

Fusarium-verwelkingsziekte van tomaat in Nederland

G. WESTSTEIJN

Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO), Wageningen *

Tot voor kort heeft men in Nederland gedacht vrij te zijn van Fusarium-verwelkingsziekte van tomaat. In de voorzomer van 1968 echter werd het voorkomen van de ziekte in ons land met zekerheid vastgesteld, en wel in het gebied tussen Nieuwerkerk aan de IJssel en Nootdorp en in het tuinbouwgebied rondom Venlo. In 1969 heeft de ziekte zich in genoemde gebieden sterk uitgebreid, terwijl ook uit andere delen van het land incidentele aantastingen zijn vermeld (Plantenziektenkundige Dienst, persoonlijke mededeling).

In een aantal andere landen is de ziekte al jarenlang bekend, in tomaten onder glas bijvoorbeeld op de Kanaaleilanden, in Polen, Rusland, Engeland en de noordelijke staten van de USA en in vollegrondse tomaten in warmere landen als Italië, Frankrijk, Marokko, de zuidelijke staten van de USA, Zuid Afrika.

De parasiet

De ziekte wordt veroorzaakt door de schimmel *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder & Hans. Deze schimmel heeft een optimale groeitemperatuur van 27° - 28° C, hetgeen met name verklaart, waarom de schimmel in het noordelijke deel van de gematigde luchtstreken uitsluitend onder glas voorkomt. Bij een temperatuur lager en hoger dan het optimum neemt de groeisnelheid sterk af, zodat bij 35° C vrijwel geen en bij 16° C slechts weinig groei meer plaatsvindt. De afstervings temperatuur ligt bij ongeveer 60° C.

In Nederland vindt de vorming van macroconidiën van de schimmel uitsluitend plaats aan de buitenzijde van geheel of gedeeltelijk afgestorven weefseldelen. Microconidiën worden ook in de plant gevormd en kunnen met de sapstroom in de houtvaten worden meegevoerd. Vermindering van de Ca^{++} -concentratie in de plant werkt de ziekte in de hand (Corden, 1965). Dit kan ook worden veroorzaakt door een hoge concentratie van Mg^{++} - en PO_4^{---} -ionen, waardoor Ca^{++} -ionen worden vastgelegd.

De schimmel kan jarenlang saprofytisch in de grond in leven blijven zonder zijn virulentie te verliezen.

Ziektesymptomen

F. oxysporum f. *lycopersici* blijft onder Nederlandse omstandigheden in de kasgrond over en tast van daaruit planten aan. De schimmel bereikt de stengel via de vaatbun-

* Gedetacheerd bij het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk

dels van wortels en stengelvoet en verstopt deze langzamerhand. Bovendien produceert hij toxinen, die in de bladeren terecht komen. Het gevolg is een heldere geelverkleuring van de bladeren, beginnend bij de onderste en zich geleidelijk naar boven voortzettend, gevolgd door verwelking en verdorring daarvan (fig. 1). Vaak is aanvankelijk slechts één vaatbundel aangetast en dan treedt genoemde bladverwelking slechts aan één zijde van de plant op (fig. 2).

Aangetaste vaatbundels worden bruin gekleurd (fig. 3) en de schors vertoont op die plaats vaak een gele streep. De vruchten aan de trosstelen, die door deze vaatbundels worden gevoed, blijven te klein en rijpen voortijdig af, terwijl de trosstelen zelf geel en daarna bruin worden in plaats van groen te blijven zoals bij een gezonde plant. Door onvoldoende vochttoevoer via de vaatbundels wordt de vochtvoorraad in het merg aangesproken, waardoor witgekleurd laddermerg ontstaat. De kop van de plant blijft aanvankelijk nog lange tijd turgescient, maar verwelkt tenslotte ook, meestal zonder gele verkleuring.

De symptoomverschillen tussen deze ziekte en de *Verticillium*verwelkingsziekte zijn goed waarneembaar, als men let op de meer oranje-gele verkleuring van de bladpunten en de grauwe - in plaats van bruine - vaatbundelverkleuring bij *Verticillium*aantasting. *Verticillium*aantasting komt ook veel meer voor op plaatsen met een slechte grondstructuur, doet minder schade bij temperaturen boven 20° C en verzwakt de planten in het algemeen slechts langzaam.



Fig. 1 (links). Typische verwelkings symptomen. Fig. 2 (midden). Eenzijdige vergeling. De bladeren gemerkt met → worden alle door dezelfde vaatbundel bevoorraad. Fig. 3 (rechts). Bruinkleuring van de vaatbundels.

Uitwendige omstandigheden

De eerste verwelkingsverschijnselen treden in het algemeen op vanaf 2 maanden na het uitplanten, wanneer de planten 1,5 - 2 m lang zijn en de vochtbehoeften aanzienlijk. Dit hangt natuurlijk ook af van de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid in de kas en de bladmassa van de planten. De ziekte komt dan ook het meest voor op zware stookbedrijven, waar de temperatuur 's nachts op ongeveer 18° C en overdag op 23° C of meer gebracht wordt, en in de warmste delen van de kassen. Bovendien is het ziekteverloop in een welig gewas meestal duidelijk sneller dan in een wat schraler en stugger gewas. In warme zomers, zoals in het afgelopen jaar, kan het zelfs in onverwarmde kassen zo warm worden, dat ook daarin de ziekte een kans krijgt. In Nederland is de ziekte tot op heden gevonden op zand-, zavel-, veen- en kleigronden, zodat er wat betreft de grondsoort geen grote beperkingen voor de schimmel lijken te zijn.

Verspreiding

De verspreiding van de schimmel kan plaats vinden door wortelcontact. In de praktijk ziet men dan ook veelal een aantal planten in één rij successievelijk ziek worden. Verspreiding over iets grotere afstanden kan plaats vinden door sporen, die met rondspattende regendruppels worden meegevoerd. Het transporteren van besmette grond aan schoeisel, gereedschap, machinerieën en dergelijke is eveneens van belang. In het teeltseizoen 1969 heeft men dan ook veelvuldig kunnen waarnemen, dat de ziekte zich aanvankelijk in een deel van een bedrijf manifesteerde, maar aan het einde van het teeltseizoen op het gehele bedrijf kon worden gevonden, zij het vaak in minder ernstige mate. Ook moet in dit verband het transporteren van sporen aan kleding, gereedschap en dergelijke worden genoemd als mogelijke factor in de verspreiding van de ziekte. Windverspreiding is waarschijnlijk van heel weinig of geen belang, gezien de grootte van de sporen, de stevige hechting van deze in droge toestand aan het substraat en de zeer geringe windsnelheden in de kassen.

Zeer ernstig kan de ziekte optreden in jongere gewassen dan hierboven aangegeven (vanaf 2 - 3 weken na het planten), als het plantmateriaal reeds besmet is geweest, bijvoorbeeld doordat de planten op een besmet kweekbed hebben gestaan, de gebruikte potjes of de potgrond besmet waren.

Besmetting vanuit het zaad is niet in Nederland maar wel in de USA waargenomen (Wollenweber en Reinking, 1935).

Bestrijding

De bestrijding van deze ziekte moet zich vooral richten op de grond, de vermindering van herinfectie, het gebruik van onbesmet plantmateriaal, het voorkomen van verspreiding van de ziekte en het telen van resistente rassen.

Grondontsmetting

In proeven is gebleken dat de schimmel slechts gedood wordt op die plaatsen in de grond, waar de temperatuur voldoende lang de afstervingstemperatuur heeft bereikt. Dit betekent in de praktijk, dat de ontsmetting tegen gevels, onder verharde paden, in zeer natte grond, op grotere diepte onvoldoende kan zijn geweest. Er dient derhalve niet alleen zwaar maar ook zeer nauwkeurig te worden gestoomd. Het stomen met netten over de zeilen geeft betere resultaten dan zonder, maar nog betere resultaten mogen worden verwacht, wanneer de stoom in de grond wordt losgelaten. Een vaste stoomleiding zou hiervoor waarschijnlijk een uitstekende oplossing zijn. Wat betreft het tijdstip is het duidelijk, dat stomen in de zomer of het vroege najaar beter is dan in het late najaar. In augustus en september immers is de grondtemperatuur vrij hoog en de luchttemperatuur eveneens, waardoor minder condenswater onder zeilen wordt gevormd; de grondwaterstand is in die tijd lager en de grond droger, zodat minder warmte behoeft te worden verspild voor het verhitten van water in de bovenste grondlagen.

Ook chloorpikrine kan een goede ontsmetting geven, mits de concentratie hoog genoeg wordt genomen (60 ml/m^2 of meer) en de toediening nauwkeurig plaatsvindt. Een en ander is o. a. gebleken uit proeven, die in het Consulentschap voor de Tuinbouw in Roermond zijn uitgevoerd. In deze proeven gaf methylbromide in een concentratie van 100 g/m^2 een iets minder goed resultaat. Dit bevestigt de resultaten van grondontsmettingsproeven in België (van de Broeck, 1969).

Herinfectie

Uiteraard dient na de grondontsmetting te worden gewaakt voor herinfectie van de grond. Daarom moet apart schoeisel en gereedschap worden gebruikt in het reeds ontsmette deel van het bedrijf. Ook is gebleken dat er op de verwarmingsbuizen veel sporen kunnen zijn gedeponerd, die bij het doorspoelen van de grond na het stomen of bij het beregenen na het planten weer in de grond kunnen worden teruggespoeld. In dit geval is voorafgaande ontsmetting van de buizen met formaline (4 - 5% a. s.) noodzakelijk. Hoofdpaden moeten eveneens met dit middel worden ontsmet.

Plantmateriaal

Het spreekt vanzelf, dat het te gebruiken plantmateriaal ziektevrij moet zijn. Opkweek van planten op besmette bedrijven moet dan ook sterk worden afgeraden.

Voorkomen van verspreiding

Wanneer ondanks bovengenoemde maatregelen de ziekte toch weer optreedt, is het noodzakelijk de uiterste bedrijfshygiëne te beoefenen om verdere verspreiding over het bedrijf en naar andere bedrijven tegen te gaan. Dit houdt in:

1. Aangetaste planten inclusief hun wortelkluit onmiddellijk na diagnose verwijderen en vernietigen (verbranden, met formaline overgieten of begraven) zonder zieke plantedelen of besmette grond te verspreiden;
2. Het aangetaste kasgedeelte zo weinig mogelijk betreden; dit betekent ook het weren

van elk overbodig bezoek;

3. Bij het betreden van besmette kasgedeelten ander schoeisel gebruiken, dat steeds wordt ontsmet in een bak met formaline of 10% kopersulfaat, terwijl eveneens apart verzorgingsgereedschap voor dat deel van het bedrijf wordt gereserveerd, dat ontsmet wordt aan het einde van de teelt;
4. Het geplukte blad en de dieven uit het zieke kasgedeelte vernietigen als onder punt 1.;
5. Het afgedragen gewas aan het einde van de teelt zonder verspreiding van plantedelen of grond verwijderen en vernietigen;
6. De hygiënische maatregelen onder de punten 2 en 3 voortzetten, totdat grondige ontsmetting van dit kasgedeelte heeft plaatsgevonden, ongeacht of er eerst een ander gewas wordt geteeld of niet. Ter beperking van de verspreiding en met het oog op een beter resultaat van de bestrijding is echter grondontsmetting onmiddellijk na de toma-teteelt het meest gewenst.

Resistentie

Het is gebleken dat er minstens twee duidelijk verschillende fysiologische rassen van de schimmel bestaan. Het minst verbreide fysio 2 wordt gevonden in enkele staten van de USA, namelijk Ohio, Florida, Arkansas, New Jersey (Miller & Kananen, 1968) en in Marokko. In de overige gebieden, waar de ziekte voorkomt en dus ook in Nederland, vindt men fysio 1. Dit is voor Nederland onlangs bepaald door ir. Hubbeling (IPO). Vanuit Brazilië (Tokeshi et al., 1966) evenals vanuit Israël (Katan, 1968) is onlangs echter melding gemaakt van het optreden van isolaten, die in virulentie afwijken van bovengenoemde fysio's. In Israël blijkt het echter toch fysio 2 te betreffen (Katan, persoonlijke mededeling 1970).

In de buitenlandse vollegronds tomateteelt wordt als enige praktisch bruikbare bestrijdingsmaatregel het gebruik van resistente rassen aanbevolen.

Ook in Nederland wordt deze resistentie, die monogeen is, ingekruist ter verkrijging van bruikbare praktijkrassen. Enkele nummers worden momenteel reeds op vrij grote schaal in de praktijk geprobeerd. Deze relatief snel behaalde resultaten zijn bereikt doordat enkele Nederlandse veredelingsbedrijven reeds werkten voor een buitenlands teeltgebied, waar de ziekte economische schade aanricht.

Teeltmethoden en ziekteproblemen

Een belangrijke factor bij het optreden van deze ziekte is het aanhouden van kastemperaturen, die de optimale groeitemperatuur van de schimmel benaderen. Het is dan ook waarschijnlijk, dat deze schimmel zich zo sterk heeft kunnen vermeerderen, doordat een toenemend aantal tuinders, die vroege stooktomaten telen, naar die hoge temperaturen streven ten behoeve van het verkrijgen van een vroege produktie. Hoe frequenter een ziekte voorkomt, hoe moeilijker het is verspreiding te voorkomen. Dit is in 1969 reeds gebleken uit het voorkomen van de ziekte in enkele onverwarmde teelten bij de hoge temperaturen tijdens de zomerse maanden. Het is derhalve moge-

lijk, dat de schimmel sterker is verbreid dan tot nu toe kon worden waargenomen. Men kan anderzijds ook verwachten dat de ziekte minder ernstig zal voorkomen in onverwarmde teelten gedurende koude zomers.

Bovengenoemde ziekte is er een duidelijk voorbeeld van, dat veranderde teeltomstandigheden ook andere ziekteproblemen met zich mee kunnen brengen. Een ander voorbeeld is het toenemen van de aantasting van sla door *Rhizoctonia solani* bij intensivering van de najaars- en winterteelt (Termohlen, 1967). Dit geldt ook voor het wit (*Bremia lactucae*) in sla (Verhoeff, 1960).

Ook de teeltmethodiek is van belang. De opkomst van gespecialiseerde plantenkweekbedrijven voor de geconcentreerde opkweek van plantmateriaal bijvoorbeeld kan grote gevaren in zich bergen, getuige de snelle verbreiding van het *Phytophthora*-voetrot van tomaat (*P. nicotianae*). Hierbij bleken o. a. enkele plantenkweekbedrijven een infectiebron te zijn. Het zal nodig zijn ervoor te zorgen, dat met name deze bedrijven vrij zijn en blijven van *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici*.

Veranderingen in de teeltmethodiek kunnen echter wat betreft de ziekten ook verbeteringen betekenen. Bij de overgang van de teelt van buitentomaten naar tomaten onder glas bijvoorbeeld is de schade door *Phytophthora infestans* sterk beperkt. Na de overgang van koude naar verwarmde kassen kan de vochtigheid van de lucht en het gewas op zodanige waarden worden gehouden dat deze schimmel in het geheel geen infectiekansen meer heeft.

Verder zou het watergeven aan de planten zonder dat de bovengrondse delen daarbij vochtig worden, zoals dat met behulp van druppelbevloeiing kan, een grote verbetering kunnen betekenen in de bestrijding van *Didymella lycopersici*. Dan immers zou de spore-afgifte door de niet meer bevochtigde pykniden sterk worden geremd, vooral als de verwarming zo wordt afgesteld, dat er geen condensatie van waterdamp op de planten meer plaatsvindt. Bovendien kunnen wonden van bladlittekens en dergelijke dan sneller opdrogen, waardoor de kans op infectie van hogere stengeldelen sterk vermindert.

Het bovenstaande moge een waarschuwing zijn om bij veranderingen in kasklimaat en teeltmethodiek bijzondere aandacht te schenken aan de potentiële negatieve- zowel als positieve fytopathologische gevolgen van de door te voeren wijzigingen. Het is in dit verband van belang de optimale condities te kennen van parasieten van kasgewassen, die in Nederland niet, maar elders op de wereld wél voorkomen.

Literatuur

- Broeck, H. v. d., 1969. Fungicide werking van methylbromide. Tuinb. Ber. Leuven, 33: 347-348.
- Corden, M. E., 1965. Influence of calcium nutrition on *Fusarium* wilt of tomato and polygalacturonase activity. *Phytopathology* 55: 222-224.
- Katan, J. & I. Wahl, 1968. Occurrence in Israël of new dangerous isolates of the *Fusarium* tomato wilt pathogen. *Att. Prim. Congr. Unione Fitop. Mediterr. Bari*, 1966, Dl. II: 425-430.
- Miller, R. E. & D. L. Kananen, 1968. Occurrence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 2 cau-
- Termohlen, G. P., 1967. Phytopathological consequences of changing agricultural methods. III Vegetables, flowers and fruit under glass. *Neth. J. Pl. Path.* 73 (suppl. 1): 116-129.
- Tokeshi, G. & Kurozawa, 1966. Nova raça de *Fusarium* do Tomateiro em São Paulo. *Anais. Esc. sup. Agric. "Luiz Queiroz"* 23: 217-227.
- Verhoeff, K., 1960. On the parasitism of *Bremia lactucae* Regel on lettuce. *Tijdschr. PlZiekt.* 66: 133-203.
- Wollenweber, H. W. & O. A. Reinking, 1935. Die