

Beheersing bacterieziekten in de sierteelt

Casper Sloopweg, Annette Bulle, Robert Dees en John Trompert


Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit
Januari 2014
PPO 32 361675 00 / PT 14816.01

© 2014 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. 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 DLO.

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

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

PT nr. 14816.01
PPO nr. 3236167500

De bloemen- en plantensector investeert in dit project via het  Productschap Tuinbouw

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

Address : Postbus 85, 2160 AB Lisse
Tel. : +31 252 46 21 21
Fax : +31 252 46 21 00
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 WARMTETOLERANTIE BACTERIE DICKEYA DIANTHICOLA	9
3 WARMTETOLERANTIE SEDUM.....	11
3.1 Inleiding	11
3.2 Experiment 1 – Gedeelde planten.....	11
3.2.1 Behandelingen warmwaterbehandeling	12
3.2.2 Behandelingen heetstook.....	13
3.2.3 Resultaten	14
3.2.4 Conclusie en discussie experiment 1	17
3.3 Experiment 2 – Gedeelde planten en stekken	18
3.3.1 Inleiding	18
3.3.2 Materiaal en methode.....	18
3.3.3 Resultaten	21
3.4 Conclusies warmtetolerantie Sedum.....	29
4 ELICITORS	31
4.1 Materiaal en methode elicitors	31
4.2 Resultaten elicitors	32
4.3 Conclusies en discussie elicitors	36

Samenvatting

Bacterieziekten vormen een toenemend probleem in de bloemisterij. Voor met name de zomerbloemenbranche, maar feitelijk bloemisterij breed, wordt gezocht naar effectieve behandeling van (jong) plantmateriaal en volgroeide gewassen tegen bacteriën. Er zijn geen chemische middelen beschikbaar om deze bacterieproblemen het hoofd te bieden. Hygiëne maatregelen zijn noodzakelijk, maar niet altijd voldoende ingepast in de bedrijfsvoering. Er bestaat sterk de behoefte aan meer informatie over bacteriebeheersing uit andere branches. Daarnaast is onderzoek naar beschikbare mogelijkheden om bacterieziekten in de sierteelt in ieder geval beter beheersbaar te kunnen maken, noodzakelijk.

In 2013 is onderzoek uitgevoerd naar beheersing van bacterieziekten, met als *Sedum* pilotgewas. Het onderzoek bestond uit twee delen:

- Ontsmetting uitgangsmateriaal met warmtebehandeling
- Toepassing van elicitors ter voorkoming van bacterie-aantasting

Onder laboratorium omstandigheden is onderzocht bij welke temperatuur de groei van *Dickeya dianthicola* (de aantaster van *Sedum*) gestopt en/of de bacterie wordt gedood. Op basis van de resultaten lijkt een warmwaterbehandeling bij een temperatuur van minimaal 46 °C gedurende 1,5 uur noodzakelijk. Behandeling bij 50 °C is ook mogelijk, mits deze langer is dan 15 minuten. Een heetstookbehandeling van 1 of 2 dagen bij 42 of 44 °C lijkt ook voldoende om de bacterie te doden.

Sedum bleek een taai gewas dat hoge temperaturen kan overleven. Stekmateriaal is gevoeliger voor hoge temperaturen dan gedeelde planten. Gedeelde planten overleefden een warmwaterbehandeling van 1 uur 47 °C, 30 minuten 50 °C of 15 minuten 52 °C. Stekmateriaal overleefde 15-30 minuten 47 °C en 15 minuten 50 °C.

Het geven van een (juiste) voortemperatuur is essentieel in het overleven van de warmwaterbehandeling door het plantmateriaal. Een voortemperatuur van twee dagen 38 °C leidde bij een warmwaterbehandeling met hoge temperaturen tot meer overleving dan geen voorwarmte of een voorwarmte van 25 °C. In dit onderzoek gingen gezonde *Sedum* stekken, die 15 minuten 47 °C kregen, zonder voorwarmte, dood. Echter 30 % van de stekken overleefden deze behandeling indien voorafgaand 2 dagen 27 °C werd gegeven. En 100 % overleefde de behandeling na een voorwarmte van 2 dagen bij 38 °C. Een warmwaterbehandeling bestaande uit een voorbehandeling van stekken met 2 dagen 38 °C, gevolgd door 1 uur 47 °C of 15 minuten 50 °C lijkt perspectief te bieden als ontsmetting van uitgangsmateriaal van *Sedum*. Verdachte stekken groeiden na bovenstaande warmwaterbehandeling op het oog gezond weg. Er kan echter niet worden uitgesloten dat er toch nog een latente besmetting in deze planten aanwezig kan blijven; dit moet nader onderzocht worden, maar een toets op latente besmetting is nog niet voorhanden.

Een heetstookbehandeling leek minder perspectief te bieden dan een warmwater behandeling. Een heetstookbehandeling leidde vooral bij stekmateriaal tot (enige) uitdroging. Daarnaast leidde een heetstook behandeling van verdacht stekmateriaal van 1 dag 44 °C tot een op het oog ongezond gewas dat slecht uitgroeide. Bij een heetstookbehandeling bleek de voorwarmte minder belangrijk.

Het verdient aanbeveling stekken en gedeelde planten in het vroege voorjaar na de behandeling niet direct op het veld uit te planten, maar eerst bij een hogere temperatuur in de kas te planten of, indien toch op het veld wordt geplant, deze af te dekken. In dit onderzoek werden de stekken en gedeelde planten die niet meteen op het veld werden geplant eerst voor 3 weken in een kas bij 20 °C gezet voordat ze naar buiten gingen. Dit leverde een mooi en stevig gewas op en resulteerde in minder uitval.

Het verdient aanbeveling om voor de behandeling stekmateriaal te gebruiken in plaats van gedeelde planten. Bij gedeelde planten blijft een deel van de kluit aan de planten vast zitten. Dit heeft een isolerende werking op de wortels en ondergrondse knoppen, waardoor het positieve effect van de korte behandeling met hoge temperatuur aan het uitgangsmateriaal (deels) verloren gaat. Dit lijkt althans een mogelijke

verklaring voor het verschil dat werd gezien bij de stekken en gedeelde planten die een behandeling kregen van 2 dagen 38 °C voorwarmte gevolgd door een warmwaterbehandeling van 1 uur 47 °C of 15 minuten 50 °C. Indien toegepast op verdachte gedeelde planten bleven de planten klein en ziekelijk. Verdachte stekken, die dezelfde behandeling kregen vertoonden daarentegen in het algemeen een sterke groei.

Voor een pilot met warmwaterbehandeling in de praktijk lijkt een voorbehandeling van stekken met 2 dagen 38 °C, gevolgd door 1 uur 47 °C of 15 minuten 50 °C een goede start. In vervolgonderzoek kunnen deze temperatuur behandelingen nog verder geoptimaliseerd worden, waarbij het met name aanbeveling verdient om extra onderzoek te doen naar de duur van de voortemperatuur in combinatie met de duur en de hoogte van de temperatuur tijdens de warmwaterbehandeling als ook de planten over een aantal teeltseizoenen te blijven volgen om te zien of ze bacterievrij blijven.

In de behandelingen die zijn uitgevoerd met verdacht stek materiaal was het aantal stekken per behandeling beperkt. Een grotere praktijkproef met een groter aantal verdachte stekken is dan ook aan te bevelen.

Bij de toepassing van elicitors in zowel overgehouden planten als gedeelde planten van Sedum was een trend zichtbaar dat middel A een aantasting door bacteriën kon vertragen. In gedeelde planten had ook kaliumfosfiet een vertragende werking. Zowel kaliumfosfiet als middel A konden in dit onderzoek een aantasting niet geheel voorkomen. Zowel kaliumfosfiet als middel A doden bacteriën niet. Deze middelen stimuleren het natuurlijk afweermechanisme van de plant, waardoor planten niet aangetast worden door schimmels, bacteriën, virussen, insecten en nematoden. Een nadeel van plantweerbare middelen is dat ze meestal minder effectief zijn dan chemische gewasbeschermingsmiddelen. Voor bestrijding van bacterieziekten bestaat echter geen chemisch alternatief. Daartegenover hebben plantweerbare middelen ook voordelen: ze zijn breedwerkend en systemisch, het (eco)-toxicologisch risico is klein en er is nauwelijks resistentie tegen op te bouwen. Het tijdstip van toepassing is echter kritischer dan met chemische middelen, omdat afweermechanisme voldoende moet zijn aangeschakeld. Planten met voldoende weerbaarheid zijn minder gevoelig voor stress. Gezonde planten zijn weerbaarder tegen ziekten en plagen. Voor toepassing van elicitors is volledig ziektevrij uitgangsmateriaal van belang.

Websamenvatting

Bacterieziekten vormen een toenemend probleem in de bloemisterij. Voor met name de zomerbloemenbranche, maar feitelijk bloemisterij breed, wordt gezocht naar effectieve behandeling van (jong) plantmateriaal en volgroeide gewassen tegen bacteriën.

Een warmwaterbehandeling bestaande uit een voorbehandeling van stekken met 2 dagen 38 °C, gevolgd door 1 uur 47 °C of 15 minuten 50 °C lijkt perspectief te bieden als ontsmetting van uitgangsmateriaal van Sedum. Een heetstookbehandeling leek minder perspectief te bieden dan een warmwater behandeling.

De toepassing van elicitors kon een aantasting door bacteriën vertragen. In gedeelde planten had kaliumfosfiet een vertragende werking. Zowel kaliumfosfiet als middel A konden in dit onderzoek een aantasting niet geheel voorkomen.

1 Inleiding

Bacterieproblemen vormen in veel gewassen, waaronder bloemisterij gewassen zoals Sedum, Gypsophila en Delphinium, ernstige problemen. Het betreft bacteriesoorten zoals Erwinia (Dickeya), Xanthomonas, Pseudomonas, Agrobacterium en Rhodococcus. Beheersing van deze bacterieziekten is erg lastig, niet alleen omdat het verschillende gewas-pathogeen combinaties betreft en de teelten verschillen, maar ook door het veelal langere tijd symptoomloos aanwezig zijn (latente infectie) en de besmettelijkheid van deze bacterieziekten. Een plan van aanpak voor beheersing van deze bacterieziekten in de verschillende sectoren is dringend gewenst omdat er geen toegestane middelen voorhanden zijn die bacterie bestrijdend of – remmend werken.

Erwinia vormt een groot probleem in zowel pootaardappelen als in bloembolgewassen (hyacint, Dahlia, Zantedeschia e.a.). Binnen het Deltaplan Erwinia zijn beheersingsmaatregelen ontwikkeld. Naast hygiëne protocollen zijn deze gericht op preventie via gevoelige toetsen van uitgangsmateriaal (pootaardappelen, moederplanten) die de verschillende Erwinia-soorten (Dickeya subsoorten, Pectobacterium-soorten) kunnen aantonen, eventueel via een voorkweek van verdacht plantmateriaal.

Een andere aanpak is het weerbaarder maken van planten tegen infecties via het aanschakelen van het afweermechanisme van de plant (geïnduceerde resistentie). Dit wordt aangezet na toediening van elicitors. Deze benadering wordt momenteel gevolgd in het gewas Zantedeschia in het Deltaplan B (PT 14443).

Om plantmateriaal in rust bacterievrij te maken is de toepassing van temperatuurbehandelingen, in combinatie met een goede voor- en nabehandeling, een beproefde aanpak. Deze methode wordt met succes toegepast bij hyacinten om deze bacterievrij te maken via “heetstook”: een temperatuurprotocol dat (via een verhoogde voortemperatuur) met name Xanthomonas afdoodt bij 2-3 dagen 44°C. Dickeya en Pectobacterium groeien boven de 39° C slecht en worden bij hogere temperaturen gedood.

Binnen het overkoepelende Deltaplan Erwinia is door zowel de aardappel- als de bloembollensector veel aandacht besteed aan de communicatie binnen de betreffende sectoren, via vakbladartikelen in BloembollenVisie, Nieuwe Oogst, lezingen op locatie en interviews om de verkregen inzichten en aanbevelingen onder de telers te verspreiden. Hierdoor is er in de laatste jaren door bv. veel telers vooruitgang geboekt in de beheersing van “agressief snot” in hyacint en Dahlia. Een gericht communicatieplan kan de sector extra informeren over de bacterieproblemen in diverse (ook kleine) gewasgroepen.

Het in dit rapport beschreven onderzoek kende de volgende doelstellingen:

- Verzamelen van relevante informatie over (de beheersing van) bacterieziekten in de sierteelt, waaronder zomerbloemen en deze informatie, naast de opgedane kennis uit het voorgestelde onderzoek, breed uit te dragen in de sector.
- Plantmateriaal van Sedum (stek/ gescheurde planten) Dickeya-vrij te maken via temperatuurbehandeling.
- Plantmateriaal weerbaarder te maken door inductie van systemische afweer via de toepassing van twee elicitors waarvan bekend is dat deze een positieve werking hebben.

2 Warmtetolerantie bacterie *Dickeya dianthicola*

Onder laboratorium omstandigheden is onderzocht bij welke temperatuur de groei van *D. dianthicola* wordt gestopt en/of de bacterie wordt gedood. Hiertoe werd een vloeibare bacteriecultuur van *D. dianthicola* verhit bij verschillende temperaturen tussen de 38 °C en 51 °C gedurende 5 - 180 minuten. Een vergelijkbaar experiment is uitgevoerd met de bacterie gekweekt op een vast groeimedium in een heetstook experiment, waarbij de bacterie voor 1, 2 of 3 dagen aan 38, 42 en 44 °C werd blootgesteld.

De proef met de vloeibare cultuur, vergelijkbaar met een warmwaterbehandeling, is drie keer herhaald. De resultaten van de behandelingen waren niet eenduidig.

Experiment 1 liet zien dat een temperatuur van 46 °C gedurende 1,5 uur nodig was om de bacterie te doden, danwel 1 uur 47, 48 of 49 °C of 10 minuten 50 °C.

Experiment 2 liet zien dat 1,5 uur 43 °C voldoende was, danwel een half uur 45 °C of 10 minuten 46 °C. Voor 47 °C, 48°C en 49°C was 5 minuten voldoende. Echter 15 minuten 50 °C liet overleving zien.

Experiment 3 liet eveneens zien dat 1,5 uur 43 °C of 1 uur 45 °C nodig was om de bacterie te doden. Ook 15 minuten 46 °C en 47 °C was voldoende. Bij 48 °C, 49 °C en 50 °C was 5 minuten voldoende voor doding.

De proef met de heetstook condities liet zien dat *D. dianthicola* buiten de plant, op vast groeimedium 1 of 2 dagen 42 of 44 °C niet overleefde.

Op basis van deze resultaten lijkt voor een warmwaterbehandeling een temperatuur van minimaal 46 °C gedurende 1,5 uur noodzakelijk. Behandeling bij 50 °C is ook mogelijk, mits deze langer is dan 15 minuten. Een heetstookbehandeling 1 of 2 dagen bij 42 of 44 °C lijkt voldoende om de bacterie te doden.

3 Warmtetolerantie Sedum

3.1 Inleiding

De teelt van Sedum is meerjarig. Planten worden vooral geteeld vanwege de bloemen voor de snij. De vermeerdering van plantmateriaal vindt in het voorjaar plaats door delen of stekken. Bij stekken worden moederplanten ondergronds afgesneden, waarna individuele stelen met wortel en blad weer opnieuw worden uitgeplant. Bij delen wordt de gehele pol uitgestoken, waarna de plant in 4 of 5 stukken wordt gedeeld, die opnieuw worden uitgeplant. Het is belangrijk dat het vermeerderingsmateriaal vrij is van ziekten. Planten kunnen, mede omdat zij voor meerdere jaren vast staan op het veld, last krijgen van bacterierot. Hierbij verslijmen planten op het veld. Een belangrijke veroorzaker van bacterierot in Sedum is *Dickeya dianthicola*. In dit onderzoeksonderdeel is gezocht naar de mogelijkheden om vermeerderingsmateriaal vrij te maken van *Dickeya* sp. door het toepassen van een warmwater of heetstook behandeling. Aangezien er een beperkte hoeveelheid ziek plantmateriaal voorradig was, is het onderzoek vooral uitgevoerd met visueel gezond materiaal, waarbij de tolerantie van de planten voor een temperatuur behandeling zijn bepaald.

Isolatie van *Dickeya* sp. en andere bacteriën uit zieke sedumplanten

Een belangrijke veroorzaker voor het wegvallen van planten tijdens de Sedum teelt is de bacterie *Dickeya dianthicola*. Tijdens dit onderzoek zijn uit een aantal zieke planten bacteriën geïsoleerd. Naast *Dickeya dianthicola* werden ook diverse Pseudomonaden gevonden. De rol van deze pseudomonaden is onduidelijk. De sequentie van sommige van deze pseudomonaden vertonen op basis van de 16S sequentie homologie met ziekteverwekkers in andere gewassen. Anderen hebben mogelijk een antagonistische werking en helpen de plant juist om zich tegen bepaalde ziekteverwekkers beter te weer te stellen.

Effect van een warmwater of heetstook behandeling op visueel gezonde sedum planten

Om te bepalen welke temperaturen sedum stekken danwel gedeelde planten kunnen doorstaan zijn in het voorjaar van 2013 twee experimenten uitgevoerd. Binnen de experimenten werd gevarieerd in de gegeven voortemperatuur en de duur en hoogte van behandeltemperatuur. In veel gewassen blijkt de toepassing van een voortemperatuur zeer belangrijk voor het overleven van de warmtebehandeling.

In het eerste experiment (uitgevoerd in week 14; de eerste week van april) kregen gedeelde sedum planten een heetstook of een warmwater behandeling, waarna de planten in kratten in een kas van 20 °C werden opgeplant. Na drie weken zijn de kratten met de opgeplante sedum's buiten gezet. Het tweede experiment (uitgevoerd in week 20; de derde week van mei) werd uitgevoerd met visueel gezond gedeelde plant- en stek materiaal als ook met een aantal verdachte planten. In dit tweede experiment werd de range van temperatuurbehandelingen verder uitgebreid. Het meeste materiaal werd na de temperatuurbehandeling buiten op het veld geplant en een klein deel in de kas. Dit om de vraag te beantwoorden of een wat hogere temperatuur (in de kas) nodig is om de stekken/gedeelde planten beter te laten overleven.

3.2 Experiment 1 – Gedeelde planten

Sedumplanten met nog een flink stuk klei aan de wortels werden gedeeld en behandeld via heetstook of een warmwater behandeling. Elke behandeling bestond uit 5 gedeelde planten. Vooraf aan de behandeling werden de planten voor twee dagen weggelegd. De hoogte van deze zogenaamde voortemperatuur werd gevarieerd en bestond uit twee dagen 20 °C, 25 °C, 30 °C of 38 °C. De planten voor de heetstook werden na de voortemperatuur blootgesteld aan één of twee dagen 42 of 44 °C met 85 % RV. De planten in de warmwater behandeling kregen na de voortemperatuur een behandeling van 10 minuten tot maximaal 3 uur met 46 °C, 47 °C of 50 °C. Een overzicht van de diverse behandelingen staat in Tabel 1 (warmwaterbehandeling).

3.2.1 Behandelingen warmwaterbehandeling

Tabel 1. Weergave van de diverse warmwater behandelingen toegepast op visueel gezonde sedumplanten

Behandel nr.	materiaal	Voor temperatuur (niet, 25 of 38 °C)		warmwaterbehandeling	
		Temperatuur	duur	temperatuur	duur
21	Controle	Neen	n.v.t.	Neen	n.v.t.
22	Gezond	Neen	n.v.t.	43.5	1 uur
23	Gezond	Neen	n.v.t.	46	30 min
24	Gezond	25 °C	2 dgn	46	30 min
25	Gezond	38 °C	2 dgn	46	30 min
26	Gezond	Neen	n.v.t.	46	1 uur
27	Gezond	25 °C	2 dgn	46	1 uur
28	Gezond	38 °C	2 dgn	46	1 uur
29	Gezond	Neen	n.v.t.	46	1,5 uur
30	Gezond	25 °C	2 dgn	46	1,5 uur
31	Gezond	38 °C	2 dgn	46	1,5 uur
32	Gezond	Neen	n.v.t.	46	2 uur
33	Gezond	25 °C	2 dgn	46	2 uur
34	Gezond	38 °C	2 dgn	46	2 uur
35	Gezond	Neen	n.v.t.	46	3 uur
36	Gezond	25 °C	2 dgn	46	3 uur
37	Gezond	38 °C	2 dgn	46	3 uur
38	Gezond	Neen	n.v.t.	47	15 min
39	Gezond	25 °C	2 dgn	47	15 min
40	Gezond	38 °C	2 dgn	47	15 min
41	Gezond	Neen	n.v.t.	47	0.5 uur
42	Gezond	25 °C	2 dgn	47	0.5 uur
43	Gezond	38 °C	2 dgn	47	0.5 uur
44	Gezond	Neen	n.v.t.	47	1 uur
45	Gezond	25 °C	2 dgn	47	1 uur
46	Gezond	38 °C	2 dgn	47	1 uur
47	Gezond	Neen	n.v.t.	47	1,5 uur
48	Gezond	25 °C	2 dgn	47	1,5 uur
49	Gezond	38 °C	2 dgn	47	1,5 uur
50	Gezond	Neen	n.v.t.	47	2 uur
51	Gezond	25 °C	2 dgn	47	2 uur
52	Gezond	38 °C	2 dgn	47	2 uur
53	Gezond	Neen	n.v.t.	50	10 min.
54	Gezond	25 °C	2 dgn	50	10 min.
55	Gezond	38 °C	2 dgn	50	10 min.
56	Gezond	Neen	n.v.t.	50	15 min.
57	Gezond	25 °C	2 dgn	50	15 min.
58	Gezond	38 °C	2 dgn	50	15 min.

Gedeelde planten werden voordat zij de voortemperatuur behandeling ondergingen uit de koeling gehaald en 24 uur bij 18 tot 20 °C weggelegd om te acclimatiseren. Controle planten werden na 24 uur bij 18-20 °C te hebben gelegen, tegelijk met de andere behandelingen in de kas opgeplant. De temperatuur van 43,5 °C voor 1 uur vermeld in tabel 2 betreft het oude advies voor sedum voor de te geven warmwater behandeling (P. van Dalen (2001) Warmwaterbehandeling van vaste planten ter bestrijding van aaltjes).

3.2.2 Behandelingen heetstook

Sedumplanten met nog een flink stuk klei aan de wortels werden gedeeld en behandeld via heetstook of een warmwater behandeling. Elke behandeling bestond uit 5 gedeelde planten. Vooraf aan de behandeling werden de planten voor twee dagen weggelegd. De hoogte van deze zogenaamde voortemperatuur werd gevarieerd en bestond uit twee dagen 20 °C, 25 °C, 30 °C of 38 °C. De planten voor de heetstook werden na de voortemperatuur blootgesteld aan één of twee dagen 42 of 44 °C met 85 % RV. De planten in de warmwater behandeling kregen na de voortemperatuur een behandeling van 10 minuten tot maximaal 3 uur met 46 °C, 47 °C of 50 °C. Een overzicht van de diverse behandelingen staat in Tabel 2 (heetstook).

Tabel 2. Weergave van de diverse heetstook behandelingen toegepast op visueel gezonde sedumplanten

Behandel nr.	materiaal	Voor temperatuur 25, 30 of 38 °C		heetstook	
		Temperatuur	duur	temperatuur	duur
1	Controle gezond	Neen	n.v.t.	24 °C (donker)	1 dag
2	Controle gezond	Neen	n.v.t.	24 °C (donker)	2 dag
3	Gezond	Neen	n.v.t.	42	1 dag
4	Gezond	Neen	n.v.t.	42	2 dag
5	Gezond	25 °C	2 dag	42	1 dag
6	Gezond	25 °C	2 dag	42	2 dag
7	Gezond	30 °C	2 dag	42	1 dag
8	Gezond	30 °C	2 dag	42	2 dag
9	Gezond	38 °C	2 dag	42	1 dag
10	Gezond	38 °C	2 dag	42	2 dag
11	Gezond	Neen	n.v.t.	44	1 dag
12	Gezond	Neen	n.v.t.	44	2 dag
13	Gezond	25 °C	2 dag	44	1 dag
14	Gezond	25 °C	2 dag	44	2 dag
15	Gezond	30 °C	2 dag	44	1 dag
16	Gezond	30 °C	2 dag	44	2 dag
17	Gezond	38 °C	2 dag	44	1 dag
18	Gezond	38 °C	2 dag	44	2 dag

Gedeelde planten werden voordat zij de heetstook behandeling ondergingen uit de koeling gehaald en 24 uur bij 18 tot 20 °C weggelegd om te acclimatiseren. Controle planten werden na 24 uur bij 18-20 °C te hebben gelegen, tegelijk met de andere behandelingen in de kas opgeplant.

3.2.3 Resultaten

Tabel 3a en 3b tonen de gewasstand van de vijf individuele gedeelde planten voor de verschillende behandelingen op 12 april 2013 één week na de opplant in de kas. Op 12 april is de stand van het gewas per plant voor de verschillende behandelingen gescoord. Tabel 3 toont deze score voor de individuele planten, hierbij werd het aantal planten gescoord, die goed, matig, slecht of nog niet (geen) waren uitgelopen.

Tabel 3a. De gewasstand per plant voor de verschillende heetstook behandelingen.

Behandeling	Beh.Nr.	Stand gewas op 12 april				Gemiddelde gewasstand	Voor temperatuur	duur	Behandel temperatuur (°C)	duur
		Goed	Matig	Slecht	Geen					
Controle	1	5				+	Neen	n.v.t.	24 °C (donker)	1 dag
Controle	2	5				+	Neen	n.v.t.	24 °C (donker)	2 dag
Heetstook	3	5				+	Neen	n.v.t.	42	1 dag
Heetstook	4	3	2			+	Neen	n.v.t.	42	2 dag
Heetstook	5	5				+	25 °C	2 dag	42	1 dag
Heetstook	6	1	3		1	+/-	25 °C	2 dag	42	2 dag
Heetstook	7	5				+	30 °C	2 dag	42	1 dag
Heetstook	8	4	1			+	30 °C	2 dag	42	2 dag
Heetstook	9	4	1			+	38 °C	2 dag	42	1 dag
Heetstook	10	3	1	1		+/-	38 °C	2 dag	42	2 dag
Heetstook	11	5				+	Neen	n.v.t.	44	1 dag
Heetstook	12	2		3		+/-	Neen	n.v.t.	44	2 dag
Heetstook	13	5				+	25 °C	2 dag	44	1 dag
Heetstook	14	5				+	25 °C	2 dag	44	2 dag
Heetstook	15	5				+	30 °C	2 dag	44	1 dag
Heetstook	16	4			1	+/-	30 °C	2 dag	44	2 dag
Heetstook	17	5				+	38 °C	2 dag	44	1 dag
Heetstook	18	4	1			+	38 °C	2 dag	44	2 dag
Controle	21	5				+	Neen	n.v.t.	24	n.v.t.
Controle	22	4			1	+/-	Neen	n.v.t.	43.5	1 uur

Tabel 3b. De gewasstand per plant voor de verschillende warmwater behandelingen.

Behandeling	Beh.Nr.	Stand gewas op 12 april				Gemiddelde gewasstand	Voor temperatuur	duur	Behandel temperatuur (°C)	duur
		Goed	Matig	Slecht	Geen					
Controle	21	5				+	Neen	n.v.t.	24	n.v.t.
Controle	22	4			1	+/-	Neen	n.v.t.	43.5	1 uur
Wwb	26				5	-	Neen	n.v.t.	46	1 uur
Wwb	27	2		2	1	-	25 °C	2 dgn	46	1 uur
Wwb	28	5				+	38 °C	2 dgn	46	1 uur
Wwb	32				5	-	Neen	n.v.t.	46	2 uur
Wwb	33			1	4	-	25 °C	2 dgn	46	2 uur
Wwb	34	5				+	38 °C	2 dgn	46	2 uur
Wwb	38	1	2	2		+/-	Neen	n.v.t.	47	15 min
Wwb	39	5				+	25 °C	2 dgn	47	15 min
Wwb	40	5				+	38 °C	2 dgn	47	15 min
Wwb	44			1	4	-	Neen	n.v.t.	47	1 uur
Wwb	45		1	1	3	-	25 °C	2 dgn	47	1 uur
Wwb	46	5				+	38 °C	2 dgn	47	1 uur
Wwb	50				5	-	Neen	n.v.t.	47	2 uur
Wwb	51				5	-	25 °C	2 dgn	47	2 uur
Wwb	52		2	1	2	+/-	38 °C	2 dgn	47	2 uur
Wwb	56			1	4	-	Neen	n.v.t.	50	15 min.
Wwb	57	4	1			+	25 °C	2 dgn	50	15 min.
wwb	58	5				+	38 °C	2 dgn	50	15 min.

Zoals uit tabel 3a en 3b blijkt heeft een hoge voortemperatuur (38 °C) een positief effect op de snelheid waarmee de planten weer uitlopen na de behandeling. Over het algemeen geldt bij de warmwater behandeling hoe hoger de voortemperatuur hoe beter de stand van het gewas. Dit wordt duidelijk geïllustreerd door de behandelingen 44 t/m 46 (47 °C) en 56 t/m 58 (50°C), waar op 12 april nog geen gewas is te zien bij de behandelingen zonder voortemperatuur, een matig tot slecht gewas met een voortemperatuur van 25 °C en een goed gewas met een voortemperatuur van 38 °C. Bij heetstook lijkt het effect van de voortemperatuur minder te zijn. Ter illustratie bij de cijfers tonen Figuur 1 en 2 dezelfde planten in de kas nu op 17 april 2013.



Behandel nr.	5	3	9	7	13	11	17	15	1
T (°C)	42 °C	42°C	42 °C	42 °C	44* °C	44**°C	44* °C	44*°C	24 °C
tijd	1 dag		1 dag		1 dag		1 dag		1 dag
Tvoor (°C)	25 °C	Geen	38 °C	30°C	25 °C	Geen	38 °C	30°C	Geen



Behandel nr.	6	4	10	8	14	12	18	16	2
T (°C)	42 °C	42°C	42 °C	42 °C	44* °C	44**°C	44* °C	44*°C	24 °C
tijd	2 dag		2 dag		2 dag		2 dag		2 dag
Tvoor (°C)	25 °C	Geen	38 °C	30°C	25 °C	Geen	38 °C	30°C	Geen

Figuur 1. Stand van het gewas voor de verschillende heetstook behandelingen 1,5 week na de opplant met voor de verschillende behandelingen: Het behandel nr.; temperatuur van de behandeling (T (°C)); duur van de temperatuur behandeling (tijd) en voortemperatuur. *Behandeling gegeven bij 44 °C (= temperatuur van de klimaatkast). De temperatuur van de kluit bleef echter achter met maximaal 42 °C.



Behandel nr.	1	21	28	22	26	27	28	32	34	33
T (°C)	24 °C	Geen	47 °C	44 °C	46 °C	46 °C	46 °C	46 °C	46 °C	46 °C
tijd	1 dag	n.v.t.	15 min.	1 h	1 h	1 h	1 h	2 h	2 h	2 h
Tvoor (°C)	Geen	Geen	Geen	Geen	Geen	25 °C	38 °C	Geen	38 °C	25 °C



Behandel nr.	39	40	44	45	51	46	52	50	57	56	58
T (°C)	47 °C	47 °C	47 °C	47 °C	47 °C	47 °C	47 °C	47 °C	50 °C	50 °C	50 °C
tijd	15 min.	15 min.	1 h	1 h	2 h	1 h	2 h	2 h	15 min.	15 min.	15 min.
Tvoor (°C)	25 °C	38 °C	Geen	25 °C	25 °C	38 °C	38 °C	Geen	25 °C	Geen	38 °C

Figuur 2. Stand van het gewas voor de verschillende warmwaterbehandelingen 1,5 week na de opplant met voor de verschillende behandelingen: Het behandel nr.; temperatuur van de behandeling (T (°C)); duur van de temperatuur behandeling (tijd) en de voor twee dagen gegeven voortemperatuur.

Zowel uit figuur 1 en 2 als uit Tabel 3a en 3b blijkt, leiden een groot aantal behandelingen tot vertraagde uitgroei. Tegen het einde van het seizoen in september was van deze groeiachterstand echter nauwelijks tot niets meer te zien. Uitzonderingen waren de behandelingen 50 en 51, waarvan behandeling 50 in het geheel niet meer uitliep en behandeling 51 slechts resulteerde in twee iele planten. Hieruit blijkt dat met de juiste voortemperatuur sedum een grote tolerantie heeft voor een behandeling met warmwater.

3.2.4 Conclusie en discussie experiment 1

Het geven van een warmwater of heetstook behandeling voor sedum is mogelijk. Sedum blijkt een zeer taai gewas te zijn dat met de juiste voortemperatuur in staat is een warmwater behandeling van 47 of 50 °C te doorstaan. Voor de heetstook lijkt een hoge voortemperatuur nadelig te werken. Mogelijk droogt het gewas door de twee extra dagen te veel uit. Tussen 42 °C en 44 °C werd geen duidelijk verschil gezien. Uit temperatuur metingen in de kluit tijdens de behandeling bleek dat deze voor beide behandelingen bij 42 °C bleef steken. Terwijl de temperatuur in de kas verder wel opliep naar 42 °C respectievelijk 44 °C. Hieruit blijkt dat klei een sterk isolerende werking heeft. Dit verklaart mogelijk waarom er geen duidelijk verschil tussen de behandeling met 44 °C en 42 °C lagen. In beide behandelingen ligt de temperatuur voor de ogen in de klei even hoog.

3.3 Experiment 2 – Gedeelde planten en stekken

3.3.1 Inleiding

Het eerste experiment toonde aan dat sedum planten een hoge warmte tolerantie hebben en een behandeling met een hoge temperatuur mits met de juist voorwarmte eenvoudig kunnen overleven. In dit tweede experiment:

- 1) Is het aantal temperatuur behandelingen verder uitgebreid.
- 2) Is onderzocht of een nawarmte nodig is. Dus of planten, die na de behandeling eerst in de kas bij 20 °C worden opgeplant beter overleven dan stekken of gedeelde planten die direct op het veld worden uitgeplant.
- 3) Is met een beperkt aantal verdachte planten onderzocht hoe zij op een warmwaterbehandeling reageren.

3.3.2 Materiaal en methode

Een overzicht van de behandelingen in het tweede deel van dit project staat weergegeven in Tabel 4 en 5. Onderscheid wordt hierbij gemaakt tussen:

- 1) stekmateriaal vs. gedeelde planten.
- 2) visueel gezond stekmateriaal vs. verdacht stekmateriaal.
- 3) visueel gezonde gedeelde planten vs. verdachte gedeelde planten.
- 4) opplant op het veld vs. kas.

Gezien het positieve effect van een relatief hoge voortemperatuur bij de warmwaterbehandeling is er voor gekozen de voortemperatuur van 25 °C bij de stekken te laten vervallen en door 27 °C te vervangen. Bij de heetstook werd om het effect van een hogere luchtvochtigheid op stekken te bepalen in behandeling 93 de stekken extra in plastic verpakt. Het aantal stekken per behandeling was tien. Het aantal gedeelde planten per behandeling was vijf. De voortemperatuur en heetstook werden uitgevoerd bij 85 % RV om het materiaal zoveel mogelijk tegen uitdrogen te beschermen.

Tabel 4A. Controles gedeelde planten

controle	materiaal	Voor temperatuur		Na temperatuur		
		Temperatuur	duur	temperatuur	duur	uitplant
61 G+Z*	Controle ziek en gezond	Neen	n.v.t.	20 °C (donker)	1 dag	Veld
62	gezond	Neen	n.v.t.	20 °C (donker)	1 dag	Kas

5 gezonde gedeelde planten per behandeling

G+Z* = 5 gedeelde planten gezond (aankoop) + 5 gedeelde planten verdacht.

Tabel 4B. Heetstook behandelingen met gedeelde planten

Beh. Nr.	materiaal	Voor temperatuur 25 of 30 °C		Na temperatuur		
		Temperatuur	duur	temperatuur	duur	uitplant
63	gezond	25 °C	2 dag	44	1 dag	Veld
64	gezond	25 °C	2 dag	44	2 dag	Veld
65 G+Z*	Ziek+gezond	30 °C	2 dag	44	1 dag	Veld
66 G+Z*	Ziek + gezond	30 °C	2 dag	44	2 dag	Veld
67	gezond	30 °C	2 dag	44	1 dag	Kas
68	gezond	30 °C	2 dag	44	2 dag	Kas

5 gezonde gedeelde planten per behandeling

G+Z* = 5 gedeelde planten gezond (aankoop) + 5 gedeelde planten verdacht.

Tabel 4C. Warmwater behandeling met gedeelde planten

Beh. Nr.	materiaal	Voor temperatuur 25 of 38 °C		Na temperatuur		uitplant
		Temperatuur	duur	temperatuur	duur	
69	gezond	38 °C	2 dgn	46	2 uur	Veld
70	gezond	25 °C	2 dgn	47	1 uur	Veld
71 G+Z*	Ziek + gezond	38 °C	2 dgn	47	1 uur	Veld
72	gezond	38 °C	2 dgn	47	1.5 uur	veld
73	gezond	25 °C	2 dgn	50	15 min	Veld
74 G+Z*	Ziek + gezond	38 °C	2 dgn	50	15 min	Veld
75	gezond	38 °C	2 dgn	50	30 min	Veld
76	gezond	38 °C	2 dgn	52	15 min	Veld
77	gezond	38 °C	2 dgn	52	30 min	Veld
78 =	gezond	25 °C	2 dgn	47	1 uur	Kas
79 = 71	gezond	38 °C	2 dgn	47	1 uur	Kas
80	gezond	25 °C	2 dgn	50	15 min	Kas
81	gezond	38 °C	2 dgn	50	15 min	Kas

5 gezonde gedeelde planten per behandeling

G+Z* = 5 gedeelde planten gezond (aankoop) + 5 gedeelde planten verdacht.

Tabel 5A. Heetstook behandelingen stekken

Beh. Nr.	materiaal	Voor temperatuur geen, 27 of 38 °C		Na temperatuur		opmerking
		Temperatuur	duur	temperatuur	duur	
91	gezond	Geen	2 dag	44	1 dag	Veld
92G+Z**	Ziek +Gezond	27 °C	2 dag	44	1 dag	Veld
93	gezond	27 °C	2 dag	44	1 dag	Veld Stekken ingepakt in plastic
94G+Z**	Ziek + Gezond	38 °C	2 dag	44	1 dag	Veld
95	gezond	Geen	2 dag	44	1 dag	Kas
96	gezond	27 °C	2 dag	44	1 dag	Kas
97	gezond	38 °C	2 dag	44	1 dag	Kas

10 planten per behandeling; De 10 planten zijn per vijf planten opgeplant op een veldje: ** gezond (G) en verdacht (Z)

Tabel 5B. Warmwater behandeling stekken

Beh. Nr.	materiaal	Voor temperatuur (geen, 27 of 38 °C)		Na temperatuur		
		Temperatuur	duur	temperatuur	duur	uitplant
101 G+Z**	Controle ziek + gezond	Neen	n.v.t.	Neen	n.v.t.	veld
102	gezond	38 °C	2 dgn	46	30 min	Veld
103	gezond	Neen	n.v.t.	46	1 uur	Veld
104	gezond	27 °C	2 dgn	46	1 uur	Veld
105	gezond	38 °C	2 dgn	46	1 uur	Veld
106	gezond	38 °C	2 dgn	46	1,5 uur	Veld
107	gezond	38 °C	2 dgn	46	2 uur	veld
108	gezond	Neen	n.v.t.	47	15 min	Veld
109	gezond	27 °C	2 dgn	47	15 min	Veld
110	gezond	38 °C	2 dgn	47	15 min	Veld
111	gezond	38 °C	2 dgn	47	30 min	Veld
112	gezond	Neen	n.v.t.	47	1 uur	Veld
113 G+Z**	Ziek + gezond	27 °C	2 dgn	47	1 uur	Veld
114 G+Z**	Ziek + gezond	38 °C	2 dgn	47	1 uur	Veld
115	gezond	38 °C	2 dgn	47	1,5 uur	Veld
116	gezond	27 °C	2 dgn	50	15 min.	Veld
117 G+Z**	Ziek + gezond	38 °C	2 dgn	50	15 min.	Veld
118	gezond	27 °C	2 dgn	50	30 min.	Veld
119	gezond	38 °C	2 dgn	50	30 min.	Veld
120	gezond	27 °C	2 dgn	52	15 min.	Veld
121	gezond	38 °C	2 dgn	52	15 min.	Veld
122=101	Controle gezond	Neen	n.v.t.	Neen	n.v.t.	Kas
123=102	gezond	38 °C	2 dgn	46	30 min	Kas
124=105	gezond	38 °C	2 dgn	46	1 uur	Kas
125=117	gezond	38 °C	2 dgn	50	15 min.	Kas

10 planten per behandeling; De 10 planten zijn per vijf planten op een veldje opgeplant: ** gezond (G) en verdacht (Z)

3.3.3 Resultaten

Kas vs. veld

Een aantal behandelingen is zowel in de kas als op het veld uitgeplant. De algemene tendens is dat stekken en gedeelde planten in de kas makkelijker en sneller uitgroeiden dan in het veld. In de loop van het seizoen leidde beide omstandigheden echter tot een vergelijkbaar gewas. Tabel 6 geeft de uitval weer voor het stek materiaal (S) en gedeelde plant materiaal (P) dat op het veld danwel eerst in de kas werd opgeplant en daarna buiten werd gezet.

Tabel 6. Overzicht van het aantal levende en dode stekken met en zonder nawarmte. Dit is respectievelijk opplant in kas en daarna naar buiten en opplant direct na de behandeling op het veld.

Beh. Nr.	Status	Materiaal	Behandeling	T _{voor} (°C)	duur	T _{beh} (°C)	duur	uitplant	levend	dood
61*	gezond	P	controle	Neen	n.v.t.	20	1 dag	Kas	5	0
								Veld	5	0
65	gezond	P	heetstook	30	2 dgn	44	1 dag	Kas	5	0
								Veld	5	0
66	gezond	P	heetstook	30	2 dgn	44	2 dgn	Kas	5	0
								Veld	4	1
70	gezond	P	warmwater	25	2 dgn	47	1 uur	Kas	5	0
								Veld	3	2
71	gezond	P	warmwater	38	2 dgn	47	1 uur	Kas	5	0
								Veld	5	0
73	gezond	P	warmwater	25	2 dgn	50	15 min	Kas	5	0
								Veld	5	0
74	gezond	P	warmwater	38	2 dgn	50	15 min	Kas	5	0
								Veld	5	0
91	gezond	S	heetstook	Neen	2 dgn	44	1 dag	Kas	9	1
								Veld	8	2
92	gezond	S	heetstook	27	2 dgn	44	1 dag	Kas	9	1
								Veld	10	0
94§	gezond	S	heetstook	38	2 dgn	44	1 dag	Kas	9	1
								Veld	5	5
101	gezond	S	controle	Neen	n.v.t.	20	n.v.t.	Kas	9	1
								veld	10	0
102	gezond	S	warmwater	38	2 dgn	46	30 min	Kas	9	1
								veld	9	1
105	gezond	S	warmwater	38	2 dgn	46	1 uur	Kas	7	3
								Veld	6	4
117	gezond	S	warmwater	38	2 dgn	50	15 min.	Kas	9	1
								Veld	9	1

* = steviger steel dan beh. nrs. 70, 71, 73 in de kas; § = Veldje 94A: vier levende stekken en één dode stek; veldje 94B: één levende en vier dode stekken;

T_{voor} = voortemperatuur; T_{beh} (°C) = Behandeltemperatuur; P = gedeelde plant; S = stek; grijs = kas; wit = veld.

Tabel 6 laat zien dat voor de gewasstand in september voor de behandelingen 70 en 94 een verschil is in het aantal levende en dode planten van plantmateriaal dat wel (kas) en geen (veld) natemperatuur heeft gekregen. Daarnaast kwam de groei van het gewas met natemperatuur sneller op gang. In het veld verliep kwam de aanzienlijk trager op gang dan in de kas. Dit gold zowel voor stekken als gedeelde planten (zie Foto 3). Het verdient dus aanbeveling de stekken direct na de behandeling wat warmer op te planten bijvoorbeeld door deze af te dekken of in een kasje uit te planten.



Foto 1. Gewasstand op 23 mei 2013 van stekken in de kas met kookschade aan het blad.
105 (links): Voorwarmte: 38 °C 2 dgn + 1 uur 46 °C.
117 (rechts): Voorwarmte 38 °C 2 dgn + 15 minuten 50 °C.



Foto 2. Gewasstand op 23 mei 2013 van gedeelde planten in de kas (links) en op het veld (rechts) met een groeiachterstand van de gedeelde planten op het veld.
Behandeling: Voorwarmte 38 °C 2 dgn + 47 °C 1 uur.

Gezonde en verdachte stekken en gedeelde planten op het veld

Er is een groot aantal verschillende behandelingen getest. Tabel 7 geeft het resultaat weer van de heetstook en warmwaterbehandelingen op de planten. Bij dit overzicht is onderscheid gemaakt tussen visueel gezond en verdacht materiaal dat in de diverse behandelingen is gebruikt. Voor dit overzicht geldt:

- Behandelingen 63 t/m 66 zijn heetstook behandelingen gegeven aan visueel gezond en verdachte gedeelde sedum planten.
- Behandelingen 69 t/m 77 zijn warmwaterbehandelingen gegeven aan visueel gezond en verdachte gedeelde sedum planten
- Behandelingen 91 t/m 94 zijn heetstook behandelingen gegeven aan visueel gezond en verdachte stekken
- Behandelingen 102 t/m 121 zijn warmwaterbehandelingen gegeven aan visueel gezond en verdachte stekken
- Behandelingen 61 en 101 zijn de onbehandelde controles voor respectievelijk de gedeelde planten en de stekken.

Elf behandelingen zijn zowel met visueel gezond als verdacht sedum materiaal uitgevoerd. Hiervan werden er vijf behandelingen met gedeeld plantmateriaal uitgevoerd en zes behandelingen met stekmateriaal. Tabel 7 en 8 tonen de uitkomsten van de behandelingen voor respectievelijk de gedeelde planten en de stekken met per behandeling het aantal overlevende en dode planten. In de kolom "gemiddeld" staat per behandeling de gemiddelde gewasstand van de nog levende planten vermeld. Slecht groeiende planten kregen een 1, goed groeiende planten een 3. De stand van het gewas werd bepaald op 28 augustus.

Tabel 7. Gewasstand van gedeelde planten op 28 augustus

Beh. Nr.	behandeling	T _{voor} (°C)	duur	T _{beh} (°C)	duur	visueel gezonde opplant			verdachte opplant		
						gemiddeld	levend	dood	gemiddeld	levend	dood
61*	xx	Neen	n.v.t.	xx	n.v.t.	3.0	5	0	1.2	4	1
63	heetstook	25	2 dgn	44	1 dag	2.8	5	0	xx	xx	xx
64	heetstook	25	2 dgn	44	2 dag	3.0	4	1	xx	xx	xx
65	heetstook	30	2 dgn	44	1 dag	3.0	5	0	0.8	4	1
66	heetstook	30	2 dgn	44	2 dag	2.8	4	1	0.2	1	4
69	warmwater	38	2 dgn	46	2 uur	2.8	4	1	xx	xx	xx
70	warmwater	25	2 dgn	47	1 uur	3.0	3	2	xx	xx	xx
71	warmwater	38	2 dgn	47	1 uur	3.0	5	0	1.2	4	1
72	warmwater	38	2 dgn	47	1.5 uur	3.0	4	1	xx	xx	xx
73	warmwater	25	2 dgn	50	15 min	3.0	5	0	xx	xx	xx
74	warmwater	38	2 dgn	50	15 min	3.0	5	0	1.2	5	0
75	warmwater	38	2 dgn	50	30 min	3.0	5	0	xx	xx	xx
76	warmwater	38	2 dgn	52	15 min	3.0	5	0	xx	xx	xx
77	warmwater	38	2 dgn	52	30 min	2.7	3	2	xx	xx	xx

Tabel 7 laat zien dat de gedeelde planten de meeste van de toegepaste behandelingen goed overleven. Wederom blijkt dat een juiste voortemperatuur hiervoor belangrijk is. De behandelingen lijken echter niet voldoende om de bacterie volledig te doden en de plant te doen herstellen van een aantasting. De groei van verdachte planten bleef sterk achter bij de groei van de gezonde planten. Daarbij oogden de verdachte planten voor de verschillende behandelingen niet gezond (Foto 4). Hieruit blijkt dat het met de gebruikte behandelingen niet mogelijk is om ziek plantmateriaal weer gezond te maken.

Tabel 8. Gewasstand van Sedum stekken op 28 augustus

Beh. Nr.	behandeling	T _{voor} (°C)	duur	T _{beh} (°C)	duur	visueel gezonde opplant			verdachte opplant		
						gemiddeld	levend	dood	gemiddeld	levend	dood
91	heetstook	Geen	n.v.t.	44	1 dag	3.0	8	2	xx	xx	xx
92	heetstook	27	2 dgn	44	1 dag	3.0	10	0	1.0	6	4
93§	heetstook	27	2 dgn	44	1 dag	3.0	5	5	xx	xx	xx
94	heetstook	38	2 dgn	44	1 dag	2.4	5	5	0.6	5	5
101*	xx	Neen	n.v.t.	xx	n.v.t.	2.9	10	0	0.7	6	4
102	warmwater	38	2 dgn	46	30 min	3.0	9	1	xx	xx	xx
103	warmwater	Neen	n.v.t.	46	1 uur	0.0	0	10	xx	xx	xx
104	warmwater	27	2 dgn	46	1 uur	0.0	0	10	xx	xx	xx
105	warmwater	38	2 dgn	46	1 uur	2.8	6	4	xx	xx	xx
106	warmwater	38	2 dgn	46	1,5 uur	1.9	5	5	xx	xx	xx
107	warmwater	38	2 dgn	46	2 uur	0.0	0	10	xx	xx	xx
108	warmwater	Neen	n.v.t.	47	15 min	0.0	0	10	xx	xx	xx
109	warmwater	27	2 dgn	47	15 min	1.8	3	7	xx	xx	xx
110	warmwater	38	2 dgn	47	15 min	2.8	8	2	xx	xx	xx
111	warmwater	38	2 dgn	47	30 min	2.7	6	4	xx	xx	xx
112	warmwater	Neen	n.v.t.	47	1 uur	0.0	0	10	xx	xx	xx
113	warmwater	27	2 dgn	47	1 uur	0.0	0	10	0.0	0	10
114	warmwater	38	2 dgn	47	1 uur	2.5	3	7	1.8	7	3
115	warmwater	38	2 dgn	47	1,5 uur	0.0	0	10	xx	xx	xx
116	warmwater	27	2 dgn	50	15 min.	0.0	0	10	xx	xx	xx
117	warmwater	38	2 dgn	50	15 min.	2.8	9	1	2.1	8	2
118	warmwater	27	2 dgn	50	30 min.	0.0	0	10	xx	xx	xx
119	warmwater	38	2 dgn	50	30 min.	1.0	1	9	xx	xx	xx
120	warmwater	27	2 dgn	52	15 min.	0.0	0	19	xx	xx	xx
121	warmwater	38	2 dgn	52	15 min.	0.0	0	10	xx	xx	xx

Zoals uit Tabel 8 blijkt is bij sommige behandelingen de temperatuur te hoog en/of de blootstelling eraan te lang geweest voor de stekken om te overleven (Foto 4). Stekken zijn hierbij duidelijk gevoeliger voor hoge watertemperaturen dan gedeelde planten (vergelijk bijvoorbeeld behandeling 114 uit Tabel 8 met behandeling 71 uit Tabel 7). Ook stekken blijken echter uitermate taai te zijn en 50 °C voor 15 minuten met een voortemperatuur van 38 °C te kunnen overleven (zie behandeling 117). Overeenkomstig het resultaat met verdacht materiaal werden ook zieke stekken gevonden bij een aantal behandelingen. Behandelingen 94 en 92 zijn hier voorbeelden van. Dit blijkt ook uit de gemiddelde gewasstand in deze behandelingen. Beide zijn behandelingen uit de heetstook. Eén dag 44 °C blijkt dus niet genoeg om de bacterie te doden. Voor de behandeling met 50 °C en een voor temperatuur van 38 °C groeiden de verdachte stekken uit behandeling 117 in het algemeen goed uit. Slechts 1 plant vertoonde een lichte achterstand in groei t.o.v. de overige 7 stekken. Dit in tegenstelling tot de gedeelde planten uit behandeling 74, die dezelfde behandeling hadden ondergaan, maar allen een vertraagde groei zieke bladeren lieten zien. Ook behandeling 114 bleef op het oog gezond. Met ook hier 1 stek, die t.o.v. de overige 6 stekken een achterstand in groei liet zien (zie Foto 7). Stekken uit de onbehandelde controle met verdacht stek materiaal vielen allemaal uit (Foto 6).



Foto 3. 26 augustus overzicht van de gezonde gedeelde planten op het veld. Met van links naar rechts: 61 Onbehandelde controle, 63 Voorwarmte 25 °C 2 dgn + Heetstook 1 dag 44°C, 64 Voorwarmte 25 °C 2 dgn + Heetstook 2 dgn 44 °C, 66 Voorwarmte 30 °C 2 dgn + Heetstook 2 dgn 44 °C, 75 Voorwarmte 38 °C 2 dgn + 30 minuten 50 °C, 73 Voorwarmte 25 °C 2 dgn + 15 minuten 50 °C.



Foto 4. Behandelingen 71 (links) en 74 (rechts) uitgevoerd met verdachte gedeelde planten. De groei is vergelijkbaar met de onbehandelde verdachte controle (26 augustus 2013).
71 (links) Voorwarmte 38 °C 2 dgn + 1 uur 47 °C,
74 (rechts) Voorwarmte 38 °C 2 dgn + 15 minuten 50 °C



Foto 5. stekken op het veld een aantal dagen nadat zij zijn uitgeplant op het veld (23 mei 2013).
103 (uiterst links, dood): Voorwarmte: geen + 1 uur 46 °C,
102 (2e van links, groen): Voorwarmte: 38 °C 2 dgn + 1 uur 46 °C,
101 (3e van links, groen): Onbehandelde controle,
120 (rechterbovenhoek, dood): Voorwarmte: 27 °C 2 dgn + 15 minuten 52 °C.



Foto 6. Zieke stek: 26 augustus 2013 zieke stek uit behandeling 101 (onbehandelde controle) uitgevoerd met verdacht stekmateriaal.



Foto 7. Gezond ogende stekken uit behandeling 114 (26 augustus 2013). Voorwarmte 38 °C 2 dgn + 1 uur 47 °C.



Foto 8. Gezond ogende stekken uit behandeling 117 (26 augustus 2013). Voorwarmte 38 °C 2 dgn + 15 minuten 50 °C.

3.4 Conclusies warmtetolerantie Sedum

- Sedum is een taai gewas en kan hoge temperaturen overleven. Stekmateriaal is gevoeliger voor hoge temperaturen dan gedeelde planten. Gedeelde planten overleefden 1 uur 47 °C, 30 minuten 50 °C of 15 minuten 52 °C. Stekmateriaal overleefde 15-30 minuten 47 °C en 15 minuten 50 °C.
- Het geven van een (juiste) voortemperatuur is essentieel in het overleven van de warmwaterbehandeling door het plantmateriaal. Een voortemperatuur van twee dagen 38 °C leidde bij een warmwaterbehandeling met hoge temperaturen tot meer overleving dan geen of een voorwarmte van slechts 25 °C. In dit onderzoek gingen gezonde sedum stekken, die 15 minuten 47 °C kregen zonder voorwarmte dood direct na uitplanten op het veld. Echter 30 % van de stekken overleefden deze behandeling indien vooraf aan de behandeling 2 dagen 27 °C werd gegeven. En 100 % overleefde de behandeling na een voorwarmte van 2 dagen bij 38 °C. Bij heetstook bleek de voorwarmte minder belangrijk.
- Het verdient aanbeveling stekken en gedeelde planten in het vroege voorjaar na de behandeling niet direct op het veld uit te planten, maar eerst bij een hogere temperatuur in de kas te planten of, indien toch op het veld wordt geplant, deze af te dekken. De groei bij direct uitplanten op het veld verliep trager dan in de kas. In dit onderzoek werden de stekken en gedeelde planten die niet meteen op het veld werden geplant eerst voor 3 weken in een kas bij 20 °C gezet voordat ze naar buiten gingen. Dit leverde een mooi en stevig gewas op en resulteerde in minder uitval.
- Het verdient aanbeveling om voor de behandeling stekmateriaal te gebruiken in plaats van gedeelde planten. Bij gedeelde planten blijft een deel van de kluit aan de planten vast zitten. Dit heeft een isolerende werking op de wortels en ondergrondse knoppen, waardoor het positieve effect van het geven van een hoge temperatuur aan het uitgangsmateriaal (deels) verloren gaat. Dit lijkt althans een mogelijke verklaring voor het verschil dat werd gezien bij de stekken en gedeelde planten die een behandeling kregen van 38 °C voorwarmte voor 2 dagen gevolgd door 1 uur 47 °C of 15 minuten 50 °C. Indien toegepast op verdachte gedeelde planten bleven de planten klein en ziekelijk. Verdachte stekken, die dezelfde behandeling kregen vertoonden daarentegen in het algemeen een sterke groei.
- Voor een pilot met warmwaterbehandeling in de praktijk lijkt een voorbehandeling van stekken met 2 dagen 38 °C, gevolgd door 1 uur 47 °C of 15 minuten 50 °C een goede start. Een heetstook behandeling van verdacht stekmateriaal van 1 dag 44 °C leidde tot een op het oog ongezond gewas dat slecht uitgroeide. Terwijl verdachte stekken in bovenstaande warmwaterbehandeling op het oog gezond bleven. Hoewel niet kan worden uitgesloten dat er toch nog een latente besmetting in deze planten aanwezig was, lijkt deze behandeling wel het meeste perspectief te bieden. Stekken overleefden deze temperatuur behandeling redelijk tot goed en vertoonden in het algemeen een goede groei.
- In vervolgonderzoek kunnen deze temperatuur behandelingen nog verder geoptimaliseerd worden, waarbij het met name aanbeveling verdient om extra onderzoek te doen naar de duur van de voortemperatuur in combinatie met de duur en de hoogte van de temperatuur tijdens de warmwaterbehandeling als ook de planten over een aantal teeltseizoenen te blijven volgen om te zien of ze bacterievrij blijven.
- In de behandelingen die zijn uitgevoerd met verdacht stek materiaal was het aantal stekken per behandeling beperkt. Een grotere praktijkproef met een groter aantal verdachte stekken is dan ook aan te bevelen. Daarnaast is er op het moment nog geen werkende toets voor het aantonen van een latente infectie in sedum planten. *Dickeya dianthicola* kan met PCR op dit moment alleen aangetoond worden in ziek plantmateriaal. Met name in de opwerking van het materiaal als ook het bepalen van het beste weefsel voor de bemonstering voor de toets is verder onderzoek nodig.

4 Elicitors

4.1 Materiaal en methode elicitors

In 2013 is op de locatie van PPO in Lisse een veldproef uitgevoerd met het gewas Sedum.

Uitgangsmateriaal voor de proef waren de overgebleven planten uit een proef in 2012 (in mandjes), nieuwe gedeelde planten en nieuwe stekken. De overgebleven planten zijn verplant op 2 april, de gedeelde planten zijn ook geplant op 2 april en de stekken zijn geplant op 13 mei.

Op het moment dat het gewas goed groeide is gestart met de bespuitingen volgens het behandelingschema in tabel 9. De keuze van de middelen die zijn getest is gebaseerd op het onderzoek uit 2012. In tabel xx is het tijdpad weergegeven waarop de bespuitingen zijn gestart en de besmettingen zijn uitgevoerd. De bespuitingen zijn uitgevoerd tot eind september.

Tabel 9. Behandelingen in de veldproef bij PPO. Experimentele middelen zijn onder code vermeld.

Beh nr.	Middel	Dosering	Toepassings-tijdstippen/wijze	Besmetting	Plantmateriaal
1	Onbehandeld	-	-	nee	overgebleven planten (4) gedeelde planten (6) stekken (20)
2	Onbehandeld	-	-	1x besmetten	gedeelde planten (6) stekken (20)
3	Fy-taal (kaliumfosfiet)	1% oplossing	aangieten/ spuiten ¹ , wekelijks	1x besmetten	gedeelde planten (6) stekken (20)
4	Middel A	0.05 kg/ha	spuiten wekelijks	1x besmetten	gedeelde planten (6) stekken (20)
5	Onbehandeld	-	-	2x besmetten	overgebleven planten (4) gedeelde planten (6) stekken (20)
6	Fy-taal (kaliumfosfiet)	1% oplossing	aangieten, spuiten ¹ , wekelijks	2x besmetten	overgebleven planten (4) gedeelde planten (6) stekken (20)
7	Middel A	0.05 kg/ha	spuiten, wekelijks	2x besmetten	overgebleven planten (4) gedeelde planten (6) stekken (20)

¹ Zolang scheuten klein zijn aangieten, daarna als plant groter is spuiten.

Tabel 10. Tijdpad start bespuitingen en besmettingen.

	start bespuiting	1 ^e besmetting	2 ^e besmetting
overgebleven planten	wk 17 (24/4)	wk 22 (30/5)	wk 27 (5/7)
gedeelde planten	wk 17 (24/4)	wk 22 (30/5)	wk 27 (5/7)
stekken	wk 24 (11/6)	wk 27 (5/7)	wk 32 (9/8)

De besmetting met een suspensie van de bacteriën *Dickeya dianthicola* en *Pseudomonas* spp. is uitgevoerd op momenten met bewolkt, vochtig weer. Vooraf zijn de planten enigszins beschadigd om zo de bacteriën de gelegenheid te geven de planten binnen te dringen. Beide bacteriën waren afkomstig uit Sedum.

Waarnemingen

Vanaf het moment dat symptomen van bacterieziekte te zien waren, is wekelijks een beoordeling gedaan op de mate van aantasting van de planten. Voor de stekken is wekelijks het aantal aangetaste planten geteld. Tijdens de proef is gelet op afwijkingen aan het gewas die kunnen duiden op fytotoxiciteit.



Foto 9. Overzicht proefveld elicitorproef.

4.2 Resultaten elicitors

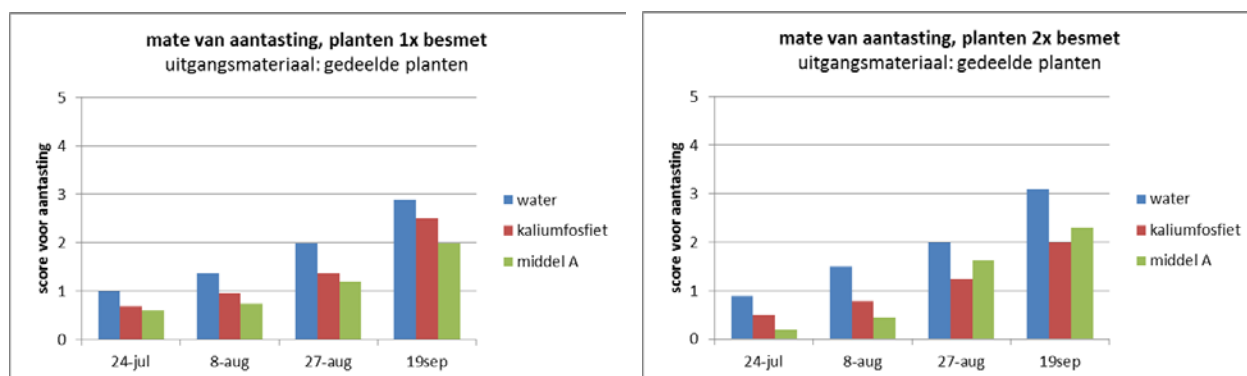
Op 16 juli zijn de eerste symptomen van bacterieziekte waargenomen. Zowel in de overgebleven planten als in de nieuwe gedeelde planten werden symptomen zichtbaar (foto). Binnen een behandeling verliep de aantasting grillig. Tot het eind van het seizoen konden zwaar zieke planten naast op het oog gezonde planten staan zonder zichtbaar verdere verspreiding.

In de stekken is het gehele seizoen maar weinig aantasting waargenomen, ondanks de besmetting die was aangebracht.



Foto 10. Symptomen van bacterieziekte in Sedum.

In figuur 3 is het verloop van de aantasting van gedeelde planten weergegeven. Zowel bij 1x besmette als bij 2x besmette planten neemt de aantasting in de loop van het seizoen in alle behandelingen toe. De behandelingen met kaliumfosfiet en middel A tonen steeds minder aantasting, maar statistisch zijn er geen verschillen tussen de behandelingen (tabel 11).



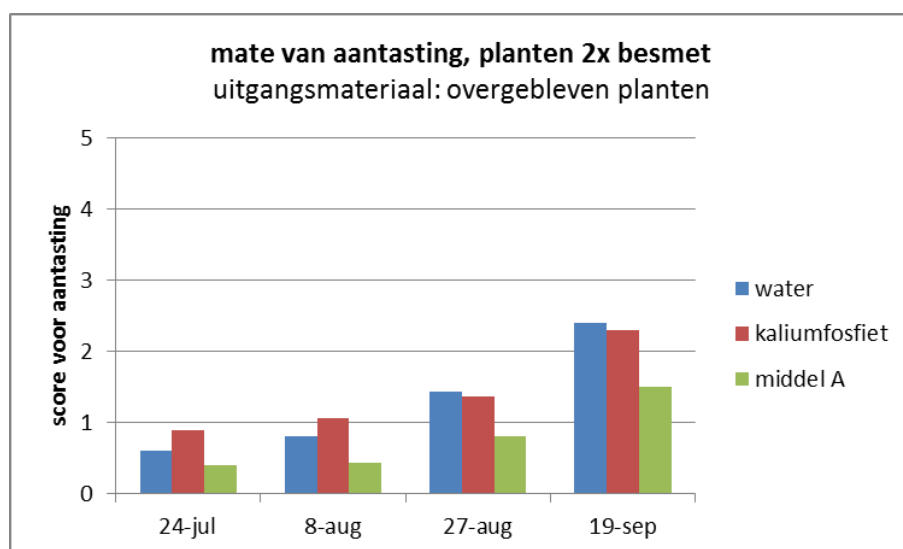
Figuur 3. De mate van aantasting van Sedum (gedeelde planten) in de loop van het seizoen na besmetting. Beoordelingsschaal 0 – 5: 0 = geen symptomen, 5 = gehele plant aangetast.

Tabel 11. Gemiddelde score voor de mate van aantasting van Sedum. Uitgangsmateriaal: gedeelde planten. Beoordelingsschaal 0 – 5: 0 = geen symptomen, 5 = gehele plant aangetast.

behandeling	besmetting	24-jul	8-aug	27-aug	19-sep
water	1x	1.0	1.4	2.0	2.9
kaliumfosfiet	1x	0.7	1.0	1.4	2.5
middel A	1x	0.6	0.8	1.2	2.0
water	2x	1.0	1.5	2.0	3.1
kaliumfosfiet	2x	0.5	0.8	1.3	2.0
middel A	2x	0.2	0.5	1.6	2.3
		ns ¹	ns	ns	ns

¹ ns = niet significant

Voor de planten die overgehouden waren van het onderzoek in 2012 neemt ook de aantasting in de loop van het seizoen toe (figuur 4). Deze planten werden in het algemeen minder ziek dan de gedeelde planten. Bij deze planten was het alleen bij middel A dat een vertraging in de mate van aantasting te zien was. In de behandeling met kaliumfosfiet was geen vertraging in de aantasting te zien. De behandelingen verschilden statistisch niet van elkaar (tabel 12).



Figuur 4. De mate van aantasting van Sedum (overgebleven planten) in de loop van het seizoen na besmetting. Beoordelingsschaal 0 – 5: 0 = geen symptomen, 5 = gehele plant aangetast.

Tabel 12. Gemiddelde score voor de mate van aantasting van Sedum. Uitgangsmateriaal: overgebleven planten. Beoordelingsschaal 0 – 5: 0 = geen symptomen, 5 = gehele plant aangetast.

behandeling	besmetting	24-jul	8-aug	27-aug	19-sep
water	2x	0.6	0.8	1.4	2.4
kaliumfosfiet	2x	0.9	1.1	1.4	2.3
middel A	2x	0.4	0.4	0.8	1.5
		ns ¹	ns	ns	ns

¹ ns = niet significant

In de stekken is het hele seizoen weinig aantasting van de bacteriën gezien, ondanks één of twee keer een besmetting te hebben toegediend. Op 19 september waren er slechts enkele planten die symptomen lieten zien (tabel 13).

Tabel 13. Aantal stekken (n=20) met symptomen van bacterieziekte

behandeling	besmetting	19-sep
water	1x	3
kaliumfosfiet	1x	1.5
middel A	1x	1.25
water	2x	1.5
kaliumfosfiet	2x	1.5
middel A	2x	1.5
		ns ¹

¹ ns = niet significant



Foto 11.
Proefveld op 11 juni met vooraan stekken, daarachter gedeelde planten en de daarachter de overgehouden planten van 2012.

4.3 Conclusies en discussie elicitors

In zowel overgehouden planten als gedeelde planten is een trend zichtbaar dat middel A een aantasting door bacteriën kan vertragen. In gedeelde planten had ook kaliumfosfiet een vertragende werking. Zowel kaliumfosfiet als middel A konden in dit onderzoek een aantasting niet geheel voorkomen. Zowel kaliumfosfiet als middel A doden bacteriën niet. Deze middelen stimuleren het natuurlijk afweermechanisme van de plant, waardoor planten niet aangetast worden door schimmels, bacteriën, virussen, insecten en nematoden. Een nadeel van plantweerbaarheidsmiddelen is dat ze meestal minder effectief zijn dan chemische gewasbeschermingsmiddelen. Voor bestrijding van bacterieziekten bestaat echter geen chemisch alternatief. Daartegenover hebben plantweerbaarheidsmiddelen ook voordelen: ze zijn breedwerkend en systemisch, het (eco)-toxicologisch risico is klein en er is nauwelijks resistentie tegen op te bouwen.

Middelen die plantweerbaarheid stimuleren zijn interessant voor toepassing in land- en tuinbouw.

De voordelen zijn:

- (Eco)-toxicologische risico's klein
- Breedwerkend en systemisch
- Moeilijk resistentie tegen op te bouwen

De nadelen zijn:

- Het tijdstip van toepassing is kritischer dan met chemische middelen, omdat afweermechanisme voldoende moet zijn aangeschakeld
- Ze zijn vaak minder effectief dan chemische middelen

Planten met voldoende weerbaarheid zijn minder gevoelig voor stress. Gezonde planten zijn weerbaarder tegen ziekten en plagen. Voor toepassing van elicitors is volledig ziektevrij uitgangsmateriaal van belang.