



Monitoring tomatenbedrijven op *Verticillium*

Project 41103160

S.J. Paternotte (Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Business Unit Glastuinbouw)
B.W. Groen (Groen Agro Control)

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Business Unit Glastuinbouw
mei 2004

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Het onderzoek is gefinancierd door Productschap Tuinbouw



Projectnummer: 41103160

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Business Unit Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. : 0174 636700
Fax : 0174 636835
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

SUMMARY	4
SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	6
2 DOEL.....	7
3 MATERIALEN EN METHODEN.....	8
3.1 Werkwijze.....	8
3.2 Monsters	8
3.3 Pathogeniteitsproeven.....	8
4 RESULTATEN	10
4.1 Vragenlijsten	10
4.2 Monsters	11
4.3 Biotests	12
4.4 Pathogeniteitsproeven.....	12
5 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	13
BIJLAGE 1	15

Summary

Despite extreme hygienic measurements by growers in most commercial glasshouses *Verticillium* wilt in tomato is a yearly returning problem because the disease is not completely eliminated in winter between two crops. During last year GAC (a laboratory specialised in among other things detection of pathogens) has detected *Verticillium* species on nurseries which differ morphologically and pathogenically from each other.

The purpose of the monitoring was;

- Clarify which pathogenic *Verticillium* species occurs where, so that the right detection technique is used and samples are taken from sites where chances to detect the pathogen are the greatest.
- To test the detection method that is developed in practice.
- Clarify whether beside millipedes soilborne insects play a role in the spread of *Verticillium*.
- Investigate whether supplementations/corrections are necessary in the protocol for tomato that is published in 2000.

Of the *Verticillium* species that were found in practice only *V. albo-atrum* was pathogenic on tomato. So only a detection method for *V. albo-atrum* is needed.

In all tomato cultivars mentioned in the monitoring *Verticillium* wilt was found. It is not possible to conclude on basis of the data whether there are differences between cultivars in susceptibility to *Verticillium*. In experiments at the PPO Glastuinbouw (Applied Plant Research, division Glasshouse Horticulture) it was found that especially cherry tomatoes were less susceptible. This explains why among commercial glasshouses with *Verticillium* wilt no glasshouses with cherry tomatoes were found. Sometimes symptoms of *Verticillium* wilt decreased or disappeared after removing trusses from a diseased plant in an early growing stage. By grafting on rootstocks *Verticillium* wilt seems to be minimised or to have disappeared in a number of glasshouses. Rootstocks are not completely resistant to *Verticillium*. In particular when plants are grown too dry and the rockwool dried irreversibly, grafted plants became diseased. Also non-grafted plants weakened by pepinomozaïekvirus or plants cultivated too dry look diseased more seriously by the pathogen. By growing plants in hanging gullies the disease was not prevented in all glasshouses. In winter, plants diseased by *Verticillium* develop rather characteristic symptoms. In summer the disease symptoms of *Verticillium* are difficult to distinguish from disease symptoms of root pathogens like *Pythium spp.* Thus a wrong diagnosis is easily given and a wrong control measure is taken. It is best to detect *V. albo-atrum* in an early stage with PCR by taking samples of root drippers, crop, water and dust in the glasshouses. Dust on the concrete paths, drippers and water for watering the plants seem to be important sources of inoculum, soilborne insects and millipedes less important. It is not necessary to adapt the hygiene protocol for tomato. *Verticillium* can be controlled with fungicides most effectively if the disease is detected and controlled in an early stage. To minimize the risks of *Verticillium* wilt it is important to combine grafting, control in an early stage and hygiene measures.

Samenvatting

In de teelt van tomaat is Verticillium-aantasting op veel bedrijven een jaarlijks terugkerend probleem omdat de ziekte ondanks vergaande bedrijfshygiënische maatregelen niet volledig wordt geëlimineerd. In het afgelopen jaar zijn door GAC op bedrijven Verticillium-soorten aangetoond waarvan de isolaten morfologisch en wat betreft pathogeniteit van elkaar verschillen.

Doel van de monitoring was;

- Duidelijkheid te verkrijgen welke pathogene Verticillium-soorten waar op de bedrijven voorkomen opdat de juiste opsporingsmethode (detectietechniek) wordt gebruikt.
- Duidelijkheid te verkrijgen waar op bedrijven de pathogene soorten voorkomen om inzicht verkrijgen in verspreiding en overdracht van *Verticillium* opdat monsters worden genomen op plaatsen waar de kans het grootst is de plantenziekteverwekker op te sporen.
- De opsporingsmethoden die worden ontwikkeld in de praktijk op hun bruikbaarheid testen.
- Duidelijkheid verkrijgen in hoeverre naast miljoenpoten, bodeminsecten een rol spelen bij verspreiding van en aantasting door *Verticillium*.
- Bezien of aanvullingen/veranderingen nodig zijn in het hygiëneprotocol tomaat dat in 2000 is gepubliceerd.

Van de Verticillium-soorten die in de praktijk werden gevonden bleek alleen *Verticillium albo-atrum* ziekteverwekkend voor tomaat te zijn. Er is dus een detectie methode nodig waarmee *V. albo-atrum* wordt aangetoond.

In alle tomatenrassen uit de monitoring is Verticillium-aantasting gevonden. Er kunnen aan de hand van gegevens geen conclusies worden getrokken wat betreft verschillen tussen rassen in gevoeligheid voor *V. albo-atrum*. In kasproeven bij PPO Glastuinbouw bleken vegetatief groeiende typen in het bijzonder cherrytomaten minder gevoelig voor *Verticillium*. Dat verklaart waarom er bij de gemonitorde bedrijven met Verticillium-aantasting geen bedrijven met cherrytomaten waren. Door bij aangetaste planten vroegtijdig een tros te verwijderen werd soms een afname van Verticillium-aantasting geconstateerd. Enten op onderstammen lijkt Verticillium-aantasting op een aantal tomatenbedrijven sterk te verminderen of te voorkomen. Onderstammen zijn echter niet onvatbaar. Met name bij te droog telen door sterk interen van de steenwol, werden geënte planten toch aangetast. Ook niet-geënte planten die verzwakt zijn door pepinomozaïekvirus of planten die te droog zijn geteeld, lijken ernstiger te worden aangetast door *V. albo-atrum*.

Door de planten op hangende goten te telen werd aantasting niet op alle bedrijven voorkomen. In de winter krijgen planten die door *V. albo-atrum* zijn aangetast, vrij karakteristieke symptomen. In de zomer zijn de symptomen van een Verticillium-aantasting lastig van ziekteverschijnselen door wortelziekten zoals *Pythium* te onderscheiden waardoor gemakkelijk een verkeerde diagnose wordt gesteld en foutief wordt bestreden. *V. albo-atrum* kan het beste vroegtijdig worden opgespoord met behulp van PCR door het nemen van monsters van stekers, gewas, water en stof op de bedrijven. Stof op de paden, besmette druppelaars en uitgangswater lijken belangrijke, bodeminsecten en miljoenpoten minder belangrijke verspreidingsbronnen van *V. albo-atrum* te zijn. Het hygiëneprotocol voor tomaat heeft wat betreft *Verticillium* niet te worden aangepast. De bestrijding van *V. albo-atrum* is het meest effectief op bedrijven waar de schimmel vroegtijdig wordt aangetoond en direct bestreden. Om het risico van Verticillium-aantasting zo klein mogelijk te maken is het nodig om enten, teeltmaatregelen, vroegtijdige bestrijding en bedrijfshygiënische maatregelen te combineren.

1 Inleiding

Dit onderzoek is uitgevoerd door Praktijkonderzoek Plant en Omgeving Business Unit Glastuinbouw (PPO Glastuinbouw) in samenwerking met Groen Agro Control (GAC).

Aantasting van tomatenplanten door *Verticillium* en verwelking van planten in de zomer is een jaarlijks terugkerend probleem. Uit de praktijk blijkt dat bij de teeltwisseling in de winter plantpathogene *Verticillium* op veel bedrijven niet volledig wordt geëlimineerd ondanks een groot aantal vergaande bedrijfshygiënische maatregelen. De reden hiervoor kan een onvolledige ontsmetting van de kas en materialen zijn. Het kan ook zijn dat bepaalde besmettingsbronnen bij de ontsmetting over het hoofd worden gezien of dat er onbekende besmettingsbronnen zijn.

In 2002 werden door GAC op bedrijven *Verticillium*-soorten aangetoond die morfologisch van elkaar verschillen. In infectieproeven op het PPO Glastuinbouw in Naaldwijk zijn deze isolaten samen met isolaten van PPO Glastuinbouw in kasproeven getest op hun pathogeniteit voor tomaat. Planten die waren besmet met *Verticillium*-isolaten van GAC werden niet aangetast. Deze *Verticillium*-isolaten werden ook niet in de vaatbundels van de planten teruggevonden. Planten besmet met isolaten van PPO Glastuinbouw werden zwaar aangetast. Deze isolaten werden wel geherisoleerd. Deze verschillen in pathogeniteit hangen mogelijk samen met de *Verticillium*-soort waarmee de planten waren besmet. Daarom is een detectiemethode voor *Verticillium* nodig waarmee soorten zijn te onderscheiden. Voor ontwikkelen van deze methode is een gescheiden aanvraag ingediend. Inmiddels is deze methode door GAC ontwikkeld (zie rapport "Detectie *Verticillium* bij tomaat" december 2002). Het is de bedoeling dat met de ontwikkelde detectiemethode in de praktijk plantenziekteverwekkende *Verticillium* wordt opgespoord, ook als deze in lage concentraties voorkomt. Bij de start van het project was dus nog niet duidelijk of *Verticillium*-soorten die werden gevonden plantenziekteverwekkend waren, waar ze voorkomen en voor welke *Verticillium*-soorten de detectiemethode ontwikkeld moet worden.

In eerder onderzoek door PPO Glastuinbouw is aangetoond dat *Verticillium* bij teelten op steenwol verspreid kan worden door miljoenpoten die onder het loopfolie vandaan komen en dat deze besmette miljoenpoten ook planten kunnen ziek maken. Het is de vraag of naast miljoenpoten, bodeminsecten een rol spelen en hoe belangrijk deze besmettingsbron is.

Door middel van monitoring van een aantal bedrijven en het nemen van monsters zijn hierover gegevens verzameld.

2 Doel

Het doel van het onderzoek was:

- Duidelijkheid te verkrijgen welke *Verticillium*-soorten in de praktijk voorkomen, welke plantenziekteverwekkend zijn en hoe de symptoomontwikkeling is opdat de juiste opsporingsmethode (detectietechniek) kan worden gebruikt waarmee de plantenziekteverwekkende *Verticillium* wordt aangetoond.
- Duidelijkheid te verkrijgen waar op bedrijven de pathogene soorten voorkomen om inzicht verkrijgen in verspreiding en overdracht van *Verticillium* zodat monsters worden genomen op plaatsen waar de kans het grootst is de plantenziekteverwekker op te sporen.
- De opsporingsmethoden die worden ontwikkeld in de praktijk op hun bruikbaarheid testen om *Verticillium* vroegtijdig in plantmateriaal en insecten op te sporen en de ziekte daardoor effectiever te kunnen bestrijden.
- Duidelijkheid te verkrijgen in hoeverre naast miljoenpoten, bodeminsecten een rol spelen bij verspreiding van en aantasting door *Verticillium*.
- Een protocol hoe *Verticillium* het best kan worden opgespoord.
- In 2000 is een hygiëneprotocol voor tomaat gepubliceerd. Naar aanleiding van de monitoring wordt gezien of eventueel aanvullingen op het hygiëneprotocol tomaat nodig zijn.

3 Materialen en methoden

3.1 Werkwijze

Door PPO Glastuinbouw en GAC werden gegevens verzameld van 22 bedrijven waar op het moment van monitoring en/of in voorgaande jaren *Verticillium*-aantasting werd geconstateerd. Door middel van een vragenlijst en bedrijfsbezoeken zijn gegevens verzameld die in verband met *Verticillium*-aantasting van belang kunnen zijn. De vragen op de vragenlijsten hadden betrekking op drie teeltseizoenen inclusief de teeltwisselingen. De vragenlijst staat in bijlage 1.

3.2 Monsters

Vroeg in het teeltseizoen zijn op de bedrijven die bij dit onderzoek zijn betrokken op plaatsen waarvan werd vermoed dat daar *Verticillium* aanwezig zou kunnen zijn, monsters verzameld om te onderzoeken op de aanwezigheid van *Verticillium*. De grootte van de plantmonsters was verschillend. Voor onderzoek van plantmateriaal zonder ziekteverschijnselen werden 5-10 bij voorkeur grondscheuten of anders dieven genomen, voor onderzoek van plantmateriaal met ziekteverschijnselen een enkel blad of stuk stengel. Van bodeminsecten, spinnen en miljoenpoten werden een paar exemplaren per monster onderzocht, druppelaars 10-20 per bedrijf en van wortels en steenwolmatten een cm² van minimaal 4 plaatsen. De watermonsters die werden genomen waren 2-5 l water, de grondmonsters 1 l grond en de stofmonsters enkele grammen stof. In tabel 2 staat vermeld op welke plaatsen water-, grond- en stofmonsters zijn genomen.

Een aantal monsters is voor de helft gebruikt om *Verticillium* op te sporen met behulp van een biotoets en voor de helft om *Verticillium* op te sporen met behulp van een moleculaire techniek (PCR). De rest van de monsters is gebruikt om *Verticillium* op te sporen met behulp van PCR.

Watermonsters werden voor onderzoek op aanwezigheid van *Verticillium* gefiltreerd met filters die bacteriën doorlaten en waar schimmels op achterblijven. De filters met de schimmels zijn met PCR en biotoetsen onderzocht op de aanwezigheid van *Verticillium*.

GAC heeft de aangeleverde monsters onderzocht op aanwezigheid van *Verticillium* met behulp van de klassieke uitplaatmethode en/of PCR. Door PPO werd de aanwezigheid van *Verticillium* in de monsters onderzocht door middel van een biotoets. Voor de biotoets zijn de filters met de daarop achtergebleven schimmels tegen de wortels van 14 dagen oude tomatenplanten in steenwolpotten gedaan. Van de grondmonsters, stof van de paden is een submonster genomen voor onderzoek met PCR. Voor de biotoets zijn 14 dagen oude tomatenplanten in de grondmonsters geplant. Stof van de paden is in het plantgat van steenwolpotten gedaan. Hierop zijn jonge tomatenplanten gezet.

De biotoets is geincubeerd in een geschermd kas om de instraling te verminderen waardoor de planten vatbaarder worden voor *Verticillium*. De andere teeltomstandigheden in de proefkas waren normaal voor de teelt van tomaat.

3.3 Pathogeniteitsproeven

Op het PPO Glastuinbouw werden *Verticillium*-isolaten uit planten en insecten en besmette insecten uit de praktijk in kasproeven getest op hun pathogeniteit voor tomaat. Voor de testen zijn isolaten gebruikt die door PPO en GAC waren geïsoleerd en gedetermineerd als *V. tricorpus* en *V. albo-atrum*.

Voor de pathogeniteitsproeven werden isolaten 2-3 weken op petrischalen met aardappel dextroseagar gekweekt. De volgroeide platen werden gemixed in een blender met 200 ml water per plaat. Tien tot veertien dagen oude

tomatenplanten, cv Aromata, zijn met de wortels gedompeld en aangegoten met een suspensie van een isolaat. De tomatenplanten werden geplant in steenwolblokken en minimaal 6 weken onder normale teeltomstandigheden geteeld. De proeven zijn gedaan met tien planten per isolaat in twee herhalingen.

4 Resultaten

4.1 Vragenlijsten

De belangrijkste uitkomsten van de ingevulde vragenlijsten zijn in dit hoofdstuk beschreven.

Er is *Verticillium*-aantasting gevonden in de rassen Aromata, Aranca, Ferrari, Spranco, Starfighter, Cedrico, Clothilde, 8008, Espero, Clarion, Action, Mondeo, Belissimo, Tradiro, Ever, Briljant. In het ras Temptation is wel *Verticillium* aangetoond, maar er zijn geen zieke planten gevonden.

Elf van de 23 bedrijven uit het onderzoek hadden minimaal één van de drie teeltseizoenen waarover vragen werden gesteld op een onderstam geteeld. De onderstammen die op deze bedrijven werden gebruikt waren Eldorado, Maxifort en Beaufort. In teelten waar op een onderstam was geënt kwam minder *Verticillium*-aantasting voor en was de aantasting minder ernstig dan in teelten daarvoor en/of daarna waar niet op een onderstam was geënt (tabel 1). In 9 van de 26 teelten werd ondanks enten ernstige aantasting geconstateerd. Op enkele bedrijven waar ondanks het enten ernstige aantasting werd geconstateerd, was aan het begin van het teeltseizoen erg droog geteeld waardoor potten en matten in het voorjaar waren ingeteerd. Ook waren in enkele gevallen bij de teeltwisseling minder teelthygiënische maatregelen genomen dan gebruikelijk.

Tabel 1. Aantal teelten geënt en niet geënt waarin wel en geen *Verticillium*-aantasting of zeer sterke afname van *Verticillium*-aantasting in een volgend teeltseizoen is gevonden.

Geënt op onderstam	Wel aantasting	Geen aantasting of zeer sterke afname van aantasting
wel onderstam	9	17
geen onderstam	36	7

Op een kwart van de geënquêteerde bedrijven was volgens de telers de aantasting ernstiger bij planten waar meer stengels per plant werden aangehouden dan bij de rest van de planten.

Door uitspuiten van de kassen, ontsmetten van stekers of gebruik van nieuwe stekers kon aantasting niet worden voorkomen. Kassen werden uitgespoten met fluorverbindingen, formaline, peroxiden, chloorverbindingen, Menno Clean en Easy Clean. Stekers werden behalve met een aantal van deze verbindingen ook wel met geconcentreerde logen of zuren (meststoffen) ontsmet. De meeste telers gebruikten het hygiëneprotocol wel als een soort handleiding en volgden de meeste aanbevelingen op maar hielden zich niet strikt aan de richtlijnen in het protocol. Bij zowel telers waar de duur van teeltwisseling lang alsook waar de duur van teeltwisseling kort was en waar stroken of volvelds folie op de grond werd gebruikt is dezelfde mate van aantasting geconstateerd.

Ook door maatregelen te nemen die onder het kopje teelt van de vragenlijst zijn vermeld (een bepaald type teeltsubstraat, telen in goten of bepaalde ontsmettingsmaatregelen), kon aantasting niet worden voorkomen. Ook op bedrijven waar op hangende goten werd geteeld, waar drainwater en matten werden ontsmet of werd gestart met nieuw substraat, werd *Verticillium*-aantasting gevonden. Op 50% van de bedrijven waar op hangende goten werd geteeld is geen *Verticillium*-aantasting gevonden.

Zichtbare aantasting door *Verticillium* trad vanaf enkele weken na het planten in de teelt op. In het begin van het teeltseizoen hadden planten die door *Verticillium* waren aangetast de typische symptomen voor *Verticillium*-aantasting zoals eenzijdige verwelking soms zelfs van een enkel blad, misvormd blad, een wat dunnere kop met een typische bladstand en bruine vaatbundels. Op zeker 50 % van de bedrijven met *Verticillium*-problemen werden vooral in de zomer echter planten gevonden die vrij plotseling donkerder kleurden, in zijn geheel verwelkten en bruine vaatbundels hadden. Uit deze planten kon geen *Verticillium* worden geïsoleerd. In de wortels van deze planten werd *Pythium* gevonden. De planten hadden bij nadere bestudering dus ook een aantal symptomen die niet geheel met de symptomen van *Verticillium* overeen kwamen.

Een aantal telers haalde bij aangetaste planten een tros weg waarna de planten veelal herstelden. Er zijn op 4

bedrijven duidelijke aanwijzingen en bewijzen gevonden dat (te) droog telen bij het begin van de teelt in het voorjaar tot meer aantasting kan leiden.

In meer dan 90 % van de teelten uit de monitoring zijn symptomen van pepinomozaïekvirus geconstateerd.

Op alle bedrijven waar *Verticillium*-aantasting werd gevonden, zijn gedurende de teelt chemische middelen gebruikt om *Verticillium* te bestrijden. De bestrijding was niet altijd effectief en moest op de meeste bedrijven regelmatig worden herhaald, vooral als er later in het teeltseizoen mee werd begonnen. In de teelten met geënte planten waarin geen aantasting werd gevonden werden geen chemische middelen tegen *Verticillium* gebruikt, in alle andere teelten wel.

Er werden door telers nauwelijks middelen gebruikt tegen insecten of andere bodembewoners die mogelijk *Verticillium* overbrengen. De telers hadden nergens insecten of andere bodembewoners in overmatige hoeveelheden op de bedrijven gezien.

4.2 Monsters

Op de bedrijven waar monsters werden genomen zijn met behulp van PCR twee *Verticillium*-soorten gevonden, *V. tricorpus* en *V. albo-atrum*. Hoeveel keer en op welke plaatsen *V. albo-atrum* werd aangetoond staat vermeld in tabel 2. Dit was op druppelaars, in bassinwater, in bladeren en dieven van tomatenplanten met en zonder *Verticillium*-symptomen, stof op paden en steunen en in de bedrijfshal, grond en plantmateriaal onder het loopfolie en in steenwolmatten (zie tabel 2). *V. albo-atrum* kon niet worden aangetoond in insecten, spinnen en miljoenpoten, stof op het folie om de steenwolmatten, drainwater, water na passeren van een biofilter en nauwelijks in de wortels van planten. *V. tricorpus* werd frequenter en op meer plaatsen in en rond de kas aangetoond dan *V. albo-atrum*.

Tabel 2. Aantal keren en plaatsen op bedrijven waar *Verticillium albo-atrum*, *V. tricorpus* en geen *Verticillium* spp. is aangetoond.

Bemonsteringsplaats	<i>V. albo-atrum</i>	<i>V. tricorpus</i>	Geen <i>Verticillium</i> aangetoond
Ziek plantmateriaal	3	2	0
Plantmateriaal zonder Vert.symptomen	9	14	7
Insecten, spinnen, miljoenpoten	0	5	6
Stof op de vloer in de hal	1	1	0
Stof op het pad of steunen in de kas	6	14	6
Stof op het folie op de grond en om de steenwolmatten	0	9	3
Grond onder het loopfolie	1	3	4
Plantenresten onder het loopfolie	1	1	
Druppelaars	4	8	3
Wortels uit de matten	1	9	4
Water na passage van biofilter	0	1	3
Water in de mengbak	1	0	3
Bassinwater	3	1	5
Ondergrondse wateropslag	1	0	0
Uitgangswater	0	0	7
Drainwater	0	3	1
Water na passage van UV	0	0	1
Steenwolmatten	2	1	0

4.3 Biotoetsen

In de biotoetsen werden geen planten gevonden die *Verticillium*-symptomen kregen. Ook bij isolatie uit deze planten werd geen *Verticillium* gevonden (tabel 3).

Tabel 3. Aantal monsters waar in de biotoets geen *Verticillium* is aangetoond en waarin met behulp van PCR wel (+), geen (-) en twijfelachtig (?) *Verticillium albo-atrum* werd aangetoond.

Monster	Uitslag van de toets met behulp van PCR
Uitgangswater	2 + , 2 - , 2 ?
Stof	3 + , 2 -
Grond	3 + , 1 -
Organisch materiaal onder het loopfolie	1 +

4.4 Pathogeniteitsproeven.

Tomatenplanten besmet met isolaten van *V. tricorpus* werden niet of nauwelijks aangetast. Planten besmet met *V. albo atrum* werden ernstig ziek. Een deel van de pathogeniteitsproeven is beschreven in het verslag over detectie van *Verticillium*. (zie rapport "Detectie *Verticillium* bij tomaat", december 2002).

5 Discussie en conclusies

Van de *Verticillium*-soorten die in de praktijk werden gevonden bleek alleen *Verticillium albo-atrum* plantenziekteverwekkend te zijn. Dit komt overeen met gegevens uit de literatuur. *V. tricorpus* staat beschreven als zwak of niet-plantenziekteverwekkend. Er is dus alleen een detectiemethode nodig waarmee *V. albo-atrum* kan worden aangetoond.

In alle rassen die op de vragenlijsten werden genoemd is *Verticillium*-aantasting gevonden. Er kunnen aan de hand van gegevens op de ingevulde vragenlijsten echter geen conclusies worden getrokken wat betreft verschillen tussen de rassen in gevoeligheid voor *Verticillium*. In kasproeven bij PPO Glastuinbouw in Naaldwijk zijn deze verschillen wel aangetoond. Vooral cherrytomaten zijn door de vegetatieve groei minder gevoelig. Dat kan verklaren waarom in de praktijk in cherrytomaten *Verticillium*-aantasting geen probleem is en er geen bedrijven met cherrytomaten in het onderzoek zijn meegenomen.

Door enten op onderstammen lijkt *Verticillium*-aantasting op een aantal tomatenbedrijven minder ernstig te zijn. Er kan uit dit onderzoek niet worden geconcludeerd of er tussen onderstammen verschil in gevoeligheid voor *Verticillium* is. Daarvoor moeten geënte planten worden besmet met gelijke hoeveelheden *Verticillium*. Uit het feit dat in geënte planten *Verticillium*-aantasting werd gevonden blijkt dat onderstammen niet onvatbaar zijn. Uit het onderzoek bleek dat onder minder goede teeltomstandigheden, zoals te droog telen in het begin van de teelt, geënte planten toch worden aangetast en het effect van het enten op *Verticillium*-aantasting waarschijnlijk teniet wordt gedaan. Hetzelfde geldt als onvoldoende bedrijfshygiënische maatregelen worden genomen waardoor de infectiedruk bij de start van de teelt te hoog blijft. Ook niet-geënte planten lijken onder minder goede teeltomstandigheden door verzwakking ernstiger te worden aangetast. In eerder onderzoek bij PPO Glastuinbouw in Naaldwijk is aangetoond dat de teeltomstandigheden invloed hebben op *Verticillium*-aantasting. Planten die te droog zijn geteeld worden ernstiger door *Verticillium* aangetast. Een goede controle van potten en matten op vochtgehalte en de watergift hierop afstemmen is daarom belangrijk. In eerder onderzoek in kasproeven door PPO Glastuinbouw is aangetoond dat de aanwezigheid van pepinomozaïekvirus de *Verticillium*-aantasting verheft. Dit lijkt te worden bevestigd bij de monitoring. Ook het feit dat bij een aantal telers de ernst van de *Verticillium*-symptomen afnam of de symptomen verdwenen na verwijderen van trossen bij aangetaste planten en dat bij planten met minder stengels minder ernstige aantasting werd geconstateerd, kan met plantbelasting en verzwakking te maken hebben.

Door tomatenplanten op hangende goten te telen werd aantasting niet op alle bedrijven voorkomen. Nu bekend is dat bijvoorbeeld het uitgangswater besmet kan zijn, is dit te verklaren.

In de winter is de symptoomontwikkeling van *Verticillium* bij tomaat op steenwol vrij karakteristiek. Maar met name in de zomer zijn de symptomen van een *Verticillium*-aantasting moeilijk te onderscheiden van ziekteverschijnselen door andere oorzaken zoals problemen met het wortelstelsel door *Pythium*. Hoogstwaarschijnlijk waren maatregelen, die in de zomer tegen *Verticillium* werden genomen niet altijd effectief omdat aantasting door bijvoorbeeld *Pythium* het probleem was. Vooral in de zomer is het gevaarlijk om aan de hand van symptomen als vaatverbruining en verwelking een diagnose te stellen met het risico van een foutieve bestrijding. In die periode is daarom nader onderzoek van plantmateriaal nodig.

Het feit dat *V. albo-atrum* wel op het pad in de kas en op de vloer in de bedrijfshal en niet op de folie in de kas werd gevonden komt misschien doordat in het stof op het pad grovere gronddeeltjes met *V. albo-atrum* aanwezig zijn die in het stof op de folie niet voorkomen. *V. albo-atrum* kan het beste vroegtijdig worden opgespoord door het nemen van monsters van stekers, gewas, water en stof op de bedrijven. Met behulp van PCR kan *V. albo-atrum* effectiever en gevoeliger worden aangetoond dan met behulp van een biotoets. Met het vinden van *V. albo-atrum* in water, grond en stof kunnen nu meer potentiële besmettingsbronnen worden opgespoord en is duidelijker geworden wat belangrijke en minder belangrijke besmettingsbronnen voor het gewas zijn. Stof op de paden en uitgangswater lijken belangrijke, bodeminsecten en miljoenpoten minder belangrijke verspreidingsbronnen. Uit eerder onderzoek is gebleken dat ook stekers een belangrijke besmettingsbron kunnen zijn bij de start van de teelt. De stekers en matten die hier zijn onderzocht op de aanwezigheid van *Verticillium* kunnen ook gedurende de teelt worden besmet door het gebruik van besmet uitgangswater.

Het hygiëneprotocol voor tomaat hoeft wat betreft *Verticillium* niet te worden aangepast.

V. albo-atrum kan gedurende de teelt effectief worden bestreden mits het aantonen en het bestrijden vroegtijdig gebeurt.

Alleen een goed hygiëneprotocol of alleen teeltmaatregelen zullen meestal niet voldoende zijn om aantasting door *Verticillium* te voorkomen. Daarom is combineren van enten, maatregelen in de teelt, vroegtijdige bestrijding en bedrijfshygiënische maatregelen nodig. Beperking tot één van deze maatregelen kan tot onvoldoende effect tegen *Verticillium* leiden.

Bijlage 1

Vragenlijst voor tomatentelers

Naam :
Straat :
Postcode :
Plaats :
Tel. :
Fax :
Bedrijfsgrootte:

Volgnr. :
Datum :
Mobiel :
E-mail :

Plantgegevens

	<i>2000 - 2001</i>	<i>2001 - 2002</i>	<i>2002-2003</i>
Tomatenras			
Welk type onderstam?			
Meerdere stengels aangehouden?			
Verband tussen aantal stengels/plant en mate van aantasting			

Teeltwisseling

	<i>2000 - 2001</i>	<i>2001 - 2002</i>	<i>2002-2003</i>
Is de kas uitgespoten en waarmee?			
Stekers ontsmet en waarmee? Stekers verwijderd?			
Wordt er gewerkt met/volgens hygiëneprotocol?			
Wat is er niet volgens hygiëneprotocol gebeurd?			
Buis/rail, druppel­slangen, loopfolie afgespoten?			
Volvelds of stroken folie			
Is er verschil in aantasting?			

Teelt

	<i>2000 - 2001</i>	<i>2001 - 2002</i>	<i>2002-2003</i>
--	--------------------	--------------------	------------------

Type substraat			
Nieuw of gestoomd			
Teelt op grond of goten			
Direct of later op plantgat gepoot			
Uitgangswater ontsmet?			
Hoe wordt drainwater opgevangen			
Wordt drainwater ontsmet en waarmee			

Aantasting

	<i>2000 - 2001</i>	<i>2001 - 2002</i>	<i>2002-2003</i>
Verticillium aangetoond?			
Pythium aangetoond?			
Door wie vastgesteld? Voorlichter/Laboratorium			
Bruine vaatbundels?			
Slap hangen onderste bladeren?			
Donker staan gehele plant?			
Eenzijdige verwelking?			
Dunne kop van de plant?			
Aantasting pleksgewijs?			
Begint de aantasting jaarlijks op dezelfde plek?			
Symptoomontwikkeling			
Wanneer de eerste symptomen?			
Mate van aantasting?			
Overige symptomen			
Begint aantasting elk jaar op dezelfde plek?			
Is er een relatie tussen waterhuishouding en aantasting?			

Hoe was de wortelontwikkeling?			
Is er Pepinomozaïekvirus aangetoond?			

Gewasbescherming

	<i>2000 - 2001</i>	<i>2001 - 2002</i>	<i>2002-2003</i>
Welke gewasbeschermingsmiddelen zijn gebruikt tegen Verticillium? Wanneer en hoeveel keer?			
Welke gewasbeschermingsmiddelen zijn gebruikt tegen Pythium? Wanneer en hoeveel keer?			
Welke bestrijdingsmethode is gebruikt?			
Zijn er middelen gebruikt om overdracht van Verticillium door insecten te voorkomen?			

Opmerkingen teler