



Duurzame beheersing van echte meeldauw

Jantineke Hofland-Zijlstra, Suzanne Breeuwsma en Marianne Noordam

Rapport GTB-1385

Referaat

In dit onderzoek is in overleg met een brede klankbordgroep onder aansturing van LTO Glaskracht Nederland een eerste aanzet gegeven voor een duurzame beheersingsstrategie voor meeldauw. Dit onderzoek is gefinancierd door Productschap Tuinbouw. Bij Wageningen UR Glastuinbouw zijn verschillende groene producten met een systemische of een contactwerking getest op hun bijdrage aan een weerbaar plantsysteem. Drie groene producten met een systemische werking waren in staat zijn om de hormonale afweerreacties van planten tegen biotrofe organismen te verhogen. Bij het stapelen van producten blijkt dat deze producten goed zijn te combineren met groene contactmiddelen. Hiermee is het eerste proof-of-principle geleverd dat een jong plantsysteem met tactische inzet van groene producten weerbaar is te maken tegen meeldauw. Vervolgonderzoek in meerdere teeltsystemen met langere teeltperioden zal moeten uitwijzen wat de invloed is op de ziekteontwikkeling over een langere termijn onder meer praktijkconforme condities. Bij de ontwikkeling van (vroegtijdige) indicatoren voor een weerbare plant is het duidelijk dat meerdere meetmethodes tegelijkertijd nodig zijn om de gevoeligheid van een plant aan te geven tijdens een bepaalde teeltfase, omdat de kieming en infectie van meerdere factoren uit het klimaat en in de plant afhankelijk is.

Abstract

In this study Wageningen UR Greenhouse Horticulture developed together with LTO Glaskracht Nederland and a group of growers, advisors and producers a sustainable control strategy for mildew. Several green products with a systemic or a contact mode of action were tested on their contribution to a resilient plant system. Three systemic green products were able to stimulate hormonal signalling pathways against biotrophic organisms and effective combinations were possible with biological green products. This research shows the first proof-of-principle that in a young plant system with smart combining of green products infection of mildew spores can be prevented. Follow-up research in multiple cropping systems with longer cultivation periods have to indicate what the impact is on the disease development over a longer period of time under more commercial growing conditions. For the development of (early) indicators of plant resilience, it is clear that multiple measuring methods are needed at the same time, during a certain cultivation phase, because the germination and infection is dependent of several climate and plant factors.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1385

Projectnummer: 3742164400

PT nummer: 14808.01

Disclaimer

© 2016 Wageningen UR Glastuinbouw (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E glastuinbouw@wur.nl, www.wageningenUR.nl/glastuinbouw. Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen UR Glastuinbouw

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Doel van het onderzoek	8
	1.2 Definitie Groene producten	9
	1.3 Communicatie	9
2	Werken aan weerbaarheid in kalanchoë en potgerbera	11
	2.1 Doel	11
	2.2 Uitvoering	11
	2.3 Resultaat	12
	2.3.1 Biotoets meeldauw	12
	2.3.2 Metingen aan bladkleur	13
	2.3.3 Metingen afweereiwitten (glucanase)	15
	2.3.4 Plantsapanalyses	16
	2.4 Conclusie	17
3	Werken aan weerbaarheid in potroos en pottomaat	19
	3.1 Doel	19
	3.2 Uitvoering	19
	3.3 Resultaat	20
	3.3.1 Resultaten pottomaat	20
	3.3.2 Resultaten potroos (Bari en Rosa The Fairy)	23
	3.4 Conclusie	26
4	Stapelen van groene producten	27
	4.1 Doel	27
	4.2 Uitvoering	27
	4.3 Resultaat	29
	4.4 Conclusie	31
5	Weerbaar teeltsysteem zonder meeldauw	33
	5.1 Een parate plant als gezonde basis	33
	5.2 Groene producten met een contactwerking	34
	5.3 Maatwerk per gewas en cultivar	35
	5.4 Weerbaarheid en productie	35
	5.5 Ontwikkelen van groene indicatoren	35
	5.5.1 Afweereiwitten (glucanases)	35
	5.5.2 Bladgroen	36
	5.5.3 Plantsapanalyses	36
	5.6 Invloed omgevingscondities	36
	5.7 Tot slot	37
6	Literatuur	39

Samenvatting

In dit onderzoek is in overleg met een brede klankbordgroep (telers, producenten, adviseurs) onder aansturing van LTO Glaskracht Nederland een eerste aanzet gegeven om te werken aan een duurzame beheersingsstrategie voor meeldauw. Dit onderzoek is gefinancierd door Productschap Tuinbouw en met private bijdragen van producenten die producten aanleverden. Het eerste doel van het onderzoek was om verschillende producten te testen op hun vermogen om de plant meer natuurlijke afweerstoffen te laten aanmaken op het moment van een infectie met meeldauw. Daarnaast zijn verschillende producten met een laag risicoprofiel getest op hun directe contactwerking tegen meeldauw. Met deze kennis is vervolgens onderzocht met welke combinaties van producten de plantweerbaarheid zo optimaal mogelijk is te benutten om een infectie door een biotrofe schimmel als meeldauw zo lang mogelijk te weren. De proeven zijn uitgevoerd bij Wageningen UR Glastuinbouw in verschillende gewassen (Kalanchoë, potgerbera, potroos en pottomaat) en met verschillende meeldauwsoorten (*Oidium* spp., *Sphaerotheca pannosa*) om de bredere toepasbaarheid te testen. Daarnaast leveren de metingen aan plantweerbaarheid een bijdrage aan een verdiepingsslag rondom de kennis van weerbare plantsystemen.

De resultaten van de kasproeven met preventieve toediening van producten laten zien dat een aantal groene producten in staat zijn om de hormonale afweerreacties van planten tegen biotrofe organismen te verhogen. Deze zijn toegelaten als fungicide (FADO, een beperkte toelating in vruchtgroenten; Inssimo in de teelt van snij- en bolchrysant) of nog zonder toelating (Synvital exp.1). Alle producten gaven namelijk een verhoogde respons van de activiteit van ziekte gerelateerde afweereiwitten. Dit resulteerde binnen 2-3 weken in een verminderde gevoeligheid voor meeldauw (>50%). In een aanvullend experiment met potroos werd bij Synvital exp.1 een duurwerking van 5 weken aangetroffen. Ook de synthetische elicitor, INA bleek zo lang zijn werking tegen meeldauw aan te houden (wel met flinke groeiremming). Producten op basis van gestabiliseerd salicylzuur gaven tegenvallende resultaten bij het activeren van afweereiwitten. Een ander product met een systemische werking tegen meeldauw was Hicure (toegelaten als meststof). Bij een zeer gevoelige Kalanchoë soort werd de infectie met 40-50% vertraagd en bij potgerbera's bijna volledig voorkomen (> 90%). Van de biologische groene producten met een contactwerking kwamen een aantal goed naar voren zoals Serenade, AQ10 en Biogro exp.1. De eerste twee producten zijn in 2015 toegelaten als natuurlijke fungicides. Ook het sturen op verschillende voedingselementen gaf een verschil in meeldauwgevoeligheid. Er werd minder gevoeligheid aangetroffen bij verhoogde niveaus van nitraat, nitriet en silicium en lagere ijzerwaardes.

In de uitslagen van de plantsapanalyses werd ook een positieve relatie gevonden tussen minder meeldauw en hogere waardes van NH₄, maar daarnaast ook met chloride en fosfaat. De relatie met nitriet en silicium kwam iets minder sterk naar voren. Bij het ontwikkelen van metingen als vroegtijdige indicator voor weerbaarheid lijkt het meten van bladgroen eveneens perspectief te bieden. Planten met meer bladgroen lijken in meerdere proeven gevoeliger voor meeldauw (bij gelijke vochtcondities). In een schoon gewas, zonder latente infectie, is met een bladgroenmeting de infectiekans twee weken eerder te voorspellen dan dat er witte vlekken op het gewas zichtbaar zijn. Bij de ontwikkeling van (vroegtijdige) indicatoren voor een weerbare plant is het duidelijk dat er meerdere meetmethodes tegelijkertijd nodig zijn om de gevoeligheid van een plant aan te geven tijdens een bepaalde teeltfase, omdat de kieming en infectie van meerdere factoren uit het klimaat en in de plant afhankelijk is.

De laatste proef met pottomaat en potgerbera laat duidelijk zien dat in een jong gewas het stapelen van verschillende groene producten met een systemische en contactwerking sterk bijdraagt aan het verbeteren van de natuurlijke afweer van een plant waardoor sporen van meeldauw geen vat meer krijgen op infectie ook al zijn de voorwaarden voor sporenkieming vanuit het klimaat erg gunstig. Hiermee is het eerste proof-of-principle geleverd dat een jong plantsysteem met tactische inzet van groene producten volledig weerbaar is te maken tegen meeldauw. Vervolgonderzoek in meerdere teeltsystemen met langere teeltperioden zal moeten uitwijzen wat de invloed is op de ziekteontwikkeling over een langere termijn onder meer praktijkconforme condities.

1 Inleiding

In dit onderzoek is in overleg met een brede klankbordgroep (telers, producenten, adviseurs) onder aansturing van LTO Glaskracht Nederland een eerste aanzet gegeven om te werken aan een duurzame beheersingsstrategie voor meeldauw. Hiervoor is voor een aantal glastuinbouwgewassen gekeken naar groene producten met een laag risicoprofiel die vooreerst de plant van binnenuit sterker maken tegen meeldauw. Tegelijkertijd zijn ook groene contactmiddelen getest en zijn nieuwe teeltstrategieën beproefd waarin de werkingsmechanismen van verschillende producten elkaar goed aanvullen. Binnen de proeven zijn gericht metingen aan de plant uitgevoerd om meer grip te krijgen op de specifieke weerbaarheid van een plant tegen meeldauw en de geschiktheid als vroegtijdige indicator te beoordelen.

Beheersing van meeldauw is nog steeds een groot probleem in veel glastuinbouwgewassen. Als de ziekteverwekker zich éénmaal gevestigd heeft in de waardplant, dan komt deze bij gunstige condities steeds weer terug. Echte meeldauw is een zg. biotrofe schimmel, die zich alleen voedt en vermeerderd op een levende waardplant. Alle bovengrondse plantendelen kunnen worden aangetast: bladeren, stengels, groene delen van de vrucht en bloemen (lees voor meer informatie over de schimmel en de ziektecyclus het PT rapport van Hofland-Zijlstra, 2010).



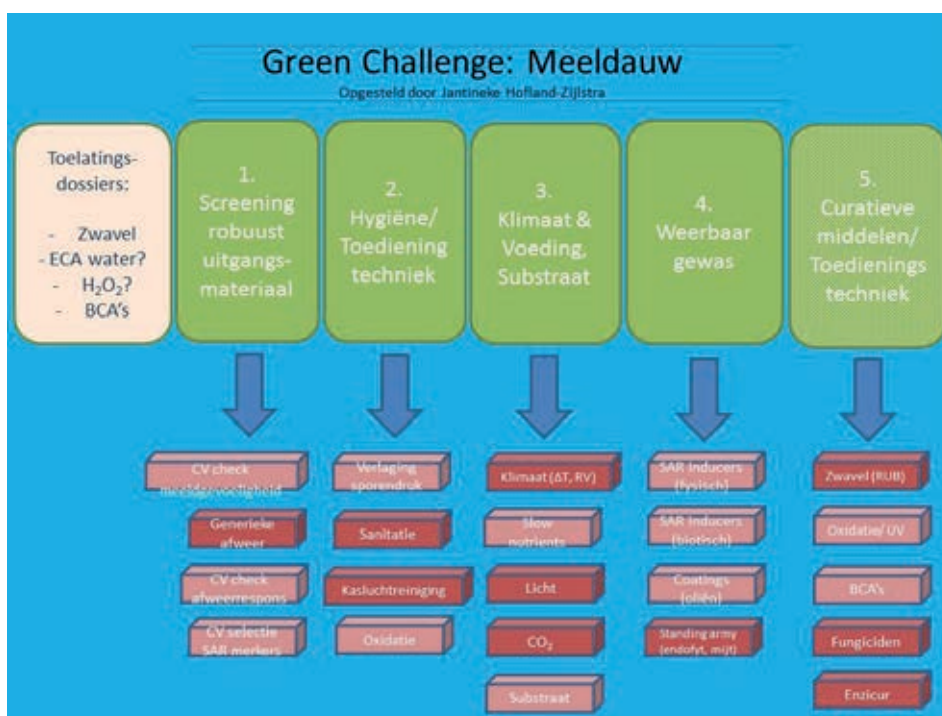
Figuur 1.1 Echte meeldauw in potroos.

De economische schade als gevolg van meeldauwaantasting is groot. Zeker bij de meerjarige sierteeltgewassen. Bij bijvoorbeeld roos - waar het blad onderdeel uitmaakt van de sierwaarde - is een enkele meeldauw plek op een paar bladeren voldoende om een topkwaliteit product van A1 tot de A2 of B kwaliteit te degraderen. De economische schade in een gevoelig ras kan door extra kosten voor arbeid en middelen, productieverlies en inkomstenderving door kwaliteitsverlies oplopen tot 2,5 €/m²/jr. Is de ziekteverwekker éénmaal aanwezig in een gewas dan is het noodzakelijk om in gevoelige periodes bijna wekelijks (of nog vaker) een bestrijding uit te voeren.

Een groot deel van de fungiciden in de glastuinbouw wordt gebruikt voor de bestrijding van echte meeldauw. Een belangrijke groep is de strobilurines. Hiervan is het belangrijk om lozing naar het oppervlaktewater en verspreiding naar het milieu te verminderen. Daarnaast zijn deze strobilurines resistentiegevoelig en is afwisseling met andere middelen noodzakelijk. Afwisseling met chemische en niet-chemische gewasbeschermingsmiddelen is echter beperkt mogelijk. Alternatieven zijn niet in alle gewassen toepasbaar vanwege gewasschade (roos, komkommer) of een beperkt etiket. LTO Glaskracht Nederland werkt samen met producenten hard aan het beschikbaar krijgen van meer producten, onder meer binnen de Green Deal Gewasbeschermingsmiddelen. In de looptijd van dit project zijn verschillende zg. groene producten beschikbaar gekomen als fungicide of als meststof.

Om meeldauw goed te beheersen is het belangrijk om voor elk gewas gericht aan oplossingen te werken en duurzame beheersingsstrategieën te ontwikkelen die de afhankelijkheid van middelen verminderen en milieudruk verlagen. Daarbij zal de nadruk altijd eerst moeten liggen op preventieve maatregelen, zoals een weinig gevoelig gewas met voldoende weerstand (uitgangsmateriaal, klimaat, meststoffen). Hieronder vallen ook hygiënische maatregelen die zorgen voor verlaging van de sporendruk. Aanvullend zullen echter ook curatieve middelen beschikbaar moeten blijven, zodat telers ook tijdens de teelt mogelijkheden blijven houden om bij te sturen. Samen met een brede klankbordgroep van duurzame meeldauwbeheersing bestaande uit telers van groenten, snijbloemen en potplanten, toeleveranciers, onderzoekers en adviseurs is hiervoor een raamwerk ontwikkeld met daarin zes pijlers (Figuur 1.2) die de kern vormen van een effectieve beheersing:

1. Robuust uitgangsmateriaal.
2. Hygiëne.
3. Substraat, voeding, klimaat.
4. Weerbaar gewas.
5. Curatieve bestrijding.
6. Toedieningstechnieken.



Figuur 1.2 Strategisch stappenplan voor een duurzame aanpak van meeldauw.

1.1 Doel van het onderzoek

In dit onderzoek is in overleg met de klankbordgroep een eerste aanzet gegeven op onderdelen uit het stappenplan: pijler 3 (voeding, substraat), pijler 4 (weerbaar gewas) en pijler 5 (curatieve / biologische, groene toepassingen). Het eerste doel van het onderzoek was om verschillende producten te testen op hun vermogen om de plant meer natuurlijke afweerstoffen te laten aanmaken op het moment van een infectie met meeldauw. Daarnaast zijn verschillende producten met een laag risicoprofiel getest op hun directe contactwerking tegen meeldauw. Om met die kennis vervolgens te onderzoeken met welke combinaties van producten de plantweerbaarheid zo optimaal mogelijk is te benutten om een infectie door een biotrofe schimmel als meeldauw zo lang mogelijk te weren. De proeven zijn uitgevoerd in verschillende gewassen en met verschillende meeldauwsoorten om de bredere toepasbaarheid te testen. Daarnaast leveren de metingen aan plantweerbaarheid een bijdrage aan een verdiepingsslag rondom de kennis van weerbare plantsystemen.

Uitvoering

In kasproeven met korte teelten (van 6-8 weken) zijn verschillende groene producten (10-12 per teelt) getoetst die de plant ondersteunen in de weerbaarheid tegen meeldauw oa op basis van een systemische of contactwerking. Hiervoor werden groene producten gedurende 2-3 weken preventief aan planten toegediend waarna vervolgens een meeldauwinfectie werd toegepast. De eerste teelt werd uitgevoerd met Kalanchoë en potgerbera (Hoofdstuk 2). De tweede en derde teelt werd uitgevoerd met pottomaat en verschillende soorten potrozen (Hoofdstuk 3). De laatste waarin combinaties van producten werden toegepast werd uitgevoerd met pottomaat en potgerbera (Hoofdstuk 4).

Voor de ontwikkeling van vroegtijdige indicatoren van weerbaarheid zijn daarnaast metingen verricht aan het plantsap (NovaCropControl, HortiNova), kleurmetingen van het bladgroen (via een SPAD meter) en afweereiwitten. Een plant die belaagd wordt door een biotrofe ziekteverwekker maakt gericht enzymen aan om deze te weren, zodat deze bij een volgende infectie beter is beschermd. Ook door behandeling met groene producten zijn hormonale afweerreacties in gang te zetten waardoor planten beter zijn voorbereid op een nog te komen infectie en sneller in staat zijn hun afweersysteem in gang te zetten (zg. primen).

1.2 Definitie Groene producten

In de tekst is er voor gekozen om te verwijzen naar 'groene' producten als tegenhanger van synthetische fungiciden. Onder 'Groene' gewasbeschermingsmiddelen worden laag-risico middelen verstaan (bron: www.ctgb.nl). In 2014 sloot het ministerie van Economische Zaken een Green Deal Groene Gewasbeschermingsmiddelen met LTO, Natuur& Milieu, Bionext, Artemis en Nefyto, NVWA en Ctgb. Het project Green Deal rekt tot de 'groene' gewasbeschermingsmiddelen middelen van natuurlijke oorsprong met een laag risico voor mens, dier, milieu en niet-doelwit organismen; zoals:

- Planten, dieren, micro-organismen.
- Bepaalde mineralen.
- Nagemaakte middelen die identiek zijn aan de natuurlijke stof.

In 2015 zijn er diverse groene producten officieel als fungicide toegelaten die als werkzame stof een antagonistische schimmel of bacterie bevatten (bv. Serenade of AQ10). Er is nu tevens een nieuw product toegelaten die geen enkele directe werking meer heeft op de schimmel zelf, maar alleen een indirecte werking heeft via de plant (FADO). Groene producten kunnen ook geregistreerd zijn als meststof, zoals het geval is bij Hicure, maar dienen dan wel een aantoonbare bemestende waarde te hebben. In Nederland is er nog geen registratie mogelijk als plantversterker, zoals wel in Duitsland het geval is.

1.3 Communicatie

Om de uitkomsten van het onderzoek breed onder de aandacht te brengen zijn de volgende communicatie-activiteiten uitgevoerd:

- Diverse rondleidingen voor telers, veredelaars, producenten, adviseurs en LTO Glaskracht NL verzorgd in oktober 2014, april en december 2015 om resultaten van kasproeven te laten zien.
- Posterpresentatie van resultaten onderdeel 2 op bijeenkomsten (LTO Glaskracht NL Potplantendag 31 okt, Syngenta dag 30 okt, BLG Plantvitaliteit 23 sept 2014).
- Presentatie tijdens Plantgezondheidsdag LTO Glaskracht NL/Botany/Mertens dag Limburg 16 okt 2014), Workshop Plantgezondheidsdag gehouden op 18 maart 2015, Plantum ledenbijeenkomst 22 september 2015 en Horticoop Event 23 september 2015.
- Artikel in Onder Glas, nr 4 April 2015. 'Praktijk past onderzoeksresultaten Green Challenge gretig toe'.
- Artikel in Vakblad voor Bloemisterij, nr 34 - 21 aug 2015. 'Middelen maken potroos weerbaar tegen meeldauw'.
- Diverse berichten op Twitter geplaatst rondom de presentaties die een breed publiek bereiken (social impact @jantinekewur:33).

2 Werken aan weerbaarheid in kalanchoë en potgerbera

2.1 Doel

In een kasproef zijn in een korte teelt met Kalanchoë en potgerbera (6 weken) verschillende producten getoetst op hun vermogen om de plant te ondersteunen in de weerbaarheid tegen meeldauw. Hierbij werd onder meer getest welke bijdrage werd geleverd aan het versterken van natuurlijke afweerreacties die een rol spelen bij geïnduceerde resistentie. En of planten door de behandeling beter worden voorbereid op een volgende infectie en daardoor sneller in staat zijn hun afweersysteem in gang te zetten (zg. primen).

2.2 Uitvoering

De proef is uitgevoerd in een kas van 144 m². In deze kas staan 24 tafels (2 m²) die onafhankelijk van elkaar zijn te voorzien van een voedingsoplossing. Hierdoor is het mogelijk om diverse variaties met voedingsoplossingen toe te dienen. Elke behandeling is op 2 tafels in de kas weggelegd. Per tafel zijn beide pilotgewassen neergezet (16 planten/tafel/soort). Kascondities: T - 20°C, RV - 80%.

Voor elk pilotgewas is een aparte meeldauwkweek opgezet op fungicidevrij plantmateriaal, zodat er voldoende vers inoculum beschikbaar was om de planten mee te besmetten. Het plantmateriaal bestond uit: Kalanchoë blossfeldiana (Slijkerman Kalanchoë) en potgerbera (Florist, Mini line).

Alle behandelingen zijn in de eerste week gelijktijdig gestart en gedurende 2-3 weken preventief voorafgaan aan de meeldauwinfectie uitgevoerd (Tabel 2.1). Daarna is de meeldauw toegediend (ca. 10⁴ kve/ml).

Tabel 2.1
Overzicht behandelingen.

Behandeling	Werkzame stof	Concentratie	Toediening
Onbehandelde controle			
Positieve controle INA (check op salicylzuur respons)	INA	standaard	Wekelijkse gewasbehandeling
Chemische referentie (Rocket)	Triflumazool	1 % (100 ml per 100 liter water).	Bij beginnende aantasting: bespuiting om de 10 - 14 dagen Curatief: 3 - 4 toepassingen om de 5 - 7 dagen
Kalimetasilicaat (Van Iperen)	Silicium		Wekelijks meedosereren
Chitosan	Chitine, huidjes van schaaldieren	12,5 g/2,5 liter 5 ml per plant.	Eénmalige aangietbehandeling
Syngenta exp.1	SAR inducer	Dosering producent	Wekelijks meedosereren
Probiotica (Biogro)	Bacillus, Pseudomonas	Dosering producent	Wekelijks meedosereren
NO ₃ rijke behandeling tov standaard voeding	NO ₃	afgestemd met Nova Crop Control	Met elke gietbeurt meegeven
VacciPlant (Belchim)	Extract van bruine algen	0,75 l/ha in 200-400 l water	Preventief toepassen met spuitinterval van 7 dagen
Hicure (Syngenta)	meststof	Dosering producent	Wekelijks meedosereren
Zwavelzure ammoniak (NH ₄)	NH ₄	6 g/l	Eénmalig voor het planten

Ziektetoets meeldauw

Na 2-3 weken preventieve toediening van de producten zijn de planten besmet met meeldauw. Het verloop van de ziekteontwikkeling is na 10-14 dagen op de planten beoordeeld. Hiervoor is gewerkt met de index van Spencer (1977): 0 = 0; 1 = 0,1-2%; 2 = 2-5%; 3 = 5-20%; 4 = 20-40%; 5 = >40% bladoppervlak bedekt met meeldauw.

Metingen

- Activatie natuurlijke afweer tegen biotrofe schimmels (SAR). Van alle planten zal tijdens de proef bladmateriaal verzameld voor een glucanasemeting en ingevroren; dit geeft een indicatie in hoeverre het product de natuurlijke afweer tegen meeldauw ondersteunt. Een selectie van de beste producten zal worden doorgemeten.
- Chlorofyl/bladgroen waarde. Dit is bepaald met behulp van een SPAD meter.
- Lichtmetingen op twee tijdstippen gedurende teeltperiode (PAR).
- Plantsapanalyse. Hiervoor is tweewekelijks per behandeling jong bladmateriaal verzameld en opgestuurd naar Horti Nova/Nova Crop Control.

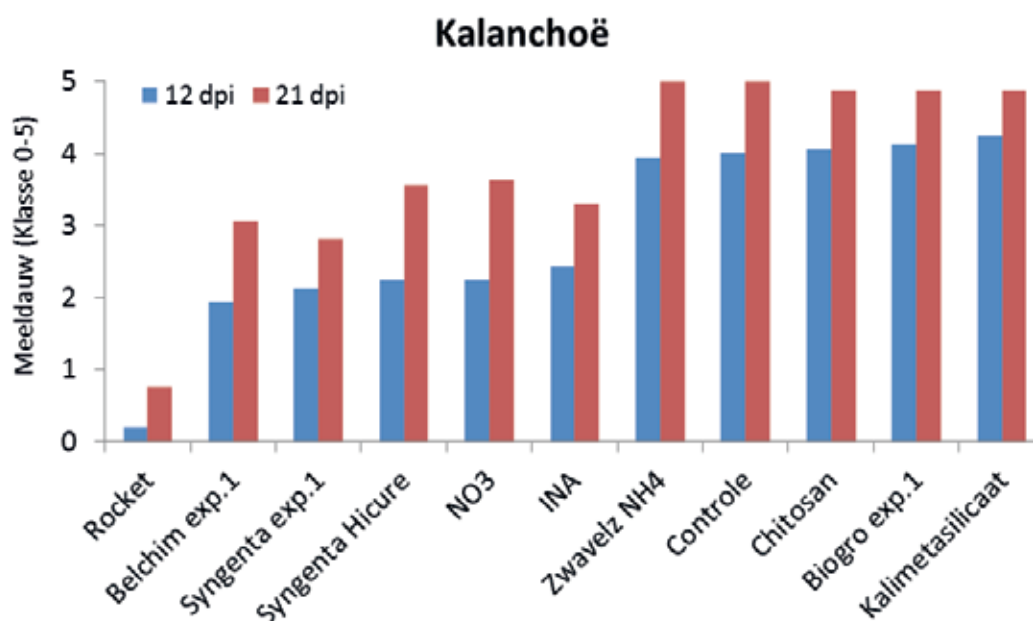
Dataverwerking

Met behulp van enkelvoudige ANOVA (Tukey's test, $P < 0.05$) is er getoetst worden of er sprake is van een behandelingseffect op het verminderen van meeldauw en op het induceren van salicylzuurrespons.

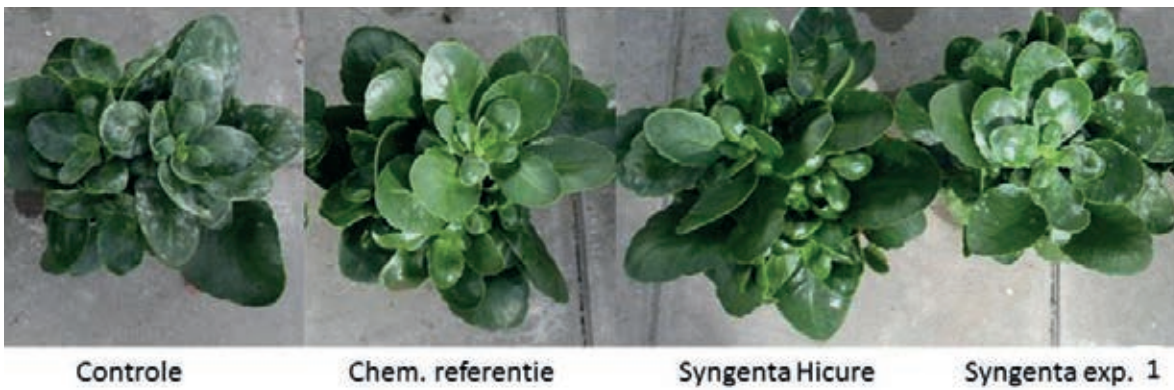
2.3 Resultaat

2.3.1 Biotests meeldauw

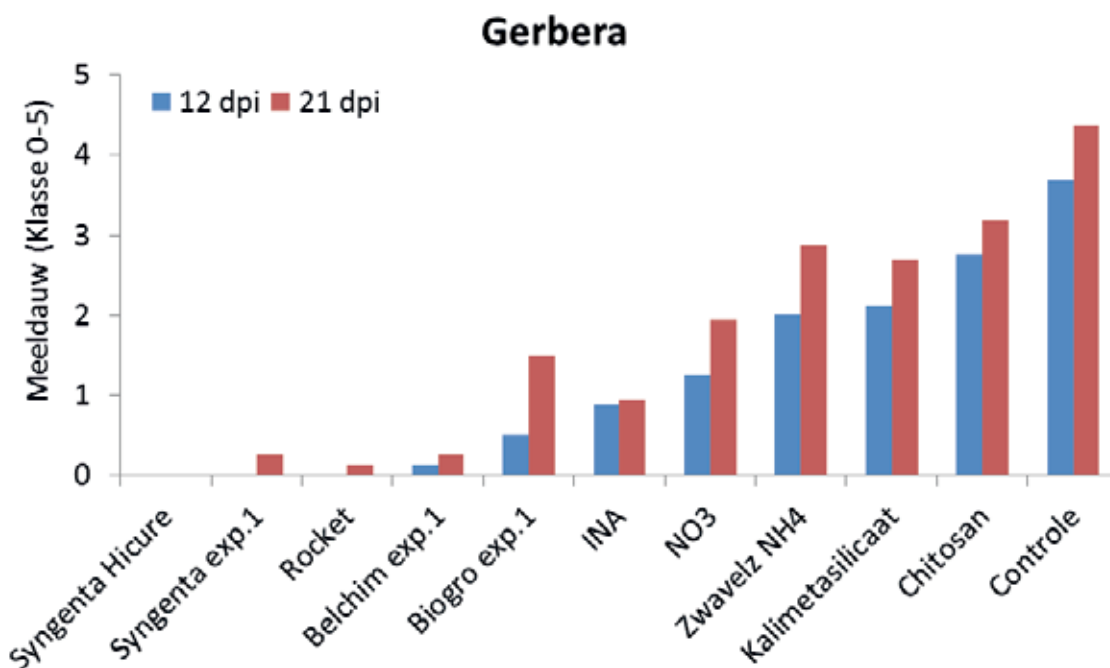
Bij beoordeling van de planten op de gevoeligheid van meeldauw waren er grote verschillen te zien tussen de plantensoorten (Figuur 2.1, 2.2 en 2.3). De infectie had zich veel sterker ontwikkeld op de Kalanchoë planten in vergelijking met de potgerbera's waar de ziektedruk in de onbehandelde controle lager lag. Dit had zeker invloed op de effectiviteit van een aantal producten. Bij een gematigde ziektedruk zoals in de potgerbera blijft de ziektedruk goed onder 5% bladbedekking. Bij de producten van Syngenta, Belchim en Biogro blijft de ziektedruk zelfs beperkt tot 2% en deze scores daarmee op vergelijkbaar niveau als de chemische controle. Het toevoegen van extra nitraat aan het voedingsschema lijkt de gevoeligheid voor meeldauw te verminderen. De éénmalige behandeling met zwavelzure ammoniak gaf alleen in de potgerbera's een lichte remming op de ontwikkeling van meeldauw.



Figuur 2.1 Meeldauw ontwikkeling in Kalanchoë 12 en 21 dagen na infectie (dpi).



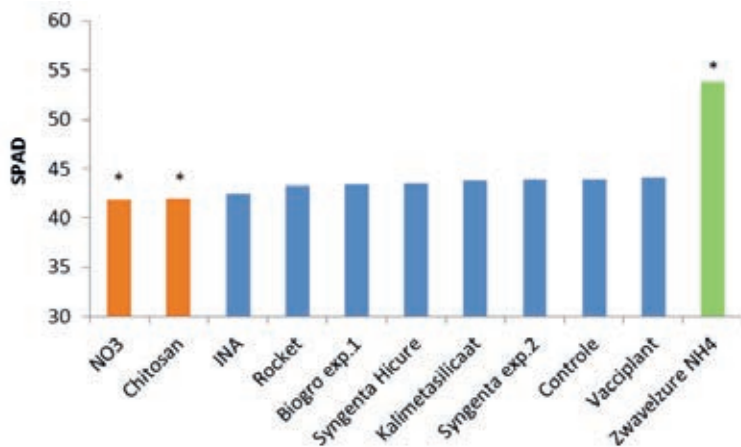
Figuur 2.2 Meeldauw ontwikkeling in Kalanchoë.



Figuur 2.3 Meeldauw ontwikkeling in potgerbera 12 en 21 dagen na infectie (dpi).

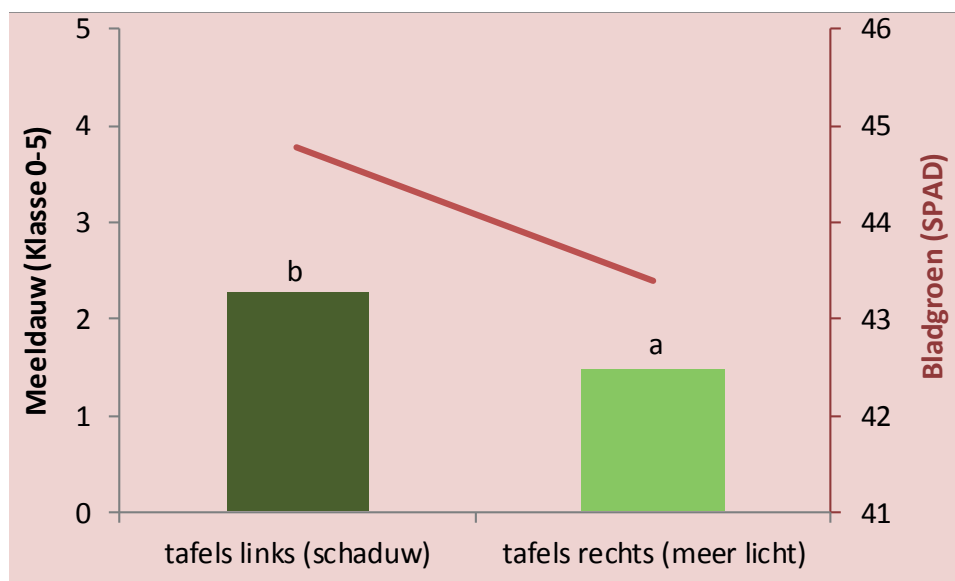
2.3.2 Metingen aan bladkleur

In Figuur 2.4 zijn de gemiddelde bladgroenwaardes van elke behandeling weergegeven. Hier is goed te zien dat toevoegen van zwavelzure ammoniak een sterk vergroenend effect had op de planten, die op het oog al donkerder van kleur waren en gedrongener van plantopbouw. Bij de behandelingen met nitraat en chitosan zien we daarentegen dat de planten juist lichter van kleur werden. Op behandelningsniveau lijkt er geen relatie te zijn tussen de invloed op bladgroen en de ontwikkeling van meeldauw.

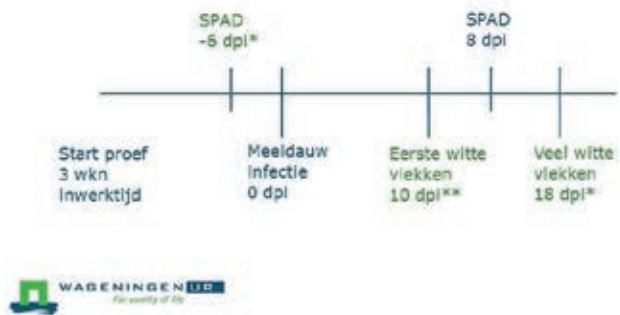


Figuur 2.4 Gemiddelde bladgroenwaarde (SPAD) in potgerbera. * Behandelingen met een significant lagere (oranje) of hogere waarde (groen) ten opzichte van de controle (Tukey's test, $P < 0.05$).

Als we echter naar de hele dataset van potgerbera kijken met daarin alle behandelingen en vervolgens gaan toetsen op significante correlaties dan komt er wel een positieve relatie naar voren tussen de mate waarin een plant bladgroen produceert en de gevoeligheid voor meeldauw (Figuur 2.5 en 2.6). In deze proef - en later ook bij andere proeven - bleken de planten die op de 12 tafels rechts in de kas stonden minder meeldauw te vertonen dan de planten die op de andere tafels links stonden. Een logische verklaring hiervoor lijkt de ligging van de kas waardoor de tafels rechts meer licht ontvangen dan de tafels aan de linkerkant volgens de lichtmetingen. Op het moment dat de meeldauw wordt aangebracht, wordt de RV gedurende 24 uur tijdelijk verhoogd naar 90%, zodat alle sporen de kans krijgen om te kiemen en vocht geen beperkende factor meer is.



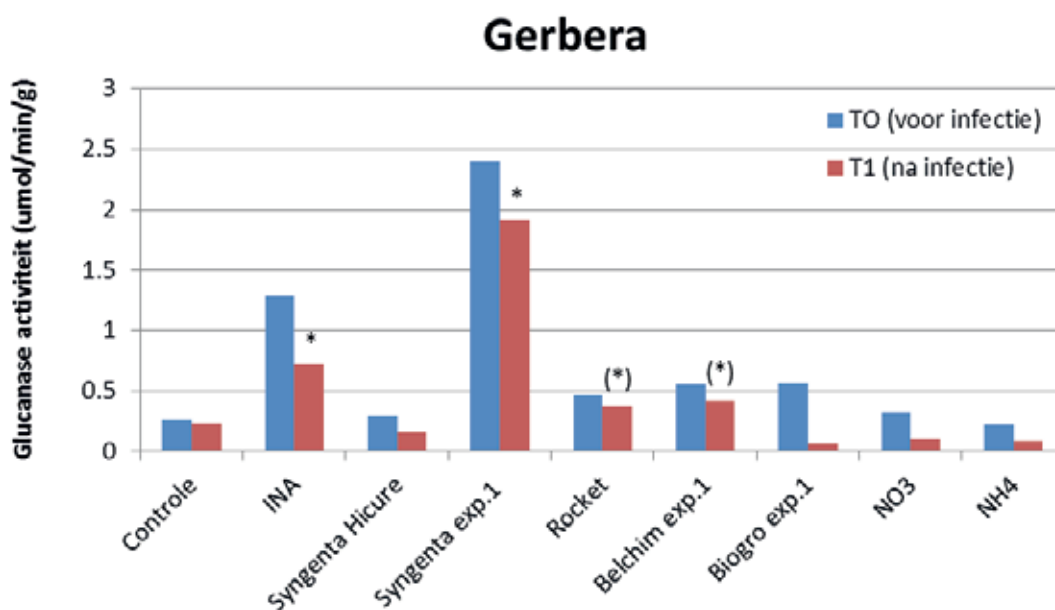
Figuur 2.5 Relatie tussen licht, bladgroen en meeldauw in potgerbera.



Figuur 2.6 Bladgroen als vroege indicator voor meeldauwgevoeligheid in potgerbera. Er is een significante correlatie met de bladgroenwaarde die zes dagen voor de besmetting wordt gemeten en de meeldauwinfectie die na 10 en 18 dagen te zien is.

2.3.3 Metingen afweereiwitten (glucanase)

In de potgerbera was het mogelijk om gericht metingen te doen naar de aanwezigheid van specifieke afweereiwitten die betrokken zijn bij de afweer tegen biotrofe organismen (Figuur 2.7). De behandeling met INA is hierbij een positieve controle, omdat planten na een lokale behandeling op twee bladeren van een plant een verhoogd niveau van afweereiwitten (glucanases) hoger in de plant laat zien op nieuwe bladeren die niet direct met INA zijn bespoten (systemisch effect). In dit geval was de INA over alle bladeren gespoten en dat zien we terug in de grafiek. Op het moment voor infectie is al een duidelijke verhoging van afweereiwitten aanwezig. Uit eerder onderzoek met pottomaat is bekend dat de plant deze stof binnen drie dagen al heeft opgenomen (Hofland-Zijlstra *et al.* 2014). Ook het product van Syngenta (Inssimo) geeft een sterke stijging van de productie van afweereiwitten en dit komt overeen met de kennis die daarover beschikbaar is uit de literatuur. De producten van Belchim en Biogro lijken een lichte verhoging te geven van de afweereiwitten ten opzichte van de onbehandelde controle en bij Belchim exp.1 blijft dit niveau ook na infectie nog gelijk. Opvallend is de stijging na een behandeling met een fungicide waardoor de planthormonen eveneens wordt opgepept.



Figuur 2.7 Gemiddelde activiteit van glucanase eiwitten (PR-proteïnen) per behandeling. Specifieke productie van plantenhormonen die betrokken zijn bij de afweer tegen biotrofe organismen. Er is bladmateriaal verzameld en doorgemeten zowel voor infectie (T0) als 4 dagen na infectie (T1). Behandelingen met een asterisk zijn significant verschillend ten opzichte van de andere behandelingen (Tukey's test, $P < 0,05$; (*) LSD test, $P < 0,05$).

2.3.4 Plantsapanalyses

In Tabel 2.2 zijn de correlaties weergegeven tussen de elementen uit de plantsapanalyses en de meeldauwgevoeligheid. Hierbij zijn de analyses gebruikt die twee weken na infectie zijn genomen. Er werd in de potgerbera's een significant negatieve relatie gevonden tussen minder meeldauw en hogere waarden van NH_4 , chloride en fosfaat in het plantsap. Minder meeldauwontwikkeling hangt in deze dataset eveneens samen met een lager ijzergehalte in de plantsapanalyses.

Tabel 2.2

Correlaties tussen elementen uit de plantsapanalyses en meeldauwgevoeligheid. De vetgedrukte elementen () vertonen een significante relatie met meeldauw ($P < 0.05$). Bij de niet-vetgedrukte elementen is er sprake van een tendens ($P < 0.10$) of geen relatie (-).*

	Minder meeldauw bij:
Suikers	hoger
Kalium	-
Calcium	hoger
K/Ca	-
Mg	hoger
Na	hoger
NH₄	hoger*
NO ₃	lager
N totaal	-
Chloride	hoger*
Zwavel	-
Fosfaat	hoger*
Silicium	hoger
IJzer	lager*
Mangaan	hoger
Zink	hoger
Borium	-
Koper	hoger
Molybdeen	hoger
Aluminium	hoger

2.4 Conclusie

Er zijn goede perspectieven voor experimentele systemische producten die natuurlijke afweerreacties tegen meeldauw versterken in een gecombineerde aanpak met bijv. minder gevoelig uitgangsmateriaal en/of sturing op lichtniveaus.

Hogere lichtniveaus verlagen meeldauwaantasting,

- Planten met meer bladgroen lijken gevoeliger voor meeldauw (bij gelijke vochtcondities).
- Bij zeer gevoelige Kalanchoë soort wordt infectie vertraagd (45-52%) door: Syngenta exp.1 en Hicure (product Syngenta), Belchim exp.1. Wekelijkse bespuiting.
- Bij potgerbera wordt infectie vertraagd (86%-100%) door: Syngenta exp.1 en Hicure, Belchim exp.1 en de wekelijkse aangietbehandeling met Biogro exp.1 (micro-organisme).
- Alleen bij potgerbera is er werking meetbaar van producten die via de voeding worden meegegeven (25-45%): zwavelzure ammoniak, kalimetasilicaat en chitosan.

3 Werken aan weerbaarheid in potroos en pottomaat

3.1 Doel

In een kasproef worden in twee snelle teelten met een meeldauwgevoelig ras (van 6-8 weken) verschillende producten (10-12 per teelt) te toetsen die de plant ondersteunen in de weerbaarheid tegen meeldauw oa op basis van geïnduceerde resistentie. Ten aanzien van de producten valt de keuze op: plantversterkers, biostimulatoren en biostoffen. Hiervoor worden planten onder gecontroleerde condities besmet met meeldauw om te toetsen wat de bijdrage van verschillende producten is in de vermindering van gevoeligheid voor meeldauw en of planten door de behandeling worden voorbereid op een nog te komen infectie en daardoor sneller in staat zijn hun afweersysteem in gang te zetten (zg. primen).

3.2 Uitvoering

Proefkas (144 m²) en kascondities. Het is mogelijk om gebruik te maken van een potplantenkas waarin 24 tafels (1 m²) staan die onafhankelijk zijn te voorzien van een voedingsoplossing. Hierdoor is het mogelijk om diverse variaties met voedingsoplossingen toe te dienen (max. 12 behandelingen). Elke behandeling zal op 2 tafels random in de kas worden gelegd. Per tafel zullen beide pilotgewassen worden neergezet (16 planten/tafel – dit zal ook afhangen van de beschikbare potmaat). Kascondities: T - 20°C, RV - 80%.

Pilotgewassen. Voor elk pilotgewas is een aparte meeldauwkweek worden opgezet, zodat er voldoende, vers inoculum beschikbaar is waarmee de planten zijn te besmetten. Voor de teelt van potroos is ingezet op twee verschillende types: buitenpotroos, Rosa The Fairy (als referentiegewas, B.D. Rijnbeek Boskoop) en een standaard potroos, Rosa Bari familie (Kwekerij Sjaloom, voorbehandeld met Luna). Voor de pottomaat: Snacker (Plantenkwekerij van der Lugt), deze zal op potgrond worden gezet als buffering voor de lage EC van de rozenvoeding die via eb en vloed wordt meegegeven.

Metingen:

- Meeldauw index volgens Spencer (0-5). Na 10-12 dagen is de meeldauwontwikkeling te scoren op de planten.
- Activatie natuurlijke afweersysteem tegen biotrofe schimmels (SAR). Van alle planten zal tijdens de proef bladmateriaal verzameld voor een glucanasemeting en ingevroren; dit geeft een indicatie in hoeverre het product de natuurlijke afweer tegen meeldauw ondersteunt. Een selectie van de beste producten zal worden doorgemeten.
- SPAD (bladgroen). Een hoge SPAD lijkt groei van meeldauw te bevorderen.
- Lichtmetingen op twee tijdstippen gedurende teeltperiode (PAR, R:FR).
- Plantensapanalyse ism Horti Nova/Nova Crop Control (oa. nitraat, Ca, K, S, etc.).
- Productie (vers gewicht).

Behandelingen (1^e teelt). Alle behandelingen zullen in de eerste week gelijktijdig worden gestart. Gedurende 2-3 weken worden de behandelingen uitgevoerd. Daarna zal de meeldauw worden toegediend (10³-10⁵ kve/ml afhankelijk van de beschikbaarheid).

Tabel 3.1
Overzicht behandelingen.

Behandeling	Werkzame stof	Concentratie	Toediening
Onbehandelde controle			
Positieve controle INA (check op SAR respons)	INA	standaard	Pottomaat – 2 bladeren onderin Potroos – hele gewas
Chemische referentie Luna Privelege – roos Rocket - tomaat	fluopyram triflumizool	0.05% 0.1%	Preventief, wekelijks Curatief, eenmalig
Bindzil (Brinkman)	silicium	300 ml / 200 l	Met elke voedingsbeurt.
Savitan (Deruned)	salicylzuur	1 l/ha	Spuitbehandeling tweewekelijks
Immutines (Eddo de Veer)	Weerbaar substraat mix	50 ml/l	Eenmaal in de bak bij start proef, daarna spuitbehandeling tweewekelijks.
Serenade (Bayer), exp.prod. 3	Bacillus subtilis	8 l/ha	Preventief wekelijks
Karma (Certis) - contactwerking	Kalium waterstof carbonaat	0.3% (1000l/ha)	1 week voor infectie, 2x p. wk; na infectie 2 x p.wk
Synvital exp. 1 (Houweling Horticulture)	Bruinwieren en kruidentincturen	3 ml/m ²	Preventief: 3 x per week Curatief, na meeldauw besmetting: 3 dgn na elkaar en daarna weer 3 x per week.
Biogro exp.2	Bacterie	1 ml/l	Wekelijks

Dataverwerking

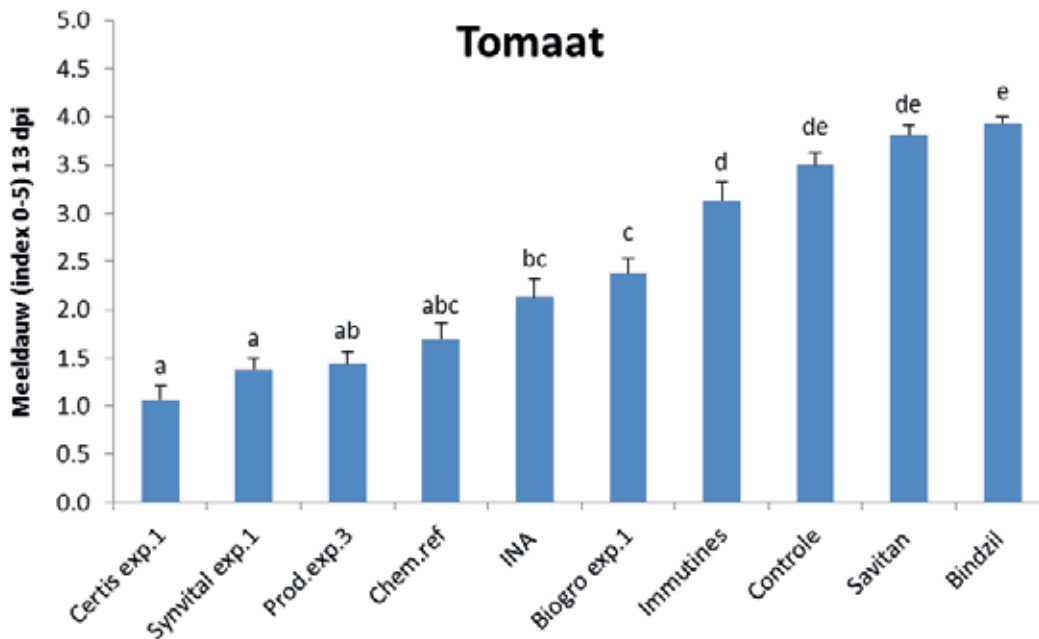
Met behulp van enkelvoudige ANOVA (Tukey's test, $P < 0.05$) zal er getoetst worden of er sprake is van een behandelingseffect op het verminderen van meeldauw en op het induceren van salicylzuurrespons.

3.3 Resultaat

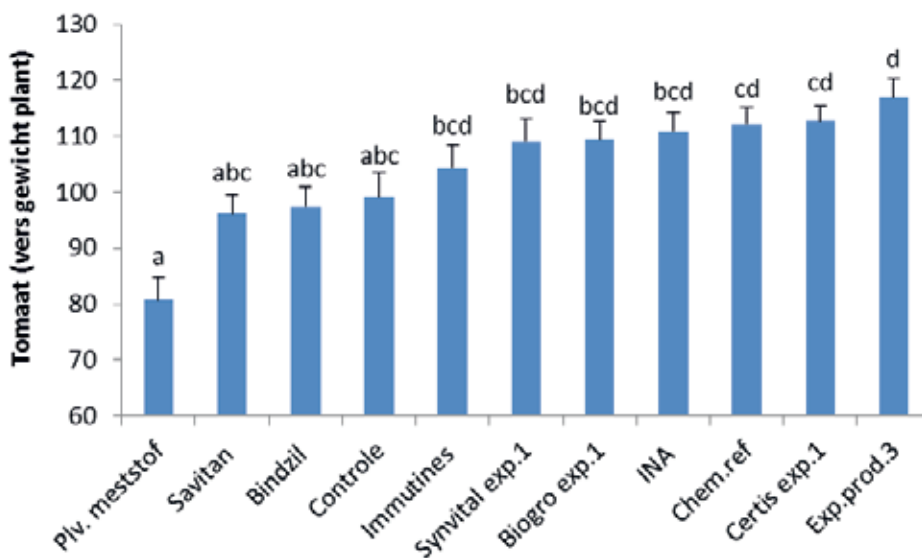
3.3.1 Resultaten pottomaat

In week 16 zijn de pottomaten volgens planning gescoord op de aanwezigheid van meeldauw (Figuur 1) en in week 17 is de productie gemeten, zowel het vers gewicht is bepaald (Figuur 2) als het gewicht van de vruchten (Figuur 3). De teelt is naar wens verlopen. In de eerste drie weken voorafgaand aan de infectie bleven de planten helemaal schoon van meeldauw en ook van insecten. Drie groene producten tonen een significante remming van de meeldauwontwikkeling ten opzichte van de onbehandelde planten: Synvital exp.1, Prod. exp.3 en Biogro exp.1. In deze proef waren de planten met de sterkste meeldauwaantasting lichter in het gewicht ($P < 0.001$). Doordat deze drie producten de meeldauwaantasting goed remmen, blijft de groei kracht behouden. Bij Exp.prod.3 waren de planten zelfs significant zwaarder ten opzichte van de controlebehandeling. Het product van Certis exp.1 scoort eveneens weer goed, maar dit is wel een sterk curatief middel en toegediend nadat de infectie was aangebracht. De behandeling met Immutines gaf in deze proef geen gewasschade, maar lijkt wel steeds een lichte remming van de meeldauwontwikkeling te geven. Dit is ook het geval in de proeven met roos. Bindzil (silicium) geeft bij in pottomaten in deze proef geen vermindering van meeldauwsymptomen. Opvallend is dat de behandeling met Savitan (plantextracten en vetzuren met o.a. hoofdbestanddelen op basis van salicylzuur) in deze kortdurende proeven en in eerdere testen met roos geen enkel effect lijkt te hebben op de ontwikkeling van meeldauw. De aantasting lijkt zelfs bijna te verergeren ten opzichte van onbehandelde planten.

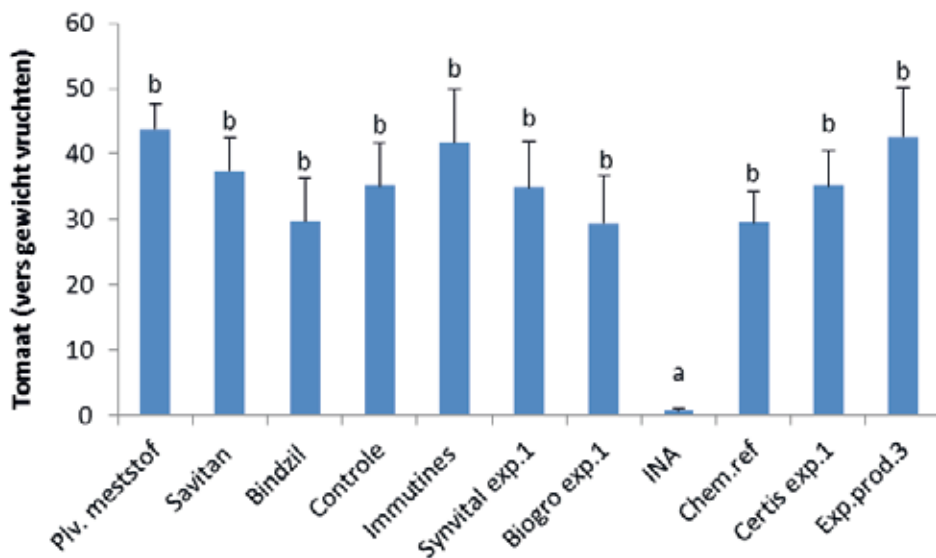
De reactie van de behandelingen op het afweersysteem is ook doorgemeten. Hiervoor is de activiteit van glucanase eiwitten bepaald (Figuur 3.4). Dit is een groep van natuurlijke afweerstoffen die een plant ondersteunen in de bescherming tegen biotrofe belagers. De behandeling met INA is slechts op twee bladeren onderaan de plant gespoten. We zien duidelijk dat dit een sterke verhoging van de aanmaak van afweerstoffen in niet-behandelde bladeren teweeg brengt. Bij de positieve controle, INA geeft de activatie van de systemische afweerrespons een remming van meeldauw. Echter dit gaat wel ten koste van het vers gewicht en de plant produceerde nauwelijks vruchten. Daarom is deze concentratie niet als commerciële toediening geschikt, maar laat het wel zien dat de afweerstoffen goed zijn te activeren onder teeltcondities. Daarnaast zien we dat ook het product van Synvital een activatie geeft van de systemische afweerrespons. Dit is als hele gewasbehandeling toegepast, maar zal naar verwachting ook nieuwe, onbehandelde bladeren beter kunnen beschermen.



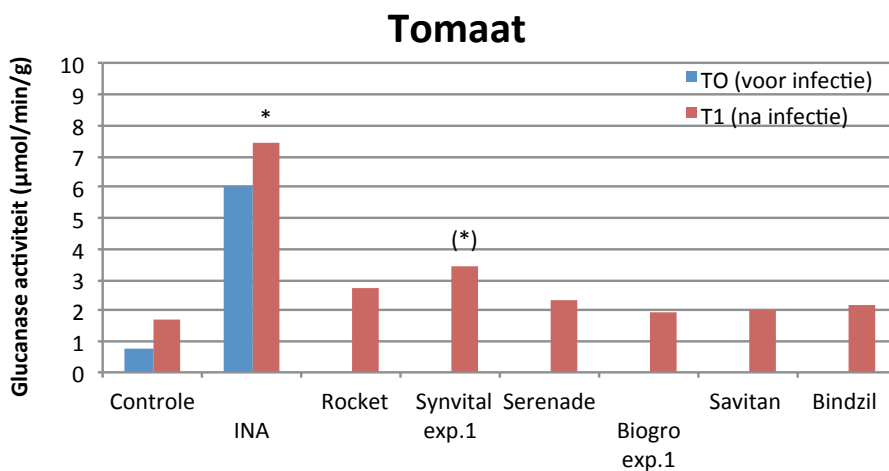
Figuur 3.1 Meeldauw aantasting in pottomaat gemeten 13 dagen na infectie. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen ($P < 0.05$). Kolom geeft het gemiddelde weer met standaardfout. Klasse-indeling meeldauw: 0 = 0%; 1 = 0-1%; 2 = 2-5%; 3 = 6-20%; 4 = 21-40%; 5 = > 40%.



Figuur 3.2 Vers gewicht van tomatenplanten na 6 weken teelt. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen ($P < 0.05$). Kolom geeft het gemiddelde weer met standaardfout.



Figuur 3.3 Totaal vruchtgewicht na 6 weken teelt. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen ($P < 0.05$). Kolom geeft het gemiddelde weer met standaardfout.



Figuur 3.4 Gemiddelde activiteit van glucanase eiwitten (PR-proteïnen) per behandeling in pottomaat. Specifieke productie van plantenhormonen die betrokken zijn bij de afweer tegen biotrofe organismen. Alleen bij de controle en de INA behandeling is het bladmateriaal dat verzameld is zowel voor infectie (T0) als 4 dagen na infectie (T1) bepaald. Van de overige behandelingen is alleen het bladmateriaal na de infectie doorgemeten. Behandelingen met een asterisk zijn significant verschillend ten opzichte van de andere behandelingen (*Tukey's test, $P < 0,05$; (*) LSD test, $P < 0,05$).

3.3.2 Resultaten potroos (Bari en Rosa The Fairy)

Tijdens de laatste bco bijeenkomst op 24 april was er nog geen duidelijke meeldauwaantasting op de bladeren in de potroos aanwezig. Daarnaast was er in de potroos een sterke aantasting van luis ingekomen en als gevolg daarvan ontwikkelde zich roetdauw op de bladeren. Dit zat vooral onderin de plant, waardoor de meeldauw nog wel goed was te beoordelen. Doordat de meeldauwontwikkeling veel langer duurde dan verwacht (drie weken in plaats van 7 dagen) werd besloten om twee dagen voor de eerste meting op 16 dpi een behandeling met Admire uit te voeren. In overleg met de bco is besloten om niet verder te gaan met de potroos (Bari) en om de buitenroos The Fairy terug te snoeien en in een geconditioneerde kas opnieuw te laten besmetten bij een nog hogere infectiedruk. De potroos Bari toonde in de week daarop echter op dinsdag alsnog duidelijk zichtbare infectie en deze is zowel op 16 dagen als op 21 dagen na infectie gescoord. Per plant zijn het aantal geveerde blaadjes met aantasting genoteerd.

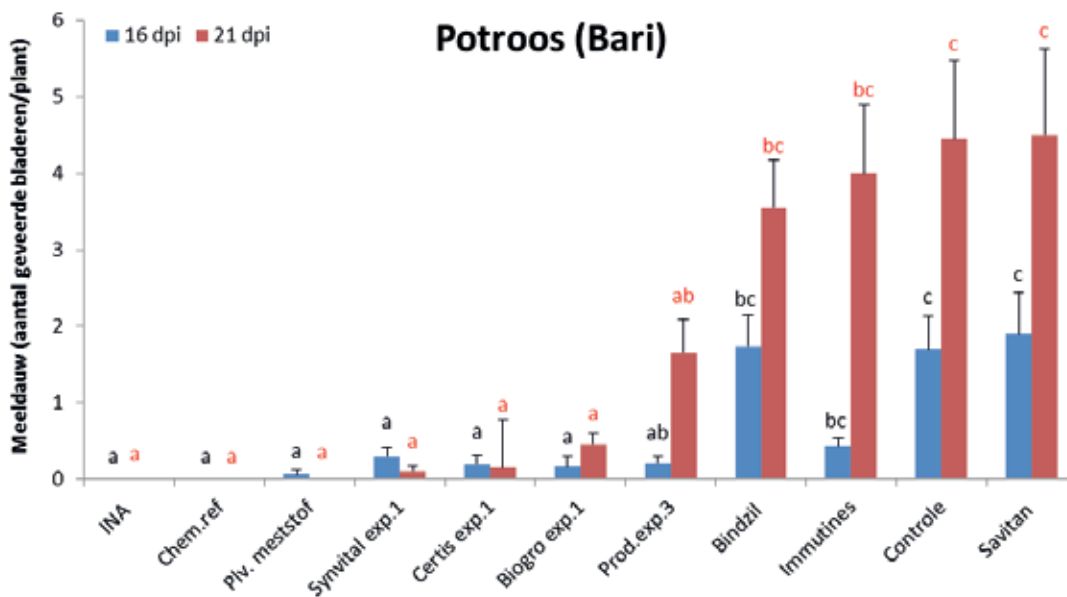
In deze proef is ervoor gekozen om de bloemen aan de plant te laten zitten onder meer om de plantopbouw gedrongen te houden. Bij de potroos Bari lieten de bloemen 14 dagen na infectie een sterke aantasting van meeldauw zien (Figuur 5). Dit was een week eerder dan de witte vlekken die op de bladeren verschenen. Er is duidelijk verband aanwezig tussen de aantasting op de bloemen en de bladeren ($P < 0.001$).

Ook in deze proef met potroos zien we dat de meeste middelen op vergelijkbare wijze presteren als bij de pottomaten (Figuur 4, 5 en 6). Opnieuw laten drie producten een werking zien in het afremmen van de meeldauwontwikkeling: Synvital exp.1, Biogro exp.1 en Prod. exp.3.

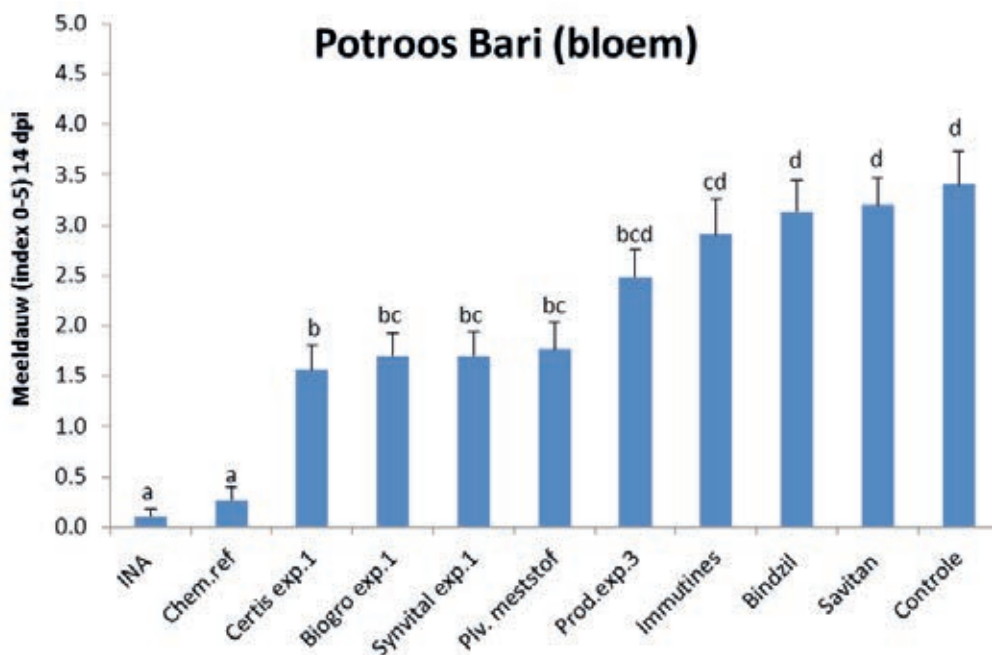
Bindzil laat een lichte remming zien in potroos, maar dit effect lijkt nu zowel bij Bari als in de Fairy minder sterk in vergelijking met de proef in januari (waar de infectie 5 weken na de laatste behandeling goed opkwam).

In de buitenpotroos, Rosa The Fairy zijn er overeenkomstige resultaten gevonden met betrekking tot de werking van middelen (Figuur 6). In de eerste behandelperiode voor infectie toonden deze potrozen enkele blaadjes met sporulerende meeldauw. Deze zijn steeds verwijderd. Na drie weken zijn besmette planten in de kas gebracht om infectie te stimuleren. Opvallend genoeg was er daarna geen enkele infectie meer zichtbaar in de buitenpotrozen. In overleg met de begeleidingscommissie is besloten de buitenpotrozen fors terug te snoeien, bladluis vrij te maken, en alsnog in een geconditioneerde kasruimte te plaatsen om de sporulatie verder te bevorderen onder continue hoge vochtcondities (RV 85%). Na 1 week was er echter nog steeds weinig toename van meeldauw en zijn er een aantal sterker sporulerende meeldauwplanten bij geplaatst (met dank aan Botany in Horst voor de snelle levering). Er is getracht om het behandelingschema volledig voort te zetten, maar doordat de infectie langer dan een week op zich liet wachten is dat niet volledig gelukt. De resultaten laten zien dat na vermindering van de intensiteit de effecten op meeldauw verminderen en dat contactwerking van de producten belangrijk is.

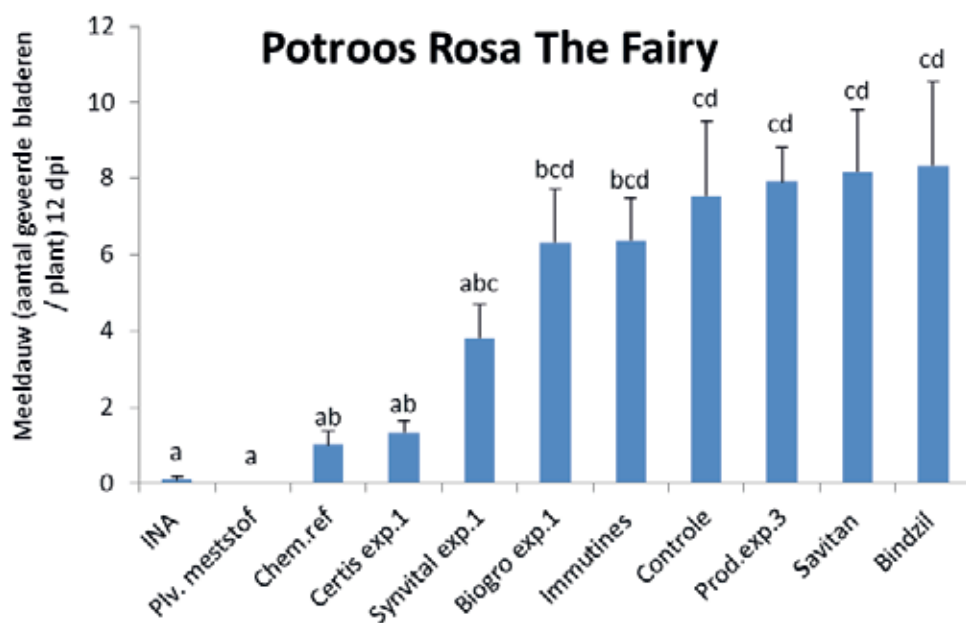
Bij de potroos zijn de planten voor infectie volledig behandeld met INA. Dit resulteert niet alleen op korte termijn vlak na infectie in een vermindering van aantasting, maar lijkt ook op langere termijn nog steeds goed door te werken. Wel gaat deze behandeling zichtbaar ten koste van de gewaskwaliteit.



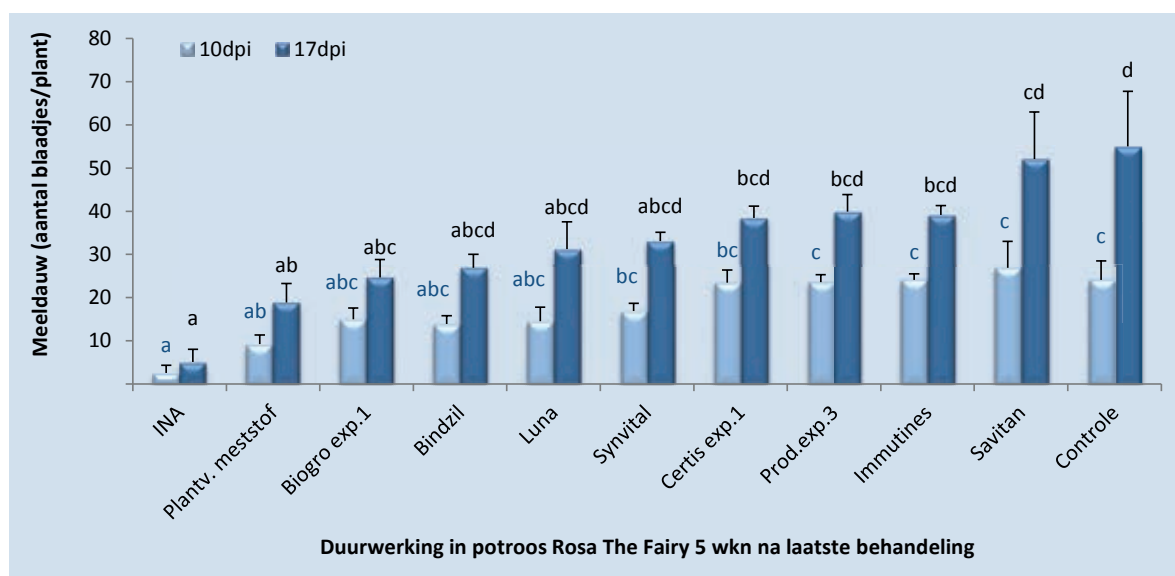
Figuur 3.5 Meeldauw aantasting in potroos (Bari) gemeten 16 en 21 dagen (28 april) na infectie. Het aantal geveerde bladeren met meeldauw is gescoord. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen ($P < 0.05$). Kolom geeft het gemiddelde weer met standaardfout.



Figuur 3.6 Meeldauw aantasting in de bloemen van de potroos (Bari) gemeten 14 dagen na infectie. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen ($P < 0.05$). Kolom geeft het gemiddelde weer met standaardfout. Toelichting Bloemen index 0-5: 0 – geen bloemen met meeldauw; 1 - 1 bloem met meeldauw; 2 - 2 bloemen met meeldauw; 3 - 50% vd bloemen met meeldauw; meer dan de helft, minder dan helemaal vol met meeldauw; 100% meeldauw op de bloemen.



Figuur 3.7 Meeldauw aantasting in de buiten potroos Rosa The Fairy gemeten 12 dagen na infectie. Zie voor het doorgezette behandelingschema Tabel. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen ($P < 0.05$). Kolom geeft het gemiddelde weer met standaardfout.



Figuur 3.8 Duurwerking in potroos Rosa The Fairy 5 weken na de laatste behandeling. Meeldauw aantasting is gemeten 10 en 17 dagen na infectie. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen ($P < 0.05$). Kolom geeft het gemiddelde weer met standaardfout.

3.4 Conclusie

- Drie producten geven zowel in pottomaat als in potroos een duidelijke remming op de ontwikkeling van meeldauw: Synvital exp.1, Biogro exp.1. en Prod.exp.3. Behandeling ook na het optreden van infectie is belangrijk voor een goed resultaat.
- In pottomaat geeft Prod. exp.3 zwaardere planten ten opzichte van onbehandelde planten met een hogere meeldauwaantasting.
- Certis exp. 1 laat een sterke curatieve werking zien tegen meeldauw in zowel potroos als pottomaat (met nawerking).
- Immutines geeft bij zowel pottomaat als potroos een lichte remming van de meeldauwontwikkeling (dit is niet significant, maar wel een duidelijk patroon in alle proeven).
- Bindzil laat in potroos een sterkere werking zien in de onderdrukking van meeldauw dan in pottomaat. De werking varieert tussen de proeven met 20-40%.
- Producten met onder meer salicylzuur geven geen remming van de meeldauwontwikkeling. Ze lijken het eerder te verergeren. Hiervoor is nog geen verklaring te vinden. De positieve controle, INA die eveneens natuurlijke afweerstoffen tegen meeldauw stimuleert lijkt daarentegen wel goed in staat om via dit werkingsmechanisme op een systemische manier de meeldauwinfectie te remmen.
- Meeldauwinfecties zijn beter te sturen wanneer deze met een sporensuspensie zijn aan te brengen in vergelijking met een overdracht van droge sporen, zoals bij de rozen het geval is. De meeldauwsoort in tomaat, *Oidium* is minder gevoelig voor water dan de meeldauwsoort in roos, *Sphaerotheca*. De sporen zijn dan gericht op de bladeren aan te brengen en gaan binnen 24 uur kiemen. Binnen 14 dagen zijn dan vervolgens de witte vlekken te tellen. De invloed van externe factoren zoals licht en vocht in het kasklimaat is dan tot een minimum beperkt.
- De infectie van rozenmeeldauw via droge sporenoverdracht is echter veel afhankelijker van omgevingsinvloed, zoals licht en vocht in het kasklimaat. Bij de laatste proef met potrozen was de kas vochtig genoeg om de groei van sporen te bevorderen, maar de lichtrijke periode lijkt de ontwikkeling sterk te hebben vertraagd. Ook in eerdere proeven leek bij meer licht de groei te worden geremd. Bij de proeven in het voorjaar waren daarom ook bewust de SON-T lampen uitgezet om de sporenontwikkeling optimaal te bevorderen in de controlebehandelingen, maar de hoge lichtsom van het natuurlijke licht in april leek duidelijk het ziekteproces nadelig te beïnvloeden in het geval van de potrozen.



Figuur 3.9 Leden van de begeleidingscommissie bekijken de resultaten van de meeldauwproef met de buiten potroos *The Fairy*.

4 Stapelen van groene producten

4.1 Doel

De proeven met potgerbera, kalanchoë, pottomaat en potroos hebben een aantal producten opgeleverd die sterk kunnen bijdragen aan het verminderen van meeldauwaantasting in een teeltsysteem. Doel van de huidige proef is om een aantal van deze producten opnieuw mee te nemen en dan combinaties te maken om de gevoeligheid van de planten voor een aantasting nog verder te verminderen. Daarvoor zal gekeken worden naar combinaties van producten die elkaars werking (contact- en systemisch) versterken.

4.2 Uitvoering

Proefkas (144 m²) en kascondities. Er is gebruik gemaakt van een potplantenkas waarin 24 tafels (1,5 m²) staan die onafhankelijk zijn te voorzien van een voedingsoplossing. Elke behandeling is op twee tafels random in de kas ingeloot. Kascondities: temp. 20°C, RV 80% (incl. ventilatie). Op basis van de informatie uit de vorige proeven is er bewust voor gekozen om in deze winterperiode niet bij te belichten met SON-T lampen om de meeldauwontwikkeling zoveel mogelijk te bevorderen.

Pilotgewassen: pottomaat en potgerbera. Voor deze proef is gekozen voor pottomaat (Snacker, van der Lugt Plantenkwekerij, 4 weken oud) en potgerbera (JHL Group, unikleur, fungicidevrij opgekweekt uit zaad, 8 weken oud). Deze gewassen waren op korte termijn in te zetten en zijn betrouwbare toetsplanten gebleken in de afgelopen proeven, zodat er ook een goede vergelijking was te maken met eerder behaalde resultaten. Voor beide gewassen is een meeldauwkweek aanwezig met fungicidevrij startmateriaal, zodat er voldoende vers inoculum beschikbaar is om de planten mee te besmetten.

Behandelingen. Voor de behandelingen is een selectie gemaakt van producten die in de afgelopen proeven werkzaam waren en de ontwikkeling van meeldauw met meer dan 50% hebben voorkomen. In de huidige proef worden behandelingen zodanig gecombineerd dat diverse werkingsmechanismes worden gestapeld (zie Figuur 1). Voor de verschillende combinaties is gekozen voor: een substraat met een toevoeging (1), een product dat de systemische afweer op scherp zet tegen meeldauw (2), biologische producten met een curatieve of preventieve werking (3a en 3b) en/of producten die als biostimulator functioneren (4). Deze indeling is niet volledig. Er zijn producten die op verschillende processen tegelijkertijd kunnen ingrijpen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de biologische producten die naast een contactwerking vaak ook een effect op systemische afweerreacties hebben.



Figuur 4.1 Modelstelsysteem voor het stapelen van groene producten met verschillende werkingsmechanismes ter

preventie van meeldauw (gemaakt door: J.D. Hofland-Zijlstra, Wageningen UR Glastuinbouw).

Alle behandelingen zijn in de eerste week gelijktijdig worden gestart. In deze proef zijn de preventieve behandelingen voorafgaand aan de besmetting gedurende twee weken uitgevoerd. Daarna is de sporensuspensie met meeldauw per plant toegediend: pottomaat ($4 \cdot 10^5$ sporen/ml) en potgerbera ($2 \cdot 10^4$ sporen/ml).

Tabel 4.1

Overzicht van de behandelingen.

Behandeling (Werkingsmechanisme, Figuur 1)	Werkzame stof	Concentratie	Toediening
Onbehandelde controle			
Jiffy substraat, Formit (1)			
Chemische referentie Rocket	triflumizool	0.1%	Curatief, éénmalig.
FADO (2)	COS-OGA	4L/ha + 0.02% Silwet Gold	Fado: 3 toepassingen voor infectie, erna 2 toepassingen om 7 dagen.
AQ10 (3b)	Schimmel, Ampelomyces quisquinales	70 g/ha + 0.02% Silwet Gold	Curatief, inzet na meeldauw besmetting. 2 á 3 toepassingen om de 7 dagen.
Jiffy substraat, Formit (1) + Hicure (4)	Mineraal + biostimulator	0.125% + 0.02% Silwet Gold	3 toepassingen voor infectie, erna 2 toepassingen om 7 dagen
Jiffy substraat, Formit (1) + Serenade (3a)	Mineraal + Bacillus subtilus	8L/ha + 0.02% Silwet Gold	3 toepassingen voor infectie en 1 toepassing 7 dagen na infectie
FADO (2) + Hicure (4)	Zie D en F.		Gezamenlijk in één bespuiting toegediend.
FADO (2) + Serenade (3a)	Zie D en G.		Gezamenlijk in één bespuiting toegediend.
FADO (2) + Synvital exp.1 (2)	Zie D. + Bruinwieren en kruidentincturen	ProPlant en ProEarth 3 ml/m ² + 0.02% Silwet Gold	ProEarth 1*/week en ProPlant 2*/week. Rond meeldauw infectie beide 3 dagen achter elkaar
Jiffy substraat, Formit (1) + FADO (2) + Serenade (3a)	Zie B en I.		
Jiffy substraat, Formit (1) + FADO (2) + Serenade (3a) + Synvital exp.1 (2)	Zie B, I en J.		

Toelichting:

- FADO, (distributeur: Nufarm BV): op basis van de werkzame stof COS-OGA is het toegelaten als schimmelbestrijdingsmiddel in de teelt van vruchtgroenten van Cucurbitaceae met zowel eetbare als niet-eetbare schil (bedekte teelt) en vruchtgroenten van Solanaceae (bedekte teelt).
- AQ10 (HortiPro BV): Contactfungicide met sporen van de antagonistische schimmel, Ampelomyces quisqualis. Toegelaten in de bedekte teelt van aardbei, komkommer, tomaat en paprika.
- Formit (Jiffy Group): een substraat met een toevoeging waarvan een voortest in een klimaatkastproef een vermindering van ca. 30% van de meeldauwontwikkeling liet zien.
- Serenade (biologisch product) heeft een brede toelating verkregen in zowel sierteelt- als vruchtgroentegewassen.
- Hicure (Syngenta). Toegelaten als meststof, biostimulator. Advies is vooralsnog gericht op de sierteelt, maar product is ook in vruchtgroente toepasbaar.

- Synvital exp.1 (distributeur: Houweling Horticulture). Dit product van bruinwieren en kruidentincturen heeft nog geen toelating.

Metingen:

Meeldauw wordt bepaald met behulp van de meeldauw index volgens Spencer (1977): 0 = 0; 1 = 0,1-2%; 2 = 2-5%; 3 = 5-20%; 4 = 20-40%; 5 = > 40%. Na 10-12 dagen is de meeldauwontwikkeling te scoren op de planten. Chlorofyl (bladgroen) wordt bepaald met behulp van een SPAD meter. Lichtmetingen op twee tijdstippen gedurende teeltperiode (PAR). Productie (vers gewicht en lengte). Er is in deze proef niet gemeten op de productie van afweereiwitten, omdat hiervoor voldoende materiaal in eerdere proeven is verzameld van de afzonderlijke behandelingen.

Dataverwerking

Met behulp van enkelvoudige ANOVA (Tukey's test, $P < 0,05$) en lineaire regressie analyse zal er getoetst worden of er sprake is van een behandelingseffect op het verminderen van meeldauw.

4.3 Resultaat

In beide toetsgewassen blijven planten die behandeld zijn met de combinatie van vier producten (Formit, FADO, Synvital exp.1 en Serenade) volledig vrij van meeldauw (Figuur 4.1 en 4.2). Ook andere combinaties van groene producten vullen elkaar goed aan.

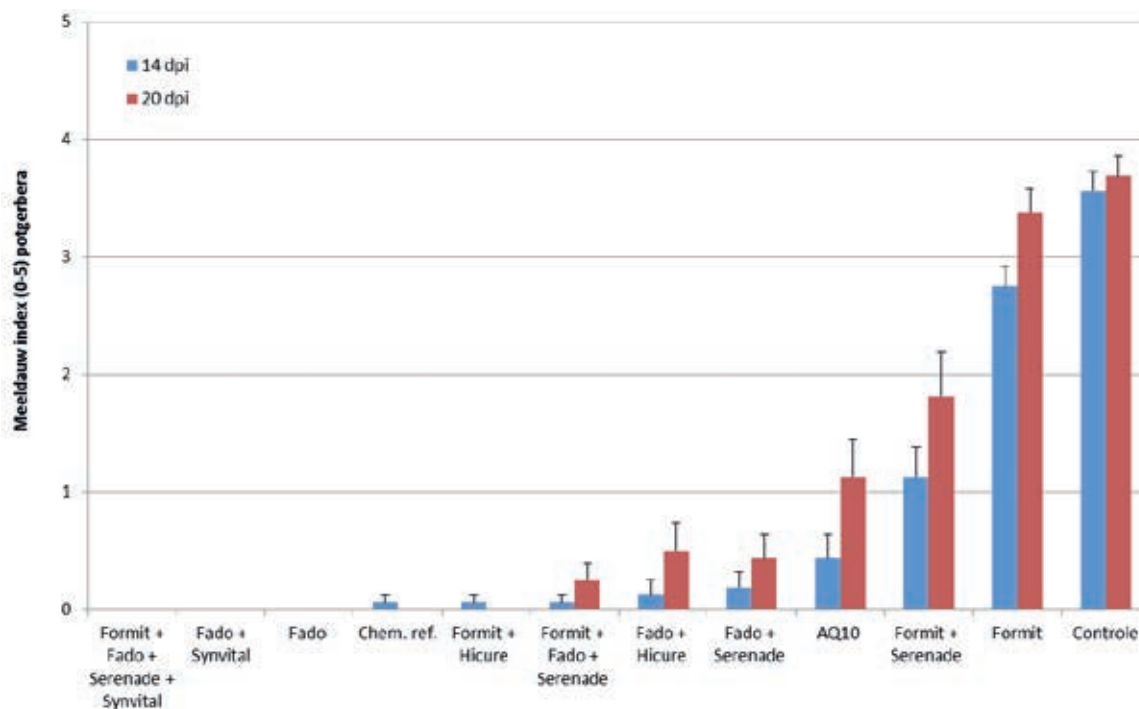
Het effect van Formit lijkt in deze proef gewasafhankelijk. Het lijkt een goede basis te zijn in potgerbera doordat de planten sterker bestand lijken tegen spuitschade en indringing van meeldauwsporen. Wel neemt de meeldauwdruk na 20 dagen weer toe. Een combinatie van Formit en Serenade of Hicure geeft een sterkere reductie.

De antagonistische schimmel, AQ10 die na de meeldauwbesmetting werd toegediend gaf een verrassend goede werking als biologisch contactfungicide. Zowel in pottomaat als in potgerbera (nog geen toelating). Na enkele dagen neemt de meeldauwdruk wel wat toe, maar dit is nog beduidend lager ten opzichte van de onbehandelde controle. In pottomaat is goed te zien dat ook de jonge, nieuwe bladeren (groene kolom Figuur 4.2) goed zijn beschermd.

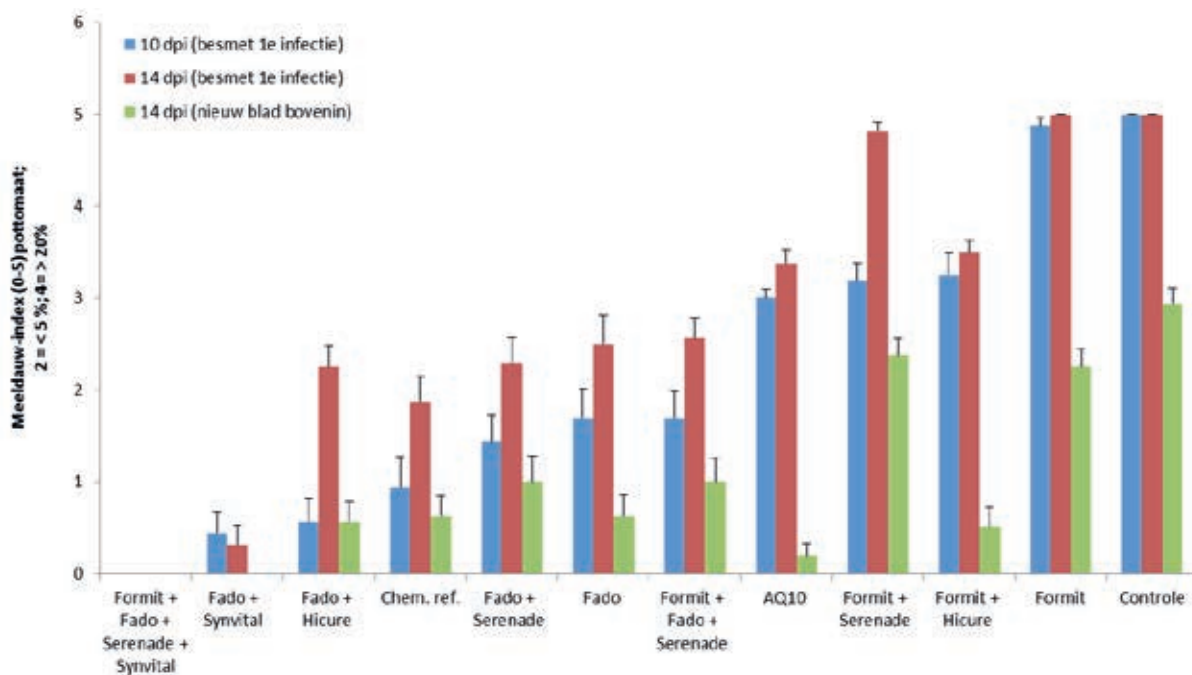
Serenade is een biologisch fungicide met een sterke contactwerking. Bij preventieve toediening ontwikkelt de meeldauw zich veel trager op het gewas. Zodra de behandeling echter wordt gestopt, gaat de infectie toch weer gestaag door. Opnieuw is in pottomaat waargenomen dat het gewas zwaarder wordt ten opzichte van de controleplanten (Figuur 4.3). En dat geldt ook voor gewasbehandelingen met FADO. FADO geeft een systemische reactie op de natuurlijke afweerstoffen van een plant. Zowel in pottomaat als in potgerbera neemt de gevoeligheid voor meeldauw hierdoor sterk af. Daarnaast zien we in de statistische analyse terug dat behandelingen met FADO of Serenade in pottomaat een positief effect hebben op het vers gewicht van de planten (Figuur 4.3).

Hoewel het product in potgerbera als enkelvoudige behandeling al effectief werkt, is in pottomaat te zien dat in combinaties met Synvital exp.1 en Serenade de werking nog verder verbeterd. Ook in eerdere proeven met pottomaat was al een goede werking van een enkelvoudige behandeling met Synvital exp.1 te zien (zie Hoofdstuk 3). De activering van afweereiwitten (glucanases) die een rol spelen in de afweerreacties tegen biotrofe organismen lijkt hier positief aan bij te dragen (Figuur 3.4), ook omdat de nieuwe, jonge bladeren bovenin de plant niet meer gevoelig lijken te zijn voor infectie. Deze behandeling wordt weliswaar ook nog na infectie toegediend, maar er blijft een duidelijk verschil zichtbaar met andere curatieve middelen, zoals AQ10. Na de eerste bespuiting met Silwet Gold trad er verbranding op van de groeipunten in de gerberaplanten. Dit heeft aan het eind van de proefperiode sterke invloed gehad op het vers gewicht van de potgerbera's. Daarom zijn deze gegevens niet opgenomen in het verslag. Er is een kleine test gedaan met andere superuitvloeiers (Agral Gold, Hiwett), maar ook deze gaven op het jonge gewas schade aan de groeipunten. Met name in de behandelingen met FADO was het jonge gewas gevoeliger voor spuitschade. Opvallend was dat in combinatie met de substraatbehandeling Formit de schade veel beperkter was. Kennelijk speelt de gevoeligheid van het gewas hier een rol (jonge leeftijd en weinig licht). Hierdoor lijkt het raadzaam om bij de toepassing van FADO op de gewaskwaliteit te letten en te voorkomen dat de spuitvloeistof te lang op de plant aanwezig blijft. Over het algemeen kan gesteld worden dat bij een oudere, sterkere plant er doorgaans minder risico is op gewasschade.

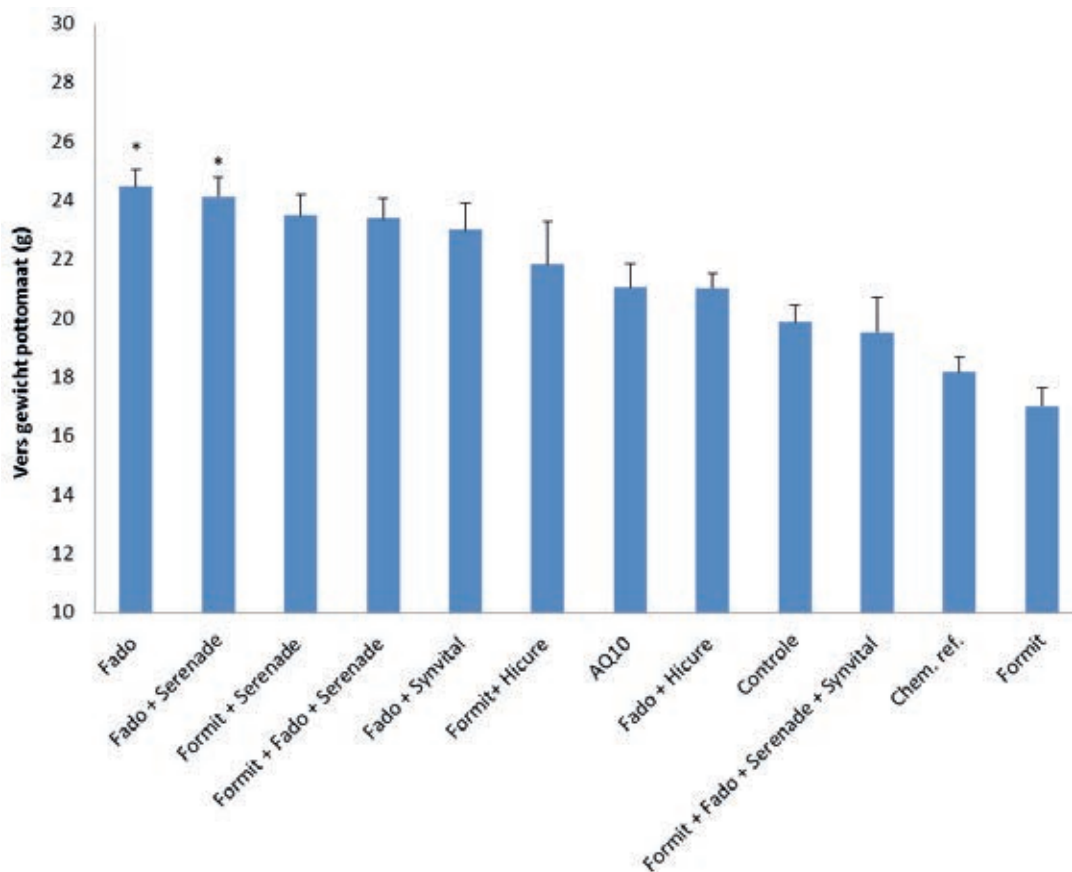
De fungicide, Rocket gaf in tomaat een gewasreactie waardoor de meeldauw zelfs op de stengel groeit. De bestrijding van meeldauw valt tegen ten opzichte van andere geteste producten, ondanks dat deze twee dagen na de infectie is aangebracht. Wellicht dat ook hier de combinatie van een jong gewas met weinig licht het resultaat heeft beïnvloedt. In de potgerbera's was de bestrijding wel volledig onder controle.



Figuur 4.1 Meeldauw aantasting in potgerbera gemeten 14 en 20 dagen na infectie. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen ($P < 0.05$). Kolom geeft het gemiddelde weer met standaardfout.



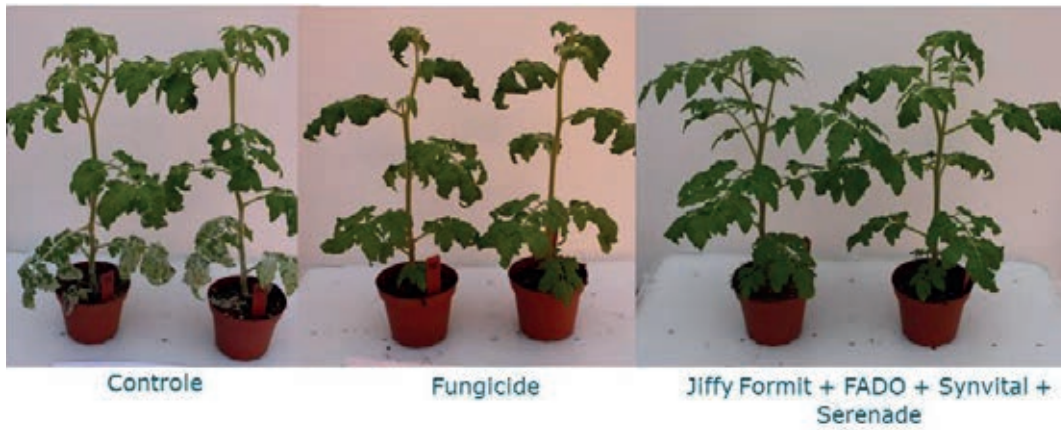
Figuur 4.2 Meeldauw aantasting in pottomaat gemeten 10 en 14 dagen na infectie. Na 14 dagen is ook de meeldauwaantasting op jonge, nieuwe bladeren bovenin de plant genoteerd. Verschillende letters geven significante verschillen aan tussen behandelingen ($P < 0.05$). Kolom geeft het gemiddelde weer met standaardfout.



Figuur 4.3 Vers gewicht van geogste pottomaat na 5 weken. Asterisks (*) geven significante verschillen aan van behandelingen ($P < 0.05$) ten opzichte van de onbehandelde controle. Kolom geeft het gemiddelde weer met standaardfout.

4.4 Conclusie

Het stapelen van verschillende groene producten met een systemische en contactwerking draagt sterk bij aan het verbeteren de natuurlijke afweer van een plant waardoor sporen van meeldauw minder vat krijgen op infectie (Figuur 4.4). Voor een langdurige werking is een systemische werking belangrijk, zodat ook nieuw gevormde bladeren worden beschermd. De inzet van groene producten zoals FADO en Serenade heeft in pottomaat een positief effect op het vers gewicht van de planten. Vervolgproeven in een volledige productieteelt moeten uitwijzen hoe dit doorzet in relatie tot de productie. Bij de inzet van uitvloeiers ter verbetering van de hechting en contactwerking van groene producten dient er rekening gehouden te worden met de kwaliteit en vorm van het gewas.



Figuur 4.4 Planten na afloop van de proefperiode van 5 weken. De planten die behandeld waren met meerdere groene producten waren zichtbaar minder gevoelig voor meeldauw en zagen er minder gestrest uit ten opzichte van de controle- en fungicide behandeling.

5 Weerbaar teeltsysteem zonder meeldauw

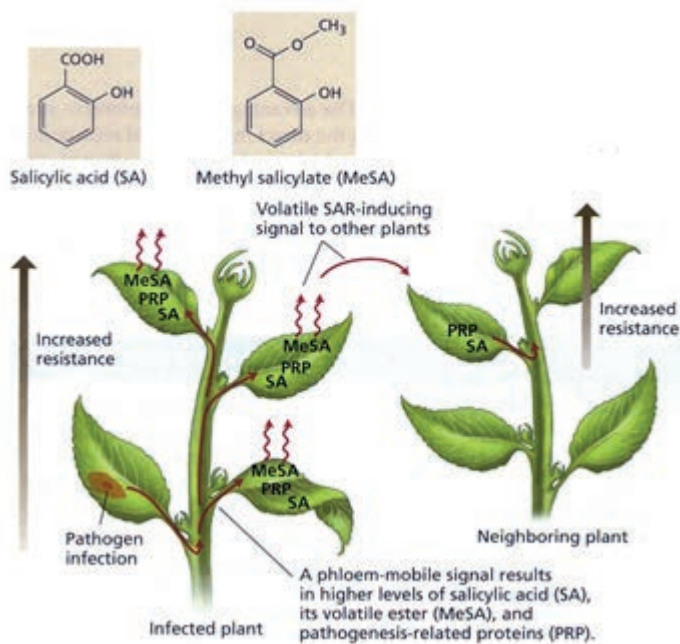
5.1 Een parate plant als gezonde basis

Dit onderzoek laat zien dat er verschillende groene producten (geregistreerde en niet-geregistreerde) zijn met een preventieve werking waarmee het natuurlijke afweersysteem van planten van binnenuit wordt versterkt. Deze vormen een goede basis voor een weerbaar teeltsysteem dat minder gevoelig is voor wisselende klimaatcondities die in de praktijk niet altijd zijn te voorkomen. Vocht is in de praktijk een belangrijke aanjager voor meeldauwontwikkeling, hoewel de sporen ook bij lage luchtvochtigheden (60% RV) al in staat zijn om te kiemen.

Van een aantal producten is nu aangetoond ofwel bevestigd dat ze gericht het afweersysteem tegen biotrofe organismen versterken doordat de plant wordt aangezet om meer PR-eiwitten (glucanases) aan te maken (Figuur 5.1). Deze natuurlijke eiwitten beschermen de plant systemisch tegen een nieuwe infectie en versnellen het herstel van een bestaande infectie. Daarmee wordt een plant niet alleen minder gevoelig voor meeldauw, maar tegen allerlei ziekteverwekkers die een levende gastheer nodig hebben om zich te vermenigvuldigen en te verspreiden zoals valse meeldauw, bacteriën of virussen (Walters *et al.* 2014).

In eerder onderzoek met pottomaat en potgerbera lijkt het erop dat stimulatie van de salicylzuurroute tevens een onderdrukkend effect kan hebben op de ontwikkeling van *Botrytis* in het blad. Hoewel deze ziekteverwekker sterker via de jasmonzuurroute wordt onderdrukt (Hofland-Zijlstra *et al.* 2014) kan dit mogelijk een interessante bijvangst zijn. In de gewassen tomaat en *Arabidopsis* is goed gedocumenteerd dat er sprake is van een negatieve interactie is tussen de salicylzuurroute en de jasmonzuurroute, maar voor veel andere gewassen (oa. sierteelt) is dat nog niet bekend.

Uit dit onderzoek blijkt dat ook synthetische fungiciden, zoals Rocket eveneens een lichte stimulans geven aan het natuurlijke afweersysteem van planten. Dit geldt niet alleen voor sommige fungiciden, maar ook voor insecticiden zoals Admire (imidacloprid) waarvan onderzoek laat zien dat planten na behandeling verhoogde niveaus van PR-eiwitten gaan produceren (Walters *et al.* 2014). Hoewel het versterken van natuurlijke afweersystemen de laatste jaren sterk in de belangstelling staat, is er nog weinig aandacht geweest voor de rol van dit soort middelen in het versterken van plantafweerreacties en de functie daarvan binnen weerbare teeltsystemen.



Figuur 5.1 In deze figuur is de afweer tegen biotrofe ziekteverwekkers afgebeeld die verloopt via de systemic acquired resistance ofwel SAR route. Een eerste infectie door een ziekteverwekker kan de plant resistenter tegen nieuwe infecties (bron: Taiz L., Zeiger E., 2010). Op vergelijkbare wijze kunnen groene producten de systemische afweer van planten ook stimuleren, zodat deze minder gevoelig wordt voor infectie.

Dit onderzoek heeft zich vooreerst gericht op het aantonen van een relatie met de groene producten en hun systemische werking binnen een proof-of-principle concept in kortlopende proeven met hooguit één kunstmatige infectieronde. Nu we duidelijk gezien hebben dat er daadwerkelijk iets aan de plantweerbaarheid valt te sturen, is het goed om uitgebreider te kijken naar de duurwerking van de groene producten in langdurigere teeltsystemen met ouder (meerjarig) gewas. En daarbij ook de epidemiologie in acht te nemen waarbij meerdere generaties van sporen de kans krijgen om hun cyclus te voltooien. De omstandigheden werden zodanig gecreeerd dat alles gunstig was voor de meeldauwsporen om zich snel te hechten aan het gewas, te kiemen en te infecteren. In de praktijk kan er een langere periode overheen gaan voordat de klimaat- en gewascondities gunstig genoeg zijn om te kiemen.

De proeven met de buiten potroos lieten zien dat wanneer een infectie langer op zich laat wachten nadat producten zijn toegediend dat producten als Synvital exp.1 en Biogro exp.1 nog steeds een nawerking vertonen van 5 weken zelfs bij een hoge infectiedruk.

Om de kans van slagen zo groot mogelijk te maken is gewerkt met preventieve toediening van behandelingen op een onbesmet gewas. In de praktijk is er vaak al een latente infectie aanwezig in het gewas en dan is de effectiviteit van dit soort producten lastiger, omdat er dan tevens een curatieve werking is gewenst.

5.2 Groene producten met een contactwerking

Verschillende groene producten (geregistreerde en niet-geregistreerde) met een contactwerking zijn getest en die vormen een goede aanvulling op de producten met een systemische werking. Deze zijn in risicoperiodes met een hoge infectiedruk toe te passen als extra aanvulling op de producten met een systemische werking.

Wel dient de frequentie van behandeling goed afgestemd te worden op de meeldauwdruk om ook afdoende de nieuw gevormde bladeren te beschermen. Het is belangrijk om daarbij onderscheid te maken tussen preventieve (bv. Serenade) en curatieve contactmiddelen (bv. AQ10) om deze effectief in het weerbare teeltsysteem op te nemen. In de huidige proeven is zijn de omstandigheden zodanig gecreëerd dat alles gunstig was voor de meeldauwsporen om zich snel te hechten aan het gewas, te kiemen en te infecteren. In de praktijk kan er een langere periode overheen gaan voordat de klimaat- en gewascondities gunstig genoeg zijn om te kiemen en zal naar verwachting het effect sterker zijn dan in de huidige proeven het geval was met een worse-case scenario. Deze groene producten met een contactwerking kunnen de inzet van niet-groene fungiciden sterk verminderen doordat de ontwikkeling van meeldauwsporen sterk wordt vertraagd.

5.3 Maatwerk per gewas en cultivar

Uit dit onderzoek blijkt dat er maatwerk nodig is van de groene producten per gewas of cultivar en intrinsieke gevoeligheid van de soort. Als er bijvoorbeeld een interactie optreedt tussen opname van voedingselementen en gevoeligheid voor meeldauw. De opname van voedingsstoffen kan sterk variëren tussen gewassen en tussen soorten en de gewaskwaliteit beïnvloeden die veelal de eerste barrière vormt voor sporen om een blad binnen te dringen. Daarnaast zijn de groene producten in de meeste gevallen nog niet breed toegelaten in alle gewassen en blijft het voorlopig per gewas en teeltsysteem nog puzzelen met producten die elkaar in voldoende mate aanvullen.

5.4 Weerbaarheid en productie

In de kortlopende proeven van 5-6 weken was de tijd tekort om naar effecten op productie te kijken. Wel is er bij de pottomaat gemeten aan het vers gewicht. Hierbij viel het op dat er bij de toegelaten groene producten geen sprake is van een negatief effect op het plantgewicht. Bij FADO en Serenade worden de planten juist zwaarder. De statistische verwerking geeft aan dat dit niet samenhangt met het feit dat deze planten minder meeldauwontwikkeling vertonen ten opzichte van de onbehandelde controleplanten.

5.5 Ontwikkelen van groene indicatoren

5.5.1 Afweereiwitten (glucanases)

Bij het samenstellen van een robuust weerbaar teeltsysteem is het van belang om producten met verschillende werkingsmechanismes zo goed mogelijk op elkaar af te stemmen (zie Figuur 4.1). Dit onderzoek heeft laten zien dat van een aantal producten met een systemische werking er een duidelijke relatie is met de hoeveelheid afweereiwitten die na een behandeling in het gewas worden aangetroffen (Figuur 2.7 en 3.4). Daarmee kan de meting van afweereiwitten een goede rol spelen als indicator van intrinsieke weerbaarheid tegen biotrofe organismen. De bladeren die direct behandeld zijn (lokaal) met de producten produceren meer afweereiwitten en ook de onbehandelde nieuwe bladeren (systemisch) zijn in het vervolg beter beschermd tegen nieuwe infecties. Van een aantal producten zoals INA, Inssimo (Syngenta exp.1) is het stimuleren van de SAR afweerroute al goed bekend vanuit de literatuur (Walters *et al.* 2014). Van andere producten was dat eigenlijk veel minder duidelijk. De meting van afweereiwitten heeft nu ook duidelijk laten zien dat het experimentele product van Synvital de plant eveneens activeert in de aanmaak van natuurlijke afweerstoffen. Dit verklaart ook de langere nawerking van het product in vergelijking met andere producten die een sterkere contactwerking hebben. Hoewel producten vaak meerdere werkingsmechanismes hebben, kan deze meting van de afweereiwitten meer duidelijkheid geven over de bijdrage die wordt geleverd aan het aanschakelen van de systemische afweerreactie tegen biotrofe organismen via de salicylzuurroute.

De meting van de afweereiwitten gebeurt op basis van enzymactiviteit van alle glucanase enzymen, zodat het altijd een direct verband vertoont met de activiteit van het gewas op het moment dat de bladeren geplukt worden. Door het bladmateriaal direct in te vriezen blijven de eiwitten goed geconserveerd. In alle proeven blijkt deze meting betrouwbare uitslagen te geven (weinig gevoelig voor verstoringen). Het voordeel van deze meting is dat deze relatief snel is toe te passen in vele gewassen, waaronder nu: (pot)tomaat, (pot)gerbera, komkommer en paprika. Alleen in roos met een hoog gehalte aan fenolen is het niet toepasbaar, omdat de eiwitten gelijk gebonden worden. Met moleculaire technieken is ook de genactiviteit te bepalen van specifieke glucanase genen en andere genen die een rol spelen bij geïnduceerde resistentie, maar deze technieken zijn nog niet beschikbaar voor sierteeltgewassen en vooralsnog beperkt tot tomaat en Arabidopsis.

5.5.2 Bladgroen

Uit de eerdere proeven met de invloed van lichtspectra (R:FR verhouding) op de plantweerbaarheid kwam een sterke relatie naar voren met de hoeveelheid bladgroen van een plant (Van Velden, Hofland-Zijlstra & Stevens, 2015). In deze proeven met verschillende productbehandelingen, bleek er eveneens een verband te zijn tussen bladgroen en de ontwikkeling van meeldauw. Omdat meeldauw - als biotrofe schimmel - zijn voedsel ontleent van een levende plant, lijkt dat logisch. Een plant met meer bladgroen, kan zijn gast beter onderhouden en van voedsel voorzien dan een plant met minder bladgroen. Bladgroen kan daarmee een vroegtijdige indicator zijn om het risico op een meeldauwinfectie te voorspellen. Het blijft echter door de interactie met verschillende producten en hun verschillende werkingsmechanismes tegen meeldauw alsnog mogelijk dat er uitzonderingen op deze regel zijn. Het fraaie van deze meting is dat een handheld apparaat relatief goedkoop is aan te schaffen en dat tuinders of hun personeel er direct zelf ermee aan de slag kunnen. De interpretatie van de bladgroengegevens op teeltniveau met veel kleinere verschillen tussen planten is nog wel een onderzoeksgebied wat verder ontwikkeld moet worden. Onder praktijkcondities is meer informatie nodig over schommelingen in waardes en de factoren die daarop van invloed zijn, voordat op basis van deze metingen een gericht advies is te ontwikkelen.

5.5.3 Plantsapanalyses

De rol van nutriënten in relatie met weerbaarheid staat op dit moment sterk in de belangstelling vanwege het wegvallen van middelen. De plantsapanalyses voor dit onderzoek zijn uitgevoerd door NovaCropControl (HortiNova) en bieden snel zicht op veranderingen in voedingselementen. Met de metingen van plantsapanalyses in relatie met meeldauw was tot voor kort nog weinig experimentele ervaring. De huidige proeven bieden daar een goede basis voor. In de potgerbera's werden de sterkste relaties gevonden tussen minder meeldauw en hogere waardes van NH₄, chloride en fosfaat in het plantsap, terwijl het ijzergehalte lager was. Dit komt goed overeen met informatie uit de literatuur en ander onderzoek bij Wageningen UR Glastuinbouw waar eveneens een relatie wordt gelegd tussen de voeding van de plant en gevoeligheid voor meeldauw (Agrios, 2005; Hofland-Zijlstra *et al.* 2010). Ook met andere elementen leek een verband te zijn, maar dit was minder sterk (oa. suikers, nitraat, silicium, mangaan). Voor deze analyses geldt hetzelfde als voor de bladgroenmetingen. Het kan goede aanvullende informatie geven over de voedingsstatus van de plant en welke elementen die een rol spelen in de weerbaarheid tegen meeldauw voldoende op peil zijn of aangevuld dienen te worden.

5.6 Invloed omgevingscondities

Bij meeldauw blijven de omgevingscondities een belangrijke rol spelen in de hele beheersingsstrategie. Dat werd ook tijdens deze proeven weer duidelijk. Meer licht remt rechtstreeks de ontwikkelingsnelheid van meeldauwsporen waardoor planten een lagere infectiedruk lieten zien bij een kunstmatige infectie met een sporensuspensie en de meeldauwinfectie langer op zich liet wachten bij droge sporenoverdracht in roos.

Ook de aanjagende rol van relatief hoge luchtvochtigheden (>80%) op de ontwikkelingssnelheid werd goed ondervonden en handig benut om de sporenkieming snel en gecontroleerd te laten verlopen. De factoren (natuurlijk zon)licht en vocht zijn echter in de praktijk niet altijd gemakkelijk te sturen en worden sterk beïnvloedt door het seizoen en snelle wisselingen van het weer. Hierdoor kan onverwachts toch de sporenkieming weer worden bevorderd. Als meeldauw zich éénmaal heeft gevestigd in een (meerjarig) gewas, dan blijven de sporen aanwezig als actieve bron in besmette bladeren en is het lastiger om de druk met correctiemiddelen weer te beheersen. Daarom is het noodzakelijk om te werken aan weerbare planten die beter bestand zijn tegen condities die gunstig zijn voor infectie, zodat er meer proactief en preventief is te handelen in plaats van reactief en curatief.

5.7 Tot slot

Voor een goed grip op de ontwikkeling van weerbaarheid tijdens de teeltfase is meer inzicht nodig op de duurwerking van systemische producten. In de proef met potroos zagen we dat sommige producten na 5 weken nog een duidelijke nawerking vertoonden. Dit biedt goede perspectieven op het verminderen van het aantal spuitbehandelingen als er in periodes met hoge ziektedruk niet meer (bijna) wekelijks hoeft te worden ingegrepen.

Binnen geïntegreerde teeltsystemen (IPM) waarin deels nog met curatieve fungiciden wordt gewerkt die hoofdzakelijk op de schimmel werken, is het belangrijk om meer te weten over de interactie tussen deze producten met zg. groene fungiciden die meer gericht zijn op versterking van de verdedigingsreacties van de plant. In dit onderzoek lijkt bv. Rocket een lichte stimulans te geven aan de geïnduceerde plantresistentie. De vraag is of producten met een systemische werking op plantweerbaarheid elkaar dan nog kunnen versterken of is er op een bepaald moment een optimum vanwege te hoge energetische plantkosten? Daarnaast is van sommige producten ook bekend dat ze hormonale afweerroutes volledig kunnen uitschakelen en dan zal een groen fungicide niet veel meer kunnen stimuleren (Wurff *et al.* 2014).

Gelet op het systemische karakter van sommige producten is de huidige toedieningstechniek een punt van aandacht. In de huidige proef zijn alle planten volledig bespoten met de commerciële producten, maar wellicht dat een lokale behandeling van een paar bladeren onderin al voldoende kan zijn om een flinke vermindering van de gevoeligheid te bewerkstelligen. De synthetische elicitor INA werd in tomaat ook slechts op twee bladeren aangebracht, maar dit gaf al wel een sterke vermindering van meeldauw op de onbehandelde bladeren. Het verdient aanbeveling om verder te onderzoeken welke toedieningstechnieken in welke plantstadium het meest effectief is. Wellicht dat jong plantmateriaal bij de plantenkweker wel een volledige behandeling kan ondergaan en daardoor voldoende nawerking heeft tijdens de teeltfase, zodat er minder vaak en met minder volume met curatieve behandelingen hoeft te worden ingegrepen.

De invloed van klimaatfactoren is wel duidelijk als het gaat om de directe invloed op de meeldauwontwikkeling, maar veel minder duidelijk als het gaat over de indirecte invloed op de weerbaarheid van de plant. In twee vervolgonderzoeken binnen Topsector T&U zal meer aandacht aan deze thema's worden besteedt (TKI Programmeringsstudie Meeldauw & TKI Fysisch-chemische inductie van weerbaarheid). Daarin wordt ook ingegaan op het samenspel tussen de invloed van lichtkwaliteit op afweersystemen tegen biotrofe schimmels en de invloed van groene producten.

Binnen dit onderzoek is meer kennis verzameld over parameters die als (vroegtijdige) indicatoren zijn te ontwikkelen voor meeldauw. Het is tegelijk ook duidelijk dat één meting nooit volledig zal kunnen aangeven of een plant wel of niet gevoelig is tijdens een bepaalde teeltfase, omdat de kieming en infectie van meerdere factoren uit het klimaat en in de plant afhankelijk is.

6 Literatuur

Agrios, G.N. (2005).

Plant Pathology, fifth edition. Academic Press.

Hofland-Zijlstra, J.D. (2010).

Alternatieven voor de beheersing van echte meeldauw zonder pijpzwavel. PT rapport. GTB -1073.

Hofland-Zijlstra, J.D. ; Noort, F.R. van; Böhne, S. ; Fuente van Bentem, S. de la; Weijtmans, K. ;

Sanders, M. (2010).

Beheersing van valse meeldauw in Impatiens. Bleiswijk: PT Rapport Wageningen UR Glastuinbouw /

Syngenta Seeds B.V., GTB-330.

Hofland-Zijlstra, J.D.; R. de Vos, L.S. Stevens, R. van den Broek, N. Verhoef (2014).

Screening van genen, metaboliëten en afweereiwitten betrokken bij natuurlijke afweer tegen Botrytis. PT rapport Wageningen UR Glastuinbouw. GTB – 1328.

Slegers, J. 2010.

Goed resultaat met Aquanox tegen meeldauw en Botrytis. Vakblad voor de Bloemisterij 51/52.

Velden, P. van; J.D. Hofland-Zijlstra & L. Stevens (2015).

Right light colour gives plant a boost: research shows relationship light and plant immunity. In Greenhouses: the international magazine for greenhouse growers 4 (2). p. 16 - 17.

Walters, D. R., A.C. Newton & G.D. Lyon (2014).

Induced Resistance for Plant Defense: a sustainable approach to Crop Protection, second edition. John Wiley & Sons.

Wurff, A.W.G. van der; Streminska, M.A. ; Slooten, M.A. van; Noort, F.R. van; Holtman, W. ; Korthout, H. (2014).

Plantversterking in potplanten: biostimulanten, middelen en plantreactie in Kalanchoe met Phytophthora, Begonia met Fusarium en Arabidopsis met Phytophthora en Botrytis. Bleiswijk: PT Rapport Wageningen UR Glastuinbouw. GTB-1326.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen UR Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0) 10 522 51 93
www.wageningenur.nl/glastuinbouw

Glastuinbouw Rapport GTB-1385

Wageningen UR Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.