m³bollen/uur ventilatie) kost € 7,10 respectievelijk € 8,85.

Anderzijds kosten de voor- en nawarmte de nodige energie. De duurste optie zonder voor- en nawarmte kost € 8,56/ha bollen.

Wanneer deze berekeningen over 25 m³ bollen/ha worden vergeleken met lelieplantgoed waarbij circa 12 m³ bollen/ha wordt geoogst dan moeten de kosten worden gehalveerd. In geval van leverbare leliebollen zouden de kosten moeten worden verviervoudigd. Er moet echter vanuit worden gegaan dat de heetstookbehandeling aan het plantgoed wordt gegeven zodat de leverbare bollen gezond zijn en onbehandeld afgezet kunnen worden.

Bovenstaande berekeningen geven aan dat de directe stookkosten erg meevallen. In de berekening is niet meegenomen hoeveel energie het kost om de bollen weer terug te koelen tot 2°C. Van de andere kant

moeten de bollen na een gebruikelijke warmwaterbehandeling ook weer afgekoeld worden voor de rest van de bewaring.

4 Discussie

De lelies hadden in dit onderzoek meer moeite met het doorstaan van een heetstookbehandeling (warme luchtbehandeling) uitgevoerd in december/januari dan in een eerste proef uitgevoerd in juni/juli 2006. Slechts één behandeling werd redelijk goed verdragen, namelijk een heetstookbehandeling van 24 uur bij 43,5°C met vier dagen voor- én vier dagen nawarmte bij 20°C. Het weglaten van de voor- en nawarmte zorgde vaak voor bijna volledige doding van de bollen. Een heetstookbehandeling bij 45°C werd door geen van de cultivars verdragen, ook niet als deze behandeling in combinatie met voor- en nawarmte werd uitgevoerd. Het enige bolgewas dat op dit ogenblik een dergelijke heetstookbehandeling krijgt is Freesia (24 uur 43°C tegen bollenmijt), zonder toepassing van voor- of nawarmte. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat Freesia vanuit de bewaring bij 30°C naar de heetstookbehandeling gaat en na de behandeling weer terug gaat naar 30°C. De freesiaknollen worden voor en na de behandeling standaard dus warmer bewaard dan dat de leliebollen in het onderzoek zijn behandeld. Hoewel Freesia bijna standaard een heetstookbehandeling krijgt is ook bij dit gewas de kans op heetstookschade aanwezig. Wanneer de behandeling te snel na het rooien wordt uitgevoerd kan de schade enorm zijn.

De herhalingen zijn in verschillende klimaatkasten behandeld. De temperaturen in de verschillende klimaatkasten verschilden erg weinig van elkaar, maximaal 1°C. Bij het vergelijken van het oogstgewicht van de verschillende herhalingen was te zien dat de herhaling die een iets hogere temperatuur bij de heetstook heeft gehad een veel lager oogstgewicht te zien gaf. Onder de proefomstandigheden maakte een verschil van 0,5 tot 1°C heel veel uit.

De heetstookbehandelingen die in april in enkelvoud met de cultivar 'Sorbonne' zijn uitgevoerd werden veel beter verdragen dan dezelfde behandelingen 3 tot 4 maanden eerder. Dit geeft aan dat er goede mogelijkheden zijn voor een dergelijke behandeling maar dat de kritische succesfactoren nog niet precies bekend zijn. In beide heetstookproeven (uitgevoerd in december en april) bleek dat een behandeling van 24 uur bij 43,5°C dodelijk is voor bollenmijt zoals al eerder bij Freesia en Zantedeschia is aangetoond. Ook een kortere behandeling van 12 uur bij 43°C of 24 uur bij 41°C gaf een (bijna) volledige doding. De behandeling blijkt dus wel effectief te zijn.

Op zich is het opmerkelijk dat de bollen in december/januari gevoeliger waren voor een heetstookbehandeling dan in april, omdat de bollen in december geacht worden nog enigszins in rust te zijn. Kennelijk was de rust op het moment van de oogst al verbroken.

Een heetstookbehandeling van 24 uur leverde bij 'Sorbonne' wel 12 tot 15% dubbelneuzen op. Dit is ongewenst. Daar staat tegenover dat 'Sorbonne' bekend staat als gevoelig voor het vormen van dubbelneuzen. In de praktijk moet het belang van een hoger percentage dubbelneuzen worden afgewogen tegen het wel of niet besmet zijn van een partij met bollenmijten.

Het is niet duidelijk in hoeverre het suikergehalte van de bollen op het moment van behandelen van invloed was op het goed doorstaan van de behandeling. Bij het heetstoken op 27-28 december had 'Alma Ata' het hoogste suikergehalte en 'Lombardia' het laagste gehalte. 'Alma Ata' lijkt de heetstook het beste overleefd te hebben terwijl 'Lombardia' de meeste schade leek te hebben. Dit zou kunnen wijzen op een verband. In geen van de behandelingen werd bij het planten spruitgroei geconstateerd.

In de heetstookproef van december en januari is evenals in de eerste oriënterende proef van juni/juli een heetstooktemperatuur aangehouden van 43,5°C. In de heetstookproef van april is een temperatuur van 43°C aangehouden zoals bij Freesia ook gebruikelijk is. Het is mogelijk dat de temperatuur zo kritisch is dat deze 0,5°C hogere temperatuur de kans op schade extra heeft vergroot.

Een ander aspect dat van invloed kan zijn op het voorkómen van schade is de snelheid waarmee de temperatuur wordt opgevoerd tot 43°C. Bij de behandeling van Freesia wordt de temperatuur in enkele uren opgevoerd van 30 naar 43°C. In de lelieproeven zijn de bollen direct overgezet van een temperatuurcel naar 43°C. Door de temperatuur geleidelijker op te voeren zou de kans op schade kunnen afnemen.

De heetstookbehandeling die het best door de bollen werd verdragen had 100% doding van de wortellesieaaltjes tot gevolg. Dit is een bevestiging van de waarneming in een eerdere oriënterende proef. In het onderzoek bleek regelmatig dat de visuele waarneming van wortelrot niet overeen kwam met het aantal aaltjes dat daadwerkelijk in de wortels zat. Vaak werd voor de mate van wortelrot een 1 of een 1,5 gescoord terwijl de wortels na analyse vrij van wortellesieaaltjes bleken te zijn. De visuele waarneming van wortelrot geeft dus een overschatting van de mate van wortelrot.

De drie onderzochte soorten lelie behoren tot de groep van de Oriëntalhybriden. Het warmwaterbehandelingsadvies voor deze groep lelies is 2 uur bij 39°C. In dit onderzoek bleken twee van de drie cultivars een warmwaterbehandeling (wwb) van 2,5 uur bij 41°C goed te verdragen. Een wwb van 2,5 uur bij 41°C en zelfs 43°C werd in december door alle drie de cultivars goed verdragen indien de bollen voor- én nawarmte kregen. Blijkbaar is met een warmtebehandeling voor- en na de warmwaterbehandeling schade in lelie te voorkomen. Bij andere bolgewassen is een warme voorbehandeling gebruikelijk. De doding van wortellesieaaltjes en bollenmijten was in dit onderzoek bij de hogere temperaturen zonder F2000 in het bad even effectief als bij 39°C met F2000 in het bad. Het lijkt erop dat F2000 kan worden vervangen door een wwb bij een hogere temperatuur waarbij de bollen dan wel voor- en nawarmte moeten krijgen. Meer onderzoek is nodig om tot een veilig advies te komen.

Het is niet gelukt om de lelies met fusarium te infecteren. Hierdoor is niet bekend geworden of fusarium door een heetstookbehandeling of een warmwaterbehandeling bij hogere temperaturen bestreden wordt.

De kosten van een heetstookbehandeling zijn beperkt, zelfs in de meest ongunstige situatie. Er zijn geen gegevens over de kosten van een vergelijkbare warmwaterbehandeling. Het vermoeden bestaat dat een warmwaterbehandeling veel meer energie kost omdat het water steeds sterk afkoelt wanneer er koude bollen in komen. Bovendien kan een beperkt aantal bollen tegelijk worden behandeld waardoor het koken een langere tijd in beslag neemt. Bij een heetstookbehandeling kan een hele cel tegelijk worden behandeld. Een belangrijk voordeel van een warmwaterbehandeling is dat water de warmte beter geleidt dan lucht. Uit vervolgonderzoek zal moeten blijken hoe onder praktijkomstandigheden de geleiding van warmte door de kuubskisten tijdens de heetstook van lelie zal verlopen.

5 Conclusies

Een heetstookbehandeling (warme luchtbehandeling) van 24 uur bij 43,5°C is effectief om het wortelstieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) en bollemijten (*Rhizoglyphus robinii*) te doden.

De meeste heetstookbehandelingen gaven in december en januari erg veel schade aan de drie onderzochte cultivars. Schade door de effectieve heetstookbehandeling (24 uur bij 43,5°C) kon gedeeltelijk of geheel worden voorkomen door de bollen voor- én nawarmte van vier dagen bij 20°C te geven. Een heetstookbehandeling uitgevoerd met een van de cultivars, enkele maanden later, leverde geen schade op. Er zijn mogelijkheden voor een heetstookbehandeling maar de optimale omstandigheden waarmee schade kan worden voorkomen zijn nog niet duidelijk.

De extra kosten van een heetstookbehandeling vallen mee en bedragen voor een heetstookbehandeling in januari met voor- en nawarmte en maximale ventilatie € 43,05 per ha bollen.

Het geven van voor- en nawarmte lijkt ook een mogelijkheid om de bollen een warmwaterbehandeling bij een hogere temperatuur goed te laten verdragen. Daardoor wordt het gebruik van de toevoeging F2000 aan het warmwaterbad voor de doding van aaltjes en mijten overbodig.

6 Kennisoverdracht

Lezingen bij studieclubs

03-01-08	Bestrijding van bollenmijt en aaltjes in lelie (KAVB productgroep lelie)
11-02-08	Bestrijding van bollenmijt, wortellessieaaltjes en bladaaltjes (Bollenstudieclub St Maarten)
13-02-08	Bestrijding van aaltjes in lelies (Bollensoos, 't Zand)
20-02-08	Bestrijding van bollenmijt en aaltjes in lelies (Telen met toekomst, Gorredijk)

Open dagen

24-08-07	Poster presentatie onderzoeksresultaten tijdens open middag ROL in Vledder
14-09-07	Presentatie veldproef tijdens open middag bij PPO in Lisse

Artikel

In voorbereiding (verschijnt juni 2008)