

Aanpak van *Burkholderia gladioli* in gladiool

Martin van Dam en Marga Dijkema


Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV
Sector Bloembollen
November 2014
PPO projectnummer 3236165900/PT: 14842

© 2014 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving / Plant Research International, Business Unit Bomen, Bollen & Fruit.

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

De bloembollensector investeert in dit project via het Productschap  Tuinbouw

Projectnummer: PPO 3236165900
PT-Project: 14842

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Bomen, Bollen & Fruit

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2, Lisse
: Postbus 85, 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 - 462121

Fax : 0252 - 462100

E-mail : info.bollen@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 AANSCHERPING VAN DE ONDERZOEKSVRAAG.....	9
3 RISICOFACTOREN VOOR <i>BURKHOLDERIA</i> IN GLADIOOL	11
3.1 Omstandigheden op het veld	11
3.2 Omstandigheden tijdens verwerking en bewaring in de schuur	13
3.3 Maatregelen ter voorkoming van bacterierot	13
4 ELICITORS EN PLANTVERSTERKERS	15
4.1 Elicitors	15
4.2 Plantversterkers	16
4.3 Producten met perspectief	16
5 ANTAGONISTEN EN BACTERIOFAGEN	19
5.1 Antagonisten	19
5.2 Bacteriofagen.....	20
6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	21
BIJLAGE 1. PRODUCTINFORMATIE VAN PRODUCENTEN	23
BIJLAGE 2. DETAILS VAN ONDERZOEKSRISULTATEN	25
BIJLAGE 3 LITERATUUR.....	29

Samenvatting

Burkholderia in gladiool was oorspronkelijk een probleem in de warme gebieden. Sinds 1992 kennen we het ook in Nederland. Bestrijding richtte zich tot nu toe op het ontsmetten van plantmateriaal. Hoewel dat in sommige gevallen goed werkt is er nog altijd grote kans op infectie vanuit andere besmettingsbronnen. Er zijn voor bacterieziekten geen middelen op de markt. Bij bacterieziekten neemt men zijn toevlucht hoofdzakelijk tot teeltmaatregelen. Er worden de laatste jaren veel producten geïntroduceerd onder de naam plantversterkers. Een gezond groeiend gewas is beter bestand tegen een infectie van een pathogeen. Gladiolentelers wilden via onderzoek erachter komen of dit type middelen ook voor het *Burkholderia*-probleem een oplossing kan zijn.

Het uitgevoerde onderzoek is gestart met een inventarisatie van wat er bekend is over de verspreiding en besmettingsroutes van Burkholderia. Daar was al direct een probleem, want er bleek nog weinig concreet bekend te zijn. Van andere bacterieziekten is meer bekend en is er meer onderzoek gedaan. Vandaar ook dat uit gekeken is wat er voor gladiolen te leren valt van de resultaten van het Erwinia-onderzoek van de afgelopen jaren in o.a. aardappelteelt en enkele bolgewassen (dahlia, zantedeschia, hyacint). Veel adviezen daaruit zijn ook nuttig voor het beperken van *Burkholderia* in gladiool.

Onderzoek naar plantversterkers heeft in allerlei gewassen plaatsgevonden. Er is gezocht in dit onderzoek naar producten die perspectiefvol leken tegen *Burkholderia* in gladiool. Zo'n middel moet in het onderzoek werkzaamheid hebben getoond tegen bacterieziekten (bij voorkeur tegen *Burkholderia*) en niet schadelijk zijn voor het gewas. Er is een aantal middelen gevonden dat daaraan voldeed. Een vervolgstap zou zijn om deze middelen te testen tegen Burkholderia. Dit besluit is binnen dit onderzoek niet genomen, omdat onvoldoende goed bekend is welke praktijkomstandigheden een rol spelen bij de ontwikkeling van deze bacterieziekte.

Tenslotte is gekeken naar de kosten en de tijdsduur voor het ontwikkelen van een antagonist en van bacteriofagen als mogelijke oplossing. Faagtherapie is erg specifiek voor de te bestrijden bacteriesoort, wat tegelijk een voordeel en een nadeel is. Van bacteriofagen zijn nog geen producten bekend in de land- en tuinbouw. Van antagonisten is de werking tegen bacteriën in het laboratorium wel aangetoond. In de praktijk valt dat toch wel vaak tegen. Daarbij zijn de kosten voor een toelating voor middelen, voor het klein areaal gladiolen, relatief erg hoog.

Het onderzoek is afgerond met een rapport van alle bevindingen en biedt daarmee goede basis voor het opzetten van toekomstig vervolgonderzoek.

1 Inleiding

In de knollen- en bloemeteelt van gladiool veroorzaakt de bacterie *Burkholderia gladioli* (voorheen *Pseudomonas gladioli*) bladaantastingen waardoor opbrengstderving optreedt in de knollenteelt en bloemen onverkoopbaar worden. De ziekte kwam aanvankelijk alleen voor in zuidelijke landen, maar is sinds 1992 ook in Nederland. Ervaren telers hebben de ziekte in Nederland aardig onder controle. Echter, de afzet van gladiolenknollen naar warme gebieden loopt ernstig gevaar doordat *Burkholderia* de ziekte daar voor zeer veel uitval zorgt.

Warmwaterbehandeling

Een goede ontsmetting is een goede eerste stap om *Burkholderia*-problemen te voorkomen. Onderzoek in 2008 en 2009 naar de bestrijding van deze ziekte was dan ook gericht op het ziekteverrijken van het plantmateriaal door ontsmetten in Jet 5, warmwaterbehandeling of door heetstook. Kralen krijgen voor het planten een warmwaterbehandeling bij 51°C of 53°C en zijn daarna zo goed als vrij van de bacterie. Pitten en knollen zijn minder goed bestand tegen dergelijke hoge temperaturen en kunnen daarom niet effectief worden ontsmet met deze warmwaterbehandeling.

Praktijkervaringen

De ervaring uit de praktijk leert dat de omstandigheden op de groeiplaats grote invloed hebben op het vóórkomen van *Burkholderia*. Een perceel met gladiolen kan bijvoorbeeld door verkeerd watergeven, slechte drainage, een hoog humusgehalte, broeierig weer, etc. in enkele dagen geheel verloren gaan. Aangaande deze risicofactoren zijn er veel ervaringen, maar ontbreekt het aan onderbouwde gegevens. Het verbeteren van de groeiomstandigheden door drainage, beregening, organisch stofgehalte, etc., lijkt echter niet altijd afdoende te zijn. Telers hebben de indruk dat in een gezond, sterk gewas minder problemen optreden met *Burkholderia*. Men zou daarom graag naast de teeltmaatregelen ook plantversterkers willen inzetten om de gewasgroei te optimaliseren met als doel de natuurlijke weerstand tegen infecties te verhogen.

Plantversterkers

Er enkele tientallen producten in de handel verkrijgbaar waarvan wordt gesteld dat ze de natuurlijke weerstand van het gewas verhogen. Daarnaast is er een nieuwe groep van middelen, waarvan salicylzuur en jasmonzuur voorbeelden zijn (verzamelnaam is 'elicitors'), die van nature in planten worden geproduceerd wanneer deze worden belaagd door ziekten en plagen. Door het uitwendig toedienen van deze stoffen zou het afweermechanisme van de plant extra kunnen worden gestimuleerd.

In 2013 is een onderzoeksproject gestart om een selectie van plantversterkers en elicitors te testen, ter bestrijding van *Burkholderia gladioli* in gladiool. Met name de toepassing in Zuid Europa zou de export van gladiolenknollen vanuit Nederland moeten veiligstellen. Na een eerste inventarisatie kwam de begeleidingscommissie tot de conclusie dat er geen goede keus kon worden gemaakt uit de vele verhandelde producten. Ook werd vastgesteld dat resultaten uit proeven onder Nederlandse omstandigheden, niet geëxtrapoleerd kunnen worden naar andere, minder optimale groeiomstandigheden in Zuid-Europa.

Het onderzoeksplan is daarom voortgezet als literatuurstudie aangevuld met interviews van teeltdeskundigen en onderzoekers. Dit heeft geresulteerd in dit rapport met informatie over risicofactoren, effectieve teeltmaatregelen en producten/organismen die aantasting kunnen voorkomen.

Naamgeving

In de Nederlandse aardappelteelt komen drie types *Erwinia* voor. Deze staan te boek onder de Latijnse namen *Pectobacterium atrosepticum* (de “zwartbeen” bacterie), *Dickeya* (de “stengelnatrot” bacterie), waarvan de ondersoorten *D. dianthicola* en *D. solani* in Nederland voorkomen, en *Pectobacterium carotovorum* ssp. *carotovorum* (de “bacterienatrot” bacterie). Deze drie types worden afgekort als Pa, Ds en Pcc. Van de laatste soort is pas de laatste jaren bekend geworden dat bepaalde vertegenwoordigers ook ziekteverschijnselen kunnen geven in het veld. Om praktische redenen wordt “*Erwinia*” nog steeds als verzamelnaam gebruikt voor de hele groep.

Tabel -1— Overzicht oude en nieuwe namen *Erwinia*-soorten

Oude wetenschappelijke naam	Nieuwe wetenschappelijke naam	Nederlandse naam
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i> (ECC)	<i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i> (Pcc)	witsnot in hyacint aardappel: bacterienatrot
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>atroseptica</i> (ECA)	<i>Pectobacterium atrosepticum</i> (Pa)	zwartbeen in aardappels
<i>Erwinia chrysanthemi</i> (EChr)	<i>Dickeya</i> spp.: (Ds) <i>D. dianthicola</i> <i>D. solani</i> <i>D. zea</i> <i>D. chrysanthemi</i> <i>D. dadanthi</i> <i>D. paradisiaca</i> <i>D. dieffenbachiae</i>	aardappel stengelnatrot in bollen: agressief snot

2 Aanscherping van de onderzoeksvraag

De begeleidingscommissie voor dit project bestond uit:

- Jan Dirkmaat, bollenteler
- Gert Jan Paarlberg bollen- en bloementeler,
- Jack Slijkerman van VWS, bollenexporteur -importeur
- Theo van Aanholt, Intermediair bij CNB
- Gera van Os (PPO),
- Martin van Dam (PPO)
- Danielle Kroes (KAVB)

In de eerste bijeenkomst van de begeleidingscommissie is gesproken over:

- De omstandigheden waaronder *Burkholderia* in gladiool in de praktijk optreedt. De opmerkingen hierover worden besproken in hoofdstuk 3.
Uit de discussies bleek dat veel oorzaken voor *Burkholderia* als gevolg van teeltomstandigheden niet goed benoemd konden worden. Ook in teeltbrochures blijven de adviezen vrij algemeen. Bovendien spelen veel problemen zich af in zuidelijke/warmere gebieden, waarbij de teeltomstandigheden vrijwel zeker niet optimaal zijn.
- De vraag of er een keus kon worden gemaakt uit het aanbod van middelen (plantversterkers) waarmee een proef kon worden opgezet.

De werkgroep is naar aanleiding van de discussie van mening dat een oplossing voor *Burkholderia* in het buitenland eerder een teeltadvies zal zijn dan dat het gaat om de toepassing van een middel. Zolang daar de omstandigheden niet optimaal zijn is toepassing van plantversterkers en groeibevorderaars geen optie. Daar komt nog bij dat de effectiviteit van biologische middelen (plantversterkers, antagonisten) zeer afhankelijk is van omgevingsfactoren. Resultaten uit onderzoek in Nederland kunnen niet zondermeer geëxtrapoleerd worden naar buitenlandse teeltsystemen. Uitvoering van een proef met plantversterkers onder Nederlandse omstandigheden lijkt daarom ook niet zinvol.

Andere ideeën voor een invulling van het project die ter tafel komen is het in kaart brengen van de perspectieven voor de bestrijding van *Burkholderia* in gladiool op basis van resultaten uit onderzoek aan andere bacterieziekten in andere sectoren, zoals:

- In het deltaplan *Erwinia* zijn adviezen opgesteld om besmetting en verspreiding van bacterieziekten in pootaardappelen te verminderen.
- Er wordt in aardappel onderzoek gedaan naar het inzetten van een bacteriofaag en een antagonistische bacterie
- In de voedingsindustrie is een bacteriofaag (tegen *Listeria* in zuivel) als commercieel product verkrijgbaar.

Het werkplan wordt gewijzigd in het volgende:

- Vaststellen van de bekende risicofactoren voor het optreden van *Burkholderia* in gladiool.
- Teeltmaatregelen of combinaties van teeltmaatregelen die effectief zijn gebleken tegen bacterieziekten in andere gewassen/sectoren (zoals aardappel) en adviezen die ook kunnen gelden voor gladiool.
- Kennis verzamelen over plantversterkers en elicitors ter bestrijding van bacterieziekten in andere gewassen.
- Een korte voorstudie naar de haalbaarheid en de kosten van het toepassen van antagonisten en bacteriofagen tegen *Burkholderia*.

Daarbij geldt als afbakening:

- Beperken tot de situatie in Nederland
- Nagaan wat mogelijkheden zijn voor advisering onder Nederlandse omstandigheden
- Beseffen dat een oplossing die in Nederland werkt, niet hoeft te werken in het buitenland

3 Risicofactoren voor *Burkholderia* in gladiool

Er is (literatuur)onderzoek gedaan om te achterhalen welke teeltmaatregelen besmetting met *Burkholderia* kunnen voorkomen of beperken. Hiertoe is een aantal bronnen geraadpleegd bestaande uit vakliteratuur over onderzoek naar *Erwinia* in hyacint en aardappel, onderzoek naar *Burkholderia* in gladiool en persoonlijke waarnemingen uit de praktijk.

3.1 Omstandigheden op het veld

Besmetting

Burkholderia gladioli (synoniem *Pseudomonas gladioli*) Het probleem kwam in 1992 naar voren in Napels, Italië in de cultivar 'Amsterdam'. Sindsdien zijn er veel gevallen bijgekomen in zuidelijke landen. Er zijn gebieden bekend waar geen bloemeteelt meer mogelijk is vanwege *Burkholderia*. Plant- en pootgoed kan besmet zijn doordat het gewas in het voorgaande seizoen aangetast is geweest. De grond kan besmet zijn vanuit een voorgaande teelt of besmet raken door besmet plantmateriaal, waardoor ook gezonde knollen weer besmet raken. *Erwinia*-bacteriën overleven maar heel kort in de grond zelf, maar zijn vooral aanwezig in achtergebleven rottend materiaal, zoals knollen, bollen en ondergewerkt, gehakseld loof. Verspreiding van daaruit is afhankelijk van de hoeveelheid vrij water in de bodem. We vermoeden dat dit ook geldt voor *Burkholderia*.

Klimaat

In Nederland treedt gemiddeld eens per 5 jaar aantasting op door *Burkholderia*. Veel vaker treedt er infectie op in Zuid-Europa. Omstandigheden met geringe temperatuurschommeling zijn bevorderend, lage nachttemperatuur remt de verspreiding.

Omstandigheden met hoge luchtvochtigheid zijn bevorderlijk voor bovengrondse aantasting door bacteriën. Gladiool is een zomerbloeiër met uitgroei van het gewas tot in het najaar. In augustus en september is er relatief veel kans op dauw en kan het gewas daardoor vrij lang nat zijn. Door veel neerslag in de zomer, een dicht gewas en zwaar beregenen op slecht doorlatende grond kan ook een vochtig microklimaat ontstaan met verhoogde kans op bacterieziekten.

Water en watergift

Water uit een besmet perceel kan via drainage in de sloot terecht komen en zodoende weer als besmettingsbron gelden als dit water voor beregening wordt gebruikt. Ook kan opspattend (beregening-) water voor verspreiding zorgen.

Symptomen van bacterierot bij aardappels worden sterk gestimuleerd door anaërobe omstandigheden, waardoor eerst knolrot en dan symptomen aan bovengrondse delen ontstaan. Anaërobe condities ontstaan door grote hoeveelheden neerslag, verslumping van de grond en door het gebruik van zware, trillende machines op natte grond.

Uit de opmerkingen van gladiolentelers kwam naar voren dat aantasting vooral ontstaat onder niet-optimale groeiomstandigheden, op verkeerde grondtypes en bij bepaalde watergeefmethoden. Bij de teelt van gladiolen in de omgeving van Napels, Italië bleek men bij de gladiolenteelt gebruik te maken van een bevoeiingssysteem, waarbij de grond tijdelijk onder water komt te staan. Dit systeem lijkt daarmee erg bevorderlijk voor het ontstaan en verspreiden van bacterieziekten. Ondanks tegenadviezen blijft men dit systeem echter gebruiken.

Grondeigenschappen

Over grondeigenschappen die *Burkholderia* bevorderen werden door een aantal gladiolentelers enkele opmerkingen gemaakt:

- humusrijke grond met een slechte structuur bevordert aantasting door *Burkholderia*
- Zuurdere grond (humusrijk zand) is slechter dan zware klei. pH 6,2 wordt genoemd als ondergrens

- In Nederland zijn minder problemen met *Burkholderia* op lichtere grond.
- Er zijn (in Nederland) tuinen te zijn waar het altijd goed gaat en tuinen waar meer problemen zijn.

Deze opmerkingen duiden in de richting van (in ieder geval) humusgehalte en pH van de grond. De laatste opmerking is een interessante waarneming. Het vergelijken van de fysisch/chemische bodemkundige eigenschappen van 'goede' en 'slechte' tuinen levert misschien meer duidelijke aanwijzingen op.

Verwonding, invalspoorten

Erwinia dringt via wonden gemakkelijk een plant binnen. Oorzaken voor verwonding van het gewas kunnen zijn: teeltmaatregelen op het veld zoals koppen, bemesting en bespuitingen, wind, hagel, insecten en handelingen rond de oogst. Bij de oogst kan meer of minder schade ontstaan aan knollen afhankelijk van de grondsoort, het vochtgehalte, aanwezigheid van (harde) kluiten en door de machines. Bacteriën kunnen op machines en tractorwielen ook enige tijd overleven in de aanhangende grond en gewasresten. Hiermee kan de besmetting weer naar andere percelen worden overgedragen.

Ten aanzien van beschadiging van het gewas speelt bij gladiool op het veld tripsaantasting mogelijk een rol. Daarnaast is er veel beschadiging bij het koppen, wat ook weer een mogelijke invalspoort voor *Burkholderia* is, vooral als dat bij hoge luchtvochtigheid plaatsvindt.

Op de knol tijdens de bewaring kennen we de aantasting 'scab', ook dit wordt veroorzaakt door *Burkholderia* (voorheen bekend onder de naam *Pseudomonas gladioli* en soms ook onder de naam *Pseudomonas marginata*). De symptomen ontstaan alleen als de bacterie het weefsel aantast op plaatsen die door slakken, insectenlarven (emelten, ritnaalden) of mijten zijn beschadigd. De bacterie veroorzaakt onder Nederlandse omstandigheden gewoonlijk geen symptomen op onbeschadigde knollen. Ook bij het rooien kunnen beschadigingen aan de knollen ontstaan met 'scab' als mogelijk gevolg.

Bij gladiool zijn de eerste symptomen op het veld vaak zichtbaar aan de onderzijde van de plant op de grens van bodem en lucht. Op deze plek ontstaat vaak een lichte beschadiging van het blad door de beweging van de planten door wind en de schurende werking van grondeeltjes. Vlak boven de grond is het micro-klimaat vaak ook vochtiger.

Uit voorvallen die ter beoordeling werden voorgelegd aan de afdeling diagnostiek bij PPO, lijkt er soms verband te zijn tussen *Burkholderia* en andere aantastingen, zoals *Fusarium*, *Rhizoctonia* en vraat. De combinatie met *Rhizoctonia* wordt vaker gezien. Er zijn daarmee aanwijzingen dat *Burkholderia* een secundaire aantasting is. In de praktijk echter, is de verspreiding vanuit een zieke plant dermate snel dat het meer doet denken aan een primaire aantasting zoals bij *Xanthomonas* (geelziek) in hyacint. Aanvulling: Bij hyacint begint de primaire infectie vaak bij de bladpunten.

Bemesting

Wat betreft de bemestingstoestand zijn er aanwijzingen dat het calciumniveau de gevoeligheid voor infectie door *Erwinia* beïnvloedt. Uit een enquête onder telers van bijzondere bolgewassen (o.a. Dahlia en Iris) kwam hoge stikstofgift ook naar voren als factor waarmee *Erwinia* wordt bevorderd. In onderzoek met veldbehandelingen bij hyacinten met de elementen calcium, kalium, stikstof, selenium, mangaan, sporenmix en stalmest, kwam voor de aantasting met *Erwinia* in hyacint geen duidelijk effect naar voren. Bemesting lijkt geen belangrijke factor te zijn voor *Erwinia* voor, in ieder geval, de gewassen hyacint en dahlia. Toch wordt overmatig bemesten van vooral stikstof wel vaak afgeraden, om verzwakking van het gewas daarmee te voorkomen. Over bemesting in relatie tot het voorkómen van *Burkholderia* is geen informatie gevonden.

Sortiment

Sommige bedrijven beperken het probleem door een bepaald assortiment niet meer te gebruiken in de warme gebieden in het buitenland. Het is niet bekend om welk assortiment het precies gaat en of er sprake is van gevoeligheid bij bepaalde cultivars of bij gedegenereerde partijen van bepaalde cultivars. De cultivar 'Amsterdam' is in ieder geval sterk vatbaar voor *Burkholderia*, maar er zouden daarvan ook ongevoelige partijen zijn. De cultivars 'Costa' en 'Essential' werden als vatbare voorbeelden genoemd. Er is niet nader gekeken naar de gevoeligheid van het gladiolensortiment.

3.2 Omstandigheden tijdens verwerking en bewaring in de schuur

Bacteriën hebben vocht nodig om te overleven. Een nat product vormt daarmee een potentieel gevaar voor infectie. Eerder werd verwonding al genoemd als mogelijk invalspoort voor bacteriën. Bij verwonding is er geen sterke barrière voor ziektekiemen om binnen te dringen en bovendien is er ook altijd vocht van beschadigde cellen aanwezig. Tijdens de verwerking (schonen, sorteren, tellen, etc.) kunnen ook verwondingen ontstaan. Bovendien versmeren machines de aanwezige infecties naar andere knollen en bollen. Allerlei noodzakelijke handelingen als spoelen en bevochtiging met mist of stoom (voor het pellen van bollen), verhogen de kans op infectie.

3.3 Maatregelen ter voorkoming van bacterierot

Uit de adviezen voor aardappels en andere gewassen valt een aantal adviezen te halen dat ook van toepassing is voor gladiolen. Deze adviezen zijn gericht op:

1. Het voorkomen van verspreiding via grond, lucht, water en menselijk handelen.
2. Het vermijden van gunstige omstandigheden voor bacteriën; warme, vochtige omstandigheden.
3. Algemene bedrijfshygiëne.

Aanbevolen maatregelen:

- Zorg voor een goed afwatering van de grond. Bij gronden die gevoelig zijn voor verslemping is sterke beregening en het gebruik van zware machines tijdens vochtige perioden af te raden.
- Gebruik ziektevrij uitgangsmateriaal. Pas waar nodig warmwaterbehandeling of ontsmetting toe van de knollen. Bolontsmetting geeft geen 100% garantie van doding van alle ziektekiemen. Bacteriën kunnen zich in de schil of van vellen van bollen of knollen schuil houden waar de ontsmettingsvloeistof niet bijkomt.
- Ga voorzichtig om met besmette partijen. Isoleer ze van de gezonde partijen op het bedrijf. In gevallen van zware aantasting is het misschien beter de partij te vernietigen. Bij twijfel over de besmetting van een partij kan deze worden getoetst op de aanwezigheid van *Burkholderia*.
- Geef optimale bemesting op basis van monsters en bijmestadvies. Stuur bij de bemesting en teeltvoering meer aan op een kwalitatief gezond product en minder op kilo-productie. Wees niet te royaal met stikstof.
- Vermijd werkzaamheden in het veld in een nat gewas of onder omstandigheden met een hoge RV. Stel handelingen eventueel uit tot een gunstiger (droger) moment.
- Rooi zonder beschadiging en houd daarbij het aantal val-momenten zo laag mogelijk. Loop eens met een kritische blik de rooi- en verwerkingsstappen na op mogelijke bronnen van beschadiging.
- Droog de knollen direct na het rooien en houdt het product droog. Wees alert op condensvorming of hoge RV tijdens de bewaring.
- Ga voor uw bedrijf en teelt na waar ziekteverspreiding en infectie kan plaatsvinden (risico-inventarisatie). Pas aan de hand daarvan bedrijfshygiënische maatregelen toe. Breng personeel op de hoogte van deze maatregelen.
- Hou gegevens bij van partijen en percelen waar zich problemen met *Burkholderia* voordoen, zo snel mogelijk na het constateren ervan.



Figuur 1: Beeld van *Burkholderia* in blad van gladiool.
Het weefsel kleurt grijs en wordt korrelig, waarna de opperhuid openscheurt.

4 Elicitors en plantversterkers

4.1 Elicitors

Afweermechanismen

In de plant zijn grofweg twee mechanismen die een rol spelen bij de afweer van planten tegen pathogenen: de **salicylzuurroute** en de **jasmonzuurroute**. Er zijn aanwijzingen dat interacties tussen beide routes een rol spelen in nauw afgestemde verdedigingsmechanismen. Het is niet uitgesloten dat beide routes in dicotylen en monocotylen anders gereguleerd zijn en dat er ook andere interacties plaatsvinden.

Er is een aantal chemische en natuurlijke middelen dat na toediening een hogere weerstand in de plant kan induceren tegen plant-pathogene virussen, bacteriën of schimmels. Deze middelen noemt men **elicitors**. Voorbeelden hiervan zijn salicylzuur, jasmonzuur, riboflavine en chitine.

Positieve kenmerken:

- Elicitors zijn vaak breed werkend: de plantweerstand wordt verhoogd en daarmee de weerstand tegen verschillende soorten plantenziekten (schimmels, bacteriën en virussen).
- Veel van de middelen hebben een systemische werking en zijn vaak effectief gedurende een relatief lange periode tot aan de totale levensduur van de plant. Hiervoor moet echter het middel vaak herhaald worden toegepast waarmee de kosten van de bestrijding erg oplopen.
- Het effect is gebaseerd op verschillende mechanismen in de plant waartegen het pathogeen moeilijk resistentie kan opbouwen.
- Van een aantal van de middelen is bekend dat het geen (eco)-toxicologische risico's met zich meebrengt. Dit laatste is van belang bij de aanvraag van toelating van deze stoffen als bestrijdingsmiddel. Er wordt slechts een verdedigingsmechanisme geactiveerd en niets nieuws toegevoegd.

Nadelige kenmerken

- Elicitors bieden vaak minder bescherming dan synthetische chemische gewasbeschermingsmiddelen er is zeer zelden volledige onderdrukking (20-85% controle). Er is geen vergelijking bekend bij bacterieziekten daar er geen toegelaten synthetische chemische middelen ter vergelijking zijn.
- Het effect is uitsluitend preventief en niet curatief.
- Middelen werken pas vanaf één dag tot een week nadat ze zijn toegediend. Het effect is afhankelijk van het tijdstip van de behandeling; daarom vereist het een goede kennis van de epidemiologie van de ziekteverwekker.
- De effectiviteit kan afnemen naarmate de plant ouder wordt.
- Het effect van elicitors wordt beïnvloedt door omgevingsstress (abiotische factoren als: klimaat, bodemfactoren en vochtvoorziening).
- Cultivars kunnen verschillend reageren. Vatbare cultivars reageren vaak met een sterkere weerstandsverhoging dan niet-vatbare cultivars.
- De behandeling kan ook een negatief effect hebben op de plantengroei.

Effect in de praktijk

Veel van de in de literatuur beschreven middelen zijn onder gecontroleerde omstandigheden in de kas getoetst. Hoewel de informatie wellicht extrapoleerbaar is naar veldomstandigheden, moet bedacht worden dat planten daar vaak al te maken hebben met vele biologische en fysische stressfactoren. Hierdoor worden de stress-gerelateerde metabolische routes in de plant wellicht al aangeschakeld en wordt er minder (extra) effect bereikt met de middelen.

4.2 Plantversterkers

Plantversterker is een benaming voor een reeks van producten die ook wel bodemverbeteraars, groeibevorderaars of biostimulator worden genoemd. Als het product humus of organismen (vaak bacteriën) bevat, gaat het vaak om bodemverbeteraars. Het werkt dan verbeterend voor de groei van de plant door bijvoorbeeld structuurverbetering, verbeterde opname mineralen en het vrijmaken van mineralen in de grond.

Sommige plantversterkers bevatten stoffen die weer werken via de jasmonzuur- of de salicylzuurroute. Daarmee zijn het in feite elicitors. In veel literatuur worden de termen plantversterker en elicitor door elkaar gebruikt. Er wordt soms ook onterecht beweerd dat plantversterkers elicitors zijn.

Bij de formulering van dit soort producten zijn ook vaak meststoffen, sporenelementen en groeihormonen verwerkt. Deze stoffen geven logischerwijs stimulering van de gewasgroei. Dit hoeft echter niet te maken te hebben met ziektebestrijding of verhoging van de afweer.

Er is een veel groter aantal elicitors en plantversterkers dan er hier in dit hoofdstuk wordt genoemd. Van veel van deze producten is bijna tot geen onderzoek bekend met aantoonbare werking tegen bacterieaantasting. Het effect van de middelen is daarnaast ook nog eens sterk afhankelijk van factoren buiten de plant. Tenslotte is de werking vaak alleen of voornamelijk getoetst onder laboratoriumomstandigheden. Introductie in de buitenteelt levert vaak een veel minder of helemaal geen positief resultaat op.

De met **groen** gemerkte middelen in tabel 2 lijken de moeite waard om te onderzoeken. Dit zou wat elicitors betreft kunnen starten met het testen of gladiool wel of niet reageert met het aanschakelen van bepaalde afweermechanismen (routes) als reactie op het aanbrengen van elicitors.

4.3 Producten met perspectief

In Tabel 2 staat een overzicht van elicitors en plantversterkers waarvan onderzoeksresultaten bekend zijn. Deze stoffen zijn vaak onder laboratoriumomstandigheden getest. Dit biedt geen garantie voor werking onder praktijkomstandigheden.

Niet alle genoemde middelen hebben een toelating.

Producten gemarkeerd in **Groen** lijken op dit moment het meest perspectiefvol te zijn om uit te testen tegen *Burkholderia* in gladiool, omdat ze werkzaamheid hebben getoond tegen bacterieziekten (bij voorkeur *Burkholderia*) en niet schadelijk waren voor het gewas.

Aanbeveling

Vraag bij de aanschaf van plantversterkers altijd naar de samenstelling van het product. Probeer informatie over de stoffen (zelf) in te winnen door te zoeken op internet of informeer bij een onafhankelijke adviseur. Informeer ook naar de aanwezigheid van zware metalen.

Vraag aan de leverancier welke werking u kunt verwachten en op welke termijn.

Tabel 2. Beknopte opsomming van de werking van een aantal plantversterkers en elicitors zoals getest in specifieke ziekte/gewas- combinaties.

Zie bijlage 1 voor informatie over de gebruikte stoffen en bijlage 2 voor details over onderzoeksresultaten. .

Middelen / producten	<i>Burkholderia glad.</i> pv. <i>allicola</i> in Ui (Literat.)	<i>Erwinia Zantedeschia</i> (PPO-BBF)	<i>Erwinia Zantedeschia</i> (div. literat.)	<i>Erwinia Sedum</i> (PPO-BBF)	<i>Erwinia Aardappel</i> (J. v.d. Wolf)	Meeldauw Brassica (J. v.d. Wolf)	Valse meeldauw (WUR-Glas)	Valse meeldauw Impatiens (WUR-Glas)
AC2118 (Fenomenal)				-				
Argicin Plus		- en +		-			+ ⁴	- ³
BABA			+ ¹			+		
Blofeed Amin + Blofeed Dip				-				
Bio-Imune							+ ⁴	+
Bion (A9180A, Actiguard)		- en +	+ ¹	- en +		-		
Cuprozin				-				
DC(INA)						+		
Kalifosfiet		-						
Kaliumfosfiet (Fy-taal)				- en +			+ toename salicylzuur ⁴	+
Methyl Jasmonaat		- Schade	+					
Salicylzuur		- en -		-	+ en -	-		
Probenazole (Oryzmate)								
Vacciplant				-				
11949A				-				
BABA + BION	+							
BABA + Probenazole	+							
cis Jasmone² + Probenazole	+							
Vital + Algeco							+ ⁴	

Toelichting: + = reductie aantasting, - = geen effect, + en - = resultaten van 2 onderzoekjaren.

¹ Tijdelijke reductie ² Product van decarboxylatie van jasmonzuur ³ Wel verhoging weerstand tegen bodempathogenen

N.B. In Brazilië werd (een aantal jaren geleden) een aantal middelen en producten getest tegen de verspreiding van bacterieziekten. Het betrof onder andere plantversterkers, koperhoudende middelen en aangieten met ontsmettingsmiddelen in gladiool, maar ook op andere gewassen en fruit, echter zonder resultaat. Alle geteste middelen waren toen niet werkzaam tegen *Burkholderia*.

Uit navraag bleek het te gaan om de middelen Hidrosan (natrium dichloorisocyanuraat), Maxill (oplosbaar silicium), Propolis (natuurlijk antibioticum afkomstig van bijen, bacterie en schimmeldodend), Oxigenada (H₂O₂), Fertsil (kaliiumsilicaat) en Phytus k30 (een middel dat de opname van andere middelen versterkt).

5 Antagonisten en bacteriofagen

In het kort volgt hier een overzicht van de haalbaarheid en de kosten van het vinden, selecteren, testen en toepassen van antagonisten en bacteriofagen tegen *Burkholderia*.

5.1 Antagonisten

In de plantenziektenkunde is een antagonist een micro-organisme dat ingezet kan worden bij de biologische bestrijding van plantenziekten. De werking van een antagonist kan berusten op:

- vorming van toxines, antibiotica, enzymen
- parasitisme of predatie
- competitie om voedsel en ruimte
- geïnduceerde resistentie (indirect)

Tot nu toe zijn tegen bacterieziekten weinig resultaten behaald met antagonisten. Er zijn wel succesvolle antagonisten tegen schimmelziekten.

Stappen om een geschikte antagonist te vinden

Voor het selecteren van geschikte producten met antagonisten die een werking hebben tegen *Burkholderia* in gladiool, moeten een aantal stappen worden doorlopen:

1. Nagaan welke antagonisten met aangetoonde antibacteriële werking commercieel verkrijgbaar zijn (o.a. *Bacillus* en *Serratia*)
2. *In vitro*-proefjes uitvoeren met de geselecteerde producten.
In het geval van gladiool: screening antagonist op remming van *Burkholderia* in een petrischalenproef

Als de commercieel verkrijgbare producten niet werken:

3. Isolatie antagonistische bacteriën uit gladiool: kijken naar groeiremmende effecten op *Burkholderia* én naar de productie van sideroforen (ijzerbindende moleculen) of antibiotica.
4. Identificeren van de gevonden antagonist(en)
5. Uittesten op diverse isolaten uit de collectie van *Burkholderia gladioli* pv. *gladioli*
6. Antagonisten opkweken
7. Kasproeven
8. Veldproeven

Belangrijke voorwaarden en kanttekeningen:

- Tijdsinvestering: Voor het vinden en voortesten van geschikte kandidaat-antagonisten is Voor stap 1 t/m 5: 1 jaar nodig
Voor stap 6 + 7: 2 komt er 2 jaar bij
Stap 8 kost nog eens 2 jaar, eventueel overlappend met stap 6.
- Globale kosten onderzoek: € 100.000,- à € 200.000,-
- Registratiekosten: Reeds commercieel verkrijgbare antagonisten € 100.000
Voor een antagonist die nog niet commercieel verkrijgbaar is, is de kans op een registratie voor toepassing in gladiool zeer klein i.v.m. de kleine omvang van het teeltareaal (hoge kosten tegenover de lage afzetmogelijkheid).
- Eventuele positieve resultaten met een antagonist in Nederland zullen niet zondermeer te extrapoleren zijn naar Zuid-Europa.
- Voorbeeld:
In onderzoek van Jan van der Wolf (PRI) met *Dickeya* in aardappel bleek dat de antagonist *Serratia* in het lab een duidelijke werking had. Na patenteren is het middel onder buitenomstandigheden verder getest. De werking op het veld viel echter erg tegen.

5.2 Bacteriofagen

Algemeen

Een bacteriofaag of kortweg faag is een klein virus dat enkel bacteriën infecteert. Faagtherapie wordt gezien als een alternatief voor de inzet van antibiotica bij het bestrijden van bacteriële infecties. Het grootste kenmerk van bacteriofaagtherapie is dat de bacteriofaag gastheerspecifiek is. Faagtherapie kent veel toepassingen in de humane en dierlijke geneeskunde, maar kent alleen toelating in Rusland en Georgië. In de voedselindustrie wordt een bacteriofaag momenteel ook in het westen toegepast tegen *Listeria* (voedselvergiftiging) (bron: Wikipedia)

Het grootste probleem voor toepassing van bacteriofagen in het veld is dat ze makkelijk geïnactiveerd worden door blootstelling aan zonlicht (UV-licht), hoge temperaturen, extreme pH's en hoge ionenconcentraties.

Momenteel zijn er geen producten op de markt met bacteriofagen voor de bestrijding van bacterieziekten in de land- en tuinbouw.

Onderzoekstappen om een geschikte bacteriofaag te vinden¹

1. Grond afkomstig van teeltplek met aantasting uitspoelen
2. Bacteriofagen isoleren, zuiveren en karakteriseren
3. Bepaling specificiteit bacteriofagen tegen *Burkholderia gladioli* pv. *gladioli*
Dit betekent dat men moet beschikken over een kweek van *Burkholderia gladioli* pv. *gladioli*. Bij het bestaan van meerdere pathogene 'ondersoorten' is van al deze 'ondersoorten' een kweek nodig.
4. Bacteriofagen opkweken
5. Kasproeven
6. Veldproeven

Belangrijke voorwaarden en kanttekeningen:

- Tijdsinvestering:
 - Stap 1 t/m 6 : half jaar
 - Stap 7 : 1 seizoen
 - Stap 8 : 2 seizoenen
- Globale kosten onderzoek:
 - Stap 1 t/m 4 : € 20.000 - € 40.000
 - Stap 5, 6 : € 40.000
 - Stap 7 : onbekend (afhankelijk van omvang)
 - Stap 8 : onbekend (afhankelijk van omvang)
- Kosten totaal : € 100 à 150.000 (minstens)
- Registratie : Kans zeer klein i.v.m. het kleine teeltareaal.
- Praktijktoeepassing : Er worden zgn. fermentors gebruikt voor de grootschalige kweek van bacteriofaag. Een eerste toegelaten product is Listex P100, tegen *Listeria monocytogenes*.
- Eventuele positieve resultaten met een bacteriofaag in Nederland zullen niet zondermeer te extrapoleren zijn naar Zuid-Europa.

Voorbeelden uit onderzoek:

- In een labproef zijn knollen geïnfilterd met *Erwinia* en/of bespoten met bacteriofaag. Er bleek echter geen werking te zijn tegen *Erwinia*. Ook in een veldproef was er geen werking.
- Er zijn bacteriofagen gevonden die de groei van *Dickeya* in vitro volledig stoppen en aardappelknolweefsel (schijfjes) beschermen tegen *Dickeya*. Voor toepassing in de praktijk is extra onderzoek nodig naar de (lange termijn) effectiviteit en naar de consistentie.

¹ Zie ook: R. Czajkowski, Z. Ozymko and E. Lojkowska (2013). Isolation and characterization of novel soil-borne lytic bacteriophages infecting *Dickeya* spp. biovar 3 ('*D. solani*')

6 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

- Veel maatregelen die algemeen gelden voor het voorkomen van bacterieziekten in planten zijn ook van toepassing op *Burkholderia*.
- Er is onvoldoende bekend van de externe omstandigheden waarbij *Burkholderia gladioli* in Nederland optreedt en van de wijze waarop deze ziekteverwekker zich verspreidt. Hierdoor is een bedrijfszekere aanpak moeilijk te vinden. Aantasting door *Burkholderia* in situaties in het buitenland, vooral in warme gebieden, is zelfs nog minder gemakkelijk te voorkomen.
- Er zijn geen middelen of producten toegelaten of beschikbaar waarmee *Burkholderia* in de teelt van gladiool kan worden voorkomen of bestreden.
- Enkele aangeboden producten in de categorie plantversterkers en elicitors kunnen onder gunstige omstandigheden positief werken op de weerstand van planten en daarmee enige bescherming bieden. De werking tegen *Burkholderia* in gladiool is echter onbekend. Meer onderzoek hiernaar is gewenst.
- Voor een onderzoek naar de werking van middelen zal er eerst meer kennis over de verspreiding en de infectieroute van *Burkholderia* moeten zijn.
- Voor onderzoek met elicitors en het ontwikkelen van een antagonist of bacteriofaag is meer kennis over het infectieproces van *Burkholderia* (ook) zeer gewenst.
- De kosten voor een toelating van een bacteriofaag of een antagonist zullen verhoudingsgewijs er hoog zijn voor het kleine areaal gladiolen.

Aanbevelingen

Teeltadviezen worden in het buitenland vaak niet opgevolgd. Onder dergelijke suboptimale teeltomstandigheden is het risico op aantasting extra groot. De invloed van teeltomstandigheden is in veel gevallen sterk bepalend voor de schade en voor de effectiviteit van bestrijdingsmaatregelen. In de buitenlandse teeltgebieden zal dus geïnvesteerd moeten worden in het verbeteren van de teeltomstandigheden alvorens gedacht kan worden aan de inzet van middelen zoals plantversterkers.

Een test met elicitors of plantversterkers wordt op dit moment nog niet zinvol geacht. Meer kennis over de verspreiding en de omstandigheden die aantasting door *Burkholderia* onder Nederlandse omstandigheden bevorderen kan worden verkregen door in voorkomende situaties veel gegevens vast te leggen. Denk daarbij aan de fysische grondeigenschappen, heersende weersomstandigheden. Ook zal de invloed van de partij en van het sortiment moeten worden geïnventariseerd.

Bijlage 1. Productinformatie van producenten

Productinformatie van de leverancier van de in tabel 2 genoemde middelen.

Elicitors. Product	Samenstelling	Toelichting
A9180A	zie Bion	
AC2118	zie Fenomenal	
Actiguard	zie Bion	
Argicin Plus	15% stikstof (ureum), 0.1% zilver, 1% salicine	Bladmeststof op basis van stikstof, zilver en salicine. Salicine stimuleert het afweermecanisme in de plant: activatie salicylzuur-route. Toegelaten als meststof. In diverse gewassen terugdringen infectie, o.a. <i>Xanthomonas</i> .
BABA	β -aminoboterzuur	In diverse monocotyle en dicotyle gewassen, tegen een breed spectrum van aantastingen. Induceert de natuurlijke plantreactie op infecties (System Acquired Resistance).
Bion	acibenzolar-s-methyl (ASM) of 1,2,3-Benzothiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester (BTH)	Activatie van de salicylzuur-route. Moet preventief worden toegepast zijn vóórdat een pathogeen zich aandient. Tegen breed spectrum van ziektes door schimmels, bacteriën en virussen.
B'lofeed Amin B'lofeed Dip	Amino-zuren en vitamines etherische oliën	Reeks producten die specifiek gericht zijn op toepassing in de buitenteelt, als gewas- en bodembehandeling.
Cuprozin	Koperhydroxide	
DC(INA)	2,6-dichloroisonicotinis acid	Activatie salicylzuur-route
Fenomenal	Fenamidon + fosetyl-aluminium	Fosetyl-aluminium behoort tot de groep van de fosfonaten (zoals ook kaliumfosfaat). Het is een systemische werkende stof en is weinig gevoelig voor resistentiedoorkruising. Plantversterkend.
jasmonzuur	jasmonzuur	Fytotoxisch bij hoge doseringen (> 1 mg/ml). Het gebruik van jasmonzuur voor gewasbespuitingen is gepatenteerd.
Oryzemat	probenazole	Activatie salicylzuur-route
salicylzuur	salicylzuur	Tegen virussen, schimmels en bacteriën in zowel monocotylen als dicotylen. Echter, salicylzuur wordt door de plant vrij snel geïmmobiliseerd, waardoor geen systemische verspreiding in de plant. Salicylzuur is al in lage concentraties giftig voor de plant en wordt niet voor gewasbespuitingen gebruikt.
Vacciplant	laminarin Laminarin, is een molecuul van natuurlijke oorsprong, geëxtraheerd uit bruine algen (<i>Laminaria digitata</i>).	Nieuw product, sinds ruim twee jaar een Nederlandse toelating. Het middel stimuleert het afweermecanisme van de plant. De toelating betreft toepassing in de teelt van appel, peer en aardbeien en in de teelt van vruchtbomen en vruchtbom- onderstammen.

Meststoffen	Samenstelling	Toelichting
Bio Imune	Natuurlijke meststof op basis van bruinalgen en plantenextracten. Verhoging peroxidase activiteit en PR (pathogen related) eiwitten.	aanmaak PR-proteïne en verhogen peroxidase-activiteit. Bladbespuiting.
Kaliumfosfiet (Fytaal)	Kaliumfosfiet	Verhoogt het gehalte aan salicylzuur. De plant maakt daardoor zelf afweerstoffen. Het product Fy-taal is commercieel verkrijgbaar en bevat kaliumfosfiet. De hoeveelheden kalium en fosfor zijn zo laag dat de bemestingswaarde nihil is, maar dat wel de plantafweer wordt verhoogd. Een preventieve toepassing van kaliumfosfiet kan leiden tot een sterker wortelstelsel, maar fosfiet kan ook schade geven aan de wortels.
Vital	Si, K, organ. vetzuren, sporenelementen op basis van plantenextracten	Ecologische bladmeststof

Bijlage 2. Details van onderzoeksresultaten

In deze bijlage staan details over onderzoeksresultaten zoals die in tabel 2 staan samengevat.

Burkholderia gladioli pv. *allicola* in ui.

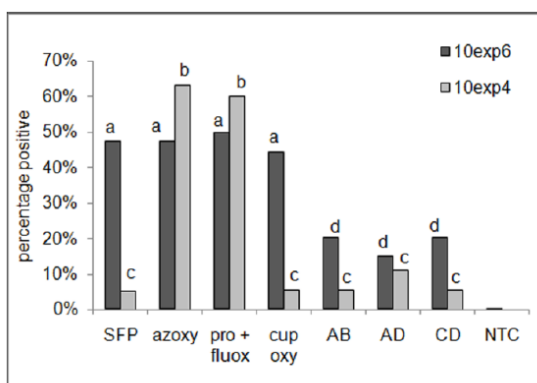
Tot nu toe was de bestrijding beperkt tot fungiciden zoals bv. Cuprokylt (koper oxychloride).

Sterke reductie van de bacterie bij:

BABA + BION	(1 mM + 1 mM)	<i>In grafiek: AB</i>
BABA + Probenazole	(1 mM + 0.2 mM)	<i>In grafiek: AD</i>
cis Jasmone + Probenazole	(3.2 mM + 0.2 mM)	<i>In grafiek: CD</i>

4 behandelingen 1 maal per 18 dagen

2 behandelingen vooraf aan de kunstmatige besmetting



NB. 10⁴ minder betrouwbaar door inconsistente infectie rates.

Pectobacterium carotovorum in Zantedeschia - Deltaplan B (onderzoek PPO)

Lichte afname aantasting (2013):

ArgicinPlus	(2, 20, 40 ml/10 l water)
Bion (A9180A)	(0.5, 5, 10 mg/50 ml water/m ²)

6 bladbespuitingen; om de 10 dagen

Na 6 blad bespuitingen besmetting met *Erwinia*

Geen effect 2013:

Salicylzuur	(0.02, 0.2, 0.4 mM; 4x bladbespuitingen)
Methyljasmonaat	(1, 5 mM; 6x bladbespuitingen) 5 mM (gaf schade)
Kalifosfiet	(0.2% 4x aangieten, 4x spuiten; 1% 4x aangieten)

Geen effect 2012:

ArgicinPlus	(20, 40 ml/10 l water; 4x of 8x bladbespuiting en/of knoldompeling)
Bion (A9180A)	(5 mg/50 ml water/m ²)
Salicylzuur	(0.2, 0.4 mM; 4x bladbespuitingen of knoldompeling)

Er zijn inconsistente effecten tussen experimenten en parameters.

***Pectobacterium carotovorum* in Zantedeschia – diverse literatuur (In: Derkx, R. *et al.*, 2012).
Toepassing van elicitors ter verhoging van de plantweerstand (PR nr. 14443)**

Afname aantasting:

Bion
BABA (A9180A)
Methyljasmonaat
Harpin_{xoo} (via quorum sensing en –quenching)
Nacyl homoserine lactona (via quorum sensing en –quenching)

Mogelijk ook interessant:

DC(INA) : 2,6-dichloroisonicotinic acid
Harpin : eiwit, geproduceerd door de plant pathogene bacterie *Erwinia amylovora*
Riboflavine
Thiamine : breed werkzaam tegen schimmels, bacteriën en virussen

***Pectobacterium carotovorum* in Zantedeschia (T. Luzzato *et al.*, 2007)**

Jongste blad afgesneden; behandeld; bladponsjes; besmet met bacterie:

Volledige remming bacterie en langdurig effect:

Methyljasmonaat (10 mM; bladspray):.

Sterke reductie aantasting, echter tijdelijk:

Bion (10 µg/ml; dompelbehandeling)
BABA (5-10 µg/ml; dompelbehandeling)

Hogere doseringen waren fytoxisch.

***Dickeya* in Sedum (onderzoek PPO)**

Vertraging groei bacteriën, maar niet significant (2013):

Kaliumfosfiet (Fy-taal) (1%; wekelijks aangieten (als nog klein) of bespuiten)
Bion (A9180A) (0.5 kg/ha; wekelijks spuiten)

Besmetting: 5 weken na eerste bespuiting.

Geen duidelijk en consistent effect (2012):

Argicin Plus	1 l/500 l water
Bion (A9180)	0.05 kg, l/ha
Vacciplant	0.75 kg, l/ha
Cuprozin	1.2 kg, l/ha
Bløfeed Amin + Bløfeed Dip	3 + 2, 1 kg, l/ha
AC2118 (Fenomenal)	2.5 kg, l/ha
Kaliumfosfiet	1% kg, l/ha
A9180 (Bion) + 11949A	0.05 + 2.5 kg, l/ha

WUR – J. Hofland. In Nieuwe Oogst 12 nov 2011

Vertraging aantasting valse meeldauw in komkommer met de middelen:

Bio-Imune (Pure)

Vital + Algeco (Ecostyle)

Argicin Plus

Bio Imune en ArgicinPlus opbrengstverhoging

Ander onderzoek J. Hofland:

kaliumfosfiet: positief effect; meetbare toename gehalte salicylzuur in plant.

Praktijk. In Nieuwe Oogst 12 nov 2011

Argicin Plus: in diverse gewassen terugdringen infectie, o.a. Xanthomonas

Valse meeldauw in Impatiens (potten, kas) (J. Hofland et al., 2010). Nieuwe middelen tegen valse meeldauw in Impatiens walleriana (PT, WUR)

Effect van:

Bio Imune:

Bladbespuiting, 4 l/ha, 3x

Vertraging infectie. Reductie infectie niveau met 70% t.o.v. onbehandelde controle.

Fytaal: Aangieten, 0.5%, 10% potvolume, 2x

Extra bescherming tegen infectie

ArgicinPlus:

Bladbespuiting, 1 ml/0.5 l, 3x

Niet effectief tegen valse meeldauw.

Wel extra weerstand tegen bodempathogenen onder veldcondities.

Meeldauw in kool (J. van der Wolf, 2012. Seed and leaf treatments with natural compounds to induce resistance against *Peronospora parasitica* in *Brassica oleracea*. In: Crop protection 35)

Meerdere middelen een herhaalbaar effect.

INA beste, sterke bescherming, zowel blad- als knolbehandeling (ook kans op fytoxische effecten)

BABA ook sterk positief effect, echter alleen bij toepassing als bladbehandeling

Salicylzuur: geen effect

BTH-Bion: geen effect

Aardappel – *Pectobacterium* (J. van der Wolf, telefonisch contact, 2014)

Alleen salicylzuur effect; wisselend effect

Bijlage 3 Literatuur

R. Czajkowski, Z. Ozymko and E. Lojkowska (2013). Isolation and characterization of novel soilborne lytic bacteriophages infecting *Dickeya* spp. biovar 3 (*D. solani*)

Joop van Doorn, Peter Vreeburg en Paul van Leeuwen Beheersing van *Erwinia* in bolgewassen. Agressief snot en witsnot in hyacint, Zantedeschia, Dahlia en andere bloembolgewassen PPO rapport 3232096600, oktober 2008

Ria Derkx, Joop van Doorn en Jan van der Wolf, Toepassing van elicitors ter verhoging van de plantweerstand. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit; en Plant Research International, Juni 2012, PPO rapport nr. 3236144000.

Joop van Doorn, Peter Vreeburg, Paul van Leeuwen, Wendy Martin en Robert Dees, Deltaplan *Erwinia* – C, Praktijkgericht (C-) onderzoek aan *Erwinia*-problemen in bloembolgewassen 2009-2013. PPO nr. 3234071100, december 2013

Joop van Doorn en Jan van der Wolf, Is *Erwinia* te beheersen? Een literatuurstudie over rotproblemen in diverse gewassen om met deze kennis *Erwinia* in bolgewassen beter te kunnen aanpakken. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Sector Bollen, mei 2005, rapport PPO nr. 320966.

Nicola J Holden, Reducing Bacterial infection in seed onions through the use of plant elicitors, The James Hutton Institute, Invergowrie, Dundee, Report January 2012.

H. Velvis, K. Kristelijn en J van der Wolf, Eindrapportage Deltaplan *Erwinia* deel C – poot aardappelen. Zoetermeer : Kennisakker.nl, 2013.

Peter Vink, Trees Hollinger en Khanh Pham, Onderzoek naar een onbekende bladafwijking in gladiool. Voortgezet diagnostisch onderzoek 2006. PPO-rapport 3234009700-3, maart 2007.

Peter Vink en Trees Hollinger, *Burkholderia* in gladiolen, voortgezet diagnostisch onderzoek 2007. PPO rapport nr 3234036700-2, maart 2008

J.M. van der Wolf, Naar een *Erwinia* vrije pootgoedteelt: een literatuurstudie. Plant Research International, Rapport nr 82. Juni 2004.

J.M. van der Wolf en J. van Doorn, Fysische, chemische en biologische bestrijding van pectinolytische *Erwinia*'s , Plant Research International B.V. Wageningen, november 2006, Nota 424 .