

Alternatieven voor de bestrijding van aardbeimijt in plantmateriaal

Projecteindrapport

Gijs van Kruistum, Marian Vlaswinkel & Piet Spoorenberg

in samenwerking met Agrotechnologie & Food Innovations te Wageningen

© 2007 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

Stichting Proef & Selectie

Stichting Asperge Fonds

Ministerie van LNV

SenterNovem

Projectnummer: 3252031201

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 EN PROBLEEMSTELLING.....	7
2 MATERIAAL EN METHODEN.....	9
2.1 Opkweek besmet plantmateriaal.....	9
2.2 Beoordeling afdoding mijten.....	9
2.3 Beoordeling gewasschade.....	10
3 RESULTATEN OZON.....	11
3.1 3.1. Ozon lucht behandeling.....	11
3.1.1 Experiment met lage dosering.....	11
3.1.2 Experiment met hoge dosering.....	12
3.2 Ozon waterbehandeling.....	13
3.2.1 Dompelen in water opgelost Ozon.....	13
3.2.2 Vernevelen van in water opgelost Ozon.....	13
4 RESULTATEN STOOM.....	15
4.1 Experiment met vaste temperatuur en 3 behandelzeiten.....	15
4.2 Experiment met 3 behandeltemperatures en 3 behandelzeiten.....	16
5 RESULTATEN WARMWATER BEHANDELING.....	17
5.1 Experiment met 3 behandeltemperatures en 3 behandelzeiten.....	17
5.2 Experiment met 3 behandeltemperatures en 4 behandelzeiten.....	18
6 RESULTATEN CA-BEHANDELING.....	21
6.1 Experiment met 5 CA-behandelzen en 2 behandelzeiten.....	21
6.2 Experiment met 2 CA-behandelzen, 2 temperatures en 5 behandelzeiten.....	22
6.3 CA-behandeling in combinatie met 3 temperatures, toevoeging stoffen en 4 behandelzeiten.....	23
6.4 'Fine tuning' CA-behandeling aardbeiplanten.....	24
7 RESULTATEN ELEKTRISCHE STROOM.....	25
8 PLANTBEHANDELING ONDER HOGERE DRUK EN DRUKWISSELIKEN VOLGENS MSDD.....	27
8.1 Achtergrond.....	27
8.2 Opzet en uitvoering.....	27
8.3 Resultaten.....	27
8.4 Enkele conclusies.....	29
9 CONCLUSIES EN AANBEVELIKEN.....	31

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 geeft een overzicht van de mogelijke alternatieven die voor deze kleine toepassing van methylbromide in vermeerderingsmateriaal van aardbei zijn onderzocht in de periode maart 2005 t/m februari 2007. Het doel van het onderzoek is het ontwikkelen van een bedrijfszekere alternatief voor methylbromide met een vrijwel gelijke effectiviteit in doding van de aardbeimijt.

In het onderzoek in fase I is de nadruk gelegd op verschillende vormen van ozon toepassing, warmwater of stoom en CA-condities. In fase II zijn de meest veelbelovende methoden uit fase I in verdere experimenten beproefd. Het onderzoek is uitgevoerd in overleg met de ingestelde projectgroep 'Aardbeimijt'. Er is een aanvang gemaakt met fase III waarin verfijning van de CA-condities wordt onderzocht evenals opschaling naar praktijkniveau. Tevens is een aanvang gemaakt met onderzoek naar de behandeling van plantmateriaal onder verhoogde druk en vacuümbehandelingen. Hiervoor is extra financiering gevonden bij SenterNovem te Utrecht. De financiering van het onderzoek in fase I & II is gebeurd door Plantum NL, Productschap Tuinbouw, Stichting Proef & Selectie, Stichting Asperge Fonds en Ministerie van LNV.

Ozon wordt op een zeer breed terrein in allerlei toepassingen ingezet voor ontsmetting. In enkele proeven is het effect van ozon op moederplantmateriaal (A+ planten) nagegaan. Zowel toepassing van ozon in lucht als in water, sorteerden weinig tot geen effect op de bestrijding van de aardbeimijt. Zelfs bij zeer hoge ozon doseringen werd opmerkelijk genoeg, geen enkel effect waargenomen.

Uit Noorwegen kwamen signalen over goede resultaten met de zogenaamde 'plantensauna' (stoom toepassing). Omdat de resultaten niet eenduidig waren, zijn met dit principe enkele proeven uitgevoerd. Het bleek dat de 'plantensauna' wel effect had, maar zeker in grote partijen is het zeer lastig om een egale temperatuurverdeling op een betrouwbare wijze te realiseren. Het risico op een onvoldoend effect op mijten enerzijds of te veel gewasschade anderzijds is te groot. In verschillende onderzoeken van soms enkele decennia geleden, is aangetoond dat warmtebehandelingen van plantmateriaal populaties van zowel schadelijke insecten als schimmelziekten sterk kan reduceren. Het in de praktijk toegepaste principe van 'bollenkoken' is in dit onderzoek opgenomen. Warmwater behandelingen laten een goede bestrijding zien ten opzichte van onbehandeld. 15 tot 30 minuten bij 45°C of 10 tot 15 minuten bij 46°C of 5 tot 10 minuten bij 47°C lijken goede combinaties, waarbij de planten weinig schade oplopen en de mijten effectief worden bestreden. Door in vervolproeven, stoffen aan het warme water toe te voegen wordt mogelijk een nog hogere effectiviteit bereikt.

Verandering van luchtsamenstelling en/of temperatuur ('Controlled Air' of CA-bewaring) kan op natuurlijke wijze aanwezig ongedierte in alle levensstadia doden. In enkele proeven is gekeken naar verschillende CA - behandelingen. Een vrij korte CA-behandeling van 1 tot 3 dagen met een laag O₂ en een hoog CO₂ gehalte in combinatie met een hogere temperatuur van 40°C lijkt een goede methode te zijn. Hierbij lopen de planten weinig schade op en de mijten worden effectief bestreden. De bestrijding is echter nog niet de gewenste 99,8 %. In een vervollexperiment zijn een laag O₂ en een hoog CO₂ gehalte in combinatie met 3 temperaturen en 2 stoffen getoetst. Een behandeling van 48 uur bij 1 % O₂ en 50 %CO₂ in combinatie met een temperatuur van 35°C gaf een bestrijding van 100 %. De hergroei van de planten was echter zeer onvoldoende. Gebleken is dat toevoeging van vooral stof M in enkele gevallen het effect van de CA-behandeling kan versterken. In vervolgonderzoek kan deze methode verder worden uitgewerkt, waardoor via stapeling van verschillende behandelingen (hurdle technology), de gewenste effectiviteit wordt bereikt. Tot slot is het effect van elektrische stroom nagegaan. Dit principe wordt in de visteelt wel toegepast voor het doden van gekweekte paling. Op de bestrijding van aardbeimijt werd echter geen effect aangetoond. In december 2006 is een aanvang gemaakt met verfijning van de CA-condities en toepassing van verhoogde druk en vacuümbehandelingen.

Uit het onderzoek naar verfijning van CA-condities kwam een behandeltemperatuur van 35 °C gecombineerd met maximaal 48 uur bij 1 % O₂ en 50 %CO₂ als beste naar voren met 100 % afdoding van de aardbeimijt en een nog acceptabele plantkwaliteit na behandeling. 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 het voorjaar van 2007 worden de nodige vervolgexperimenten uitgevoerd om te komen tot opschaling naar een praktisch toepasbare ontsmettingsmethode. In overleg met de projectgroep Aardbeimijt wordt het verdere plan van aanpak in fase III en IV uitgewerkt en in een nieuw vervolgproject voortgezet.

1 Inleiding en probleemstelling

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. Momenteel wordt het uitgangsmateriaal vrij gemaakt van aardbeimijt door het gecontroleerd begassen van het basisplantgoed (moederplanten) met methylbromide. In Nederland wordt hiervoor momenteel 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 Ozonlaag, is internationaal afgesproken het gebruik van deze stof te beëindigen. Wereldwijd wordt momenteel gezocht naar alternatieven voor de toepassing van methylbromide. Dit kan zowel als grondbehandeling als 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 tijd wordt er intensief gezocht naar mogelijke alternatieven voor de toepassing van methylbromide bij de behandeling van aardbeiplanten ter bestrijding van de aardbeimijt. Dit rapport geeft een overzicht van de mogelijke alternatieven die in onderzoek gebracht zijn. De resultaten en conclusies hiervan tot en met februari 2007 worden beknopt weergegeven. In de eerste fase van het onderzoek zijn in 2005 verschillende alternatieven voor methylbromide gescreend op de bestrijding van de aardbeimijt. Hierbij is de nadruk gelegd op verschillende vormen van ozon toepassing, warmwater of stoom en CA-condities. In fase II zijn de meest veelbelovende methoden uit fase I in verdere experimenten beproefd. In het najaar van 2006 zijn plannen gemaakt voor de start van fase III en zijn in december 2006 en januari 2007 enkele experimenten ingezet, gericht op verfijning CA-condities en toepassing van verhoogde druk en vacuumbehandelingen.

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 A&F Innovations. De financiering van het onderzoek in fase I & II en de start van fase III is gebeurd door Plantum NI, Productschap Tuinbouw, Stichting Proef & Selectie, Stichting Asperge Fonds, Ministerie van LNV en SenterNovem.

Het doel van dit onderzoek is het ontwikkelen van een bedrijfszeker alternatief voor methylbromide met een vrijwel gelijke effectiviteit in doding van de aardbeimijt. De verdere uitwerking en opschaling naar een praktijkmethode gebeurt in een vervolgproject.

2 Materiaal en methoden

2.1 Opkweek besmet plantmateriaal

In de kas van PPO Lelystad is in 2005 en 2006 het benodigde met aardbeimijt besmette plantmateriaal opgekweekt. Uitgaande van enkele besmette planten uit het veld, zijn gezonde planten (cv. Elsanta) 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. Tevens zijn in 2006 enkele vermeerderingsveldjes te Lelystad en Vredepeel met aardbeimijt besmet en na het oprooien zijn de besmette planten bij -1 °C in de koelcel bewaard.



Foto 3. Opkweek besmet plantmateriaal



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

2.2 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 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.



Foto 5. Berlese extractie aardbeimijt na 2 weken.



Foto 6. Oppotten plantmateriaal na behandeling.

2.3 Beoordeling gewasschade

De proeven zijn meestal met A+ planten (cv. Elsanta) uitgevoerd. Na uitvoering van de experimenten zijn per behandeling en per herhaling uit de behandelde bundels van 10-20 planten, minimaal 3 planten opgepot en na 1 en 2 weken hergroei met een rapportcijfer beoordeeld op gewasstand en plantschade (fytotoxiciteit). De experimenten zijn steeds in drievoud uitgevoerd.

3 Resultaten Ozon

In deze eerste fase van het onderzoek is geëxperimenteerd met verschillen vormen van ozon ontsmetting. In principe is ozon niets anders dan zuurstof waaraan zich door elektrische hoogspanning een extra zuurstofatoom heeft gekoppeld waardoor ozon (O_3) ontstaat. Ozon kan op een breed gebied worden ingezet. De grootste toepassingen zijn te vinden in de afvalwater- en drinkwaterzuivering (met name voor desinfectie). Het grote voordeel van ozon is het schone karakter omdat het stoffen alleen oxideert, waardoor nauwelijks bijproducten ontstaan. Doordat ozon een sterk herkenbare geur heeft, zullen zeer lage concentraties snel worden opgemerkt, waardoor het redelijk veilig is om met ozon te werken. Voor de zuivering van water of lucht, zal ozon altijd ter plekke moeten worden geproduceerd, dit vanwege de korte halfwaardetijd van deze stof. De halfwaardetijd van ozon in water is circa 30 minuten, d.w.z. dat elk half uur de ozonconcentratie halveert. In de praktijk zal deze halfwaardetijd kleiner zijn, omdat factoren als temperatuur, zuurgraad, concentratie en aard van de opgeloste stof deze halfwaardetijd beïnvloeden. Doordat ozon reageert met allerlei componenten zal de concentratie ozon snel dalen. Bij hogere concentraties is ozon na inhalatie schadelijk voor de gezondheid. Voor 15 minuten geldt een MAC-waarde (Maximale Aanvaardbare Concentratie) van 0,3 ppm. Voor een normale werkweek van 5 dagen en 8 uur per dag geldt voor ozon een MAC van maximaal 0,06 ppm.

3.1 3.1. Ozon lucht behandeling

3.1.1 Experiment met lage dosering

Effect van lage dosering ozongas gedurende 8 dagen (2 tot 10 november '04) bij 5°C op aardbeimijt en aardbeiplant. Dit experiment werd met besmette, opgepote planten en met behulp van een ozongenerator uitgevoerd in enkele cellen van PPO-Lelystad (tabel 1).

Tabel 1. **Resultaten lage dosering Ozon in november 2004 op bestrijding aardbeimijt en de invloed op het gewas.**

	Percentage bestrijding*	Gewasreactie
Onbehandeld	0 %	Groen
Ozon 0,3 ppm	28 %	Vrij bruin
Ozon 0,6 ppm	34 %	Erg bruin

* Percentage afdoding aardbeimijt t.o.v. onbehandeld.



Foto 7. Beoordeling planten na dosering lage ozon concentraties gedurende 8 dagen.

Een lage dosering ozon had onvoldoende effect op doding van de aardbeimijt. Het gewas liet wel een reactie zien door de behandeling met ozon, maar herstelde zich later redelijk.

3.1.2 Experiment met hoge dosering

De behandeling heeft plaatsgevonden op 20 juli 2005 met een ozon generator van Excellent Systems uit Eerbeek bij een luchttemperatuur van 20°C en een zeer hoge dosering van ozon tot 400 à 600 ppm.

Tabel 2. Resultaten hoge dosering Ozon, 20 juli 2005 te Eerbeek

Ozon luchtbehandeling 20 juli 2005		
400-600 ppm	Gewas ¹⁾	Percentage bestrijding ²⁾
8 min	6,3	0 %
4 min	6,3	0 %
2 min	6,2	0 %
1 min	6,7	0 %
Onbehandeld	6,3	0 %

¹⁾ Gewascijfer (rapportcijfer van 1 tot 10) als gemiddelde van beoordelingen 29 juli en 11 augustus 2005

²⁾ Percentage afdoding t.o.v. onbehandeld gemiddelde van 1 en 11 augustus 2005

Er is geen effect op aardbeimijt geconstateerd. Er was opmerkelijk genoeg ook geen schade aan het gewas te zien.



Foto 8 (links) en 9 (rechts). Uitvoering experiment met hoge doseringen ozon in aangepaste koelbox.

3.2 Ozon waterbehandeling

3.2.1 Dompelen in water opgelost Ozon

De behandeling heeft plaatsgevonden op 6 mei 2005 in Kollumerwaard. Ozon is in water opgelost en de planten zijn gedompeld in de oplossing. De temperatuur van het water was 12-15°C. De beoordeling van de mijten en het gewas heeft 1 en 2 weken na behandeling plaatsgevonden.

Tabel 3. Resultaten ozon waterbehandeling door dompelen, 6 mei 2005 te Kollumerwaard

Ozon waterbehandeling (dompelen)		gewas ¹⁾	Percentage doding ²⁾
lage dosering: 0,17 ppm	30 min	7,0	26%
	15 min	6,7	26%
	7,5 min	6,8	22%
midden dosering: 0,26 ppm	30 min	6,9	0%
	15 min	6,4	22%
	7,5 min	7,3	0%
hoge dosering: 0,44 ppm	30 min	6,4	2%
	15 min	7,2	0%
	7,5 min	7,0	0%
Onbehandeld	water	6,9	0%
Onbehandeld	droog	5,7	0%

¹⁾ Gewascijfer (1 tot 10) gemiddelde van 19 en 26 mei 2005

²⁾ Percentage bestrijding t.o.v. onbehandeld gemiddelde van 19 en 30 mei 2005

De opgeloste hoeveelheden ozon in het water zijn zeer laag. De toegepaste ozonbehandelingen hebben geen effect op doding van de aardbeimijt. In geen van de objecten is een effect op de hergroei van het plantmateriaal vastgesteld.



Foto 10. Installatie voor verrijken van water met O3 Foto 11. Dompelen A+ planten in met water verrijkt O3

3.2.2 Vernevelen van in water opgelost Ozon

De behandeling heeft plaatsgevonden op 8 juni 2005 te Montfoort. De apparatuur kwam van Hortagro International BV te Leeuwarden. Ozonwater werd via een spuitmond verneveld over aardbeiplanten. De verneveling vond plaats op 30 cm afstand van de planten. De temperatuur tijdens alle behandelingen was 18-20°C. De concentratie van de ozon was 30-50 ppm voordat deze met water wordt verneveld. Er heeft ook een vergelijking met methylobromidegas plaatsgevonden gedurende 120 minuten. Tevens is er een object met 'droge' ozon toegevoegd.

Tabel 4. **Resultaten vernevelen ozon met water 8 juni 2005 te Montfoort**

Ozon vernevelen met water 8 juni 2005	Gewas ¹⁾	Percentage bestrijding ²⁾
Methylbromide 120 min.	7,1	>99%
Onbehandeld	7,3	0%
2 min. 40 ppm nevel	7,3	19%
4 min. 40 ppm nevel	6,8	67%
8 min. 40 ppm nevel	7,2	0%
16 min. 40 ppm nevel	7,0	38%
10 min. 40 ppm 'droog'	7,5	0%

¹⁾Gewascijfer (1 tot 10) gemiddelde van 23 juni en 7 juli

²⁾Percentage bestrijding t.o.v. onbehandeld op 7 juli 2005

De toegepaste ozon behandelingen hadden geen effect op doding van de aardbeimijt. Methylbromide is zoals bekend zeer effectief tegen aardbeimijt. In geen van de objecten is een effect op de hergroei van het plantmateriaal vastgesteld.



Foto 12. Behandeling plantmateriaal onder verneveling O3.

4 Resultaten stoom

Uit Noorwegen kwamen signalen over goede resultaten met de zogenaamde 'Plantensauna'. Na bestudering van de rapportage over het hieraan ten grondslag liggende onderzoek, bleken deze resultaten niet eenduidig. Ook de omstandigheden waaronder de plantensauna behandeling is toegepast, maakten vertaling naar een praktische toepassing lastig. In de rapportage van het Noorse onderzoek werd verder onderzoek en ontwikkeling aanbevolen. Daarom is besloten om deze methode nader in onderzoek te nemen en is een eigen experimentele unit ontworpen.



Foto 13. Klimaatkast, omgebouwd tot 'plantensauna' Foto 14. Behandeling plantmateriaal met stoom.

4.1 Experiment met vaste temperatuur en 3 behandel tijden

Het sauna-effect is nagebootst in een omgebouwde klimaatkast, waar stoom werd ingeblazen. De temperatuurregeling was in de eerste versie van de nagebootste sauna nog niet nauwkeurig genoeg. De temperatuur in deze sauna varieerde tussen 44 en 48°C. Dit experiment richtte zich op de behandelingsduur. De behandeling werd uitgevoerd op 11 mei 2005.

Tabel 5. **Resultaten plantensauna 11 mei 2005 te Lelystad**

Plantensauna aardbeimijt 11 mei 2005		
	gewas ¹⁾	Percentage bestrijding ²⁾
sauna 60 min.	6,0	97%
sauna 30 min.	5,2	71%
sauna 15 min.	6,0	61%
onbehandeld	6,5	0%

¹⁾ Gewascijfer (1 tot 10) gemiddelde van 19 en 26 mei 2005

²⁾ Percentage bestrijding mijten t.ov. onbehandeld van 23 mei 2005

De nagebootste 'Plantensauna' gaf bij de temperaturen van 44-48°C geen volledige doding. Bij een behandeling gedurende 60 minuten werd een goed resultaat bereikt met een beperkte nadelige invloed op de groeikracht van het plantenmateriaal. Alle behandelingen gaven een betrouwbaar verschil in bestrijding ten opzichte van onbehandeld.



Foto 15. Overzicht experiment 'plantensauna'.

4.2 Experiment met 3 behandeltemperatures en 3 behandelzeiten

In de 'sauna' beschreven onder 3.1.1. is een temperatuurmeter ingebouwd, waardoor gevarieerd kon worden in temperatuur. Hierbij is getracht de temperatuur zo goed als mogelijk was op 44, 46 en 48°C te handhaven.

Tabel 6. Resultaten plantensauna uitgevoerd op 26 mei 2005 te Lelystad

Plantensauna 26 mei 2005			
temp.	Duur	Stand gewas ¹⁾	Percentage bestrijding ²⁾
44 °C	60 min	4,8	99
44 °C	30 min	7,3	63
44 °C	15 min	7,3	1
46 °C	60 min	3,0	98
46 °C	30 min	3,8	13
46 °C	15 min	5,3	83
48 °C	60 min	4,5	66
48 °C	30 min	6,0	56
48 °C	15 min	5,5	58
Onbehandeld		7,5	0

¹⁾ Gewascijfer (1 tot 10) gemiddelde van 1 en 23 juni 2005

²⁾ Percentage bestrijding t.o.v. onbehandeld mijten gemiddelde van 6 en 16 juni 2005

Door regeltechnische problemen is bij de instelling van 48°C deze temperatuur onvoldoende bereikt. Wellicht heeft de temperatuur hier eerder in de buurt van de 44°C gelegen.

Lang behandelen (60 minuten) geeft een redelijk effect op de aardbeimijt, maar ook te veel gewasschade. Bij alle temperaturen was dit een betrouwbaar slechtere gewasstand. 30 minuten bij 46°C leidde ook tot een betrouwbaar slechtere gewasstand. De optimumtemperatuur ligt ergens bij 46 °C. De temperatuurinstelling met stoomtoepassing is ook bij deze kleine hoeveelheden plantmateriaal al bijzonder lastig. Zeker in grote partijen zal het vrijwel niet mogelijk zijn om juiste temperatuur en behandelingsduur betrouwbaar te realiseren met een stoombehandeling. Het risico op een onvoldoend effect op mijten enerzijds of te veel gewasschade anderzijds is te groot.

5 Resultaten warmwater behandeling

In verschillende onderzoeken van soms enkele decennia geleden, is aangetoond dat warmtebehandeling van plantenmateriaal populaties van zowel schadelijke insecten als schimmelziekten sterk kan reduceren. Mede op basis van literatuurgegevens en het in de praktijk toegepaste principe van 'bollenkoken' is ook de behandeling van aardbeiplanten met warmwater in onderzoek genomen. De behandelingen zijn uitgevoerd in warmwaterbakken (dompelbaden) op PPO Lisse die ook worden gebruikt voor onderzoek met bloembollen.

5.1 Experiment met 3 behandeltemperaturen en 3 behandel tijden

Er is in 2005 onderzoek uitgevoerd naar tijdsduur en behandeltemperaturen. In tabel 7 zijn de eerste resultaten vermeld.

Tabel 7. **Resultaten warmwaterbehandeling, uitgevoerd op 31 maart 2005 te Lisse**

Warmwater behandeling 31 maart 2005			
temp.	Duur	gewas ¹⁾	Percentage bestrijding ²⁾
44 °C	30 min	5,5	94%
44 °C	15 min	7,0	84%
44 °C	7,5 min	7,2	84%
46 °C	30 min	3,3	92%
46 °C	15 min	6,0	92%
46 °C	7,5 min	6,2	92%
48 °C	30 min	1,0	100%
48 °C	15 min	2,0	94%
48 °C	7,5 min	3,7	84%
Onbehandeld		6,8	0%

¹⁾ Gewascijfer (1 tot 10) gemiddelde van 7 en 13 april 2005

²⁾ Percentage bestrijding mijten t.o.v. onbehandeld als gemiddelde van 8, 15 en 26 april 2005

Alle warmwater behandelingen hadden een behoorlijk effect op de aardbeimijt. Hogere temperatuur (48 °C) heeft gemiddeld een groter effect op de aardbeimijt, dan lagere temperatuur (44 °C). Langere behandelingsduur (30 minuten) heeft gemiddeld een groter effect op de aardbeimijt, dan kortere behandelingsduur (7,5 minuten). Gewasschade trad op bij alle objecten met 48 °C en bij 30 minuten met 46 °C. Deze toepassing lijkt perspectiefvol om mee verder te gaan. Vervolgonderzoek moet de beste combinatie van temperatuur en tijdsduur opleveren.



Foto 16. Dompelen plantmateriaal warmwater.



Foto 17. Overzicht dompelunits.

5.2 Experiment met 3 behandeltemperatures en 4 behandel tijden

In 2006 is in een vervollexperiment de warmwater behandeling nogmaals uitgevoerd, nu met geringere temperatuurverschillen (tabel 8).

Tabel 8. **Resultaten warmwaterbehandeling, uitgevoerd op 13 april 2006 te Lisse**

Object	Temp. °C	duur #min	gewas ¹⁾ cijfer	Percentage bestrijding ²⁾
A	45	32	5,6	96%
B	45	16	6,3	98%
C	45	8	7,0	94%
D	45	4	6,8	97%
E	46	32	5,3	97%
F	46	16	6,7	97%
G	46	8	6,3	96%
H	46	4	6,4	75%
I	47	32	3,2	100%
K	47	16	5,3	97%
L	47	8	6,2	96%
M	47	4	6,7	98%
Onbehandeld	18	16	7,1	0%

¹⁾ Gewascijfer (1 tot 10) gemiddelde van 20, 25 april en 4 en 18 mei 2006

²⁾ Percentage bestrijding mijten t.o.v. onbehandeld 26 mei 2006

Alle objecten laten een redelijk tot goede bestrijding t.o.v. onbehandeld zien.

De objecten die 32 minuten in het water gelegen hebben, hebben een betrouwbaar slechter gewascijfer dan onbehandeld. Ook 16 minuten bij 47 °C had een betrouwbaar slechter gewascijfer dan onbehandeld.

15 tot 30 minuten bij 45 °C of 10 tot 15 minuten bij 46 °C of 5 tot 10 minuten bij 47 °C lijken goede combinaties, waarbij planten weinig schade oplopen (selectiviteit) en de mijten goed dood lijken te gaan (effectiviteit). Door in vervolproeven met toevoegingen aan het warme water te werken kan met behoud van selectiviteit mogelijk een hogere effectiviteit bereikt worden.



Foto 18. Evenwicht tussen temperatuur en tijdsduur bepalen overleving plant bij warmwater behandeling.

6 Resultaten CA-behandeling

Verandering van lichtsamenstelling en/of temperatuur (controlled air of CA-bewaring) kan op natuurlijke wijze aanwezig ongedierte in alle levensstadia vernietigen. Het toepassen van klimaatsverandering in beperkte ruimtes is een bestrijdingstechniek welke de kwaliteit van de producten niet aantast. De verandering van lichtsamenstelling en/of temperatuur wordt toegepast in klimaatkamers waarin de producten worden geplaatst. Hierin worden het zuurstofgehalte, de luchtvochtigheid en de temperatuur geregeld.

6.1 Experiment met 5 CA-behandelingen en 2 behandel tijden

Op PPO Randwijk is het mogelijk in grotere containers verschillende CA-condities aan te brengen. Hierin zijn kisten met zowel besmette (uit Z-Duitsland afkomstige) als onbesmette (wachtbed)planten geplaatst. Na 2 of 7 dagen bij 15 °C zijn de planten uitgeplant om te kijken naar het effect op mijt en fytotoxiciteit. Het met aardbeimijt besmette materiaal was erg heterogeen.

Tabel 9. **Resultaten CA-behandeling, PPO Randwijk, april 2005.**

Aardbeimijt CA-behandeling			Gewas		Bestrijding mijten ²⁾
Dagen	O ₂ %	CO ₂ %	cijfer ¹⁾	gewichtsverlies%	
2	0,5	50	7	1,6	*
7	0,5	50	7	4,4	94%
2	10	50	7	1,1	93%
7	10	50	6	2,9	*
2	0,5	90	6,5	2,2	91%
7	0,5	90	5	2,3	97%
2	10	90	7,5	1,7	*
7	10	90	3,5	3,2	95%
2	Lucht	Lucht	7	3,5	0%
7	Lucht	Lucht	6,5	2,7	42%

¹⁾ Gewascijfer (1 tot 10) 18 april 2005

²⁾ Percentagen bestrijding t.o.v. 2 dagen lucht 21 april 2005

* Door zeer lage besmetting geen betrouwbare uitslag mogelijk

Uit tabel 9 blijkt dat de doding van de aardbeimijt in deze test niet volledig was. Doding bij een CA-behandeling gedurende 7 dagen lijkt effectiever dan een behandeling gedurende 2 dagen. Het object 2 dagen lucht had betrouwbaar meer mijten dan de andere objecten. Het verschil tussen 2 dagen lucht en 7 dagen lucht was niet betrouwbaar. CA gedurende een langere periode heeft echter een nadelig effect op de plantkwaliteit. Zowel de verlaagde O₂ als ook de verhoogde CO₂ concentraties gaven een redelijk effect op het aantal aardbeimijten. Deze toepassing lijkt perspectiefvol om mee verder te gaan.



Foto 19. Planten 2 dagen na behandeling, besmet materiaal in netzakjes



Foto 20. Planten lopen na 7 dagen behandeling uit.

6.2 Experiment met 2 CA-behandelingen, 2 temperaturen en 5 behandeltijden

Op A&F Wageningen zijn als vervolg op het experiment in Randwijk diverse CA-behandelingen en temperaturen getoetst. Er is voor gekozen om de luchtsamenstelling te vergelijken met een behandeling van 1 % O₂ en 50 % CO₂. Na 1, 2, 3, 4 en 5 dagen zijn de diverse objecten uitgehaald. De planten zijn daarna opgepot om de afdoding van aardbeimijt te bepalen en de fytoxiciteit te beoordelen.

Tabel 10. Resultaten CA-behandelingen, 8 mei 2006 A&F Wageningen

Obj.	% O ₂	%CO ₂	°C	# dagen opslag	Standcijfer		% bestrijding
					18 mei	26 mei	
A1	21	0,03	20	1	8,0	8,0	0%
A2	21	0,03	20	2	7,7	7,7	32%
A3	21	0,03	20	3	5,0	6,7	66%
A4	21	0,03	20	4	5,0	6,7	62%
A5	21	0,03	20	5	4,3	6,7	22%
B1	21	0,03	40	1	5,3	5,3	97%
B2	21	0,03	40	2	1,7	2,0	*
B3	21	0,03	40	3	1,0	1,0	*
B4	21	0,03	40	4	1,0	1,0	*
B5	21	0,03	40	5	1,0	1,0	*
C1	1	50	20	1	7,3	8,0	0%
C2	1	50	20	2	7,3	8,3	60%
C3	1	50	20	3	4,0	6,7	87%
C4	1	50	20	4	4,3	6,7	80%
C5	1	50	20	5	3,3	6,7	72%
D1	1	50	40	1	7,0	7,7	92%
D2	1	50	40	2	6,3	7,3	99%
D3	1	50	40	3	3,7	6,0	95%
D4	1	50	40	4	1,7	3,0	88%
D5	1	50	40	5	1,3	2,0	*

¹⁾ Gewascijfer (1 tot 10) 18 en 26 mei 2006

²⁾ Percentagen bestrijding t.o.v. 1 dag lucht 26 mei 2006

* = geen waarneming uitgevoerd, planten afgestorven

Uit tabel 10 blijkt dat een korte behandeling van 1 tot 3 dagen met een laag O₂ en een hoog CO₂ gehalte in combinatie met een hogere temperatuur van 40°C lijkt een goede combinatie. Hierbij lopen de planten weinig schade op (selectiviteit) en de mijten gaan voor een zeer groot deel dood (effectiviteit).

6.3 CA-behandeling in combinatie met 3 temperaturen, toevoeging stoffen en 4 behandel tijden

Op A&F Wageningen is in vervolg op de resultaten van het experiment in mei 2006 de CA-conditie 1 % O₂ en 50 % CO₂ in combinatie met 3 temperaturen en 2 stoffen getoetst. De CA-behandeling bij 30, 35 en 40 °C is vergeleken met de luchtsamenstelling (alleen bij 40 °C). Tevens zijn de objecten bij 40 °C al dan niet behandeld met de stoffen van natuurlijke oorsprong P en M. Na 12, 24, 48 en 96 uur (lucht alleen na 24 en 48 uur) zijn de diverse objecten uitgehaald. De planten zijn daarna opgepot bij PPO-AGV om de invloed op de vitaliteit van de plant te bepalen en de afdoding van de aardbeimijt te bepalen via Berlese extractie.

Tabel 11. **Resultaten CA-behandelingen in combinatie met 3 temperaturen en de stoffen P en M, uitgevoerd in de periode 28 augustus tot 1 sept. 2006 bij A&F Innovations te Wageningen.**

Obj.	% O ₂	%CO ₂	°C	Stof	# uur behandeld	Standcijfer ¹⁾		% bestrijding ²⁾
						7 sept.	19 sept	
A1	1	50	30	-	12	6,0	6,7	0
A2	1	50	30	-	24	6,3	6,7	72
A3	1	50	30	-	48	5,3	6,3	60
A4	1	50	30	-	96	3,0	3,0	*
B1	1	50	35	-	12	7,3	7,7	31
B2	1	50	35	-	24	7,0	6,7	67
B3	1	50	35	-	48	4,0	2,3	100
B4	1	50	35	-	96	0,3	0	*
C1	1	50	40	-	12	6,0	7,0	40
C2	1	50	40	-	24	4,3	4,0	88
C3	1	50	40	-	48	0	0	*
C4	1	50	40	-	96	0	0	*
D1	1	50	40	P	12	7,0	7,0	72
D2	1	50	40	P	24	5,3	5,3	80
D3	1	50	40	P	48	0	0	*
D4	1	50	40	P	96	0	0	*
E1	1	50	40	M	12	6,7	7,0	67
E2	1	50	40	M	24	4,7	4,7	92
E3	1	50	40	M	48	0	0	*
E4	1	50	40	M	96	0	0	*
F2	21	0,03	40	-	24	6,7	7,3	36
F3	21	0,03	40	-	48	4,3	5,7	28
G2	21	0,03	40	P	24	7,7	7,7	55
G3	21	0,03	40	P	48	2,7	3,3	40
H2	21	0,03	40	M	24	5,7	6,7	60
H3	21	0,03	40	M	48	3,3	4,0	72

¹⁾ Gewascijfer (= rapportcijfer van 1 tot 10), beoordeeld op 7 en 19 sept. 2006; 0 = volledig afgestorven

²⁾ Percentage bestrijding t.o.v. object A1, beoordeeld van 22 tot 29 september 2006

* = geen waarneming uitgevoerd, planten afgestorven

Uit tabel 11 blijkt dat alleen een behandeling van 48 uur bij 1% O₂ en 50 % CO₂ in combinatie met een temperatuur van 35°C een 100 % bestrijding gaf (object B3). De hergroei van de planten van dit object was echter zeer onvoldoende. Het is mogelijk dat het plantmateriaal vanwege de zeer lange frigo opslag niet meer in optimale conditie was waardoor relatief sterkere plantschade is opgetreden. Combineren van een laag O₂ en een hoog CO₂ gehalte bij 40 °C met de stoffen P en M, gaf alleen bij een korte behandelingsduur van 12 uur een betere bestrijding te zien. Behandeling onder normale luchtsamenstelling gaf onvoldoende bestrijding van de mijten. In combinatie met de stoffen P en M werd de mortaliteit verhoogd, vooral bij stof M. De plantschade werd in combinatie met de stoffen P en M na een 48 uur behandeling, versterkt.

6.4 'Fine tuning' CA-behandeling aardbeiplanten

Opzet en uitvoering

Bij het onderzoek in augustus/september 2006 kwam een CA-behandeling van 48 uur bij 35 °C goed naar voren met 100 % afdoding van de aardbeimijt, de plantkwaliteit werd echter sterk nadelig beïnvloed. In mei 2006 werd na 48 uur bij 40 °C voor plantkwaliteit nog ruim voldoende gescoord bij een bestrijding van 99 %. In dit vervolgonderzoek zijn beide temperaturen vergeleken met een onbehandeld object en een behandelingsduur van 24, 36 en 48 uur. Tevens is een object behandeld met middel A, een stof die vanaf 2007 mogelijk voor toelating in aanmerking kan komen. Verder zijn de stoffen M en P uit de vorige proef toegepast en is middel V toegevoegd. Alle stoffen zijn alleen gedurende 36 uur bij 40 °C getoetst (vanwege praktische aspecten is dit 38 uur geworden).

Toepassing middelen

Om zeker te zijn van een afdoend effect van de middelen is het voor zowel A als V wenselijk om voorafgaand aan de CA-conditionering, een bespuiting direct op de planten uit te voeren. Daarna is de zaak geconditioneerd en daarbij kan mogelijk actieve stof, ongewenst worden afgevoerd. Daarom is na het bereiken van de condities de flow gestopt en voor de zekerheid nogmaals een vernevelingsinjectie direct in de CA-container gedaan. Om te controleren of met name het zuurstofgehalte niet te veel daalt na het stoppen van de flow in object 8 t/m11 (grotere kans op fytoxiciteit) is voorzien in een controle (obj. 12) waarbij de gassamenstelling continu gemonitord wordt om evt. tijdig te kunnen corrigeren door injectie met zuurstof. Daarnaast is nog een object met 0% O₂ ingezet hetgeen mogelijk nog meer effect heeft op de mijten. Omdat dit de kans op plantschade door hoog CO₂ vergroot is hier voor 10% gekozen.

Resultaten

Uit tabel 12 blijkt dat alle CA-objecten een temperatuur van 40 °C gedurende 38 uur of langer, het plantmateriaal voor het grootste deel liet afsterven. Het effect van de toegepaste middelen kon hierdoor niet worden vastgesteld. Alle objecten bij 35 °C, gaven ongeacht de behandelingsduur een 100 % afdoding van de aardbeimijt te zien. Het object 0% O₂ en 10 % CO₂ leidde tot een beperkte afdoding van de aardbeimijt. Gezien het wisselende beeld van effectiviteit in afdoding en het effect op plantkwaliteit uit deze en eerdere proeven, is verdere verfijning van de behandeltemperatuur in relatie tot de tijdsduur in de range 35 tot 40 °C gewenst. Toevoeging van middelen moet dan nader worden bezien.

Tabel 12 Resultaten CA-behandelingen in combinatie met temperatuur/tijdsduur en middelen. Inzet 13-15 december 2006. A&F-Wageningen en PPO-Lelystad.

Object	% O ₂	%CO ₂	°C	Stof	# uur behandeld	Standcijfer ¹⁾		% bestrijding ²⁾
						21 dec.	27 dec.	
1. A1	21	0,03	20	-	24	7,3	7,2	0
2. B1	1	50	35	-	24	7,7	7,3	100
3. B2	1	50	35	-	38	6,7	6,7	100
4. B3	1	50	35	-	48	6,3	6,0	100
5. C1	1	50	40	-	24	5,8	5,8	100
6. C2	1	50	40	-	38	2,3	2,0	*
7. C3	1	50	40	-	48	2,0	2,0	*
8. D2	1	50	40	A	38	2,7	2,7	*
9. E2	1	50	40	V	38	2,3	2,3	*
10. F2	1	50	40	M	38	2,0	2,3	*
11. G2	1	50	40	P	38	2,0	2,3	*
12. H2	1	50	40	-	38	2,3	2,0	*
13. J2	0	10	40	-	38	5,2	5,0	43

¹⁾ Gewascijfer (= rapportcijfer van 1 tot 10), beoordeeld op 21 en 27 dec. 2006; 0 = volledig afgestorven

²⁾ Percentage bestrijding t.o.v. object A1, beoordeeld op 4 januari 2007

* = geen waarneming uitgevoerd, planten afgestorven

7 Resultaten elektrische stroom

Gekweekte paling kan voor de slacht worden bedwemeld door middel van elektrische stroom. Het blijkt mogelijk om palingen binnen één seconde te bedwelmen door in de bak twee plaaielektroden te plaatsen en elektrische stroom van een afdoende sterkte door het water te voeren. De bewusteloze vissen kunnen vervolgens worden gedood door aansluitend op de eerste zware stroomstoot gedurende minstens vijf minuten een lagere stroom door het water te leiden en tegelijkertijd de daarin aanwezige zuurstof te verdringen met stikstofgas. Om na te gaan of dit ook een mogelijkheid voor aardbeimijt zou zijn, is er een proef uitgevoerd in samenwerking met het Instituut voor Dierhouderij en Diergezondheid (ID) te Lelystad. Op het ID te Lelystad zijn in een bak met water, waar tussen twee plaaielektroden elektrische stroom (600 V, 20 A) is gevoerd, bundels planten diverse tijdsduren in het water gedompeld.

Tabel 13. **Resultaten elektrische stroom, ID-Lelystad, juli 2006.**

Aardbeimijt CA-behandeling			Gewascijfer ¹⁾		Bestrijding mijten ²⁾	
Nr.	Behandeling	Tijdsduur (min.)	31 juli	7 aug	24 juli	7 aug
1	Onbehandeld in water	2	7,3	7,3	0%	0%
2	Stroom	1	7,7	7,7	17%	0%
3	Stroom	2	7,0	6,8	43%	0%
4	Stroom	4	7,0	6,7	14%	0%
5	Stroom	8	6,7	6,7	0%	0%
6	Onbehandeld 'droog'	*	7,3	7,3	0%	0%

¹⁾ Gewascijfer (1 tot 10)

²⁾ Percentage afdoding t.o.v. onbehandeld 'droog'

De ontwikkeling van de planten na oppotten vertoonden geen afwijkingen in vergelijking met onbehandeld (tabel 13). Bij een eerste beoordeling op 24 juli leek toepassing van stroom bij enkele objecten enig effect te hebben op doding van de mijten, deze effecten waren echter vrij willekeurig en waren bij een tweede beoordeling op 7 augustus niet meer aanwezig.

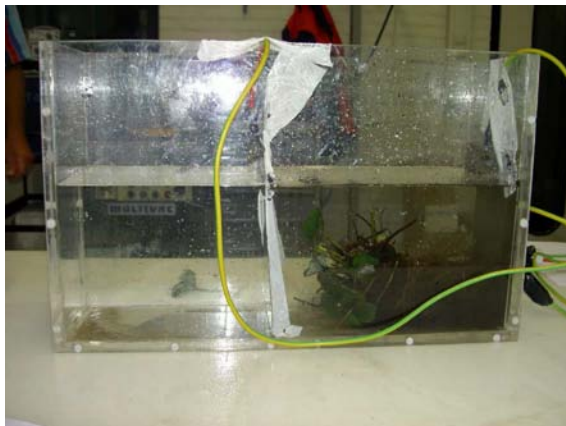


Foto 21. Experiment planten in water met elektrische stroom. Foto 22. Stroomgenerator ID-DLO.

8 Plantbehandeling onder hogere druk en drukwisselingen volgens MSDD

8.1 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

In dit (deel)experiment zijn tegelijkertijd een serie behandelingen uitgevoerd om het effect van CO₂ en druk in een statistisch betrouwbare proefopzet te toetsen.

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 alle 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 eerste instantie zijn er twee objecten getoetst met daaraan toegevoegd een onbehandeld object.

Voor beide experimenten, toepassing van verhoogde druk en cycli van drukwisselingen is extra financiering gevonden bij SenterNovem te Utrecht.

8.2 Opzet en uitvoering

In de periode 16-18 januari 2007 zijn bij A&F 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 (fytotoxiciteit) en na enkele weken getoetst op overleving van mijten via Berlese extractie.

8.3 Resultaten

Bij alle verhoogde drukken was een plantreactie te zien (tabel 14), 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 23). De cycli van drukwisselingen lieten weinig gewasreactie zien (foto 24). De bestrijding van de aardbeimijt was onvoldoende en bij de cycli van drukwisselingen zelfs nul.

Tabel 14. Resultaten CO₂-behandeling bij 20 °C onder verhoogde druk in combinatie met tijdsduur. Behandeling 16-18 januari en opgepot op 19 januari 2007. A&F-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; 0 = volledig afgestorven

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

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



Foto 23. 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 24. 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.

8.4 Enkele conclusies

Het is mogelijk dat de negatieve plantreactie bij verhoogde druk vooral door de hoge CO_2 concentratie is te wijten. De volledige CO_2 atmosfeer veroorzaakt onder normale luchtdruk reeds 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. De proef zal met een aantal objecten herhaald worden, waarbij ook gekeken zal worden naar de combinatie van druk en 100% N_2 (scheiden van druk en CO_2 effecten) en bij een lagere concentratie van CO_2 . Het toepassen van drukwisselingen wordt herhaald waarbij de behandeltijd bij lage druk wordt verlengd tot 25 minuten.

9 Conclusies en aanbevelingen

Ozon

Hoewel ozon op een zeer breed terrein in allerlei toepassingen voor ontsmetting wordt ingezet, had het geen enkel effect op de aardbeimijt. Zowel toepassing van ozon in lucht als in water, sorteerden weinig tot geen effect op de bestrijding van de aardbeimijt. Zelfs bij zeer hoge ozon doseringen werd geen doding van de aardbeimijt waargenomen. Deze methode komt niet voor vervolgonderzoek in aanmerking.

Plantensauna

Uit Noorwegen kwamen signalen over goede resultaten met de zogenaamde 'Plantensauna' (stoom toepassing). Omdat de resultaten niet eenduidig waren, zijn met dit principe enkele proeven uitgevoerd. Het bleek dat de 'plantensauna' wel effect had, maar zeker in grote partijen is het zeer lastig om een egale temperatuurverdeling op een betrouwbare wijze te realiseren. Het risico op een onvoldoend effect op mijten enerzijds of te veel gewasschade anderzijds is te groot om hier mee door te gaan.

Elektriciteit

Het effect van elektrische stroom wordt in de visteelt toegepast voor het doden van gekweekte paling. In het water werd gedurende maximaal 8 minuten tussen twee plaaitelektroden een spanning aangebracht van 600 Volt bij een stroomsterkte van 20 Ampère. Op de vitaliteit van aardbeimijt op in water gedompeld plantmateriaal werd geen effect aangetoond.

Warmwater behandelingen

In verschillende onderzoeken van soms enkele decennia geleden, is aangetoond dat warmtebehandelingen van plantmateriaal, populaties van zowel schadelijke insecten als schimmelziekten sterk kan reduceren. Het in de praktijk toegepaste principe van 'bollenkoken' is in dit onderzoek opgenomen. Warmwater behandelingen laten een goede bestrijding zien ten opzichte van onbehandeld. 15 tot 30 minuten bij 45°C of 10 tot 15 minuten bij 46°C of 5 tot 10 minuten bij 47°C zijn goede combinaties, waarbij de planten weinig schade oplopen en de mijten voor circa 97 % worden bestreden. Hoewel dit een aanzienlijk resultaat is, is het echter nog onvoldoende, omdat de aardbeimijt zich snel weer kan uitbreiden. Door in vervolgprouven, stoffen aan het warme water toe te voegen wordt mogelijk een nog hogere effectiviteit bereikt. Een nadeel van deze behandelmethode is het risico op overdracht van schimmel- en bacterieziekten.

CA - behandeling

Verandering van luchtsamenstelling ('Controlled Atmosphere' of CA-behandeling) en/of temperatuur kan op natuurlijke wijze aanwezig ongedierte in alle levensstadia doden. In enkele proeven is gekeken naar verschillende CA-behandelingen. Een vrij korte CA-behandeling van 1 tot 3 dagen met een laag O₂ en een hoog CO₂ gehalte in combinatie met een hogere temperatuur van 35 of 40 °C lijkt een goede methode te zijn. Hierbij lopen de planten weinig schade op en de mijten worden evenals bij dompelen in warmwater voor circa 97 % bestreden. De bestrijding is echter nog niet de gewenste 99,8 %. In vervolgprouven zijn een laag O₂ en een hoog CO₂ gehalte in combinatie met 3 temperaturen en 2 stoffen getoetst. Een behandeling van 48 uur bij 1 % O₂ en 50 % CO₂ in combinatie met een temperatuur van 35°C gaf een bestrijding van 100 %. De hergroei van de planten was in één geval echter zeer matig. Mogelijk dat de uitgangskwaliteit van het plantmateriaal door de langdurige opslag bij -1 °C onvoldoende was. Gebleken is dat toevoeging van vooral stof M in enkele gevallen het effect van de CA-behandeling kan versterken. Verdere fijn tuning van de CA-condities bij een hogere temperatuur, al dan niet gecombineerd met een stof is noodzakelijk om de bedrijfszekerheid voor afdoding te verhogen en het risico op onaanvaardbare achteruitgang van plantkwaliteit na behandeling te voorkomen.

Toepassing van verhoogde druk en drukwisselingen

Ruvoma B.V. heeft in 2006 enkele oriënterende CA-prouven in combinatie met hoge druk tot 18 bar laten uitvoeren. Toepassing van deze methodiek bood perspectief voor vervolgprouwen. 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.

Combinaties van maatregelen

In vervolg experimenten wordt verder ingezet op finetuning van CA-condities gecombineerd met temperatuurverhoging en toepassing van middelen. Op deze wijze wordt getracht om via stapeling van verschillende behandelingen (hurdle technology), de gewenste effectiviteit te bereiken. Het verder uitwerken en gedeeltelijk herhalen van behandelingen onder verhoogde druk en drukwisselingen is gewenst om een definitief oordeel te kunnen vellen over deze techniek. Uiteindelijk moet een goed alternatief voor ontsmetting van plantmateriaal via toetsing op semi-praktijkschaal op bedrijfsniveau worden geïmplementeerd. Gezien het recent genomen besluit om nog alleen voor 2007 het gebruik van methylbromide toe te laten, is voortvarendheid geboden.

In het voorjaar van 2007 worden de nodige vervolggexperimenten uitgevoerd om te komen tot opschaling naar een praktisch toepasbare ontsmettingsmethode. In overleg met de projectgroep Aardbeimijt wordt het verdere plan van aanpak in fase III en IV uitgewerkt en in een nieuw vervolgproject voortgezet.