

# Opschaling aangepaste CATT behandeling aardbei(moeder)planten tegen de plantparasitaire nematode *Meloidogyne hapla*

Resultaten onderzoek 2012

Auteurs: Gijs van Kruistum, Jan Verschoor en Hans Hoek

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit AGV.

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

*Onderzoek gefinancierd door:*

Naktuinbouw Roelofarendsveen



Productschap Tuinbouw Zoetermeer



Plantum Gouda



Projectnummer: 3250232400

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR  
Business Unit AGV**

Adres : Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
Tel. : +31 320 291 662  
Fax : +31 320 230 479  
E-mail : [info.ppo@wur.nl](mailto:info.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING EN ACHTERGROND .....	7
1.1 Eerder onderzoek.....	7
1.2 Plantparasitaire nematoden .....	7
2 OPZET ONDERZOEK .....	9
2.1 Opschaling.....	9
2.1.1 Herkomst plantmateriaal opschaling.....	9
2.2 Effect rooimoment.....	10
2.3 Vermeerdering <i>M. hapla</i> na aangepaste CATT .....	10
3 RESULTATEN .....	11
3.1 Opschaling.....	11
3.1.1 Temperatuur verloop tijdens CATT behandeling.....	11
3.1.2 Resultaten veldproef opschaling.....	12
3.2 Resultaten rooimoment en tijdstip CATT .....	15
3.3 Resultaten vermeerdering <i>M. hapla</i> .....	15
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES .....	17
4.1 Opschaling.....	17
4.2 Rooimoment.....	17
4.3 Vermeerdering <i>M. hapla</i> .....	18
5 PRAKTIJKTOEPASSING EN FOLLOW-UP .....	19



# Samenvatting

In eerder uitgevoerd onderzoek bleek een CATT (Controlled Atmosphere Temperature Treatment) behandeling voor een deel ook de aanwezige plant parasitaire aaltjes *Pratylenchus penetrans* en *Meloidogyne hapla* te kunnen doden. Momenteel wordt bij het aantreffen van *M. hapla* aaltjes en overschrijding van de keuringsnormen het plantmateriaal vernietigd. Een CATT behandeling die behalve aardbeimijt ook deze nematoden aanpakt heeft dan ook een grote meerwaarde. In 2009 en 2010 zijn bij Food & Biobased Research (FBR) in Wageningen een aantal CATT behandelingen van met nematoden besmet plantmateriaal uitgevoerd. Deze zijn vervolgens bij PPO in Lelystad beoordeeld op de mate van afdoding en het effect op plantvitaliteit. Duidelijk werd dat de standaard CATT behandeling tegen aardbeimijt onvoldoende werkzaam is tegen de nematoden *M. hapla* en *P. penetrans*. Eind 2010 kwam naar voren dat in de laatste fase van de CATT behandeling een verdere verhoging naar 40 °C gewenst is om tot een voldoende hoge afdoding van het wortelknobbelaaltje *M. hapla* te komen. Deze laatste resultaten boden perspectief om een geoptimaliseerde CATT behandeling te realiseren. Dit is in samenwerking met de vermeerderingssector verenigd in Plantum in 2011 verder uitgewerkt. Voor zowel de afdoding van de aanwezige aardbeimijten als het wortelknobbelaaltje *M. hapla* werden in 2011 uitstekende resultaten behaald bij 20 uur 35 °C gevolgd door 20 uur 40 °C. Hierbij werd een afdoding van 100 % van de aardbeimijt en 99,7 % van *M. hapla* gerealiseerd. Afdoding van het wortellesie aaltje *P. penetrans* was conform eerdere resultaten minder hoog: bij 20 uur 40 °C was de afdoding 80 % en bij 28 uur 40 °C, 90 %. Het behandelde plantmateriaal bleef ruim voldoende vitaal om na uitplanten goed aan te slaan en weg te groeien. Er zijn slechts geringe verschillen in plantreactie tussen plantpartijen geconstateerd.

In 2012 zijn 16 partijtjes aardbeiplanten van verschillende rassen, herkomst en planttypen (SE2, A, A+ en lichte wachtbedplanten) behandeld volgens de standaardmethode bij 35 °C en de nieuwe methode: korter behandelen gedurende 40 uur en de temperatuur in de 2<sup>e</sup> fase opvoeren naar 40 °C. Na behandeling en een korte opslagperiode zijn de partijtjes incl. onbehandeld op 8 mei uitgeplant. De nieuwe CATT behandeling bleek even succesvol te zijn als de standaardmethode. Er werden geen verschillen tussen de rassen (Darselect, Elsanta, Figaro, Korona, Sonata, Symphony en Honeoye) vastgesteld. De grens van 40 graden is tijdens de behandeling wel essentieel; loopt die een graad te veel op, dan geeft dat duidelijk plantschade. Voor een goed effect en een gelijkmatige temperatuur is voorwaarde dat de planten niet te dichtgepakt in de kist zitten.

In een sub-proef is gebleken dat het tijdstip van een CATT behandeling flexibel, ook direct na laat rooien in januari, kan worden uitgevoerd. Al eerder is vastgesteld dat een CATT behandeling ook direct na het rooien in december kan worden uitgevoerd, dit kan logistieke voordelen bieden.

Vastgesteld is dat de enkele, na een aangepaste CATT behandeling, nog in de (moeder)planten aanwezige wortelknobbelaaltjes niet voldoende vitaal zijn om tot reproductie en vermeerdering te komen, zelfs niet na een groeiseizoen. Ook de dochterplanten bleven na de aangepaste CATT behandeling vrij van besmetting. Hiermee is een belangrijke vraag beantwoord. Behandeling van met *M. hapla* besmette moederplanten leidde tevens tot een sterke productie verbetering zowel in gewicht als in aantal dochterplanten.



# 1 Inleiding en achtergrond

In de vermeerdering van aardbeiplanten, maar ook in de productieteelt van aardbeien kunnen plant parasitaire nematoden veel schade veroorzaken. Met schoon uitgangsmateriaal op aaltjesvrije grond wordt populatieopbouw voorkomen en inzet van chemische grondontsmettingsmiddelen sterk gereduceerd. Een aangepaste CATT behandeling tegen aardbeimijt waarbij in de 2<sup>e</sup> fase de temperatuur wordt verhoogd naar 40 °C, blijkt ook werkzaam te zijn tegen de plantparasitaire aaltjes *P. penetrans* en *M. hapla*. In samenwerking met de vermeerderingsbedrijven, verenigd in Plantum, is in 2012 de opschaling naar veldomstandigheden van een aangepaste CATT behandeling onderzocht.

## 1.1 Eerder onderzoek

CATT (Controlled Atmosphere Temperature Treatment) behandeling van aardbei(moeder)planten is door PPO Lelystad en Food & Biobased Research (FBR) Wageningen in samenwerking met Plantum ontwikkeld ter bestrijding van aardbeimijt. De vermeerderingsbedrijven passen deze duurzame en niet-chemische ontsmettingsmethode inmiddels volop toe. De CATT-methode kan bij twee gespecialiseerde bedrijven, Ruvoma BV in Montfoort en Van Acht Koel- en Vriesopslag in Sint-Oedenrode, worden uitgevoerd (foto 1). In december 2011 is door de Adviescommissie Aardbeiplanten van Naktuinbouw besloten om de CATT behandeling zichtbaar te maken en te vermelden op het Elite certificaat.



**Foto 1.** CATT behandeling aardbeimoederplanten in de praktijk, december 2011.

## 1.2 Plantparasitaire nematoden

Nast het effectief afdoden van aardbeimijt en ook spint, bleek een CATT behandeling voor een deel ook de aanwezige wortellesie aaltjes *Pratylenchus penetrans* en wortelknobbel aaltjes *Meloidogyne hapla* te kunnen doden. Momenteel wordt bij het aantreffen van *M. hapla* aaltjes en overschrijding van de keuringsnormen het plantmateriaal vernietigd. Een CATT behandeling die behalve aardbeimijt ook deze nematoden aanpakt heeft dan ook een grote meerwaarde. In 2009 en 2010 zijn bij FBR in Wageningen een groot aantal CATT behandelingen van met nematoden besmet plantmateriaal uitgevoerd. Deze zijn vervolgens bij PPO in Lelystad beoordeeld op de mate van afdoding en het effect op plantvitaliteit. Duidelijk werd dat de standaard CATT behandeling tegen aardbeimijt onvoldoende werkzaam is tegen de nematoden *M. hapla* en

*P. penetrans*. Eind 2010 kwam naar voren dat een verdere verhoging naar 40 °C gewenst is om tot een voldoende hoge afdoding van het wortelknobbelaaltje *M. hapla* te komen. Deze laatste resultaten boden perspectief om een geoptimaliseerde CATT behandeling te realiseren. In nader onderzoek is in 2011 een aangepaste CATT behandeling gerealiseerd met een temperatuurverhoging naar 40 °C. Deze aangepaste CATT behandeling leidde tot een afdoding van 100 % van de aardbeimijt en 99,7 % van het wortelknobbelaaltje *M. hapla*. Het wortellesie aaltje *P. penetrans* werd voor maximaal 90 % gedood. Onderzoek naar verdere opschaling was gewenst om deze aangepaste CATT behandeling op praktijkschaal te implementeren. Het onderzoek is mogelijk gemaakt en gefinancierd door Plantum, de aardbei productietelers via het Productschap Tuinbouw en Naktuinbouw.



## 2 Opzet onderzoek

### 2.1 Opschaling

In 2012 zijn 16 plantpartijen op grotere schaal behandeld volgens de standaard methode (48 uur bij 35 °C en 50 % CO<sub>2</sub>) en de nieuwe, aangepaste methode (20 uur bij 35 °C en vervolgens 20 uur bij 40 °C, steeds bij 50 % CO<sub>2</sub>). Besloten is om alleen het effect op afdoding van het wortelknobbelaaltje *M. hapla* en aardbeimijt na te gaan. Het wortelknobbelaaltje *P. penetrans* is ook met de nieuwe methode lastiger te bestrijden (maximaal 80-90 % afdoding). De standaard CATT behandeling of de nieuwe aangepaste CATT behandeling is van 24-26 april 2012 uitgevoerd bij Ruvoma BV in Montfoort (alleen de nieuwe methode), Van Acht Koel- en Vriesopslag in Sint-Oedenrode en FBR Wageningen. Vervolgens zijn monsters plantmateriaal (20 planten per monster) na een korte bewaarperiode op 8 mei bij PPO Vredepeel uitgeplant en is de aanslag en ontwikkeling van de planten op het veld beoordeeld. De afdoding van het wortelknobbelaaltje van besmet plantmateriaal is na 6 weken incubatie in de mistkast bepaald bij PPO-AGV te Lelystad. Het met *M. hapla* besmette plantmateriaal is niet uitgeplant. Een partij met aardbeimijt besmette planten is door Berlese extractie direct na de standaard of de nieuwe CATT behandeling beoordeeld op afdoding. Dit materiaal is eveneens niet uitgeplant.

#### 2.1.1 Herkomst plantmateriaal opschaling

Het plantmateriaal voor de opschalingsproef was afkomstig van 10 plantenkwekers die van elke partij (ras, planttype) circa 32 kistjes plantmateriaal aanleverden, dat vervolgens aselekt werd verdeeld tussen de behandellocaties. Het type plantmateriaal varieerde sterk (SE2, A, A+ en lichte wachtbedplanten), zie tabel 1. Tevens waren er een groot aantal rassen in het onderzoek betrokken: Darselect, Elsanta, Figaro, Korona, Sonata, Symphony en Honeoye.

Tabel 1. Herkomst plantmateriaal opschaling nieuwe CATT methode 2012.

Partij	Ras/herkomst	Planttype
1	Figaro	SE2 (750/kist, 1e maat)
2	Sonata	A
3	Symphony	A
4	Korona	A
5	Elsanta	A
6	Darselect	SE 8-13 (500/kist)
7	Sonata	A
8	Elsanta	A
9	Elsanta	A+ (250/kist)
10	Sonata	A
11	Elsanta	SE2 op zand vermeerderd
12	Honeoye	A
13	Elsanta + <i>M. hapla</i>	<i>Niet uitgeplant</i>
14	Symphony	A+
15	Elsanta	Lichte wachtbedplant
16	Elsanta	A
17	Sonata + aardbeimijt	<i>Niet uitgeplant</i>
18	Darselect	SE 6-8 (800/kist)

## 2.2 Effect rooimoment

Naar aanleiding van vragen uit de praktijk is in een sub-proef het effect van de standaard CATT behandeling nagegaan op 2 herkomsten van cv. Elsanta die gerooid zijn in december 2011 of eind januari 2012. De CATT behandeling vond plaats eind januari 2012 of eind april 2012. Na de CATT behandeling van eind januari 2012 zijn de planten weer in folie verpakt en tot het uitplanten op 8 mei bewaard bij -1 °C.

## 2.3 Vermeerdering *M. hapla* na aangepaste CATT

De vraag doet zich voor of (het geringe aantal) *M. hapla* aaltjes die de nieuwe CATT behandeling onverhoopt toch overleven, zich in aardbeiplanten kunnen vermeerderen en vervolgens de moederplant en eventueel ook de nieuw te vormen jonge dochterplanten kunnen (her)infecteren. Dit is onderzocht door behandelde planten uit een voorgaande proef in het voorjaar van 2011 uit te planten in grote kuipen met grond (1 plant per kuip). De kuipen zijn gevuld met grond die vrij was van schadelijke aaltjes (in elk geval vrij van *M. hapla*) en zijn geplaatst op een veld bij PPO Vredepeel. Na het groeiseizoen zijn de mate van (her)infectie in zowel de "oude" moederplant, als in jonge, nieuwe aardbeiplanten bepaald. Het uitplanten in kuipen is in 2011 uitgevoerd met de objecten die genoemd zijn in tabel 2.

Tabel 2. **Objecten veldproef 2011 naar mogelijke (her) infectie in het veld door *M. hapla*.  
Uitgeplant op 13 april 2011, PPO Vredepeel.**

object nummer	normale lucht of aanpassing	Fase 1		Fase 2		Totaal uren
		Uren	temp	uren	temp	
1	Lucht	40	4	*	*	40
2	CATT	28	35	12	40	40
3	CATT	20	35	20	40	40
4	CATT	12	35	28	40	40

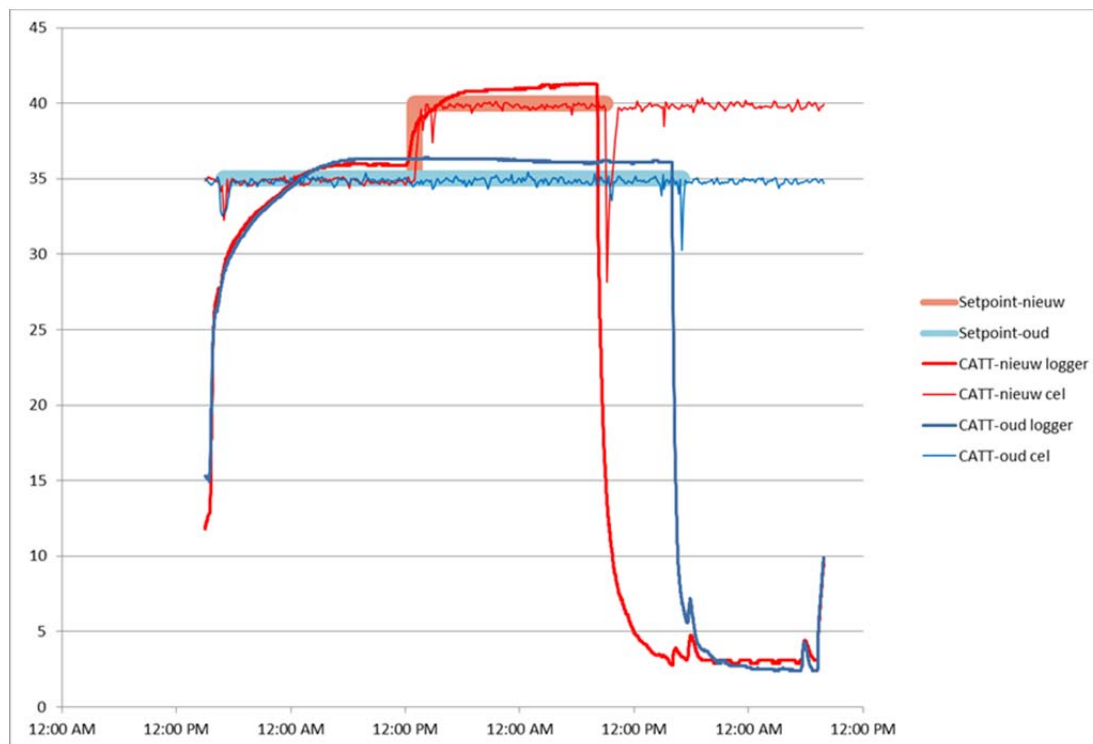
Deze semi-velddproef is uitgevoerd in 10 herhalingen, zodat er 40 kuipen (met elk 1 aardbeiplant) zijn gebruikt. De planten zijn op 13 april 2011 uitgeplant en gerooid in december 2011. Daarbij zijn per kuip de moeder- en de dochterplanten apart gerooid en bewaard. Vanaf april 2012 zijn van de moeder- en dochterplanten van 5 herhalingen (totaal 20 kuipen) door het PPO laboratorium onderzocht op aanwezigheid van *M. hapla* en van andere aaltjes. Van elke eenheid is het totale wortelgewicht bepaald, waarna per eenheid een submonster van ongeveer 30 gram wortels is gebruikt voor een incubatie behandeling gedurende 6 weken in de mistkast. Daarna zijn de aantallen aaltjes geteld en zijn de aaltjessoorten bepaald.

## 3 Resultaten

### 3.1 Opschaling

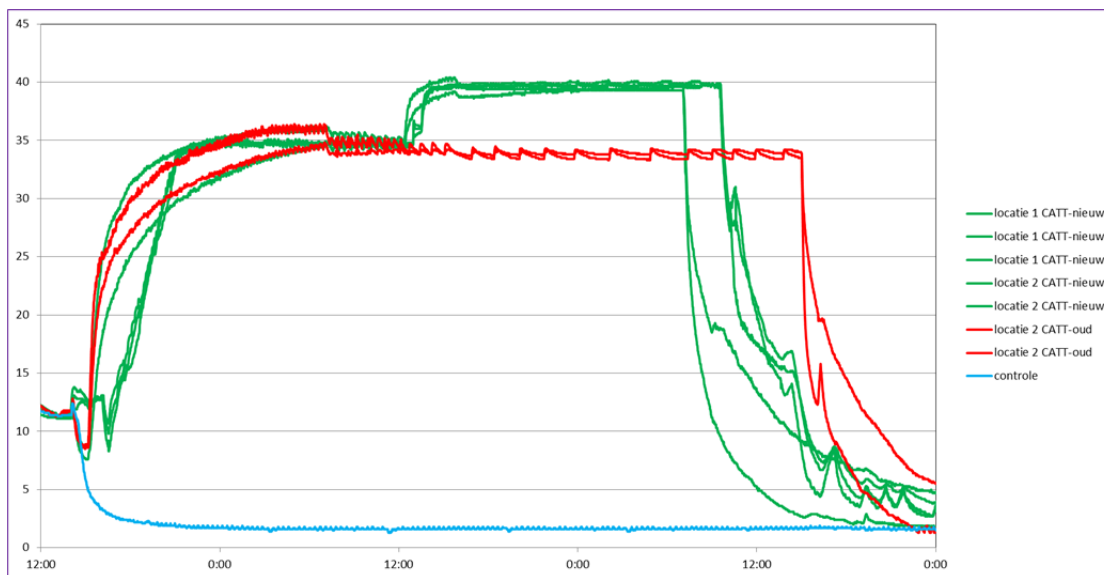
#### 3.1.1 Temperatuur verloop tijdens CATT behandeling

Tijdens de standaard CATT behandelingen en de aangepaste CATT behandelingen, uitgevoerd bij Ruvoma BV in Montfoort, Van Acht Koel- en Vriesopslag in Sint-Oedenrode en FBR Wageningen is met temperatuursensoren op verschillende plaatsen tijdens de CATT behandeling de temperatuur gemeten (figuur 1A). Data loggers in de behandelcontainers geven aan dat er bij FBR warmer is behandeld dan bij de praktijklocaties. Omdat deze keer relatief veel plantmateriaal in de containers zat is als gevolg van respiratie etc. een temperatuurverhoging opgetreden van ca 1.2°C boven setpoint.



**Figuur 1A.** Temperatuurverloop CATT behandelingen bij FBR Wageningen, 24-26 april 2012.

Op de praktijklocaties zijn de planttemperaturen niet boven setpoint geweest, zie figuur 1B.



**Figuur 1B.** Temperatuurverloop CATT behandelingen op praktijklocaties, 24-26 april 2012.

### 3.1.2 Resultaten veldproef opschaling

Na het uitplanten op 8 mei 2012 is op 30 mei, 27 juni en 18 juli de aanslag van de planten en de hergroei beoordeeld. In figuur 2 is het percentage uitval in verschillende categorieën per partijnummer en CATT behandeling weergegeven. Bij object F (CATT nieuw, uitgevoerd bij FBR Wageningen) werd duidelijk meer uitval geconstateerd. De geobserveerde schade is een duidelijke indicatie dat de grens van de temperatuurtolerantie echt bereikt is.

Op 3 juli 2012 is het proefveld door de Projectgroep Nematoden in Aardbeiplanten bezocht en beoordeeld. De planten van de herkomsten 1 en 2 waren afwijkend en van mindere kwaliteit, mogelijk te droog of te nat geroid, bij enkele planten werd *Cylindrocarpon* geconstateerd. Bij planten van partijnr. 6 en 9 kwam *P. cactorum* voor. De gewasstand op 18 juli 2012 inclusief de beoordeling van de beginnende vorming van uitlopers was tussen de objecten A t/m E niet significant verschillend (tabel 3, foto 2). Object F was wel duidelijk van mindere kwaliteit mede vanwege het hogere uitvalpercentage.

Tabel 3. **Effect van de standaard en de nieuwe CATT behandeling op uitval en plantontwikkeling in de opschalingsproef. Plantherkomsten 1 en 2 zijn vanwege aanwijsbare afwijkende kwaliteit buiten beschouwing gelaten. PPO Vredepeel 2012.**

Object code	Omschrijving	% Uitval op 27 juni <sup>1)</sup>	Standcijfer op 18 juli <sup>1)2)</sup>
A	Onbehandeld	0 a	7,1 bc
B	CATT standaard Van Acht	4,3 a	7,3 c
C	CATT nieuw Van Acht	5,1 a	7,4 c
D	CATT nieuw Ruvoma	7,5 a	7,1 c
E	CATT standaard FBR	10,0 a	6,9 b
F	CATT nieuw FBR	32,2 b	6,3 a

<sup>1)</sup> Cijfers met verschillende letters zijn significant verschillend

<sup>2)</sup> Standcijfer: rapportcijfer voor plantontwikkeling en vorming uitlopers



**Foto 2.** Proefveld CATT 2012. Rij in midden op voorgrond volgens nieuwe CATT, uiterst links onbehandeld, 2e rij van links volgens standaard CATT. Vredepeel, 31 juli 2012.
















**Figuur 2.** Proefveldschema opschaling CATT Aardbei 2012 met overzicht % plantuitval in verschillende categorieën. PPO Vredepeel, juni 2012.

<b>Partijnr.</b>	<b>Veldnr.</b>											
18	91	0	92	15	93	25	94	5	95	0	96	40
16	85	0	86	20	87	0	88	0	89	5	90	45
15	79	0	80	0	81	0	82	0	83	0	84	0
14	73	0	74	0	75	0	76	0	77	0	78	20
12	67	0	68	0	69	0	70	0	71	10	72	10
11	61	0	62	0	63	5	64	0	65	0	66	0
10	55	0	56	0	57	0	58	0	59	0	60	85
9	49	0	50	10	51	6	52	70	53	75	54	90
8	43	0	44	5	45	0	46	15	47	5	48	0
7	37	0	38	0	39	0	40	10	41	0	42	40
6	31	0	32	5	33	25	34	0	35	20	36	50
5	25	0	26	0	27	0	28	0	29	5	30	25
4	19	0	20	0	21	5	22	5	23	15	24	5
3	13	0	14	5	15	5	16	0	17	5	18	40
2	7	35	8	15	9	0	10	5	11	0	12	30
1	1	5	2	0	3	70	4	50	5	60	6	0
		%		%		%		%		%		%
<b>objectcode</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>		<b>D</b>		<b>E</b>		<b>F</b>	
	<i>% = % uitval</i>											
<b>Objectcode</b>												
<b>A = onbehandeld</b>					<b>Kleurcode</b>	<b>% uitgevallen planten</b>						
<b>B = CATT standaard Van Acht</b>						<b>0 (geen)</b>						
<b>C = CATT nieuw Van Acht</b>						<b>1 t/m 5</b>						
<b>D = CATT nieuw Ruvoma</b>						<b>6 t/m 10</b>						
<b>E = CATT standaard FBR</b>						<b>11 t/m 20</b>						
<b>F = CATT nieuw FBR</b>						<b>meer dan 20</b>						

## 3.2 Resultaten rooimoment en tijdstip CATT

In figuur 3 zijn de resultaten van de sub-proef vermeld. Het rooimoment van de planten in relatie tot het tijdstip van de (standaard) CATT behandeling was niet van invloed op het uitvalspercentage. De laatste plantbeoordeling op 18 juli 2012 scoorde een rapportcijfer van gemiddeld 7,6. Er waren geen zichtbare verschillen tussen de behandelingen aanwezig.

**Figuur 3.** Effect tijdstip CATT behandeling (januari of april) op uitval van 2 partijjes Elsanta, gerooid in december 2011 of januari 2012. % plantuitval bepaald op 27 juni en weergegeven in verschillende categorieën. PPO Vredepeel, juni 2012.

Subproef met 2 partijen Elsanta, 2 oogsttijdstippen en 2 behandelingsmomenten																													
		207	0	208	0	209	0	210	0	211	10	212	0																
		201	0	202	0	203	5	204	0	205	0	206	5																
			%		%		%		%		%		%																
<b>veldjes 201 -206: partij A</b>																													
<b>veldjes 207 - 212: partij B</b>																													
<i>% = % uitval</i>																													
201 en 207: december rooi, onbehandeld																													
202 en 208: december rooi, CATT januari																													
203 en 209: december rooi, CATT april																													
204 en 210: januari rooi, onbehandeld																													
205 en 211: januari rooi, CATT april																													
206 en 212: januari rooi, CATT januari																													
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 10%;"><b>Kleurcode</b></td> <td style="width: 40%;"><b>% uitgevallen planten</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><b>0 (geen)</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><b>1 t/m 5</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><b>6 t/m 10</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><b>11 t/m 20</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><b>meer dan 20</b></td> </tr> </table>													<b>Kleurcode</b>	<b>% uitgevallen planten</b>			<b>0 (geen)</b>			<b>1 t/m 5</b>			<b>6 t/m 10</b>			<b>11 t/m 20</b>			<b>meer dan 20</b>
	<b>Kleurcode</b>	<b>% uitgevallen planten</b>																											
		<b>0 (geen)</b>																											
		<b>1 t/m 5</b>																											
		<b>6 t/m 10</b>																											
		<b>11 t/m 20</b>																											
		<b>meer dan 20</b>																											

## 3.3 Resultaten vermeerdering *M. hapla*

Op 12 december 2011 zijn de planten gerooid, waarbij moederplanten en stek apart zijn gehouden. Van 5 herhalingen is een grondmonster gestoken. Bepaling van de mate van besmetting door *M. hapla* is in de periode april tot juni 2012 uitgevoerd. Tussentijdse opslag van het plantmateriaal van december 2011 tot maart 2012 gebeurde in de koelcel bij Nergena Wageningen. De *Meloidogyne* aaltjes waren allemaal van de soort *M. hapla*. De belangrijkste resultaten staan in de tabellen 4 en 5.

Tabel 4. **Potentiële vermeerdering *M. hapla* na aangepaste CATT behandeling en herinplant in kuipen in 2011 bij PPO Vredepeel. Bepaling besmetting in de mistkast bij PPO Lelystad, maart-juni 2012.**

Object	# uren bij 40 °C	moederplanten # <i>M. hapla</i> per:		alle dochterplanten # <i>M. hapla</i> per:		# <i>M. hapla</i> in 100 ml grond
		wortelstelsel	gram wortel	wortelstelsel	gram wortel	
1	<b>0 (controle)</b>	44691	1110	131230	528.2	1.3
2	<b>12</b>	0	0.0	2	0.0	0.0
3	<b>20</b>	0	0.0	2	0.0	0.3
4	<b>28</b>	1	0.1	1	0.0	0.3
<i>gem.</i>		<i>11173</i>	<i>278</i>	<i>32809</i>	<i>132</i>	<i>0.5</i>
<i>F prob.</i>		<i>0.41</i>	<i>0.39</i>	<i>0.26</i>	<i>0.26</i>	<i>0.42</i>

Na de aangepaste CATT behandeling van de moederplanten treedt er na herinplant geen vermeerdering van *M. hapla* op, niet bij de moederplanten maar ook niet bij de dochterplanten, dit ongeacht de lengte van de behandelperiode bij 40 °C: 12, 20 of 28 uur. Opmerkelijk is dat de overdracht van de besmetting naar de grond bij herinplant van onbehandeld besmet materiaal (controle) eveneens zeer beperkt is tot slechts 1.3 *M. hapla* per 100 ml grond. De plantproductie wordt sterk gestimuleerd na behandeling van met *M. hapla* besmet plantmateriaal (tabel 5).

Tabel 5. **Plantproductie na nieuwe CATT behandeling en herinplant in kuipen bij PPO Vredepeel, december 2011.**

Object	aantal uren bij 40 °C	# dochterplanten per kuip	totaal wortelgewicht (g) van dochterplanten per kuip
1	<b>0 (controle)</b>	26.5	261
2	<b>12</b>	47.2	310
3	<b>20</b>	36.0	248
4	<b>28</b>	28.6	189
<i>gem.</i>		<i>34.6</i>	<i>252</i>
<i>F prob.</i>		<i>0.17</i>	<i>0.16</i>



**Foto 3.** Overzicht proef met aardbeiplanten besmet met *M. hapla* aaltjes na de verschillende CATT behandelingen uit tabel 5 en daarna uitgeplant in niet-besmette grond in grote kuipen. Vredepeel, juli 2011.



## 4 Discussie en conclusies

### 4.1 Opschaling

Gezond en vitaal plantmateriaal doorstaat de nieuwe CATT behandeling zeker zo goed als de standaard CATT behandeling. Plantmateriaal met een minder goede kwaliteit, door schimmels aangetast en minder vitaal kan er wel onder lijden. Ook lijken lichte planten soms wat gevoeliger voor de behandeling dan zwaardere planten. In de veldproef werd SE2 materiaal, A en A+ en lichte wachtbedplanten vergeleken. De laatste doorstonden de behandeling als beste. Overigens waren de verschillen tussen de CATT behandelingen beperkt. De grens van 40 graden tijdens de behandeling is essentieel, want loopt die ook maar een graad teveel op, dan geeft die duidelijke schade aan de planten. Deze temperatuurbovengrens van 40 °C is hard en kritisch.

Tussen de rassen (Darselect, Elsanta, Figaro, Korona, Sonata, Symphony en Honeoye) werden geen verschillen vastgesteld. Voor een goed effect van de behandeling is het nodig dat de planten niet te dicht gepakt in de kisten zitten en dat de planten volgens het daarvoor ontwikkelde protocol worden behandeld.

### 4.2 Rooimoment

Tussen de rooimomenten (december of eind januari) en de behandelingstijdstippen (eind januari of eind april) werden na het uitplanten geen verschillen in weggroei en verdere plantontwikkeling geconstateerd. De verwachting was dat eind januari rooien en direct daarna een CATT behandeling toepassen, nadelig zou kunnen zijn. Dit werd door deze sub-proef niet bevestigd. Het tijdstip van een CATT behandeling kan flexibel, ook direct na laat rooien in januari, worden ingevuld. Al eerder is vastgesteld dat een CATT behandeling ook direct na het rooien in december kan worden uitgevoerd, dit kan logistieke voordelen bieden.

### 4.3 Vermeerdering *M. hapla*

Vastgesteld is dat de enkele nog in de (moeder)planten aanwezige wortelknobbelaaltjes niet voldoende vitaal zijn om tot reproductie en vermeerdering te komen, zelfs niet na een groeiseizoen. Ook de dochterplanten bleven na de aangepaste CATT behandeling vrij van besmetting. Hiermee is een belangrijke vraag beantwoord. Behandeling van met *M. hapla* besmette moederplanten leidde tevens tot een sterke productieverbetering zowel in gewicht als in aantal dochterplanten. Gezien het sterke afdodende effect dat reeds bij 12 uur 40 °C werd bereikt en het positieve effect op het aantal dochterplanten t.o.v. een behandelduur van 20 uur bij 40 °C, is er ruimte om de tijdsduur van de 2<sup>e</sup> fase bij 40 °C te beperken.

## 5 Praktijktoepassing en follow-up

De CATT behandeling van aardbeiplanten tegen aardbeimijt is het alternatief sinds het verdwijnen in 2008 van een gecontroleerde behandeling van aardbeiplanten met methylbromide. De standaard CATT methode bestaat uit het behandelen van de planten gedurende 48 uur bij 35 graden Celsius en 50% CO<sub>2</sub>. Bij de nieuwe, aangepaste methode krijgen de planten eerst 20 uur 35 graden en daarna 20 uur 40 graden te verduren. Op deze wijze wordt eveneens nagenoeg 100 procent van de aardbeimijt gedood en wordt het Noordelijk wortelknobbelaaltje (*M. hapla*) ook voor vrijwel 100 procent gedood. In deze opschalingsproef is aangetoond dat de aangepaste CATT methode met succes in de praktijk kan worden toegepast, onder de uitdrukkelijke voorwaarde dat de kritische grens van 40 °C niet wordt overschreden. Inmiddels wordt nagegaan in hoeverre er een risico bestaat op kruisbesmetting door de bacterie *Xanthomonas fragariae* van plantpartijen tijdens een CATT behandeling. Indien blijkt dat dit risico te verwaarlozen is, zijn er geen belemmeringen voor een verdere implementatie van deze aangepaste CATT methode in de praktijk.

In enkele pilotproeven is gebleken dat een CATT behandeling ook voor andere toepassingen perspectieven biedt en verbreed kan worden naar andere product/insect of product/nematoden combinaties. Doordat geen chemicaliën nodig zijn voor de CATT behandeling is de kans op resistentieontwikkeling gering en is geen kostbare registratieprocedure vereist. Kortom er liggen volop kansen om verdere toepassingen van deze duurzame methode uit te werken en in de praktijk te implementeren.