

PATHOGENITEITSVERSCHILLEN TUSSEN EEN AANTAL ISOLATIES VAN *VERTICILLIUM ALBO-ATRUM*¹

*With a summary: Differences in Pathogenicity between some isolates
of Verticillium albo-atrum*

DOOR

K. VERHOEFF

Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas, Naaldwijk

INLEIDING

Aantastingen van verschillende, onder glas geteelde gewassen, door *Verticillium* zijn reeds lang bekend en in de praktijk worden hiertegen de nodige maatregelen genomen. Pas de laatste jaren is gebleken, dat er tussen diverse isolaties van *Verticillium albo-atrum* REINKE & BERTH. een pathogeniteitsverschil kan bestaan ten opzichte van verschillende gewassen. In sommige gevallen blijkt een bepaalde isolatie specifiek pathogeen te zijn voor een bepaalde waardplant, bijvoorbeeld een isolatie uit spruitkool, die alleen voor dit gewas pathogeen is (ISAAC, 1957). Soms is van een dergelijke specificiteit weinig sprake; zo kon b.v. een isolatie uit *Mentha piperita* L. ook andere gewassen aantasten (HORNER, 1954; THOMAS & WEBB, 1956).

Voor een aantal isolaties, op een enkele uitzondering na afkomstig van onder glas geteelde gewassen, is de pathogeniteit op een reeks gewassen nagegaan. Hierbij is ook een tegen *Verticillium* resistente tomaat (tomaat V.R.) betrokken, omdat bij entproeven op dit ras als onderstam soms een sterke inwendige bruinkleuring optreedt, die vermoedelijk een gevolg is van een aantasting door *Verticillium*.

MATERIAAL EN METHODIEK

Voor het verkrijgen van verschillende isolaties van deze schimmel werd in de praktijk ziek materiaal verzameld. De onderste stengeldelen hiervan werden in stukjes gesneden, gewassen en ontsmet. De ontsmetting geschiedde door de stukjes achtereenvolgens te dompelen in alcohol 70 % (10 sec.), sublimaat 1 % (15 sec.) en alcohol 70 % (10 sec.). Daarna werden de stukjes geflambeerd, schuin overlangs doorgesneden en in petrischalen op kersagar uitgelegd. De verschillende isolaties werden op kersagar bij 21 °C in stand gehouden. In tabel 1 zijn de gegevens van deze isolaties vermeld. Overeenkomstig het werk van VAN DEN ENDE (1958) worden deze als vormen van *Verticillium albo-atrum* REINKE & BERTH. beschouwd, waarbij drie typen te onderscheiden zijn, nl. het type met microsclerotia (M), het type met donker mycelium (D) en het type zonder deze vormen van „ruststadia” (H).

De gewassen, die als toetsplanten in de proeven zijn gebruikt zijn vermeld in tabel 2. De planten werden geïnoculeerd als het eerste echte blad zichtbaar werd. Bij het inoculeren van chrysanten werden ongeveer 8 cm lange, bewortelde

¹ Aangenomen voor publikatie 16 mei 1959.

TABEL 1. De in de proeven gebruikte *Verticillium*-isolaties.*The Verticillium isolaties, used in the experiments.*

No.	Geïsoleerd uit / <i>Isolated from</i>	Plaats van herkomst <i>Place of origin</i>	Type
1	witlof (<i>Cichorium intybus</i> L.)	Deventer ¹	M ³
2	tomaat (<i>Lycopersicum esculentum</i> L.)	Naaldwijk	H ⁴
3	tomaat	Naaldwijk	H
4	tomaat	's-Gravenzande	M
5	chrysant (<i>Chrysanthemum</i>)	Naaldwijk	M
6	aardbei (<i>Fragaria spec. hybr.</i>)	Berkeley, California ²	D ⁵
7	aardbei	Berkeley, California ²	D
8	tomaat	Poeldijk	M
9	spaanse peper (<i>Capsicum annum</i> L.)	Naaldwijk	M
10	aubergine (<i>Solanum melongena</i> L.)	Poeldijk	D
11	aubergine	Poeldijk	M
12	aubergine	Poeldijk	M
13	aubergine	Poeldijk	M
14	chrysant	's-Gravenzande	D
15	chrysant	Poeldijk	H
16	chrysant	Naaldwijk	M
17	tomaat	Berkel	M
18	komkommer (<i>Cucumis sativus</i> L.)	Delft	M

¹ Ontvangen van Mevr. Ir. M. POST-BAKKER, Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen.² Received from Dr. St. Wilhelm, Dept. Pl. Pathology, Univ. of Calif.³ M = microsclerotium type / *microsclerotial type*.⁴ H = hyaliene type / *hyaline type*.⁵ D = donker mycelium type / *dark hyphal type*.

TABEL 2. De gewassen, waarop de verschillende isolaties zijn getoetst.

The plants, upon which the different isolates were tested.

Gewas / <i>Crop</i>		Ras / <i>Variety</i>
Andijvie	<i>Cichorium endivia</i> L.	no. 5
Aubergine	<i>Solanum melongena</i> L.	Lange Violette
Chrysant	<i>Chrysanthemum spec.</i>	Lady Electra
Komkommer	<i>Cucumis sativus</i> L.	Groene Standaard
Meloen	<i>Cucumis melo</i> L.	Westl. Enkele Net
Paprika	<i>Capsicum frutescens</i> L.	
Sla	<i>Lactua sativa</i> var. <i>capitata</i>	Proeftuins Blackpool
Spaanse peper	<i>Capsicum annum</i> L.	
Tomaat	<i>Lycopersicum esculentum</i> L.	Ailsa Craig (A.C.)
Tomaat	<i>Lycopersicum esculentum</i> L.	Moscow type, VR 11 ¹ (V.R.)

¹ Tegen *Verticillium* resistent ras. / *Variety resistent against Verticillium*.

stekken gebruikt. De inoculatie geschiedde door de wortels van de planten 10 minuten in een sporensuspensie te brengen. Deze sporensuspensie werd verkregen door vier buizen met vier tot vijf weken oude cultures van de desbetreffende isolatie te schudden met water, waaraan uitvloeier was toegevoegd. De controleplanten werden met hun wortels in een gelijke hoeveelheid water met uitvloeier geplaatst. De planten werden daarna in gestoomde grond opgepot en in de kas gezet. Per gewas werden per schimmelisolatie twintig planten getoetst. Voor

elke isolatie is dit minstens twee keer gebeurd. De duur van elke proef was gewoonlijk zes weken; waren er in deze periode weinig of geen symptomen opgetreden, dan werd de proef tot ongeveer 12 weken verlengd. Aan het einde ervan werden de onderste stengeldelen op aanwezigheid van *Verticillium* gecontroleerd (ontsmetten en uitleggen als beschreven voor het isoleren van *Verticillium* uit praktijkmateriaal).

De proeven werden voor alle gewassen genomen in een, voor de praktijk normale teeltperiode, d.i. voor andijvie, sla en chrysant in de herfst, voor de overige gewassen in het voorjaar en de zomer. Met aubergine, komkommer, meloen en tomaat (A.C.) werden bovendien proeven genomen in een voor deze gewassen veel ongunstiger periode, nl. in de herfst. Dit werd gedaan om een eventueel verband te kunnen leggen tussen de snelheid van groei en ontwikkeling van de planten en de gevolgen van een aantasting door *Verticillium*.

RESULTATEN

De symptomen, die bij de proeven optraden, kunnen in vijf groepen ingedeeld worden, te weten:

- a. Achterblijven in ontwikkeling in vergelijking tot de controleplanten.
- b. Geelkleuren en afvallen van de cotylen, vaak gevolgd door geelkleuren van de onderste bladeren.
- c. Als b, met geelkleuren, verwelken en afsterven, eerst van de onderste bladeren, daarna ook van jongere bladeren, soms leidend tot een geheel afsterven van de plant.
- d. Vorming van adventiefwortels, juist boven het grondoppervlak.
- e. Inwendige bruinkleuring.

De reacties van de gewassen aubergine, meloen, paprika, Spaanse peper en tomaat A.C. ten opzichte van de verschillende isolaties liepen sterker uiteen dan die van de gewassen andijvie, chrysant, komkommer, sla en tomaat V.R.

De resultaten van de proeven zijn als volgt:

Aubergine. Alle isolaties verwekten groeiremming, bladsymptomen en inwendige bruinkleuring, zij konden ook alle opnieuw worden geïsoleerd. De isolaties 3, 4 en 8 (van tomaat) 11, 12 en 13 (van aubergine) en 16 (van chrysant) deden de planten ongeveer 6 weken na de inoculatie afsterven.

Meloen. Alleen de isolaties 2 en 17 (van tomaat), 5, 15 en 16 (van chrysant), 9 (van Spaanse peper) en 18 (van komkommer) verwekten symptomen op dit gewas. De isolaties uit chrysant en isolatie 17 (van tomaat) verwekten een geringe groeiremming en zwakke bladsymptomen. Daarentegen deden de isolaties 2 (van tomaat), 9 (van Spaanse peper) en 18 (van komkommer) de planten ongeveer 5 weken na de inoculatie afsterven.

Behalve de genoemde isolaties konden ook de isolaties 1 (van witlof), 3, 4 en 8 (van tomaat), 7 (van aardbei) en 10 en 11 (van aubergine) opnieuw geïsoleerd worden.

Paprika. Op dit gewas verwekten alleen de isolaties 2, 3 en 8 (van tomaat) en 14, 15 en 16 (van chrysant) zwakke symptomen, nl. een geringe groeiremming, gepaard gaande met zwakke bladsymptomen. Behalve de genoemde isolaties konden ook de isolaties 4 (van tomaat), 7 (van aardbei) en 18 (van komkommer) opnieuw geïsoleerd worden.

Spaanse peper. Alleen de isolaties 2 (van tomaat) en 9 (van Spaanse peper) verwekten sterke groeiremming, matige bladsymptomen en inwendige bruinkleuring. De isolaties 5 (van chrysant), 6 (van aardbei), 10 (van aubergine) en 18 (van komkommer) verwekten zwakke groeiremming en geringe bladsymptomen. Behalve de genoemde isolaties konden ook de isolaties 3, 4, 8 en 17 (van tomaat), 7 (van aardbei), 11 en 13 (van aubergine) en 14 en 15 (van chrysant) opnieuw geïsoleerd worden.

Tomaat A.C. Op dit gewas verwekten de isolaties 3, 4, 8 en 17 (van tomaat) ernstige groeiremming, sterke bladsymptomen en sterke inwendige bruinkleuring. Ditzelfde geldt voor de isolaties 10, 11, 12 en 13 (van aubergine). De isolaties 8, 12 en 13 deden de planten ongeveer 6 weken na de inoculatie afsterven. Zwakke symptomen verwekten de isolaties 2 (van tomaat), 7 (van aardbei) en 16 (van chrysant). De isolaties 1 (van witlof), 5 en 15 (van chrysant), 6 (van aardbei), 9 (van Spaanse peper) en 18 (van komkommer) verwekten in het geheel geen symptomen. Behalve de isolaties 1, 6 en 15 (respectievelijk van witlof, aardbei en chrysant) konden alle isolaties opnieuw geïsoleerd worden.

Andijvie. Na inoculatie met isolatie 1 (van witlof) kleurden de buitenste bladeren lichtgeel, terwijl de voet van de planten inwendig bruin gekleurd was. Herisolatie was mogelijk. Met de overige isolaties konden geen symptomen worden opgewekt; ook konden deze niet opnieuw worden geïsoleerd.

Chrysant. Tot 14 weken na de inoculatie werden geen uitwendige symptomen waargenomen. Een lichte bruinkleuring werd na verloop van deze periode aangetroffen in de planten, geïnoculeerd met isolatie 5 (van chrysant). Deze isolatie en de isolaties 2, 8 en 17 (van tomaat) en 14, 15 en 16 (van chrysant) konden opnieuw worden geïsoleerd.

Komkommer. Vijf tot zes weken na de inoculatie met de isolaties 2 (van tomaat), 9 (van Spaanse peper) en 18 (van komkommer) waren alle planten afgestorven. Deze drie isolaties en de isolaties 1, 8, 11 en 16 (respectievelijk van witlof, tomaat, aubergine en chrysant) konden opnieuw geïsoleerd worden.

Sla. Voor dit gewas geldt hetzelfde als gezegd is voor andijvie. Zes weken na inoculatie met isolatie 1 (van witlof) ontstond een zwakke inwendige bruinkleuring. Herisolaties lukten niet.

Tomaat, V.R. Zeven weken na de inoculatie ontstonden geel gekleurde cotylen bij de planten, geïnoculeerd met isolatie 2 (van tomaat). De overige isolaties konden tot 10 weken na de inoculatie geen symptomen opwekken. De isolaties 2, 8 en 17 (van tomaat), 11 (van aubergine) en 15 (van chrysant) konden opnieuw geïsoleerd worden, hoewel slechts uit enkele planten van elke groep.

De resultaten van de proeven zijn in tabel 3 kort samengevat.

BESPREKING VAN DE RESULTATEN

Wat de gevoeligheid voor *Verticillium* betreft, zouden de hier gebruikte gewassen in drie groepen kunnen worden ingedeeld.

De eerste groep bestaat dan uit de gewassen andijvie, chrysant, paprika, sla, Spaanse peper en tomaat V.R. Deze gewassen reageerden over het algemeen zwak of in het geheel niet, hoewel herisolaties van verschillende isolaties mogelijk waren. Voor de gewassen andijvie en sla dient hierbij te worden opgemerkt, dat het niet slagen in het maken van meer herisolaties ook te wijten kan zijn aan

TABEL 3. Vergelijking van de isolaties in hun acties op de verschillende gewassen
Comparison of the isolates in their actions upon the different crops.

Isolatie nummer <i>Isolate no.</i>	Gewas / <i>Crop</i>																	
	andjvie <i>endive</i>			aubergine <i>eggplant</i>			chrysant <i>chrysanthemum</i>			kornkommer <i>cucumber</i>			meloen <i>melon</i>			paprika <i>sweet pepper</i>		
	Z ¹	B ²	H ⁴	Z	B	H	Z	B	H	Z	B	H	Z	B	H	Z	B	H
1 (wiltof, willoof cichory)	2 ³	1	+	4	3	+	0	0	-	0	0	+	0	0	+	0	0	-
2 (tomaat, tomato)	0	0	-	2	1	+	0	0	+	5	1	+	3	1	+	0	1	-
3 (tomaat, tomato)	0	0	-	5	3	+	0	0	-	0	0	-	0	0	+	0	0	-
4 (tomaat, tomato)	0	0	-	5	3	+	0	0	-	0	0	-	0	0	+	0	0	-
5 (Chrysanthemum)	0	0	-	3	2	+	1 ⁵	1	+	0	0	-	1	0	+	0	0	-
6 (aardbei, strawberry)	0	0	-	2	1	+	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-
7 (aardbei, strawberry)	0	0	-	3	2	+	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-
8 (tomaat, tomato)	0	0	-	5	3	+	0	0	+	5	1	+	1	0	+	0	0	+
9 (Spaanse peper, pepper)	0	0	-	2	0	+	0	0	-	5	1	+	0	0	-	0	0	-
10 (aubergine, eggplant)	0	0	-	3	2	+	0	0	-	0	0	-	0	0	+	0	0	-
11 (aubergine, eggplant)	0	0	-	5	3	+	0	0	-	0	0	-	0	0	+	0	0	-
12 (aubergine, eggplant)	0	0	-	5	3	+	0	0	-	0	0	-	0	0	+	0	0	-
13 (aubergine, eggplant)	0	0	-	5	3	+	0	0	-	0	0	-	0	0	+	0	0	-
14 (Chrysanthemum)	0	0	-	4	3	+	0	1	+	0	0	-	1	0	+	0	0	-
15 (Chrysanthemum)	0	0	-	3	3	+	0	1	+	0	0	-	1	0	+	0	0	-
16 (Chrysanthemum)	0	0	-	5	3	+	0	1	+	0	0	+	1	0	+	0	0	-
17 (tomaat, tomato)	0	0	-	4	3	+	0	0	+	0	0	-	0	0	-	0	0	-
18 (kornkommer, cucumber)	0	0	-	3	2	+	0	0	-	5	1	+	5	1	+	0	0	-

¹ Ziektebeeld / *symptoms*

² Groeiremming en bladsymptomen (0 = geen, 5 = tot en met afsterven van de planten)

Growth inhibition and leaf symptoms (0 = no symptoms, 5 = including dying of the plants)

³ Inwendige bruinkleuring (0 = geen, 3 = sterke bruinkleuring) / *Internal browning (0 = no internal browning, 3 = strong internal browning)*

⁴ Herisolatie (+ of -) / *re-isolation (+ or -)*

⁵ Alleen bladsymptomen / *only leaf symptoms*

⁶ Alleen groeiremming / *only growth inhibition*

de isolatietechniek. Bij deze twee gewassen trad nl. veel verontreiniging met bacteriën op.

De tweede groep bestaat uit het gewas komkommer, dat op slechts enkele isolaties reageerde, maar dan zo heftig, dat de planten snel afstierven.

De derde groep is eigenlijk een tussengroep. Deze wordt gevormd door de gewassen aubergine, tomaat A.C. en meloen. Diverse isolaties verwekken symptomen; enkele ervan deden de planten afsterven.

Bij vergelijking van de isolaties onderling blijkt, dat isolatie 1 (van witlof) alleen op andijvie, aubergine en sla symptomen veroorzaakt. Van de eerste twee gewassen en van komkommer en meloen konden herisolaties gemaakt worden. Het blijkt, dat van een enge specialisatie van isolatie 1 geen sprake is.

Bij de isolaties 2, 3, 4, 8 en 17, afkomstig van tomaat, blijkt ook weinig sprake van een enge specialisatie te zijn. De isolaties 3, 4, 8 en 17 verschillen vrijwel niet wat betreft de reacties die deze op de verschillende waardplanten verwekken, 8 en 17 schijnen iets pathogener te zijn. Behalve bij sla en andijvie konden van deze isolaties uit alle getoetste gewassen herisolaties gemaakt worden. Het meest pathogeen zijn zij echter voor tomaat A.C. en aubergine. Isolatie 2 van tomaat valt in deze uit de toon. Gezien de grote pathogeniteit van deze isolatie ten aanzien van komkommer en meloen en de mindere pathogeniteit met betrekking tot aubergine en tomaat A.C. lijkt het erop, alsof deze per toeval uit tomaat is geïsoleerd, maar op een ander gewas „thuishoort”, b.v. komkommer of meloen.

De isolaties uit chrysant (5, 14, 15 en 16) verschillen onderling in pathogeniteit; van alle vier konden herisolaties gemaakt worden uit aubergine, chrysant en meloen; van drie van de vier uit tomaat A.C., Spaanse peper en paprika, terwijl van isolatie 16 uit komkommer en van isolatie 15 uit de tomaat V.R. herisolaties gelukten. Geïnoculeerd op tomaat A.C., konden de isolaties 14 en 16 wel, 5 en 15 geen symptomen opwekken. Ook ten opzichte van aubergine blijken 14 en 16 het meest pathogeen. Het kan niet gezegd worden, dat deze isolaties minder pathogeen zijn op het gewas van herkomst dan op andere gewassen, daar bij de proeven bewortelde stekken werden geïnoculeerd en de ouderdom van de planten ten tijde van de inoculatie een rol speelt, o.a. in de mate, waarin symptomen optreden.

De isolaties uit aardbei (6 en 7) blijken op tomaat A.C. duidelijk in pathogeniteit te verschillen. Van isolatie 7 konden bovendien nog herisolaties gemaakt worden uit meloen en paprika, waaruit isolatie 6 niet opnieuw kon worden geïsoleerd.

De isolatie uit Spaanse peper blijkt het meest pathogeen ten aanzien van komkommer en meloen; ten opzichte van het gewas van herkomst en aubergine blijkt deze minder pathogeen, hoewel deze isolatie ten opzichte van Spaanse peper duidelijk pathogener was dan alle andere isolaties.

De isolaties uit aubergine (10, 11, 12 en 13) blijken onderling niet veel in pathogeniteit te verschillen. Isolatie 11 is misschien iets pathogener, omdat hiervan uit komkommer en tomaat V.R. herisolaties gemaakt konden worden, waar de andere drie niet waren uit te halen. Ook hier bestaat de grootste pathogeniteit met betrekking tot het gewas van herkomst. Er blijkt veel overeenkomst te bestaan tussen de isolaties uit tomaat en die uit aubergine.

De isolatie uit komkommer (18) blijkt het meest pathogeen te zijn op komkommer en meloen. Op aubergine en Spaanse peper werden evenwel ook symp-

tomen opgewekt. Bovendien konden behalve uit de genoemde gewassen herisolaties gemaakt worden uit paprika en tomaat A.C.

De isolaties bezitten over het geheel dus wel de grootste pathogeniteit ten opzichte van het gewas van herkomst en verwante gewassen, maar een strenge specialisatie daarop is niet aanwezig.

Gedurende de herfst en winter van 1957–1958 werden de verschillende isolaties getoetst op aubergine, komkommer, meloen en tomaat A.C. De resultaten waren in principe hetzelfde als bij de proeven, welke in het voorjaar en in de zomer werden genomen, maar wel was er een gradueel verschil. Tomaatplanten A.C., geïnoculeerd met isolatie 4 (van tomaat) stierven nu vijf weken na de inoculatie af (in het voorjaar en in de zomer nog niet na zeven weken). Ditzelfde geldt voor de isolaties 10 en 11 (van aubergine). Aubergineplanten, geïnoculeerd met de isolaties 10 en 17 (respectievelijk van aubergine en tomaat) stierven nu na zes weken af (in het voorjaar en in de zomer pas na acht tot negen weken). Bij komkommer en meloen trad een dergelijke versterking van de reacties op. Zo stierven komkommers, geïnoculeerd met de isolaties 2 of 18 (respectievelijk van tomaat en komkommer) nu twee tot drie weken na de inoculatie af (in het voorjaar en in de zomer na vijf tot zes weken). Het blijkt dus, dat de gevolgen van een aantasting door *Verticillium* des te groter zijn, naarmate de ontwikkelingsmogelijkheden van de plant geringer zijn. Hoewel bij deze proeven een, zij het gering, verschil in bodemtemperatuur aanwezig was, zal ook de lichtinvloed van betekenis zijn geweest (minder licht, minder wortelvorming). Dat het wortelstelsel een rol speelt blijkt in de praktijk. De gevolgen van „slaapziekte” zijn op gronden met een slechte structuur ernstiger dan op gronden met een goede structuur.

Ook de grootte van de planten ten tijde van de inoculatie speelt een rol. Uit proeven, genomen met tomaatplanten A.C. van verschillende ouderdom blijkt, dat het langer duurt voordat uitwendige symptomen optreden, naarmate de planten ouder zijn bij de inoculatie. Mogelijk is dit een oorzaak voor het niet of zwak reageren van de chrysant op de chrysantenisolaties. Bij oudere planten treedt veelal echte verwelking op, bij jongere planten is deze vaak minder duidelijk, de eerste symptomen zijn dan veelal het achterblijven in groei en het geel kleuren en afvallen van de cotylen.

Het herisoleren van de verschillende isolaties uit de tomaat V.R. slaagt slechts matig. Van de twintig planten kon na twaalf weken slechts uit twee planten isolatie 2 (van tomaat) opnieuw geïsoleerd worden. Voor isolatie 8 (van tomaat) gelukte dit uit vier planten. Ook de andere herisolaties slaagden slechts uit een gering aantal planten van elke groep. Uit lopende proeven blijkt echter, dat na verloop van langere tijd uit meer planten *Verticillium* opnieuw geïsoleerd kan worden en ook van meer isolaties, nl. 3 en 4 (van tomaat) en 10 (van aubergine). Bij dit gewas kost het de schimmel klaarblijkelijk meer tijd, om de onderste stengeldelen te bereiken.

SAMENVATTING

Een aantal isolaties van *Verticillium albo-atrum* REINKE & BERTH. werd op verschillende, onder glas geteelde gewassen getoetst. Het doel was om na te gaan of bij diverse isolaties van deze schimmel specialisatie bestaat en of tussen deze isolaties een pathogeniteitsverschil aanwezig is.

Uit de inoculatieproeven komt naar voren, dat bij de gebruikte isolaties niet



FIG. 1. Tomaatplanten, geïnoculeerd met de *Verticillium*-isolaties uit chrysant, 5 weken na de inoculatie. Van links naar rechts controle en geïnoculeerd met resp. de isolaties 5, 14, 15 en 16.

Tomatoes, inoculated with the Verticillium isolates from chrysanthemum, 5 weeks after the inoculation. From left to right control and inoculated with the isolates 5, 14, 15 and 16 respectively.

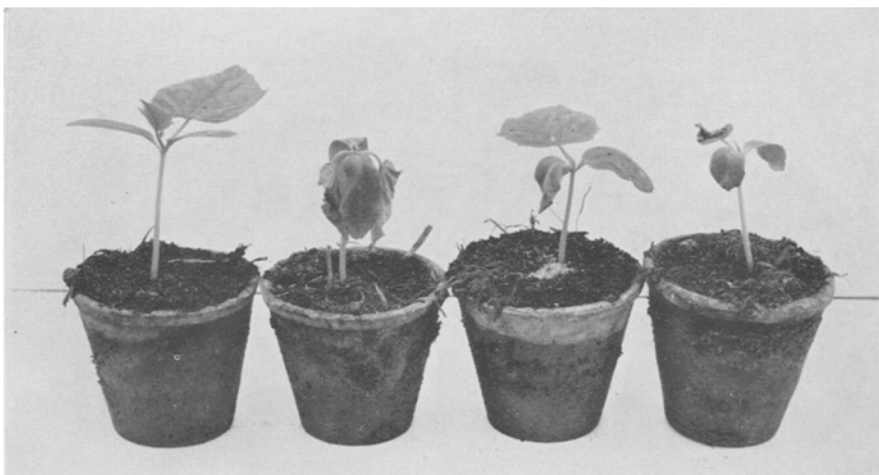


FIG. 2. Komkommerplanten, 16 dagen na de inoculatie. Van links naar rechts controle en geïnoculeerd met de *Verticillium*-isolaties resp. uit tomaat (2), Spaanse peper (9) en komkommer (18).

Cucumbers, 16 days after the inoculation. From left to right control and plants inoculated with the Verticillium-isolates from tomato (2), pepper (9) and cucumber (18).

van een strenge specialisatie gesproken kan worden. De pathogeniteit van de isolaties kan verschillend zijn. Ten opzichte van het gewas van herkomst is de pathogeniteit over het algemeen het grootst.

SUMMARY

In the last few years it has become apparent that isolates of *Verticillium albo-atrum* REINKE & BERTH., while not specific to their host plants of origin, may besides having a fair range of pathogenicity, at the same time be most pathogenic upon the host species from which they were isolated. The literature on this subject has been summarised by VAN DEN ENDE (1958). To explore the matter further, some isolates of *V. albo-atrum* have been tested on a number of crops grown under glass.

To obtain the different isolates, diseased plants were collected, cut into pieces and sterilised in 70 % alcohol (10 sec.), then 1 % mercuric chloride (15 sec.) and again 70 % alcohol (10 sec.). After that, the pieces were flamed, cut lengthwise and placed in petri dishes on cherry-agar, at a temperature of 21 °C. In table 1 the different isolates are listed together with their host plants and places of origin, and also the type of isolate concerned. According to VAN DEN ENDE (1958) there is no difference between *V. albo-atrum* REINKE & BERTH. and *V. dahliae* KLEBAHN; so we have to do with different forms of *V. albo-atrum*. In these experiments the isolates used were of the following types: microsclerotial type (M), dark hyphal type (D) and a hyaline type (H).

The plants upon which the isolates were tested are listed in table 2. The plants were inoculated when the first true leaves became visible. The inoculation was done by dipping the roots, after washing, in a spore suspension made by shaking with water four cultures of the fungus, about four to five weeks old. For inoculation experiments with chrysanthemum, rooted cuttings about 8 cm in length were used. After inoculation, the plants were potted in steam sterilised soil and placed in a glass-house. Twenty plants were used in each experiment. The experiments with chrysanthemum, endive and (head) lettuce were carried out in the autumn; with the other crops in spring and summer. To find a correlation between growth and development of the plants and the results of *Verticillium* inoculations, experiments with eggplants, tomato (variety A.C.), cucumber and melon were also carried out in autumn and winter.

The testplant showed the following symptoms:

- a. inhibition of growth;
- b. yellowing and dropping of the cotyledons, in most cases followed by some yellowing of the oldest leaves;
- c. as for b, with yellowing, wilting and dying of the older and younger leaves in addition, sometimes followed by dying of the whole plant;
- d. adventitious root formation;
- e. internal stem browning.

The results of the experiments were as follows:

Eggplant. Isolates 3, 4, 8 and 17 (from tomato) and 10, 11, 12 and 13 (from eggplant) gave strong inhibition of growth and marked leaf symptoms, with internal browning of the basal parts of the stem. Some of these isolates caused dying of whole plants within about six weeks. The other isolates gave the

symptoms just mentioned, but in a lesser degree. All the isolates could be reisolated.

Melon. Only isolates 2 (from tomato), 9 (from pepper) and 18 (from cucumber) gave strong inhibition of growth, leaf symptoms and internal browning of the basal parts of the stem. The plants died within about five weeks. Isolates 5, 15 and 16 (from chrysanthemum) and 17 (from tomato) gave a few symptoms. The isolates 1 (from witloof cichory), 3, 4 and 8 (from tomato), 7 (from strawberry) and 10 and 11 (from eggplant) produced no symptoms. All the isolates could be reisolated.

Sweet pepper. After inoculation with the isolates 2, 3 and 8 (from tomato) and 14, 15 and 16 (from chrysanthemum) few symptoms developed. Reisolations were positive for these isolates and also for isolates 4 (from tomato), 7 (from strawberry) and 18 (from cucumber).

Pepper. Strong inhibition of growth occurred after inoculation with isolates 2 (from tomato) and 9 (from pepper). Isolates 5 (from chrysanthemum), 6 (from strawberry), 10 (from eggplant) and 18 (from tomato) gave few symptoms. Reisolations could be made from plants inoculated with these isolates and with isolates 3, 4, 8 and 17 (from tomato), 7 (from strawberry), 11 and 13 (from eggplant) and 14 and 15 (from chrysanthemum).

Tomato, variety A.C. Inoculations with isolates 3, 4, 8 and 17 (from tomato) and 10, 11, 12 and 13 (from eggplant) resulted in strong inhibition of growth and marked leaf symptoms, together with considerable internal browning of the basal stem parts. Isolates 2 (from tomato), 7 (from strawberry) and 14 and 16 (from chrysanthemum) gave less pronounced symptoms. Reisolations were positive for all isolates, except for numbers 1, 6 and 15 (from witloof cichory, strawberry and chrysanthemum respectively).

Endive and lettuce. Only isolate 1 (from witloof cichory) gave a few external and internal symptoms. Reisolation was positive from endive, but not from lettuce.

Chrysanthemum. A little internal browning of the basal parts of the stem occurred with isolate 5 (from chrysanthemum), about 16 weeks after inoculation. Reisolation succeeded for isolates 2, 8 and 17 (from tomato) and 5, 14, 15 and 16 (from chrysanthemum).

Cucumber. About five to six weeks after inoculation, plants inoculated with isolate 2 (from tomato), 9 (from pepper) and 18 (from cucumber) died. Reisolation was possible also from the plants inoculated with isolates 1 (from witloof cichory), 2 and 8 (from tomato), 11 (from eggplant) and 16 (from chrysanthemum).

Tomato, variety V.R. (a *Verticillium*-resistant variety). Only with isolate 2 (from tomato) did a few symptoms develop six to seven weeks after inoculation. Reisolation was possible from plants inoculated with isolates 2, 8, 11, 15 and 17 (from tomato, tomato, eggplant, chrysanthemum and tomato respectively).

From the experiments (all summarised in table 3) it appears, that there is no strong specialisation of the different isolates. On the whole, isolates are most pathogenic upon their hosts of origin. This is clearly demonstrated for the isolates from tomato (2, 3, 4, 8 and 17), except for isolate 2. The results suggest that isolate 2 may have been an „accidental” inhabitant of the tomato. As it was most pathogenic to cucumber and melon it is possible that it came originally from one of these crops.

It will be noted that there was a great similarity in behaviour between the isolates from eggplant and tomato (except for isolate 2).

On the whole, attempts at reisolation from the *Verticillium*-resistant tomato had little success. From some plants, isolates 2, 8 and 17 (from tomato), 11 (from eggplant) and 15 (from chrysanthemum) could be reisolated. From some experiments it appeared likely that reisolation of more isolates might be possible, especially those from tomato, if a longer period were allowed to elapse after inoculation.

Inoculation experiments with cucumber, melon, eggplant and tomato, variety A.C., gave the same results in principle, whether carried out in spring and summer or in autumn. In autumn and winter, however, symptom expression was much stronger and the symptoms became visible sooner. Also, on plants growing under poor conditions, *Verticillium* infection became evident sooner and more clearly than on those growing under good conditions. At several places in the glasshouse district of western Holland this has been clearly demonstrated when tomatoes grown in soil with a poor soil structure, and consequently with a poorly developed root system, showed the results of *Verticillium* infection exceptionally severely.

De schrijver betuigt gaarne dank aan Mevrouw Ir. M. POST-BAKKER voor welwillende kritiek en aan Mr. G. G. SAMUEL voor het corrigeren van de Engelse samenvatting.

LITERATUUR

- BEWLEY, W. F., - 1922. „Sleepy disease” of the tomato. *Ann. appl. Biol.* 9: 116-134.
- CHRISTIE, J., - 1956. Pathogenicity tests with species of *Verticillium*. *New-Zealand J. Sci. Techn. Sect. A* 38.1: 17-19.
- EDGINGTON, L. V. & J. C. WALKER, - 1957. The influence of soil and air temperature on *Verticillium* wilt of tomato. *Phytopath.* 47: 8.
- ENDE, G. VAN DEN, - 1958. Untersuchungen über den Pflanzenparasiten *Verticillium albo-atrum* REINKE et BERTH. *Acta bot. Neerl.* 7: 665-740.
- GREEN, R. J., - 1951. Studies on the host range of *Verticillium*, that causes wilt of *Mentha piperita* L. *Science* 113: 207-208.
- HORNER, C. E., - 1954. Pathogenicity of *Verticillium* isolates to peppermint. *Phytopath.* 44: 239-243.
- ISAAC, I., - 1957. *Verticillium* wilt of Brussels sprouts. *Ann. appl. Biol.* 45: 276-283.
- NATTI, J. J., - 1958. *Verticillium* wilt of broccoli and cauliflower in New York. *Phytopath.* 48: 264.
- NELSON, R., - 1950. *Verticillium* wilt of peppermint. *Mich. Agric. exp. Sta. techn. Bull.* 221: 1-259.
- RUDOLPH, B. A., - 1931. *Verticillium* hadromycosis. *Hilgardia* 5: 197-353.
- THOMAS, C. A. & R. E. WEBB, - 1956. Peppermint wilt, induced by a *Verticillium* isolate from potato. *Phytopath.* 46: 238.