

# CATT voor de boomkwekerij – pilotproeven met sierheesterstek en vaste planten laten kansen voor de toekomst zien

Suzanne Lommen (PPO), Jan van Leijden (PPO), Casper Slootweg (PPO), Pieter van Dalssen (PPO), Fons van Kuik (PPO) en Jan Verschoor (FBR)

© 2012 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, Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit.

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

## In samenwerking met Food & Biobased Research, onderdeel van Wageningen UR

Adres : Postbus 17, 6700 AA Wageningen  
: Wageningen Campus, Bornse Weilanden 9, Wageningen  
Tel. : +31 317 – 48 00 84  
Fax : +31 317 – 48 30 11  
E-mail : [info.fbr@wur.nl](mailto:info.fbr@wur.nl)  
Internet : [www.fbr.wur.nl](http://www.fbr.wur.nl)

PPO Projectnummer: 32 340863 00  
PT Projectnummer: 14397



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

Adres : Professor van Slogterenweg 2  
: Postbus 85, 2160 AB Lisse  
Tel. : +31 252 – 46 21 21  
Fax : +31 252 – 46 21 00  
E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INTRODUCTIE .....	7
1.1 Knelpunten in plaagbestrijding in de boomkwekerij .....	7
1.2 Controlled Atmosphere Temperature Treatment .....	7
1.3 Dit onderzoek .....	8
2 PILOTPROEF CATT-BEHANDELING STEK VAN SIERHEESTERS .....	9
2.1 Introductie.....	9
2.2 Materiaal en methoden .....	9
2.3 Resultaten en conclusies .....	11
2.3.1 Buxus .....	11
2.3.2 Ilex .....	14
2.4 Discussie .....	14
2.4.1 Variatie in het effect van de CATT-behandeling .....	14
2.4.2 Perspectief van CATT voor stek van sierheesters .....	15
3 PILOTEXPERIMENT CATT-BEHANDELING VASTE PLANTEN .....	17
3.1 Introductie.....	17
3.2 Materiaal en methoden.....	17
3.2.1 Gewassen .....	17
3.2.2 CATT-behandelingen.....	18
3.2.3 Uitplanten en waarnemingen .....	19
3.3 Resultaten en conclusies .....	20
3.3.1 Astilbe .....	20
3.3.2 Geranium .....	22
3.3.3 Paeonia.....	23
3.3.4 Phlox .....	25
3.4 Discussie .....	26
3.5 Mening van de telers.....	27
3.6 Conclusie.....	27
4 AANBEVELINGEN .....	29



# Samenvatting

## ***Plagen in de boomkwekerij***

De afgelopen jaren doen zich steeds vaker fytosanitaire problemen voor in de boomkwekerijsector. Diverse plagen in houtige gewassen en vaste planten zijn moeilijk te bestrijden met de huidige methoden. Voor deze plagen moeten alternatieve bestrijdingsmethoden worden ontwikkeld die vroeg in de keten kunnen worden ingezet. Een start met schoon uitgangsmateriaal aan het begin van de teelt kan veel ellende voorkomen, vooral wanneer het moedermateriaal de bron van (exotische) plaagorganismen vormt.

Planten in de stekfase en planten in winterbewaring vormen de basis voor nieuwe teelten. Het is dus van belang dat deze vrij zijn van plagen. Op het moment is de bestrijding van plagen in deze fases echter niet afdoende. Bestrijding is voornamelijk gebaseerd op chemische middelen, waar diverse bezwaren aan kleven, en warmwaterbehandelingen, die echter niet voor alle gewassen geschikt zijn.

## ***Plagbestrijding met CATT***

In dit project hebben we het perspectief voor CATT-behandelingen (Controlled Atmosphere Temperature Treatment) voor boomkwekerijgewassen onderzocht. Deze methode combineert een CA-behandeling (gewijzigde lichtsamenstelling door aanpassing van CO<sub>2</sub>- en O<sub>2</sub>-condities) met een temperatuurbehandeling. Hiervoor wordt het plantmateriaal gedurende een bepaalde periode in een gasdichte cel bewaard. CATT-behandelingen zijn een duurzame vorm van plagbestrijding omdat er geen chemische middelen aan te pas komen en omdat er geringe kans is op resistentieontwikkeling van de plaagorganismen. Bovendien kan deze methode zeer snel in praktijk worden geïmplementeerd omdat deze geen wettelijke toelating behoeft. Zo zijn in korte tijd CATT-behandelingen ontwikkeld voor het bestrijden van plagen in aardbei, die nu succesvol in praktijk worden toegepast.

In dit project hebben we twee sierheesters in de stekfase (*Buxus sempervirens* en *Ilex altaclerensis*) en vier soorten vaste planten in de winterbewaring (*Astilbe japonica*, *Geranium sanguineum*, *Phlox paniculata*, *Paeonia officinalis*) behandeld en vergeleken met onbehandelde controles.

## ***Resultaten CATT-behandeling van sierheesterstek***

De stekjes werden in oktober bij een praktijkbedrijf volgens het huidige CATT-bestrijdingsprotocol tegen aardbeimijt in aardbeien behandeld (vertrouwelijke CA-omstandigheden, 48 uur, 35-36°C). Een deel van de planten was daarvoor in geperforeerd plastic verpakt, een ander deel werd onverpakt behandeld. Daarna werden de planten bij twee kwekers doorgeteeld. *Buxus* doorstond de behandeling zeer goed wanneer deze verpakt werd behandeld. In het materiaal van een van de kwekers werd lichte uitval (enkele dode stekjes) gevonden, het materiaal van de andere kweker vertoonde helemaal geen uitval. De beworteling was goed. *Ilex* kon niet goed tegen deze behandeling en vertoonde zware schade.

## ***Resultaten CATT-behandeling vaste planten***

De vaste planten werden in maart in een proefopstelling 48 uur blootgesteld aan vier verschillende CA-behandelingen, variërend in zwaarte, in combinatie met een temperatuurbehandeling van 35°C of 40°C. Na behandeling werden de planten direct in de vollegrond geplant. Na opkomst werden ze beoordeeld op opkomst en kwaliteit. De gewassen liepen geen schade op van de temperatuurbehandeling alleen. De combinatie van CA-behandelingen met 35°C werd door de meeste gewassen goed of zeer goed doorstaan.

Geranium liet helemaal geen verminderde opkomst zien. Astilbe ontwikkelde zelfs bloemen en nieuw blad, wat na een warmwaterbehandeling minder gebeurt. Over het algemeen was de kwaliteit wel minder in combinatie met een zwaardere CA-behandeling. Ook was er meestal meer kwaliteitsvermindering wanneer CA-behandelingen werden gecombineerd met 40°C. In sommige gewassen was de opkomst veel lager, in andere was de kwaliteit van de opgekomen planten minder. Dit kwaliteitsverschil werd in de loop van de tijd echter minder. Vooral Phlox ondervond veel schade van deze behandeling. Uit oriënterende wortelmonsters bleek een goede doding van wortelknobbelaaltjes bij CATT-behandelingen bij 40°C.

### ***Conclusies onderzoeksmethode***

De onderzoeksmethode van de vaste planten, waarbij de gewassen werden blootgesteld aan een serie van omstandigheden, is goed bruikbaar gebleken om het perspectief van CATT-behandeling voor een bepaald gewas mee in te schatten. Het blootstellen aan een enkel protocol, zoals dat bij de stekplanten is gebeurd, is veel minder informatief. Uit de resultaten blijkt dat het effect van de CATT-behandelingen wel voor ieder gewas opnieuw onderzocht moet worden. De gebruikte methode zou in de toekomst dus ingezet kunnen worden voor het screenen van andere gewassen. Zo zou het gewas Buxus ook op deze manier opnieuw kunnen worden beoordeeld. Tenslotte leverde het onderzoek nog adviezen voor vervolgonderzoek op, zoals het testen van meerdere herkomsten van eenzelfde gewas.

### ***Perspectief van CATT-behandeling voor de boomkwekerij***

Alles bij elkaar biedt dit onderzoek perspectief voor verdere ontwikkeling van CATT-behandelingen voor de boomkwekerijsector. Van de gewassen die in dit onderzoek zijn meegenomen, wordt veel perspectief gezien voor Geranium en Astilbe, en ook perspectief voor Paeonia. Vervolgonderzoek is nodig om de CATT-behandeling te optimaliseren, waarbij die omstandigheden worden gezocht waarbij er een dodend effect is op het plaagorganisme en het gewas de minste schade ondervindt.

# 1 Introductie

## 1.1 Knelpunten in plaagbestrijding in de boomkwekerij

De afgelopen jaren doen zich steeds vaker fyto-sanitaire problemen voor in de boomkwekerijsector. Diverse plagen in de boomkwekerij en vaste planten zijn moeilijk te bestrijden. Men kan hierbij denken aan mijten (algemeen voorkomende spintmijten, de steeds meer voorkomende weekhuidmijten begonia- en cyclamenmijt), aaltjes (bladaaltjes, stengelaaltjes, wortelknobbelaaltjes, wortellesieaaltjes) en insecten (trips, witte vlieg en boktor).

Dit heeft verschillende oorzaken:

- het arsenaal aan beschikbare chemische middelen wordt steeds verder beperkt
- bestaande middelen komen moeilijk op de goede plaats omdat de plaagorganismen een verscholen levenswijze hebben
- de middelen passen vanwege hun brede werking niet goed in een geïntegreerde bestrijding (bijv. Vertimec of Admire)
- er zijn herhaalde bespuitingen nodig om de plaag onder controle te krijgen
- een warmwaterbehandeling (koken tegen aaltjes) wordt weinig toegepast uit angst voor schade aan de gewassen

Plagen kunnen zich vervolgens via handel en transport snel verspreiden. Dit komt doordat planten over steeds grotere afstanden worden getransporteerd naar gebieden waar plagen nog niet eerder zijn voorgekomen. Ook vindt steeds meer uitwisseling van plantmateriaal plaats. Wereldwijd wordt voorheen een teelt van begin tot eind op een bedrijf uitgevoerd, tegenwoordig heeft men zich steeds meer gespecialiseerd in half-danwel eindproducten en vinden bepaalde teelthandelingen als sorteren vrijwel alleen nog in het buitenland plaats.

Om fyto-sanitaire problemen terug te dringen, moeten alternatieve bestrijdingsmethodes worden ontwikkeld die vroeg in de keten kunnen worden ingezet. Een start met schoon uitgangsmateriaal aan het begin van de teelt kan veel ellende voorkomen, vooral wanneer het moedermateriaal de bron van (exotische) plaagorganismen vormt. Omdat planten in de stekfase en in winterbewaring de basis vormen voor nieuwe teelten is het van belang dat deze vrij zijn van plagen. Op het moment is de bestrijding van plagen in deze fases echter niet afdoende. Bestrijding is voornamelijk gebaseerd op chemische middelen, waar bovengenoemde bezwaren aan kleven. Hoewel ook wel warmwaterbehandelingen worden uitgevoerd, zijn niet alle gewassen geschikt voor deze methode. Een alternatieve bestrijdingsmethode is dus gewenst.

## 1.2 Controlled Atmosphere Temperature Treatment

In de Nederlandse aardbeienteelt speelde een vergelijkbaar probleem toen in 2008 het gebruik van methylbromide werd uitgebannen. PPO AGV en Food & Biobased Research (FBR) van Wageningen UR hebben daarop in samenwerking met aardbeivermeerders de CATT-methode ontwikkeld (Controlled Atmosphere Temperature Treatment) ter bestrijding van de aardbeimijt. Deze methode combineert een CA-behandeling (gewijzigde luchtsamenstelling door aanpassing van CO<sub>2</sub>- en O<sub>2</sub>-condities) met een temperatuurbehandeling. Hiervoor wordt het plantmateriaal gedurende een bepaalde periode in een gasdichte cel bewaard. In onderzoek is een optimale combinatie van luchtsamenstelling en temperatuur gevonden waarin de aardbeimijt even effectief werd bestreden als door methylbromide, terwijl het

plantenmateriaal (uitgangsmateriaal voor de teelt) nauwelijks schade ondervond. Ondertussen is onderzoek opgestart naar de bestrijding van aaltjes in aardbeien via een CATT-methode. De aardbeiplanten blijken veel zwaardere behandelingen aan te kunnen dan aanvankelijk werd gedacht.

De positieve resultaten van een CATT-behandeling in de aardbeiplant bieden goede vooruitzichten voor toepassing van een CATT-behandeling in boomkwekerijgewassen en vaste planten omdat vergelijkbare plagen (mijten en aaltjes) een probleem vormen. Deze methode is bovendien een duurzame oplossing die bij kan dragen aan het verminderen van middelengebruik en de daarmee samenhangende ongewenste emissies. Tenslotte is het een alternatief voor warmwaterbehandelingen, waar een deel van de vaste planten niet tegen kunnen.

Planten in de stekfase en in winterbewaring vormen de basis voor nieuwe teelten en zijn daarom interessant voor een CATT-behandeling. Planten in de winterbewaring komen bovendien in aanmerking omdat ze in die fase fysiologisch gezien het meest in rust zijn. Zowel voor stek als planten in winterbewaring geldt dat een CATT-behandeling in die fase relatief eenvoudig kan worden ingepast in het logistieke proces. Stek is immers klein in volume en makkelijk te vervoeren, terwijl de planten in winterbewaring sowieso al opgeslagen liggen in een ruimte en nu soms een warmwaterbehandeling krijgen.

### 1.3 Dit onderzoek

Het is onduidelijk of een CATT-behandeling geschikt is voor bovenstaande gewassen. Voor een geslaagde CATT behandeling moet aan twee voorwaarden worden voldaan:

1. De gewassen moeten geen of een acceptabele mate van schade oplopen
2. De plaag moet worden gedood

In dit project is een eerste verkenning uitgevoerd naar de eerste voorwaarde. Er is in het najaar een pilotproef uitgevoerd met stek van sierheesters en in het voorjaar een pilotproef met vaste planten. In beide proeven werden de planten blootgesteld aan een of meerdere CATT-behandelingen, waarna ze op reguliere wijze werden doorgeteeld, om tenslotte te worden beoordeeld op kwaliteit.



## 2 Pilotproef CATT-behandeling stek van sierheesters

### 2.1 Introductie

In deze proef naar de CATT-behandeling van stek van sierheesters werd gekozen voor het gewas Buxus, om de volgende redenen:

- het grote belang van het gewas voor de sector
- de diverse problemen met plaagorganismen (buxusspint, buxusbladvlo, buxustopmijt en buxusmot)
- de verwachting dat dit taaie gewas een dergelijke behandeling zou kunnen doorstaan

Daarnaast werd een partijtje Ilex extra meegenomen in de proef.

Omdat het een verkenning betrof, werd het stekmateriaal behandeld bij een praktijkbedrijf volgens het huidige reguliere aardbeimijt-bestrijdingsprotocol.

### 2.2 Materiaal en methoden

Losse stekjes van een partij *Buxus sempervirens* en *Ilex altaclerensis* 'Golden King' werden eind oktober verzameld. Tabel 1 geeft de herkomst van het gewas weer, waarbij A en B twee verschillende stekbedrijven zijn.

Het stek werd verdeeld over drie verschillende behandelingen (Figuur 1):

- Transportcontrole: het gewas werd mee vervoerd tussen kweker en behandelaar, maar bij de behandelaar in de koelcel bewaard en niet behandeld
- CATT verpakt: het gewas werd in een plastic zak met gaten verpakt en zo blootgesteld aan de CATT-behandeling
- CATT onverpakt: het gewas werd in een gaaszakje bij elkaar gehouden en blootgesteld aan de CATT-behandeling

De CATT-behandeling werd uitgevoerd door een praktijkbedrijf volgens het aardbeimijtprotocol voor behandeling van aardbei-frigoplanten (48 uur, 35-36°C, CA-omstandigheden vertrouwelijk) (Figuur 2). Per herhaling werden 120 stekjes gebruikt. Het totaal aantal herhalingen voor elke partij staat weergegeven in Tabel 1. Daarnaast werden twee herhalingen van kweker A, die niet van het bedrijf af waren geweest, gebruikt als absolute controle voor het materiaal van deze partij.

Tabel 1. Herkomst en doorkweek van de partijen stek. A en B zijn twee verschillende stekbedrijven.

gewas	herkomst	stek staat bij	aantal herhalingen
Buxus	A	A	5
Buxus	B	A	2
Buxus	B	B	1
Ilex	B	B	1



*Figuur 1.* Behandelingen in de pilotproef met stek. Het getoonde materiaal is buxus.



*Figuur 2.* CATT-behandeling bij een praktijkbedrijf (links) en de doorkweek van de stekken bij een stekkenkweker (rechts).

Het materiaal werd na behandeling bij een van de kwekers op het bedrijf doorgekweekt (zie Tabel 1). Het materiaal dat bij kweker A werd doorgekweekt, werd per herhaling in een 104-gaats trays gestoken. De trays werden willekeurig door elkaar gezet (Figuur 2) en gedurende 5 maanden gevolgd, tot het moment dat de stekjes normaal gesproken opgepot zouden worden. De trays werden regelmatig door de eigenaar beoordeeld op uitval. Een stekje werd als 'uitgevallen' beschouwd, wanneer het bovengrondse gedeelte dood was (te herkennen aan bruinwording). Aan het eind van de 5 maanden vond de laatste beoordeling op

uitval plaats en werden de stekjes door een onafhankelijke onderzoeker beoordeeld op beworteling. Daarvoor werden van elke herhaling willekeurig 10 stekjes uit de middelste twee rijen van de tray getrokken en gescoord op de mate van beworteling (0: geen wortels; 1: wortels tot 1 cm; 2: wortels > 1 cm maar niet tot de bodem; 3: wortels vormen een onvolledig of uiteenvallend kluitje; 4: wortels vormen een tot de bodem intact blijvend kluitje) (Figuur 3). Ook werd ter plaatse een discussie over de resultaten georganiseerd tussen beide kwekers en de behandelaar. Het materiaal dat bij kweker B werd doorgekweekt, betrof slechts een enkele herhaling. Na 4 weken werd het door de kweker beoordeeld en gefotografeerd.



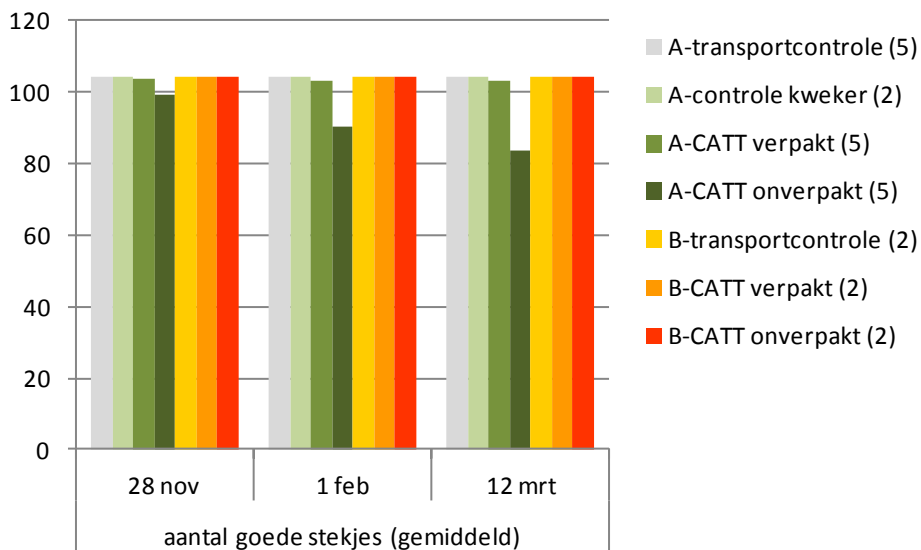
Figuur 3. Index die is gebruikt ter beoordeling van de beworteling.

## 2.3 Resultaten en conclusies

### 2.3.1 Buxus

De belangrijkste resultaten komen van het materiaal dat bij kweker A is doorgekweekt. Hier zijn namelijk de meeste herhalingen van beide kwekers doorgekweekt, waardoor toeval een minder grote rol speelt in de resultaten. De uitval van stekjes buxus die bij kweker A werden doorgekweekt, staat weergegeven in Figuur 4. Opvallend genoeg is er alleen uitval bij materiaal van kweker A, niet bij dat van kweker B. Vier weken na behandeling (op 28 november), het eerste moment van waarnemen na de behandeling is schade zichtbaar. Met name de jonge topjes zijn uitgevallen. Het aantal uitgevallen stekjes neemt gedurende de teelt toe. Vijf maanden na behandeling is de uitval in het materiaal van kweker A dat de CATT-behandeling verpakt heeft ondergaan, 1%, terwijl het materiaal dat onverpakt heeft blootgestaan aan diezelfde CATT-behandeling, voor 19% is uitgevallen. Dit geeft aan dat het materiaal beter tegen de CATT-behandeling bestand is, wanneer het in plastic wordt verpakt.

Laten we de groepen die uitval vertonen, eens nader bekijken. Bijlage 1 geeft het exacte aantal uitgevallen stekjes voor elke tray weer. Het is opvallend dat de trays onderling veel verschil vertonen. In beide groepen zitten immers trays die geen enkele uitval vertonen!



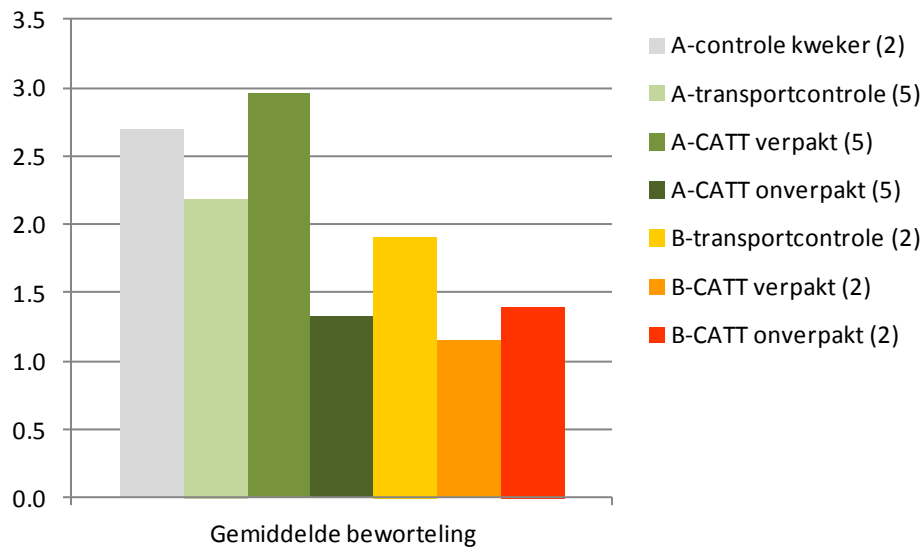
*Figuur 4.* Uitval van buxusstek doorgekweekt bij kweker A. Balkjes geven het gemiddeld aantal goede stekjes weer per groep per tray (totaal 104). De legenda geeft aan waar het materiaal vandaan kwam (kweker A in groenige kleuren, kweker B in oranje-achtige kleuren), welke behandeling het materiaal had ondergaan, en het aantal herhalingen waarvan het gemiddelde wordt weergegeven (aantal tussen haakjes).

Na vijf maanden werd de beworteling beoordeeld. Figuur 5 geeft de gemiddelde beworteling van elke groep weer. Het materiaal van kweker A lijkt slechter te bewortelen na onverpakte CATT-behandeling, maar niet na verpakte CATT-behandeling, dan de controlegroepen. Figuur 6 laat de bijbehorende foto's zien. Bijlage 1 geeft de gedetailleerde resultaten per tray weer. Daaruit wordt duidelijk dat de trays die veel uitval van stekjes vertoonden, ook het slechtste waren beworteld (de uitgevallen stekjes werden hierbij niet meegerekend).

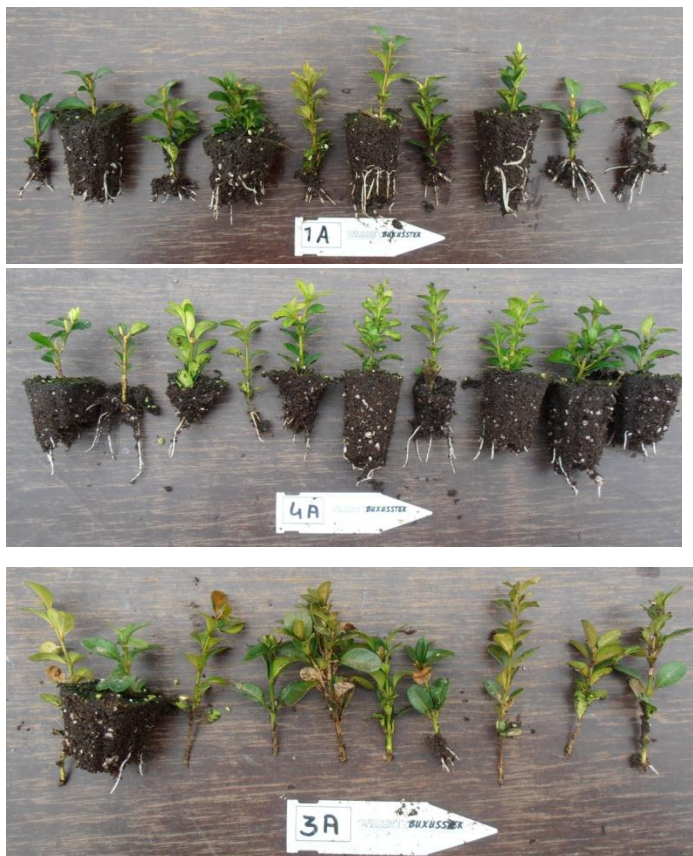
Het materiaal van kweker B is over het algemeen minder goed beworteld dan dat van kweker A. Interessant, want dit materiaal liet bovengronds juist geen enkele uitval zien in de nakweek bij kweker A. Een CATT-behandeling bij materiaal B lijkt de beworteling iets te verminderen, zowel bij verpakt als onverpakt materiaal. (Figuur 5). De aantallen herhalingen zijn echter te klein om deze trend met zekerheid vast te stellen.

Kweker B heeft zelf een tray per behandeling op eigen bedrijf verder gekweekt. De resultaten hiervan staan in Bijlage 1. Opvallend is dat de buxus hier ontzettend veel uitval vertoont, terwijl geen enkele uitval werd vertoond van hetzelfde materiaal dat bij kweker A werd doorgeteeld.





*Figuur 5.* Gemiddelde beworteling van bususstek doorgekweekt bij kweker A, 5 maanden na behandeling. Balkjes geven de gemiddelde beworteling aan (0: geen wortels; 1: wortels tot 1 cm; 2: wortels > 1 cm maar niet tot de bodem; 3: wortels vormen een onvolledig of uiteenvallend kluitje; 4: wortels vormen een tot de bodem intact blijvend kluitje). De legenda geeft aan waar het materiaal vandaan kwam (kweker A in groenige kleuren, kweker B in oranje-achtige kleuren), welke behandeling het materiaal had ondergaan, en het aantal herhalingen waarvan het gemiddelde wordt weergegeven (aantal tussen haakjes).

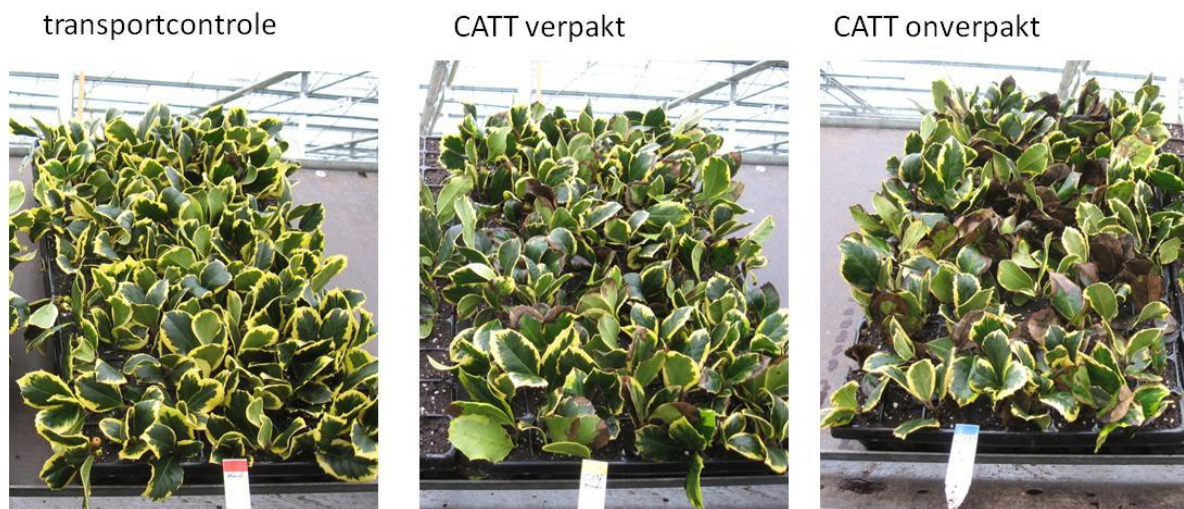


*Figuur 6.* Beworteling van de bususstek die bij kweker A is doorgekweekt. Elke foto laat een monster van een bepaalde tray zien. Boven: controle materiaal van kweker A; midden: materiaal van kweker A na verpakte CATT-behandeling; onder: materiaal van kweker A na onverpakte CATT-behandeling.

## 2.3.2 Ilex

**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** laat de effecten van de CATT-behandeling op Ilex zien, 4 weken na ehandeling. Deze specifieke CATT-behandeling geeft in dit partij van dit gewas duidelijke schade, in de vorm van bruine bladeren. Deze schade lijkt erger in het onverpakte materiaal.

Omdat het hier slechts een enkele herhaling betreft, kunnen er niet te veel conclusies aan worden verbonden. De resultaten suggereren wel dat Ilex gevoeliger is voor de behandeling dan Buxus.



Figuur 7 Ilex, 4 weken na de diverse behandelingen.

## 2.4 Discussie

### 2.4.1 Variatie in het effect van de CATT-behandeling

De resultaten laten op meerdere niveau's veel variatie in het effect van de CATT-behandeling zien. Hoewel het een pilotproef met een klein aantal herhalingen betreft, lijkt er een effect te zijn van:

- **Gewas:** Buxus lijkt beter bestand tegen deze specifieke CATT-behandeling (volgens het aardbeimijtprotocol voor behandeling van aardbei-frigoplanten) dan Ilex. Dit suggereert dat niet alle gewassen hetzelfde reageren op dezelfde behandeling. Hier moet rekening mee worden gehouden wanneer CATT voor de praktijk verder wordt onderzocht en ontwikkeld.
- **Omstandigheden na behandeling:** het stek van kweker B doet het beter bij kweker A dan bij kweker B. Dit hangt waarschijnlijk samen met de andere omstandigheden bij beide kwekers, zoals het aantal uur tussen de behandeling en het stek maken en de klimaatomstandigheden. Waarschijnlijk is het stek na behandeling gevoeliger voor deze omstandigheden. Het controlemateriaal zag er bij beide kwekers namelijk vergelijkbaar goed uit. Uit ervaring met de aardbeiplanten blijkt dat het ook erg belangrijk is dat plantenmateriaal na behandeling zo snel mogelijk wordt verwerkt of opgeslagen.
- **Herkomst:** het Buxusstek van kweker A reageert net wat anders dan dat van kweker B, wanneer beide na behandeling worden doorgeweekt bij kweker A. Het Buxusstek van kweker A vertoont

alleen uitvallende stekjes en een verminderde beworteling wanneer planten onverpakt aan de CATT-behandeling zijn blootgesteld. Het stek van kweker B vertoont helemaal geen uitvallende stekjes na de CATT-behandeling, maar heeft mogelijk wel een iets slechtere of tragere beworteling na CATT-behandeling. Dit kan te maken hebben met verschillende omstandigheden waaronder het stek bij beide kwekers tot stand is gekomen, zoals verschillen in klimaat en toevoegingen van voedingsstoffen.

- **Verpakking tijdens behandeling:** Wanneer schade na CATT-behandeling optreedt, lijkt deze over het algemeen minder erg bij stekken die tijdens de CATT-behandeling in geperforeerd plastic zijn verpakt, dan die onverpakt werden behandeld. De kwekers gaven aan dat de schade in de onverpakt behandelde stekken in deze proef onacceptabel was. Het microklimaat in deze verpakte stekjes is anders, met name de RV zal in de verpakking zal hoger zijn geweest. Belangrijk is ook dat de luchtstroomsnelheid direct langs het product lager ligt in een verpakking. Een combinatie van hogere RV en lagere luchtstroomsnelheid zorgt voor minder vochtverlies (=uitdroging), ook in de fase voor en na de CATT-behandeling zelf. In een proef als deze met beperkte productvolumes spelen temperatuurverschillen waarschijnlijk geen rol van betekenis. Ook is niet te verwachten dat de CA condities (percentage zuurstof en koolstofdioxide) erg anders zijn in een geperforeerde verpakking, omdat gasuitwisseling via de gaten in het plastic relatief goed is. De verwachting is dat de kleine verschillen in CA-condities die zouden kunnen ontstaan geen grote fysiologische impact hebben. De negatieve effecten van niet verpakken wijzen dan ook vooral op het belang van beheersing van uitdroging tijdens behandeling. Het gewichtsverlies door uitdroging zou in een vervolgonderzoek kunnen worden gemeten, bv door gewichtsverliesbepaling.

De variatie die tussen de verschillende herhalingen binnen sommige groepen werden waargenomen, met name in de stek van kweker A die onverpakt aan de CATT-behandeling werd blootgesteld, zijn niet goed verklaarbaar. Ook zijn er enorme verschillen tussen individuele stekjes binnen een tray. Deze variatie laat zien dat niet alle planten onder de behandeling lijden.

#### 2.4.2 Perspectief van CATT voor stek van sierheesters

Het is van belang om deze resultaten in perspectief te zien. Er is een hele specifieke CATT-behandeling uitgevoerd, die is ontwikkeld voor de bestrijding van aardbeimijt in aardbei frigoplanten. Dit is een combinatie van een bepaalde concentratie zuurstof met een bepaalde concentratie koolstof bij een temperatuur van 35-36 graden Celsius gedurende 48 uur. De resultaten laten zien dat Buxus deze behandeling goed kan doorstaan wanneer deze in geperforeerde plastic zakken worden verpakt en na behandeling op een bepaalde manier wordt behandeld (stek bij kweker A leek het beter te doen dan datzelfde stek bij kweker B). De beworteling is zelfs uitstekend na behandeling. De variatie die er binnen trays en tussen herhalingen in Buxus werd waargenomen, waarbij er vele individuele stekjes zijn die deze CATT-behandeling goed hebben doorstaan, laat zien dat er ruimte is voor verdere ontwikkeling van een optimale CATT-behandeling voor Buxus. Daarbij moet wel worden uitgezocht of er een dodend effect is op de beoogde plagen.

De resultaten suggereren ook dat Ilex deze omstandigheden minder goed doorstaat dan Buxus. Deze resultaten zeggen echter niks over de *reeks* van omstandigheden waaronder de geteste gewassen een CATT-behandeling kunnen doorstaan. Er zijn vele combinaties van de factoren zuurstofconcentratie, koolstofdioxideconcentratie, temperatuur en blootstellingsduur mogelijk. Wellicht zijn daar combinaties bij die Ilex ook goed zou doorstaan.

Een CATT-behandeling voor stekken in de boomkwekerij is voornamelijk interessant voor de bestrijding van insecten en mijten. Aaltjes spelen veel minder een rol, alleen bladaaltjes in bijv. Lavendel en Buddleja.



## 3 Pilotexperiment CATT-behandeling vaste planten

### 3.1 Introductie

In de vaste planten vormt de bestrijding van aaltjes een knelpunt. De belangrijkste aaltjes zijn wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*), wortelstiepaaltje (*Pratylenchus penetrans*) en bladaaltje (*Aphelenchoides ritzemabosii/fragariae*). Deze kunnen soms met een warmwaterbehandeling goed worden bestreden, maar veel vaste planten zijn gevoelig voor deze behandeling. Een alternatieve behandeling is dus gewenst. Uit pilotproeven in aardbei blijkt het wortelknobbelaaltje goed te kunnen worden bestreden bij een CATT-behandeling waarbij de temperatuur 40 graden Celsius is.

### 3.2 Materiaal en methoden

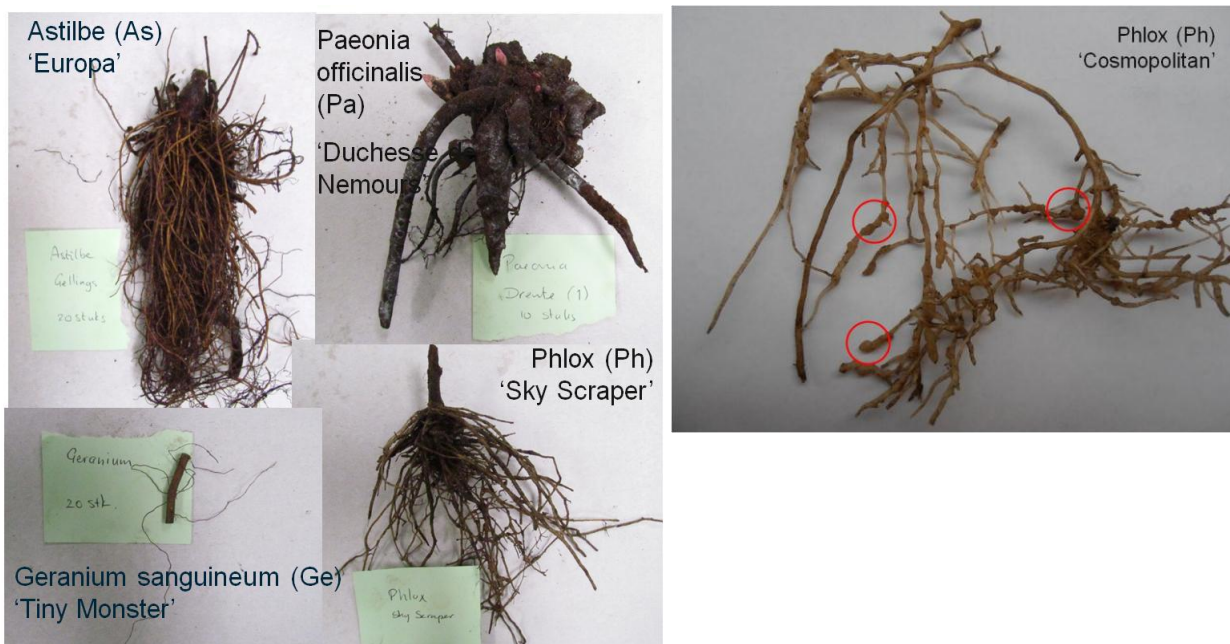
#### 3.2.1 Gewassen

Samen met de begeleidingscommissie is een keuze gemaakt voor de te toetsen gewassen en cultivars. Daarbij is gekozen voor gewassen die belangrijk zijn in de boomkwekerij en die last hebben van plaagorganismen (in dit geval allemaal van een of meerdere soorten aaltjes).

De gewassen, en per gewas (Figuur 8):

- *Astilbe japonica* 'Europa': gescheurd materiaal met 1-2 neuzen
- *Geranium sanguineum* 'Tiny Monster': wortelstek van een paar centimeter lang
- *Paeonia officinalis* 'Duchesse de Nemours': plantgoed met 3-5 neuzen
- *Phlox paniculata* 'Sky Scraper': gescheurd plantgoed
- *Phlox paniculata* 'Cosmopolitan': gescheurd wortelstek of plantgoed besmet met wortelknobbelaaltjes

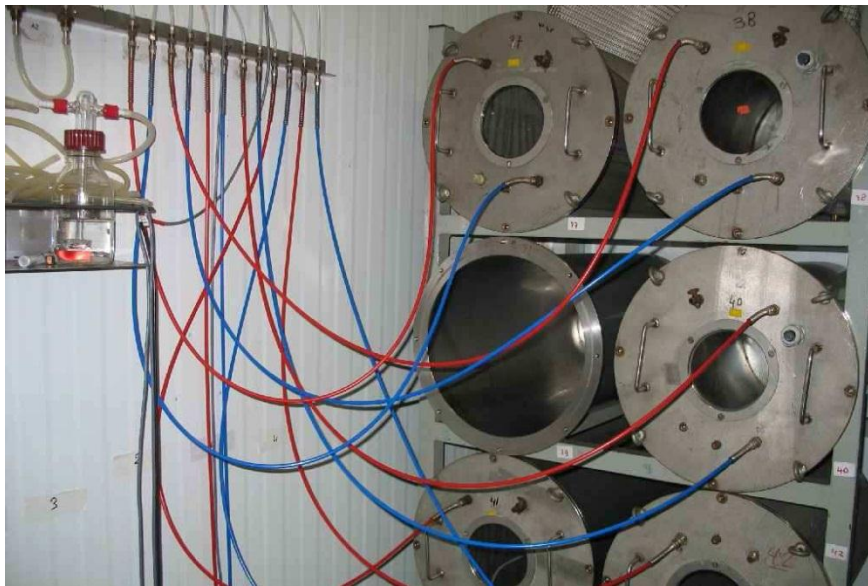
Van elk cultivar werden twee partijen met een verschillende herkomst verzameld, behalve van *Geranium sanguineum* en *Phlox* 'Cosmopolitan'. Het materiaal werd begin februari bij diverse kwekers opgehaald en vervolgens in een gezamenlijke koelcel bij PPO bij 0,5°C bewaard.



Figuur 8. Materiaal van de gekozen vaste planten dat werd behandeld in de proef. In Phlox 'Cosmopolitan' zijn de knobbels in de wortels zichtbaar, waarvan er een paar in rood zijn omcirkeld.

### 3.2.2 CATT-behandelingen

Omdat vaste planten in winterrust liggen opgeslagen, is een CATT-behandeling in deze periode waarschijnlijk het minst schadelijk voor het gewas en ook het beste praktisch uitvoerbaar. In dit onderzoek is gekozen voor een behandeling aan de planten aan het einde van de winterrust, waarna de planten direct zijn uitgeplant in de vollegrond. Op dat moment zou een warmwaterbehandeling ook de minste schade geven. Half februari waren alle planten ontdooid en werden ze verdeeld over de behandelingen. Dit keer werd ervoor gekozen om een reeks van CATT-behandelingen uit te voeren onder geconditioneerde omstandigheden op een onderzoeksinstituut (Food Biobased Research, WUR) (Figuur 9). In totaal werden 4 CA condities gekozen, oplopend in zwaarte van de behandeling van CA1 tot CA4 door een afnemende zuurstofconcentratie en een toenemende koolstofdioxideconcentratie<sup>1</sup>. Alle CA-behandelingen werden gecombineerd met zowel 35°C (de temperatuur van het huidige aardbeimijtprotocol) als met 40°C (de temperatuur die in pilotproeven in combinatie met bepaalde CA-condities wortelknobbelaaltje in aardbei doodt) en gedurende 48 uur uitgevoerd (Figuur 9). Voor en na de CA-behandeling werd het materiaal gekoeld in een koelcel bij 0.5°C bij hoge RV. Daarnaast werd een transportcontrole uitgevoerd, waarbij het materiaal wel naar van en naar het onderzoeksinstituut werd vervoerd maar daar bij lage temperatuur (0.5°C) onder normale luchtomstandigheden werd bewaard, en een bewaarcontrole, waarbij het materiaal in Lisse bij 2°C onder normale luchtomstandigheden werd bewaard. Alle behandelingen werden in tweevoud uitgevoerd, d.w.z. in twee verschillende behandelunits, behalve voor Paeonia, waarvoor geen herhalingen werden uitgevoerd. Per herhaling werden 10 planten gebruikt. Van het met wortelknobbelaaltje besmette cultivar *Phlox* 'Cosmopolitan' werden extra planten meebehandeld om het effect op de aaltjes te kunnen onderzoeken. Direct na de behandeling werden de levende aaltjes in deze planten geteld door ze met behulp van een mistkamer uit het plantenmateriaal te verdrijven.



35C
35C + CA1
35C + CA2
35C + CA3
35C + CA4
40C
40C + CA1
40C + CA2
40C + CA3
40C + CA4

*Figuur 9.* Opstelling waarin de CATT-behandelingen werden uitgevoerd (links) en de verschillende condities (rechts).

### 3.2.3 Uitplanten en waarnemingen

Binnen twee dagen na de CATT-behandeling werden de planten teruggebracht naar PPO, waar ze diezelfde dag of de dag erna werden geplant in de vollegrond. Alle planten werden per herkomst in een blok geplant. De 10 planten van een herhaling werden op een rij geplant, maar de herhalingen werden willekeurig door elkaar geplant (Figuur 10). Tien weken na de behandeling werden alle gewassen beoordeeld, behalve de Geranium die pas na 12 weken werd beoordeeld. Onderstaande eigenschappen werden als volgt gescoord wanneer van toepassing:

#### Aantal (alleen bij Geranium)

Aantal opgekomen planten (van de 10)

#### Opkomst (bij Astilbe, Paeonia en Phlox)

- 1: rij is volledig opgekomen
- 2: enkele planten ontbreken
- 3: de helft van de planten ontbreekt
- 4: slechts enkele planten opgekomen
- 5: niets opgekomen

#### Kwaliteit (alleen van de opgekomen planten)

- 1: groei van alle planten goed en gelijkmatig
- 2: ongelijkmatige groei
- 3: planten zijn allen korter

#### Bloem (alleen van de opgekomen planten)

- 1: alle planten hebben bloemen
- 2: enkele planten hebben boemen

3: geen enkele plant heeft bloemen



Figuur 10. Uitplanten van alle behandelingen in de vollegrond.

Vijftien weken na planten (half juni) werden de resultaten op het veld bekeken en bediscussieerd met een aantal van de kwekers die materiaal hadden geleverd, een aantal kwekers uit de begeleidingscommissie, en een afgevaardigde van het bedrijf dat de CATT-behandeling van de stek had uitgevoerd.

## 3.3 Resultaten en conclusies

### 3.3.1 Astilbe

#### **Resultaten en conclusies**

De opkomst, kwaliteit van de opgekomen planten en de aanwezigheid van bloemen 10 weken na behandeling staan weergegeven in Tabel 2. Hieruit valt op te maken dat:

- Partijen verschillen in hun gevoeligheid (Astilbe 2 heeft een betere kwaliteit na behandeling dan Astilbe 1)
- Alleen een temperatuurbehandeling (35C of 40C) geen probleem is
- 35C + CA wordt goed doorstaan door Astilbe 2, maar Astilbe 1 vertoont lichte kwaliteitsvermindering
- 40C + CA geeft verminderde opkomst en kwaliteit

Na vijftien weken vonden de kwekers dat de planten er erg goed bij stonden, ze leken zelfs in hun ontwikkeling voor te lopen op de praktijk. De verschillen tussen de behandelingen waren zwart-witter geworden: enkele rijen waren volledig uitgevallen, maar de andere stonden er allemaal erg goed bij. De verschillen tussen de twee partijen waren wel nog steeds zichtbaar: Astilbe 2 stond voller in het blad dan Astilbe 1 (Figuur 11). Opvallend was het grote aantal bloemen aan de opgekomen planten (Figuur 11). De



telers waren hier positief door verrast. Ook vonden ze het erg positief dat de planten niet alleen veel bloemen hadden, maar tegelijkertijd al zo vol in nieuw blad zaten.

*Tabel 2.* Resultaten van Astilbe na 10 weken. Scores zijn gemiddelden van twee herhalingen, en een herhaling bestond uit tien geplante eenheden. Scores zoals beschreven in 3.2.3.

Behandeling	Astilbe 1			Astilbe 2		
	Opkomst	Kwaliteit	Bloem	Opkomst	Kwaliteit	Bloem
35C	1.0	1.5	1.5	1.0	2.0	1.5
35C + CA1	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0
35C + CA2	1.5	2.0	1.5	1.0	1.5	1.5
35C + CA3	1.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.0
35C + CA4	2.0	2.5	1.5	1.0	1.5	1.0
40C	2.0	1.5	1.0	1.0	1.5	2.0
40C + CA1	4.0	3.0	2.0	2.0	1.5	2.0
40C + CA2	4.5	3.0	3.0	3.0	2.5	1.5
40C + CA3	4.5	3.0	2.0	2.0	2.5	2.5
40C + CA4	5.0			4.5	3.0	2.0
controle bewaring	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.5
controle transport	1.5	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5
<b>totaal</b>	<b>2.5</b>	<b>2.0</b>	<b>1.6</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.6</b>

### Perspectief

Astilbe heeft naast aaltjes ook last van taxuskever (*Otiorynchus sulcatus*). Door een warmwaterbehandeling kan tuxuskever goed, en aaltjes redelijk maar niet volledig worden bestreden. Een warmwaterbehandeling van 1 uur 43,5°C is momenteel verplicht voor de export naar de VS. De telers waren verrast over het feit dat de planten zo veel bloemen hadden. Bij een warmwaterbehandeling komt er datzelfde jaar geen bloem aan de plant, waardoor deze planten niet hetzelfde jaar als visueel aantrekkelijk product verkocht kunnen worden. Zodoende waren de kwekers erg enthousiast over de mogelijkheden voor CATT-behandelingen in dit gewas. In vervolgonderzoek zou het effect op de plaagorganismen onderzocht moeten worden.





*Figuur 11.* Astilbe op het veld, 15 weken na planten (half juni). Boven: de twee partijen, elk in hun eigen blok aangeplant, verschillen in volume. Onder: Astilbe staat volop in bloei.

### 3.3.2 Geranium

#### **Resultaten en conclusies**

Geranium groeide langzaam en werd zodoende alleen gescoord op opgekomen planten. Tabel 3 geeft het aantal opgekomen planten weer. Er waren geen duidelijke verschillen tussen de behandelingen, alle CATT-behandelingen werden goed doorstaan. Er waren ook geen verschillen in de kwaliteit van de plantjes te zien. Volgens de kwekers stond de Geranium er na 15 weken in het algemeen goed bij (foto bij Tabel 3). Een slaging van 90%, zoals in het experiment werd waargenomen, is gangbaar voor wortelstek.

#### **Perspectief**

Dit resultaat is zeer veelbelovend voor de toepassing van een CATT-behandeling van Geranium tegen aaltjes. Zeker omdat Geranium over het algemeen juist erg gevoelig is voor een warmwaterbehandeling.

Tabel 3. Resultaten van Geranium na 12 weken. Scores zijn gemiddelden van twee herhalingen, en een herhaling bestond uit tien geplante eenheden. Scores zoals beschreven in 3.2.3. Foto van geranium op het veld 15 weken na behandeling (half juni).

## Geranium

Behandeling	Aantal
35C	9
35C + CA1	9.5
35C + CA2	9
35C + CA3	10
35C + CA4	8.5
40C	8
40C + CA1	9
40C + CA2	10
40C + CA3	10
40C + CA4	8
controle bewaring	9.5
controle transport	9
<b>totaal</b>	<b>9.2</b>



### 3.3.3 Paeonia

#### Resultaten en conclusies

De resultaten (Tabel 4) laten zien dat:

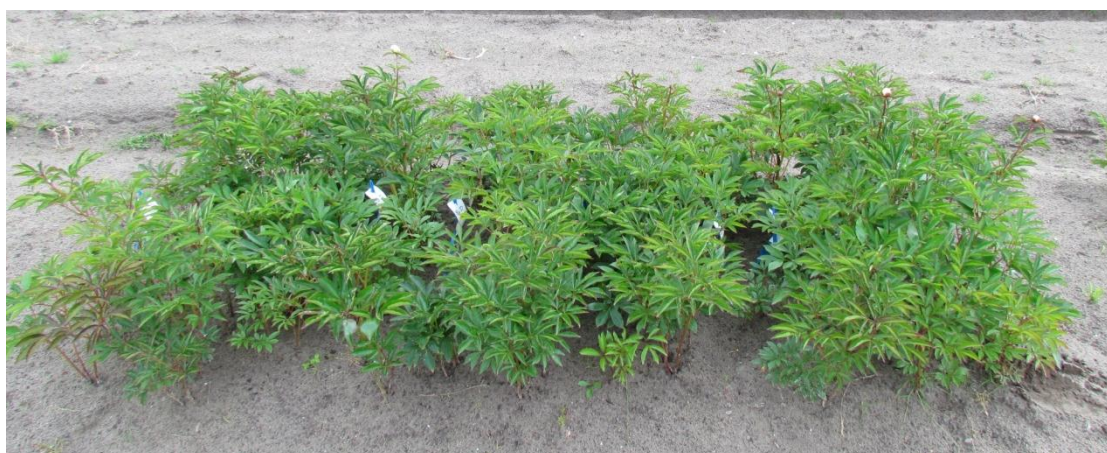
- er verschillen zijn tussen partijen (controle Paeonia 1 beter dan Paeonia 2)
- 35C of 35+CA geen kwaliteitsverlies geeft
- 40C nauwelijks kwaliteitsverlies geeft
- 40C + CA2 goed wordt doorstaan
- 40C + CA1/3/4 minder goed worden doorstaan

Op de planten van de zwaarste behandelingen na, zijn de kwaliteitsverschillen 15 weken na behandeling nagenoeg verdwenen (Figuur 12). Kwekers oordeelden dat de planten er op dat moment erg goed bij stonden, zeker voor een voorjaarsbeplanting. Er zijn niet veel bloemen, maar dat is normaal. De enkele bloemen lijken met name voor te komen in de controlebehandelingen of behandeling bij 35°C.



Tabel 4. Resultaten van Paeonia na 10 weken. Scores vertegenwoordigen een herhaling van tien geplante eenheden. Scores zoals beschreven in 3.2.3.

Behandeling	Paeonia 1		Paeonia 2	
	Opkomst	Kwaliteit	Opkomst	Kwaliteit
35C	1.0	1.0	1.0	2.0
35C + CA1	1.0	1.0	2.0	1.0
35C + CA2	1.0	1.0	2.0	1.0
35C + CA3	1.0	2.0	1.0	1.0
35C + CA4	1.0	1.0	2.0	2.0
40C	1.0	2.0	1.0	1.0
40C + CA1	2.0	3.0	2.0	3.0
40C + CA2	1.0	2.0	2.0	3.0
40C + CA3	4.0	2.0	4.0	3.0
40C + CA4	3.0	3.0	4.0	3.0
controle bewaring	1.0	1.0	3.0	2.0
controle transport	1.0	1.0	2.0	2.0
<b>totaal</b>	<b>1.5</b>	<b>1.7</b>	<b>2.2</b>	<b>2.0</b>



Figuur 12. Een van de partijen Paeonia op het veld, 15 weken na planten (half juni). De rijen zijn van de zijkant gefotografeerd. Enkele rijen die er leeg uit zien representeren de zwaarste CA-behandelingen bij 40°C. Hier zijn de planten niet opgekomen. Tussen de rijen waarin de planten wel zijn opgekomen zijn er nu nog maar weinig kwaliteitsverschillen waarneembaar. Een enkele plant heeft bloemen, dit komt vooral voor in de controlebehandelingen.

### Perspectief

Pioenen hebben met name last van aaltjes en soms van de slawortelboorder, *Pharmacis lupulina*, een nachtvlinder. Aaltjes worden momenteel met een warmwaterbehandeling bestreden, en ook de slawortelboorder wordt hiermee goed bestreden, maar dit geeft kans op bloemverlies. In de praktijk worden daarom vaak lagere temperaturen toegepast, dus minder effectief. In eventueel vervolgonderzoek is het belangrijk uit te zoeken of de behandeling effect heeft op de bloemontwikkeling.



### 3.3.4 Phlox

#### Resultaten en conclusies

Tenslotte laat Tabel 5 de resultaten van Phlox zien. Hieruit blijkt dat:

- er verschillen zijn tussen partijen (Phlox 3 is het minst gevoelig voor de behandelingen)
- er grote verschillen zijn tussen de behandelingen (Figuur 13)
- 35C geen kwaliteitsverlies geeft
- 35C + CA weinig kwaliteitsverlies geeft in Phlox 3, meer in Phlox 1 en 2
- 40C weinig kwaliteitsverlies geeft
- 40C + CA extreem veel kwaliteitsverlies geeft in alle partijen

De telers vonden dat het gewas er na 15 weken erg ongelijk bij stond en ook achter leken te lopen ten opzichte van de praktijk.

Tabel 5. Resultaten van Phlox na 10 weken. Scores vertegenwoordigen twee herhalingen, elke herhaling bevat tien geplante eenheden. Scores zoals beschreven in 3.2.3.

Behandeling	Phlox 1 (Cosmopolitan)		Phlox 2 (Sky Scraper)		Phlox 3 (Sky Scraper)	
	Opkomst	Kwaliteit	Opkomst	Kwaliteit	Opkomst	Kwaliteit
35C	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
35C + CA1	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0
35C + CA2	2.0	2.5	1.0	1.0	1.0	1.0
35C + CA3	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.0
35C + CA4	3.0	2.0	2.0	3.0	1.5	2.0
40C	1.5	1.5	1.5	2.0	1.0	1.0
40C + CA1	3.5	2.0	3.5	3.0	4.0	3.0
40C + CA2	4.5	2.0	5.0		4.5	2.0
40C + CA3	5.0		4.5	1.0	5.0	
40C + CA4	4.5	3.0	5.0		5.0	
controle bewaring	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
controle transport	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>totaal</b>	<b>2.6</b>	<b>1.7</b>	<b>2.4</b>	<b>1.6</b>	<b>2.3</b>	<b>1.4</b>



*Figuur 13.* Een van de partijen Phlox op het veld, 15 weken na planten (half juni). De rijen zijn van de zijkant gefotografeerd. Er is veel variatie tussen de behandelingen. Rijen zonder label zijn de controlebehandelingen (transport of bewaring), rijen met een groen label hebben een van de behandelingen bij 35°C gehad, rijen met een oranje label een van de behandelingen bij 40°C.

Extra monsters, elk bestaande uit enkele planten met symptomen van wortelknobbelaaltjes, werden beoordeeld op de aanwezigheid van levende aaltjes. Tabel 6 laat de resultaten hiervan zien. In de controlebehandeling werden veel levende aaltjes aangetroffen. Deze zijn niet gedetermineerd, maar het is zeer waarschijnlijk dat het daadwerkelijk wortelknobbelaaltje betreft. De aaltjes zagen er allemaal uniform uit. In de CA-behandelingen bij 40°C werden op één enkel aaltje in één van de behandelingen na, geen levende aaltjes aangetroffen. Hoewel dit een verkennende waarneming betreft zonder herhalingen, is dit resultaat veelbelovend voor de dodende werking van aaltjes met behulp van deze CATT-behandelingen.

*Tabel 6.* Hoeveelheden aaltjes gevonden in enkele monsters van Phlox 'Cosmopolitan'.

behandeling	levende aaltjes
controle transport	veel
40C + CA1	geen
40C + CA2	geen
40C + CA3	1
40C + CA4	geen

### Perspectief

Omdat alle partijen flink beschadigd waren na een CATT-behandeling bij 40°C, en deze temperatuur waarschijnlijk wel nodig is voor het afdoden van aaltjes, de belangrijkste plaag, zagen de kwekers hier minder perspectief in voor de praktijk.

## 3.4 Discussie

Hoewel de gewassen en herkomsten verschilden in hun reactie op de behandeling, waren er toch een aantal duidelijke algemene patronen:

- Er is nergens schade door het transport naar de behandlingslocatie waargenomen.
- Er zitten grote verschillen tussen behandelingen.
- De temperatuurcontroles (alleen een temperatuurbehandeling van 35 of 40°C) geven geen of nauwelijks schade.
- Er zijn CATT-behandelingen die de planten zeer goed doorstaan.
- De CA-behandelingen bij 35°C geven 10 weken na planten over het algemeen geen tot lichte schade (behalve de 35°C + CA4 behandeling in Phlox).
- CA-behandelingen bij 40°C geven over het algemeen 10 weken na planten wel kwaliteitsverlies, waarbij de schade toeneemt met de zwaarte van de behandeling (behalve in Geranium).

Het feit dat de behandelingen verschillen laten zien in hun effect, geeft aan dat er ruimte is voor optimalisatie van een CATT-behandeling. Tussenvallende temperaturen zijn interessant, evenals een kortere of langere behandelduur. In gewassen waar de schade opliep met de zwaarte van de CA-behandeling (minste schade bij CA1, meeste bij CA4), zijn tussenvallende condities interessant om te testen.

Er zitten wel verschillen in de reacties tussen gewassen. Geranium heeft alle behandelingen goed doorstaan, Phlox lijkt het zwaarst beschadigd door de behandelingen. Voor het verder ontwikkelen van CATT-behandelingen in de praktijk, is het daarom raadzaam dit soort pilotstudies uit te voeren als eerste screening van gewassen, en daarna door te gaan met de gewassen waar perspectief wordt gezien voor optimalisatie.

Voor de praktijk zou het logistiek en economisch gezien ideaal zijn als er een algemeen protocol voor CATT-behandelingen zou kunnen worden ontwikkeld. Dit kan worden uitgezocht in vervolgonderzoek wanneer behandelingen worden geoptimaliseerd. De resultaten van het huidige onderzoek geven aan dat er waarschijnlijk wel condities te vinden zijn die voor meerdere gewassen geschikt zijn, maar dat de behandeling dan niet optimaal is voor elk individueel gewas. Ook is het mogelijk dat bepaalde organismen een zwaardere behandeling behoeven dan andere plaagorganismen (in aardbei is bijvoorbeeld een hogere temperatuur nodig voor het doden van een aaltje dan van de aardbeimijt).

Er waren vaak ook (kleine) verschillen waarneembaar tussen de verschillende partijen van eenzelfde gewas en cultivar. Dit werd ook waargenomen in het onderzoek naar aardbeien. Dit kan te maken hebben met de historie van de partij en de wijze van telen. Dit geeft aan dat het onverstandig is het effect van CATT-behandelingen met een enkele partij te toetsen. Voor vervolgonderzoek raden we dan ook sterk aan altijd meerdere partijen te toetsen. Bovendien zouden meerdere cultivars moeten worden meegenomen. In de huidige proef werd van elk gewas (behalve in Phlox) slechts een cultivar onderzocht.

De doding van aaltjes in Phlox bij diverse CA-behandelingen bij 40°C stemmen bijzonder hoopvol.

### 3.5 Mening van de telers

Over het algemeen waren de telers erg te spreken over de positieve resultaten van de proef. Na 15 weken, toen de telers de proef beoordeelden, waren de verschillen tussen de levende planten kleiner geworden dan toen de planten eerder door een onderzoeker werden beoordeeld. Dit is gunstig, mogelijk zijn de planten die lichte achterstand of schade hadden opgelopen, bijgetrokken in de loop van de tijd. In vervolgonderzoek moet hier rekening mee worden gehouden, bijvoorbeeld door op een later tijdstip te beoordelen. Voor Geranium en Astilbe werd het meeste perspectief gezien voor doorontwikkeling voor de praktijk. Er waren een boel wensen voor vervolgonderzoek, zoals het onderzoeken van het effect op bloemvorming. De positieve beoordeling van de telers biedt een goed perspectief voor de eventuele toekomstige implementatie van CATT-behandelingen in de praktijk.

### 3.6 Conclusie

Alles bij elkaar biedt dit onderzoek duidelijk perspectief voor verdere ontwikkeling van CATT-behandelingen voor de boomkwekerijsector. CATT-behandelingen zijn een duurzame vorm van plaagbestrijding omdat er geen chemische middelen aan te pas komen, deze geen wettelijke toelating behoeft voordat hij in praktijk mag worden toegepast (en dus zeer snel kan worden geïmplementeerd) en omdat er geringe kans is op resistentieontwikkeling van de plaagorganismen.

Van de gewassen die in dit onderzoek zijn meegenomen, wordt veel perspectief gezien voor Geranium en Astilbe, en ook perspectief voor Paeonia. Vervolgonderzoek is nodig om de methode te optimaliseren, waarbij die omstandigheden worden gezocht waarbij er een dodend effect is op het plaagorganisme en het gewas de minste schade ondervindt.

De gebruikte onderzoeksmethode is goed bruikbaar gebleken om het perspectief van CATT-behandeling voor een bepaald gewas mee in te schatten. Uit de resultaten blijkt dat het effect van de CATT-behandelingen wel voor ieder gewas opnieuw onderzocht moet worden. De gebruikte methode zou in de toekomst dus ingezet kunnen worden voor het screenen van andere gewassen.

## 4 Aanbevelingen

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek:

- Een grove screening van gewassen om een selectie te kunnen maken van gewassen die in aanmerking zouden komen voor verdere ontwikkeling van CATT is verstandig, maar hierbij moeten wel meerdere condities worden getest om echt iets te kunnen zeggen over het perspectief voor doorontwikkeling (zoals in dit onderzoek bij de vaste planten is gedaan). Een dergelijke screening zou erg interessant zijn voor Buxus, die de huidige behandeling goed doorstond wanneer het plantmateriaal werd verpakt.
- Gezien de verschillen tussen partijen is het verstandig meerdere cultivars per gewas en meerdere partijen per cultivar te testen.
- Het perspectief voor CATT-behandelingen in de praktijk is erg goed voor de gewassen Geranium en Astilbe en goed voor Paeonia.
- Bij vervolgonderzoek zouden de condities moeten worden verfijnd. Daarbij zouden tussenliggende temperaturen kunnen worden meegenomen. Ook zou kunnen worden gevarieerd in de duur van de behandeling.
- Voor Geranium zouden temperaturen boven de 40°C kunnen worden getest.
- In vervolgonderzoek zou de beoordeling moeten worden verfijnd. De beoordeling zou op een later moment kunnen plaatsvinden, omdat verschillen vlak na opkomst later in het seizoen soms waren verdwenen. Voor sommige gewassen is het ook van belang om naar het effect op bloemvorming en nieuw blad te kijken.
- In vervolgonderzoek zou een verpakkingsmethode tijdens behandeling kunnen worden getest. Bij Buxus bleek dat het verpakken in geperforeerd plastic de schade aanzienlijk verminderde. Het is dan erg informatief om de lokale omstandigheden in het materiaal te registreren.
- In de toekomst zou ook het effect op de plaagorganismen moeten worden onderzocht. Hierbij is het erg interessant om uit te zoeken wat een temperatuurbehandeling alleen voor effect heeft op aaltjes, aangezien alle gewassen in deze test de temperatuur alleen goed doorstonden

## Bijlage 1 Resultaten pilot buxusstek

Resultaten van de pilotproef met buxusstek, 5 maanden na behandeling. Het aantal uitgevallen stekjes (van de 104 per tray) en de mate van beworteling (0=geen wortel ontwikkeld, 4=goed beworteld). Zie voor details de tekst onder hoofdstuk 2.2.

materiaal van kweker	doorgekweekt bij kweker	behandeling	tray	aantal uitgevallen stekjes	gemiddelde beworteling
A	A	controle kweker	1A	0	2.5
			1B	0	2.9
		transportcontrole	2A	0	2.6
			2B	0	2.4
			2C	0	2
			2D	0	2.4
			2E	0	1.5
		CATT onverpakt	3A	40	0.5
			3B	0	2.9
			3C	0	2.6
			3D	35	0.1
			3E	26	0.5
		CATT verpakt	4A	3	2.7
			4B	0	2.6
			4C	1	3.7
			4D	0	3
4E	0		2.8		
B	A	transportcontrole	8A	0	2.5
			8B	0	1.3
		CATT onverpakt	9A	0	1.3
			9B	0	1.5
		CATT verpakt	10A	0	1
			10B	0	1.3
	B	transportcontrole	14		1.9
		CATT onverpakt	15		0.3
CATT verpakt		16		1.6	