

Aanpak van overmatige wortelgroei in groentegewassen veroorzaakt door *Agrobacterium rhizogenes*

1 oktober 2009



Groen Agro Control
LABORATORIUMONDERZOEK & ADVIES



Aanpak van overmatige wortelgroei in groentegewassen veroorzaakt door Agrobacterium rhizogenes

Opdrachtgever: **Productschap  Tuinbouw**

Looptijd project: januari 2008 – juli 2008

COLOFON:

Contactpersoon: Adriaan Vermunt

Adres: Groen Agro Control
Distributieweg 1
2645 EG Delfgauw
Tel: 015 2572511
Fax: 015 2572522

Datum: 1 oktober 2009
Titel Rapport: Aanpak van overmatige wortelgroei in groentegewassen veroorzaakt door Agrobacterium rhizogenes
Opdrachtgever: Productschap Tuinbouw
Kernwoorden: Tomaat, aubergine, komkommer, overmatige wortelgroei, crazy roots

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch of op geluidsband of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgevers.



INHOUDSOPGAVE

| | |
|--------------------------------|----|
| INHOUDSOPGAVE | 3 |
| SAMENVATTING | 4 |
| 1. INLEIDING | 5 |
| 2. PLAN VAN AANPAK | 8 |
| 3. RESULTATEN | 10 |
| 4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 25 |



SAMENVATTING

Overmatige wortelgroei treedt sinds 2006 bij een toenemend aantal groentebedrijven op. Deze besmettelijke ziekte uit zich door overmatige wortelgroei waardoor een sterke verdichting van het wortelmilieu optreedt. Zuurstofgebrek en secundaire wortelproblemen (Pythium) kunnen vervolgens uitmonden in verwelking en productieverlies. Daarnaast kan in het gewas excessieve vegetatieve groei optreden hetgeen tot productieverlies kan leiden.

De ziekte wordt veroorzaakt door een bacterie, *Agrobacterium rhizogenes*. Er zijn geen bestrijdingsmiddelen beschikbaar die besmette planten gezond kunnen maken. Besmette planten blijven tot het eind van de teelt overmatig wortels aanmaken.

Op glasgroentebedrijven verspreidt de bacterie zich voornamelijk via water en het watergeefstelsel. In wortels en drainwater van aangetaste matten wordt de bacterie gevonden, in de bovengrondse plantendelen van aangetaste planten tot nu toe niet. Verspreiding via gewaswerkzaamheden lijkt dus uitgesloten. Verspreiding op het bedrijf dient te worden tegengegaan door uiterste hygiënemaatregelen te nemen. Effectief ontsmetten van drainwater en het toevoegen van een reinigingsmiddel is aan te raden wanneer overmatige wortelgroei in de vorige teelt werd gezien of wanneer de eerste aantasting geconstateerd wordt.

Het enige moment om echt van de bacterie af te komen is tijdens de teeltwisseling. Op getroffen bedrijven lijkt het tot nu toe echter moeilijk om de bacterie afdoende te bestrijden tijdens de teeltwisseling. Uit dit onderzoek is gebleken dat herbesmetting waarschijnlijk in verband gebracht moet worden met onvolledig ontsmette druppelsslangen, stekers, draingootjes en het drainafvoersysteem. Zelfs de drainput, wateropslagsilo's, ontsmettingsapparatuur en filters zullen tijdens de teeltwisseling extra geschoond en ontsmet moeten worden om herbesmetting tegen te gaan.



1 INLEIDING

Voorgeschiedenis en symptomen

In de zeventiger jaren werd in Groot Brittannië in komkommer voor eerst het zogenaamde Crazy Roots verschijnsel vastgesteld. In Nederland werd het voor het eerst rond 2000 in komkommer waargenomen. Vanaf die tijd heeft het zich in Nederland uitgebreid naar tomaat en aubergine op tomatenonderstam. Sinds 2006 worden in toenemende mate tomatenbedrijven getroffen. In ieder geval kwam het in 2008 bij 3 auberginetelers, 9 tomatentelers, 3 komkommertelers en 1 plantenkweker voor. In 2009 zijn er voor zover bekend bij Groen Agro Control ongeveer 30 bedrijven, voornamelijk tomatenbedrijven, besmet.

Ziekteverwekker *Agrobacterium rhizogenes*

De ziekte wordt veroorzaakt door een zeer besmettelijke bacterie, *Agrobacterium rhizogenes*. Deze bacterie kan een cirkelvormige DNA-element (het Ri-plasmide) aan de plant overdragen. Dit DNA-element verstoort de hormoonhuishouding in de plantwortels.

Het is bekend dat de bacterie lang in de grond kan overleven. Besmette grond en stofdeeltjes van buitenteelten zijn daarom potentiële infectiebronnen. Daarnaast worden besmettingen in de praktijk in verband gebracht met gebruik van besmet oppervlaktewater, overlopende kasgoten in het drainsysteem, doorgroeien van wortels uit de mat naar draingootjes en inloop van besmette gronddeeltjes via gaten in het gronddoek.

In 2008 is via een consultancy onderzoek niet aangetoond dat besmetting van buiten komt, noch via gronddeeltjes noch via water van buiten het bedrijf.

Uit het buitenland is bekend dat de ziekte gemakkelijk via de opkweek verspreid wordt. Ook in Nederland wordt deze vorm van verspreiding niet uitgesloten.

Vraagstelling

Praktijk:

Telers vragen zich af waar de bacterie vandaan komt en hoe deze zich kan verspreiden op het bedrijf en wat er tegen te doen is indien (her)besmetting aan de orde is. Door meerdere locaties te onderzoeken zal meer kennis opgedaan worden op welke wijze de schade beperkt kan worden. Mogelijk dienen extra maatregelen en advies opgenomen te worden in een aanvulling op het hygiëneprotocol glasgroenten. Verder wordt een verbetertraject ingezet t.a.v. de bemonsteringsstrategie om zodoende besmettingsbronnen op te sporen. Zo kunnen in de toekomst problemen snel gesignaleerd worden.

Bestrijding:

Besmetting van het teeltsysteem blijkt hardnekkig te zijn. Bedrijven die eenmaal een besmetting hebben opgelopen, raken deze zeer moeilijk kwijt. Momenteel zijn er geen bestrijdingsmiddelen tegen bacteriën toegelaten en hebben telers te weinig aangrijpingspunten voor bestrijding. Eenmaal besmette planten zijn niet meer te genezen. Strikte hygiënemaatregelen zijn dan ook van belang om besmetting met de ziekteverwekker te voorkomen. Verspreiding kan in potentie ingeperkt worden door



Aanpak overmatige wortelgroei in groentegewassen (Agrobacterium rhizogenes)

biologische bestrijding, plantversterkers of toepassing van reinigingsmiddelen in het substraatsysteem, maar de praktijkresultaten zijn op dit moment nog wisselend. In het onderzoek wordt tevens meegenomen welke methoden en middelen effectief zijn om bacterieverspreiding en uitbreiding tegen te gaan.

Toetsmethode:

Belangrijk voor de diagnose van zieke planten en het detecteren van de bacterie op een bedrijf is een gevoelige toets. De Bio-PCR toetsen voor *Agrobacterium rhizogenes* van de deelnemende laboratoria hebben zich afgelopen jaren in de praktijk bewezen bij meerdere bedrijven waar duidelijk aangetaste planten aanwezig waren. Hoewel de huidige PCR-toets geschikt is om zeer lage aantallen van bacteriën aan te tonen, schiet de bemonsteringsmethode soms nog te kort om de bron van de aantasting te achterhalen.

Er zal in het onderzoek gewerkt worden aan een optimalisatie van de bemonsteringstechniek in combinatie met ophopingsmethodiek. Zodoende kunnen lage concentraties aan bacteriën gedetecteerd worden in grond en andere monsters.

Onderzoeksplannen

WUR Glastuinbouw, Groen Agro Control en Blgg hebben, op verzoek van PT, een gezamenlijk projectplan opgesteld en ingediend bij de PT.

Onderdeel 1.

Inventarisatie en hygiëne-advies bij de getroffen bedrijven (GAC):

- Selectie van 10 bedrijven die besmet waren in 2008, verdeeld over verschillende gewassen.
- Vaststellen van het percentage aangetaste planten op de getroffen bedrijven.
- De herkomst van de planten achterhalen.
- Relaties van de getroffen bedrijven onderling vaststellen.
- De verspreiding in de kas, in de regio en in de tijd bepalen.
- Teeltwisseling en hygiënische maatregelen kritisch tegen het licht houden.
- Mogelijke besmettingsbronnen met gevoelige testmethoden opsporen

Optimalisatie bemonsteringsstrategie (GAC):

Het is niet uitgesloten dat de concentratie van bacteriën soms zodanig laag is (in plant en grond) dat de bacterie wordt gemist in de analyse. Optimalisatie van de bemonstering- en analysetechniek is noodzakelijk.

Onderdeel 2. (deze wordt in dit verslag niet verder beschreven)

Kasproef (Wageningen UR Glastuinbouw, Blgg)

- Een kasproef uitvoeren voor twee gewassen (met één kas per gekozen gewas) waarin de ziekteverwekker kunstmatig wordt toegediend. Als voorbeeldgewas wordt gedacht aan komkommer, vanwege de korte teelt en snelle uiting van symptomen, en een tomatenonderstam waar zowel tomaat als aubergine op worden gezet. In overleg met de BCO kunnen ook andere gewassen worden getoetst.
- In de proef worden de verschillende methoden of middelen onderzocht die de aanwezigheid en infectie van wortels met het Ri-plasmide in een kas kunnen



Aanpak overmatige wortelgroei in groentegewassen (Agrobacterium rhizogenes)

voorkomen of verspreiding ervan kunnen inperken. Door de besmetting al in de opkweekfase in te brengen kan de looptijd van de proef worden teruggebracht.

- In de kasproef zullen behandelingen worden meegenomen met: reinigingsmiddelen, natuurlijke gewasbeschermingsmiddelen die in proeven in Engeland veelbelovend waren, of andere perspectiefvolle middelen die zicht hebben op een Nederlandse toelating. Welke middelen uiteindelijk getest gaan worden, wordt in overleg met de BCO vastgesteld, maar er zal minimaal één behandeling met natriumhypochloriet worden meegenomen.
- De effectiviteit van de maatregelen zullen waargenomen worden door de ziekteontwikkeling van het gewas, de productie en aanwezigheid van *Agrobacterium rhizogenes* te monitoren (met in totaal 85 monsters). Ter vergelijking worden in de proef een niet-besmette controle opgenomen en een onbehandelde besmette controle opgenomen.



Fig. 1: Foto van effect in komkommers, misvormde vruchten



2 Plan van aanpak

Inventarisatie van gebruikte methoden en technieken.

Via een standaard vragenlijst is een inventarisatie gemaakt bij de 10 gekozen meetbedrijven, waarvan 3 aubergine-, 2 komkommer-, 4 tomatenbedrijven en een plantenkweker. Deze bedrijven zijn geselecteerd omdat bij hen in 2008 ook *Agrobacterium rhizogenes* (A.r.) is vastgesteld. Daarbij kwamen de volgende zaken aan de orde: de mate van verspreiding en bedrijfssituatie qua systeem en ontsmettingstechnieken en methoden.

Verder zijn aanvullend 7 getroffen tomatentelers en 3 komkommertelers uitvoerig gesproken om ook hun ervaringen mee te nemen in dit onderzoek. Onder deze bedrijven zijn er een aantal die in 2009 voor het eerst met A.r in aanraking kwamen. De volgende onderwerpen zijn geëvalueerd:

- Ontwikkeling percentage aangetaste planten in de tijd
- Herkomst van het plantmateriaal
- Typen uitgangswater, herkomst, opslagmethode etc
- Ontsmettingsmethode, middelen, toevoegingen ea preparaten
- Inventarisatie van hygiënische maatregelen tijdens teeltwisseling
- De verspreiding in de kas en in bepaalde gebieden en in de tuinbouwsector
- Overeenkomsten en relaties tussen de getroffen bedrijven

Monstername

De 10 geselecteerde bedrijven zijn in februari en mei bezocht waarbij relevante monsters genomen werden.

De volgende monsters zijn genomen en onderzocht via de Bio-PCR methode:

- gewasmonsters: wortels en stengel van plant met aangetaste wortels
- uitgangswater in opslag
- drainwater uit mat van verdachte planten
- grond van perceel buiten de kas
- monsters van waardplanten die dichtbij kas (hebben ge-)staan
- water in opslagsilo voor en na de ontsmettingsbehandeling
- water voor en na behandeling met een ontsmettingsmiddel (+concentratie)
- Bijzondere monsters: water dat lange tijd in brandslang stil heeft gestaan; blad en gronddeeltjes onderuit bassin

Bijzondere monsters voor onderzoek:

- water direct voor en na de ontsmettingsbehandeling (UV, verhitter)
- geconcentreerd basiswater met zilveroxide
- uitgangswater met zilveroxide
- stuk ribbelbuis van drainafvoersysteem
- grondmonsters voor betere analyse techniek/methode (zie diagnostiek)



Aanpak overmatige wortelgroei in groentegewassen (Agrobacterium rhizogenes)

Uit de literatuur zijn naast aubergine, komkommer en tomaat de volgende dicotyle gewassen gevonden die gevoelig zijn voor *Agrobacterium rhizogenes*:

- Appel
- Boon
- Chrysanthemum
- Druif
- Kool
- Meloen
- Mosterd
- Roos en andere planten uit de Rosaceae familie
- Peen

Naar deze gewassen werd specifiek gevraagd of deze recentelijk in de nabije omtrek van het bedrijf of bassin geteeld werden. Indien dat het geval was, werd daarvan een grond en/of wortelmonster genomen. Niet gevoelige gewassen zijn de monocotyle gewassen zoals maïs, grassen en graan.

Diagnostiek

Analyse gebeurt middels de door Groen Agro Control ontwikkelde Bio-PCR voor *Agrobacterium rhizogenes*. De meting is kwalitatief waarbij de uitslag is of er al dan niet *Agrobacterium* in het monster aanwezig is. Het geeft geen informatie over hoe hoog de infectiedruk is. De Bio-PCR methodiek houdt in dat het monster eerst op kweek gezet wordt om eventueel aanwezige *Agrobacterium* te vermeerderen. Daarna wordt er gemeten. Zodoende is het mogelijk om zelfs minimale infectie op te sporen.

Het is zeer relevant om te weten of er besmetting is. Vervolgens zijn het de omstandigheden die bepalen of de bacterie zich snel kan uitbreiden. Welke factoren daarbij in de tuinbouwgewassen een rol van belang spelen is nog niet duidelijk.

Voor de optimalisatie van de bio-PCR zijn bacteriën van *Agrobacterium rhizogenes* aan grond toegevoegd in verschillende concentraties (kolonievormende eenheden per gram grond):

- 120 kve/g
- 12 kve/g
- 1,2 kve/g

Vervolgens is onderzocht op welke wijze *Agrobacterium* het beste aangetoond kan worden. De volgende behandelingen zijn ingezet:

- Directe PCR op grond: bacteriën zijn toegevoegd aan 1 gram grond. Hierop is een DNA-extractie en vervolgens een PCR uitgevoerd.
- bio-PCR op grond: bacteriën zijn toegevoegd aan 25 gram grond en vervolgens op kweek gezet in specifiek voedingsmedium. Van de opgekweekte bacteriën is het DNA geïsoleerd en op het DNA een PCR ingezet.
- bio-PCR op bufferextract van grond: bacteriën zijn toegevoegd aan 500 gram grond. Vervolgens is de grond geëxtraheerd met 500 ml fosfaatbuffer. Na bezinken is de bovenstaande suspensie gecentrifugeerd. De gecentrifugeerde bacteriën zijn opgeweekt in specifiek voedingsmedium. Van de opgekweekte bacteriën is het DNA geïsoleerd en op het DNA een PCR ingezet.



3 RESULTATEN

Symptomen

Symptomen van Crazy Roots zijn overmatig veel witte en lange wortels aan het grond- of steenwoloppervlak, die soms enkele centimeters omhoog groeien. De plant wordt daardoor te vegetatief waardoor productie en kwaliteit van vruchten afneemt en de plant verzwakt. Verder komt secundaire aantasting van Pythium voor wat leidt tot verwelking en productieverlies. De tomatenteelt is moeilijk te sturen en er komen naar verhouding vaker kwaliteitsproblemen voor zoals gescheurde vruchten, Botrytis en "golfballen". In de komkommerteelt wordt gevreesd dat dit probleem een verdere uitbreiding van het hogedraad-systeem in de weg zal komen te staan. De symptomen kunnen in komkommer namelijk zo ernstig zijn dat de teelt maximaal 11 weken kan duren omdat daarna teveel misvormde vruchten optreden en de productie teveel terug loopt. In aubergine zijn de symptomen overmatige wortelgroei, vergeling van de plant en tenslotte kunnen planten volledig vegetatief worden en nauwelijks of geen vruchten meer produceren.



Fig.2 en 3: Foto van overmatige wortelgroei in tomaat

Aantal getroffen locaties

Een aantal auberginetelers hadden het afgelopen jaar meer dan 25% aangetaste planten in de kas staan. In komkommer is het aantal bekende bedrijven van 2008 naar 2009 toegenomen van 2 naar 6 locaties. Volgens deze telers zou de ziekte in komkommers nog veel vaker voorkomen echter het wordt onvoldoende door telers herkend. Ook in de tomatenteelt nam het aantal bekende gevallen toe, van 5 in 2008 naar 12 in 2009 (Fig.2 en 3). Totaal zijn tot op heden in 2009 rond de 30 besmette locaties bekend.

Werden er in het teeltseizoen 2007/2008 nog besmette planten vanaf een plantenkweker uitgeleverd, in 2008/2009 is geen besmetting in afgeleverde planten aangetroffen vanaf dezelfde plantenkweker.



Resultaten uit eerder onderzoek

In onderzoek eind 2008 door Groen Agro Control uitgevoerd, werden de volgende conclusies getrokken.

- Analyse toonde aan dat op alle 4 de bemonsterde bedrijven met zichtbare aantasting, *Agrobacterium rhizogenes* (A.r.) in het wortelmilieu aanwezig was.
- In de andere monsters, grond van binnen en buiten de kas, uitgangswater en stofdeeltjes van het kasdek is slechts één keer A.r. aangetoond. Dat was in een monster van grond binnen de kas.
- Het is in dit onderzoek niet vastgesteld dat de besmetting via stofdeeltjes van buiten de kas komt.
- Er is geen verband gevonden tussen de diverse bedrijven voor wat betreft teeltsysteem, ontsmettingmethode van water, hygiënemaatregelen en manier van wateropslag (silo, open of afgedekt bassin).

Inventarisatie van gebruikte methoden en technieken bij de bedrijven.

Ontwikkeling percentage aangetaste planten in de tijd

Op alle bedrijven die meededen aan dit onderzoek was in 2008 ook overmatige wortelgroei geconstateerd. Bij de helft van de bedrijven was de besmetting begin april minimaal, enkele matten of planten waren slechts besmet. Op de andere bedrijven waren planten begin april van 10 tot 100% besmet. Daar werd opgemerkt dat de besmetting dit jaar eerder en heftiger leek dan het voorgaande jaar, toen op de 10 bedrijven ook A.r. voorkwam. Eén auberginebedrijf was al vanaf 2006 besmet, één komkommerbedrijf al sinds 2002 en een tomatenteler vanaf 2006. De overige bedrijven zijn vanaf 2007 en later besmet geraakt.

Op de bedrijven die dit jaar voor het eerst met A.r. te maken kregen lijkt het erop dat de uitbreiding op die bedrijven blijft bij een beperkte lokale aantasting die tot juli geen grote uitbreiding heeft. Toch is alertheid hier geboden omdat uit het verleden is gebleken dat het volgende jaar wel uitgebreid aantasting kan voorkomen.

Bij de bedrijven met lichte plaatselijke aantasting (een aantal planten c.q. matten) werd tot juni geen sterke uitbreiding gezien. Bij de vroeg en zwaar aangetaste bedrijven (tot 5% over het bedrijf) is de uitbreiding tot juni doorgegaan tot een uitbreiding van wel 100% van de planten. Zowel in het percentage planten als in de intensiviteit van de wortelgroei is de aantasting dan toegenomen. Naarmate er meer wortelgroei aanwezig is, nam tevens de vegetatieve groei toe. De mate waarin dit tot problemen leidt is afhankelijk van het evenwicht in het gewas. In de zomer van 2009 (week 26 en 27) leek vegetatieve groei positief vanwege het zeer warme en zonnige weer. Echter na de langste dag kan te vegetatieve groei in combinatie met teveel wortels tot zettingproblemen, lagere productie en wortelproblemen leiden.



*Aanpak overmatige wortelgroei in groentegewassen (*Agrobacterium rhizogenes*)*

Herkomst van het plantmateriaal

In 2008 hebben een aantal tomatentelers besmet plantmateriaal via hun plantenkweker gekregen. De overige bedrijven die ooit besmet geraakt zijn betrekken hun planten van diverse plantenkwekers. Daarom is tot heden de conclusie dat niet alle besmettingen van plantenkwekers komen.

Typen uitgangswater, herkomst, opslagmethode etc

Regenwater, bronwater en vaak aanvullend wat leidingwater wordt als uitgangswater gebruikt. We zijn er van het begin af vanuit gegaan dat het water vrij van besmetting is, en dit is uit metingen ook bevestigd.

Echter de manier van opslag en menging kan mogelijk tot besmetting leiden. Zo wordt bijvoorbeeld condenswater wel in opslag van schoon water geleid. Of in geval van tekort aan water wordt een enkel keer wel oppervlaktewater in het bassin gepompt om een periode van tekort te overbruggen. Dit zijn potentiële gevaarlijke acties.

De meeste bedrijven werken met open silo's en bassins. Ondanks dat silo's en bassins volledig of gedeeltelijk worden afgesloten en afgedekt, zijn er vaak toch mogelijkheden voor vervuiling. Er kan tevens nog blad in waaien.

Ook drijvend doek op een silo is niet waterdicht. Uit het verleden is bekend dat wanneer besmet blad op het doek terechtkomt dit kan zorgen voor besmetting van het water. Het ervaringsgeval was destijds met bacterie besmet blad waardoor de silo met schoon water werd besmet. Met als gevolg dat de schadelijke bacterie (*Agrobacterium tumefaciens*) zich uitbreidde door het bedrijf.

Geheel of gedeeltelijk afgedekte bassins zijn nog steeds open voor vervuiling met grond- en stofdeeltjes via het water vanaf het kasdek.



Ontsmettingsmethode, middelen en toevoegingen

UV, verhitting en filtratie worden ingezet om drainwater te ontsmetten. Een enkel bedrijf recirculeert nog zonder ontsmetting. Op één bedrijf gaat water na de UV installatie en na de mengbak nog door een zandfilter. Dit is niet aan te raden. Als schoon water na ontsmetten weer via een zandfilter gaat bestaat de kans op herbesmetting ook als de ontsmetter goed werkt. Ook het opslaan van ontsmet water geeft kans op besmetting, met name met bacteriën. Daartoe kan de ontsmetter het beste inline geïnstalleerd worden. Dat wil zeggen dat ontsmet water direct gebruikt wordt zonder opslag.

Voor analyseresultaten van het water voor en na ontsmetter: zie resultaten van monsters.

Er kan geen lijn gehaald worden uit de mate van aantasting en de ontsmettingsmethode van drainwater. Wel duidelijk werd dat veel bedrijven onvoldoende controleren of de ontsmetter nog voldoende effectief werkt.

Ondanks ontsmettingstechnieken voor drainwater moet men ervan uit gaan dat er altijd bacteriën achter kunnen blijven. Daartoe zet men verschillende middelen in.

Aan het druppelwater worden middelen meegegeven die primair ingezet worden om het druppelsysteem schoon te houden. Daarnaast zijn er ook middelen gebruikt die als doel hebben de bacterie A.r terug te dringen in de watergift.

Deze zijn:

- Natriumhypochloriet bevattende middelen
- Waterstofperoxide bevattende middelen
- Zilveroxide (*Zilver)
- Preparaat van aminozuren, huminezuren
- Preparaat van een bekende antagonist (Proradix: welke wel in aardappel, maar niet in glasgroentegewassen toelating heeft)

Van deze laatste twee is niet bekend of en in welke mate ze invloed hebben op A.r. Van natriumhypochloriet en waterstofperoxide bevattende middelen is bekend dat zij een positief effect hebben op de afdoding van bacteriën.

(*Zilver) heeft geen toelating in de praktijk en zal dat naar alle waarschijnlijkheid ook niet krijgen gezien de toxische bijwerkingen die zilver heeft bij overmatige consumptie.



Aanpak overmatige wortelgroei in groentegewassen (Agrobacterium rhizogenes)

Inventarisatie van hygiënische maatregelen tijdens teeltwisseling

De meeste bedrijven hebben tijdens de teeltwisseling zeer uitgebreid schoonmaken en ontsmettingsmaatregelen getroffen. Toch op vrijwel elk bedrijf kunnen één of meer factoren genoemd worden die tot herbesmetting heeft kunnen leiden.

Risico's die nadere aandacht vragen in het hygiëneprotocol:

- Stekers en druppelsslangen worden vaak alleen ontsmet door af te spuiten aan de buitenzijde. Dit blijkt onvoldoende. Losmaken en dompelen is het advies.
- Druppel slang en aanvoerleiding doorgespoeld zonder ontsmettingsmiddel
- Goten of draingootjes alleen met water schoongespoten
- Drainafvoerbuiss alleen doorgespoeld met water
- Drainput niet leeggehaald en dus niet ontsmet
- Silo's niet leeggehaald en dus niet ontsmet

De meeste bedrijven gebruiken nieuw substraat. Een aandachtspunt is daar dat het substraat pas afgeleverd zou moeten worden nadat alles op het bedrijf schoon is. En dus niet opslaan in de loods als daar nog veel werkbewegingen langs komen met vuil materiaal en stof.

Ook het stomen van substraat vergt de nodige aandacht op het resultaat.

De verspreiding in de kas, in een gebied en in de tuinbouwsector

De verspreiding op een bedrijf is zeer wisselend. Soms alle planten op een mat maar meestal is de verspreiding wisselvallig van enkele planten op een bedrijf tot 100% van de planten. De mate van overmatige wortelgroei op een bedrijf is daarbij niet voor alle planten gelijk. Sommige blokken worden bijvoorbeeld overgroeid met wortels en sommige laten slechts een matige aantasting zien. (Fig 4 en 5) De mate waarin de wortels zijn aangetast is bepalend voor de mate van reactie van de plant bovengronds. Die kan variëren van licht vegetatief tot een niet in de hand te houden vegetatieve groei.



Fig 4 en 5: Overmatige wortelgroei bij komkommer.

Fig 4: Veel aantasting.

Fig 5: Minder aantasting.



Aanpak overmatige wortelgroei in groentegewassen (Agrobacterium rhizogenes)

De meeste bedrijven werken op goten, daardoor is besmetting via de draingootjes langs de goot niet vaak aan de orde. Op bedrijven met onvoldoende weglopen van drain water is dit zeker een bron van besmetting van mat naar mat omdat in drainwater bacteriën meegaan.

Bij overmatige regenval loopt er bij enkele bedrijven water en grond naar binnen (via het drainsysteem, of in de drainput). Dit is een potentiële bron van infectie.

Het is niet aannemelijk dat via gewaswerkzaamheden de besmetting mee gaat omdat in plantsappen bovengronds geen bacteriën aangetoond zijn.

Gezien het feit dat in één bepaald tuinbouwgebied diverse bedrijven besmet zijn is daar reden om aan te nemen dat besmetting van buitenaf komt of besmetting onderling heeft plaats gevonden.

Verder zijn in de nabije omgeving fruitboombaarden en akkerbouwlanden die mogelijk A.r overbrengen of in het oppervlaktewater brengen. Grondwerkzaamheden in de kas of telen zonder afdekking van de grond is in dat gebied af te raden. Het lijkt er zelfs op dat daar waar in dit gebied het substraat op folie direct op de grond ligt men meer last heeft van A.r. Hoewel dat toch niet vanuit de besmetting van de ondergrond bevestigd kon worden. Op hangende goten telen wordt als veiliger beschouwd.

De verspreiding in de tuinbouw in algemene zin kan met de huidige ervaringen niet bepaald worden.

Met uitzondering van de bedrijven die besmetting van één plantenkweker kregen in 2007/2008. Deze waarschijnlijk vanuit de grond komende besmetting wordt mogelijk verklaard doordat van extern gekomen aanvulgrond rondom de silo's is gebruikt die besmet was. Via overlopen van de drainput is besmette grond in de plantenkwekerij gekomen. Inmiddels is via metingen bevestigd dat de afgeleverde planten in 2008/2009 vrij waren van A.r.

Overeenkomsten en relaties tussen de getroffen bedrijven

Met uitzondering van geclusterde bedrijven in twee tuinbouwgebieden is er geen relatie vast te stellen tussen de bedrijven onderling.

Het verdient vermelding dat veel bedrijven bij de start van de teelt niet recirculeren. Daarbij loopt het drainwater naar het oppervlaktewater. Veel bedrijven lozen het drainwater tot wel medio maart. Op diverse bedrijven werd al snel na planten A.r waargenomen bij de wortels. Op dat moment werd nog steeds drainwater naar het oppervlaktewater geloosd. Ook tijdens de teelt wordt een deel van het drainwater gespuid om de overmaat van natrium in het drainwater te verlagen. Deze beide methoden vormen een risico voor besmetting van omliggende bedrijven. Glasgroentegewassen maar ook andere agrarische gewassen kunnen daardoor besmet raken.

Onderlinge besmetting in glascentra heeft mogelijk via het oppervlaktewater plaats gevonden. Door besproeiing in omliggende akkerlanden kan driftwater de kas in komen, maar ook wordt soms nog oppervlaktewater in de glastuinbouw ingezet wanneer er een tekort aan gietwater is. Oppervlaktewater is in dit onderzoek nog niet gemeten maar zal voor de volledigheid buiten dit project om nog bemonsterd en gemeten worden.



*Aanpak overmatige wortelgroei in groentegewassen (*Agrobacterium rhizogenes*)*



Fig 6 en 7: Symptomen van overmatige wortelgroei in auberginegewas

Fig 6: Beeld onderin gewas



Fig 7: Beeld bovenin gewas



Fig 8 en 9: Symptomen van overmatige wortelgroei in aubergine

Fig 8: Veel aantasting in wortels



Fig 9: Blokken, zonder en met symptomen



Optimalisatie detectie van *Agrobacterium rhizogenes* in grondmonsters

In experimenten op het laboratorium is gekeken met welke methode het beste A.r. gedetecteerd kan worden in grondmonsters. Om te bepalen of A.r. uiteindelijk aanwezig is in een monster is altijd gebruik gemaakt van een PCR-assay die eerder gevalideerd is. Om de gevoeligheid van de detectie in een grondmonster te verbeteren bleek het beter om de eventueel aanwezige A.r. bacteriën in het grondmonster voor de PCR in een specifiek voedingsmedium op te kweken. Dit is de zogenaamde Bio-PCR. Het maakt geen verschil qua gevoeligheid als er voor de opkweek, de bacteriën al dan niet met een buffer geëxtraheerd zijn. Met een directe PCR konden 100 bacteriën per gram grond niet aangetoond worden, terwijl na opkweek 2 bacteriën per gram grond wel aangetoond kon worden (Tabel 1).

*Tabel 1: Vergelijking van analysemethoden om *Agrobacterium rhizogenes* te detecteren in grondmonsters. -, negatieve detectie; +, positieve detectie.*

| Concentratie A.r bacteriën (kve/g) | Directe PCR op grond (1 gram) | Bio-PCR op grond (25 gram) | Bio-PCR op bufferextract van grond (500 gram) |
|------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---|
| 120 | - | + | + |
| 12 | - | + | + |
| 1,2 | - | + | + |



Analyseresultaten Bio-PCR voor *Agrobacterium rhizogenes*

Gewasmonsters

Indien overmatige wortelgroei als symptoom zichtbaar is, dan is in alle gevallen in de analyse A.r. positief gemeten in de wortels.

Echter dat geldt niet voor stengels van besmette planten. In herhaling werden zorgvuldig stengels gemonsterd van planten waarvan de wortels ernstig aangetast waren. De stengels werden in de analyses steeds negatief gescoord. Dit zou kunnen betekenen dat de bacterie zich niet of nauwelijks door de plant verspreid en de kans op herbesmetting via gewashandelingen minimaal is.

Tabel 2: Overzicht van bio-PCR analyses van stengel en wortels van aangetaste planten.

| Gewas | Teler | type | A. rhizogenes |
|--------------|--------------|--------------------------|--------------------------|
| Komk | 3 | plant, wortels aangetast | - |
| Tom | 6 | plant, wortels aangetast | - |
| Tom | 6 | plant, wortels aangetast | - |
| Aub | 4 | wortels aangetast | + |
| Aub | 9 | wortels aangetast | + |
| Aub | 7 | wortels niet aangetast | - |
| Aub | 4 | wortels niet aangetast | - |
| Komk | 1 | wortels aangetast | + |
| Komk | 3 | wortels aangetast | + |
| Komk | 3 | wortels aangetast | + |
| Tom | 2 | wortels aangetast | + |
| Tom | 6 | wortels aangetast | + |
| Tom | 8 | wortels aangetast | + |
| Tom | 5 | wortels niet aangetast | - |
| PIKw | 10 | wortels niet aangetast | - |

Uitgangswater uit bassin of silo

Op de 10 bedrijven werd zowel regenwater als osmose(bron) water als uitgangswater gebruikt. Water werd opgeslagen in open en gesloten silo's en bassins. Ondanks dat er in opslag soms duidelijk vervuiling van blad en/of gronddeeltjes aanwezig was, werden alle analyses negatief gescoord.

Tabel3: Overzicht van bio-PCR analyses van uitgangswater en schoonwater opslag na ontsmetting.

| Gewas | Teler | type | A. rhizogenes |
|--------------|--------------|------------------|--------------------------|
| Aub | 4 | uitgangswater | - |
| Aub | 7 | uitgangswater | - |
| Aub | 9 | uitgangswater | - |
| Komk | 1 | uitgangswater | - |
| Komk | 3 | uitgangswater | - |
| Tom | 2 | uitgangswater | - |
| Tom | 5 | drainsilo schoon | - |
| Tom | 5 | drainsilo schoon | - |
| Tom | 6 | drainsilo schoon | - |
| Tom | 8 | drainsilo schoon | - |



Drainwater uit mat

Drainwater uit drainsilo werd niet in alle gevallen positief gescoord. Dit kan verklaard worden door het feit dat de besmetting op het bedrijf nog niet vergevorderd was. Drain van zichtbaar besmette matten, werd wel positief gescoord in de analyse. Het is daarmee bevestigd dat de bacterie via de drain voor (her)besmetting over het bedrijf kan zorgen. Indien het drainwater niet afdoende wordt ontsmet bij hergebruik is de kans reëel dat er bacteriën meegaan met het voedingswater. Daarover meer bij de resultaten over ontsmettingstechniek en gebruikte middelen.

Tabel 4: Overzicht van bio-PCR analyses van vuil drainwater uit mat en in opslagsilos voor en na verhitter.

| Gewas | Teler | Type | A. rhizogenes |
|-------|-------|-----------------------|---------------|
| Tom | 11 | drainwater uit mat | + |
| Aub | 4 | drainsilo vuil | + |
| Aub | 4 | drainsilo vuil | + |
| Tom | 5 | drainsilo vuil | - |
| Tom | 6 | drainsilo vuil | + |
| Aub | 7 | drainsilo vuil | - |
| Aub | 7 | drainput vuil | - |
| PIKw | 10 | water onder zeefbocht | - |
| Tom | 8 | water voor verhitter | - |
| Tom | 8 | water na verhitter | - |

Grond van perceel buiten de kas

In 2008 werden al 3 grondmonsters van buiten de kas genomen van bedrijven waar besmetting aangetroffen werd in de kas. Toen werd er buiten geen besmetting in de grond aangetroffen. Bij de bedrijven die dit jaar onderzocht werden werd grond verzameld van buitenpercelen. Extra grondmonsters werden genomen daar waar waardplanten dichtbij kas, drainput of silo/bassin (hebben ge-)staan. In geen van de 12 grondmonsters van buiten de kas werd A.r. aangetoond.

Volgens specialisten zou A.r. in Nederland nog voor kunnen komen in gewassen van de familie van de Rosaceae en specifiek in appelbomen. Daartoe zijn in augustus van 2009 nog in drie gebieden waar A.r. voorkomt, 6 grondmonsters genomen uit appelboomgaarden en één uit spruiten. Het monster bestond uit een mengmonster van een steekproef van zo'n 30 tot 40 grondmonsters verspreid over de akker of boomgaard. De lokaties waren Den Bommel nabij Oude Tonge, Steenberg en Tinte. De lokaties van deze teeltvelden liggen zeer nabij één of enkele bedrijven die te maken hebben met A.r.

In geen van de monsters is A.r. aangetoond. De oorsprong van besmetting in Nederland blijft hiermee onduidelijk.

De analysetechniek die gebruikt is voor grond kan tot zeer lage concentraties aan A.r. detecteren (2 bacteriën per gram grond).

Conclusies hiervan kunnen zijn:

- Dat de grond van buiten de bedrijven niet besmet is, of
- De grond buiten is wel besmet echter met de steekproef van het monster is geen besmette grond meegekomen.



Aanpak overmatige wortelgroei in groentegewassen (Agrobacterium rhizogenes)

Het nemen van een representatieve steekproef van grond van een zeer groot besmettelijk gebied rondom het bedrijf is moeilijk. Echter het is nog steeds niet uitgesloten dat de grond buiten weldegelijk besmet is. Mogelijk is het monster op een niet besmette locatie genomen terwijl elders in de buurt de grond wel besmet kan zijn. Het is bekend dat besmette gronddeeltjes met de wind mee kunnen waaien. Monsters van grond rondom de kas waarop mogelijke waardplanten van A.r. (hebben ge-)staan hebben, zijn allen negatief gescoord.

Tabel 5: Overzicht van bio-PCR analyses van grondmonsters maart 2009.

| Gewas in kas | Teler | Type monster | A. rhizogenes |
|---------------------|--------------|--------------------------|----------------------|
| Aub | 4 | grond buiten, akker | - |
| Aub | 4 | grond buiten, prive tuin | - |
| Komk | 1 | grond buiten, boon | - |
| Komk | 3 | grond buiten, bassin | - |
| Tom | 2 | grond buiten, gras | - |
| PIKw | 10 | grond buiten, gras e.a | - |

Tabel 6: Overzicht van bio-PCR analyses van grondmonsters augustus 2009.

| Gewas buiten | Monster | Lokatie buiten | A. rhizogenes |
|---------------------|----------------|-----------------------|----------------------|
| Appel | Grond | Den Bommel | - |
| Appel | Grond | Steenbergen | - |
| Appel | Grond | Steenbergen | - |
| Spruiten | Grond | Steenbergen | - |
| Appel | Grond | Tinte | - |

Monsters van waardplanten die dichtbij kas (hebben ge-)staan

Op diverse lokaties zijn monsters van wortels van waardplanten van *Agrobacterium rhizogenes* genomen. Op diverse bedrijven werden hobbymatig bonen, bloemkool, appel, peren en druivenbomen aangetroffen in en buiten de kas. Al deze monsters zijn negatief gescoord.

Tabel 7: Overzicht van bio-PCR analyses van bijzondere monsters

| Gewas | Teler | type | A. rhizogenes |
|--------------|--------------|--------------------|----------------------|
| Aub | 4 | blad uit bassin | - |
| Aub | 4 | water uit bluslang | - |
| Komk | 1 | grond binnen druif | - |
| Aub | 9 | grond buiten appel | - |
| Aub | 7 | wortels druif | - |
| Aub | 7 | wortels kool | - |

Water in opslagsilo voor en na de ontsmettingsbehandeling

Zoals eerder vermeld, wordt *Agrobacterium rhizogenes* in drainwater gevonden. Dat blijkt tevens uit het vuile drainwater dat in silo's bewaard wordt. Op bedrijven waar slechts een beperkt aantal planten besmet zijn, wordt de bacterie niet in de vuil-drainsilo terug gevonden. Bij zware aantasting op het bedrijf is dit wel het geval. (resultaten zie tabel 4)



Bijzondere monsters:

Op een bedrijf waar ernstige aantasting in aubergine waargenomen werd had men gedacht dat de besmetting mogelijk veroorzaakt kon worden door water dat lange tijd stil staat in een leiding. Daartoe is water dat zo'n twee jaar in een brandslang stond gemeten. Daarin werd geen A.r. gevonden.

Op hetzelfde bedrijf werd blad en gronddeeltjes onderuit het bassin gehaald om te controleren of de bacterie zich mogelijk onderin het bassin ophoudt zonder dat deze in het water wordt gemeten. Langs het bassin staat namelijk een rij populieren en daarvan is veel blad in het bassin gekomen. Ook in de neerslag van het bassin, wat uit bladeren en wat grond bestond werd geen A.r. gevonden (resultaten zie tabel 7)



Bijzondere monsters voor onderzoek:

Water direct voor en na behandeling met een ontsmettingstechniek

Op één bedrijf wordt water niet ontsmet voor hergebruik, op een ander wordt gebruik gemaakt van een Micro-filter (40 µm) en op twee van de tien bedrijven staat een verhitter als ontsmettingstechniek. Op de resterende zes bemonsterde bedrijven staat een UV installatie.

Op water voor en na de ontsmetter is het kiemgetal bepaald. Dat houdt in dat de infectiedruk van bacteriën en schimmels bepaald wordt zonder dat daarvan bekend is om welke specifieke bacteriën en schimmels het gaat. Het geeft wel aan in welke mate (%) de ontsmettingstechniek afdoding realiseert.

Op een aantal bedrijven met een verhitter werden na verhitting nog maar minimale hoeveelheden schimmels en bacteriën aangetroffen. Echter de infectiedruk voor verhitten was ook al minmaal. Daarom kan geen conclusie getrokken worden over de mate van effectiviteit van de verhitters op de bedrijven.

Voor UV installaties is het essentieel dat regelmatig onderhoud plaats vindt, dat de buizen gereinigd worden met zuur en dat de buizen vervangen worden na een bepaald aantal werkuren. Verder dringt UV beter door in helder water, teveel rood ijzer of verontreiniging werkt minder effectief.

Van 6 UV installaties werd in maart en april het kiemgetal bepaald van water net voor en na de UV installatie. Voor ontsmetting was de infectiedruk hoog te noemen, per liter water zijn dan miljoenen bacteriën meetbaar. Opmerkelijk was dat 2 van de 6 installaties in eerste instantie niet de gewenste afdoding van 99% realiseerden. Na onderhoud of (eigen) afstelling werd wederom gemeten en toen bleek dat de afdoding wel gelijk of boven 99% was.

Hoewel UV techniek en verhitting het best geschikt is om bacteriën en schimmels afdoende af te doden blijft de kans aanwezig dat bij een hoge infectiedruk toch na de ontsmetting toch nog bacteriën en schimmels achter blijven in het schone drainwater. Ter indicatie; een infectiedruk van 1 miljoen bacteriën per ml wordt bij 99% afdoding gereduceerd tot 10.000 bacteriën per ml. Omdat bacteriën zich in zeer korte tijd enorm kunnen uitbreiden kan 1 bacterie onder optimale omstandigheden binnen 24 uur uitgroeien tot 1 miljoen bacteriën.

Het advies is dan ook dat ondanks inzet van ontsmettingstechnieken, een bacteriedodend middel in te zetten in het uitgangswater. Bij voorkeur toe te dienen net voordat het water de kas in gaat, ofwel in de dagvoorraad van voedingswater.



Geconcentreerde basisoplossing met zilveroxide(* Zilver)

Op enkele bedrijven wordt zilveroxide toegepast met een speciaal daartoe ontwikkeld doseersysteem. Een geconcentreerde oplossing wordt gedoseerd in de mengbak. De geconcentreerde oplossing zou 20 ppm zilver moeten opleveren en de doseerconcentratie in de mengbak zou dan 3 ppb (is 0,003 ppm) bedragen. Echter na analyse bleek dat de werkelijke concentratie veel lager bleek te zijn. Met de werkelijk gemeten waarden is vervolgens onderstaande proef uitgevoerd.

In een kleinschalig testje is het kiemgetal bepaald van vuil drainwater voor en na een behandeling met zilveroxide (Ag_2O 0,0162, 0,04 en 1,6 ppb) en natriumhypochloriet (NaOCl in 2 en 5 ppm). Het drainwater kwam uit de koelcel en was daardoor ca. 10°C.

Het resultaat: 2 en 5 ppm NaOCl gaven 100% afdoding van de bacteriën. Ag_2O in de laagste dosis gaf slechts 38% afdoding van de bacteriën. Bij een concentratie van 1,6 ppb Ag_2O werd 72% van de bacteriën afgedood.

Bij deze concentraties werkt zilver minder effectief dan natriumhypochloriet.

(*) Zilver heeft geen toelating in de praktijk en zal dat naar alle waarschijnlijkheid ook niet krijgen gezien de toxische bijwerkingen die zilver heeft bij overmatige consumptie. Voor zilver in drinkwater geldt over het algemeen een richtlijn van 0,05 ppm. Het gebruik van zilver als ontsmettingmethode van water wordt afgeraden. Verder blijkt de toepasbaarheid moeilijk aangezien zilver moeilijk in oplossing blijft en verder er nog geen gecontroleerde dosering op de juiste concentratie mogelijk blijkt met de huidige 'praktische' methoden.

Uitgangswater met zilveroxide(*)

Bij diverse bedrijven wordt zilveroxide (Ag_2O) gebruikt in het druppelwater om het kiemgetal aan schimmels en bacteriën in het water te reduceren. Op één bedrijf is op eigen wijze een systeem in elkaar gezet waardoor steeds wat zilveroxide in het mengvat in het uitgangswater terechtkomt. Om te weten waarover het gaat is een meting gedaan op de concentratie zilver van het uitgangswater. Deze bleek 0,01 microgram Ag per liter te zijn (0,01 ppb= 0,00001 ppm).

Stuk ribbelbuis van afvoersysteem drain

Op een van de bedrijven is zeer intensief schoongemaakt tijdens de teeltwisseling. Toch werd al vrij snel weer besmetting gevonden. Omdat druppelslangen en stekers losgemaakt en ontsmet zijn en de aanvoerslang van het druppelsysteem doorgespoeld is zonder afvoer via draingoot lijkt de draingoot onvoldoende ontsmet te zijn. Als onderdeel van het totale systeem kan het afvoersysteem van drain nog een bron van herbesmetting zijn. Daartoe is in april een stuk ribbelbuis uit het systeem genomen (Fig. 10) en daar zijn wat testje op gedaan met bepaling van kiemgetal voor en na diverse behandelingen.

Daaruit blijkt dat schoonmaken met water niet afdoende is om bacteriën te doden. Natriumhypochloriet in een concentratie van 3% werkte voor 99% effectief. 2% gaf tot 80% doding. Slechts een behandeling van 2% natriumhypochloriet in combinatie met warm water (55-65 °C) bleek 100% effectief.



Aanpak overmatige wortelgroei in groentegewassen (Agrobacterium rhizogenes)

Tabel 8: Behandelingen en resultaten van ontsmetting drainbuis

| Nr | Behandeling | Reiniging met Chloor | | | | Reiniging met Temp/Chloor | | | | In Schudmachine | | | Eind Meting | | Resultaat |
|----|-----------------------------|----------------------|--------------|---------------|------------|---------------------------|--------------|---------------|------------|-----------------|---------------|------------|---------------|---------------|-----------|
| | | Temp (gr C) | Chloor (ppm) | In water (cc) | Duur (min) | Temp (gr C) | Chloor (ppm) | In water (cc) | Duur (min) | Temp (gr C) | In water (cc) | Duur (min) | Bacterien (%) | Schimmels (%) | |
| 1 | Controle, alleen water | 15 | 0 | 500 | 5 | - | - | - | - | 15 | 200 | 60 | 100% | 100% | Controle |
| 2 | Alleen 5 min. Chloor 3% | 15 | 3% | 500 | 5 | - | - | - | - | 15 | 200 | 60 | 0.5% | < 5% | redelijk |
| 3 | Alleen 5 min. Chloor 2% | 15 | 2% | 500 | 2 | - | - | - | - | 15 | 200 | 60 | 19.6% | < 5% | slecht |
| 4 | Water -->5 min. Chloor+Temp | 15 | 0 | 500 | 5 | 55-65 | 2% | 1000 | 5 | 15 | 200 | 60 | 0.0% | < 5% | beste |
| 7 | Chloor 2% -->5 min. Temp | 15 | 2% | 500 | 5 | 55-65 | - | 1000 | 5 | 15 | 200 | 60 | 0.3% | < 5% | redelijk |
| 5 | Alleen 2 min. Temp | - | - | - | - | 30-50 | - | 1000 | 2 | 15 | 200 | 60 | 3.1% | < 5% | matig |
| 6 | Alleen 5 min. Temp | - | - | - | - | 30-50 | - | 1000 | 5 | 15 | 200 | 60 | 5.7% | < 5% | matig |

De aanhechting van onopgeloste zouten aan de binnenkant van de wand van de drainslang maakt het ontsmetten extra moeilijk. Eerst zouden de zouten verwijderd moeten worden met een zuurbehandeling. Daarna zal met een extra behandeling de achtergebleven microbiologische vervuiling ontsmet moeten worden.

Figuur 10: Foto van doorsnede van drainafvoer slang zoals gebruikt tussen hangende goot en ondergronds drainafvoer.





4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Conclusies

Het aantal planten met overmatige wortelgroei, veroorzaakt door *Agrobacterium rhizogenes* (A.r.) varieert op bedrijven van enkele planten tot 100% van de planten en levert daardoor meer en minder schade op. Het is echter belangrijk om serieus met deze bacterie om te blijven gaan, ook als slechts enkele planten aangetroffen worden. Uitbreiding van jaar tot jaar kan tenslotte tot ernstige problemen leiden.

Eerder werd gedacht dat de oorspronkelijke bron van besmetting van buitenteelten en/of -grond kwam. Het is bekend dat A.r. zich via grond- en stofdeeltjes kan verspreiden. Tot nu toe is nog geen besmetting in de grond van naastgelegen buitenpercelen aangetoond. Het kan echter niet uitgesloten worden dat er mogelijk toch besmetting van buitenpercelen of gewassen afkomstig is aangezien tot heden slechts steekproefsgewijs alleen grond bemonsterd is. Eénjarige gewassen, zoals aardappel en peen zijn niet bemonsterd.

Het is in theorie mogelijk dat een primaire infectie met A.r. het bedrijf in komt via nog niet onderzochte bronnen zoals insecten die de bacterie van kas naar kas verspreiden. Of doordat medewerkers de bacterie met werkzaamheden de kas in brengen. Ondanks dat A.r. niet aangetoond is in buitengewassen in Nederland kan de bacterie wel via importproducten bij de consument (medewerkers) en zo bij de telers terecht komen. Insecten als vectoren noch importproducten zijn onderzocht op aanwezigheid van A.r.

Ter beperking van zeer schadelijke gevolgen zullen telers maatregelen moeten nemen, ook tijdens de teelt. Van het meegeven van reinigingsmiddelen in het druppelwater tot het zeer generatief telen en extra werkzaamheden in gewas en substraat. In komkommer lijkt bij ernstige aantasting een teelt langer dan 11 weken niet haalbaar omdat daarna de productie en kwaliteit te sterk terug loopt.

De mate van overmatige wortelgroei op een bedrijf is daarbij niet voor alle planten gelijk. Sommige blokken worden bijvoorbeeld overgroeid met wortels en sommige laten slechts een matige aantasting zien. De mate van aantasting van wortels is ook bepalend voor de mate van reactie van de plant bovengronds. Die kan van licht vegetatief tot een niet in de hand te houden vegetatieve groei zijn.

De aanhechting van zouten aan de buitenzijde van stekers, hangende goten en de drainslang maakt effectief ontsmetten extra moeilijk. In de poriën van de zoutaanslag blijven bacteriën achter waardoor behandeling met ontsmettingsmiddel alleen niet afdoende is. Het is effectiever om materialen eerst goed schoon te maken en pas daarna te ontsmetten.



Aanpak overmatige wortelgroei in groentegewassen (Agrobacterium rhizogenes)

Onderlinge besmetting in glascentra heeft mogelijk via het oppervlaktewater plaats gevonden. Door besproeiing in omliggende akkerlanden kan driftwater de kas in komen, maar ook wordt soms nog oppervlaktewater in de glastuinbouw ingezet wanneer er een tekort aan gietwater is. Oppervlaktewater is in dit onderzoek nog niet gemeten maar zal voor de volledigheid buiten dit project om nog bemonsterd en gemeten worden.

Aanbevelingen

De meeste van de bedrijven die vorig jaar besmet waren, hebben in de volgende teelt weer last gekregen. Dat duidt erop dat waarschijnlijk tijdens de teeltwisseling niet alles afdoende is ontsmet. In de hygiëneprotocolen van glasgroenten zou meer specifiek advies gericht moeten zijn op ziekten die makkelijk via (drain)water verspreid worden, zoals A.r. Te denken valt aan methoden en middelen om drainafvoersystemen, drainput, wateropslagsilo's, ontsmettingsapparatuur en filters effectief te reinigen en te ontsmetten tijdens de teeltwisseling.

Bij het schoonmaken van goten en drainafvoersysteem gaat de voorkeur uit naar (verwarmd) water in combinatie met een ontsmettingsmiddel in plaats van alleen afsprengen met water. Voor het ondergrondse drainafvoersysteem zal nagedacht moeten worden over een methode waarmee de hele binnenzijde van het leidingstelsel met ontsmettingsmiddel geraakt kan worden. Belangrijk hier is, dat eerst gereinigd en daarna ontsmet wordt.

Indien een aantasting wordt gesignaleerd is het aan te raden regelmatig een bestrijding tegen Pythium uit te voeren en bij extreme wortelvorming de druppelaar te verplaatsen. Of meer ruimte te maken in de folie rondom het blok zodat water dat over het blok loopt toch in de mat komt.

Het advies is om ondanks de inzet van ontsmettingstechnieken, een reinigingsmiddel te gebruiken in het druppelwater. Bij voorkeur toe te dienen net voordat het water de kas in gaat zodat het niet lang in voorraad staat. Controle op de juiste concentratie in de gift en bij de druppelaar is daarbij relevant.