

Bestrijding aardbeimijt in plantmateriaal

Eindrapportage onderzoekfase III

Gijs van Kruistum, Marian Vlaswinkel & Piet Spoorenberg

in samenwerking met Agrotechnology & Food Sciences Group Wageningen UR
en Ruvoma BV te Montfoort

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Het onderzoek is mede gefinancierd door:



Plantum NL

Naktuinbouw

SenterNovem

Projectnummer: 32500704

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

BU-Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Edelhertweg 1
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 11 11
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING, PROBLEEMSTELLING EN DOEL.....	7
2 MATERIAAL EN METHODEN.....	9
2.1 Opkweek besmet plantmateriaal	9
2.2 CA-behandeling.....	9
2.3 Beoordeling afdoding mijten	10
2.4 Beoordeling gewasschade.....	10
3 PLANTBEHANDELING ONDER HOGE DRUK EN DRUKWISSELINGEN VOLGENS MSDD	11
3.1 Achtergrond	11
3.2 Opzet en uitvoering experimenten	11
Experiment 1.....	11
Experiment 2.....	11
3.3 Resultaten.....	12
Experiment 1.....	12
Experiment 2.....	12
3.4 Discussie en conclusies	14
4 FINETUNING CA-BEHANDELING.....	15
4.1 Maximale potentie van hoge temperatuur en CA-condities	15
Proefopzet en uitvoering	15
Resultaten.....	15
4.2 Optimalisatie afdoding en beperking plantschade met CA.....	17
Proefopzet en uitvoering	17
Resultaten.....	17
4.3 Mogelijke praktijktoepassingen CA	18
Opzet en uitvoering.....	18
Resultaten.....	19
4.4 Enkele conclusies verfijning CA-behandelingen	19
4.5 Opschaling CA-behandeling: technische mogelijkheden	20
Opzet en uitvoering.....	20
Resultaten.....	21
Enkele conclusies	23
5 TOEPASSING VAN GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN	25
5.1 Combinatie middel B met vacuumbehandeling	25
Opzet en uitvoering.....	25
Resultaten.....	25
5.2 Screening van gewasbeschermingsmiddelen	26
Opzet en uitvoering.....	26
Resultaten.....	26
Enkele conclusies	27
5.3 Wijze van toediening gewasbeschermingsmiddel B.....	27
Opzet en uitvoering.....	27
Resultaten.....	28
Enkele conclusies	30

6	TOETSING BEHANDELINGEN ONDER VELDOMSTANDIGHEDEN	31
6.1	Opzet veldproef	31
6.2	Resultaten veldproef	31
7	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	33
7.1	Toepassing van verhoogde druk en drukwisselingen	33
7.2	CA - behandeling	33
7.3	Toepassing van gewasbeschermingsmiddelen	33
7.4	Opschaling van de behandelingsmethodiek	34

Samenvatting

Op basis van een jaarlijkse ontheffing wordt in Nederland voor de ontsmetting van aardbeiplanten voor vermeerdering nog steeds methylbromide toegepast. Door het gecontroleerd begassen van het basisplantgoed (moederplanten) met methylbromide wordt o.a. de gevreesde aardbeimijt zeer effectief bestreden, tot minimaal 99,8%. Hiervoor wordt in Nederland jaarlijks 120 kg actieve stof methylbromide ingezet. Vanwege de ongunstige neveneffecten van methylbromide, o.a. op aantasting van de ozonlaag, is internationaal afgesproken om het gebruik van deze stof te beëindigen. Wereldwijd wordt gezocht naar alternatieven voor de toepassing van methylbromide. Dit projectrapport van onderzoekfase III geeft een overzicht van de mogelijke alternatieven die voor deze kleine toepassing van methylbromide in vermeerderingsmateriaal van aardbei zijn onderzocht in de periode december 2006 tot eind 2007. Het doel van het onderzoek is het ontwikkelen van een bedrijfszeker alternatief voor methylbromide met een vrijwel gelijke effectiviteit in doding van de aardbeimijt.

In het onderzoek in fase I & II (PPO projecteind rapport nr. 3252031201, februari 2007) is de nadruk gelegd op verschillende vormen van ozon toepassing, warmwater of stoom en CA-condities. In fase III is naar verfijning van de juiste CA-condities gezocht en zijn stappen gezet voor de opschaling naar praktijkniveau. Tevens is onderzoek naar de behandeling van plantmateriaal onder verhoogde druk en vacuümbehandelingen uitgevoerd. Als derde spoor zijn in fase III de perspectieven voor toepassing van een acaricide nagegaan. Financiering van het onderzoek in fase III is verzorgd door Plantum NL, Productschap Tuinbouw, Naktuinbouw en SenterNovem. Het onderzoek is in nauw overleg met de ingestelde projectgroep 'Aardbeimijt' uitgevoerd. De opzet van de CA-experimenten en behandeling van het plantmateriaal zijn in samenwerking met Agrotechnology & Food Sciences Group van Wageningen UR, uitgevoerd.

In de eerste proef met verhoogde druk in januari 2007 leidde een druk van 10 bar gedurende 2 uur en 12 bar gedurende 1 uur tot afsterving van de planten. Een lagere druk van 8 bar vertraagde de hergroei van het plantmateriaal en gaf onvoldoende effect op de afdoding van de mijt. Cyclische behandelingen van afwisselend lage en hogere druk leidden niet tot het gewenste resultaat. In een 2^e experiment zijn enkele objecten herhaald en is ook gekeken naar de combinatie van druk en 100% N₂ (scheiden van druk en CO₂ effecten) en een lagere concentratie van CO₂. Het toepassen van drukwisselingen is herhaald waarbij de behandeltijd bij lage druk is verlengd tot 25 minuten. Al deze behandelingen leidden echter niet tot nieuwe inzichten. Verder onderzoek naar het toepassen van druk en cycli van vacuüm behandelingen ter bestrijding van aardbeimijt is niet zinvol.

Uit het onderzoek naar verfijning van CA-condities gericht op een praktijktoepassing kwam een behandeltemperatuur van 35°C gedurende maximaal 48 uur bij in werkelijkheid 16% O₂ en 50% CO₂ als beste naar voren met ruim 99% afdoding van de aardbeimijt. De plantkwaliteit wordt bij deze behandeling nauwelijks nadelig beïnvloed. Een behandeling met een voldoende zuurstofvoorziening is noodzakelijk om plantschade te beperken. De hoge ademhalingsactiviteit van het plantmateriaal bij 35°C verbruikt bij een te laag ingestelde zuurstofconcentratie alle zuurstof waardoor fermentatie (anaerobe ademhaling) kan optreden. De vitaliteit van het plantmateriaal wordt dan snel nadelig beïnvloed. Bij suboptimale CA-condities kunnen verschillende herkomsten plantmateriaal een zeer verschillende plantreactie geven. Ook de bloei wordt beïnvloed. Met een voldoende hoge zuurstofconcentratie wordt het risico op onaanvaardbare achteruitgang van plantkwaliteit na behandeling voorkomen. In een veldproef kwam naar voren dat de beste CA-behandeling voor wat betreft weggroei van de planten en beworteling even goed tot betrouwbaar beter is dan met MeBr ontsmette planten. De effectiviteit van afdoding van aardbeimijt was even hoog, populatie opbouw deed zich niet voor.

Na screening van een achttal mogelijke inzetbare gewasbeschermingsmiddelen tegen aardbeimijt is gekozen voor de verdere ontwikkeling van de effectiviteit van toepassing van middel B. Duidelijk is dat het middel met enige kracht in het plantmateriaal moet worden gespoten in voldoende spuitvloeistof. De indringing van het middel moet zo optimaal mogelijk zijn, omdat de mijten diep verscholen zitten in het hart van de planten. De planten dienen voor de behandeling ook rechtop te worden geplaatst. Voor behandeling is het gewenst dat het plantmateriaal wordt geconditioneerd bij circa 18°C of zelfs hoger om enige uitloop van de hartblaadjes te bewerkstelligen. De techniek van de toepassing, spuitdruk en type spuitdop verdient nadere aandacht. Voor een toepassing onder praktijkomstandigheden is de ontwikkeling van een spuitcabine gewenst.

Uit een eerste praktijktest in de CA-cel van Ruvoma BV te Montfoort met overgebleven plantmateriaal, werd bevestigd dat zowel de juiste temperatuur als CA-condities ook in groter partijen plantmateriaal, snel kunnen worden gerealiseerd. Met enkele kleine technische aanpassingen worden in vervolgonderzoek in fase IV, vanaf januari 2008 de laatste experimenten op semi-praktijkschaal uitgevoerd. Voorop staat dat alle herkomsten plantmateriaal zonder verlies aan vitaliteit op een veilige manier kunnen worden behandeld.

1 Inleiding, probleemstelling en doel

Aardbeimijt kan in de productieteel van aardbei tot enorme opbrengstdervingen leiden. Geschikte bestrijdingsmogelijkheden in het productieveld zijn er niet. De aanwezigheid van aardbeimijt in het plantmateriaal is mede daarom hoogst ongewenst en besmet materiaal is onverkoopbaar. Tot 2008 werd het uitgangsmateriaal vrij gemaakt van aardbeimijt door het gecontroleerd begassen van het basisplantgoed (moederplanten) met methylbromide. Met ingang van 2008 is deze toepassing definitief vervallen. In Nederland werd hiervoor jaarlijks 120 kg actieve stof methylbromide ingezet. Deze behandeling is uitermate effectief en doodt de aardbeimijt voor minimaal 99,8%. Vanwege de ongunstige neveneffecten van methylbromide op o.a. de aantasting van de ozonlaag, is internationaal afgesproken het gebruik van deze stof te beëindigen. Wereldwijd wordt momenteel gezocht naar alternatieven voor de toepassing van methylbromide, zowel voor grondbehandeling als voor behandeling van producten in transport en opslag. De aardbeimijt lijkt in dit grote speelveld een onbeduidend element. Globale inschatting maakt echter duidelijk dat het plantgoed alleen in Nederland al een waarde van ongeveer € 70 miljoen vertegenwoordigd. Dit plantmateriaal levert op productieniveau een tegenwaarde op van globaal € 250 miljoen en op consumentenniveau globaal € 600 miljoen.



Foto 1. **Eieren en larve aardbeimijt (ca. 25 x vergroot).**



Foto 2. **Symptomen aantasting aardbeimijt.**

Sinds enige jaren wordt er intensief gezocht naar mogelijke alternatieven voor de toepassing van methylbromide bij de behandeling van aardbeimoederplanten ter bestrijding van de aardbeimijt. Dit rapport geeft een overzicht van de mogelijke alternatieven die in onderzoekfase III zijn bestudeerd. De plannen voor fase III zijn in het najaar van 2006 gemaakt en vanaf december 2006 tot eind 2007 uitgevoerd, gericht op verfijning van CA-condities en toepassing van verhoogde druk en vacuumbehandelingen. In juni 2007 is op PPO Vredepeel een veldproef aangelegd met de beste behandelingen uit de verschillende experimenten. In augustus 2007 is in de CA-cel van Ruvoma BV een eerste opschalingsexperiment uitgevoerd om na te gaan of ook bij grote partijen plantmateriaal de juiste CA-condities in technisch opzicht gerealiseerd kunnen worden. Verder is in fase III nagegaan of een chemisch middel perspectief kan bieden in de bestrijding van aardbeimijt.

Het onderzoek is uitgevoerd in goed overleg met de ingestelde projectgroep 'Aardbeimijt', bestaande uit vertegenwoordigers van Plantum NL, Ruvoma BV, LTO-LGC Aardbei, LTO Groeiservice, NAKTuinbouw, PPO-AGV en AFSG Wageningen UR. De financiering van het onderzoek in fase III is gebeurd door Plantum NL, Productschap Tuinbouw, Naktuinbouw en SenterNovem.

Het doel van dit onderzoek is het ontwikkelen van een bedrijfszeker en bedrijfseconomisch haalbaar alternatief voor methylbromide met een vrijwel gelijke effectiviteit in doding van de aardbeimijt in basisplantgoed.

2 Materiaal en methoden

2.1 Opkweek besmet plantmateriaal

In 2006 zijn op PPO Lelystad en Vredepeel vermeerderingsveldjes aangelegd en met aardbeimijt besmet. Na het oprooien in december 2006 zijn de besmette planten tot gebruik bij -1°C in de koelcel bewaard. In de kas van PPO Lelystad is in 2006/07 eveneens met aardbeimijt besmette plantmateriaal opgekweekt. Gezonde planten (cv. Elsanta) zijn onder assimilatiebelichting opgepot en regelmatig met mijten besmet. Vervolgens zijn besmette planten gedurende een week onder belichting bij 8°C geplaatst om winterrust te induceren en daarna in plastic zakken bij -1°C in de koelcel bewaard. Tijdens de winterperiode op het veld overleven alleen de vrouwelijke volwassen mijten.



Foto 3. **Opkweek besmet plantmateriaal.**



Foto 4. **Inductie winterrust 1 week belichting bij 8°C .**

2.2 CA-behandeling

De CA-behandelingen zijn bij AFSG-Wageningen uitgevoerd in speciale containers met 70 liter inhoud, gebruikmakend van een doorstoomsysteem. De containers zijn in klimaatcellen geplaatst, die op de gewenste temperatuur worden ingesteld. De juiste gassamenstelling stroomt door de containers met aardbeiplanten en wordt regelmatig gecontroleerd en geanalyseerd.



Foto 5. **CA-containers voor behandeling plantmateriaal.**

2.3 Beoordeling afdoding mijten

Na afloop van elk experiment zijn per behandeling en per herhaling minimaal 3 besmette planten opgepot. Meestal op één tijdstip na circa twee à drie weken hergroei (in enkele gevallen op 2 tijdstippen) zijn de jongste bladeren verzameld en op de Berlese trechters geplaatst. De nog levende mijten vallen in een vloeistof met glycerine en na 48 uur worden de mijten afgezogen op een fijn filter en met de binoculair geteld. In een aantal experimenten zijn tevens direct na behandeling besmette planten via Berlese extractie onderzocht op overleving van aardbeimijt.



Foto 6. **Berlese extractie aardbeimijt.**



Foto 7. **Opgepot plantmateriaal na behandeling.**

2.4 Beoordeling gewasschade

De proeven zijn meestal met A+ planten (cv. Elsanta) uitgevoerd, bij de CA-experimenten is uitgegaan van 5 à 6 verschillende herkomsten A-planten. Na uitvoering van de experimenten zijn per behandeling en per herhaling uit de behandelde bundels van 10-20 planten, minimaal 2 planten per herkomst opgepot en na circa 1 en 3 weken hergroei met een rapportcijfer beoordeeld op gewasstand en plantschade (fytoxiciteit). De experimenten zijn in drie- of viervoud uitgevoerd.

3 Plantbehandeling onder hoge druk en drukwisselingen volgens MSDD

3.1 Achtergrond

Door Ruvoma B.V. zijn in 2006 in een oriënterende proefopzet, aardbeiplanten onder hoge druk en met 100% CO₂ gedurende maximaal 2 uur behandeld bij een temperatuur van ongeveer 20°C.

- 1^e proef betreft een behandeling van 6 bar gedurende 1 uur met onbesmette planten
- 2^e proef betreft een behandeling van 18 bar gedurende 2 uur met onbesmette planten
- 3^e proef betreft een behandeling van 6 bar gedurende 1 uur met besmette planten

Resultaten behandeling plantmateriaal na beoordeling door PPO-AGV te Lelystad waren:

- 1^e proef; planten verkeren in goede staat
- 2^e proef; planten zijn allemaal dood
- 3^e proef; planten in goede staat en wel afdoding van mijten maar niet afdoende

Uit onderzoek van de Universiteit van Davis (Californië) komt naar voren dat kortdurende vacuümbehandelingen de mortaliteit van insecten kan verhogen. Deze techniek is gebaseerd op de in de VS ontwikkelde succesvolle MSDD techniek (Metabolic Stress Disinfection and Disinfestation) als alternatief voor methylbromide. Doel is om in dit geval de in de mijten aanwezige zuurstof te vervangen door CO₂ en onomkeerbare schade toe te brengen aan de structuur van de mijten. Afwisselende drukverschillen van 1.1 bar tot 0.1 bar zijn voldoende, gedurende een aantal opeenvolgende cycli. Deze techniek kan eventueel worden gevolgd door een voor de mijt schadelijke natuurlijke stof toe te dienen bij laatste fase van lage druk. De juiste techniek hangt af van het te bestrijden organisme en van het plant materiaal en zal proefondervindelijk vastgesteld moeten worden.

In enkele experimenten is toepassing van verhoogde druk onderzocht en zijn cycli van drukwisselingen toegepast op gezond en besmet plantmateriaal. Hiervoor is extra financiering gevonden bij SenterNovem te Utrecht.

3.2 Opzet en uitvoering experimenten

Experiment 1

In de periode 16-18 januari 2007 zijn bij AFSG te Wageningen verschillende drukken (6, 8, 10 en 12 bar) en tijdsduren (1 en 2 uur) in een 100% CO₂ atmosfeer getest. Tevens zijn cycli van afwisselend lage en hogere druk getest volgens het MSDD-principe. In 2 minuten worden de planten in een CO₂ atmosfeer op 0,1 bar gebracht, na 1 minuut bij deze druk wordt deze weer opgevoerd naar 1,1 bar en vervolgens na 1 minuut weer teruggebracht naar 0,1 bar. In totaal duurt één cyclus 5 minuten. Deze drukwisselingen zijn gedurende 2 uur of 4 uur uitgevoerd. De behandeling van het plantmateriaal bestaande uit gezonde A+ planten en met aardbeimijt geïnfecteerde planten, afkomstig uit Lelystad en Vredepeel, is steeds bij kamertemperatuur uitgevoerd. De planten zijn op 19 januari 2007 opgepot bij PPO Lelystad, enkele keren beoordeeld op weggroei en plantschade (fytoxiciteit) en na enkele weken getoetst op overleving van mijten via Berlese extractie.

Experiment 2

In dit 2^e experiment zijn enkele behandelingen uit proef 1 herhaald (6 en 12 bar gedurende 1 uur), is het scheiden van druk en CO₂ effecten nagegaan door te behandelen in 100% N₂ en is de plantstress gereduceerd door het CO₂ gehalte te verlagen naar 5%. Drukwisselingen zijn nu toegepast in cycli van 5 minuten en 30 minuten waarbij gedurende resp. 1 en 25 minuten een druk van 0,1 bar werd gerealiseerd. Dit experiment diende vooral als controle op de resultaten uit het eerste experiment. De behandelingen zijn nu alleen op met aardbeimijt geïnfecteerde planten uitgevoerd in week 7, 2007.

3.3 Resultaten

Experiment 1

Bij alle verhoogde drukken was een plantreactie te zien (tabel 1), bij 6 bar nog acceptabel, vanaf 8 bar is de hergroei traag en onvoldoende, bij de hoogste drukken van 10 bar gedurende 2 uur en 12 bar volgt uiteindelijk afsterving van de planten (foto 8). De cycli van drukwisselingen lieten weinig gewasreactie zien (foto 9). De bestrijding van de aardbeimijt was onvoldoende en bij de cycli van drukwisselingen zelfs nul.

Tabel 1. **Resultaten CO₂-behandeling bij 20 °C onder verhoogde druk in combinatie met tijdsduur. Behandeling 16-18 januari en opgepot op 19 januari 2007. AFSG-Wageningen en PPO-Lelystad.**

Objectnr.	P (bar)	# uur behandeld	Standcijfer ¹⁾	% bestrijding mijten ²⁾
1	1	Controle	9,0	0
2	6	2	7,0	0
3	8	1	4,3	55
4	8	2	4,7	42
5	10	1	4,0	49
6	10	2	2,0	*
7	12	1	2,0	0
8	cycli	2	8,7	0
9	cycli	4	8,3	0

¹⁾ Gewascijfer (= rapportcijfer van 1 tot 10), beoordeeld op 6 februari '07; 1 = volledig afgestorven

²⁾ Percentage bestrijding t.o.v. object 1, beoordeeld op 5 februari 2007

* = geen waarneming uitgevoerd, geen scheuten aanwezig voor Berlese extractie

Experiment 2

De hergroei van de besmette planten was traag en in een aantal gevallen waren er onvoldoende jonge scheuten aanwezig voor Berlese extractie. De blanco drukwisseling diende als referentie daar alle controle objecten onvoldoende scheuten ontwikkelden. In alle gevallen was er geen of een zeer beperkte afdoding van de mijten waarneembaar (tabel 2). Ook een verlenging van de verblijftijd tot 25 minuten bij lage druk, gaf geen verbetering van de bestrijding te zien.

Tabel 2. **Resultaten CO₂-behandeling bij 20 °C onder verhoogde druk in combinatie met tijdsduur. Behandeling 13-15 februari en opgepot 16 februari 2007. AFSG-Wageningen en PPO-Lelystad.**

Objectnr.	P (bar)	# uur behandeld	Luchtsamenstelling	% bestrijding mijten ¹⁾
1	cyclus	Referentie	normale lucht	0
2	6	1	100% CO ₂	0
3	12	1	100% CO ₂	0
4	6	1	100% N ₂	32
5	12	1	100% N ₂	0
6	6	1	5% CO ₂	0
7	12	1	5% CO ₂	*
8	cycli_5 min	4	100% CO ₂	37
9	cycli_30 min	4	100% CO ₂	23

¹⁾ Percentage bestrijding t.o.v. object 1, beoordeeld na Berlese extractie op 5 maart 2007

* = geen waarneming uitgevoerd, geen scheuten aanwezig voor Berlese extractie



Foto 8. **Plantreactie na toepassing van verhoogde druk.** Vlnr: onbehandeld, 6 bar 1 uur, 8 bar 1 uur, 8 bar 2 uur, 10 bar 1 uur, 10 bar 2 uur en 12 bar 1 uur. PPO-Lelystad, 16 februari 2007.



Foto 9. **Plantreactie na toepassing van cycli van verhoogde en verlaagde druk volgens het MSDD principe.** Vlnr: Onbehandeld, cycli gedurende 2 uur en cycli gedurende 4 uur. PPO-Lelystad, 16 februari 2007.

3.4 Discussie en conclusies

De negatieve plantreactie bij verhoogde druk is mogelijk vooral een gevolg van de hoge CO₂ concentratie. De volledige CO₂ atmosfeer veroorzaakt onder normale luchtdruk al een stressreactie bij de plant en deze wordt versterkt door de hoge druk. Het toepassen van cycli van afwisselend lage en hogere druk gaf geen plantreactie te zien. Het effect op afdoding van mijten was zeer beperkt en onvoldoende.

In een 2^e experiment zijn enkele objecten herhaald en is ook gekeken naar de combinatie van druk en 100% N₂ (scheiden van druk en CO₂ effecten) en een lagere concentratie van CO₂. Het toepassen van drukwisselingen is herhaald waarbij de behandeltijd bij lage druk is verlengd tot 25 minuten. Al deze behandelingen leidden echter niet tot nieuwe inzichten. Evenals in het eerste experiment werden er weinig of geen effecten op afdoding van de aardbeimijt waargenomen. Verder onderzoek naar het toepassen van druk en cycli van vacuüm behandelingen ter bestrijding van aardbeimijt is niet zinvol.

4 Finetuning CA-behandeling

Verandering van luchtsamenstelling en/of temperatuur (Controlled Atmosphere of CA-bewaring) kan op natuurlijke wijze aanwezig ongedierte in alle levensstadia vernietigen. Wijziging van de luchtsamenstelling in beperkte ruimtes is een bestrijdingstechniek welke de kwaliteit van de producten bij een juiste toepassing niet aantast. De verandering van luchtsamenstelling en/of temperatuur wordt toegepast in klimaatkamers waarin de producten worden geplaatst. Hierin worden het zuurstofgehalte, de luchtvochtigheid en de temperatuur geregeld.

4.1 Maximale potentie van hoge temperatuur en CA-condities

Proefopzet en uitvoering

Uit het CA-experiment, uitgevoerd in december 2006 bleek dat bij alle CA-objecten een temperatuur van 40 °C gedurende 38 of 48 uur het plantmateriaal voor het grootste deel liet afsterven. De objecten bij 35°C gaven ongeacht de behandelingsduur een 100% afdoding van de aardbeimijt bij een beperkt nadelig effect op het plantmateriaal. Reden om nu gedurende 24 of 48 uur temperaturen rond 35°C te toetsen bij verschillende CA-condities tot maximaal 90% CO₂ en 10% O₂. De verwachting is dat bij een wat hoger O₂ gehalte de plantschade beperkt wordt. Voor dit en volgende experimenten is besloten plantmateriaal te gebruiken van maximaal 6 verschillende herkomsten (A-planten van de rassen Elsanta en Sonata) om inzicht te verkrijgen in de uniformiteit van de behandelingsmethodiek op herkomst. Er zijn geen combinaties met middelen toegepast. Het benodigde plantmateriaal is op vrijdag voorafgaand aan de behandelingen vanuit de bewaarcel bij 4°C in de conditioneelcel geplaatst. Op maandag is het plantmateriaal gebundeld en verpakt. Na een nacht bij 16-18°C is het plantmateriaal naar AFSG-Wageningen getransporteerd en meestal om 14.00 uur in de CA-containers geplaatst. Na behandeling is het plantmateriaal tot het moment van oppotten en verdere behandeling bewaard bij 4°C.

Resultaten

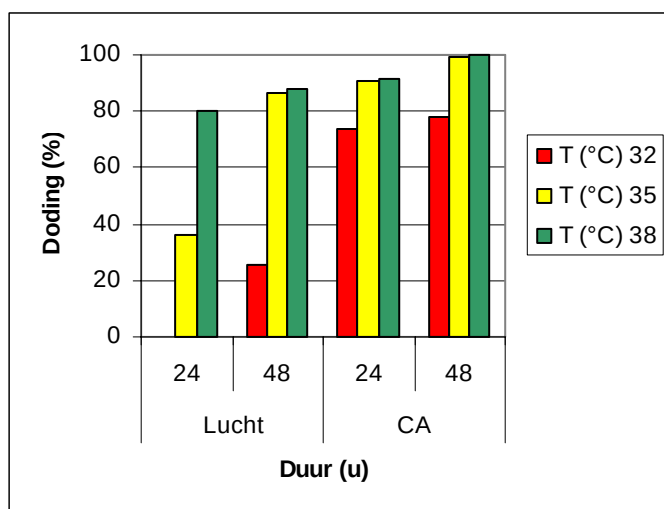
In tabel 3 is een overzicht gegeven de effecten van de behandelingen op afdoding van de aardbeimijt en de plantkwaliteit. De beste afdoding tot bijna 99% gaf behandeling 23, direct gevolgd door 22. Dit zijn de objecten met 10% O₂ en 50-90% CO₂ gedurende 48 uur bij 35°C. De plantkwaliteit van behandeling 23 is nog net op de rand, die van behandeling 22 is duidelijk beter bij een wat lagere afdoding van bijna 98%. Lagere zuurstofgehalten leiden snel tot een te slechte plantkwaliteit. Opmerkelijk is het verschil in reactie tussen de herkomst. Herkomst 'oranje' scoort bij de meeste behandelingen het best, terwijl in een aantal gevallen de planten van de overige behandelingen vrijwel geheel afsterven. Opvallend was dat de hogere temperatuur-CO₂ combinaties veel minder of zelfs geen bloei gaven. In figuur 1 is het effect op afdoding bij een warmte behandeling in normale luchtsamenstelling en onder CA-condities grafisch uitgezet. Alleen een CA-behandeling gedurende 48 uur bij 35 of 38°C resulteerde in > 99% afdoding van de aardbeimijt.

Tabel 3. **CA-behandeling aardbeiplanten van 5 herkomsten met effecten op plantkwaliteit en bestrijding aardbeimijt. Uitvoering CA-behandelingen 20-22 februari, opgepot 23 februari, eindbeoordeling planten 16 maart, telling mijten na Berlese extractie op 15, 19, 21 maart.**

object	T (°C)	% CO ₂	% O ₂	t(u)	Standcijfers ¹⁾ herkomst planten					% doding
					oranje	groen	blauw	rood	geel	
1	38	0	21	24	8	8	7	7	7	80,0
2	38	50	1	24	7	6	5	5	4	91,2
3	38	0	21	48	8	8	6	7	7	88,1
4	38	50	1	48	4	1	2	1	1	*
5	35	0	21	24	8	8	8	8	8	36,4
6	35	50	1	24	8	7	6	7	5	90,8
7	35	0	21	48	8	8	7	7	6	86,7
8	35	50	1	48	6	2	4	2	2	99,3
9	32	0	21	24	8	8	7	7	7	0
10	32	50	1	24	8	8	8	7	7	73,8
11	32	0	21	48	8	8	6	7	6	25,6
12	32	50	1	48	7	7	6	6	5	78,1
13	35	10	1	48	8	5	5	5	3	97,8
14	35	30	1	48	6	1	1	1	1	*
15	35	90	1	48	2	1	1	1	1	*
16	35	10	0	48	6	1	1	1	1	*
17	35	30	0	48	7	2	2	2	1	*
18	35	50	0	48	5	1	1	1	1	*
19	35	90	0	48	6	1	1	1	1	*
20	35	10	10	48	8	8	7	7	8	0
21	35	30	10	48	7	8	7	7	7	89,2
22	35	50	10	48	8	8	7	7	7	97,8
23	35	90	10	48	8	6	7	5	5	98,9
24	35	0	0	48	7	2	3	1	1	96,8
25	35	20	80	48	8	8	6	7	7	91,0
26	20	nvt	nvt	48	8	8	7	7	7	0

¹⁾ Standcijfer (= rapportcijfer van 1 tot 10), 1 = volledig afgestorven

* = geen waarneming uitgevoerd, besmette planten afgestorven



Figuur 1. **Afdoding aardbeimijt na warmtebehandeling bij 32, 35 of 38 °C onder normale lichtsamenstelling en onder CA-condities (1 % O₂ en 50 % CO₂). PPO-AGV Lelystad en AFSG Wageningen, maart 2007.**

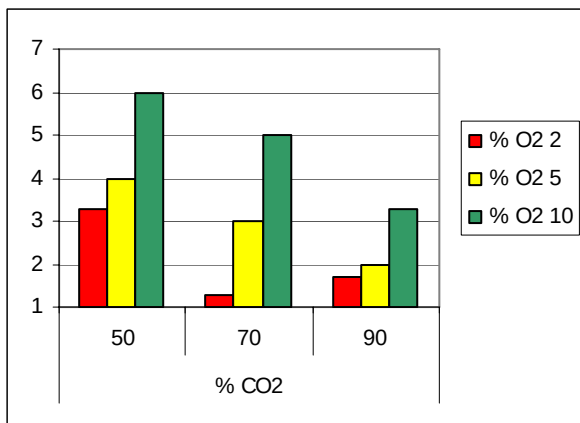
4.2 Optimalisatie afdoding en beperking plantschade met CA

Proefopzet en uitvoering

In dit volgende experiment, uitgevoerd in april 2007 is het doel gericht op verdere optimalisering van de afdoding bij het zoveel mogelijk beperken van de plantschade. Een temperatuur van 32°C is te laag (onvoldoende afdoding) en 40°C te hoog (plantschade). Er treedt vooral plantschade op bij lagere zuurstofconcentraties. Tot nu toe is vooral gefocust op 50% CO₂ en 1% O₂. De planten lijken echter aanzienlijk beter bestand tegen hoog CO₂ bij een wat hoger zuurstofgehalte vandaar de keuze nu voor 50, 70 en 90% CO₂ in combinatie met 2, 5 en 10% O₂. Bij laag zuurstof neemt de gevoeligheid voor CO₂ sterk toe, de afdoding lijkt dan echter goed te zijn. Bij 1% O₂ is de plantschade al onacceptabel bij 10% CO₂ vandaar de keuze voor 1% O₂ in combinatie met 8, 3, en 0% O₂. Omdat de behandelduur van 24 h ook bij eventuele implementatie zal leiden tot zeer kritische randvoorwaarden is gefocust op 48 uur. Om in 24 uur tot voldoende afdoding te komen is 38°C het meest kansrijk.

Resultaten

Uit tabel 4 blijkt dat vrijwel alle behandelingen bij 38°C gedurende 24 of 48 uur in de meeste gevallen een zeer slechte plantkwaliteit gaven, gevolgd door afsterving na het oppotten. De herkomst oranje scoorde wederom in de meeste gevallen het hoogst. Als beste behandeling kwam een wat hoger zuurstofgehalte van 10% bij 50% CO₂ naar voren (figuur 2). De CA-conditie, gedurende 48 uur toegepast bij een temperatuur van 35°C leidde tot een hoge afdoding van 99,5% bij een nog net acceptabele gemiddelde plantkwaliteit. De herkomsten rood en geel scoorden echter een onvoldoende.



Figuur 2. **Rapportcijfer (6 = voldoende) voor hergroei plantmateriaal, gemiddeld over 5 herkomsten na CA-behandeling bij verschillende combinaties van CO₂ en O₂. AFSG-Wageningen en PPO-Lelystad, april 2007.**

Tabel 4. **CA-behandeling aardbeiplanten van 5 herkomsten met effecten op plantkwaliteit en bestrijding aardbeimijt. Uitvoering CA-behandelingen 3-5 april, opgepot op 6 april, eindbeoordeling planten 23 april, telling mijten via Berlese extractie direct na behandeling op 10-13 april (B1) en na oppotten van besmette planten op 20 april 2007 (B2).**

Object	T (°C)	% CO2	% O2	t(u)	B1	Standcijfer ¹⁾ van herkomst					gemid- deld	B2
					% dood	oranje	groen	blauw	rood	geel		% dood
1	38	50	10	48	79,8	2,0	1,3	0,7	1,0	1,0	1,0	*
2	38	70	10	48	99,3	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	*
3	38	90	10	48	98,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
4	38	50	5	48	99,1	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
5	38	70	5	48	91,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
6	38	90	5	48	98,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
7	38	50	2	48	98,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
8	38	70	2	48	99,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
9	38	90	2	48	91,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
10	38	8	1	48	98,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
11	38	3	1	48	100,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
12	38	0	1	48	99,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*
13	35	50	10	48	99,3	7,7	7,0	5,8	4,3	3,8	6,0	99,5
14	35	70	10	48	100,0	6,2	5,8	4,8	2,5	2,5	5,0	99,9
15	35	90	10	48	100,0	5,3	3,8	3,2	2,0	2,0	3,3	*
16	35	50	5	48	99,8	6,0	5,5	4,2	3,0	1,7	4,0	99,7
17	35	70	5	48	98,7	3,7	3,0	1,8	1,7	1,3	3,0	*
18	35	90	5	48	99,8	3,8	1,8	1,5	1,3	1,0	2,0	*
19	35	50	2	48	99,8	4,7	3,5	2,8	1,8	1,0	3,3	*
20	35	70	2	48	100,0	2,5	2,3	1,3	1,0	1,2	1,3	*
21	35	90	2	48	100,0	2,8	1,8	1,7	1,0	1,0	1,7	*
22	35	8	1	48	90,6	2,7	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	*
23	35	3	1	48	*	2,3	2,2	1,7	1,2	1,3	1,3	*
24	35	0	1	48	*	2,5	2,2	1,5	1,0	1,0	1,3	*
25	38	50	10	24	100,0	6,8	6,7	4,5	4,0	1,2	5,0	98,8
26	38	70	10	24	99,6	4,3	5,2	2,8	1,7	2,0	3,7	99,3
27	38	90	10	24	98,7	3,0	3,3	2,8	1,8	1,3	2,7	*
28	38	50	5	24	99,8	6,2	3,2	2,7	2,8	1,8	3,7	99,0
29	38	70	5	24	97,5	4,2	2,5	2,0	1,0	1,0	2,0	*
30	38	90	5	24	100,0	2,7	2,7	1,8	1,3	1,0	2,0	*
31	38	50	2	24	100,0	3,7	2,2	1,8	1,8	1,0	2,0	*
32	38	70	2	24	100,0	2,0	1,7	2,8	1,2	1,0	2,0	*
33	38	90	2	24	100,0	1,5	1,0	1,5	1,2	1,0	1,0	*
34	38	8	1	24	99,8	2,8	2,7	1,5	1,7	1,0	1,7	*
35	38	3	1	24	99,8	2,2	3,7	2,2	1,8	1,2	2,3	*
36	38	0	1	24	*	2,3	1,3	2,5	1,5	1,0	2,3	*
37	controle AFSG @20°C				0,0	8,3	8,7	7,7	7,2	7,5	8,3	0
38	controle AFSG @1°C				46,9	7,5	7,5	6,2	6,3	5,2	7,0	0

¹⁾ Standcijfer (= rapportcijfer van 1 tot 10), 1 = volledig afgestorven

* = geen waarneming uitgevoerd, onvoldoende capaciteit (B1) of besmette planten afgestorven (B2)

4.3 Mogelijke praktijktoepassingen CA

Opzet en uitvoering

In een laatste CA-proef is nagegaan welke toepassingen op praktijkschaal tot de mogelijkheden behoren. Een behandelduur van 24 uur vereist bij implementatie zeer kritische randvoorwaarden, daarom is gekozen voor 48 uur behandelduur bij 35°C en 40 uur bij 38°C. De combinatie 10% O₂ + 50% CO₂ kwam uit het vorige experiment als beste uit de bus, nu is hier omheen gevarieerd. Om minder plantschade te veroorzaken is een test bij een hoger zuurstofgehaltes van 20% relevant, nog hogere O₂-gehaltes geven technische veiligheidsproblemen. Een concentratie van 30% CO₂ geeft onvoldoende afdoding, 70% CO₂ veroorzaakt plantschade zodat nu 40 en 60% CO₂ worden getoetst om te bepalen of 50% het veilige

midden is. Omdat dit de proef is waaruit de uiteindelijke keuze voor een praktijkimplementatie wordt gemaakt, is betrouwbaarheid essentieel en is de proef in duplo uitgevoerd. Nu zijn alle 6 herkomsten beproefd.

Resultaten

In tabel 5 zijn de uitkomsten van dit experiment vermeld. De CA-behandelingen met 20% zuurstof zijn veelbelovend: zeer hoge afdoding van de aardbeimijt (> 99%) en weinig verlies aan plantkwaliteit. Sommige plantherkomsten reageren zeer verschillend. De voorkeur gaat uit naar een behandeling van 48 uur 35°C bij 50% CO₂ en 20% O₂ (objecten 5 en 11). Deze duplo behandelingen 5 en 11 komen goed met elkaar overeen, uitgezonderd voor de herkomst geel/zwart (ge/zw) die in de duplo (object 11) onverklaarbaar laag scoorde met een rapportcijfer van 1,7. De gerealiseerde O₂ waarden zijn vanwege condensvorming in de leidingen en hoge verademing van de planten, in werkelijkheid lager geweest. De behandelingen met een instelwaarde van 20% O₂ was in werkelijkheid 16% bij 35°C en 14% bij 38°C.

Tabel 5. **CA-behandeling aardbeiplanten van 6 herkomsten met effecten op plantkwaliteit en bestrijding aardbeimijt. Uitvoering CA-behandelingen 1-3 mei, opgepot op 4 mei, eindbeoordeling planten 29 mei, telling mijten via Berlese extractie direct na behandeling op 9-11 mei (B1) en na oppotten van besmette planten op 23-29 mei 2007 (B2).**

Object	T (°C)	% CO2	% O2	t(u)	B1	Standcijfer ¹⁾ van herkomst:								B2
					% doding	oranje	groen	blauw	rood	geel	ge/zw	gemiddeld	% doding	
1	35	40	10	48	100	7,3	6,7	6,0	6,7	5,3	4,7	6,1	99,5	
2	35	50	10	48	99,2	7,3	5,8	6,3	5,2	3,2	6,7	5,8	99,0	
3	35	60	10	48	99,4	4,7	2,3	1,8	1,2	1,7	3,5	2,5	99,0	
4	35	40	20	48	100	7,2	7,2	7,0	6,3	6,8	6,7	6,9	99,5	
5	35	50	20	48	94,9	8,0	7,3	6,5	6,8	7,2	6,3	7,0	98,8	
6	35	60	20	48	100	7,3	6,5	6,5	6,8	7,2	7,0	6,9	99,1	
7	35	40	10	48	98,8	7,7	7,8	7,0	7,3	5,2	7,3	7,1	99,5	
8	35	50	10	48	99,6	6,3	5,8	5,5	2,7	2,2	3,7	4,4	99,5	
9	35	60	10	48	99,8	5,8	4,8	2,8	3,5	1,2	4,5	3,8	99,5	
10	35	40	20	48	99,4	7,7	7,3	7,0	7,0	7,3	6,3	7,1	98,3	
11	35	50	20	48	99,6	7,5	7,5	7,2	6,8	6,8	1,7	6,3	99,7	
12	35	60	20	48	99,2	7,2	7,0	6,5	6,8	6,8	5,8	6,7	99,5	
13	38	40	20	40	97,6	7,7	7,5	7,2	6,8	3,3	6,8	6,6	99,2	
14	38	50	20	40	100	7,2	6,8	5,3	5,8	2,0	5,5	5,4	99,1	
15	38	60	20	40	98,3	6,3	5,8	5,0	4,7	5,0	4,0	5,1	99,3	
16	38	40	20	40	100	7,5	7,3	6,5	6,8	5,8	5,3	6,6	99,7	
17	38	50	20	40	98,7	7,3	6,7	5,0	5,0	4,0	3,8	5,3	98,7	
18	38	60	20	40	99,2	7,3	5,8	6,2	6,8	5,0	4,2	5,9	99,4	
19	20	0	21	48	0	7,8	7,8	7,2	7,2	7,8	6,3	7,4	0	
20	20	0	21	48	0	7,5	7,5	7,2	7,7	7,3	5,3	7,1	0	

¹⁾ Standcijfer (=rapportcijfer van 1 tot 10), 1 = volledig afgestorven.

4.4 Enkele conclusies verfijning CA-behandelingen

De afsterving van de planten uit de objecten met de zeer lage ingestelde zuurstofconcentraties uit de eerste CA-experimenten zijn nu verklaarbaar: in werkelijkheid was er door de zeer hoge verademing bij de hoge temperaturen, niet of nauwelijks zuurstof beschikbaar en is fermentatie opgetreden. In deze vervollexperimenten blijkt het mogelijk te zijn om bij een werkelijk O₂-gehalte van 16% bij 35°C een afdoding te verkrijgen van ruim 99%. In vergelijking met de effectiviteit van chemische middelen is dit een hoog percentage. De plantkwaliteit wordt bij deze condities slechts in zeer lichte mate nadelig beïnvloed. Ook zijn de verschillen tussen de plantherkomsten beperkt. Bij lagere O₂-gehalten is gebleken dat de herkomsten sterk verschillend reageren: van een voldoende hergroei na oppotten tot bijna volledige afsterving. Ook wordt de bloei beïnvloed. Bij deze condities zou je kunnen spreken van een vitaliteitstoets. Op grond van de resultaten van de laatste CA-proef is met meerdere herkomsten SE1 en SE2 planten een veldproef aangelegd (zie onder 6).



Foto 10. **Optimalisering CA-behandeling met 6 herkomsten plantmateriaal aangegeven met verschillende kleuren, opgepot 4 mei 2007. Plantherkomsten kunnen sterk verschillend reageren op de CA-behandeling. PPO-AGV Lelystad, 11 mei 2007.**

4.5 Opschaling CA-behandeling: technische mogelijkheden

Uit de in mei 2007 afgesloten experimenten ter verfijning van de CA-behandeling komt naar voren dat een behandeling van plantmateriaal gedurende 48 uur bij (reëel) 16% O₂ en een hoog CO₂ gehalte van 50% in combinatie met een temperatuur van 35°C een goede methode is om aanwezige aardbeimijten effectief te doden. De bestrijding ligt bij deze behandeling rond de 99%. Een behandeling onder een voldoende zuurstofvoorziening is noodzakelijk om plantschade te beperken. Bij suboptimale CA-condities kunnen verschillende herkomsten plantmateriaal een zeer uiteenlopende plantreactie geven.

Uiteindelijk moet een goed alternatief voor ontsmetting van plantmateriaal via toetsing op semi-praktijkschaal op bedrijfsniveau worden geïmplementeerd. Met overgebleven plantmateriaal is in augustus 2007 een eerste opschalingsexperiment uitgevoerd bij Ruvoma B.V. te Montfoort. Het snel bereiken van de juiste en het handhaven van gelijkmatige condities in het plantmateriaal bij behandeling van grote partijen is een harde voorwaarde voor het slagen van deze behandelingsmethode in de praktijk.

Opzet en uitvoering

Door Flevoplant BV te Ens zijn op vrijdag 10 augustus '07 in totaal 21 pallets A-planten aangeleverd bestaande uit 4 verschillende herkomsten van het ras Elsanta. Elke pallet bestaat uit 64 kistjes (8-hoog gestapeld) met elk 500 planten. Deze zijn liggend in bundels verpakt in dichtgevouwen foliezakken. De pallets zijn vervolgens bij 18-20°C ontdooit bij PPO Lelystad en op maandag 13 en dinsdagochtend 14 augustus '07 voor transport naar Ruvoma BV te Montfoort gereedgemaakt waarbij verschillende verpakkingsvarianten zijn toegepast.

Voorafgaand aan een MeBr begassing worden de planten rechtop gezet en het folie verwijderd, vooral om na begassing de MeBr weer snel af te kunnen afvoeren. Dit is bij een CA-behandeling waarschijnlijk niet relevant. Voor wat betreft de verpakkingswijze is daarom gekozen voor de volgende varianten:

1. Planten liggend met opengeslagen foliezak, partijcode 1: ST5-246
2. Planten rechtopstaand met opengeslagen foliezak, partijcode 2: ST5-47
3. Planten rechtopstaand zonder folie (foliezak verwijderen), partijcode 3: ST5-231
4. Planten in originele verpakking, liggend in dichtgevouwen foliezak (referentie en opvulling cel)

Per variant 1-3 zijn 4 pallets gereedgemaakt, de overblijvende 9 pallets in originele (dichte) verpakking dienen als opvulling van de CA-cel. Vanwege de vrij hoge omgevingstemperatuur zijn alle planten in de namiddag van maandag 13 augustus tot de ochtend van dinsdag 14 augustus '07 bij gemiddeld 8°C geplaatst. In de vroege middag van 14 augustus '07 zijn de pallets naar Ruvoma BV te Montfoort getransporteerd en volgens een vastgesteld patroon in de CA-cel geplaatst, met meer of minder ruimte tussen de pallets. Uiteindelijk zijn er van elke verpakkingsvariant 3 pallets geplaatst over de breedte van de cel, afgewisseld met 2 lagen à 3 pallets in originele verpakking. In totaal konden er 3 (breed) x 5 (diep) = 15 pallets in de cel worden geplaatst. Door AFSG Wageningen zijn per pallet 4 sensoren (escorts) geplaatst op verschillende hoogten voor meting van temperatuur en RV. Door Ruvoma BV zijn op verschillende plaatsen voelers geplaatst en is de temperatuur en RV continu geregistreerd. De opstelling in de cel was als volgt (van voor naar achter):

- Laag 1: Verpakkingsvariant 3: zonder folie
- Laag 2: Originele verpakking partij 2
- Laag 3: Verpakkingsvariant 2: rechtopstaand in folie
- Laag 4: Originele verpakking partij 1
- Laag 5: Verpakkingsvariant 1: liggend in folie

In de nacht van dinsdag 14 op woensdag 15 augustus '07 zijn alle pallets die vanwege transport en verschillende verpakkingswijzen uiteenlopende temperaturen aangaven, met buitenlucht teruggebracht op een temperatuur van ca. 20°C. Vanaf woensdag 15 augustus 14.00 u tot vrijdag 17 augustus '07 14.00 u is de temperatuur verhoogd naar 35°C en zijn de CA-condities ingesteld op 15 % O₂ en een CO₂ gehalte van 50%. Middels een sproeileiding rechtsboven aan de wand van de cel werd er regelmatig bevochtigd. Direct na de CA-behandeling is met buitenlucht gekoeld om de producttemperatuur te verlagen. Op maandagochtend 20 augustus '07 zijn de pallets naar buiten gereden. De sensoren zijn uit de pallets gehaald waarbij de actuele temperatuur is gemeten en het plantmateriaal is beoordeeld en gefotografeerd.



Foto 11 a-b. **Planten direct voor transport naar Ruvoma; links rechtopstaand in opengeslagen foliezak, rechts zonder folie, 15 augustus 2007.**

Resultaten

a. Verpakkingsvarianten.

Na het ontdooien bleek op maandag 13 augustus '07 vooral in partij 3 in circa 10-15 % van de kisten reeds broei te zijn opgetreden, dit leidde al tot wat extra uitloop van de planten. Partij 2 had de beste kwaliteit met een gezond en schoon wortelgestel en weinig uitloop. Om de temperatuur niet verder te laten oplopen zijn alle pallets vanaf de late namiddag van maandag 13 augustus tot de ochtend van dinsdag 14 augustus '07 bij 8°C geplaatst. Dinsdagochtend 14 augustus voorafgaand aan het transport naar Ruvoma BV werden planttemperaturen gemeten van resp. 14-15, 13-14 en 11-12°C in de verpakkingsvarianten 1, 2 en 3 (verpakkingsvariant 1 is op dinsdagochtend 14 aug. klaargemaakt). In de originele (dichte) verpakkingen werden temperaturen gemeten van 13-15°C.

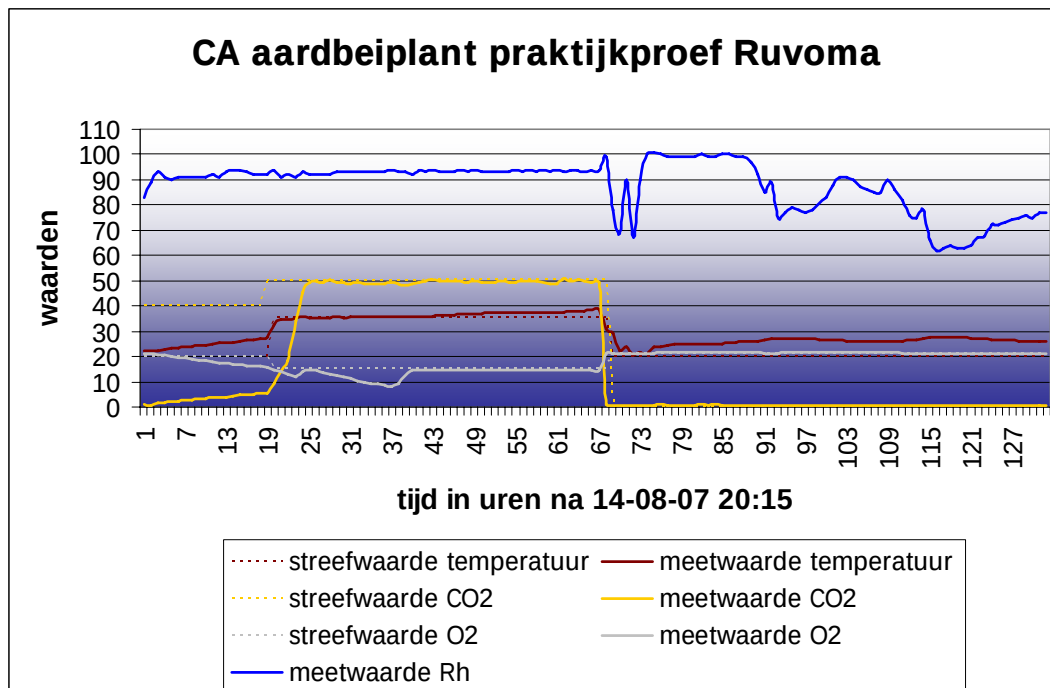
b. Temperatuur en RV

In figuur 3 is af te lezen dat er op verschillende plaatsen in de cel een spreiding in temperatuur werd gemeten van 3-4°C. Uiteindelijk liep de temperatuur op tot 36-39°C. De ingestelde CA-condities werden snel

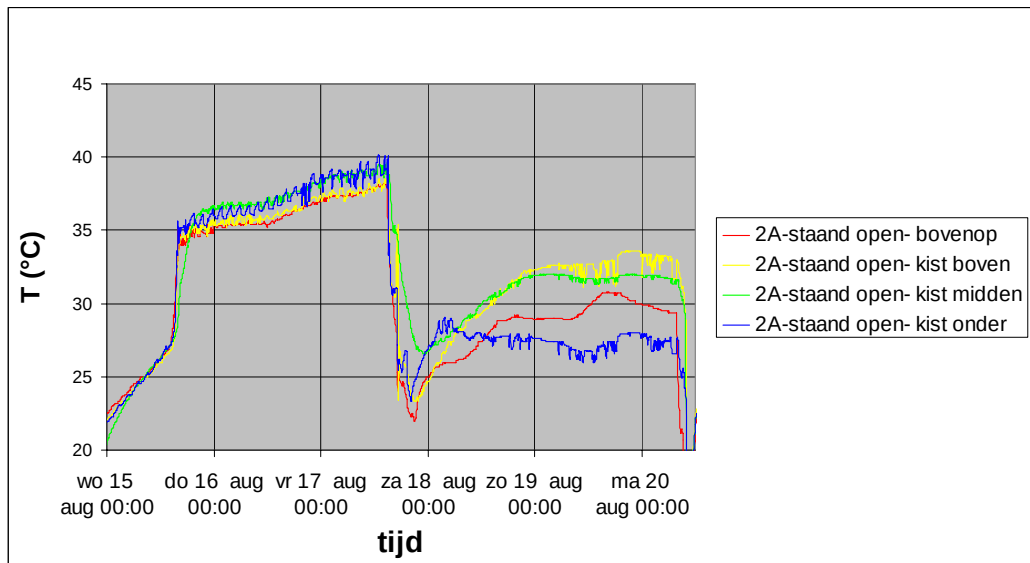
bereikt en goed gehandhaafd. Na afloop van het CA-experiment is de temperatuur met buitenlucht verlaagd. In de verschillende verpakkingsvarianten werden andere temperaturen gemeten. Tijdens de beoordeling van de proef op maandagochtend 20 augustus jl. zijn de escorts uit de kistjes gehaald en uitgelezen (figuur 4). De sproeileiding zat aan de rechterkant van de cel. Daardoor werden de planten rechts veel natter en dan vooral de planten die bovenin de pallet zaten.

c. Plantkwaliteit

De plantkwaliteit is op verschillende plaatsen in de pallet met een rapportcijfer beoordeeld waarbij vooral gelet is op het optreden van verrotting van de (uitgelopen) bladeren, de mate van uitloop en de kwaliteit van de wortels (schimmelvorming). De plantkwaliteit in de originele (dichte) verpakking liep sterk uiteen en was in de meeste gevallen (zeer) slecht: schimmelvorming (vooral onder de eerste laag planten) en verrotting kwamen veelvuldig voor. In deze verpakking was de temperatuur tijdens de beoordeling op maandag 20 augustus '07 in veel gevallen nog > 30°C.



Figuur 3. **Gerealiseerde meetwaarden tijdens opschaling CA-behandeling in praktijkcel bij Ruvoma BV te Montfoort, augustus 2007.**



Figuur 4. **Temperatuur verloop in pallet met rechtopstaande planten in opengeslagen foliezak tijdens praktijktest Ruvoma. AFSG-Wageningen, augustus 2007.**

Enkele conclusies

1. Het is in technisch opzicht goed mogelijk gebleken om de juiste temperatuur en CA-condities snel en gelijkmatig in de pallets te realiseren.
2. Regelmatige verdeling van vocht over de cel is een noodzaak.
3. Mechanische koeling is noodzakelijk om na de CA-behandeling de producttemperatuur snel te verlagen.
4. Rechtop plaatsen in de foliezak gaf het beste resultaat voor wat betreft de plantkwaliteit na behandeling. Opgemerkt moet worden dat deze partij het sterkst was. Of de verschillen met de andere verpakkingswijze in de normale behandelingsperiode van februari – maart ook zo groot is moet nader worden gezien.

5 Toepassing van gewasbeschermingsmiddelen

5.1 Combinatie middel B met vacuümbehandeling

Opzet en uitvoering

Flevoplant BV te Ens heeft goede ervaringen met het snel terugkoelen van plantmateriaal met een vacuümkoeler. Doordat er ook effecten op afdoding van luis werden vastgesteld is er op 18 december 2006 met uiteenlopend, met aardbeimijt geïnfecteerd plantmateriaal, een pilotexperiment uitgevoerd in de vacuümkoeler van Flevoplant. Het behandelde plantmateriaal is afkomstig uit een met aardbeimijt geïnfecteerd trayveld en uit een aangelegd en geïnfecteerd vermeerderingsveld in Vredepeel resp. Lelystad. In 20 minuten is de druk in de vacuümketel teruggebracht naar 5-6 millibar waarbij de planttemperatuur naar ca. 0°C daalde, bij een starttemperatuur van 10-12°C. Na 5 minuten op 5-6 millibar loopt de druk in de vacuümkoeler weer snel op naar de normale waarde. Naast een onbehandeld controle object, zijn de planten na de vacuümbehandeling al dan niet tot afdruipe bespoten met een 0,5% oplossing van acaricide B. Van elke behandeling zijn vervolgens 4 planten opgepot en beoordeeld op plantkwaliteit en overleving van mijten door Berlese extractie.

Resultaten

Uit tabel 6 blijkt dat het effect van de vacuümbehandeling zeer grillig is, van geen bestrijding bij de trayplanten tot 95% bij het besmette materiaal uit Lelystad. Toepassing van acaricide B gaf in alle gevallen wel een sterk bestrijdend effect te zien.

Tabel 6. **Resultaten vacuüm-behandeling te Ens in combinatie met een gewasbeschermingsmiddel. Inzet op 18 december 2006, PPO-Lelystad.**

Object	Herkomst planten	Behandeling	Standcijfer ¹⁾	%
			27 dec. '06	bestrijding ²⁾
1. T1	trayveld	controle	7	0
2. T2	trayveld	vacuüm	7	0
3. T3	trayveld	vacuum + middel B	6	100
4. VP1	Vredepeel	controle	7	0
5. VP2	Vredepeel	vacuüm	7	47
6. VP3	Vredepeel	vacuum + middel B	7	100
7. Le1	Lelystad	controle	6,5	0
8. Le2	Lelystad	vacuüm	6,5	95
9. Le3	Lelystad	vacuum + middel B	7	95

¹⁾ Gewascijfer (= rapportcijfer van 1 tot 10), beoordeeld op 27 dec. 2006

²⁾ Percentage bestrijding t.o.v. controle object, beoordeeld op 8 januari 2007



Foto 12. **Vacuümbehandeling bij Flevoplant BV te Ens.**



Foto 13. **Opgepot behandeld plantmateriaal uit Vredepeel**
Zie tabel 6 voor objecten, d.d. 2 januari '07

5.2 Screening van gewasbeschermingsmiddelen

Opzet en uitvoering

In combinatie met een CA-behandeling zijn in december 2006, 4 acariciden tegen de aardbeimijt getest. Het bleek toen dat deze CA-behandeling een zodanig negatief effect had op het plantmateriaal, dat de werking van de toegepaste acariciden niet kon worden beoordeeld. Vervolgens zijn deze middelen op 8 januari 2007 in de kas in Lelystad gescreend bij een normale luchtsamenstelling. Op 31 januari 2007 zijn 8 acariciden beproefd. De screening is uitgevoerd bij gemiddeld 20°C met jonge, nog samengevouwen en met aardbeimijt geïnfecteerde blaadjes. De jonge blaadjes zijn een nacht over op filtreerpapier in een petrischaal gelegd. Het filtreerpapier werd bevochtigd met 5 ml van een 0,5% oplossing met de verschillende middelen. Ook werden de blaadjes gedurende 1 minuut in een 0,5% oplossing van deze middelen gedompeld en zijn de blaadjes vervolgens in een petrischaal op vochtig filtreerpapier gelegd. De behandelde blaadjes zijn de volgende ochtend op de Berlese trechters geplaatst en beoordeeld op aanwezigheid van aardbeimijt. Het onderzoek is in duplo uitgevoerd.

Resultaten

Een beperkt aantal gewasbeschermingsmiddelen gaf bij de telling op 2 februari een werking via het met het middel bevochtigde filtreerpapier te zien, waarbij middel G met 99% afdoding het hoogst scoorde (tabel 7). Middel B vertoonde via het filtreerpapier geen werking, na dompelen echter wel met een bestrijding van 93%, dit was op 11 januari 99%.

Tabel 7. **Resultaten screening gewasbeschermingsmiddelen op afdoding aardbeimijt. PPO-AGV Lelystad, jan.-feb. 2007.**

Behandeling	Middel	Behandeling	% bestrijding	
			11 januari '07	2 februari '07
1	A	Via filtreerpapier	*	0
2	B	Via filtreerpapier	*	0
3	C	Via filtreerpapier	*	41
4	Spruzit neu	Via filtreerpapier	*	0
5	D	Via filtreerpapier	*	0
6	E	Via filtreerpapier	*	78
7	G	Via filtreerpapier	*	99
8	onbehandeld	Via filtreerpapier	*	0
9	Middel B	Dompelen	99	93
10	Middel E	Dompelen	96	91
11	Middel G	Dompelen	97	92
12	Spruzit neu	Dompelen	*	80
13	H	Dompelen	98	*

*) behandeling niet uitgevoerd.

Enkele conclusies

Uit dit onderzoek komt naar voren dat de wijze van toepassing van de gewasbeschermingsmiddelen de effectiviteit sterk kan beïnvloeden. Dompelen blijkt het meeste effect te hebben. De acariciden C, E maar vooral G hebben een grote werking als via het filtreerpapier worden toegediend. Hierbij speelt dampwerking of werking via opname door het blad een rol. Middelen die een goede dampwerking vertonen hebben de voorkeur. Het onderzoek wordt voortgezet, waarbij gezien de perspectieven voor een eventuele derdenuitbreiding in eerste instantie acaricide B voor verder onderzoek in aanmerking komt. Hierbij is vooral de aandacht uitgegaan naar de wijze van toediening.

5.3 Wijze van toediening gewasbeschermingsmiddel B

Opzet en uitvoering

Om de indringing van middel B in het plantmateriaal te verbeteren zijn kistjes met A+ planten (cv. Elsanta) in april 2007 bespoten met een Airtec persluchtdop bij een spuitdruk van 6 bar. Tevens is persluchtondersteuning toegepast, eveneens bij 6 bar. Hiervoor is een speciaal spuitboompje geconstrueerd. Voor de bespuiting zijn de kistjes met plantmateriaal uit de bewaarcel in enkele dagen op een temperatuur van 16-18°C gebracht. Tussen de bundels A+ planten zijn bundels met aardbeimijt besmette planten van verschillende herkomsten geplaatst. De spuitapparatuur is uitgetest met water en perslucht; met de gebruikte Airtec dop bij 6 bar spuitdruk en 6 bar perslucht wordt een fijne druppel geproduceerd. De bespuitingen zijn 5 cm boven de kistjes uitgevoerd om een betere indringing te verkrijgen. Per kistje is na meting van de hoeveelheid spuitvloeistof per tijdseenheid gedurende 15 sec gespoten. Dit komt overeen met 150 ml spuitvloeistof per kistje.



Foto 14. **Bespuiting plantmateriaal onder verhoogde druk en persluchtondersteuning.**



Foto 15. **Detail bespuiting.**

Na behandeling is het plastic dichtgevouwen en zijn de kistjes 1 nacht bij ca. 18°C weggezet. De volgende dag zijn zowel gezonde A+ planten als besmette planten van verschillende herkomsten opgepot en na enkele weken beoordeeld op overleving van mijten. In de meeste gevallen zijn besmette planten ook de dag na de bespuiting gecontroleerd op overleving van mijten via Berlese extractie. In vervollexperimenten in mei tot juli 2007 is het effect van persluchtondersteuning, het gebruik van een bij het middel aanbevolen uitvloeier en de concentratie van het middel bestudeerd. Met middel B zijn achtereenvolgens de volgende experimenten en behandelingen uitgevoerd:

Exp. 1. Uitvoering 5 april 2007 (2-voud):

1. onbehandeld
2. water met perslucht 6 bar
3. 0,5% middel B met perslucht 6 bar

Exp. 2. Uitvoering 19 april 2007 (3-voud):

4. onbehandeld
5. 0,05% middel B met perslucht 6 bar
6. 0,5% middel B met perslucht 6 bar

Exp. 3. Uitvoering 10 mei 2007 (3-voud):

1. Onbehandeld
2. 0,5% middel B met perslucht 6 bar - uitvloeier
3. 0,5% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
4. 0,5% middel B zonder perslucht 6 bar – uitvloeier
5. 0,5% middel B zonder perslucht 6 bar + uitvloeier

Exp. 4. Uitvoering 14 mei 2007 (3-voud):

1. onbehandeld
2. 0,05% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
3. 0,5% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
4. 1,0% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
5. 2,0% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier

Exp. 5 (herhaling van exp. 4). Uitvoering 14 juni 2007 (3-voud):

1. onbehandeld
2. 0,05% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
3. 0,5% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
4. 1,0% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier
5. 2,0% middel B met perslucht 6 bar + uitvloeier

Resultaten

In tabel 9 zijn de resultaten van de eerste 2 experimenten vermeld. Bij de bespuiting op 5 april 2007 werd na enkele weken hergroei van de besmette planten (herkomst Lelystad) een afdoding vastgesteld van 98,5% met 0,5% van middel B. Het controle object waar alleen met water werd gespoten liet geen effect zien. De hergroei van het plantmateriaal had niet te lijden van de bespuiting onder verhoogde druk en de persluchtondersteuning. Bij de bespuiting op 19 april gaf een lagere dosering (0,05%) van middel B onvoldoende resultaat. Direct na behandeling op 19 april met 0,5% van middel B werd een hogere afdoding vastgesteld dan enkele weken na het oppotten: herkomst Lelystad 90,6% en herkomst Vredepeel (VP) 87,9%.

Tabel 9. **Afdoding aardbeimijt na bespuiting van plantmateriaal met middel B (spuitdruk 6 bar) met persluchtondersteuning (6 bar). PPO-AGV, mei 2007.**

Objecten exp. 1&2	Datum bespuiting	Afdoding (%)				
		17 april	23 april		16 mei	
		Herkomst Lelystad	Lelystad	VP	Lelystad	VP
1. onbehandeld	5 april	0	*	*	*	*
2. water	5 april	0	*	*	*	*
3. middel B 0,5%	5 april	98,5	*	*	*	*
4. onbehandeld	19 april	*	0	0	0	0
5. middel B 0,05%	19 april	*	30,1	11,9	51,4	40,3
6. middel B 0,5%	19 april	*	98,0	94,6	90,6	87,9

Zowel bij de beoordeling van de afdoding, direct na bespuiting op 10 mei als enkele weken na het oppotten op 1 juni, werden de mijten in het besmette plantmateriaal uit Lelystad (Lely) het best bestreden (zie tabel 10), met een afdodingspercentage van gemiddeld > 99% in vergelijking met het onbehandelde object.

Toepassing van persluchtondersteuning of een uitvloeier verbeterde het resultaat in het besmette materiaal uit Lelystad, niet of nauwelijks. Dit was wel het geval bij het besmette materiaal uit Vredepeel (VP). Hier gaf persluchtondersteuning en het gebruik van een uitvloeier (object 3) een beter resultaat.

Tabel 10. **Afdoding aardbeimijt na bespuiting van plantmateriaal op 10 mei met 0,5% middel B (spuitdruk 6 bar) met (+) of zonder (-) persluchtondersteuning (6 bar) en met of zonder gebruik van een uitvloeier. PPO-AGV, juni 2007.**

Objecten experiment 3	Afdoding (%)			
	14 mei		1 juni	
	Lelystad	VP	Lelystad	VP
1. onbehandeld	0	0	0	0
2. + perslucht - uitvloeier	99,3	92,3	99,2	96,2
3. + perslucht + uitvloeier	99,2	96,9	98,4	99,7
4. – perslucht - uitvloeier	100	85,4	99,4	92,9
5. – perslucht + uitvloeier	98,5	92,3	99,4	95,7

De afdoding bij experiment 4 was het hoogst bij een dosering van 0,5% middel B, bepaald direct na bespuiting op 18 mei (tabel 11). De resultaten van de telling op 4 juni zijn niet betrouwbaar. In het onbehandelde plantmateriaal werden weinig mijten aangetroffen (max. 8 stuks). Experiment 5 is een herhaling van exp. 4. Bij de eerste telling op 18 juni gaf een dosering van 1% van middel B het beste resultaat. De tweede telling op 13 juli werd de hoogste afdoding bij een dosering van 2% bereikt. Duidelijk is de aantasting van de aardbeimijt te zien in het plantmateriaal na oppotten in het onbehandelde object en het object met de laagste dosering van middel B (foto 16 en 17). Bespuitingen vanaf 0,5% geven een duidelijk betere hergroei. Nadelige effecten op het opgepotte, gezonde plantmateriaal konden ook bij de hoogste dosering van 2% niet worden vastgesteld.

Tabel 11. **Afdoding aardbeimijt na bespuiting van plantmateriaal op resp. 14 mei (exp. 4) en 14 juni (exp. 5) met oplopende concentraties van middel B (spuitdruk 6 bar) met persluchtondersteuning (6 bar) en gebruik van een uitvloeier. Besmet plantmateriaal afkomstig van één herkomst (Lelystad). PPO-AGV, juli 2007.**

Objecten exp. 4&5	Afdoding (%)			
	Experiment 4		Experiment 5	
	18 mei	4 juni	18 juni	13 juli
1. onbehandeld	0	0	0	0
2. 0,05% middel B	80,4	87,5	95,7	28,8
3. 0,5% middel B	99,2	79,2	94,5	83,2
4. 1,0% middel B	98,5	79,2	97,8	97,2
5. 2,0% middel B	93,2	87,5	95,7	99,1



Foto 16. **Overzicht behandelde veldjes experiment 5 na bespuiting met middel B.**
Op de voorgrond besmet plantmateriaal: van rechts naar links veld 1= 0,05%;
2= onbehandeld; 3= 1,0%; 4= 2,0%; 5= 0,5%. PPO-AGV, 11 juli 2007.



Foto 17. **Detail opgepot besmet plantmateriaal van experiment 5 na**
bespuiting met middel B. Veld 1 = 0,05%; 2 = onbehandeld; 3 = 1%.
PPO-AGV, 11 juli '07.

Enkele conclusies

Toepassing van gewasbeschermingsmiddel B heeft bij een goede indringing, perspectief bij behandeling van plantmateriaal dat na bewaring in maximaal enkele dagen wordt geconditioneerd bij 16 - 18 °C. De optimale concentratie van dit middel lijkt te liggen bij 0,5 à 1%. Een bestrijding van 99% is haalbaar bij een optimale toepassing. Hiervoor is het gewenst de voorbehandeling van het plantmateriaal te optimaliseren en de spuittechniek te verbeteren.

6 Toetsing behandelingen onder veldomstandigheden

6.1 Opzet veldproef

Vanuit de resultaten van de CA-behandelingen en de experimenten met middel B is op 7 juni 2007 op PPO Vredepeel in vier herhalingen een veldproef (vermeerderingsveld) aangelegd met de volgende objecten:

- A. Onbehandeld;
- B. CA-behandeling gedurende 48 uur 35°C bij 50% CO₂ en 15% O₂;
- C. Acaricide B, dosering 0,5% met uitvloeier bij spuitdruk 6 bar en persluchtondersteuning;
- D. Methylbromide;
- E. CA-behandeling met daarna bespuiting met middel B in een dosering van 0,5%.

De behandelingen zijn van 4-6 juni bij AFSG-Wageningen, Ruvoma B.V. te Montfoort en PPO-AGV te Lelystad met 6 herkomsten plantmateriaal uitgevoerd (tabel 12). Verder zijn met aardbeimijt besmette planten van herkomst Lelystad en Vredepeel aan de behandelingen toegevoegd. De plantherkomsten, vooral SE2 en SE1 materiaal en het besmette plantmateriaal is ruimtelijk gescheiden uitgeplant. Per veldje zijn bruto 20 planten handmatig uitgeplant. Het plantmateriaal verschilde sterk van elkaar, hetgeen tot uitdrukking komt in de gemeten rhizoomdiameter.

Tabel 12. **Herkomst plantmateriaal voor veldproef PPO Vredepeel, juni 2007.**

Herkomst	Specificatie	Rhizoomdiameter (mm)
P1	Elsanta A,	11,1
P2	Elsanta SE2,	10,4
P3	Elsanta SE1,	7,4
P4	Sonata SE2,	9,8
P5	Sonata SE1,	8,2
P6	Darselect SE2,	10,2

6.2 Resultaten veldproef

In tabel 13 is de stand van het gewas op verschillende tijdstippen na het uitplanten vermeld en is het aantal gevormde ranken per plant vermeld. De rapportcijfers voor de stand c.q. weggroei verschilden in beperkte mate, echter de stand en ook het aantal gevormde ranken per plant was voor de met metylbromide behandelde planten betrouwbaar lager. De objecten met een CA-behandeling kwamen minder snel in bloei.

Tabel 13. **Invloed behandeling op weggroei (stand, uitgedrukt in een rapportcijfer) van de planten en vorming ranken. Veldproef ontsmetting plantmateriaal aardbeimijt. PPO Vredepeel, 2007.**

Object	Behandeling	Stand			# ranken/plant 21 aug.
		25 juni	19 juli	12 nov.	
A	onbehandeld	5,7	5,6	6,0	5,5
B	CA-behandeling	5,5	5,5	6,0	5,5
C	acaricide B	5,6	6,1	6,3	5,4
D	MeBr	5,0	4,9	5,2	4,8
E	CA + acaricide B	5,7	5,3	6,0	5,5

Voor wat betreft de plantherkomsten was het fijne SE1 materiaal van herkomst 3 het gevoeligst voor uitval, ook waren er verschillen in stand tussen de herkomsten.



Foto 18. **Overzicht proefveld vermeerdering plantmateriaal** Foto 19. **Uitgeplant besmet plantmateriaal, sept. 2007 na verschillende behandelingen, sept. 2007.**

De mate van besmetting van het onbehandelde plantmateriaal (object A) was beperkt tot enkele mijten per plant op het uitplanttijdstip 7 juni. Voordat de populatie zich gaat opbouwen in het onbehandelde object A gaat er enige tijd overheen. Het effect van de verschillende behandelingen op afdoding is vanaf 16 juli goed meetbaar en daarna werden bij een verdere populatie opbouw in object A, niet of nauwelijks mijten aangetroffen in de overige objecten (tabel 14). Vanaf 7 september bleef behandeling C niet geheel vrij van aantasting. Op 11 oktober is het effect van kruisbesmetting zichtbaar. De CA-behandeling en MeBr verschilden in effectiviteit van afdoding niet van elkaar.

Tabel 14. **Invloed behandeling op percentage afdoding aardbeimijt. Veldproef ontsmetting plantmateriaal aardbeimijt. PPO Vredepeel, 2007.**

Object	Behandeling	Afdoding aardbeimijt (%) op:			
		16 juli	20 augustus	7 september	11 oktober
A	onbehandeld	0	0	0	0
B	CA-behandeling	96,9	99,1	99,9	98,8
C	acaricide B	90,6	99,1	92,5	87,4
D	MeBr	93,8	99,1	99,6	98,0
E	CA + acaricide B	90,6	99,7	99,8	97,0

Bij het oprooien op 13 november zijn van de verschillende behandelingen en plantherkomsten de wortelbeelden bestudeerd en vastgelegd. Alle behandelingen bewortelden even goed op de oude wortels die bij het planten aanwezig waren.



Foto 20 a,b,c. **Wortelbeelden herkomst 5 van behandelingen A = onbehandeld (links), B = CA (midden) en D = MeBr (rechts). PPO Vredepeel, november 2007.**

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Toepassing van verhoogde druk en drukwisselingen

Ruvoma B.V. heeft in 2006 enkele oriënterende CA-proeven in combinatie met hoge druk tot 18 bar laten uitvoeren. Toepassing van deze methodiek bood perspectief voor vervolgonderzoek. Uit onderzoek van de Universiteit van Davis (Californië) komt naar voren dat vacuümbehandelingen in kortdurende cycli van verhoogde en lage druk, de mortaliteit van insecten kan verhogen. In een experiment, uitgevoerd in januari - februari 2007 kwam naar voren dat een te hoge druk vanaf 10 bar leidt tot een sterke groeiremming van de planten en uiteindelijk zelfs tot afsterving. Een lagere druk van 6 of 8 bar gaf minder groeiremming, echter de afdoding van de aardbeimijt was te beperkt. Het is mogelijk dat de negatieve plantreactie bij verhoogde druk vooral door de hoge CO₂ concentratie is te wijten. De cycli van verhoogde en verlaagde druk beïnvloedde de plantkwaliteit nauwelijks, er werd echter geen effect op afdoding van de mijten geconstateerd. Het toepassen van drukwisselingen kan wellicht worden verbeterd door de behandeltijd bij lage druk te verlengen. In een 2^e experiment zijn enkele objecten herhaald en is ook gekeken naar de combinatie van druk en 100% N₂ (scheiden van druk en CO₂ effecten) en een lagere concentratie van CO₂. Het toepassen van drukwisselingen is herhaald waarbij de behandeltijd bij lage druk is verlengd tot 25 minuten. Al deze behandelingen leidden echter niet tot nieuwe inzichten. Evenals in het eerste experiment werden er geen of zeer onvoldoende effecten op afdoding van de aardbeimijt waargenomen. Verder onderzoek naar het toepassen van druk en cycli van vacuüm behandelingen ter bestrijding van aardbeimijt is niet zinvol.

7.2 CA - behandeling

Verandering van de lichtsamenstelling ('Controlled Atmosphere' of CA-behandeling) en/of temperatuur kan op natuurlijke wijze aanwezig ongedierte in alle levensstadia doden. Uit enkele vervolgonderzoek experimenten ter verfijning van de CA-behandeling komt naar voren dat een behandeling van 48 uur bij (reëel) 16% O₂ en een hoog CO₂ gehalte van 50% in combinatie met een hogere temperatuur van 35°C een goede methode is om aanwezige aardbeimijten effectief te doden. De bestrijding ligt bij deze behandeling rond de 99% en is wat lager dan de gewenste 99,8%. Een behandeling met een voldoende zuurstofvoorziening is noodzakelijk om plantschade te beperken. De hoge ademhalingsactiviteit van het plantmateriaal bij 35°C verbruikt bij een te laag ingestelde zuurstofconcentratie alle zuurstof waardoor fermentatie kan optreden. De vitaliteit van het plantmateriaal wordt dan snel nadelig beïnvloed. Bij suboptimale CA-condities kunnen verschillende herkomsten plantmateriaal een zeer verschillende plantreactie geven. Ook de bloei wordt beïnvloed. Met een voldoende hoge zuurstofconcentratie wordt het risico op onaantoonbare achteruitgang van plantkwaliteit na behandeling voorkomen. In een veldproef is de beste CA-behandeling vergeleken met de standaard methylobromide behandeling. Hieruit kwam naar voren dat CA-behandeling voor wat betreft weggroei van de planten en beworteling even goed tot betrouwbaar beter was dan de met MeBr ontsmette planten. De effectiviteit van afdoding van aardbeimijt was even hoog, populatie opbouw deed zich niet voor.

7.3 Toepassing van gewasbeschermingsmiddelen

Na screening van een achttal mogelijke inzetbare acariciden tegen aardbeimijt is gekozen voor de verdere ontwikkeling van de effectiviteit van toepassing van acaricide B. Duidelijk is dat het middel met enige kracht in het plantmateriaal moet worden gespoten in voldoende spuitvloeistof. De indringing van het middel moet zo optimaal mogelijk zijn, de mijten zitten diep verscholen in het hart van de planten. De planten dienen voor de behandeling ook rechtop te worden geplaatst. Voor behandeling is het gewenst dat het plantmateriaal wordt geconditioneerd bij circa 18 °C of zelfs hoger om enige uitloop van de hartblaadjes te bewerkstelligen. De techniek van de toepassing, spuitdruk en type spuitdop verdient nadere aandacht. Voor een toepassing onder praktijkomstandigheden is de ontwikkeling van een spuitcabine gewenst. In vervolgonderzoek, aangevraagd bij het Fonds Kleine Toepassingen, worden aanvullende vragen beantwoord om middel B voor een derdenuitbreiding in aanmerking te laten komen.

7.4 Opschaling van de behandelingsmethodiek

Uiteindelijk moet een goed alternatief voor ontsmetting van plantmateriaal via toetsing op semi-praktijkschaal op bedrijfsniveau worden geïmplementeerd. Gezien het genomen besluit om nog alleen voor 2007 het gebruik van methylbromide toe te laten, is voortvarendheid geboden. Met overgebleven plantmateriaal is in augustus 2007 een eerste opschalingsexperiment uitgevoerd bij Ruvoma B.V. te Montfoort. Het snel bereiken van de juiste en het handhaven van gelijkmatige condities in het plantmateriaal bij behandeling van grote partijen is een harde voorwaarde voor het slagen van deze behandelingsmethode in de praktijk. Uit de eerste praktijktest met overgebleven plantmateriaal werd bevestigd dat zowel de juiste temperatuur als CA-condities snel kunnen worden gerealiseerd. Met enkele kleine technische aanpassingen worden in vervolgonderzoek in fase IV, vanaf januari 2008 de laatste experimenten op semi-praktijkschaal uitgevoerd. Voorop staat dat alle herkomsten plantmateriaal zonder verlies aan vitaliteit op een veilige manier kunnen worden behandeld.