



Semi-praktijktest met een oxidatief product tegen echte meeldauw in roos

Rozemarijn de Vries & Jantineke Hofland-Zijlstra



Referaat

Wageningen UR Glastuinbouw onderzocht de effectiviteit en veiligheid van een oxidatief product als gewasbehandeling tegen echte meeldauw op rozen. Dit project is gefinancierd door Productschap Tuinbouw en Stolze B.V. In een kasproef met potrozen is de optimale concentratie van een oxidatief product (Van Iperen B.V.) bepaald tegen meeldauw. Een dagelijkse toediening van het product was effectiever dan een dosering die één of drie keer per week werd gegeven. Dit bevestigt de contactwerking. In een kasproef met een volgroeid rozengeewas (Red Naomi!) is in een periode van drie maanden dagelijks het oxidatieve product verneveld via een hogedruknevelleiding. In de twee proefvakken waar het rozengeewas twee keer per dag gedurende 15 minuten werd behandeld met het oxidatieve product werd de meeldauw sterker geremd dan in de twee referentievakken waar het rozengeewas werd behandeld met een standaardfungicide. Bladnatperiodes korter dan twee uur zijn wenselijk voor behoud van gewaskwaliteit. Uit de corrosietesten kwam alleen onverzinkt ijzer als zeer gevoelig naar voren. Directe blootstelling van biologische bestrijders aan het oxidatief product gaf geen verhoogde sterfte. Het geteste oxidatieve product kan als het wordt toegelaten als een gewasbeschermingsproduct een milieuvriendelijke aanvulling zijn in het pakket van beheersmaatregelen tegen echte meeldauw.

Abstract

Wageningen UR Greenhouse Horticulture tested the effectiveness and safety of an oxidative product as crop treatment against powdery mildew on roses. This project is funded by the Dutch Horticultural Production Board and Stolze BV. In greenhouse trials with pot roses the optimal concentration of an oxidative product (Van Iperen B.V.) was determined against mildew. A daily administration of the product was more effective than a dosage that was given one or three times a week. This confirmed the direct action mode. In a fully grown rose crop (Red Naomi!) during a period of three months plants received a daily treatment with the oxidative product via an ultrasonic misting device. In the two pilot areas where the rose crop was treated twice a day during 15 minutes the mildew was inhibited more strongly than in the two reference areas where the rose crop was treated with a standard fungicide. Periods of leafwetness shorter than two hours are desirable for maintaining crop quality. The tests with corrosion showed a high sensitivity of onverzinkt iron. Direct exposure of natural enemies to the oxidative product gave no increased mortality. Once it is admitted as a plant protection agent the tested oxidative product can be a good environmental friendly supplement in control measures against powdery mildew.

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving / Plant Research International, business unit Wageningen UR Glastuinbouw (hierna: "Wageningen UR Glastuinbouw"). Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO. DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Aanleiding van het onderzoek	7
	1.2 Doelstellingen	7
	1.3 Leeswijzer	7
2	Dosis- en frequentietest in potroos	9
	2.1 Doel	9
	2.2 Opzet en uitvoering	9
	2.2.1 Corrosietesten	9
	2.2.2 Fytotoxiciteitstest	9
	2.2.3 Frequentietest	10
	2.3 Resultaten	11
	2.3.1 Fytotoxiciteitstest	11
	2.3.2 Frequentietest	11
	2.4 Conclusie	12
3	Semi-praktijktest tegen echte meeldauw in roos	13
	3.1 Doel	13
	3.2 Opzet en uitvoering	13
	3.2.1 Proefopzet	13
	3.2.2 Behandelingen	13
	3.2.3 Fotosynthese metingen	14
	3.2.4 Gewasanalyses	14
	3.2.5 Ontwikkeling van meeldauw	14
	3.2.6 Statistische verwerking	15
	3.2.7 Fytotoxiciteit	15
	3.3 Resultaten	15
	3.3.1 Meeldauw aantasting	15
	3.3.2 Fotosynthese metingen	16
4	Veiligheid voor kasmaterialen	17
	4.1 Doel	17
	4.2 Opzet en uitvoering	17
	4.2.1 Proefopzet en behandelingen	17
	4.2.2 Ontwikkeling van de corrosie	17
	4.3 Resultaten	17
	4.3.1 Na 24 uur onderdompelen	17
	4.3.2 Na 31 dagen onderdompelen	18
5	Nevenwerking op insecten	21
	5.1 Doel	21
	5.2 Opzet en uitvoering	21
	5.2.1 Proefopzet en behandelingen	21
	5.2.2 Waarnemingen	22
	5.2.3 Statistische verwerking	22
	5.3 Resultaten	22

6	Discussie en conclusie	25
6.1	Remmende werking tegen meeldauw	25
6.2	Geen vermindering van fotosynthese	25
6.3	Veilig voor biologische bestrijders	25
6.4	Aanvaardbaar risico voor corrosie	26
6.5	Toepassing in de praktijk	26
6.6	Conclusie	26
7	Literatuur	27

Samenvatting

Wageningen UR Glastuinbouw heeft in 2012 en 2013 de werking van een oxidatief product tegen echte meeldauw in rozen onderzocht. Dit project is gefinancierd door Productschap Tuinbouw en Stolze B.V. Het doel was de effectiviteit te bepalen van een oxidatief product (Van Iperen B.V.) ter bestrijding van echte meeldauw in roos onder semi-praktijkcondities en de veiligheid voor kasmaterialen, gewas en biologische bestrijders.

In een kleine kasproef met potrozen is de optimale concentratie bepaald tegen meeldauw. Een dagelijkse toediening van het product was effectiever dan een dosering die één of drie keer per week wordt gegeven. Dit bevestigt de contactwerking van het product tegen meeldauw en dat er geen systemische werking is te verwachten.

In een kasproef met een volgroeid rozengewas (Red Naomi!) is in een periode van drie maanden dagelijks het oxidatieve product verneveld via een hogedruknevelleiding. De spuitdoppen werden zo geïnstalleerd dat ze maar één richting uit spotten. Hierdoor werd de kas opgedeeld in vier proefvakken, waarvan twee werden verneveld met het oxidatieve product en de andere twee met een standaardfungicide. In drie blokken van drie weken zijn verschillende vernevelingsbehandelingen getest: 3 en 5 minuten per dag, twee keer 15 minuten per dag. De behandeling met het oxidatief product gaf bij de laatste en langste inwerktijd na twee weken een betere bestrijding van echte meeldauw dan een behandeling met de standaard chemische bestrijding. De contacttijd met de schimmel en de indringing in het gewas bleken voldoende om sporulerende plekken met meeldauw te remmen. Er werd geen directe gewasschade waargenomen. Om eventueel verschillen in productie tussen de behandelingen op te sporen zijn er per vernevelingsbehandeling fotosynthesemetingen verricht. De planten die behandeld waren met het oxidatieve product hadden een gelijk niveau van fotosynthese als de planten die behandeld waren met de standaard fungicide.

Na verlenging van de kasproef werden de spuitdoppen aangepast en werd de hele kas twee keer 15 minuten per dag verneveld met alleen het oxidatieve product en dus zonder referentie vakken met een chemische behandeling. Hierbij kwamen een aantal neveneffecten van de lange bladnatperiode naar voren zoals vochtkoppen. Ook waren er sporulerende meeldauwkolonies op de onderkant van het blad zichtbaar die op de bovenkant herkenbaar waren aan rood-paars gekleurde vlekken. Bladnatperiodes korter dan twee uur zijn wenselijk voor behoud van gewaskwaliteit.

Om vast te stellen of het oxidatief product een effect heeft op de kasmaterialen (corrosie) zijn verschillende metalen (zoals ijzer, koper en aluminium) gedurende 24 uur en drie weken ondergedompeld in het oxidatief product en in kraanwater. Het materiaal bestaande uit onverzinkt ijzer vertoonde snel roestvorming en was na enkele weken meer dan 5 gram afgenomen in gewicht. De andere materialen vertoonden wel een witte aanslag, maar vertoonden niet of nauwelijks sporen van roestvorming.

Op een aantal belangrijke biologische bestrijders in roos (*Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius swirskii* en *Encarsia formosa*) zijn de neveneffecten van een bespuiting of een verneveling met het oxidatieve product onderzocht. Opvallend was dat Meltatox een sterk dodende werking gaf bij alle biologische bestrijders. Dit in tegenstelling de resultaten met het oxidatief product en de watercontrole. Bij éénmalige blootstelling aan het oxidatief product via een spuit- of nevelbehandeling werd geen hogere doding gevonden ten opzichte van de watercontrole zelfs niet als de langste blootstellingstijd werd aangehouden die een effectieve meeldauwonderdrukking op het blad gaf. Het geteste oxidatieve product kan als het wordt toegelaten als een gewasbeschermingsproduct een milieuvriendelijke en veilige aanvulling zijn in het pakket van beheersmaatregelen tegen echte meeldauw.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding van het onderzoek

Bestrijding van echte meeldauw in roos is een groot probleem. Bij hoge infectiedruk wordt er wekelijks of nog vaker de inzet van organo-chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt. De druk op deze middelen neemt toe vanwege resistentieontwikkeling, gewasschade en emissie. Daarnaast zijn grote hoeveelheden water nodig om voor een voldoende indringing in het gewas te zorgen (2500-3000 l/ha). Dit alleen al kost productie, omdat het gewas tijdelijk stil komt te staan. Verschillende alternatieven voor bestrijding van echte meeldauw zijn uiteengezet in het rapport Alternatieven voor pijpzwavel (Hofland 2011). Het belangrijkste alternatief op dit moment is pijpzwavel. Doordat dit echter een remmende werking heeft op biologische bestrijders willen telers dit liever zo minimaal mogelijk of helemaal niet inzetten.

Een groep van middelen die de laatste tijd veel aandacht krijgt is de groep van oxidatieve middelen. Dit omvat onder meer middelen op basis van chloor (bv. electrolysewater), azijnzuur en waterstofperoxide. In de praktijk worden deze middelen met goed resultaat ingezet om leidingen te reinigen van vervuiling met micro-organismen. De vraag is in hoeverre deze oxidatieve middelen zijn in te zetten om echte meeldauw op een gewas te beheersen, zodat het fungicidegebruik is te verminderen.

Belangrijke randvoorwaarden daarbij zijn:

- o zicht op registratie van deze toepassing.
- o geen gewasschade, in het bijzonder in de zomer als het gewas het gevoeligst is.
- o vermindering van het watergebruik bij toepassing.
- o veilige toediening voor mens, apparatuur en kasopstanden.

1.2 Doelstellingen

Het oxidatief product dat in dit onderzoeksrapport wordt getest is verkrijgbaar als desinfectiemiddel en toegelaten als biocide. Het heeft nog geen toelating als gewasbeschermingsmiddel.

De doelstellingen van dit onderzoek zijn:

- o Effectiviteit bepalen van het oxidatieve product ter bestrijding van echte meeldauw in roos onder semi-praktijkcondities.
- o Risico bepalen voor kasmaterialen (corrosie) en gewasschade.
- o Directe effecten bepalen op biologische bestrijders (*Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius swirskii* en *Encarsia formosa*).
- o Een gebruikersprotocol ontwikkelen voor de toepassing van oxidatieve middelen die toegepast worden via een hogedruknevelleiding.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk twee wordt een kleine kasproef met potrozen beschreven die in het voorjaar van 2012 is uitgevoerd. Hieruit kwam de meest effectieve dosis en de frequentie van toepassing naar voren. Naar aanleiding hiervan is een vervolgonderzoek uitgevoerd onder semi-praktijkcondities om de werking van het oxidatieve product in een volgroeid rozengegewas te onderzoeken. Deze proef is beschreven in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 geeft de resultaten weer van de (corrosie)effect op diverse metalen. En het laatste hoofdstuk beschrijft de effecten op verschillende biologische bestrijders.

2 Dosis- en frequentietest in potroos

2.1 Doel

Bepaling van werkzame concentraties en benodigde frequentie van dosering van het oxidatief product op jonge rozenplanten zonder risico op gewasschade.

2.2 Opzet en uitvoering

2.2.1 Corrosietesten

Een demo van de hogedruknevelleiding is voorafgaand aan het project door Stolze Installatietechniek getest op gevoeligheid voor concentraties van het oxidatief product. Gedurende 48 uur is er continu gepulsd (1 keer /30 min., 250 cc/m²) met het oxidatief product. Bij deze toepassing werden geen sporen van corrosie waargenomen. Daarna is gedurende 5 dagen de hogedruknevelleiding continu blootgesteld aan de vloeistof (zonder opvang). Dit gaf eveneens geen corrosieschade.

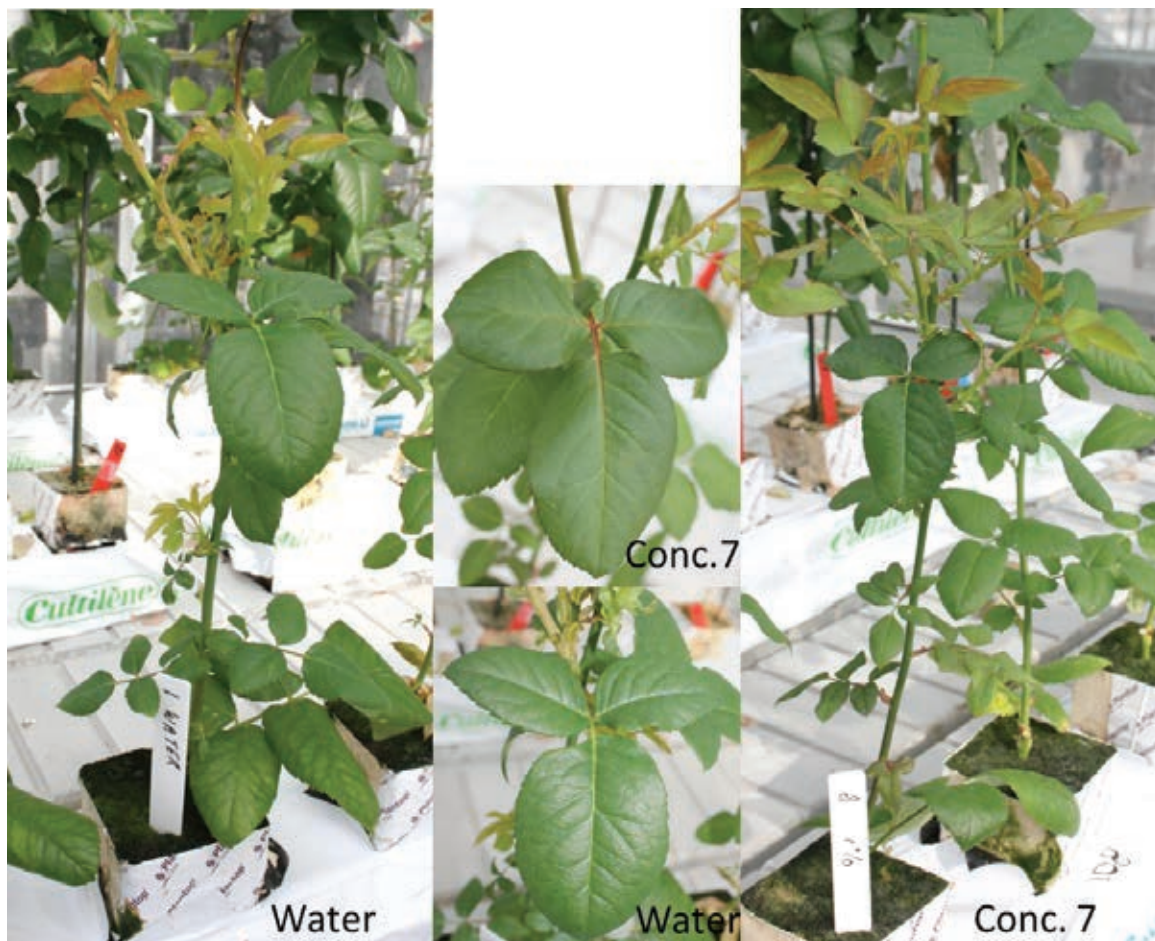
2.2.2 Fytotoxiciteitstest

De test voor gewasschade is uitgevoerd bij Wageningen UR Glastuinbouw in een kasruimte van 24 m². In de periode van maart t/m mei 2012 (week 12 - week 18). Hiervoor is gewerkt met jonge rozenstekken (cultivar Aqua, geleverd door Plantenkwekerij Ammerlaan). De stekken zijn in een kas geplaatst waar al oudere rozenplanten stonden met een sterke meeldauwbesmetting.

Het kasklimaat werd gehandhaafd op RV 85% (continue) bij een temperatuur van 20 °C. De behandelingen met het oxidatief product zijn gestart in week 13. De behandelingen zijn in overleg met de projectgroep gekozen rondom de adviesdosering voor biocidebehandelingen en éénmalig uitgevoerd. De behandelingen zijn uitgevoerd met een plantenspuit. Het watervolume van de behandelingen met het oxidatief product (ongeveer 12.5 ml/plant) was zodanig dat het licht van het gewas afdroop. Als controlebehandeling zijn twee planten met eenzelfde hoeveelheid water bespoten als de oxidatief product behandelde planten. Verschijnselen van gewasschade (bijv. verbranding) zijn over een periode van één week waargenomen.

Behandelingen (2 planten per behandeling):

- o Onbehandelde watercontrole
- o Oxidatief product (conc. 1)
- o Oxidatief product (conc. 2)
- o Oxidatief product (conc. 3)
- o Oxidatief product (conc. 4)
- o Oxidatief product (conc. 5)
- o Oxidatief product (conc. 6)
- o Oxidatief product (conc. 7)



Figuur 1: Behandelde rozenstekken met water (links en detailweergave midden onder) en met het oxidatief product hoogste concentratie 7 (rechts en detailweergave midden boven). Foto gemaakt 2 april 2012.

2.2.3 Frequentietest

Voor de frequentietest zijn ook jonge rozenstekken gebruikt. Deze werden eveneens in het kascompartiment geplaatst bij dezelfde klimaatcondities. Bij aanvang van de behandelingen na één week had zich al een matige meeldauwinfectie ontwikkeld. Er was gestreefd naar een lichtere infectiedruk, maar het infectieproces verliep sneller in het jonge plantmateriaal dan verwacht. De behandelingen zijn met uitzondering van de zaterdagen en zondagen volgens onderstaand schema uitgevoerd:

Behandelingen frequentietest (10 planten per behandeling), week 14-18:

- o Onbehandeld
- o Onbehandelde watercontrole
- o Oxidatief product (concentratie 1), dagelijks
- o Oxidatief product (concentratie 1), om de dag
- o Oxidatief product (concentratie 1), wekelijks
- o Oxidatief product (concentratie 2), dagelijks
- o Oxidatief product (concentratie 2), om de dag
- o Oxidatief product (concentratie 2), wekelijks

2.3 Resultaten

2.3.1 Fytotoxiciteitstest

Geen van de behandelde planten gaf zichtbare symptomen van gewasschade. Voor de frequentietoets is daarom besloten na overleg met de begeleidingscommissie om verder te gaan met de standaarddosering van concentratie 1 en een hogere dosering.

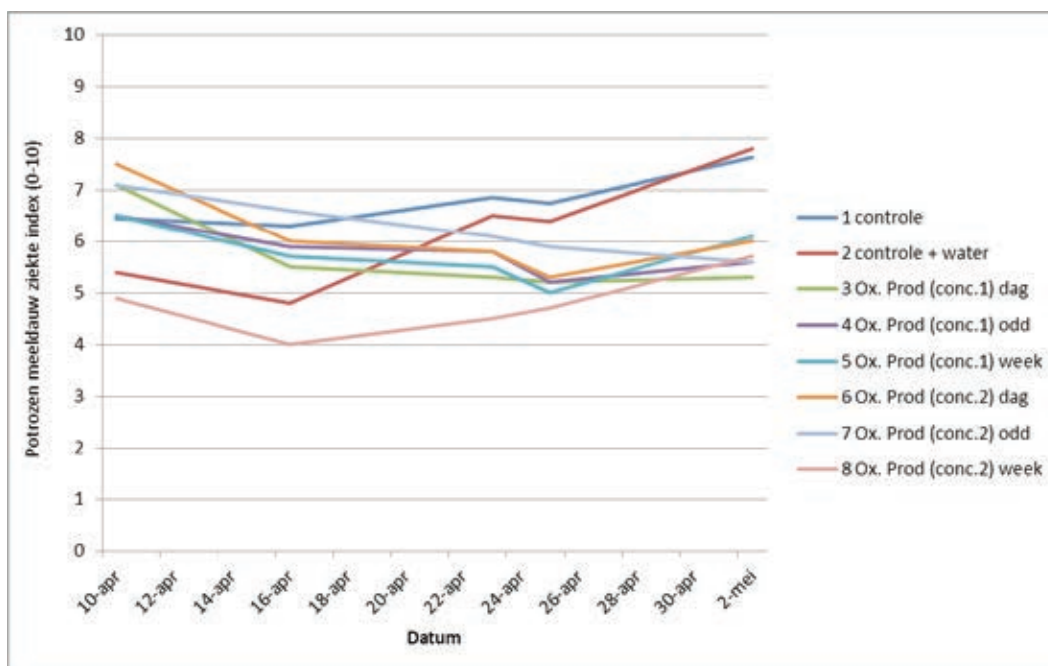
2.3.2 Frequentietest

Behandelingen met een dosering van concentratie 1 of 2 van het oxidatief product geven bij een matige begininfectie een betrouwbare vermindering van meeldauwaantasting ten opzichte van onbehandelde controleplanten en planten die behandeld zijn met water (Figuur 2 en 3). Als de behandelingen gestart worden in een eerder infectiestadium en bij een lichtere infectiedruk is een nog sterker effect op meeldauwbeheersing te verwachten.

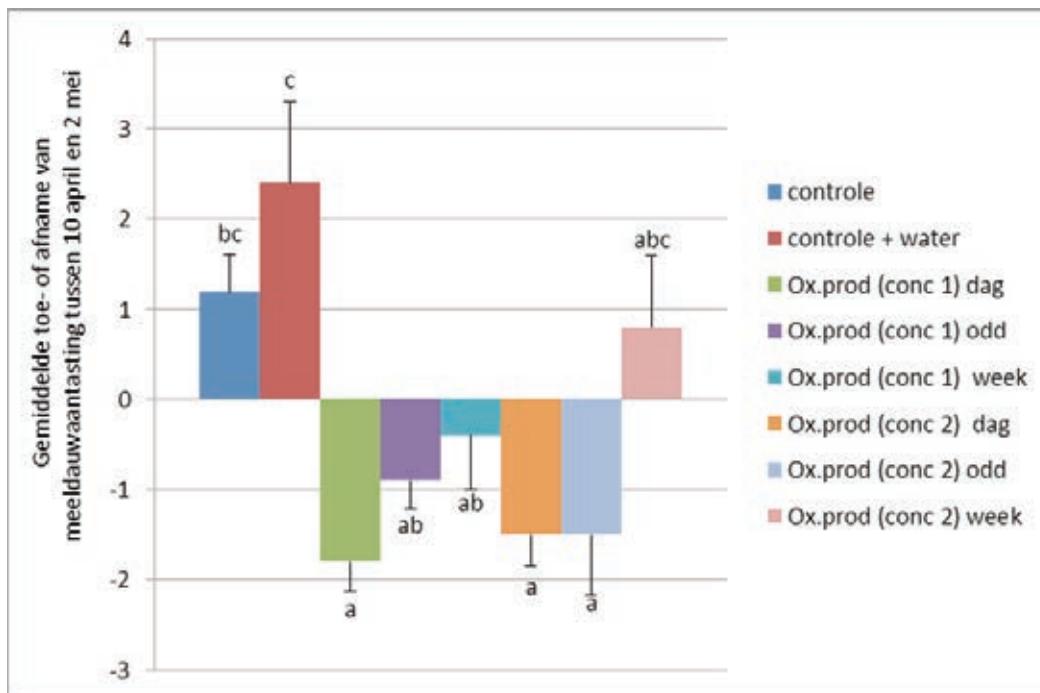
Bij behandelingen met een dosering van concentratie 1 van het oxidatief product geeft een duidelijk frequentie-effect. Hoe vaker de behandeling wordt uitgevoerd, hoe sterker de meeldauw onderdrukt wordt. Dagelijkse behandelingen waren het meest effectief.

Bij de dosering van concentratie 2 was er geen verschil tussen de dagelijkse en behandelingen die om de dag werden uitgevoerd. Wekelijks behandelingen met concentratie 2 leken nu minder effectief ten opzichte van de andere behandelingen met het oxidatieve product.

Behandelingen met een dosering van concentratie 1 en 2 van het oxidatief product geven ook bij frequente (dagelijkse) toediening geen gewasschade.



Figuur 2: Gemiddelde ziekte index van potrozen na behandeling met een dosering van concentratie 1 en 2 van het oxidatief product (Ox. Prod), dagelijks (dag), om de dag (odd) en wekelijks (week).



Figuur 3: Gemiddelde toe- of afname van meeldauwaantasting tussen start van de behandelingen op 10 april en de laatste waarneming op 2 mei. Staafjes op de kolommen geven de standaarddeviatie weer. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen aan tussen behandelingen (ANOVA, Tukey's test, $P < 0,05$).

2.4 Conclusie

Het oxidatief product (concentratie 1 en 2) heeft een remmende werking op de meeldauwontwikkeling zonder risico op gewasschade bij eventueel dagelijkse toediening. De risico's voor mens, biologie en kasopstanden lijken aanvaardbaar als de nodige veiligheidsmaatregelen bij uitvoering van de behandelingen in acht worden genomen (beschermende kleding, gelaatsmasker). Het risico voor corrosie van de hogedruknevelleiding wordt zeer klein geacht, belangrijk blijft dat deze regelmatig wordt nagespoeld met schoon water. Met concentratie 1 is de semi-praktijktest uitgevoerd bij Wageningen UR Glastuinbouw te Bleiswijk.

3 Semi-praktijktest tegen echte meeldauw in roos

3.1 Doel

Het doel was om de effectiviteit te bepalen van het oxidatieve product tegen echte meeldauw in een semi praktijktest met een volgroeid rozengewas.

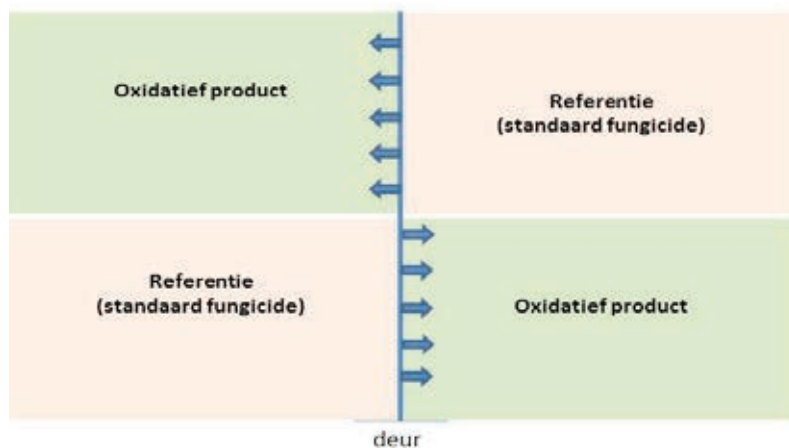
3.2 Opzet en uitvoering

3.2.1 Proefopzet

Het onderzoek werd gedurende drie maanden uitgevoerd in de periode van 13 november 2012 t/m 8 maart 2013 (week 46 - week 10). Bij de WUR Glastuinbouw in Bleiswijk was in een proefkas van 144 m² een volgroeid rozengewas 'Red Naomi' aanwezig. De temperatuur in de kas was ingesteld op 18 °C.

3.2.2 Behandelingen

Onder de bestaande hogedruknevelleiding is een extra hogedruknevelleiding (HDN) geplaatst door Stolze. De spuitdoppen werden zo geïnstalleerd dat ze maar één richting uit spotten. Door de richting om te wisselen halverwege de kas ontstonden er vier proefvakken, waarvan twee werden verneveld met het oxidatieve product en de andere twee referentievakken met een standaardfungicide (Figuur 4, 5). De twee referentievakken werden wekelijks met een rugspuit behandeld met Meltatox. Om de invloed van luchtstromen in de kas op drift van nevel te controleren is zowel met watergevoelig papier als met fluorescerende kleurstof de depositie van de nevel gecontroleerd. Een lichte mate van drift trad op van het vak rechtsvoor naar rechtsachter, maar dit had geen nadelige uitwerking op de behandelingseffecten. Wel werd besloten om alleen planten in de netto velden te meten, waar de depositie optimaal was en de drift het geringst.



Figuur 4: Indeling van de proefkas in vier proefvakken.



Figuur 5: Foto van de proefkas tijdens een vernevelingsbehandeling met het oxidatieve product. Hierop is goed te zien dat de nevel vooral in de vakken rechtvoor en linksachter terecht komt en dat er weinig drift is naar de referentievakken die met fungicide werden behandeld.

Gedurende de proefperiode is ervoor gekozen om met de laagste concentratie (nr.1) te werken die in de potrozenproef een remmende werking gaf op de ontwikkeling van echte meeldauw. In drie blokken van elk ongeveer 3 weken zijn verschillende behandelingen getoetst waarbij de tijdsduur van de nevelbehandeling varieerde en bij het derde blok ook in de frequentie van de toediening. Na overleg met de begeleidingscommissie is besloten om na het derde blok de hele kas te vernevelen met het oxidatieve product tot het einde van de proef. Hiervoor werden de afdichtingen van de spuitdoppen weer verwijderd, zodat deze weer volledig functioneerden.

Schema van nevelbehandelingen:

- o 1^e blok, 3 minuten per dag, ingezet op 26 november,
- o 2^e blok, 5 minuten per dag, ingezet op 18 december,
- o 3^e blok, 30 minuten per dag, verdeeld over twee beurten (om 10.00u en 17.00u). Ingezet op 11 januari
- o 4^e blok, 30 minuten per dag, hele kascompartiment, ingezet op 12 februari.

3.2.3 Fotosynthese metingen

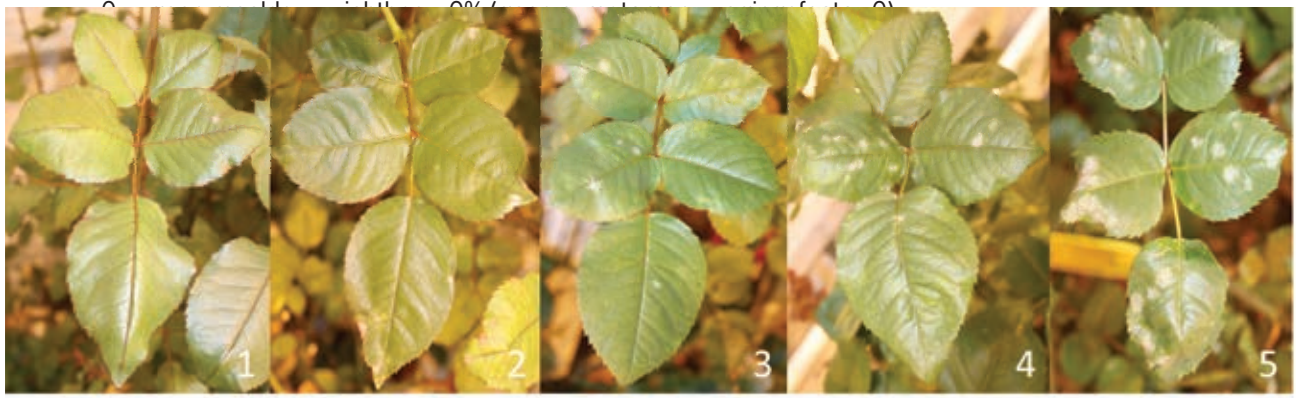
De fotosynthese is elke keer aan het einde van de 3 verschillende vernevelingsblokken gemeten met een (Li-Cor 6400). Per vak zijn ongeveer 3 - 6 stelen geanalyseerd. Een nulmeting (voor de start van de behandelingen) werd uitgevoerd op 22 november. De fotosynthese tijdens de daaropvolgende behandelingen is gemeten op 11 december (nevel 3 min/dag), 10 januari (nevel 5min/dag) en 4 februari (nevel 2x 15 min/dag).

3.2.4 Gewasanalyses

Gewasanalyses zijn in totaal drie keer uitgevoerd door Groen Agro Control. De analyses zijn uitgevoerd op 16 november (nulmeting voor start van de behandelingen), 11 januari en 11 februari.

3.2.5 Ontwikkeling van meeldauw

De meeldauw aantasting is gedurende het hele experiment wekelijks waargenomen. Per plantvak zijn 24 oogstrijpe/ volgroeide stelen gescoord in alle vier de compartimenten. De drie bovenste volgroeide bladeren per steel zijn beoordeeld op meeldauwinfectie volgens onderstaande ziekte-index (schaal van 0-5, Figuur 6). De schaalindeling was als volgt:



Figuur 6. Foto's van bladeren aantasting van meeldauw laten zien volgens de ziekte-index (0-5). Nummers zijn rechtsonderaan weergegeven.

3.2.6 Statistische verwerking

De waarnemingen zijn geanalyseerd door middel van ANOVA (Tukey's test) via SPSS met een betrouwbaarheidsinterval van 95% ($P < 0,05$).

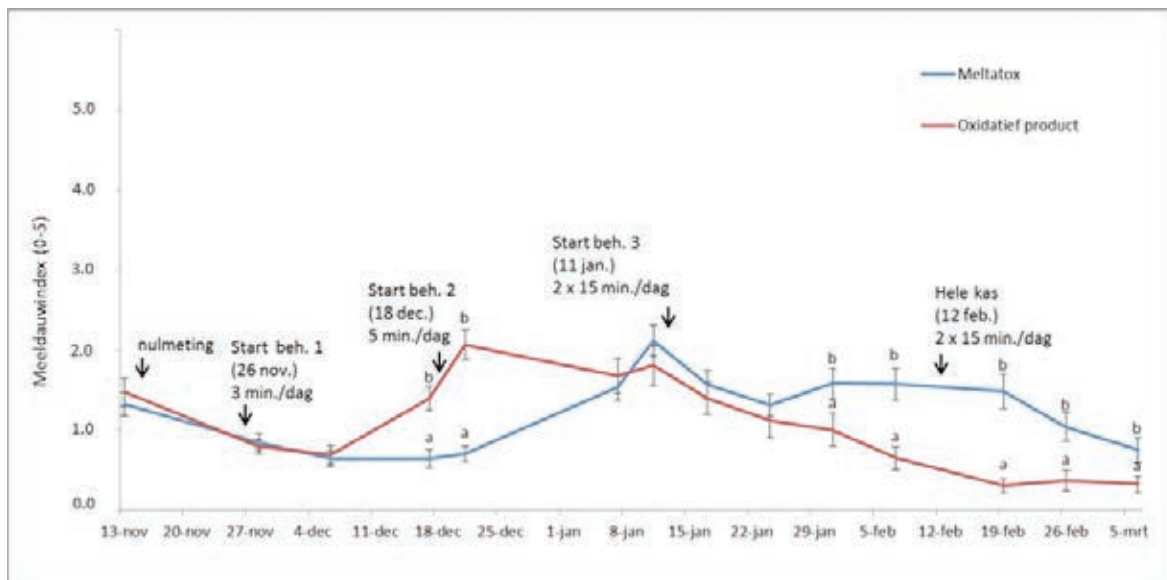
3.2.7 Fytotoxiteit

Bij het waarnemen van de proef werd gelet op gewasschade (bijv. bruinkleuring van bladpunten).

3.3 Resultaten

3.3.1 Meeldauw aantasting

Bij de eerste behandeling van 3 minuten vernevelen per dag liep de meeldauw op in vergelijking met de chemische referentie Meltatox (Figuur 7). Bij een behandeling van 5 minuten per dag is de daling van de meeldauw ontwikkeling ingezet, maar het leek nog niet voldoende onder controle. Begin januari liep de meeldauw ontwikkeling op in de chemische referentie vakken. Omdat er geen gewasschade te zien was is in overleg met de BCO is besloten om in het derde blok voor een nog langere behandelingsduur in te stellen (30 minuten) en de frequentie te verhogen naar twee keer per dag. Deze behandeling toonde een zeer sterke vermindering van de meeldauw infectie in het gewas. Tot het einde van het experiment is de meeldauw in de vernevelde vakken zelfs significant minder dan in de referentie vakken. Ook wanneer de hele kas wordt verneveld, blijft de meeldauwontwikkeling afnemen zelfs in de eerder behandelde referentievakken. De behandeling met het experimenteel oxidatief product lijkt eenzelfde bestrijding te geven van echte meeldauw als een fungicidebehandeling. En bij toepassing meermalen per dag zelfs een betere werking. Hoewel de meeldauw op de bovenkant van het blad goed bestreden leek, waren er wel sporulerende meeldauw kolonies onderop het blad zichtbaar en rood-paarse plekken bovenop (Figuur 8).



Figuur 7: Meeldauw ziekteontwikkeling in roos na behandeling met een oxidatief product (rode lijn) en standaard fungicidebehandeling Meltatox (blauwe lijn). Verschillende behandelingsdoseringen zijn aangegeven boven de lijn met een pijl. De staafjes op de lijn geven de standaardfout weer. Significante verschillen tussen het oxidatieve product en de chemische referentie zijn weergegeven met verschillende letters (ANOVA, Tukey's test, $P < 0,05$). Vanaf 12 februari is de hele kas verneveld met het oxidatief product zonder Meltatox behandelingen.

Op het einde van het experiment, waarbij de hele kas werd verneveld, werden zgn. 'vochtkoppen' waargenomen (Fig.8). Nieuwe rode scheuten vertoonden groen gedrongen blad in de kop en bladpunten, door stuwing van water naar de top van de plant. Het was duidelijk dat bij deze laatste behandelronde het vocht niet snel genoeg opdroogde en een bladnatperiode van meer dan twee uur te lang was. De maximale dosering was bereikt.



Figuur 8: Symptomen na verneveling van het oxidatief product in de hele kas. Links: vochtkoppen in de rozen, groene bladpunten zijn duidelijk zichtbaar. Rechtsboven: bovenkant van het blad is vrij van meeldauw, maar met rood-paarse gekleurde plekken. Rechtsonder: Onderkant van een behandeld blad met sporulerende meeldauw vlekjes.

3.3.2 Fotosynthese metingen

De data van de fotosynthese metingen zijn in SPSS geanalyseerd. Er werd geen significant verschil gevonden in fotosynthese activiteit tussen het oxidatief product en de standaard fungicide behandelde planten.

4 Veiligheid voor kasmaterialen

4.1 Doel

Vaststellen of het oxidatief product een effect heeft op kasmaterialen (corrosie).

4.2 Opzet en uitvoering

Voor start van de vernevelingsbehandelingen in de kas is eerst een korte proef uitgevoerd om vast te stellen of het oxidatief product veilig is voor de kasmaterialen en of er kans is op corrosie.

4.2.1 Proefopzet en behandelingen

Verschillende materialen zijn allereerst ondergedompeld in het oxidatief product (0,1%) voor 24 uur op 20 november 2012. De geselecteerde materialen waren: onverzinkt ijzer, verzinkt ijzer, geanodiseerd aluminium, aluminium, RVS-316, koper, staal, PVC plastic, een elektronische kabel (met koper draden erin), een stop (glas, porselein en koper) en een plastic ty-rap.

In een tweede test is ervoor gekozen om nogmaals verschillende materialen onder te dompelen in het oxidatief product (conc.1) en in water voor een periode van 1 maand (31 dagen) t/m 11 februari 2013.

Gedurende de periode zijn de materialen weggezet in niet afgedekte plastic bakken in een open ruimte onder constante luchtaanzuiging. De bakken zijn regelmatig bijgevuld met water of met het oxidatieve product, zodat de metalen gedurende de hele testperiode ondergedompeld bleven. Tegelijkertijd bleef hierdoor voldoende werkzame stof actief om te reageren met de metalen. De concentratie van het oxidatieve product werd wekelijks gemeten en deze bleef gedurende de hele proefperiode op hetzelfde niveau.

4.2.2 Ontwikkeling van de corrosie

Alle materialen werden gewogen voordat ze waren ondergedompeld in het water of in de oplossing met het oxidatief product. Na 24 uur (in de eerste test) of na 30 dagen (in de tweede test) werd het vers- en drooggewicht bepaald en werden de materialen visueel beoordeeld op roestvorming of kleurverandering.

4.3 Resultaten

4.3.1 Na 24 uur onderdompelen

Na 1 uur is te zien dat dat het onverzinkt ijzer begint te roesten en het water bruin kleurt, na 24 uur is de roestvorming nog sterker (Figuur 9). Op de andere materialen zijn geen roestplekken aanwezig. De gewichtsafname van de materialen is minimaal (Tabel 1).



Figuur 9: Verschillende materialen na 24 uur onderdompeling in het oxidatief product. Materialen zijn o.a. aluminium, RVS en PVC (links onder) en verzinkt ijzer, koper en geanodiseerd aluminium (rechts onder). Linksboven is roestvorming zichtbaar op een onverzinkt ijzeren buis.

Tabel 1: Gemiddelde gram gewichtsverlies van verschillende metalen 24 uur na onderdompeling in oxidatief product (conc.1).

Materiaal	Gemiddelde gewichtsverlies (gram)
Onverzinkt ijzer	0.26
Verzinkt ijzer	0.19
Geanodiseerd aluminium	0
Aluminium	0.03
RVS 316	0.07
Koper	0
Touwtje met 2 schroeven	0.01
Ty-rap	0
PVC plastic	0
TDK kabel elektronisch (met koper draden)	0

4.3.2 Na 31 dagen onderdompelen

In de proef na 24 uur was al zichtbaar dat het onverzinkt ijzer al na 1 uur begint te roesten, dit is ook in lichtere mate het geval bij de behandeling met gewoon water. Na 24 uur versterkt dit beeld en gedurende de 31 dagen zet deze trend

zich door (Figuur 10). Na één maand is alleen de behandelde bak met de diverse metalen die met het oxidatief product zijn behandeld nog helemaal schoon, terwijl het water in de andere bakken sterk vervuild is geraakt met een biofilm van bacteriegroei, algen en roest.

Echter zit er wel een soort witte was over alle materialen, zeker koper is flink verkleurd (Fig.11). Bij de watercontrole van de diverse metalen is deze was minder goed zichtbaar, maar zijn wel enkele roestvlekjes zichtbaar.



Figuur 10: Resultaat van de corrosieproef na 31 dagen. Verschillende materialen na 31 dagen ondergedompeld te hebben gelegen in water (voor) en het oxidatief product (achter). Links zijn de stukken onverzinkt ijzer zichtbaar en rechts de overige materialen.



Figuur 11: Overzichtsfoto na 31 dagen onderdompeling in water (linker bak) of het oxidatief product (rechts). Verschillende materialen zijn uitgesteld in de bakken. Op een onverzinkt ijzeren buis (midden boven, rechts en links) is zware roestvorming zichtbaar in water (links) en het oxidatief product (rechts) na onderdompeling van 31 dagen. Een kleurverandering en witte was is zichtbaar op de overige materialen in de rechterbak (oxidatief product). Lichte roestvorming is zichtbaar op de overige materialen in de rechterbak (waterbehandeling).

Bij het terugwegen van de metalen was het onverzinkte ijzer uit de bak met oxidatief product het enige metaal met een duidelijke gewichtsafname en in de bak waren losgeraakte stukjes ijzer zichtbaar. Het stuk onverzinkte ijzer in water vertoonde wel roestvorming, maar dit had nog niet geleid tot gewichtsverlies en het metaalhuidje was nog niet losgekomen. Bij diverse materialen sprake van een gewichtstoename, wellicht door de witte waas om de materialen heen (Tabel 2).

Tabel 2: Gemiddelde gewichtsverlies (gram) verschillende metalen 31 dagen ondergedompeld in water en het oxidatief product.

Materiaal	Gemiddeld gewichtsverlies (gram)	
	water	oxidatief product
Onverzinkt ijzer	0.99	-5.61
Verzinkt ijzer	-0.11	0.13
Geanodiseerd aluminium	-0.04	0.22
Aluminium	0.07	0.38
RVS 316	0.05	0.30
Koper	0.14	0.53
Staal	0.23	0.05
PVC plastic	0.05	-0.01
TDK kabel elektronisch (met koper)	0.22	0.39
Stop van glas, porselein en koper	0.00	0.40

5 Nevenwerking op insecten

5.1 Doel

Directe doding bepalen van het oxidatieve product op de belangrijkste biologische bestrijders in roos.

5.2 Opzet en uitvoering

Proeven zijn uitgevoerd met de roofmijten, *Phytoseiulus persimilis* en *Amblyseius swirskii* en met de sluipwesp *Encarsia formosa*. *Encarsia* en *Phytoseiulus* waren afkomstig van Koppert. De *Amblyseius* kwam uit een eigen kweek bij Wageningen UR Glastuinbouw. Telers van de bco gaven aan dat aangekochte insecten gevoeliger kunnen zijn dan insecten die al aangepast zijn aan de klimaatcondities van een eigen kweek en daarmee geschikte indicatoren zijn. Als deze overleven, dan overleven de meer aangepaste insecten het zeker. De blootstelling aan het oxidatieve product vond plaats via spuitbehandelingen in het laboratorium en via een nevelbehandeling in de kas.

5.2.1 Proefopzet en behandelingen

Het effect op de insecten in de kasproef is getest door blootstelling aan een éénmalige dosering met het oxidatieve product. De verschillende insecten zijn in smalle, hoge bakjes in de kas gezet en gedurende 15 minuten blootgesteld aan een vernevelingsbehandeling. De bakjes met insecten werden bovenin het rozengekwast geplaatst, zodat er voldoende contacttijd was te verwachten met de oxidatieve nevel (Figuur 12). Ook in de referentievakken zijn bakjes met insecten geplaatst als onbehandelde controle om de natuurlijke sterfte in de kas te scoren. Daarnaast is het effect van spuitbehandelingen getest onder laboratoriumcondities. Met een onbespoten controle behandeling, een watercontrole en een standaardfungicide. In elke testbak zijn bij de roofmijten 10 volwassen individuen geplaatst en bij de sluipwesptesten met *Encarsia* ongeveer 20 volwassen individuen. Elke behandeling is in drievoud ingezet. De biologische bestrijders zijn tijdens de proef bijgevoerd om vroegtijdige sterfte door verhogering te voorkomen.



Figuur 12: Opstelling in de proefkas tijdens de verneveling met het oxidatief product (links) en een voorbeeld van een van bakje met roofmijten (rechts).

Behandelingen:

1. Controle onbehandeld
2. Controle in het laboratorium bespoten met water
3. Chemische referentie in het laboratorium bespoten met Meltatox
4. In de kas verneveld 15 min. oxidatief product vak 2
5. In de kas verneveld 15 min. oxidatief product vak 3

6. In de kas (tijdens verneveling 15 min.) in referentie vak 1 (onbehandelde controle)
7. In de kas (tijdens verneveling 15 min.) in referentie vak 4 (onbehandelde controle)

5.2.2 Waarnemingen

Na twee dagen is aan de hand van het aantal dode en levende insecten die zijn teruggevonden, het percentage dode/levende insecten bepaald.

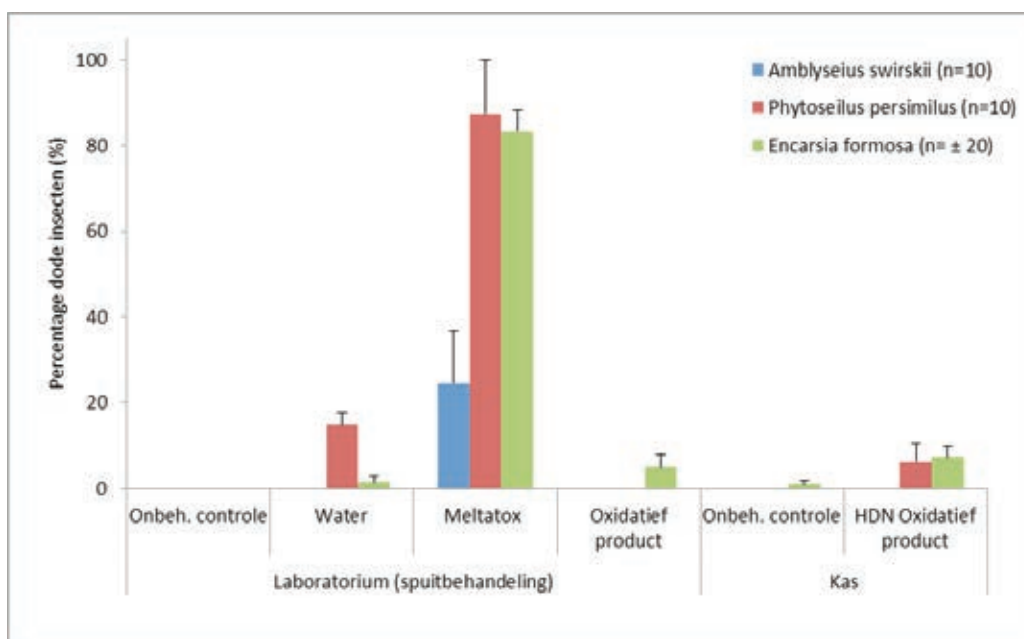
5.2.3 Statistische verwerking

De waarnemingen zijn geanalyseerd door middel van ANOVA (Tukey's test) via SPSS met een betrouwbaarheidsinterval van 95% ($P < 0,05$).

5.3 Resultaten

In Figuur 13. is de doding van de insecten zichtbaar gemaakt in percentages. Duidelijk is dat Meltatox als spuitbehandeling in het lab voor bijna 100% directe doding zorgt van de biologische bestrijders *Phytoseiulus* en *Encarsia*. *Amblyseius* lijkt minder gevoelig, echter deze was afkomstig uit onze eigen kweek. Bij de waterbehandeling worden ook enkele dode *Phytoseiulus* teruggevonden, waarmee deze soort licht gevoelig voor vocht in het algemeen is. De insecten welke zijn bespoten met het oxidatief product tonen slechts een minimale doding bij de *Encarsia* behandeling. En de *Encarsia* vertoonde ook al wat gevoeligheid voor de bespuiting met water. In de kas vertoonden de referentie vakken ook iets doding bij de *Encarsia* sluipwespen, waarschijnlijk door de verhoogde hoeveelheid vocht in de kas tijdens de verneveling. De vernevelde bakjes in de kas met het oxidatief product tonen een kleine doding bij de *Encarsia* sluipwespen en bij de *Phytoseiulus* roofmijten.

Samenvattend kan gezegd worden dat *Amblyseius* minder gevoelig is dan *Phytoseiulus* en *Encarsia* in deze test en dat Meltatox een sterke dodende werking geeft op de biologische bestrijders ($P < 0.05$). Verder is er geen direct dodende werking van de verschillende insecten bij blootstelling aan het oxidatief product (spuiten in het lab) en ook niet als de blootstellingstijd lang genoeg wordt aangehouden om voldoende meeldauwonderdrukking te krijgen (vernevelen in de kas).



Figuur 13: Percentage dode biologische bestrijders na verschillende spuit- en nevelbehandelingen met het oxidatief product. In het laboratorium (onbehandelde controle, water, Meltatox en oxidatief product) en in de kas (onbehandelde controle en hogedruknevelleiding (HDN) oxidatief product). *Amblyseius swirskii* wordt weergegeven met de blauwe staafjes, *Phytoseiulus persimilis* met de rode staafjes en *Encarsia formosa* met de groene staafjes. Het totaal aantal insecten is weergegeven met n. De lijntjes op de staafjes geven de standaardfout weer. Bij alle insecten is de Meltatox behandeling significant verschillend van alle andere behandelingen (ANOVA, Tukey's test, $P < 0,05$).

6 Discussie en conclusie

6.1 Remmende werking tegen meeldauw

In de twee proefvakken waar het rozengekwas twee keer per dag gedurende 15 minuten werd behandeld met het oxidatieve product werd de meeldauw sterker geremd dan in de twee referentievakken waar het rozengekwas werd behandeld met een standaardfungicide. Opvallend hierbij was dat de meeldauw aan de bovenkant van het gewas goed leek te zijn geremd, maar dat er wel kleine sporulerende plekken aanwezig waren op de onderzijde van het blad. Ook waren er rood-paarse vlekken zichtbaar. Dit leek een soort anthocyaanvorming en een afweerreactie van de plant op de behandeling. Bij het inzetten van oxidatieve producten is vooral van belang om de sporen zo vroeg mogelijk in hun ontwikkeling te remmen. Bij een te hoog opgelopen sporendruk is het meestal lastig om nog een goede bestrijding te bereiken. In de huidige proefkas was bij de start van het experiment al sprake van een zekere sporendruk. Bij het verdelen van de proefvelden was het vak linksachterin met een hoge infectiedruk toegewezen om behandeld te worden met het oxidatieve product. Toch is het in de loop van de proeftijd gelukt om ook in dit vak de meeldauwontwikkeling goed te remmen. Dit laat zien dat dit oxidatieve product niet alleen preventief ingezet kan worden als er nog geen of nauwelijks ziektedruk is, maar ook curatief wanneer *et al.* een zekere sporendruk in het gewas aanwezig is. Gezien het feit dat er toch een gewasreactie optreedt bij grotere volumes, en bladnatperiodes van meer dan twee uur, lijkt het wenselijker om met geringere, preventieve toepassingen te werken. Vermindering van de gewasreactie en de contacttijd met het gewas is op verschillende manieren nog verder te optimaliseren. Hierbij kan gedacht worden aan het gebruik van uitvloeiers of aanpassingen in het klimaat waardoor het gewas sneller opdroogt na een vernevelingsbehandeling.

6.2 Geen vermindering van fotosynthese

De fotosynthese metingen lieten geen verschillen zien tussen de planten die dagelijks werden verneveld met het oxidatieve product en die slechts één keer per week met een standaard fungicide werden behandeld. Hiermee lijkt er een goed perspectief te zijn dat praktijktoepassingen met dit oxidatieve product in ieder geval geen verslechtering geven van de huidige fotosyntheseniveaus in de praktijk waar in perioden met hoge ziektedruk bijna wekelijks een fungicidebehandeling wordt uitgevoerd. In een oriënterende proef werd eerder gevonden dat wekelijkse behandelingen met een fungicide (2500 l/ha) de fotosynthesecapaciteit met 10% kon remmen ten opzichte van een onbehandelde controleplanten (García, pers.comm.). Hierin ontbrak een watercontrole, zodat het nog lastig was de vermindering volledig toe te schrijven aan het fungicide effect. Naar aanleiding hiervan werd de hypothese opgeworpen dat de fotosynthesecapaciteit van planten minder wordt geremd als ze niet wekelijks worden behandeld met een fungicide, maar dit werd door de huidige proef niet ondersteund. Door de beperkte inzet van kasruimte ontbrak in de huidige proef zowel een watercontrole als een onbehandelde controle welke nodig waren om hierover betrouwbare uitspraken te kunnen doen. Testen onder praktijkcondities zullen hier meer duidelijkheid over moeten geven.

6.3 Veilig voor biologische bestrijders

In het huidige onderzoek lijken de belangrijkste biologische bestrijders in roos (*Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius swirskii* en *Encarsia formosa*) niet gevoelig voor een behandeling met het oxidatieve product. Dit betrof zowel blootstelling aan een spuitbehandeling als aan een vernevelingsbehandeling in de kas bij de maximale blootstellingstijd die ook meeldauw afdoende bestrijdt. Hierbij is alleen getest of er een direct effect zou optreden en zijn er nog geen testen uitgevoerd om effecten op de populatieontwikkeling te bekijken. Tegelijkertijd werden de testen zo uitgevoerd dat de insecten niet of nauwelijks contact met het product konden vermijden (*worse case*). In de kas hebben ze meer gelegenheid om schuilplaatsen te vinden zodra een vernevelingshandeling gaat beginnen. De behandeling met fungicide had daarentegen wel een sterk dodende werking op alle biologische bestrijders. De roofmijt, *Amblyseius* kwam in de testen als minst gevoelige soort naar voren. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat *Amblyseius* uit eigen kweek kwam en aangepast was aan de lokale kascondities.

6.4 Aanvaardbaar risico voor corrosie

Voor materialen in de kas bestaande uit onverzinkt ijzer is er een risico voor corrosie. Maar dit lijkt in de praktijk alleen van invloed te zijn op bijvoorbeeld het buisrailsysteem op die plekken waar de verf is afgebladerd door het intensieve gebruik. Alle andere materialen geven verkleuring, maar vertonen nauwelijks sporen van roestvorming. Eveneens de armaturen van de lampen vertoonden geen nadelige effecten, zodat er geen lichtverlies (en productieverlies) is te verwachten bij toepassing van oxidatieve nevelbehandelingen. In de huidige test is RVS 304 niet apart meegenomen, maar dit metaal wordt wel veel gebruikt in spuitdoppen. Stolze heeft voorafgaand aan dit onderzoek de hogedruknevelleiding 5 dagen achtereen volgezet met het oxidatieve product in een concentratie zoals deze later ook in de kasproef is gebruikt en vond geen zichtbare roestvorming. Verder laten de corrosietesten duidelijk zien dat het oxidatieve product de vorming van een biofilm voorkomt. Het blijft van belang om langdurige blootstelling onder praktijkcondities te testen. Voor de vernevelingsinstallatie is het van belang om na elke behandeling na te spoelen met water om lange reactietijden met onderdelen in de leidingen of spuitdoppen te voorkomen.

6.5 Toepassing in de praktijk

De toepassing van het oxidatieve product kan met behulp van verschillende toedieningstechnieken. In de kasproef is ervoor gekozen om een hogedruknevelleiding te plaatsen, omdat dit voor telers die deze apparatuur al hebben hoge arbeidskosten zou kunnen besparen. De fijne druppels zorgden voor een betere bedekking op het blad ten opzichte van de spuitbehandeling met fungicide. Tegelijkertijd is het nadeel dat de mist zodanig verdeeld moet zijn in de kas dat alle delen worden geraakt. Ondanks de bedenkingen vooraf was het toch mogelijk om bij een langere vernevelingstijd (15 min.) een goede indringing in het gewas te realiseren, zodat ook de wat oudere meeldauwplekken onderin het gewas werden geraakt. De mist bleef niet als een deken boven het gewas hangen. Spuitbehandeling zijn in principe ook werkzaam, maar in de praktijk is het echter niet realistisch om één tot twee keer per dag een bestrijding uit te voeren. Wel zou door inpassing van dit soort oxidatieve producten in het gewasbeschermingsplan de druk op fungiciden en problemen met residu kunnen verminderen (Arkesteijn *et al.* 2013). Tegelijkertijd is dit een logische volgende stap om verder te kijken hoe combinaties met verschillende fungiciden zijn te maken als tussenstap naar een volledig residu vrije teelt.

6.6 Conclusie

Het geteste oxidatieve product lijkt een bruikbare aanvulling te kunnen gaan vormen in het middelpakket ter bestrijding van meeldauw in roos. Zonder achterlating van residu. De risico's op corrosie, biologische bestrijders en gewas lijken geen belemmering te hoeven zijn voor registratie als gewasbeschermingsmiddel. Tegelijkertijd is er nog optimalisatie van de toediening wenselijk en is het raadzaam dit product met vrijwel uitsluitend een contactwerking te combineren met producten of behandelingen die ook een systemische afweerreactie geven. Testen op praktijkniveau zijn nodig om lange termijn effecten van behandelingen beter in kaart te brengen en de effecten op verschillende cultivars.

7 Literatuur

Hofland-Zijlstra, J.D. (2011)

Alternatieven voor bestrijding van echte meeldauw zonder pijpzwavel, Wageningen UR Glastuinbouw PT rapport GTB-1073.

Arkesteijn, M.; Hofland-Zijlstra, J.D.; Vries, R.S.M. de (2013)

Alternatief middel tegen echte meeldauw. Onder Glas 10 (3). - p. 48 - 49.

