

Warmwaterbehandeling bij tulp

Onderzoek naar de temperatuurtolerantie van tulpenbollen
i.v.m. de mogelijkheden van warmwaterbehandeling tegen stengelaaltjes

Martin van Dam

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving
Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit
PPO nr. 32 360873 00/PT13639
Oktober 2010

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen Boomteelt & Fruit

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Projectnummer: 32 360873 00
PT project : 13639



**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit**

Adres : Postbus 85, 2160 AB LISSE
: Prof. Van Slogterenweg 2, 2161 DW LISSE
Tel. : 0252 46 21 21
Fax : 0252 46 21 00
E-mail : info.bollen@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

1	SAMENVATTING.....	5
2	INLEIDING	7
3	MATERIAAL EN METHODE	9
3.1	Algemeen.....	9
3.2	Proefopzet.....	9
3.3	Waarnemingen en statistiek	10
4	RESULTATEN	11
4.1	Zichtbaar uitval door kookschade vóór het planten.	11
4.2	Beoordeling van het gewas na opkomst.....	14
4.3	Resultaat na de oogst.	19
5	DISCUSSIE	21
6	CONCLUSIES	23

1 Samenvatting

De laatste jaren komt in tulpen een aantasting met stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) in een beperkt, maar toenemend, areaal voor. Bij constatering volgt een serie kostbare maatregelen, waaronder het vernietigen van de betreffende partij, een teeltverbod, ontsmetting of inundatie van het besmette perceel en het nalopen van de belendende partijen door de keuringsdienst. De economische schade voor de teler en het bollenvak is daardoor groot. In bloembollen en vaste planten worden problemen met aaltjes meestal betreden door middel van warmwaterbehandeling. Tulpen worden tot nu toe alleen gekookt als het ging om hardschalige cultivars, tegen destructoraaltje en krokusknolaaltje. De daarbij gebruikte temperatuur van 43,5°C is te laag voor een goede bestrijding van tulpenstengelaaltjes. In het verleden is wel eens onderzoek gestart naar de mogelijkheid van koken tegen stengelaal bij tulp. Vanwege schade aan de tulpen is dat toen niet voortgezet.

Door ontwikkelingen bij andere gewassen (narcis, lelie en krokus) op het gebied van kooktijdstop en voortemperatuur lijkt er ook voor tulp nog wel een mogelijkheid te zijn voor een warmwaterbehandeling.

Vorig jaar is daarom gestart met een proef waarin met twee cultivars ('Oscar' en 'Clearwater') een aantal factoren van de kookbehandeling is onderzocht. In eerst instantie werden gezonde partijen gebruikt om te zoeken naar de maximaal haalbare temperatuur. Er werd voorbehandeld direct na het (tijdig) rooien bij 25 en bij 30°C gedurende 1 week. Daarna werden de bollen behandeld gedurende 3 of 4 uur bij temperaturen vanaf 45°C tot 47,5°C. Het materiaal werd opgeplant en gevolgd tot en met de oogst. Hier werd de balans opgemaakt van uitval en groei.

De eerste uitval door het koken werd zichtbaar aan het eind van de bewaring. De bollen die duidelijk niet meer levensvatbaar waren werden eind oktober uit de partij verwijderd. Op dat moment was de eerste uitval zichtbaar bij bollen gekookt bij 45°C na een voortemperatuur bij 25°C. Bollen die hadden gestaan bij een voorwarmte van 30°C vertoonden pas uitval vanaf 46°C als kooktemperatuur. Later, in het voorjaar en bij de oogst, bleek er toch meer schade te zijn dan aanvankelijk werd gezien. Te velde waren in de behandelingen bij 46°C en hoger uitvalsverschijnselen en schadebeelden te zien als gevolg van de warmwaterbehandeling. Bloemen en bladeren waren beschadigd en misvormd. Soms bleef de hoofdspruit weg en ontstonden er bosjesplanten. Dit laatste was vooral het geval bij behandelingen die laat na het rooien, in september waren uitgevoerd. Wat de uiteindelijke opbrengst betreft: bij 45°C gekookte bollen hadden t.o.v. de controle (gekookt bij 43,5°C) nog een opbrengst van ruim 90% bij 3 uur koken en 77% bij 4 uur koken. Deze waarden werden alleen gehaald na een voortemperatuur van 30°C. Bij 25°C was de opbrengst lager. De opbrengst van bollen gekookt bij 46°C viel terug naar ruim 60% (3 uur koken) en net geen 50% bij 4 uur koken. Deze cijfers gelden voor de cultivar 'Oscar'. Bij Clearwater was de opbrengst hoger, nl. 80% bij 3 uur koken en gemiddeld 50% bij 4 uur koken.

Samengevat kan worden geconstateerd, dat tulpen meer warmte kunnen verdragen dan werd gedacht. De voortemperatuur lijkt daarbij van sterke invloed, deze moet in ieder geval rond de 30°C liggen en niet bij 25°C. Het resultaat laat nog mogelijkheden zien tot een verdere verfijning van de behandeling waarbij minder uitval optreedt. Het onderzoek is daarom in de zomer van 2010 voortgezet in een vervolgproject.

2 Inleiding

De laatste jaren komt het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*) in een nog beperkt, maar toenemend areaal voor in tulp. Stengelaaltjes zijn een quarantaineziekte in bloembolgewassen zoals tulp, narcis, hyacint, (sier)ui en diverse bijzondere bolgewassen. Bij constatering geldt een teeltverbod voor waardplantgewassen op de besmette percelen voor minimaal 6 jaar. Het teeltverbod kan worden opgeheven door een goed uitgevoerde grondontsmetting of inundatie. Bij tulpen berust de bestrijding op het vernietigen van partijen, het nalopen (door de keuringsdienst) van belendende partijen tulpen en het behandelen van besmette percelen. Bij vernietiging geldt een maximale vergoeding van 50% van de marktwaarde. De economische schade voor de teler en het vak is daardoor groot.

Om problemen met aaltjes in bolgewassen en vaste planten te voorkomen wordt er veelal een warmwaterbehandeling (WWB) gegeven, het zogenaamde 'koken'. Daarbij wordt het gewas gedurende 1 tot enkele uren verhit in water. De temperatuur en duur van de warmwaterbehandeling verschillen per gewas en per aaltjessoort. Om de effectiviteit op de aaltjesdoding te vergroten en tevens de bol of vaste plant te behouden voor schade worden voorafgaand aan de WWB inleidende behandelingen gegeven zoals voortemperatuur en voorweken.

Bij tulpen wordt tot nu toe alleen gekookt bij hardschalige tulpencultivars tegen het krokusknolaaltje (*Aphelenchoides subtenuis*) en het destructoraaltje (*Ditylenchus destructor*). De behandeling (1 tot 3 weken 30°C en 2,5 uur 43,5°C) heeft geen werking tegen het stengelaaltje, daarvoor is de temperatuur van deze warmwaterbehandeling te laag.

In het verleden (1966) is al eens kort onderzoek gedaan (Piet Muller, LBO) naar de mogelijkheid van een warmwaterbehandeling tegen stengelaaal in tulpen. Dit onderzoek werd in 1968 beëindigd vanwege de toen tegenvallende opbrengst in het laatste proefjaar, veroorzaakt door *Pythium*. Er werd in dat onderzoek bij hogere temperaturen dan 43,5°C behandeld en daarbij werd niet altijd opbrengstderving geconstateerd. Soms was er wel gewasschade (blad en bloem) maar dat had niet altijd gevolgen voor de bolopbrengst. Sinds die tijd zijn er ontwikkelingen en verbeteringen gevonden en doorgevoerd bij het koken van lelie, narcis en krokus. Het betrof vooral veranderingen in de voorbehandeling en in het tijdstip van koken. Sinds 2007 is ondermeer het temperatuuradvies voor de WWB van krokus verhoogd van 43,5°C naar 45°C. Voor de tulp leek de tijd rijp om, gezien deze ervaringen, opnieuw de mogelijkheden te onderzoeken van warmwaterbehandelingen bij hogere temperaturen dan 43,5°C. Van het tulpenstengelaaltje is nog niet bekend bij welke combinatie van temperatuur en tijdsduur het wordt gedood in de tulpenbol.

In het hierna beschreven onderzoek is welke temperatuur aan tulpen kan worden gegeven, zonder dat daarvoor uitval of teveel opbrengstderving optreedt. Op basis van de genoemde ervaringen in narcis, waar stengelaaltje al veel langer een probleem is, is gekozen voor temperaturen rond de 46 à 47°C. Hiervoor werden gezonde tulpenbollen gebruikt, omdat er voor een dergelijke screening niet voldoende besmet materiaal voorhanden was.

De bollen werden bij verschillende combinaties van voortemperatuur, tijdsduur en warmwatertemperatuur gekookt. Uiteindelijk volgt uit deze screening of tulpen bij voldoende hoge temperatuur kunnen worden gekookt. Daaruit wordt een protocol opgesteld, waarmee in vervolgonderzoek het dodende effect van de stengelaaltjes kan worden onderzocht.

Met het resultaat kan ook de WWB bij 43,5°C worden verbeterd, zodat daarbij minder uitval optreedt.

3 Materiaal en methode

3.1 Algemeen

Bij het met warm water behandelen van tulpen hebben veel factoren invloed op het uiteindelijke resultaat. De bol moet de behandeling zoveel mogelijk overleven en het ziekteverwekkende organisme (aaltje, bacterie of schimmel) moet volledig worden bestreden. Om de bol te sparen is meestal een voortemperatuur nodig. Die ligt tussen de normale bewaartemperatuur en de kooktemperatuur in. Hiermee laat men de bol wennen aan de hoge temperatuur, zodat minder schade optreedt. Bij de uiteindelijke warmwaterbehandeling wordt een bepaalde combinatie van tijdsduur en temperatuur gegeven. Die verschilt per bolsoort en organisme. Er is bekend dat als de bollen weer met een tussenstap afkoelen dit ook de overlevingskans van de bol verbetert.

Als alle combinaties van voortemperatuur, tijdsduur, temperatuur en natemperatuur in één proef zouden worden uitgevoerd zou dit hebben geleid tot een onuitvoerbaar grote proef. Bij dit onderzoek is ervoor gekozen de proef op te splitsen in 5 kleinere proeven (paragraaf 3.2) waarin steeds één of enkele aspecten zijn onderzocht. Het onderzoek werd uitgevoerd met twee gezonde partijen tulpen. Voor onderzoek als dit, met veel behandelingen, is onvoldoende ziek materiaal voorhanden in de praktijk. Bovendien brengt het werken met ziek materiaal teveel verspreidingsrisico met zich mee.

In alle proeven werden de bollen direct na het rooien 1 week voorbehandeld bij 25 of 30°C. De laatste dag van die week werden de bollen eerst 4 uur gedompeld in water en daarna nog 20 uur nat (ingepakt) bewaard bij de temperatuur waarbij ze die week al stonden. Na de warmwaterbehandelingen werden de bollen eerst snel uitwendig gedroogd en vervolgens opgeslagen bij 20°C bij een standaard luchtverversing voor tulpen. Tijdens de eerste paar weken van de bewaring werden de bollen gepeld en werden plantgoed (zifmaat onder 10) en leverbaar (zifmaat 10/op) van elkaar gescheiden.

De bollen werden 30 november 2009 buiten geplant, waarbij vóór het planten alle bollen werden verwijderd die niet meer levensvatbaar waren. Bij twijfel werd geplant. De leverbare bollen en het plantgoed werden apart opgeplant in de bijbehorende standaard plantdichtheid voor tulpen.

3.2 Proefopzet

Basisproef

In dit deel van het onderzoek werden de tulpen behandeld bij 46 en 47°C. Daarnaast werd ook bij 43,5°C gekookt, wat hier geldt als een controlebehandeling. In tabel 1 staan de gegevens van de basisproef.

Tabel 1 behandelschema van de basisproef.

Omschrijving		Toelichting
Cultivar:	'Oscar'	
Voortemperatuur:	25 en 30°C	gedurende 8 en 9 dagen
Voorweken	24 uur, water	de bollen werden de laatste 24 uur van de voortemperatuur 4 uur in dompelbad + 20 uur nat gehouden terwijl ze bij de voortemperatuur werden bewaard
Tijdsduur warmwaterbehandeling	3 uur 4 uur	
Temperatuur warmwaterbehandeling	43,5 46 en 47°C	43,5 °C geldt in deze proef en de volgende als een controle. De opbrengst na het teeltseizoen werd hiermee vergeleken
herhalingen	2	
Aantal bollen per object	75 clusters	Er werden ongepelde clusters gebruikt. Na het koken werden plantgoed en leverbaar gescheiden
Datum	12 en 13 juli	De bollen waren gerooid op 3 juli en bij 25 of 30°C geplaatst.

Tweede cultivar

Bij dit proefdeel werden de behandelingen zo uitgevoerd als bij de basisproef (3.1.3.), met de cultivar 'Clearwater'. De voortemperatuur duurde 7 dagen en de kookdatum was 9 juli 2009.

Extra temperaturen

Bij dit proefdeel werd de cultivar 'Oscar' behandeld zoals in de basisproef. Hier werden echter andere temperaturen gebruikt bij de warmwaterbehandeling. De gebruikte temperaturen waren 45, 46,5 en 47,5°C. De combinatie met deze en de basisproef vormde samen de temperatuurreeks: 43,5 – 45 – 46 – 46,5 – 47 en 47,5°C.

Laat in het seizoen koken

Bollen overleven de warmwaterbehandeling het best als dit kort na het rooien gebeurt. Het kan echter voorkomen dat dit niet past of dat pas later wordt ontdekt dat er sprake is van een besmetting met aaltjes. Om na te gaan of in dat geval later in het seizoen kan worden gekookt is in deze proef ook een behandeling opgenomen waarbij het koken werd uitgevoerd in september (op 4 september 2010). De bollen van de cultivar 'Oscar' kregen als voorbehandeling 1 week 25 of 30°C en werden behandeld gedurende 3 of 4 uur bij 43,5 of 46 °C. Hier werden gepelde bollen voor gebruikt van de maat 11/12 (100 stuks) en plantgoed van maat 8-10 (150 stuks per herhaling).

Overige factoren

Tulpen die zijn behandeld in warm water kunnen gemakkelijk geïnfecteerd raken door Fusarium. De gebruikte temperaturen zijn bovendien te laag om schimmelsporen te doden. In de proef werd daarom formaline aan het water toegevoegd om verspreiding en infectie van schimmelsporen te voorkomen. Om na te gaan in hoeverre zuur een risico is en omdat niet zeker is dat Formaline ook zal worden toegelaten bij deze toepassing, werd een deel van de bollen behandeld in water zonder toevoegingen. Hiervoor werd gebruik gemaakt van beide cultivars ('Oscar' en 'Clearwater') en werd er bij 43,5°C gekookt.

Bij de warmwaterbehandeling van lelies (bij 41°C) worden de bollen na de behandeling niet direct weer teruggeplaatst bij de bewaar temperatuur (2°C), maar staan ze nog 2 dagen bij 20°C. Hierdoor verbetert het effect van de behandeling (tegen mijten) en er is daarbij gemiddeld geen verlies op de teeltopbrengst. In de tulpenproef is naar aanleiding hiervan besloten de bollen ook ná-warmte te geven om te bepalen of er dan effecten op de opbrengst optreden. De bollen ('Oscar') werden daartoe na het koken (bij 46 en 47°C) nog 3 dagen bij 30°C bewaard, voordat ze bij 20°C werden opgeslagen.

3.3 Waarnemingen en statistiek

Bij dit onderzoek treedt schade op die op verschillende momenten zichtbaar werd. Voor het planten werden de bollen die niet levensvatbaar waren verwijderd en geteld. Dit leverde een vrij belangrijk deel van de waarneming van uitval op. Vervolgens werd te velde het aantal opgekomen planten geteld. Daarbij werd ook genoteerd welke afwijkingen er optraden, zoals bosjesplanten, bloemschade etc.

In april 2010 werd de opkomst beoordeeld door het schatten van het aantal opgekomen planten. In de zomer van 2010 werden de bollen gerooid en werd van een aantal behandelingen de opbrengst bepaald. Dit kon niet van alle veldjes worden gedaan, omdat niet overal voldoende materiaal was overgebleven. Als criterium werd een minimale overleving van 30% gehanteerd.

Voor de statistische analyse werd gebruik gemaakt van de module ANOVA van het softwarepakket GEN-STAT, (12th en 13th edition).

4 Resultaten

Bij dit onderzoek werd de grens gezocht van de warmtetolerantie van tulpen. Daarbij trad schade op aan de bollen en aan het gewas die op verschillende momenten zichtbaar werd. Deze momenten waren: bij het klaarmaken van het plantgoed vóór het planten, bij opkomst te velde in april en na het rooien van de bollen in juli 2010. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste resultaten van de eerste twee momenten weergegeven (paragraaf 4.1 en 4.2). In paragraaf 4.3 wordt het eindresultaat van alle behandelingen besproken.

4.1 Zichtbaar uitval door kookschade vóór het planten.

Symptomen

Door de warmwaterbehandeling trad kookschade op. Dit was uiterlijk zichtbaar enige tijd na het koken in de vorm van de volgende symptomen: (waarneming eind oktober 2010) zie ook foto1.

- De buitenste huid verkleurde niet volledig bruin, maar bleef deels vlezig
- Op de buitenste rok werd rond de wortelkrans soms juist weer huid gevormd. Deze huid was bruin tot zilvergrijs van kleur.
- De buitenste bolrok was sterk verhard.
- Op de bolrok veel grillig gevormde, vaak ingezonken bruine en donkerbruine plekken.
- Bollen waren op sterk beschadigde plekken aangetast door *Penicillium*.
- De wortelkrans bleek bij doorsnijden nog redelijk intact.
- De spruit en de groeipunten vertoonden in veel gevallen nog een gezond uiterlijk.

Foto 1. Enkele kookschadebeelden van tulpen. Foto genomen 3 maanden na de warmwaterbehandeling.



Basisproef

De genoemde symptomen kwamen in deze proef meer voor naarmate er bij een hogere temperatuur was gekookt. De bollen die in september waren gekookt vertoonden veel minder van deze uiterlijke symptomen. Half oktober werden de bollen verwijderd die op het oog niet meer levensvatbaar waren; deze werden niet geplant. Bij twijfel werd de bol wèl geplant. De percentages uitval van deze scheiding leverden een eerste beeld op van de gevolgen van de warmwaterbehandeling.

Zowel de voortemperatuur, de kookduur als de temperatuur bij de hoofdbollen gaven significante verschillen te zien. Er trad meer uitval bij een lagere voortemperatuur, bij een langere kookduur en bij hogere kooktemperaturen. Soms was er meer uitval bij 47°C dan bij 46,5°C. In cijfers zag dat er uit als volgt:

Voortemperatuur: Gemiddeld uitval bij 25°C: 25,8% en bij 30°C: 17,8%.

Kookduur: Gemiddeld uitval bij 3 uur: 17,8% en bij 4 uur: 25,8%

Temperatuur:

Temperatuur:	43.5°C	45°C	46°C	46.5°C	47°C	47.5°C
uitval gemiddeld	0%	0,8%	4,4%	38,2%	35,6%	51,8%

Bij het plantgoed ontstond een soortgelijk beeld, maar lagen de percentages gemiddeld iets lager.

Voortemperatuur: Gemiddeld uitval bij 25°C: 26,3% en bij 30°C: 10,2%.

Kookduur: Gemiddeld uitval bij 3 uur: 19,9% en bij 4 uur: 22,6%

Temperatuur:

Temperatuur:	43.5°C	45°C	46°C	46.5°C	47°C	47.5°C
uitval gemiddeld	0%	2,6%	5,5%	22,6%	35,5%	43,3%

In onderstaande tabellen (tabel 2 en 3) staan de uitvalcijfers weergegeven van het plantgoeddeel en van de hoofdbollen van het materiaal vóór het planten, bij de verschillende behandelcombinaties. De vakjes in de tabel met een hoger percentage uitval zijn donkerder gekleurd, beginnend bij wit en doorlopend via geel en oranje naar rood.

Tabel 2. Percentage uitval bij combinaties van voortemperatuur, tijdsduur en temperatuur van een warmwaterbehandeling van de hoofdbollen (cv. 'Oscar').

voor-temperatuur	wwb duur	43.5°C	45°C	46°C	46.5°C	47°C	47.5°C
25 °C	3 uur	0	0	5	39	42	49
25 °C	4 uur	0	3	11	56	44	61
30 °C	3 uur	0	0	2	20	25	32
30 °C	4 uur	0	0	0	39	31	66

In tabel 2 is te zien hoe de effecten bij elkaar optellen. Er was meer uitval naarmate de voortemperatuur lager, de kookduur langer en de kooktemperatuur hoger was.

Bij 25°C als voortemperatuur trad uitval op vanaf 45 en 46°C. Bij bollen die een voortemperatuur van 30°C kregen trad uitval op vanaf 46,5°C.

In tabel 3 staan de resultaten voor het plantgoed. Er was daar in een enkel geval meer uitval dan bij de hoofdbollen (bij 25°C als voortemperatuur + 4 uur 45°C). Bij 46°C waren de percentages uitval bij leverbaar en plantgoed ongeveer gelijk. Bij hogere temperaturen waren de uitvalspercentages van de plantgoedmaten gunstiger na 30°C voortemperatuur dan bij de hoofdbollen.

Tabel 3. Percentage uitval bij combinaties van voortemperatuur, tijdsduur en temperatuur van een warmwaterbehandeling van de plantgoedbollen (cv. 'Oscar').

voortempera- tuur	wwb kook- duur	43.5°C	45°C	46°C	46.5°C	47°C	47.5°C
25 °C	3 uur	0	0	7	22	53	53
25 °C	4 uur	0	10	13	47	49	62
30 °C	3 uur	0	0	2	6	10	14
30 °C	4 uur	0	0	0	16	30	45

N.B. Een deel van de tulpen die bij 30°C werden nabewaard is daar te lang blijven staan en konden daarvoor niet worden beoordeeld op groei en opbrengst.

Tweede cultivar: 'Clearwater'

In de proef werden de cultivars 'Clearwater' en 'Oscar' vergeleken bij 3 temperaturen; 43,5 – 46 en 47°C. De volgende resultaten hebben betrekking op het uitval dat ontstond tussen het moment van koken en het planten. De resultaten van het plantgoed van 'Clearwater' weken. Hier was bij enkele herhalingen uitval opgetreden bij de WWB bij 43,5°C. Aangezien bij deze temperatuur uitval zeer ongebruikelijk is, werd hierom besloten deze resultaten niet mee te nemen in de analyse.

Bij de hoofdbollen was er bij 'Clearwater' 10% uitval en bij 'Oscar' 13%, deze waarden verschilden statistisch niet van elkaar. De effecten van voortemperatuur en van kooktemperatuur waren wel betrouwbaar verschillend. Gemiddeld over de twee cultivars was er 6% uitval na 30°C als voortemperatuur en 17% uitval na 25°C als voortemperatuur. Wat betreft de kooktemperatuur gaven de cultivars de volgende uitval te zien:

Kooktemperatuur	'Clearwater'	'Oscar'	gemiddeld
43,5°C	0,5%	0%	0,2%
46°C	8%	4%	6%
47°C	20%	36%	28%

Bovengenoemde cijfers zijn gemiddelden over beide voortemperaturen. Ook hier geldt dat de voortemperatuur van 30°C veel minder uitval gaf dan de voortemperatuur van 25°C.

Warmwaterbehandeling laat in het seizoen

De bollen die in september werden behandeld vertoonden veel minder schadebeelden. Dit komt voornamelijk doordat de bollen minder lang waren bewaard vanaf het koken tot het beoordelen. Het mag echter worden verwacht dat er inwendig aan de spruit meer schade ontstaat, omdat deze verder ontwikkeld is dan bij bollen die net zijn geroid. Dit effect was pas later op het veld voor het eerst zichtbaar.

Er was meer zichtbaar uitval bij 25°C dan bij 30°C als voortemperatuur; 5,1% bij 25°C en 0,8% bij 30°C. Bij 3 uur koken was er 2,3% en bij 4 uur koken 3,6% uitval. Deze verschillen statistisch niet van elkaar. Bij 43,5°C was 1,1% uitval; bij 46°C liep dit op naar 4,8% gemiddeld.

In de combinaties liepen de percentages iets verder uiteen. In tabel 4 worden die resultaten gepresenteerd. Daaronder in tabel 5 staan ook de resultaten van het plantgoed uit dit proefdeel.

Tabel 4. Resultaten van het visueel waarneembare uitval van bollen kort voor het planten van hoofdbollen die in september waren gekookt.

	3 uur koken		4 uur koken	
	43,5°C	46 °C	43,5°C	46°C
1 week 30°C	1% a	1% a	0% a	1% a
1 week 25°C	2,3% a	4,7% b	1% a	12,3% c
lsd = 3,5				

Het plantgoed vertoont hetzelfde algemene beeld, maar had gemiddeld een lager percentage uitval.

Tabel 5. Resultaten van het visueel waarneembare uitval van bollen kort voor het planten van plantgoedbollen die in september waren gekookt.

	3 uur koken		4 uur koken	
	43,5°C	46 °C	43,5°C	46°C
1 week 30°C	0% a	0,2% a	0,0% a	0,9% a
1 week 25°C	0% a	2,0% b	0,7% a	2,4% b
lsd = 3,5				

4.2 Beoordeling van het gewas na opkomst

Overleving

Enige tijd na opkomst werden de opgekomen planten geteld om een indruk te krijgen van het percentage bollen dat de warmwaterbehandeling had overleefd. In tabel 6 staan de resultaten van de leverbare bollen van de basisproef met de cultivar 'Oscar' en de resultaten na opkomst van 'Clearwater' vermeld. De opkomstcijfers zijn weergegeven als percentage van het oorspronkelijke aantal bollen waarmee deze proef werd gestart.

Over het algemeen was het beeld na opkomst, dat een hogere kooktemperatuur resulteerde in een lager percentage overleving. Het resultaat was gunstiger na 30°C dan na 25°C als voortemperatuur. Nagenoeg alle bollen van de cultivar 'Clearwater' die bij 43,5°C waren gekookt kwamen op; 96 tot 98% na 30°C als voortemperatuur en 90 – 100% na 25°C als voortemperatuur. Van de bij 46°C gekookte bollen bleek een groot deel verloren te zijn gegaan, hier was de opkomst nog 63 tot 68% na 30°C voortemperatuur en nog maar 14 tot 21 % na 25°C als voortemperatuur. Dit percentage is ten opzichte van het uitval voor het planten duidelijk toegenomen (paragraaf 4.1). Van de bij 47°C gekookte bollen bleek bij 'Oscar' bijna al het materiaal te zijn verkookt. Een groot deel daarvan was bij het planten al te zeer beschadigd en te velde kwam daar nog flink wat uitval bij.

Het viel bij 'Clearwater' op dat de bollen die waren behandeld bij 43,5°C geen volledige opkomst gaven, terwijl bij deze temperatuur bijna geen (0,5%) bollen waren uitgevallen vóór het planten (paragraaf 4.1). Te velde was de overleving rond 80% (in tabel 6: 84%, 88%, 78% en 81%, geel gemarkeerd). Bij 46°C daalden de overlevingspercentages, waarbij in dit geval 3 uur koken veel gunstiger bleek dan 4 uur koken. Hier was ook minder verschil tussen de resultaten als gevolg van de voortemperatuur bij 30 of 25°C. De overleving bij 47°C was wederom lager, maar gunstiger dan bij 'Oscar'.

Tabel 6. Overlevingspercentages (geschat na opkomst te velde, april 2010) van de cultivars 'Oscar' en 'Clearwater' per voortemperatuur, kookduur en kooktemperatuur. De resultaten zijn weergegeven als percentage overlevende bollen ten opzichte van het oorspronkelijke aantal leverbare bollen waarmee werd gestart bij de warmwaterbehandeling direct na het rooien.

		'Oscar'	'Oscar'	'Clearwater'	'Clearwater'
Voortemperatuur	kooktemperatuur	3 uur	4 uur	3 uur	4 uur
30°C	43,5°C	96	98	84	88
	46°C	68	63	68	36
	47°C	7	9	31	32
25°C	43,5°C	100	90	78	81
	46°C	14	21	78	27
	47°C	1	1	12	27

Hetzelfde beeld dat hierboven werd waargenomen bij 43,5 – 46 en 47°C was ook te zien bij de extra temperaturen waarbij was gekookt. Ook hier was meer overleving (minder uitval) als de kooktemperatuur lager was en de voortemperatuur hoger. Percentages hierbij zijn te vinden in tabel 7. Bij 45°C is nog geen uitval zichtbaar na 30°C als voortemperatuur. Koken bij 46,5 en 47,5 verminderde het overlevingspercentage sterk to volledig.

Tabel 7. Overlevingspercentages (geschat na opkomst te velde, april 2010) van de cultivar 'Oscar' van de bollen behandeld bij 45, 46,5 en 47,5°C, weergegeven als percentage overlevende bollen ten opzichte van het aantal leverbare bollen bij de start van de proef.

		'Oscar'	'Oscar'
Voortemperatuur	kooktemperatuur	3 uur	4 uur
30°C	45°C	100 %	100 %
	46,5°C	40	17
	47,5°C	27	0
25°C	45°C	81	64
	46,5°C	7	0
	47,5°C	0	0

Schadebeelden in het gewas

Een aantal zaken viel verder op aan het gewas.

- De opkomst van bollen die na het koken eerst nog enkele dagen warm waren bewaard (na-temperatuur van 25°C) was iets beter dan de opkomst van bollen die direct na het koken bij 20°C waren geplaatst.
- Bollen die in september waren behandeld kwamen wel op, maar in de vorm van bossige planten. Bij deze bollen was duidelijk de hoofdspruit 'verstookt' en kwamen er veel bij spruiten op als gevolg. Het aantal planten was daardoor niet goed te tellen, omdat er geen onderscheid was tussen de plantjes van de afzonderlijke bollen (foto 6 en 7).
- In bollen die waren gekookt bij temperaturen vanaf 46°C kwam bloem- en bladschade voor. Bladeren waren misvormd en vergroeid, beginnend in de top, soms geribbeld in lengterichting in het midden van het blad. Bloemen hadden soms sterk ingesneden kelkbladeren of misvormde niet uitgegroeide bloemdelen (foto 3, 4 en 5).

Foto 2. Overzicht van proefveld. Door de grote verschillen in overleving van de bollen na de warmwaterbehandeling ontstond een beeld van veldjes met veel en met weinig tot geen planten.



Foto 3. Schade veroorzaakt door warmwaterbehandeling van tulpen; blad- en bloemmisvorming



Foto 4. Schade veroorzaakt door warmwaterbehandeling van tulpen;
blad- en bloemmisvorming



Foto 5. Bloemmisvorming, detail



Foto 6. Schadebeeld in tulpenkookproef. De plant vertoonde sterk gedrongen groei en maakte veel scheuten. Van het bladkiepbeeld in het centrum van de plant is niet zeker of het door de WWB werd veroorzaakt.



Foto 7. Bollen die in september waren gekookt gaven een plant zonder duidelijke hoofdscheut of bloem en vormden planten met alleen maar zijscheuten.



4.3 Resultaat na de oogst.

De opbrengst kon niet in alle behandelingen worden bepaald. Daar waar het grootste deel van het materiaal voor het planten of tijdens de uitgroei op het veld was weggefallen was de opbrengst niet meer representatief voor die behandeling. Van de behandelingen bij 43,5°C, 45°C en 46 °C waren voldoende bollen gegroeid om daarvan de opbrengst te vergelijken. In tabel 8 worden resultaten weergegeven van de cultivar 'Oscar'. In tabel 9 staan resultaten van 'Clearwater'. De opbrengst (kg plantgoed/onder10 en stuks leverbaar/10op) is hierbij gerelateerd aan de gemiddelde opbrengst van alle behandelingen bij 43,5°C van de betreffende cultivar. In deze opbrengsten zijn de verliezen vanaf de start van de proef doorgerekend, de opbrengst is dus inclusief de uitval van vóór het planten en tijdens de teelt op het veld. De uitkomsten zijn hier niet statistisch verwerkt, omdat de opbrengsten uit verschillende proefonderdelen met elkaar worden vergeleken en daarmee geen statistisch verwerkbaar dataset opleveren.

Tabel 8. Opbrengst plantgoed en leverbaar van de cultivar 'Oscar' (leverbaar geplant). De opbrengst (%) is gerelateerd aan het gemiddelde van de behandelingen bij 43,5°C.

voortemperatuur	kookduur	relatieve opbrengst leverbaar = 10/op 100% = 119 stuks			relatieve opbrengst plantgoed = onder 10 100% = 1,76 kg		
		WWB 43,5°C	WWB 45°C	WWB 46°C	WWB 43,5°C	WWB 45°C	WWB 46°C
30°C	3 uur	99	91	64	105	100	62
	4 uur	99	77	48	98	100	47
25°C	3 uur	100	71	-	103	78	-
	4 uur	103	48	-	94	53	-

De opbrengst van maat 10/op bij een WWB van 3 uur 45 °C (tabel 8) vertoonde een kleine daling naar 91% t.o.v. de behandelingen bij 43,5°C. Bij de WWB van 4 uur 45°C daalde de opbrengst verder naar 77%. Na de voortemperatuur bij 25°C was de opbrengst bij zowel plantgoed als leverbaar lager dan bij behandelingen met 30 °C als voortemperatuur. Ook daar daalde de opbrengst na 4 uur koken vergeleken met 3 uur koken.

De opbrengst na een WWB bij 46°C was weer lager dan die bij 45°C. Bij plantgoed en leverbaar lag de opbrengst na 3 uur 46 °C respectievelijk op 64% en 62%, na 4 uur 46 °C was dat 48% en 47%. De opbrengst van de bollen die een WWB bij 3 uur 46,5 °C kregen (niet in de tabel) was in lijn met deze resultaten en lag wederom lager, bij zowel plantgoed als leverbaar op 25%.

Tabel 9. Opbrengst plantgoed en leverbaar van de cultivar 'Clearwater' (leverbaar geplant). De opbrengst (%) is gerelateerd aan het gemiddelde van de behandelingen bij 43,5°C.

voortemperatuur	kookduur	relatieve opbrengst leverbaar = 10/op 100% = 110 stuks		relatieve opbrengst plantgoed = onder 10 100% = 1,18 kg	
		WWB 43,5°C	WWB 46°C	WWB 43,5°C	WWB 46°C
30°C	3 uur	102	80	116	80
	4 uur	109	37	111	60
25°C	3 uur	92	86	95	88
	4 uur	97	-	78	-

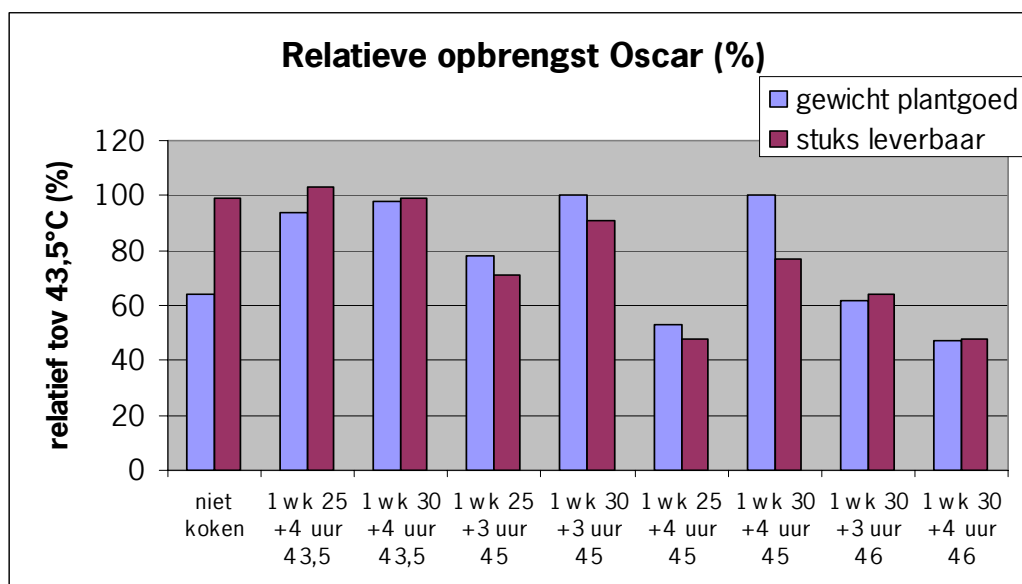
In tabel 9 staat de opbrengst van de cultivar 'Clearwater' na een aantal warmwaterbehandelingen. Bij deze cultivar liet de opbrengst bij de behandeling bij 43,5 °C, bij de maat onder 10, een onregelmatiger beeld zien dan bij de cultivar 'Oscar'. De opbrengsten waren bovengemiddeld bij de behandelingen met 30°C als voortemperatuur en lager dan gemiddeld na de voorwarmte 25°C. Bij de laatste was 4 uur koken weer slechter dan 3 uur koken.

'Clearwater' gaf een hogere opbrengst dan 'Oscar' bij de WWB temperatuur van 3 uur 46°C. Bij 4 uur 46 °C

daalde de opbrengst weer. Ook 3 uur 46 na 25 °C als voortemperatuur presteerde nog redelijk, maar bij 4 uur 46°C bleek de opbrengst te laag om in deze resultaten te worden meegenomen.

Om een duidelijker beeld te krijgen van de effecten van de behandelingen zijn enkele opbrengstresultaten van de cultivar 'Oscar' naast elkaar gezet in een grafiek in figuur 1.

Figuur 1. Overzicht van de opbrengst plantgoed en leverbaar (van opgeplante hoofdbollen) van de cultivar 'Oscar'.



In de figuur is, geheel links, de opbrengst van ongekookte bollen toegevoegd. Hiervan viel op dat de opbrengst van leverbaar ongeveer gelijk was aan de opbrengst van behandelingen bij 43,5°C. Het aantal kilo's plantgoed viel echter lager uit.

Het 2^e en 3^e kolommenpaar geven de opbrengst weer van 4 uur koken bij 43,5°C na 30 en na 25°C. Het vierde kolommenpaar vertoont een lager opbrengst door 3 uur koken bij 45°C na een voortemperatuur bij 25°C. In de volgende kolommen zien we dat er na 30°C als voortemperatuur bijna geen uitval optrad. Een zelfde effect is te zien bij het 6e en 7e kolommenpaar. Hier was bij 4 uur koken bij 45°C ca. 50% opbrengstverlies na een voortemperatuur van 25°C. Bij een voortemperatuur van 30°C bleek er minder uitval te zijn opgetreden.

De laatste twee kolommenparen tonen het verschil tussen 3 en 4 uur koken bij 46°C

Overige opmerkingen

- Van de bollen die in september waren gekookt en die te velde bosjesplanten te zien gaven was het gewas al vroeg afgestorven. De bollen waren slecht gegroeid en daardoor kon hiervan geen opbrengst worden bepaald.
- In het materiaal dat zonder formaline was gekookt werden slechts enkele bollen met zuur aangetroffen, evenals in het deel dat met formaline was behandeld. Hierdoor konden geen uitspraken worden gedaan over het verspreiden van zuur door de warmwaterbehandeling.
- Van de behandelingen die een hogere na-temperatuur kregen na de WWB, was er uiteindelijk slechts 1 behandeling waarvan voldoende materiaal kon worden gerooid. Dit bleek onvoldoende representatief om er conclusies aan te verbinden voor dit type behandeling.

5 Discussie

In het verleden opgedane ervaringen geven aan dat 27 of 30 °C als voortemperatuur voorafgaand aan de WWB beide goed voldeden. In dit onderzoek zijn 25 en 30°C gebruikt om deze factor nog eens te toetsen. De voortemperatuur blijkt hieruit sterk bepalend voor de overleving van de tulpenbollen en het eindresultaat van de warmwaterbehandeling. 30°C is overtuigend beter dan 25°C als voortemperatuur, waarmee de vraag rijst of 27°C dan zoveel verschil zou kunnen maken ten opzichte van 25°C. Het voorlopige advies voor de voortemperatuur op basis van dit onderzoek is, dat 1 week 30°C direct na het rooien dient te worden gegeven als voorbereiding op een warmwaterbehandeling. In het vervolg van dit onderzoek wordt nog verder gekeken of temperaturen onder en boven 30°C (27°C en 33°C) hierop verbetering geven.

Wat de kooktemperatuur betreft kan 45°C als redelijk veilige temperatuur worden gezien, mits als voortemperatuur daarbij 30°C werd aangehouden. Bij 46°C gaat uitval een rol spelen, bij de ene cultivar meer dan bij de andere. Door de grote verschillen als gevolg van de voortemperatuur ontstaat de indruk dat het resultaat met een secuur uitgevoerde warmwaterbehandeling nog betere resultaten kan geven.

Voor- en natemperatuur (van elk 2 dagen 20°C) zijn bij de WWB van lelies (2 uur bij 41 °C) van cruciaal belang voor een goed effect tegen bollenmijt en voor de beste overlevingskansen voor de bollen. Bij lelie is de stap van 2°C naar 41°C blijkbaar te groot om de bol op de hoge temperatuur voor te bereiden. Bij de WWB van tulpen maken de bollen een temperatuursprong na het koken van 46 à 47°C naar 20°C. Met een tussenstap bij bijvoorbeeld 30°C zou schade aan het groeipunt naar verwachting minder moeten zijn. In dit onderzoek is een poging hiertoe helaas mislukt. In vervolg op dit onderzoek wordt het effect hiervan nogmaals getoetst.

Bij de uitvoering van de proeven bleek dat de uitval vóór het planten veelzeggend is over het eindresultaat. Toch waren er nog verrassingen te velde. Zo viel de uitval bij 46 °C van een aantal behandeling aanvankelijk wel mee, maar was er toch meer uitval dan verwacht te zien aan het gewas. Ook bij 45°C deed dit zich voor, zij het in mindere mate dan bij 46°C. Een mogelijke verklaring voor dit verschijnsel is de volgende: door kookschade gaat een deel van het reservevoedsel in de buitenste rokken verloren, waardoor een lichtere en zwakkere plant ontstaat. Daarnaast kan de WWB ook inwendig schade veroorzaken aan de spruit. Lichte schade aan de bloem en bladeren leidt meestal niet meteen tot opbrengstverlies. Door zwaardere schade kan het gewas een kleinere bladoppervlakte krijgen en ook eerder afsterven. Omdat bij groei van tulpen bladoppervlak en teeltduur sterk bepalend zijn voor de opbrengst heeft de groei van de bol onder de grond er wel degelijk last van als hier iets mee misloopt.

Dit onderzoek heeft als uiteindelijke doel om tulpenstengelaaltjes te kunnen doden met een warmwaterbehandeling. Het is nog niet bekend bij welke temperatuur de aaltjes worden gedood. Om daar achter te komen worden in vervolgonderzoek ook aangetaste bollen gekookt. Hoewel de dodingtemperatuur nog niet bekend is, wordt er toch van uitgegaan dat dit rond 46 à 47°C zal liggen. Hierin laten we ons leiden door onderzoek aan het stengelaaltje bij narcis, dat een langere geschiedenis kent. Daar wordt een WWB gegeven van 4 uur bij 47 °C voor aangetaste narcissen. In een aantal gevallen is daar al overleving van de aaltjes bij geconstateerd. Het is verstandig om bij het verdere onderzoek naar WWB bij tulp ook rekening te houden met deze temperatuur. In vervolgonderzoek zullen in ieder geval ook aangetaste tulpenbollen worden gekookt, bij 45, 46 en 47 °C, zodat snel duidelijk wordt wat er nodig is.

Er bestaat het vermoeden dat door een warmwaterbehandeling meer verklistering ontstaat en dat dit zich vooral uit in het jaar na het koken. Deze bewering wordt ook gedaan voor andere gewassen, het is echter in onderzoek nooit aangetoond. Een eerstejaarseffect zou kunnen worden verklaard doordat de hoofdspruit door de WWB in de groei wordt gestoord, waardoor de zijknoppen juist weer worden gestimuleerd. Voor een tweedejaarseffect zou er sprake moeten zijn van extra aanleg van bolrokken. Dat effect echter wordt juist bij lange bewaring bij lage temperaturen bereikt dus lijkt dat hier niet van toepassing. Om een idee te krijgen van een eventueel effect op de verklistering zijn de bollen van een aantal behandelingen nog een tweede jaar opgeplant.

6 Conclusies

- Tulpen blijken beter tegen hoge temperaturen bestand dan tot nu toe werd gedacht.
- Tulpenbollen kunnen een temperatuur van 3 of 4 uur 45°C goed doorstaan, mits direct na het rooien wordt gestart met de voortemperatuur.
- De voortemperatuur is van grote invloed op de overleving en de opbrengst van de behandelde bollen. Bij een voortemperatuur van 1 week 30°C zijn de resultaten beter dan bij 25°C.
- De resultaten van dit onderzoek geven aan dat een verbetering van de opbrengst bij een WWB van 46°C nog mogelijk is.