Ontwikkeling teeltstrategie voor weerbare planten tegen bovengrondse ziekten

J.D. Hofland-Zijlstra, S. Breeuwsma en M. Noordam

Rapport GTB-1442

Referaat

Wageningen University & Research Glastuinbouw heeft binnen het project Duurzame teeltstrategie een brede kennisinventarisatie uitgevoerd om een geïntegreerde systeemaanpak voor beheersing van kasluchtschimmels te ontwikkelen. Dit project is gefinancierd door het voormalige Productschap Tuinbouw en begeleid door LTO Glaskracht Nederland. In 2016 zijn twee kasproeven bij WUR Glastuinbouw uitgevoerd om nieuwe teeltstrategieën te testen in pottomaat, potgerbera en Petunia. Daarna is een praktijkproef in potgerbera uitgevoerd bij de JHL group in Pijnacker. Doel was om de nevenwerking te testen van synthetische elicitors die de salicylzuurroute tegen biotrofe schimmels activeren op het verminderen van de gevoeligheid voor necrotrofe schimmels, zoals Botrytis. Zowel in optimale als in suboptimale groeicondities met relatief lage lichtniveaus. In proeven met een commercieel beschikbare elicitor die de salicylzuurroute activeert, Fado (Nufarm), werd in pottomaat de gevoeligheid voor Botrytis verlaagd en in potgerbera werden bloemen minder gevoelig voor smet in de naoogstfase na een preventieve gewasbehandeling. De werking neemt toe in combinatie met Serenade en Jiffy mineral (toegediend in potgrond) en blijft goed zowel in lage als in hoge lichtcondities (stralingssom 4, 15 en 30 mol/dag). Twee gewasbeschermingsmiddelen die nog niet toegelaten zijn in gerbera (BASF exp.1 en Nufarm exp.1) werken effectief tegen Botrytis. De gevoeligheid voor Botrytis was niet alleen afhankelijk van de stralingssom en luchtvochtigheid, maar toonde ook een relatie met voedingsstoffen van plantsapanalyses en bladgroenwaardes. Deze kennis kan bijdragen aan verbetering van voorspellingsmodellen voor Botrytis.

Abstract

Within a project Sustainable control strategies Wageningen University & Research Greenhouse Horticulture literature screening to develop an integrated pest management strategy to control airborne fungi. This project was funded by the former Dutch Horticultural Production Board and accompanied by the Dutch growers association, LTO Glaskracht Nederland. In 2016 two greenhouse trials were performed with pot tomato, Petunia and pot gerbera. Additionally, a greenhouse test was performed at a commercial greenhouse with pot gerbera. Goal was to test the side effects of synthetic elicitors which stimulate systemic acquired resistance against biotrophic fungi on disease resistance against necrotrophic fungi like Botrytis. A commercially available synthetic elicitor, Fado (Nufarm) was able to reduce the Botrytis infection in pot tomato and in flowers of pot gerbera. Effectivity was supported by a combined treatment with Jiffy mineral (soil addition) and Serenade. Two experimental products of BASF and Nufarm were effective in reducing Botrytis in pot gerbera. Botrytis infection was not only related to light and relative humidity, but was also correlated with nutrients and chlorophyll content. Based on this knowledge, prediction models for Botrytis can be improved.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1442

Projectnummer: 3742181500

PT nummer: 14978

DOI nummer: 10.18174/415916

Disclaimer

© 2017 Wageningen Plant Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), 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.wur.nl/plant-research. Wageningen Plant Research.

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 University & Research, BU 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	Aanleiding en doel	7
1.1	Aanleiding	7
1.2	Doel	8
1.3	Afbakening	8
1.4	Aanpak	8
2	Beheersing kasluchtschimmels	9
2.1	Schimmels	9
2.1.1	Epidemiologie	9
2.1.2	Ontwikkeling van sporendruk metingen	9
2.1.3	Directe biologische bestrijding	10
2.1.4	Overige curatieve producten	10
2.2	Omgeving / kasklimaat	11
2.2.1	Invloed van licht	11
2.2.2	Invloed CO ₂	11
2.2.3	Invloed van vocht en temperatuur	12
2.3	Weerbare plant	13
2.3.1	Constitutieve resistentie	13
2.3.2	Geïnduceerde resistentie (inductie van SAR en ISR)	13
2.3.3	Structurele barrières	16
2.3.4	Invloed van nutriënten	16
2.4	Stapelen van werkingsmechanismen	17
2.5	Combinatie plant activators met micro-organismen	18
2.6	Combinatie plant activators met klimaat- en teeltfactoren	18
3	Weerbare plant bij hoge lichtniveau's	19
3.1	Achtergrond en doel	19
3.2	Uitvoering kasproef pottomaat en Petunia	20
3.3	Resultaten	21
3.3.1	Algemeen	21
3.3.2	Invloed van stralingssom	22
3.3.3	Invloed van producten die afweer versterken	24
3.3.4	Invloed van vocht	27
3.3.5	Invloed van bloemkleur	29
3.4	Conclusie	29
4	Weerbare plant bij lage lichtniveau's	31
4.1	Doel	31
4.2	Uitvoering kasproef Petunia en potgerbera	31
4.3	Resultaten	33
4.3.1	Algemeen	33
4.3.2	Invloed van licht	33
4.3.3	Invloed van producten	35
4.3.4	Invloed van vocht	36
4.3.5	Relatie met plantsapanalyses	37
4.4	Conclusie	38

5	Praktijkproef potgerbera JHL Group	39
5.1	Achtergrond en doel	39
5.2	Uitvoering praktijkproef	39
5.3	Resultaten	41
5.3.1	Productwerking ter vermindering van bladinfecties	41
5.3.2	Productwerking ter vermindering van bloeminfectie	43
5.4	Conclusie	44
6	Nieuwe bouwstenen weerbaarheid	45
6.1	Gewasbeschermingsproducten	45
6.2	Invloed van licht en vocht	45
6.3	Relatie met nutriënten en bladgroen	46
6.4	Tot slot	46
7	Aanbevelingen	49
	Literatuur	51
	Bijlage 1 Kasplattegrond pottomaat en Petunia	53
	Bijlage 2 Kasplattegrond Petunia en potgerbera	55
	Bijlage 3 Kasplattegrond praktijkproef potgerbera	57

Samenvatting

Het project Duurzame teeltstrategie is in 2015 gestart met een brede kennisinventarisatie om een systeemaanpak voor beheersing van kasluchtschimmels te ontwikkelen waarbij maatregelen elkaar zoveel mogelijk aanvullen en inpasbaar zijn binnen geïntegreerde teelten die gericht zijn op vermindering van emissie en gebruik van fungiciden. Dit project is volledig gefinancierd door het voormalige Productschap Tuinbouw en begeleid door LTO Glaskracht Nederland. In 2016 zijn in twee kasproeven nieuwe teeltstrategieën getest in pottomaat, potgerbera en Petunia. In de laatste fase van het onderzoek zijn een aantal succesvolle strategieën uitgetest in potgerbera bij de JHL group in Pijnacker. Doel was om de nevenwerking te testen van synthetische elicitors die de salicylzuurroute tegen biotrofe schimmels activeren op het verminderen van de gevoeligheid voor necrotrofe schimmels, zoals Botrytis. Daarnaast om de werking van synthetische elicitors te testen in optimale en suboptimale groeicondities met relatief lage lichtniveaus.

In de proeven werd géén verhoogd risico gevonden voor Botrytis na een gewasbehandeling met een synthetische elicitor, Fado (Nufarm). Dit is een commercieel product die de salicylzuurroute tegen biotrofe schimmels activeert. Fado heeft in pottomaat als nevenwerking dat de gewasgevoeligheid voor Botrytis wordt verlaagd en in potgerbera werden bloemen minder gevoelig voor smet in de naoogstfase na een preventieve gewasbehandeling. De werking neemt toe in combinatie met Serenade en Jiffy mineral (in potgrond) en de productwerking blijft goed zowel in lage als in hoge lichtcondities (stralingssom 4, 15 en 30 mol/dag). De verminderde gevoeligheid van bloemen voor Botrytis na behandeling met Fado in de teeltfase biedt niet alleen perspectief voor potplanten, maar ook voor snijbloemgewassen. Bij een infectie met Botrytis spelen licht en vocht een belangrijke rol. De gevoeligheid voor bladinfecties wordt vooral gestuurd door de totale stralingssom per dag en in tweede instantie door de luchtvochtigheid. Bij de bloeminfectie was de luchtvochtigheid de belangrijkste stuurfactor. De werking van Fado was bij de laagste lichtconditie het sterkst. In optimale lichtcondities (15 en 30 mol/dag) was er geen verschil in effectiviteit meetbaar.

Op verzoek van LTO Glaskracht Nederland zijn bij de praktijkproef in potgerbera ook twee andere gewasbeschermingsmiddelen meegenomen (BASF exp.1 en Nufarm exp.1) waarvan een effectieve werking werd aangetoond tegen Botrytis. Deze hebben al wel een registratie in vruchtgroenten, maar nog niet in sierteeltgewassen. Wellicht is het ook van deze middelen mogelijk om het etiket verder uit te breiden.

Dit onderzoek heeft sterk bijgedragen aan meer inzicht in de essentiële bijdrage van plantversterkende producten in een weerbaar teeltsysteem. De analyses met bladgroen en plantsappen geven aan dat de plant sterk reageert op de hoeveelheid licht en dat dit een relatie vertoont met de gevoeligheid voor Botrytis. De relatie tussen de gevoeligheid voor Botrytis, nutriënten in plantsapanalyses en bladgroenwaardes kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan de verdere ontwikkeling van voorspellingsmodellen voor het risico op Botrytis.

1 Aanleiding en doel

1.1 Aanleiding

Om kasluchtschimmels zoals meeldauw en Botrytis 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. In dit project wordt een eerste aanzet voor een systeemaanpak voor kasluchtschimmels gegeven. De aanbevelingen zijn onder te brengen in de vier strategische lijnen die beschreven zijn in de PPS 'Het Nieuwe Doen in Plantgezondheid', namelijk (1) weerbaar gewas, (2) robuuste weerbare teeltsystemen, (3) slimme en innovatieve technologieën en (4) effectief duurzaam middelenpakket. Dit project wordt mogelijk gemaakt door financiering van het voormalig Productschap Tuinbouw.

Bij het ontwikkelen van een systeemaanpak is voor meeldauw een soort raamwerk opgezet die eveneens toepasbaar is voor andere bovengrondse ziekten (Figuur 1.1). 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 bestaande uit telers van groenten, snijbloemen en potplanten, toeleveranciers, onderzoekers en adviseurs is hiervoor een raamwerk ontwikkeld met daarin zes pijlers 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 1.1 Strategisch stappenplan voor een duurzame aanpak van meeldauw.

Binnen de nieuwe, groene systeemaanpak is het de bedoeling om richting te geven aan effectieve combinaties van beheersmaatregelen waarmee schimmels die zich via de kaslucht verplaatsen goed zijn te beheersen. Uiteindelijk zal elk bedrijf - afhankelijk van de teelt- en afzetdoelen - zelf keuzes moeten maken over maatregelen die inpasbaar zijn in het gewasbeschermingsplan.

1.2 Doel

Vanuit een brede kennisinventarisatie komen tot de ontwikkeling van een systeemaanpak voor beheersing van kasluchtschimmels waarbij maatregelen elkaar zoveel mogelijk moeten aanvullen en inpasbaar dienen te zijn in geïntegreerde teelten gericht op vermindering van emissie en fungicidegebruik.

1.3 Afbakening

In dit project beperken we ons tot de groep van micro-organismen die behoren tot de schimmels waarvan de sporen zich via kaslucht verspreiden in de teeltfase. Ziekten die een belangrijk deel van hun levenscyclus voltooien in het substraat of water vallen niet in het kader van dit onderzoek. Daarnaast richt dit project zich hoofdzakelijk op de sierteelt en minder op de vruchtgroenten.

1.4 Aanpak

Het tweede hoofdstuk geeft een overzicht van de ontwikkelingen afgelopen jaren in het beheersen van bovengrondse schimmelziekten. Er is voor gekozen om de beschikbare kennis waarmee bovengrondse schimmels zijn te beheersen kort en bondig weer te geven zodat het document snel leesbaar is voor een brede doelgroep. Er wordt verwezen naar relevante literatuur waar de geïnteresseerde lezer meer verdieping uit kan halen. Als kapstok voor het weergeven van informatie is nu gekozen voor de indeling van de ziekte driehoek: schimmel, plant, kasklimaat. Er wordt ook ingegaan op de integratie van plant activators in het teeltsysteem met andere micro-organismen en in combinatie met klimaat- en teeltfactoren. Daarvoor is geput uit diverse bronnen:

- In 2013 verscheen een systeembenadering voor onderzoek aan plaag- en ziektebestrijding in roos waarin een goed overzicht van de knelpunten voor dit meerjarige gewas beschreven en zijn aanbevelingen gedaan om nieuwe beheersstrategieën te ontwikkelen vanuit een systeemaanpak waarbij maatregelen zoveel mogelijk complementair zijn. Dit richtte zich voor een groot deel op de beheersing van insecten (Messelink *et al.* 2013). Binnen dit visiedocument willen we deze kennis uitbreiden naar ziekten in meerdere sierteeltgewassen (potplanten, snijbloemen).
- Inmiddels zijn er ook met betrekking tot registratie van groene producten weer meer mogelijkheden bij gekomen voor de preventieve beheersing van ziekten en die zullen in dit document worden belicht. In het recent verschenen boek *Induced Resistance for Plant Defense* (2014) wordt een goed overzicht gegeven op welke wijze geïnduceerde resistentie in te passen is binnen bestaande gewasbeschermingsmaatregelen.
- IOBC Congres *Induced Plant Defense* in Aachen (2015).

De lijnen voor een systeembenadering ter beheersing van bovengrondse ziekten zijn in samenspraak met het Ondernemersplatform van LTO Glaskracht Nederland afgestemd en breed toepasbaar in de sierteelt (kortlopende vs. meerjarige teelten).

In hoofdstuk 3 en 4 zijn in kasproeven een aantal nieuwe teeltstrategieën getest in pottomaat, potgerbera en Petunia. In de laatste fase van het onderzoek zijn een aantal succesvolle strategieën uitgetest in potgerbera bij de JHL group (Hoofdstuk 5).

In Hoofdstuk 6 wordt aangegeven welke nieuwe bouwstenen dit onderzoek heeft opgeleverd voor het ontwikkelen van een groene beheersstrategieën van bovengrondse schimmelziekten.

2 Beheersing kasluchtschimmels

2.1 Schimmels

2.1.1 Epidemiologie

De niet-geslachtelijke sporen in de kaslucht zijn de eerste eenheden die een infectie kunnen bewerkstelligen als de condities gunstig zijn. Gunstige condities hangen altijd samen met klimaatcondities en de conditie van de gastheer. Als één van deze drie factoren niet optimaal is, vind er geen infectie plaats. Dit wordt ook wel de ziekte-driehoek genoemd (Agrios, 2005). Kenmerkend voor kasluchtschimmels is dat de sporen zich verspreiden via de lucht, afhankelijk van windsnelheden. In het gewas is er doorgaans weinig luchtverplaatsing. Gemiddelde windsnelheid is in het gewas vaak lager dan er voor verspreiding nodig is. De inzet van ventilatoren, extra luchtstroom bij deuren of gewaswerkzaamheden kunnen de verplaatsing sterk bevorderen. Er zijn sterke verschillen in benodigde windsnelheden per schimmelsoort:

- *Helminthosporium maydis* (roest): 5 m s⁻¹.
- *Erysiphe graminis* (echte meeldauw): 0,5 m s⁻¹.

De mate van verspreiding wordt beïnvloedt door het gewicht van de sporen. De sporen van echte meeldauw zijn bijvoorbeeld relatief licht in vergelijking met *Botrytis* of *Fusarium* sporen. Binnen een soort zijn ook niet alle sporen van een soort gelijk en is er sterke variatie in het depositiepatroon mogelijk. De vorm van de sporen en sporendragers kunnen worden beïnvloed door het gewas waar de schimmel op voorkomt. De dichtheid van de bladharen (trichomen) is bijvoorbeeld van invloed op de uitgroei van de kiembuis.

2.1.2 Ontwikkeling van sporendruk metingen

Hoewel sporen onmiskenbaar een belangrijke rol spelen bij het optreden van infecties lijkt er niet altijd een direct verband te zijn tussen de sporen die gemeten worden in de kaslucht en de mate waarin het gewas symptomen laat zien. Infectie hangt immers ook af van de gevoeligheid van het gewas. Daarnaast zijn niet alle schimmels goed meetbaar, omdat ze niet groeien op selectieve media of te weinig onderscheidende sporen hebben. Hieronder volgt een kort overzicht van de belangrijkste pathogenen en de ontwikkelingen ten aanzien van sporendetectie.

Botrytis sporen. Het meten van de sporendruk van *Botrytis* sporen is mogelijk door de inzet van kasluchtaanzuigers (zg. airsamplers). Deze zuigen een vast volume lucht aan over een plaat met voedingsmedium waarop aangezogen sporen kunnen gaan kiemen. Belangrijk hierbij is dat het voedingsmedium selectief is gemaakt, zodat voornamelijk *Botrytis* sporen gaan kiemen.

Binnen verschillende projecten zijn de airsamplers ingezet om de sporendruk van *Botrytis* te meten. Er zijn nu datasets beschikbaar in tomaat, gerbera, cyclaam, roos (De Gelder, 2012, 2013; Benninga *et al.* 2014, Hofland-Zijlstra 2014). Doorgaans geven de metingen wel een indicatie of er sprake is van een hoge of lage sporendruk. Hoewel de metingen op dit moment nog niet voldoende nauwkeurig zijn om op te sturen, laten ze wel zien dat de sporendruk in de kas zeker niet altijd gelijk is. Opvallend is dat de belangrijkste verschillen gevonden worden tussen bedrijven en dat ras en locatie in de kas een veel kleinere rol spelen (Benninga *et al.* 2014). Binnen het project Gezonde Kas (meer info op www.gezondekas.eu) is gewerkt aan een nieuwe ontwikkeling om met behulp van een sporenzeef sporen te meten (Figuur 2.1). Hiermee zijn hogere sporenaantallen in te vangen waardoor meetrange wordt vergroot. Op een voedingsplaat zijn hooguit 50-100 sporen te tellen en de rest valt buiten de meetrange. De variatie met de nieuwe sporenzeef is nog te groot, waardoor er relatief veel meetpunten moeten worden ingezet om betrouwbare uitspraken over relatieve veranderingen in sporendruk zijn vast te stellen.

Figuur 2.1 Oplichtende Botrytissporen na kleuring in de MUScan (Foto: InnoSieve Diagnostics, Wageningen).

Een meetmethode voor de sporendruk van meeldauwsporen is niet beschikbaar, omdat deze hooguit gedurende 1-2 dagen op een kunstmatig voedingsmedium groeien en zich vermenigvuldigen. Mycosphaerella sporen zijn in te vangen met behulp van plakband, omdat dit zeer herkenbare sporen zijn. Wel is dit zeer arbeidsintensief om naderhand alle sporen te tellen. Ook Fusarium groeit goed op een selectief medium. De sporen zijn echter lastig in representatieve aantallen in luchtmonsters terug te vinden, omdat deze relatief zwaar zijn. Binnen het project paprika vruchtkwaliteit is er geen betrouwbare correlatie gevonden tussen het aantal sporen dat gemeten is in de kaslucht en de ziektedruk (geïnfecteerde vruchten). Sporen die op het gewas worden gemeten (bv op de bloemen), geven een betere indicatie van de ziektedruk. Bij de metingen die verricht zijn aan Botrytis sporen kwam sterk naar voren dat de meeste sporen sterk aan het gewas zijn gehecht. Alleen door mechanisch de planten in beweging te brengen door deze te schudden, kwamen de sporen voldoende los. Dit geldt kennelijk breder voor meer schimmelsporen. Ook van meeldauwsporen is bekend dat deze zich binnen één uur hechten aan een blad. Het verspreidingspatroon blijkt eveneens beperkt, sporen landden vrij direct naast de plant waarop ze zijn vrij gelaten.

2.1.3 Directe biologische bestrijding

Het aantal geregistreerde producten op basis van een antagonistische werking is nog steeds erg beperkt: Gliocladium (Prestop), Trichoderma (Trianum), Bacillus subtilis (Serenade), Mycostop, Ampelomyces quisqualis (AQ10). Er is nu wel uitbreiding met een product van Biobest dat ook toepasbaar is binnen een concept van Flying doctors. Dit is echter nog niet breed toepasbaar.

2.1.4 Overige curatieve producten

Producten op basis van bicarbonaten en olie-achtige (zg. superuitvloeiers) producten hebben een sterke contactwerking en remmen de kieming van sporen. Zie voor uitgebreidere info over dit onderwerp: Hofland-Zijlstra *et al.* 2016, 2010, Van Genuchten & Kerklaan 2012, Messelink *et al.* 2013, Wurms & Hofland-Zijlstra 2015.

2.2 Omgeving / kasklimaat

2.2.1 Invloed van licht

Licht is een belangrijke factor in de aansturing van het groei, ontwikkeling en stressresponsen van een plant. Het vormt een belangrijke bron van energie door het activeren van het fotosyntheseprocess. Licht is bovendien een belangrijke regulator van de interactie tussen planten en ziekteverwekkers (Kangasjarvi *et al.* 2012, Karpinski *et al.* 2003). Drie processen lijken daarbij een belangrijke rol te spelen: 1. Invloed op het algemene energieniveau van cellen (NADPH, ATP, koolstof ketens) om belagers te weren, 2. Invloed op zg. reactive oxygen species (ROS) in oa. chloroplasten (NADPH oxidasen), 3. Signalering via fotoreceptoren (phytochroom). De rol van de fotoreceptoren wordt steeds meer onderkend. Het promotieonderzoek van Mieke de Wit (2012) toont aan dat de activiteit van het phytochroom van belang is bij systemische afweerreacties tegen schimmels. Meer verrood in het lichtspectrum verhoogd de gevoeligheid voor meeldauw, doordat genen betrokken bij SAR responsen inactief raken. Doordat licht bij meerdere plantprocessen betrokken is, levert dit soms tegenstrijdige resultaten op. Het lijkt er namelijk ook op dat meeldauw bij voorkeur goed doorgroeit op planten die meer bladgroen produceren (meer rood licht ontvangen) en dat deze planten meer voedsel leveren voor het groeiproces van de schimmel. In meerdere onderzoeken bij Wageningen UR Glastuinbouw werd inderdaad een positieve relatie gevonden tussen de meeldauwontwikkeling en een hoge SPAD waarde na kunstmatige besmetting, terwijl de RV gelijk bleef tussen behandelingen (Hofland-Zijlstra *et al.* 2016). Daarnaast zijn sporen in de eerste fase van het kiemingsproces direct gevoelig voor licht (Suthaparan *et al.* 2012, Kanto *et al.* 2009). Bij blootstelling aan 20-22 uur licht ($50 \text{ umol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) verminderde de ziektedruk in roos, zonder nadelig effect op het vaasleven. Van UV-C licht zijn zowel lokale als systemische effecten bekend. Zowel planten als producten (bijv. wortels, tomaat) vertonen na behandeling meer antioxidanten, fenolachtige verbindingen en weerstandseiwitten en zijn daardoor minder gevoelig voor infectie ten opzichte van onbehandelde producten (Charles *et al.* 2009, Kunz *et al.* 2008).

2.2.2 Invloed CO₂

In het rapport "Risicobeperking van ziekten en plagen bij energiezuinige maatregelen" (Hofland-Zijlstra *et al.* 2012b) is een inventarisatie gedaan naar de relatie tussen CO₂ en luchtvochtigheid en de verhoogde risico's op de ontwikkeling van ziekten en plagen. Een directe remming op sporenkieming is met de huidige niveaus onder de 1200 ppm CO₂ niet te verwachten. Dit blijkt uit verschillende publicaties waarbij op verschillende niveaus gemeten is dwz. van plantniveau naar populatieniveau en habitatniveau. Meer gericht onderzoek naar CO₂ effecten op kasniveau is noodzakelijk om uitkomsten te vertalen naar een effect binnen bedekte teelten die toepasbaar is op de brede diversiteit aan gewassen. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de meest belangrijke factoren op de ziekteontwikkeling van kasluchtschimmels.

Tabel 2.1

Invloed van hogere CO₂-niveaus op ziekteontwikkeling van *Botrytis* en echte meeldauw (Hofland-Zijlstra et al. 2012b).

Factoren ziekte-ontwikkeling	Schimmel	Waardplant	Omgeving/klimaat	Tijd
Meer risico op infectie door:	In het algemeen: snellere groei in de plant na binnendringing. <i>Botrytis</i> : - Geen directe groeiremming op sporen bij CO ₂ -niveaus van 700-1200 ppm	<i>Gevoeligere waardplant door</i> : - bevordering infectiekans - hogere C/N ratios - lagere conc. micronutriënten, oa. Si, Ca en Bo versterken cel(wanden) tegen meeldauwinfectie - lagere dichtheid huidmondjes (veldstudie tussen verschillende plantensoorten) -> meer <i>Botrytis</i> - hogere dichtheid huidmondjes, trichomen en 'guard cells' (binnen een soort, zandraket) -> meer echte meeldauw - lagere verdamping, - minder Ca-transport en meer kans op verzwakte cellen	<i>Gunstiger voor sporenkieming door</i> : - hogere luchtvochtigheid - dichter bladerpakket	<i>Gunstig voor Botrytis</i> : - meer perioden waarin $rv > 87\%$ of $VPD < 0.5 \text{ g/m}^3$ en 4-5 uur vrij vocht.
Minder risico op infectie door:	<i>Botrytis</i> : - Directe groeiremming sporen bij hoge niveaus van 4-5% CO ₂ (niveaus hoger 1200 ppm)	<i>Minder gevoelige waardplant door</i> : - hogere C/N ratios - toename vezelgehalte (lignine) - lagere conc. nutriënten oa. N, P, Ca, Si, Bo (minder voedsel voor sporenkieming) - meer epicuticulair was - meer lagen epidermis cellen - hoger aantal mesofylcellen	- betere werking van	

2.2.3 Invloed van vocht en temperatuur

Verhoging van de relatieve luchtvochtigheid is vaak een sterke aanjager voor sporenkieming en infectie. Voor snelle verspreiding zijn vaak wisselingen in temperatuur gunstig waardoor sporen gemakkelijk kunnen vrijkomen van de sporendragers. Ook direct zonlicht kan het vrijkomen van sporen van de sporendragers triggeren. Meeldauwsporen kunnen ook bij lage RV's al kiemen, omdat de sporen zelf al genoeg vocht bevatten voor kieming). De luchtvochtigheid is in de praktijk sterk gerelateerd aan snelle temperatuurswisselingen (Mollier diagram). Koudere lucht kan namelijk minder vocht bevatten en zal eerder condensatie geven op het gewas.

Binnen teelten gebaseerd op Het Nieuwe Telen wordt gericht gestuurd op een goede balans tussen licht en temperatuur. Daarbinnen zijn vaak hogere relatieve luchtvochtigheden te accepteren omdat er voldoende assimilaten worden geproduceerd. Schimmels als *Botrytis* en meeldauw blijven in een meerjarig gewas als roos moeilijk te beheersen bij RV's hoger dan 85% (De Gelder et al. 2015). Recent is het handboek van Het Nieuwe Telen verschenen met daarin aandacht voor de beheersing van kasluchtschimmels (*Mycosphaerella*, *Botrytis*, Meeldauw, *Fusarium*). Het concept biedt goede aanknopingspunten om te sturen op een homogener klimaat met minder snelle temperatuursomslagen en condensatie als neveneffect waardoor de risico's op ziekten sterk zijn te beperken. Op welke wijze dit concept ingrijpt op de weerbaarheidsmechanismen van een plant is echter nog niet duidelijk. Hier ligt een kennishiaat.

Ook het buitenklimaat en het seizoen is van sterke invloed op het kunnen regelen van het kasklimaat en de risico's op gunstige klimaatcondities in een kas voor ontwikkeling en infectie. Bijvoorbeeld voor het snel kunnen afluchten van vochtige kaslucht. Bij vochtig weer met een hoge verzadigingsgraad is dit lastiger ook al wordt er een kier gezet om te luchten.

2.3 Weerbare plant

De plant ofwel gastheer van de schimmel neemt een belangrijke plaats in binnen de ziektedriehoek. Er kunnen veel sporen in de kaslucht aanwezig zijn, maar zonder een invalspoort of gevoeligheid bij de plant zal er geen infectie plaatsvinden. Bij *Botrytis* is verwond plantenweefsel absoluut noodzakelijk voordat een infectie kan beginnen om de noodzakelijke voedingsstoffen voor groei van de schimmel te geven. Eén uitzondering hierop vormen bloemen, die ook zonder beschadiging lesies kunnen ontwikkelen bij aanwezigheid van een hoge luchtvochtigheid ($RV > 90\%$). Ook bij biotrofe schimmels zoals echte meeldauw is er een nauwe relatie tussen de conditie van de plant en snelheid van infectie. Een plant is op verschillende manieren minder gevoelig te maken voor belagers. Freeman & Beattie (2008) geven een helder en breed overzicht van de plant afweer strategieën tegen ziekten en plagen. Dit document is vrij beschikbaar via internet. Hieronder volgt een korte samenvatting.

2.3.1 Constitutieve resistentie

Waar mogelijk zijn er verschillende resistentiegenen in de huidige gewassen ingekruisd om de ontwikkeling van ziekten zoveel mogelijk te weren. Dit is nog steeds het meest effectief. De meeste kasluchtschimmels zijn echter niet met het inkruisen van één of meerdere genen te weren en berusten op meerdere zg. QTL-regios. Dit vergt meer veredelingsinspanning om tegelijkertijd ook de commerciële eigenschappen goed te behouden (zie voor meer achtergrond: Hofland-Zijlstra *et al.* 2014). Door het beschikbaar zijn van correctiemiddelen is er nog de mogelijkheid om gevoelige soorten langer aan te houden in het selectieproces. De druk op verschuiving van het assortiment naar minder gevoelige soorten neemt toe. De constitutieve resistentie gaat doorgaans wel ten koste van productie, omdat de afweer altijd aan staat door blijvende barrières als verstevigde celwanden, waslaag, schors. Een voorbeeld zijn de meeldauwtolerante rassen in komkommer die meer gevoelig lijken voor *Mycosphaerella* waardoor ingrijpen met curatieve middelen noodzakelijk blijft. Tegelijkertijd blijven de productieniveaus nog steeds iets achter bij de rassen zonder partiële resistentie.

2.3.2 Geïnduceerde resistentie (inductie van SAR en ISR)

Naast de constitutieve resistentie kan een plant ook reageren op ziekteverwekkers op het moment dat ze zich aandienen. Hoewel planten officieel niet over een immuunsysteem beschikken is er wel sprake van een soort geheugen om afweerstoffen die éénmaal zijn geactiveerd bij een volgende infectie sneller en sterker te laten reageren (Figuur 2.2). Planten wachten vaak met produceren van deze stoffen, totdat ziekteverwekkers ook echt worden waargenomen vanwege de hoge kosten voor energie en allocatie van voedingsstoffen die gemoeid zijn met productie en onderhoud. Reacties op geïnduceerde verdedigingsreacties zijn: productie van toxische chemicaliën (H_2O_2), eiwit-degraderende enzymen, lokale afsterving van cellen –ofwel celdood (hypersensitieve respons).

Scheme of different types of systemic resistance. The systemic acquired resistance (SAR, the left scheme part) is triggered upon pathogen attack, foliar treatments of plants with MAMPs, DAMPs, plant phytohormones or chemical activators. After the recognition by a sensor, the plant cell triggers complex signaling and defense responses, including production of pathogenesis-related (PR) proteins, antimicrobial phytoalexins or cell wall fortification with callose or lignin. Local defenses are followed by the production of mobile signals that are transported via xylem and prime distal plant parts for defense compounds accumulation. Induced systemic resistance (ISR, the right scheme part) can be triggered by root colonization with plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) or fungi (PGPF). ISR is SA-independent, governed mainly by jasmonic acid (JA) and ethylene (ET). Both SAR and ISR prime for enhanced and accelerated defenses upon subsequent biotic and abiotic stresses. Redrawn and modified from Pieterse et al. (2009).

Figuur 2.2 Schema van belangrijkste systemische resistentieroutes tegen necrotrofe (ISR) en biotrofe (SAR) schimmels (Burketova et al. 2015).

Omdat constitutieve resistentie niet voor alle schimmels en in alle gewassen beschikbaar zijn, lijkt het aantrekkelijk om energie te steken in manieren om de tijdelijke resistentie van planten zoveel mogelijk in een staat van paraatheid te zetten. Deze resistentie is namelijk generiek in alle planten aanwezig en breed werkend tegen ziekten en plagen. Het kost een plant pas energie als deze in tijden van hoge ziektedruk zijn afweer ook veelvuldig moet gebruiken. In periode van een lagere ziektedruk zal de productie van afweerstoffen kunnen worden verlaagd. Hoe snel de afweerstoffen worden verlaagd na een infectie is nog een kennishiaat en hoe het samenspel is te beïnvloeden tussen de productie van afweerstoffen in aanwezigheid van meerdere belagers.

In onderstaande Tabel 2.2 is een overzicht gegeven van verschillende methoden van niet-constitutieve resistentie waarmee een plant weerbaar is te maken tegen ziekten.

Tabel 2.2

Overzicht van verschillende methoden van niet-constitutieve resistentie waarmee een plant weerbaar is te maken tegen ziekten (samengesteld uit: Reglinski *et al.* 2014).

- Biologische inductie (immunisatie)
 - Tabak TMV: minder *Pseudomonas*, *Phytophthora nicotianae*, bep. bladluizen
 - Tabak Ps. *Syringae*: minder virus
 - Plant behandeling met natuurlijke componenten van ziekteverwekkers
 - Mantelwit van TMV (virus)
 - Glycoproteïne fractie van *Pseudomonas solana* (bacterie).
 - Lipid comp. *Phytophthora infestans*
 - Polysaccharide zoals chitosan (schimmels), bruinalgen
 - Plant behandeling met niet-gerelateerde natuurlijke componenten
 - Water-soluble fraction of non-pathogenic bacteria
 - Polysacchariden – niet-ziekteverwekkende schimmel
 - Eiwitcomponenten van niet-gerelateerde planten (via plantextracten?)
 - Synthetische elicitors (zie ook overzicht van Reglinski *et al.* 2014)
 - Salicylic acid (acetylsalicylic acid – aspirine)
 - INA (dichloroisonicotinic acid)
 - COS-OGA (Nufarm – productnaam Fado) CGA 245704, polysaccharide, een nieuwe klasse, werkt als biologische inductie van SAR zowel in dicotylen als monocotylen.
 - BTH/BION, (Syngenta – productnaam Inssimo): fytotoxiciteit, dose dependent, cultivar dependent. Veel info uit literatuur beschikbaar, fytotox afhankelijk van stress, bv. droogte. Door een combinatie met gibberelinezuur worden fytotox reacties verholpen (Mandal *et al.* 2008).
 - Vaccinplant, laminarine (Belchim)
-

In proeven met meeldauw in pottomaat en potgerbera gaven planten die preventief behandeld waren met Inssimo, FADO (COS-OGA) of een product met bruinalgen (Synvital exp.1) een sterke verlaging van de meeldauwontwikkeling. Bij het doormeten van de eiwitactiviteit bleek dit samen te gaan met een verhoogde productie van glucanase-eiwitten (PR proteïnes, zie Figuur 2.2). Deze worden heel gericht geactiveerd als een plant belaagd wordt door biotrofe ziekteverwekkers, zoals echte meeldauw (Hofland-Zijlstra *et al.* 2016). Tegelijkertijd werd in hetzelfde onderzoek aangetoond dat planten gedurende 3-5 weken deze activiteit kunnen behouden en hierdoor meer dan 50% minder meeldauw ontwikkelen ten opzichte van onbehandelde planten.

Van de synthetische plant activators is er het meest bekend over BTH/BION (Inssimo). Eén van de problemen bij het inzetten van dit soort producten is het optreden van fytotoxiciteit en de sterke variatie in effectiviteit. De werking van het product hangt sterk af van de toegepaste dosering. Bij een te hoge doses gaat er teveel energie in het activeren van het afweersysteem zitten en blijft er te weinig over voor groei. Ditzelfde werd ook meermalen waargenomen bij toediening van INA als positieve controle in de meeldauwproeven (Hofland-Zijlstra *et al.* 2016, nog in afronding). Door een lagere dosering toe te passen is dit te verhelpen. Variabele uitkomsten zijn ook deels te verklaren doordat het BTH/BION werd toegepast als een plant al te veel gestrest was, bv. door droogte. Zodra de stressconditie bij een plant is te verhelpen, wordt een beter resultaat zichtbaar van de behandeling met de plant activator. Een voorbeeld wordt gegeven door Mandal *et al.* (2008) waarbij een combinatie met gibberelinezuur nadelige plantreacties oploste. Meer kennis is nodig over het verhelpen van stresscondities in de teeltfase waardoor plant activators in een betere positie komen om het afweersysteem van planten tegen belagers te ondersteunen. Tevens is er meer kennis nodig over de gecombineerde inzet van dit soort producten met andere producten.

2.3.3 Structurele barrières

Bij afweer van planten spelen structurele barrières ook een belangrijke rol. De celwand is de eerste hindernis die genomen moet worden voor een geslaagde infectie. De mate waarin de celwand verstevigd wordt door extra calcium- of siliciumopname kan al een remming geven van de infectie. Niet alle gewassen zijn echter in staat om in voldoende mate silicium op te nemen. Ook bladharen, trichomen, spelen hierin een rol. De lengtegroei van de kiembuizen van meeldauwsporen wordt mede bepaald door de dichtheid van trichomen op een blad.

2.3.4 Invloed van nutriënten

In een weerbaar teeltsysteem wordt onder meer gestreefd naar een robuust gewas, waarbij enige tolerantie tegen stress (ofwel veerkracht) die gedurende een teelt op kan treden gewenst is. Tegelijkertijd is het in commerciële teeltsystemen wenselijk dat de veerkracht niet teveel ten koste gaat van productie. Vanuit dat oogpunt is het interessant om de mogelijkheden te verkennen welke rol nutriënten kunnen spelen bij het primen (klaarzetten) van planten. Hierbij wordt het hormonale afweersysteem wel alvast in een staat van paraatheid gezet, maar de aanmaak van afweereiwitten in de bladeren zal pas daadwerkelijk plaatsvinden wanneer de ziekteverwekker aanwezig is in een kas. Dit bespaart de plant veel energie in een periode dat de ziektedruk afwezig of laag is. In een periode dat de ziektedruk toeneemt, zullen planten echter sneller en met hogere niveaus van afweerstoffen (= effectiever) een belager kunnen weren.

In het algemeen zijn jonge, snelgroeiende bladeren het gevoeligst. Bij meeldauw en Fusarium is er bijvoorbeeld sprake van ouderdomsresistentie. Uitbundige vegetatieve groei is veelal ook bevorderlijk voor meer schimmelgroei, veelal omdat er dan meer aanbod is van nutriënten. De relatie tussen minerale voedingsstoffen en plantenziekten is uitgebreid beschreven in het boek van Datnoff *et al.* (2007). Planten hebben 17 essentiële elementen nodig voor een gezonde groei, namelijk: C, H, O, Ca, K, Mg, N, S, P, Cl, B, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni and Zn. Een tekort van een van deze elementen kan aanleiding geven tot fysiologische gebreken, zoals bv. celdood als gevolg van borium gebrek.

Planten kunnen via minerale voedingsstoffen op meerdere manieren weerbaarder gemaakt worden tegen ziekten. Silicium is een bekend voorbeeld waarbij planten minder gevoelig worden voor meeldauw door de versteviging van celwanden. Deze effecten zijn echter niet tijdelijk, maar langdurig. Via activering van hormonale afweerresponsen worden dezelfde effecten bereikt, maar dan voor een kortere periode. Hierdoor blijft er meer energie over om in productie te steken. Daarnaast is het wenselijk om op zoek te gaan naar breedwerkende mechanismen, die breed toepasbaar zijn in meerdere gewassen, waarmee planten op scherp kunnen worden gezet. In het geval van silicium is het bijvoorbeeld sterk afhankelijk van het gewas en de opnamecapaciteit (komkommer, roos) in hoeverre een teler daar gebruik van kan maken of niet.

Interessant is dat van een aantal elementen inmiddels is beschreven dat ze afweerreacties van planten kunnen stimuleren. Meststoffen op basis van H_3BO_3 , $CuSO_4$, $MnCl_2$ of $KMnO_4$, fosfaat en fosfietachtige verbindingen (kaliumfosfiet) kunnen dienen als schakelaar voor het aanzetten van het verdedigingsmechanisme (Reuveni & Reuveni 1998). Recent onderzoek door de Universiteit San Francisco de Quito in Ecuador en de Universiteit van Utrecht laat zien dat Arabidopsis planten (zandraket) behandeld met zwavel, stikstof en calcium toegediend als wortelbehandeling de hormonale afweerreacties tegen ziekten kunnen verhogen (Leon De-Reyes, 2015). De vraag is in hoeverre dit ook zal gelden in andere glastuinbouwgewassen. En of de reacties van elementen eenzelfde respons geven op afweerreacties in Arabidopsis als in andere gewassen. Eveneens is het de vraag op welke wijze de testen met enkelvoudige elementen in overmaat of een tekort zich laten vertalen naar moderne bemestingsschema's

De groep van alkaloiden is een grote klasse van bitter-smakende stikstofrijke stoffen die aanwezig zijn in veel gewassen en ook een rol spelen in de afweer tegen ziekten en plagen. Deze zijn constitutief aanwezig, maar zijn ook induceerbaar. In het onderzoek naar genenscreening van Botrytis, kwam ook een cafeïne-achtige stof verhoogd naar voren in geïnfecteerde planten die met jasmonzuur waren behandeld (Hofland-Zijlstra *et al.* 2014).

De afgelopen jaren komen er vanuit het praktijkonderzoek steeds meer voorbeelden beschikbaar waarin er een relatie lijkt te zijn tussen nutriënten en de gevoeligheid voor ziekten. In het praktijkonderzoek met cycloam waarbij verschillende plantversterkende en biologische producten werden ingezet kwam een sterke relatie naar voren tussen stikstof in de plant en de gevoeligheid voor Botrytis (Hofland-Zijlstra *et al.* 2012a). Daarnaast was het opmerkelijk dat producten die in andere testen de weerbaarheid tegen meeldauw wisten te verhogen de plant juist gevoeliger leken te maken voor Botrytis. Ook sulfaat krijgt de laatste jaren meer aandacht. In het vruchtrotonderzoek in paprika, zoals dat is uitgevoerd in 2014 bij 6 bedrijven, lijkt er een relatie te zijn met sulfaatopname op bepaalde momenten in een teelt en de gevoeligheid voor vruchtaantasting. Een hardere onderbouwing was er door de beperkte dataset helaas niet.

Er zijn binnen het werkveld van nutriënten en de invloed op natuurlijke afweerreacties van planten nog vele slagen te maken, zoals de vertaalslag naar andere gewassen, andere substraten (steenwol, kokos) en toepassing binnen commerciële voedingsschema's en variabele teeltcondities met wisselende stressfactoren. Voor de gewassen *Arabidopsis* en tomaat zijn gerichte merkers beschikbaar om op genetische expressie van afweerreacties te toetsen (met NPR 1 kan worden aangetoond dat de salicylzuurroute in een plant wordt aangeschakeld en met LOX2 is aan te tonen dat de jasmonzuurroute actief is). Om een goede vertaalslag te maken naar andere plantsystemen zijn biochemische analyse mogelijk aan jasmonzuur en salicylzuur waarmee eveneens een indruk is te verkrijgen van de respons op afweerreacties. Vanwege de meervoudig interacties tussen plant, groeistruktuur, (timing van de) meststoffen en onderlinge reacties, klimaatcondities en plantenziekten zullen meerdere proeven nodig zijn om voldoende kennis te vergaren waar praktijkadviezen op kunnen worden gebaseerd.

2.4 Stapelen van werkingsmechanismen

Stapelen van verschillende werkingsmechanismen zijn effectiever dan enkelvoudige behandelingen en voorkomen snelle opbouw van resistenties. Figuur 2.3 geeft aan op welke wijze versterking van natuurlijke afweer van planten is te integreren in het ziektemanagement systeem.

Fig. 12.1 Implementation of induced resistance into an integrated disease management system.

Figuur 2.3 Implementatie van geïnduceerde resistentie binnen een geïntegreerd ziektemanagement systeem (overgenomen uit Reglinski *et al.* 2014).

De integratie van plant elicitors samen met fungiciden is voorgesteld als een potentiële anti-resistentie strategie. Dit wordt ook wel Integrated Pest Management genoemd. (IPM). Fungicide Resistance Action Committee (FRAC) voorziet in fungicide resistentie management richtlijnen en adviseert negatief over excessief gebruik van fungicide om resistentie van pathogenen te voorkomen. Advies is om middelen met verschillende werkingsmechanismen te combineren. Goede ervaring is opgedaan met tankmischen van azoxystrobinurine met Inssimo ter bestrijding van echte meeldauw en Septoria in tarwe. Ook zaadbehandeling met beide werkzame stoffen werkte in gladiolen corms effectief tegen Fusarium bolrot, terwijl de afzonderlijke behandelingen geen effect hadden. Ook BABA liet zich goed combineren (synergistisch) met fluazinam ter preventie van Phytophthora infestans.

2.5 Combinatie plant activators met micro-organismen

De belangrijkste genera van niet-pathogene saprofyten zijn Trichoderma, Bacillus en Pseudomonas. Deze onderdrukken de groei van ziekteverwekkers door concurrentie om voeding, productie van groeiremmende metabolieten, en/of parasitisme waardoor de spreiding in de omgeving wordt geremd. Daarnaast zijn deze soorten interessant omdat ze in staat zijn om de plantengroei te bevorderen en systemische resistentie te activeren. Verschillende microbiële metabolieten en structurele componenten van micro-organismen lijken een rol te spelen in de inductie van afweerreacties. Een effectieve combinatie is bijv. Inssimo + Bacillus soorten tegen Pythium en Phytophthora in tabak, en Ralstonia solanacearum in tomaat. Een betrouwbare ziektebeheersing met minder variatie in de effectiviteit kan worden bereikt door te werken met combinaties van meerdere micro-organismen met verschillende werkingsmechanismen (bijv. Pseudomonades die de plant afweer activeren met Bacillus soorten die sterk antagonistisch werken). Dit is helaas een punt dat door de huidige registratie bemoeilijkt wordt, omdat elk micro-organisme afzonderlijk moet worden geregistreerd. Tegen bovengrondse ziekten is er beperkt getest, wel is er een werking gevonden tegen bladvlekkenziekte (Cercospora moricola) en bladroest (Cerotelium fici). Arbusculaire mycorrhiza (AMF) in combinatie met Bacillus soorten en een bladbehandeling met chitosan werkten goed tegen echte meeldauw in aardbei.

2.6 Combinatie plant activators met klimaat- en teeltfactoren

Er zijn een aantal voorbeelden van combinaties van plant elicitors met planthormonen die stress kunnen verminderen. Bijv. Inssimo in combinatie met gibberilinezuur. Dit resulteert in minder fytotox reactie doordat de plant minder last ervaart van droogtestress.

3 Weerbare plant bij hoge lichtniveau's

3.1 Achtergrond en doel

Voor het beheersen van meeldauw zijn een aantal veelbelovende middelen getest waarmee de plant natuurlijke afweerstoffen tegen meeldauw kan verhogen (project PT Duurzame Meeldauwbeheersing, 2014-2015). Bij het systematisch verhogen van deze afweerreacties wordt in een aantal gevallen de salicylzuurroute geactiveerd (systemic acquired resistance, SAR). Daarmee lijkt het een aantrekkelijk manier om planten weerbaarder te maken tegen een bredere reeks van schimmels die voor hun infectiecyclus een levende gastheer nodig hebben en niet alleen tegen meeldauw.

Binnen het ontwerpen van een groene systeemaanpak is het van belang om te toetsen of activatie van de salicylzuurroute niet nadelig uitpakt voor de gevoeligheid voor necrotrofe organismen, zoals *Botrytis*. Bij zandkrak en tomaat kan er namelijk sprake zijn van een negatieve wisselwerking tussen de salicylzuur- en de jasmonzuurroute die tegen *Botrytis* wordt geactiveerd. Tegelijkertijd lijkt er ook een positieve interactie plaats te kunnen vinden. Hoewel *Botrytis* het sterkste geremd worden na activatie van de jasmonzuurroute, lijkt ook het aanschakelen van de salicylzuurroute een remmende werking te hebben op de ontwikkeling (Hofland-Zijlstra *et al.* 2014).

De interactie met fotosynthese processen en de aanmaak van salicylzuur is ook interessant. Planten die meer salicylzuur als natuurlijke stof produceren groeien beter en tonen een sterkere ontwikkeling door een verhoogde fotosynthese, transpiratie en verbeterde nutriënten opname en transport (Rivas-San Vicente & Plasencia 2011). Salicylzuur kan fotosynthese reguleren door de effecten op blad en chloroplast structuren (fotosysteem I) dit verklaart het vergroenende effect van sommige chemische elicitors. Dat maakt inpassing binnen een groene systeemaanpak weer aantrekkelijk.

Figuur 3.1 Overzicht van de verdeling van de stralingssom over het jaar (Bron: presentatie over 'Licht in en om de plant', Tom Dueck, 2008).

Doel van het onderzoek is:

- Invloed testen van nevenwerking van activatie van de salicylzuurroute op vermindering van gevoeligheid voor *Botrytis*.
- Invloed testen van de interactie met salicylzuur verhogende producten in optimale groeicondities met relatief hoge lichtniveaus.

3.2 Uitvoering kasproef pottomaat en Petunia

In de periode september/oktober 2016 is in een proefkas (144 m²) met 14 eb- en vloedtafels een proef uitgevoerd met als pilotgewassen pottomaat (Snacker) en Petunia (mix). Voor het verdelen van de lichtbehandelingen is gekozen om de kas in 4 kwadranten te verdelen met elk 3 tafels zodat de lichtbehandeling in duplo wordt uitgevoerd (bijlage 1). Kascondities: temp. 20°C, RV 80% (incl. ventilatie). Alle behandelingen om de weerbaarheid te bevorderen zullen in de eerste week gelijktijdig worden gestart. Gedurende twee weken worden de behandelingen 3x uitgevoerd. Daarna zal de Botrytis worden toegediend ($1 \cdot 10^{-5}$ sporen/ml) op bladeren met een kunstmatig aangebrachte verwonding om de sporen te laten aanslaan. Bij Petunia worden daarnaast ook de bloemen besmet.

Besmetting met Botrytis (Figuur 3.1). In de kasproef is de infectie aangebracht door bladeren met een brandgat (0,5 cm) te verwonden en door intacte bladeren met een druppel sporensuspensie (in een wateroplossing) te behandelen. Het verloop van de infectie werd bepaald door de lengte van de lesie te meten. Alle besmette intacte bladeren bleven ongedeerd, alleen de bladeren die waren gebrand, vertoonden zichtbare verschillen in lesieontwikkeling. Bij lage RV is een wondvlak nodig om infectie te starten. Dit wondvlak levert afstervende cellen die voor het benodigde vocht en voedingsstoffen zorgen. In de praktijk zijn in tomaat bijv. de bladrandjes een eerste invalspoort. In sierteeltgewassen start de infectie vaak met de eerste blaadjes onderaan die in contact komen met het substraat en afsterven. Op dit afstervende weefsel kan Botrytis actief gaan groeien. Zonder wondvlak vindt er bij lage RV (70%) geen infectie plaats, alleen als de RV verhoogd wordt naar 90% gedurende tenminste 4-5 uur kan Botrytis zich ontwikkelen zonder wondvlak. Bloemen zijn gevoeliger voor infectie dan de groene bladdelen. In aanwezigheid van een hoge RV (4-5 uur) vind infectie gemakkelijk plaats. Ontwikkeling van de lesies verschilt per kleur. Witte soorten geven grote doorzichtige plekken, terwijl de rode en roze soorten laten meer kleinere lesies zien.

Tabel 3.1

Overzicht van behandelingen in pottomaat en Petunia.

Behandeling	Licht (dagsom)	Werkzame stof	Concentratie	Toediening
A. Onbehandelde controle	15 mol			
B. Chemische referentie Rocket - tomaat	15 mol	fluopyram	0.1%	Curatief, eenmalig
C. INA	15 mol	INA	1 mmol/l	bladbespuiting
D. INA	15 mol	INA	0,5 mmol/l	bladbespuiting
E. Fado (Nufarm)*	15 mol	COS-OGA	4L/ha (750-1000 l spuitvloeistof)	7-10 dagen tussen 2 behandelingen, 5 toepassingen
F. Jiffy mineral + Fado* + Serenade	15 mol	Jiffy mineral, COS-OGA, Bacillus subtilis	Fado 4L/ha, Serenade 8L/ha	3* preventief om de 7 dagen
G. Onbehandelde controle	30 mol			
H. Chemische referentie Rocket - tomaat	30 mol	fluopyram	0.1%	Curatief, eenmalig
I. INA	30 mol	INA	1 mmol/l	bladbespuiting
J. INA	30 mol	INA	0,5 mmol/l	bladbespuiting
K. Fado (Nufarm)*	30 mol	COS-OGA	4L/ha (750-1000 l spuitvloeistof)	7-10 dagen tussen 2 behandelingen, 5 toepassingen
L. Jiffy mineral + Fado* + Serenade	30 mol	Jiffy mineral, COS-OGA + Bacillus subtilis	Fado 4L/ha, Serenade 8L/ha	3* preventief om de 7 dagen

* Toegelaten tegen echte meeldauw in vruchtgroenten (Solanaceae, Cucurbitaceae), maar niet in sierteeltgewassen (m.u.v. roos).

Figuur 3.2 Ontwikkeling van *Botrytis* na verwonding van een blad met een gebrand gast in tomaat (links) en *Petunia* (midden) en symptomen van *Botrytis* op *Petunia* bloem (rechts).

Tijdens de proef zijn een aantal metingen verricht:

- Score ontwikkeling van *Botrytis* lesions (mm). Binnen enkel dagen is de ontwikkeling te scoren op de planten (zowel blad als bloem).
- Score meeldauw ontwikkeling met behulp van de Spencer index (0-5).
- SPAD (bladgroen). Een hoge SPAD lijkt groei van meeldauw te bevorderen.
- Productie (vers gewicht).
- Productie van afweereiwitten (glucanase; PR-1 en SA) en jasmonzuur: JA.

Met behulp van meervoudige ANOVA (Tukey's test, $P < 0,05$) is er getoetst of er sprake is van een behandelingseffect (vaste factoren: elicitor, licht; variable factor: relatieve luchtvochtigheid) op het verminderen van *Botrytis*.

3.3 Resultaten

3.3.1 Algemeen

In de proef zijn meerdere proeffactoren aanwezig. In Tabel 3.2 en 3.3 is een overzicht gegeven van alle invloeden op de ziekteontwikkeling (*Botrytis* en meeldauw), bladgroen en vers gewicht. In tomaat kwam een natuurlijke infectie van meeldauw voor en deze is ook meegenomen in de analyses. Bij de oogst is ook gekeken naar het vers gewicht van de vruchtjes per pottomaat. In *Petunia* is tevens de bloemkleur meegenomen als extra proeffactor, omdat dit de ontwikkeling van *Botrytis* zowel op het blad als op de bloem beïnvloedt. In de volgende paragrafen worden de belangrijkste invloeden en relaties weergegeven in grafieken en besproken.

Tabel 3.2

Overzicht van de statistische analyse (MANOVA) in *Petunia*. ns – geen significant verschil;
 * $P < 0.05$; (*) $P < 0.10$.

Vaste proeffactoren	Botrytis blad	Botrytis bloem	SPAD	FW
Licht	*	ns	*	*
Elicitor	*	ns	ns	*
Vocht	ns	*	ns	ns
Licht x elicitor	ns	*	ns	ns
Licht x vocht	ns	ns	ns	ns
Elicitor x vocht	ns	ns	ns	(*)
Licht x elic. x vocht	ns	ns	ns	ns
Bloemkleur	*	*	ns	ns
Bloemkleur x licht	ns	*	ns	ns
Bloemkleur x elicitor	*	ns	ns	ns

Tabel 3.3

Overzicht van de statistische analyse (MANOVA) in *pottomaat*. ns – geen significant verschil;
 * $P < 0.05$; (*) $P < 0.10$.

Vaste proeffactoren	Botrytis blad	Meeldauw	SPAD	FW plant	FW vruchtjes
Licht	*	*	*	*	*
Elicitor	*	*	ns	ns	*
Vocht	ns	*	ns	ns	*
Licht x elicitor	ns	ns	ns	ns	ns
Licht x vocht	(*)	ns	*	*	ns
Elicitor x vocht	*	ns	ns	(*)	ns
Licht x elic. x vocht	ns	*	ns	ns	ns

3.3.2 Invloed van stralingssom

Bij pottomaat is er duidelijk effect van de stralingssom op de ontwikkeling van Botrytis (Figuur 3.3). Bij een niveau van 30 mol/dag (niveau in juli) verloopt de infectie 2x zo traag in vergelijking met een lager lichtniveau van 15 mol/dag (niveau maart/april). De ontwikkeling verloopt in tomaat sneller in vergelijking met het sierteeltgewas. Bij *Petunia* is er geen effect van het licht op de lesie ontwikkeling (licht ongevoelig). De lesie ontwikkeling is gemiddeld genomen veel geringer in vergelijking met tomaat. Deze resultaten komen overeen met een eerdere proef waarin gerbera als toetsgewas is gebruikt (Hofland-Zijlstra *et al.* 2014, Botrytis genenscreening).

Figuur 3.3 Invloed van stralingssom (mol/dag) op de ontwikkeling van Botrytis 6 dagen na infectie. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

In tomaat trad een natuurlijke infectie op met echte meeldauw. Daar is geen behandeling tegen uitgevoerd. De infectie met meeldauw was net als bij Botrytis hoger bij lage lichtcondities (15 mol) dan bij hoge lichtcondities (30 mol).

Figuur 3.4 Invloed van totale lichtsom (mol/dag) op de ontwikkeling van meeldauw in pottomaat 14 dagen na infectie. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

Omdat de hoeveelheid licht invloed heeft op het fotosynthese proces is ook de relatie met bladgroen onderzocht. Tomatenplanten met minder meeldauw en Botrytis hebben hogere bladgroen waarden (SPAD) in vergelijking met planten die een zwaardere infectie vertonen (Figuur 3.5). In Petunia is dat verband er niet. Zoals verwacht neemt ook het vers gewicht toe bij een hogere stralingssom (Figuur 3.6).

Figuur 3.5 Gemiddelde hoeveelheid bladgroen in pottomaat en Petunia bij 15 en 30 mol licht per dag. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

Figuur 3.6 Gemiddelde hoeveelheid vers gewicht (g) in pottomaat en Petunia bij 15 en 30 mol licht per dag. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

3.3.3 Invloed van producten die afweer versterken

De werking van de plantversterkende behandelingen varieert sterk per gewas (Figuur 3.7), maar is niet afhankelijk van de hoeveelheid licht die planten ontvangen (Tabel 3.2 en 3.3). In tomaat is er een effectieve werking van de synthetische elicitor, Fado, op de ontwikkeling van Botrytis ten opzichte van de controle. Dit product werkt zelfs even effectief als de chemische referentie, Rocket. In eerder onderzoek werd gevonden dat deze fungicide ook in staat is om in lichte mate de systemische afweer tegen biotrofe schimmels te versterken. De behandeling met INA-0,5 remt de groei op 6 dagen na infectie in lichte mate, evenals de gecombineerde behandeling met Fado, Serenade en Jiffy mineral. Deze trend zet zich wel door, zodat op 11 dagen dit significant verschillend is ten opzichte van zowel de controle als INA-1.

In Petunia is 6 dagen na infectie alleen minder Botrytis te zien na een behandeling met de hoogste dosering van INA-1. Bij een tweede meting op 11 dagen na de infectie waren de geringe verschillen verdwenen en was er geen enkel effect meer van de behandelingen.

Figuur 3.7 Invloed van plantafweer versterkende behandelingen op de ontwikkeling van Botrytis in pottomaat en Petunia gemeten 6 dagen na infectie. De kolommen geven de gemiddelde waardes aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

In tomaat is ook de natuurlijke ontwikkeling van meeldauw gescoord (Figuur 3.8). De behandeling met Fado geeft een verlaging van de gevoeligheid voor meeldauw en de combinatie met Serenade versterkt de werking. Hiermee worden eerder behaalde resultaten met plantversterkende producten in het meeldauwonderzoek bevestigd (Hofland-Zijlstra *et al.* 2016).

Figuur 3.8 Invloed van plantafweer versterkende behandelingen op de ontwikkeling van meeldauw in pot-tomaat. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

Als we naar het vers gewicht kijken zien we een sterk contrast in de gewasreactie op de gecombineerde behandeling. Het product Jiffy mineral geeft in Petunia een lager vers gewicht. In tomaat lijkt er daarentegen sprake van een gewichtstoename, die vooral wordt veroorzaakt door de toevoeging van Serenade (Hofland-Zijlstra et al. 2016).

Figuur 3.9 Gemiddelde hoeveelheid vers gewicht (g) in pottomaat en Petunia bij verschillende elicitors. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen Petunia geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$). In tomaat waren er geen verschillen tussen behandelingen aanwezig.

3.3.4 Invloed van vocht

De nevelleiding in het midden van de kas zorgde ervoor dat de planten vooraan de tafels sterker bevochtigd werden dan achteraan de tafel. Doordat de proef gewaard was weggezet kon in de statistische analyse duidelijk onderscheiden worden welk effect dit had op de lesie ontwikkeling. Bij Petunia is goed te zien dat bij lage RV de ontwikkeling sneller verloopt dan in bij een hoge RV (Figuur 3.10). Bij tomaat zien we dit alleen het geval bij een hoge lichtsom van 30 mol. Bij een lagere lichtsom van 15 mol lijkt een hoge RV daarentegen wel voor een snellere infectie te zorgen. Ook in de voortest in de uitbloeiruimte (laag lichtniveau) zagen we dat bij een hoge RV (gesloten box) een versnelde ontwikkeling van Botrytis. Hier speelt de tijdsduur van blootstelling ook een rol. Een hoge luchtvochtigheid is nodig om sporen te laten kiemen, maar als deze éénmaal via een wondvlak in de plant zijn gekomen dan levert de plant kennelijk zelf al voldoende vocht voor verdere ontwikkeling.

Figuur 3.10 Invloed van interactie tussen licht en relatieve luchtvochtigheid op Botrytis ontwikkeling (ofwel positie ten opzichte van de verneveling (hoge RV < 2 m; lage RV > 2 m). De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

Bij de meeldauwaantasting zijn er duidelijke effecten van zowel de lichtbehandelingen als de plek waar de planten op de tafel stonden, namelijk dichtbij of verder weg van de nevelleiding (Figuur 3.11). Bij het lichtniveau van 30 mol wordt de ontwikkeling geremd ten opzichte van 15 mol. En opvallend genoeg wordt de infectie vertraagd als de planten in vochtigere condities groeien.

Figuur 3.11 Invloed van interactie tussen licht en relatieve luchtvochtigheid (ofwel positie ten opzichte van de verneveling (hoge RV < 2 m; lage RV > 2 m) op meeldauw ontwikkeling in tomaat. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

3.3.5 Invloed van bloemkleur

De kleur van de bloemen bepaald in een belangrijke mate de ontwikkeling van Botrytis in Petunia (Figuur 3.12). De bloemen met een volledig rode kleur en een rood-witte streep kwamen als zeer gevoelig naar voren. De witte soort lijkt minder gevoelig, maar hierop ontwikkelde zich al heel snel grote doorschijnende plekken waar de individuele pokken minder goed zichtbaar waren. De kleur is niet alleen bepalend voor de infectie op de bloem, maar ook op de ontwikkeling op het blad (Tabel 3.2). Toch zijn de factoren die invloed hebben sterk verschillend tussen de bloem en het blad. De mate van infectie van de bloemen wordt vooral gestuurd door vocht. Daarnaast zijn er interacties met stralingssom en de weerbaarheidsbehandeling die een plant heeft ondergaan. De infectie van de bladeren hangt echter veel meer samen met de stralingssom die een plant ontvangt en de behandelingen met weerbaarheidsproducten.

Figuur 3.12 Gemiddelde Botrytis infectie (index 0-6) bij de verschillende bloemkleuren in Petunia ten opzichte van de positie op de tafel en daarmee de afstand tot de nevelleiding (lage versus hoge RV). Toelichting: 1 – rood; 2-wit; 3-paars; 4-roze; 5-rood witte streep; 6-roze witte streep; 7-rood witte rand; 8-paars witte rand; 9-zalm.

3.4 Conclusie

- Bij gerichte activatie van de salicylzuurroute met plantversterkende behandelingen (synthetische elicitors) die vooral werkzaam zijn tegen biotrofe organismen zoals meeldauw, treedt in tomaat ook een nevenwerking op in het verminderen van gevoeligheid voor Botrytis.
- Activatie van de salicylzuurroute geeft geen verhoogde gevoeligheid voor Botrytis. De ontwikkeling van Botrytis infectie werd zowel in tomaat als in Petunia niet gestimuleerd ten opzichte van de controle behandelingen.
- Er is een sterke interactie tussen plantversterkende behandelingen en het gewas. De behaalde resultaten in tomaat zijn niet zomaar door te vertalen naar het sierteeltgewas, Petunia. In dit gewas werden bij relatieve hoge lichtniveaus van 15 en 30 mol per dag geen positieve effecten van plantversterkende behandelingen gevonden.
- Een gewasbehandeling met de commercieel beschikbare synthetische elicitor, Fado is in tomaat effectief tegen meeldauw. De werking wordt versterkt in combinatie met Jiffy mineral en Serenade.
- De infectie van meeldauw wordt meer geremd bij een stralingssom van 30 mol dan bij 15 mol per dag. En aanhouden van relatief vochtige teeltcondities vertraagd de infectie meer ten opzichte van relatief drogere teeltcondities.
- Botrytis infectie van de Petunia bloem hangt het meest samen met vochtigheid en de bloemkleur en is niet gecorreleerd met het infectieverloop van de bladeren.

4 Weerbare plant bij lage lichtniveau's

4.1 Doel

In de vorige kasproef werd de werking van middelen getest bij 15 en 30 mol per dag. Het effect van de plantafweer verhogende producten (oa. FADO en INA) vertoonde bij de ontwikkeling van Botrytis op de bladeren geen relatie met de hoeveelheid licht die planten ontvangen (Tabel 3.2). De vraag is nu of vermindering van natuurlijke lichtniveaus lager dan 15 mol de productie van natuurlijke afweerstoffen wel verminderd? Heeft de plant ook bij lichtniveau's zoals die voorkomen in de winter en het voorjaar voldoende reserves over om de inzet van weerstandsverhogende producten te ondersteunen? En in hoeverre zijn de resultaten die behaald zijn in Petunia en tomaat door te vertalen naar andere sierteeltgewassen zoals potgerbera? Doel van deze proef was om:

- Invloed te testen van nevenwerking van activatie van de salicylzuurroute op vermindering van gevoeligheid voor Botrytis in potgerbera.
- Invloed testen van de interactie met salicylzuur verhogende producten in sub-optimale groeicondities met relatief lage lichtniveaus op de gevoeligheid voor Botrytis.

4.2 Uitvoering kasproef Petunia en potgerbera

In de periode van november-december in 2016 is in een proefkas (144 m²) met 14 eb- en vloedtafels een proef uitgevoerd met als pilotgewassen Petunia (cultivar: Petunia grandiflora parade plus F1 red) en potgerbera (mix). Voor het verdelen van de lichtbehandelingen is gekozen om de kas in 4 kwadranten te verdelen met elk 3 tafels zodat de lichtbehandeling in duplo wordt uitgevoerd (bijlage 2). In de voorgaande proef zijn lichtniveaus van 30 en 15 mol per dag aangehouden. Welke overeenkomen met natuurlijke daglichtniveaus in resp. juli en mrt/apr. In deze vervolproef wordt lichtbehandelingen gekozen die overeenkomen met het natuurlijke daglichtniveau in de winter (max. 4 mol) en het daglichtniveau rond maart/april (15 mol). Kascondities: temp. 20°C, RV 80% (incl. ventilatie).

Alle behandelingen zijn in de eerste week gelijktijdig gestart. Gedurende twee weken worden de behandelingen 3x uitgevoerd. Daarna is de Botrytis toegediend ($1 \cdot 10^5$ sporen/ml) op bladeren met een kunstmatig aangebrachte verwonding om de sporen te laten aanslaan. Bij Petunia worden daarnaast ook de bloemen besmet.

Tabel 4.1

Overzicht van behandelingen in pottomaat en Petunia.

Behandeling	Licht (dagsom)	Werkzame stof	Concentratie	Toediening
M. Onbehandelde controle	4 mol			
N. Nufarm exp.1	4 mol	Chemisch	0,08 - 0,12% (80 – 120 g middel per 100 liter water)	1* Preventief en 1* Curatief
O. INA	4 mol	INA	1 mmol/l	bladbespuiting
P. BASF exp.1	4 mol	Chemisch	0,1% (100 ml middel per 100 liter water).	1* Preventief en 1* Curatief Max. 2 per teelt.
Q. Fado (Nufarm)*	4 mol	COS-OGA	4L/ha (750-1000 l spuitvloeistof)	7-10 dagen tussen 2 behandelingen, 5 toepassingen
R. Jiffy mineral + Fado + Serenade	4 mol	Jiffy mineral, COS-OGA, Bacillus subtilis	Fado: 4L/ha, Serenade: 8L/ha	3* preventief om de 7 dagen
S. Onbehandelde controle	15 mol			
T. Nufarm exp.1	15 mol	Chemisch	0,08 - 0,12% (80 – 120 g middel per 100 liter water)	1* Preventief en 1* Curatief
U. INA	15 mol	INA	1 mmol/l	bladbespuiting
V. BASF exp.1	15 mol	Chemisch	0,1% (100 ml middel per 100 liter water).	1* Preventief en 1* Curatief Max. 2 per teelt.
W. Fado (Nufarm)*	15 mol	COS-OGA	4L/ha (750-1000 l spuitvloeistof)	7-10 dagen tussen 2 behandelingen, 5 toepassingen
X. Jiffy mineral + Fado* + Serenade	15 mol	Jiffy mineral, COS-OGA, Bacillus subtilis	Fado: 4L/ha, Serenade: 8L/ha	3* preventief om de 7 dagen

* Toegelaten tegen echte meeldauw in vruchtgroenten (Solanaceae, Cucurbitaceae), maar niet in sierteeltgewassen (m.u.v. roos).

Tijdens de proef zijn een aantal metingen verricht:

- Score ontwikkeling van Botrytis lesions (mm). Binnen enkel dagen is de ontwikkeling te scoren op de planten (zowel blad als bloem).
- Score meeldauw ontwikkeling met behulp van de Spencer index (0-5).
- SPAD (bladgroen). Een hoge SPAD lijkt groei van meeldauw te bevorderen.
- Productie (vers gewicht).
- Productie van afweereiwitten (glucanase; PR-1 en SA) en jasmonzuur: JA.

Met behulp van meervoudige ANOVA (Tukey's test, $P < 0,05$) is er getoetst of er sprake is van een behandelingseffect (vaste factoren: elicitor, licht; variable factor: relatieve luchtvochtigheid) op het verminderen van Botrytis.

4.3 Resultaten

4.3.1 Algemeen

In de proef zijn meerdere proeffactoren aanwezig. In Tabel 4.2 en 4.3 is een overzicht gegeven van alle invloeden op Botrytis, bladgroen en vers gewicht. In de volgende paragrafen worden de belangrijkste invloeden en relaties weergegeven in grafieken en besproken.

Tabel 4.2

Overzicht van de resultaten van een meervoudige ANOVA analyse op de invloed van vaste proeffactoren op de ontwikkeling van Botrytis in potgerbera en Petunia.

Vaste proeffactoren	Botrytis blad	SPAD	Vers gewicht
Licht	*	*	*
Producten	*	ns	*
Vocht	*	*	ns
Licht x producten	*	(*)	*
Licht x vocht	*	(*)	ns
Producten x vocht	ns	ns	ns
Licht x prod x vocht	ns	ns	ns

Tabel 4.3

Overzicht van de resultaten van een meervoudige ANOVA analyse op de invloed van vaste proeffactoren op de ontwikkeling van Botrytis in potgerbera en Petunia.

Vaste proeffactoren	Botrytis blad	SPAD	Vers gewicht
Licht	ns	*	*
Producten	*	ns	*
Vocht	ns	ns	ns
Licht x producten	*	ns	ns
Licht x vocht	ns	ns	ns
Producten x vocht	ns	ns	*
Licht x prod x vocht	*	ns	*

4.3.2 Invloed van licht

Bij Petunia viel het bij de start van de proef al op dat het lage lichtniveau van 4 mol per dag veel te laag was. De planten bleven sterk achter in de groei en de geproduceerde bladmassa was te weinig om bladmateriaal van te verzamelen voor de analyses op inhoudsstoffen en plantsapanalyses (Figuur 4.3). Bij het hoge lichtniveau was een beter vergelijk te maken tussen beide gewassen. Petunia toonde een sneller doorgroei van de Botrytis infectie dan potgerbera.

De invloed van het lichtniveau op de ontwikkeling van Botrytis was verschillend tussen beide gewassen. Bij Petunia viel het op dat de lesiegroei van Botrytis op planten die opgegroeid waren bij 15 mol groter was dan op de kleine plantjes die bij 4 mol waren opgekweekt. Bij potgerbera was de groei ook bij 4 mol nog voldoende. Wel nam het vers gewicht sterk toe bij het lichtniveau van 15 mol. Er was er geen significant verschil tussen de beide lichtniveaus, maar de lesiegroei leek wel iets geringer bij 15 mol.

Figuur 4.1 Invloed van stralingssom (4 en 15 mol/dag) op de ontwikkeling van Botrytis 7 dagen na infectie. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

Bij het lichtniveau van 15 mol wordt in beide gewassen meer bladgroen geproduceerd dan bij 4 mol (Figuur 4.2). Als we kijken naar de relatie tussen bladgroen en gevoeligheid voor Botrytis infectie dan is er een lichte trend dat meer bladgroen productie samenhangt met minder gevoeligheid voor een Botrytis infectie ($P < 0.07$). Vers gewicht en bladgroenproductie zijn positief aan elkaar gerelateerd.

Figuur 4.2 Gemiddelde hoeveelheid bladgroen in potgerbera en Petunia bij een stralingssom van 4 en 15 mol licht per dag. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

Figuur 4.3 Gemiddelde hoeveelheid vers gewicht (g) in potgerbera en Petunia bij een stralingssom van 4 en 15 mol licht per dag. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

4.3.3 Invloed van producten

De werking van de middelen zijn vergelijkbaar in beide sierteeltgewassen. In Petunia wordt net als in de vorige proef geen positief effect gevonden van de behandeling met alleen Fado. Echter dit keer wel wanneer deze gecombineerd wordt met Jiffy mineral en Serenade. De preventieve werking is dan zelfs goed vergelijkbaar met de chemische behandeling, BASF exp.1 en Nufarm exp. 1 die ook nog een keer curatief zijn ingezet. Beide producten zijn het meest effectief tegen Botrytis. Ook bij handhaving van lagere lichtniveaus wordt geen verhoogde gevoeligheid voor Botrytis waargenomen na toediening van producten die gericht de afweer tegen biotrofe schimmels stimuleren.

Figuur 4.2 Botrytis ontwikkeling in potgerbera en Petunia na toediening van product behandelingen. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

In beide gewassen is het effect van de product behandelingen afhankelijk van de lichtconditie waarin ze groeien. Met name bij de behandeling met de synthetische elicitor, Fado valt dit verschil sterk op. Bij 4 mol is het effect groter (minder lesiegroei) dan bij 15 mol. In de suboptimale groeiconditie lijkt de werking van het product effectiever.

Figuur 4.3 Botrytis ontwikkeling in potgerbera en Petunia na toediening van verschillende plantafweer versterkende behandelingen en in groeicondities met stralingssommen van 4 en 15 mol per dag. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

4.3.4 Invloed van vocht

Bij de gerbera planten lijkt de Botrytis ontwikkeling meer bepaald te worden door het lichtniveau dan de plek op de tafel ten opzichte van de nevelleiding (Figuur 4.4). In Petunia wordt de lesiegroei groter bij meer licht en hogere vochniveaus.

Figuur 4.4 Invloed van interactie tussen licht en relatieve luchtvochtigheid op Botrytis ontwikkeling (ofwel positie ten opzichte van de verneveling (hoge RV < 2 m; lage RV > 2 m)). De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

4.3.5 Relatie met plantsapanalyses

In de proef zijn ook gewasmonsters verzameld en opgestuurd naar HortiNova voor een plantsapanalyse. In het lage lichtniveau van de Petunia bleef de groei te ver achter, zodat er geen bladanalyses verzameld konden worden en er alleen voor gerbera een vergelijking tussen twee lichtcondities mogelijk was. Tabel 4.2 geeft een overzicht van de elementen die geanalyseerd zijn en welke elementen verschillend zijn tussen de beide lichtniveaus. Bij het lichtniveau van 15 mol (iets minder Botrytis) zijn de waarden ten opzichte van 4 mol verhoogd van: EC, magnesium, natrium, zwavel, silicium. De waarden voor : fosfaat, ijzer, mangaan, borium en koper zijn daarentegen lager bij een lichtniveau van 15 mol.

Tabel 4.2

Overzicht van elementen van de plantsapanalyses in potgerbera die verschillend zijn tussen belichtingsniveaus met 4 of 15 mol stralingssom per dag.

	Laag licht (I)	Laag licht (II)	Hoog licht (I)	Hoog licht (II)	Significant verschil
Suikers □ %	0.4	0.6	1.1	0.8	nee
pH □	6.0	5.8	5.6	5.7	nee
EC □ mS/cm	13.8	13.3	11.1	11.0	ja
K - Kalium □ ppm	4725	4668	4805	4503	nee
Ca - Calcium □ ppm	503	559	603	571	nee
K / Ca □	9.4	8.4	8.0	7.9	nee
Mg - Magnesium □ ppm	312	330	525	495	ja
Na - Natrium □ ppm	29	31	20	22	ja
NH ₄ - Ammonium □ ppm	16	25	23	15	nee
NO ₃ - Nitraat □ ppm	2537	3819	1618	1281	nee
N uit Nitraat □ ppm	573	862	365	289	nee
N - Stikstof totaal □ ppm	977	1409	808	615	nee
Cl - Chloride □ ppm	948	1503	293	224	nee
S - Zwavel □ ppm	160	164	217	199	ja
P - Fosfaat □ ppm	278	320	137	129	ja
Si - Silicium □ ppm	3.60	4.00	6.30	6.10	ja
Fe - IJzer □ ppm	1.31	1.15	0.80	0.75	ja
Mn - Mangaan □ ppm	6.01	6.33	2.94	2.74	ja
Zn - Zink □ ppm	3.57	4.31	2.16	2.00	nee
B - Borium □ ppm	1.07	1.08	0.83	0.89	ja
Cu - Koper □ ppm	0.43	0.44	0.17	0.17	ja
Mo - Molybdeen □ ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	nee
Al - Aluminium □ ppm	0.12	0.10	0.11	0.08	nee

4.4 Conclusie

- Petunia heeft meer licht nodig voor een minimale groei dan gerbera. Hierdoor was de respons op gevoeligheid voor Botrytis verschillend.
- Een lichtniveau van 15 mol/dag geeft bij gerbera een iets lagere gevoeligheid voor Botrytis dan bij 4 mol/dag, maar de verschillen zijn niet significant.
- Effectiviteit van Fado is in Petunia en potgerbera sterk afhankelijk van lichtcondities. Bij een suboptimaal lichtniveau van 4 mol/dag lijkt de werking effectiever dan bij een hoger lichtniveaus. Bij hogere lichtniveaus van 15 mol/dag is er geen effectieve werking vastgesteld.
- De gecombineerde behandeling met Jiffy mineral, Fado en Serenade remt de Botrytis ontwikkeling sterker dan de behandeling met alleen Fado. Van Serenade is bekend dat dit product een effectieve werking heeft tegen Botrytis.
- Minder Botrytis lijkt gerelateerd aan hogere waarden in de plantsapanalyses van EC, magnesium, natrium, zwavel, silicium en lagere waarden van: fosfaat, ijzer, mangaan, borium en koper.

5 Praktijkproef potgerbera JHL Group

5.1 Achtergrond en doel

Doel van deze proef is om de werking van plantversterkende producten onder praktijkcondities te toetsen op het verminderen van gevoeligheid voor bladinfecties met Botrytis in een teelt van potgerbera. In deze proef ligt de nadruk op teelt bij een optimaal lichtniveau zoals die in de praktijk gebruikt worden. In de voorgaande twee proeven lag het accent vooral op de effecten van plantweerbaarheid verhogende stoffen onder diverse lichtcondities.

Daarnaast is onderzocht of behandeling van de bloemen met plantversterkende producten in de teeltfase ook een vermindering geeft van aantasting van lintbloemen door Botrytis in de naoogstfase. De praktijk heeft de ervaring dat in de handelsfase bloemen schoon de containers in gaan, maar tijdens het vervoer aangetast worden door het optreden van vochtige omstandigheden. Op de eindbestemming zijn de bloemen dan niet meer verkoopbaar.

5.2 Uitvoering praktijkproef

De praktijkproef is uitgevoerd bij de JHL group (Pijnacker) in de periode van januari tot en met februari 2017. De proef vond plaats op een tafel midden in een kas met Gloxinia's (Figuur 5.1). De klimaatinstellingen waren: een dag nacht/nachttemperatuur van resp. 20°C en 18°C, een RV van 75% en 500 ppm CO₂. De planten kregen via eb/vloed naar behoefte standaard voeding toegediend. Het plantmateriaal is aangeleverd door de JHL group. Er is gestart met een mix van verschillende cultivars van gerberaplanten. Deze werden drie weken voor de start van de proef opgepot in standaard potgrond. Planten bestemd voor de combinatiebehandeling met Jiffy mineral zijn een dag voor de eerste bespuiting overgepot in Jiffy mineral potgrond. Als randbeplanting zijn aan de voor- en achterkant en tussen de blokken in 2 rijtjes van 5 Gloxinia planten gezet (zie Bijlage 3 voor meer details over de proefopzet).

Er zijn in de proefperiode twee proeven tegelijkertijd uitgevoerd die dezelfde productbehandelingen ondergingen, met uitzondering van de behandeling met INA (Tabel 5.1). Het behandelde plantmateriaal dat werd besmet was wel verschillend. In de eerste proef zijn van jonge planten de bloemen verwijderd en zijn alleen de bladeren besmet met Botrytis en beoordeeld op infectie. In de tweede proef zijn bloeiende potgerbera's behandeld en hiervan werden de bloemen verzameld en beoordeeld op infectie (Figuur 5.1).

De lintbloemenproef bevatte acht verschillende rassen die door de JHL group waren geselecteerd. Bij de start van de proef waren de planten in de generatieve fase met de eerste bloemen in bloei. De verschillende rassen zijn per behandeling per blok bij elkaar gezet. Per cultivar en per behandeling zijn vier planten getoetst (Bijlage 3).

Figuur 5.1 Op de foto links zijn de potgerbera's te zien van de proef met bladinfectie en op de foto rechts staan de bloeiende potgerbera's 2,5 week na inzetten van de proef.

Een overzicht van de producten die zijn toegediend in de praktijkproef bij JHL group in potgerbera wordt gegeven in Tabel 5.1. Er is voor gekozen om de werking van Fado te testen en de combinatie met Jiffy mineral en Serenade. Fado is een commercieel product die de systemische afweer activeert tegen meeldauw. Dezelfde werking heeft de chemische referentie INA. Daarnaast zijn twee chemische middelen getoetst. Deze twee producten zijn toegelaten in glasgroenten maar nog niet in te teelt van gerbera's. Twee weken voor het aanbrengen van Botrytis besmetting is gestart met de preventieve behandelingen (beh C, E en F). Deze zijn in totaal drie keer uitgevoerd met een interval van zeven dagen. Daarnaast zijn de twee chemische producten toegepast die naast preventief ook curatief werden ingezet (beh. B en D), drie dagen voor en na de Botrytis infectie.

Tabel 5.1

Producten die worden toegediend in de proef.¹ = INA wordt niet getoetst op lintbloemen.

Code	Behandeling	Werkzame stof	Concentratie	Toediening
A	Onbehandelde controle			
B	Nufarm exp. 1	Chemisch	0.1%	1* Preventief en 1* Curatief. Op plant en bloem
C	INA ¹	INA	1 mmol/l	3* preventief om de 7 dagen. op onderste 2 bladeren
D	BASF exp.1	Chemisch	0,1%	1* Preventief en 1* Curatief Op plant en bloem
E	Fado (Nufarm)*	COS-OGA	4L/ha	3* preventief om de 7 dagen Op plant en bloem
F	Jiffy mineral + Fado* + Serenade	Jiffy mineral, COS-OGA, Bacillus subtilis	Fado: 4L/ha, Serenade: 8L/ha	3* preventief om de 7 dagen Op plant en bloem

* Toegelaten tegen echte meeldauw in vruchtgroenten (Solanaceae, Cucurbitaceae), maar niet in sierteeltgewassen (m.u.v. roos).

Bij de planten zonder bloemen is de Botrytis infectie aangebracht door het blad te verwonden met een hete pons. Vervolgens zijn de Botrytis sporen ($1 \cdot 10^5$ sporen/ml) op de verwonde bladeren gespoten. Om de infectie in het proefvak met de jonge planten goed te laten slagen is de RV verhoogd (>95%) door plastic over de planten te leggen. Het plastic bleef gedurende twee achtereenvolgende dagen vanaf de middag tot aan de volgende ochtend op de planten. De beoordeling van de Botrytis lesie uitgroei op de bladeren vond eenmalig na acht dagen plaats door de lesie uitgroei te meten. Een SPAD meting is uitgevoerd één week voor en één week nadat de Botrytis infectie was uitgevoerd (3 planten per behandeling per blok). Na afloop van de proefperiode zijn de helft van de planten vervoerd naar een kas bij WUR glastuinbouw in Bleiswijk (temperatuur 20°C; RV 75%). Acht weken na de start van de proef is een natuurlijke infectie met meeldauw beoordeeld en is het vers gewicht per plant (zonder de bloemen) bepaald.

Bij de planten met bloemen werd zowel het blad als de bloemen bespoten. De Botrytis infectie vond plaats door de sporen direct op de bloemen te spuiten. De rijpe bloemen die tijdens de voorgaande preventieve bespuitingen open waren werden bespoten met de Botrytis sporen ($1 \cdot 10^5$ sporen/ml). Direct na de besmetting is er gedurende 6 uur plastic over de planten gespannen om een hoge luchtvochtigheid te creëren ($\pm 84\%$). Daarna vond de curatieve bespuiting plaats met de chemische producten van Nufarm en BASF. Een dag later zijn vier bloemen per cultivar en per behandeling geoogst en in een vaasje in een plastic bak geplaatst. Bij de eerste beoordeling van de bloemen waren weinig lesies waar te nemen. De bakken zijn vervolgens afgesloten met plastic gedurende 24 uur waardoor de RV werd verhoogd. Bij de 2^e beoordeling waren duidelijk meer lesies op bloemen aanwezig. Het percentage aantasting per bloem is bepaald. De SPAD meting vond een week voor en een week na de Botrytis infectie plaats bij drie planten per ras.

Alle waarnemingen zijn geanalyseerd door middel van ANOVA (Tukey's test) via SPSS met een betrouwbaarheidsinterval van 95% ($P < 0.05$). Met lineaire regressie zijn correlaties tussen waarnemingen geanalyseerd ($P < 0.05$).

5.3 Resultaten

5.3.1 Productwerking ter vermindering van bladinfecties

Bij het verwonden van het blad zijn twee verschillende soorten gatenprikkers gebruikt. De pons die aan de rechterkant van de tafel is gebruikt heeft gezorgd voor een rafelige wond waardoor de Botrytis het blad goed kon binnendringen. De pons die aan de linkerkant van de tafel werd gebruikt, veroorzaakte een gladdere wond. De Botrytis heeft zich hierdoor niet goed kunnen ontwikkelen (Figuur 5.2).

Figuur 5.2 Links een gladde wond zonder Botrytis uitgroei, rechts rafelige wond met Botrytis lesie.

In Figuur 5.3 is per behandeling onderscheid gemaakt tussen deze twee soorten verwondingen. Bij de gladde wonden bleven de planten van controleplanten ongeïnfecteerd en kon de effectiviteit van de behandelingen niet worden beoordeeld. Bij de rafelige wondvlakken wordt de groei van Botrytis verminderd na behandeling met BASF exp.1, Nufarm exp. 1 en Fado.

Figuur 5.3 Verschil in Botrytis uitgroei (lesie) per behandeling op verwond gerberabladeren bij gladde en rafelige wond. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

Het lokale kasklimaat lijkt invloed te hebben op de uitgroei van Botrytis. De Botrytis uitgroei neemt meer toe richting het midden van de kas (blok 4), mogelijk heerst hier een ander microklimaat dan aan de kant van gangpad (Figuur 5.4). In blok 1 is de uitgroei van Botrytis het laagst. Er wordt een positieve relatie tussen de Botrytis infectie en de bladgroen waarde gemeten, die ook het hoogste is in blok 4.

Figuur 5.3 Verschil in Botrytis uitgroei (lesie) op verwond gerberablade per blok/“lokatie”. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey’s test, $P < 0.05$).

In de kas bij WUR glastuinbouw in Bleiswijk is van nature meeldauw in het gewas gekomen. Hier is niet tegen gespoten. Zo kon de langdurige werking van de producten op de meeldauw onderdrukking bepaald worden. Zes weken na de laatste bespuiting is de meeldauw op het blad gescoord volgens de Spencer index (0-5). De gecombineerde behandeling met Jiffy mineral, Fado en Serenade kan de meeldauw infectie significant beter onderdrukken ten opzichte van de controle behandeling (Figuur 5.4). Producten die de SAR route aanzetten (Fado en INA) verminderen de gevoeligheid voor meeldauw in lichtere mate. Wat in de praktijkproef opvalt, is dat de planten die curatief behandeld zijn met chemische producten (Nufarm exp.1 en BASF exp.1) meer last hebben van de meeldauwinfectie in vergelijking met de controlebehandeling. Aan het eind van de proef is het vers gewicht gewogen. Tussen de behandelingen was er geen verschil in gewicht.

Figuur 5.4 Gemiddelde besmetting van natuurlijke meeldauw (index: 0-5). De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey’s test, $P < 0.05$).

5.3.2 Productwerking ter vermindering van bloeminfectie

Op twee momenten is de lesie uitgroei bepaald op de lintbloemen. Bij de eerste meting waren nog te weinig lesies aanwezig doordat de tijdsduur en hoogte van de RV niet gunstig genoeg was om de lesie uitgroei te bevorderen. De bloemen zijn nog een keer gedurende 24 uur vochtig weggezet om de lesie uitgroei verder uit te laten groeien (Figuur 5.5).

Figuur 5.5 Foto's links laten de lesie uitgroei zien op lintbloemen in een gele en rode cultivar. Foto rechts toont de plaatsing van bloemen in (afgesloten) bak om de RV te verhogen.

In Figuur 5.6 is het percentage lesie uitgroei voor beide tijdstippen per behandeling weergegeven. Op tijdstip 2 is er een significante verlaging van de lesie uitgroei bij alle behandelingen. Met name FADO, Nufarm exp.1 en BASF exp.1 kunnen de lesie uitgroei voor meer dan 50% onderdrukken. De ontwikkeling van de lesies verschilt sterk per cultivar (Figuur 5.7). De gevoeligheid van de bloemen toont geen relatie met de gemeten bladgroen waarden van de bladeren.

Figuur 5.6 Percentage lesie op lintbloemen. T=1 na 6 uur vochtig wegzetten en T=2 na extra 24 uur vochtig wegzetten van de bloemen. De asterisk geeft aan dat de controlebehandeling significant verschilt van de andere behandelingen ($P < 0.05$).

Figuur 5.7 Percentage aangetaste lintbloemen met *Botrytis* verschilt per kleur. De kolommen geven de gemiddelde waarden aan met daarop de standaardfout. Verschillende letters binnen een gewas geven significante verschillen tussen behandelingen (Tukey's test, $P < 0.05$).

De producten hebben geen negatief effect gehad op het gewicht van de plant en er werd geen visuele gewasschade waargenomen.

5.4 Conclusie

- Uit deze praktijkproef blijkt dat het plantversterkende product, Fado effectief ingezet kan worden tegen meeldauw en daarbij een gunstige nevenwerking heeft op het verminderen van *Botrytis* infectie op zowel verwond blad als op lintbloemen.
- De gecombineerde behandeling van Jiffy mineral, Fado en Serenade heeft in de praktijkproef minder effect op de gevoeligheid voor *Botrytis*. Deze combinatie is wel effectief bij de bescherming tegen meeldauw.
- Bij de chemische producten is BASF exp 1. het meest effectief bij de bladproef. Bij de lintbloemenproef zijn beide chemische producten (BASF exp 1 en Nufarm exp.1) in staat de lesies op de bloemen met meer dan 50 te verminderen. Wel lijkt er een nadelige bijwerking te zijn als er een meeldauwinfectie optreedt.
- De gevoeligheid voor *Botrytis* is afhankelijk van de cultivar. Roze en rode cultivars lijken in deze proef minder gevoelig voor *Botrytis* dan de gele of witte.
- Bladeren met meer bladgroen zijn minder gevoeliger voor *Botrytis* infectie.

6 Nieuwe bouwstenen weerbaarheid

6.1 Gewasbeschermingsproducten

Er zijn op dit moment een aantal gewasbeschermingsproducten op de markt beschikbaar die als synthetische elicitor de afweer van planten kunnen verhogen. In dit onderzoek is het product Fado daarvan als voorbeeldproduct meegenomen. Met Fado wordt specifiek de activiteit van de salicylzuurroute verhoogd en gaat een plant meer eiwitten produceren die het binnendringen van biotrofe schimmels vertragen zoals meeldauw. Deze werking is aangetoond in pottomaat en gerbera (Hofland-Zijlstra *et al.* 2016) en dat werd in dit onderzoek opnieuw bevestigd. Aanvullend is nu ook de werking van Fado aangetoond tegen meeldauw onder praktijkcondities in een ouder volgroeid potplanten gewas.

Een risico van het gericht aanschakelen van één afweerroute is dat de activiteit van de andere afweerroute wordt verlaagd. De insteek van dit onderzoek was dan ook om de nevenwerking tegen necrotrofe schimmels te testen en daarvoor is als toets organisme *Botrytis* gekozen, omdat deze schimmel nog steeds een groot probleem is in veel glastuinbouwgewassen. De verwachting was dan ook dat met de inzet van een product als Fado de gevoeligheid voor *Botrytis* zou toenemen en lesies zich sneller zouden kunnen ontwikkelen. In dit onderzoek werden bij de proeven met pottomaat, *Petunia* en gerbera onder verschillende lichtcondities géén verhoogde gevoeligheid voor *Botrytis* gevonden ten opzichte van de onbehandelde controleplanten. Er was juist een gunstige nevenwerking in het verminderen van de gevoeligheid. De mate waarin dit optrad was afhankelijk van het gewas, cultivar en lichtconditie.

De sterkste werking van Fado werd gezien in de praktijkproef bij de JHL group met de directe behandeling van de bloemen na een preventieve behandeling in de teeltfase. Dit biedt niet alleen perspectief voor potplanten, maar ook voor snijbloemgewassen, waar behandelingen in de naoogstfase niet zijn toegestaan. De nawerking van dit product is lang genoeg om een goede bescherming te geven tijdens het transport bij producten die langer onderweg zijn.

De productwerking van Fado werd doorgaans goed versterkt door deze te combineren met Jiffy mineral die aan de potgrond wordt toegediend en Serenade. Van Serenade is bekend dat dit product een effectieve werking heeft tegen *Botrytis*. De afscheidingsproducten van de *Bacillus subtilis* hebben bij een preventieve toepassing op het gewas een remmende werking op de kieming van *Botrytis* (en meeldauw) sporen. In het onderzoek naar bestrijding van *Botrytis* in cycлаam was dit product in meerdere proeven zeer effectief (Hofland-Zijlstra *et al.* 2014).

Op dit moment zijn er in het gewas gerbera weinig opties om *Botrytis* te beheersen met gewasbeschermingsmiddelen. Ook het gebruik van laag-risico producten is zeer beperkt mogelijk. Het product Fado is op dit moment toegelaten tegen echte meeldauw in vruchtgroenten en roosachtige gewassen. Er wordt onderzocht in hoeverre uitbreiding van het etiket mogelijk is naar meer sierteeltgewassen en de resultaten uit dit onderzoek dragen daar aan bij. Op verzoek van LTO Glaskracht Nederland zijn bij de praktijkproef in potgerbera ook twee andere gewasbeschermingsmiddelen meegenomen met een curatieve werking tegen *Botrytis*. Deze hebben een registratie in vruchtgroenten, maar nog niet in sierteeltgewassen. Wellicht is het ook van deze middelen mogelijk om het etiket verder uit te breiden. Deze producten gaven wel een verhoogd risico op meeldauwinfectie en het is belangrijk te onderzoeken welke oorzaak daaraan ten grondslag ligt, zodat bepaald kan worden of de producten het gewas zelf gevoeliger maken of dat de extra spuitvloeistof na infectie de gevoeligheid veroorzaakte.

6.2 Invloed van licht en vocht

Een andere vraag in het onderzoek was in hoeverre de werking van chemische elicitors onder invloed staat van lichtcondities. Er lijkt namelijk een sterke koppeling te zijn tussen de salicylzuurproductie in een cel en de hoeveelheid licht die een plant opvangt.

Dit kan betekenen dat planten in suboptimale lichtcondities met te weinig licht, te weinig salicylzuur kunnen produceren en producten die de aanmaak bevorderen weinig effectief zijn, omdat de cellen te weinig assimilaten aanmaken om de productie te verhogen. In dit onderzoek zijn de proeven uitgevoerd bij drie verschillende lichtniveaus verdeeld over twee proeven: 4, 15 en 30 mol/dag.

Uit dit onderzoek komt naar voren dat bij optimale lichtcondities (15 en 30 mol/dag) er geen relatie is met de productwerking. In de proef met sub-optimale lichtcondities (4 mol/dag) was er wel een relatie tussen de lichtbehandeling en de werking van Fado. In dit geval was het product juist beter werkzaam bij het laagste lichtniveau van 4 mol/dag. Kortom, ook in moeilijke omschakelingsperioden vanuit de winter naar het voorjaar (mrt/apr) is het mogelijk om de verdedigingssystemen van een plant vooraf een oppepper te geven en is de assimilatenvoorraad kennelijk voldoende op peil om de werking van deze producten te ondersteunen.

In de proef met 15 en 30 mol met pottomaat en Petunia vonden we dat zowel de hoeveelheid licht als vochtige groeicondities van invloed zijn op de ontwikkeling van de Botrytis lesie. Voor lesies die zich op het blad ontwikkelen lijkt de sturing met licht belangrijker te zijn dan de hoeveelheid vocht. De minste gevoeligheid trad op onder hoge lichtcondities en relatief hoge luchtvochtigheden. Dit levert belangrijke informatie op voor energiezuinige teeltmethoden, zoals Het Nieuwe Telen waarbij gericht op een licht en temperatuur balans geteeld wordt. Bij optimale lichtcondities (> 15 mol/dag) zijn de vochtcondities ondergeschikt aan het optreden van Botrytis en lijken risico's goed beheersbaar.

6.3 Relatie met nutriënten en bladgroen

De plantsapanalyses die in dit onderzoek bij potgerbera zijn uitgevoerd laten zien dat er minder Botrytis optreedt bij hogere waarden in de plantsapanalyses van EC, magnesium, natrium, zwavel, silicium en lagere waarden van: fosfaat, ijzer, mangaan, borium en koper. De interesse in de relatie tussen voeding en het voorkomen van plantenziekten neemt de laatste jaren sterk toe. Van een aantal elementen is van oudsher bekend dat ze een rol spelen in het versterken van structurele barrières, zoals calcium en silicium. Ook de integratie van bijvoorbeeld plantsapanalyses in de bedrijfsvoering is groeiende waarmee de actuele voedingsstatus nog beter kan worden gemonitord. Uit het praktijkonderzoek komen steeds meer voorbeelden beschikbaar die het belang van nutriënten in relatie tot beheersing van bovengrondse ziekten onderstrepen (Hofland-Zijlstra *et al.* 2016). Maar het vinden van een relatie betekent nog niet dat hierop direct te sturen is. Van een aantal elementen is echter beschreven dat ze afweerreacties van planten wel actief kunnen stimuleren. De vijf meest bekende zijn: aluminium, koper, natrium, selenium en silicium. Recent onderzoek door de Universiteit San Francisco de Quito in Ecuador en de Universiteit van Utrecht geeft aan dat Arabidopsis planten (zandraket) die via een wortelbehandeling zwavel, stikstof of calcium kregen toegediend in staat waren om hormonale afweerreacties tegen ziekten te verhogen (Leon De-Reyes, 2015).

Naast de voedingsstoffen is ook gemeten aan de bladgroenkleur van planten. Deze wordt sterk beïnvloedt door de hoeveelheid licht. Hoe meer licht, hoe hoger de bladgroen waarde. Daarnaast is er ook een relatie aangetoond met de hoeveelheid bladgroen en de gevoeligheid voor Botrytis. In het algemeen zagen we dat planten met meer bladgroen, minder gevoelig waren voor een infectie.

6.4 Tot slot

Dit onderzoek heeft sterk bijgedragen aan meer inzicht in de essentiële bijdrage van plantversterkende producten in een weerbaar teeltsysteem. Bij een infectie met Botrytis spelen licht en vocht daarin een belangrijke rol. Deze informatie is op zichzelf niet nieuw, maar wel de balans tussen de beide factoren. De gevoeligheid voor bladinfecties wordt als eerste gestuurd door het licht en in tweede instantie door het vocht. Bij de bloeminfectie blijft vocht als belangrijkste factor overeind.

De analyses met bladgroen en plantsappen geven aan dat de plant sterk reageert op de hoeveelheid licht en dat dit een relatie vertoont met de gevoeligheid voor Botrytis. Hoewel de hoeveelheid experimenten nog beperkt is, geeft het in elk geval wel voldoende aanleiding om in nieuwe proeven standaard dit soort metingen mee te nemen, zodat een brede dataset kan worden opgebouwd. Deze informatie kan een belangrijke bijdrage leveren aan betrouwbaardere voorspellingen van het risico op Botrytis waarin wel met planteigenschappen rekening gehouden wordt. Ook in nieuwe teeltsystemen van de toekomst die nu nog op de ontwerptafel liggen.

7 Aanbevelingen

Naar aanleiding van de uitkomsten van dit onderzoek is er aanleiding om bij vervolgprojecten aandacht te besteden aan:

- Effectieve curatieve producten tegen Botrytis (BASF exp.1 en Nufarm exp. 1) beoordelen op nevenwerking meeldauw en invloed op hormonale afweerreacties meenemen in de beoordeling.
- Valideren van de relaties die gevonden zijn met verminderde gewasgevoeligheid voor Botrytis en de voedingsstoffen in plantsapanalyses, zodat dit ook handvaten kan gaan opleveren om via bemestingsschema's of klimaatmaatregelen actief op een verlaagde gewasgevoeligheid te gaan sturen.
- Inpassen van synthetische elicitors met een goede werking tegen bovengrondse ziekten in een geïntegreerd systeem met bodemziekten (en virussen).
- Inpassen van producten met een goede werking tegen bovengrondse ziekten in geïntegreerde pest management strategieën waarin ook aandacht is voor de directe en indirecte effecten op plaagbeheersing.

Literatuur

- Agrios, G.N. (1995) Plant Pathology.
- Benninga, J., H. Barendse, C. Vermeulen, N. García, M.G.M. Raaphorst, J. D. Hofland-Zijlstra (2014)
Kwaliteitsplan roos: onderdeel klimaatregistratie en statistiek. Rapport GTB – 1336.
- Blakeman, J.P, B. Williamson (1994)
Ecology of Plant Pathogens.
- Bloem E., Haneklaus S. and Schnug E. (2015)
Milestones in plant sulphur research on sulfur- induced-resistance (SIR) in Europe. *Frontiers in Plant Science*.
Volume 5, Article 779.
- Braun. U.
The powdery mildews (Erysiphales) of Europe. Gustav Fischer Verlag. Germany 1995.
- Burketova, L., L. Trda, P. G. Ott & O. Valentova (2015)
Bio-based resistance inducers for sustainable plant protection against pathogens. *Biotechnologie Advances*
33(6 Pt 2):994-1004.
- Datnoff, L.E., Elmer, W.H., and Huber, D.M. (2007).
Mineral Nutrition and Plant Disease. Minnesota, MN: APS Press, St. Paul.
- De Gelder, A. *et al.* (2015)
Een Perfecte Roos, energiezuinig geteeld. Kas als Energiebron. GTB-1369.
- Freeman & Beattie (2008)
An overview of plant defences against pathogens and herbivores. *The Plant Health Instructor*. DOI 10.1094/PHI-I-2008-0226-01.
- Induced resistance for plant defense: A sustainable approach to crop protection, second edition. Edited by D.R. Walters, A.C. Newton & G. D. Lyon. John Wiley & Sons. 2014.
- Hofland-Zijlstra, J.D. (2010);
Alternatieven voor de beheersing van echte meeldauw zonder pijpzwavel. GTB -1073.
- Hofland-Zijlstra, J.D., R.S.M. de Vries (2013)
Beheersing meeldauw in snijroos met een oxidatief product. PT rapport.
- Hofland-Zijlstra, J.D.; L.S. Stevens (2012)
'Rooie led' verhoogt de afweer, licht en het effect op meeldauw. *Boom in Business*, januari. P. 18-21.
- Hofland-Zijlstra, J.D., S. Breeuwsma, M. Noordam (2016).
Duurzame beheersing van echte meeldauw. GTB-.....
- Hofland-Zijlstra, J.D., R.J.M. van den Broek, S.J. Breeuwsma, W. van Wensveen, L. Stevens, R. de Vos, N. Verhoef, P. Balk (2014).
Screening van genen, metabolieten en afweereiwitten, Betrokken bij natuurlijke afweer tegen Botrytis. Rapport GTB-1328.
- Hofland-Zijlstra, J.D.; Vries, R.S.M. de; Wensveen, W. van. (2012a)
Beheersing van Botrytis in cycloam: effectiviteit van biologische producten, plantversterkende meststoffen en voedingsbehandelingen tegen Botrytis in cycloam bij verschillende teelttemperaturen. PT rapport.
- Hofland-Zijlstra, J.D. *et al.* (2013)
Alternatieve beheersing van Botrytis in cycloam. PT rapport
- Hofland-Zijlstra, J.D.; G. Messelink, M. van Slooten, E. de Groot & L. Stevens (2012b)
Risicobeperking van ziekten en plagen bij energiezuinige maatregelen. Rapport GTB-1153.
- Hofland-Zijlstra, J.D., Köhl, J. & S. Böhne (2009)
Preventieve en curatieve bestrijding van Botrytis-stengelaantasting in tomaat met chemische en niet-chemische middelen. Wageningen UR Glastuinbouw. PT rapport 232.
- IJdo, M., Janse, J. Voogt, W., Hofland-Zijlstra, J.D. (2011)
Bladrandjes en Ca bij tomaat: Fysiologische achtergronden van cel- en weefselstevigheid in relatie tot het ontstaan van bladrandjes en infectie met Botrytis cinerea L. Rapporten GTB 1116.
- Köhl, J. (1998)
Biological control of Botrytis cinerea in cyclamen with *Ulocladium atrum* and *Gliocladium roseum* under commercial growing conditions. *Phytopathology* 88: 568-575.
- Leon-Reyes A., Barriga N., Moya S., Criollo S., Jimenez M., Gonzalez V., Borja L., Castro J., Proietti S. and Pieterse C.M.J. (2015)
Crosstalk between plant nutrition and defense. Poster presented at PR IR 2015 meeting in Aachen.

- Messelink, G., A. Leman, J. Hofland-Zijlstra, N.Garcia Victoria, E. Klein, J. Sonneveld (2013).
Een systeembenadering voor onderzoek aan plaag- en ziektebestrijding in roos. PT rapport. GTB-1257.
- Naoko Ohkama-Ohtsu & Jun Wasaki (2010).
Recent Progress in Plant Nutrition Research: Cross-Talk Between Nutrients, Plant Physiology and Soil Microorganisms. *Plant Cell Physiol.* 51(8): 1255–1264 (2010).
- Os, E.A. van; Hofland-Zijlstra, J.D.; Hamelink, R.; Leeuwen, G.J.L. van (2010)
Parapluplan Gerbera "Beheersing van Botrytis door efficiënter energiegebruik": Bestrijding van Botrytis in gerbera tijdens de teelt en in de na-oogstfase: Deelproject 4 van Parapluplan Gerbera: kasklimaat, energie en Botrytis bij gerbera; oorzaak, verband en maatregelen. PT/LNV rapport.
- Pieterse, CM., Leon Reyes, A. (2009?)
Networking by small-molecule hormones in plant immunity.
- Van Genuchten, L. & E. Kerklaan (2012).
Alternatieve middelen tegen echte meeldauw in roos. DLV Plant/Productschap Tuinbouw.
- Reglinski, Dann & Deverall (2014)
Implementation of Induced Resistance for Crop Protection, Chapter 12. In: *Induced Resistance for Plant Defense: A Sustainable Approach to Crop Protection*. Uitgeverij John Wiley & Sons, Ltd.
- Slegers, J. 2010.
Goed resultaat met Aquanox tegen meeldauw en Botrytis. Vakblad voor de Bloemisterij 51/52.
- Walters, D.R., and Bingham, I.J. (2007).
Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control. *Ann. Appl. Biol.* 151, 307–324.
- Walters, D.R., A.C. Newton & G.D. Lyon (2014)
Induced Resistance for Plant Defense: A Sustainable Approach to Crop Protection. Uitgeverij John Wiley & Sons, Ltd.
- Wubben, J.P., Bosker, A.I., Lanser, C., Dik, A.J. (2004)
Mogelijkheden voor geïntegreerde bestrijding van Botrytis in potplanten; Teeltmaatregelen en gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong. PT rapport 41101667.
- Wurms, K.V. & J.D. Hofland-Zijlstra (2015)
Control of powdery mildew on glasshouse-grown roses and tomatoes in the Netherlands using anhydrous milk fat and soybean oil emulsions. *New Zealand Plant Protection* 68 (2015): 380-388.

Bijlage 1 Kasplattegrond pottomaat en Petunia

* Tafels aan twee kanten afschermen (tussen behandelingen)

Tafel 8	88	10	22	24	34	46	48	48	48
	8	12	21	23	31	35	35	35	35
	8	8	12	12	20	22	22	22	22
	2	4	14	16	18	20	21	22	23
	1	3	13	15	17	19	20	21	22
Tomato									
Petunia									

Tafel 9	58	60	62	64	66	68	70	72	74
	57	59	61	63	65	67	69	71	73
	54	56	58	60	62	64	66	68	70
	53	55	57	59	61	63	65	67	69
	50	52	54	56	58	60	62	64	66
	49	51	53	55	57	59	61	63	65
Petunia									
Tomato									

Tafel 10	108	109	118	120	121	122	142	144	146
	104	105	117	119	120	121	141	143	145
	102	103	114	116	117	118	138	140	142
	101	102	111	113	114	115	137	139	141
	98	100	108	110	111	112	134	136	138
	97	99	107	109	110	111	132	134	136
Tomato									
Petunia									

Tafel 11									

Tafel 12	154	155	156	157	178	180	182	184	186
	153	155	156	157	177	179	181	183	185
	150	152	154	156	174	176	178	180	182
	149	151	153	155	173	175	177	179	181
	146	148	150	152	170	172	174	176	178
	145	147	149	151	169	171	173	175	177
Petunia									
Tomato									

Tafel 13	202	203	214	216	218	220	236	238	240
	201	202	213	215	217	219	235	237	239
	198	200	210	212	222	224	234	236	238
	197	199	209	211	221	223	233	235	237
	194	196	206	208	218	220	230	232	234
	193	195	205	207	217	219	229	231	233
Tomato									
Petunia									

Tafel 14	250	252	254	256	274	276	298	300	302
	249	251	253	255	273	275	297	299	301
	246	248	250	252	270	272	294	296	298
	245	247	249	251	269	271	293	295	297
	242	244	246	248	266	268	290	292	294
	241	243	245	247	265	267	289	291	293
Petunia									
Tomato									

Tafel 1	308	310	312	314	330	332	334	336	338
	304	306	308	310	326	328	330	332	334
	290	295	302	307	312	318	324	330	335
Petunia									
Tomato									

Tafel 2	348	349	350	351	370	372	382	384	386
	345	346	347	348	366	368	378	380	382
	342	343	344	345	363	365	375	377	379
	338	340	342	344	360	362	372	374	376
	337	339	341	343	359	361	371	373	375
Tomato									
Petunia									

Tafel 3	408	410	412	414	438	440	462	464	466
	405	407	409	411	435	437	459	461	463
	402	404	406	408	432	434	456	458	460
	401	403	405	407	431	433	455	457	459
	398	400	402	404	428	430	452	454	456
	395	397	399	401	425	427	449	451	453
Petunia									
Tomato									

Tafel 4									

Tafel 5	488	490	492	494	518	520	542	544	546
	484	486	488	490	514	516	538	540	542
	438	440	442	444	462	464	484	486	488
	437	439	441	443	461	463	483	485	487
	434	436	438	440	458	460	478	480	482
	433	435	437	439	457	459	477	479	481
Tomato									
Petunia									

Tafel 6	508	510	512	514	538	540	562	564	566
	504	506	508	510	534	536	558	560	562
	458	460	462	464	482	484	504	506	508
	457	459	461	463	481	483	503	505	507
	454	456	458	460	478	480	500	502	504
	453	455	457	459	477	479	499	501	503
Petunia									
Tomato									

Tafel 7	588	590	592	594	598	604	624	626	628
	584	586	588	590	594	598	622	624	626
	534	536	538	540	560	562	582	584	586
	533	535	537	539	559	561	581	583	585
	530	532	534	536	556	558	578	580	582
	529	531	533	535	555	557	577	579	581
Tomato									
Petunia									

Neurocode:

- A bruin
- B oranje
- C wit
- D rood
- E blauw
- F groen

Biotix behandelingen:

- A. Onbehandelde controle
- B. Chemische referentie (Rocket)
- C. INA 1mmol
- D. INA 0,5mmol
- E. Fido (Nufarm)
- F. Jethy/abstrat plus + Fido + Serenade

The diagram illustrates the experimental setup. It shows two rows of plants, Petunia and Tomato, arranged in a grid. The plants are labeled with numbers 1 through 14. A central vertical grey bar represents a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled 'SCN-T30.6 lampen' and the bottom row is labeled 'SCN-T15.2 lampen'. The plants are arranged in a grid with a central vertical grey bar representing a screen. The top row is labeled '

Bijlage 3 Kasplattengrond praktijkproef potgerbera

Bladproef					Vervolg op de tafel met bloemenproef				
Pad					Bladproef				
NNW					NNW				
Gloxinia					Gloxinia				
1 2 3 4 5					1 2 3 4 5				
6 7 8 9 10					6 7 8 9 10				
11 12 13 14 15					11 12 13 14 15				
16 17 18 19 20					16 17 18 19 20				
21 22 23 24 25					21 22 23 24 25				
26 27 28 29 30					26 27 28 29 30				
31 32 33 34 35					31 32 33 34 35				
36 37 38 39 40					36 37 38 39 40				
41 42 43 44 45					41 42 43 44 45				
46 47 48 49 50					46 47 48 49 50				
51 52 53 54 55					51 52 53 54 55				
56 57 58 59 60					56 57 58 59 60				
Gloxinia					Gloxinia				
61 62 63 64 65					61 62 63 64 65				
66 67 68 69 70					66 67 68 69 70				
71 72 73 74 75					71 72 73 74 75				
76 77 78 79 80					76 77 78 79 80				
81 82 83 84 85					81 82 83 84 85				
86 87 88 89 90					86 87 88 89 90				
91 92 93 94 95					91 92 93 94 95				
96 97 98 99 100					96 97 98 99 100				
101 102 103 104 105					101 102 103 104 105				
106 107 108 109 110					106 107 108 109 110				
111 112 113 114 115					111 112 113 114 115				
116 117 118 119 120					116 117 118 119 120				
Gloxinia					Gloxinia				
121 122 123 124 125					121 122 123 124 125				
126 127 128 129 130					126 127 128 129 130				
131 132 133 134 135					131 132 133 134 135				
136 137 138 139 140					136 137 138 139 140				
141 142 143 144 145					141 142 143 144 145				
146 147 148 149 150					146 147 148 149 150				
151 152 153 154 155					151 152 153 154 155				
156 157 158 159 160					156 157 158 159 160				
161 162 163 164 165					161 162 163 164 165				
166 167 168 169 170					166 167 168 169 170				
171 172 173 174 175					171 172 173 174 175				
176 177 178 179 180					176 177 178 179 180				
Gloxinia					Gloxinia				
181 182 183 184 185					181 182 183 184 185				
186 187 188 189 190					186 187 188 189 190				
191 192 193 194 195					191 192 193 194 195				
196 197 198 199 200					196 197 198 199 200				
201 202 203 204 205					201 202 203 204 205				
206 207 208 209 210					206 207 208 209 210				
211 212 213 214 215					211 212 213 214 215				
216 217 218 219 220					216 217 218 219 220				
221 222 223 224 225					221 222 223 224 225				
226 227 228 229 230					226 227 228 229 230				
231 232 233 234 235					231 232 233 234 235				
236 237 238 239 240					236 237 238 239 240				
Gloxinia					Gloxinia				
Vervolg op de tafel met bloemenproef					ZZO				

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

Wageningen University & Research,
BU 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-1442

Wageningen University & Research, BU 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 University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen WUR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en WUR 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 WUR 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.