

B
Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
3
V
40

PROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS,
TE NAALDWIJK.

Literatuuroverzicht, betreffende de door *Verticillium albo atrum* R en B en *V. dahliae* Kleb. veroorzaakte ziekte.

door:

Drs. K. Verhoeff.

30180 "1955"
Stam m. 74

- 5 FEB 57

LITERATUURVERZICHT, BETREFFENDE DE DOOR VERTICILLIUM
ALBO ATRUM R. ET B. EN V. DAHLIAE KLEB. VEROORZAAKTE ZIEKTE.

Bibliotheek
Proefstation v. d.
Groenten- en Fruitteelt o. glas
Naaldwijk

Voorkomen.

De ziekte (slaapziekte, "sleepy disease", "Welke Krankheit"), door deze schimmels veroorzaakt, komt in vele landen voor; bij onder glas geteelde tomaten in Engeland en de Kanaaleilanden (Bewley 1922) op verschillende plaatsen in de Ver. Staten en Canada (Bryan, 1925; Rudolph, 1931), in Nederland (Schoevers 1922; van der Meer 1925); in Duitsland (Reinke en Berthold 1879, Wollenweber 1922, e.a.); in Nieuw-Zeeland (Chamberlain en Brien 1933) en in koelere delen van Australië (Brittlebank 1924).

Aanvankelijk bleek een verwarring op te treden met een *Fusarium oxysporum*, maar deze laatste treedt bij een hogere temperatuur op dan *Verticillium* (Bewley 1922, van der Meer 1925, e.a.).

Waardplanten.

Het aantal waardplanten is enorm, kruiden zowel als houtige gewassen, één- en meerjarigen, gekweekte en niet gekweekte. De lijst van waardplanten wordt nog voortdurend uitgebreid.

Symptomen.

Deze verschillen iets van plant tot plant, soms ook van soort tot soort. Ook de uitwendige omstandigheden zijn hierop van invloed. Over het algemeen ziet men het volgende: in het voorjaar treedt een "verwelking" op, welke zonder meer niet te vergelijken is met een verwelking, als gevolg van een watergebrek (Pethybridge 1916, van der Lek 1919). Soms gaat de "verwelking" zo snel, dat daarna het hele blad nog groen is (Bewley 1922, bij tomaat). Alleen in de zomer treedt wel eens een echte verwelking op, dus door een te sterk waterverlies (Isaac 1946).

Vaak hangt alleen de top slap of krullen de bladeren om de middennerf (Isaac 1946).

De bladeren van een aangetaste plant, vooral de onderste bladeren, worden geel en sterven af. Soms treedt een partieel afsterven van de bladeren op (van der Lek 1919, bij aardappelplanten). Vaak ook wordt een plant maar aan een zijde aangetast, zodat de bladeren aan een kant van de plant slap gaan hangen (van der Meer 1925). Soms ook zijn de planten schijnbaar gezond, maar blijven ze achter in groei (Schoevers 1922 e.a.). Aangetaste tomatenplanten kunnen zich aanvankelijk 's nachts herstellen (dichtgaan van de stomata),

A
3
✓
40

later niet meer (Chamberlain en Brien 1933, e.a.). Een plots "verwelken" kan bijvoorbeeld optreden tijdens de maximale bloei van een plant (Chamberlain en Brien 1933 bij tomaat, e.a.).

Een van de meest kenmerkende inwendige symptomen is de bruinverkleuring van de houtvatwanden; daarnaast ontstaan gomachtige substanties en thyllen in de houtvaten; zowel in houtvaten van de wortel, als in die van de stengel en het blad.

Mycelium is alleen in de houtvaten te vinden, soms ook sporen en microsclerotiën. Na afsterving van een weefsel kan de schimmel daar in groeien (bij voldoende luchtvochtigheid komen de conidiëndragers dan buiten op de plant o.a. Klebahn (1913), Orton (1914), Bewley (1920) en (1922)). Wortels zijn aan de top vaak min of meer afgestorven.

Indringen van de schimmel en de verdere groei.

Over het indringen van de fungus waren de meningen aanvankelijk nog verdeeld. Zo geeft Klebahn (1913) aan, dat dit alleen via wonden plaats heeft. Bij Panax quinquefolius dringt de schimmel via de open vaten van bladlittekens binnen, hoewel dit ook via de wortels kan geschieden (Whitzel en Rosenbaum, 1916). Van der Lek (1918) brengt naar voren, dat het indringen via de wortels misschien op die plaatsen geschiedt, waar zijwortels doorbreken. Volgens van der Meer (1925) wordt door de celwand, ter plaatse van het indringen van een hyphe, een conische opzwellling gevormd. Isaac (1946) spreekt dit echter tegen.

Inoculatie via de grond, waarbij de fungus dus via de wortels binnendringt, slaagt altijd (o.a. Carpenter 1918, van der Lek 1918, Bewley 1922, Keyworth 1922 en Isaac 1946).

Na het binnendringen groeit de schimmel naar de houtvaten van de wortel en daarin naar de stengel omhoog (in jonge aardappel- en komkommerplanten kan de fungus ook iets omlaag groeien in de houtvaten (van der Lek 1918)). Des te groter de bladeren van een plant zijn, des te sneller treedt er "verwelking" op (Williams 1946).

Wordt een plant geplaatst in een cultuurfiltraat van deze schimmel (dus het filtraat van de vloeibare voedingsbodem, waarop de schimmel heeft gegroeid dan treden vrijwel dezelfde symptomen op.

In het filtraat blijken een proteïne en een polysacharide erg belangrijk te zijn. De proteïne blijkt de "verwelking" en de chlorosen te veroorzaken, de polysacharide de bruinverkleuring van de houtvatwanden en het ontstaan van de gomachtige substantie in de vaten (Green 1954). Blijkt een cultuurfiltraat weinig pertinase te "bezitten", dan is de bruinverkleuring van de houtvatwanden ook gering. Een groter gehalte geeft een sterkere verkleuring (Kamal en Wood 1955).

De fungus.

In 1818 beschreef Nees von Esenbeck het genus *Verticillium*, in 1838 Corda het genus *Acrostalagmus*, naast *Verticillium*. Reeds Hoffman (1838) wees er op, dat beide identiek zijn.

In 1879 beschreven Reinke en Berthold *Verticillium albo atrum* van de aardappel; nadien is deze fungus van tal van gewassen geïsoleerd. Klebahn (1913) isoleerde van de dahlia een *Verticillium*, welke hij *Verticillium dahliae* noemde. Het verschil tussen de 2 soorten zouden de "ruststadia" zijn. *Verticillium albo atrum* vormt donkergekleurde, dikwandige, zwarte hyphen, waarin dwarswanden optreden. Dergelijke hyphen kunnen door elkaar gaan groeien en kronkelen, maar vormen geen aparte vruchtlichamen.

Verticillium dahliae vormt daarentegen echte microsclerotiën, ontstaan door delingen in één hyphale cel.

Verticillium albo atrum vormt in vitro eerst wit mycelium, dat later bruinig verkleurt; gevolg van een bruinverkleuring van de bases der conidiophoren en de vorming van donkergekleurde dikwandige hyphen. De conidiophoren zijn 300-700 μ lang, 6.5 - 7 μ dik, de kransen van zijtakken staan aan de bovenste 100-140 μ , op 20-50 μ onderlinge afstand. De zijtakken zijn 12-15 μ lang, 2 μ dik. De conidiën, welke één voor één gevormd worden, zijn eencellig, cilindrisch tot ellipsoid, 4-6 x 1.5 - 2.5 μ . *Verticillium dahliae* heeft geheel kleurloze conidiophoren, 120-170 μ lang, 4 μ dik, de zijtakken zijn 16-27 μ lang en 1.5-2 μ dik, de conidiën zijn éencellig en worden één voor één afgesnoerd. De afmetingen zijn 4-7 x 1.5-2 μ . De microsclerotiën zijn ongeveer 50 in doorsnede (Klebahn 1913).

Zowel bij *Verticillium albo atrum* als bij *Verticillium dahliae* blijven de conidiën in vochtige omgeving door een geleachtige stof aan elkaar kleven. Er zijn er dus meerdere aan de uiteinden te vinden.

De lengte van de conidiën hangt echter mede af van de aard van de voedingsbodem (Chaudhuri 1923).

Verticillium albo atrum zou, in reïncultuur gebracht, spoedig het vermogen verliezen, om "rusthyphen" te vormen. *Verticillium dahliae* zou onbepaald microsclerotiën blijven vormen in vitro, hoewel op den duur het aantal minder wordt. Na één keer op een plant overgebracht te zijn, is de vorming van de "ruststadia" weer normaal, waarna deze in reïncultuur weer afneemt (Williams 1943, e.a.).

Ook andere onderzoekers menen, dat deze twee soorten, op grond van hun "ruststadia" scherp van elkaar zijn te scheiden (o.a. van Beyma thoe Kingma 1940, Keyworth 1942).

Bovendien meende men nog andere, morfologische en fysiologische verschillen te kunnen constateren. Zo zou *Verticillium albo atrum* op salep-agar sneller groeien dan *Verticillium dahliae* (Klebahn 1913), van der Meer (1925) vond juist het omgekeerde.

Isaac (1949) onderscheidt, opgrond van de "ruststadia", drie types:

1. het microsclerotien type (microsclerotien 50-200 μ , conidiën 3.5-10 x 2-4 μ);
2. het donker mycelium type (conidiën 3.5-10 x 2.0-4.0 μ).
3. het chlamydosporen type (conidiën 7.0 x 3.5 μ).

type 1 noemt hij *Verticillium dahliae*, type 2 *Verticillium albo atrum* en type 3 *Verticillium nigrescens*.

Bewley (1922) isoleerde 6 stammen van *Verticillium albo atrum*, welke alle een verschillend vermogen hadden om microsclerotien te vormen, n.l. 0, 10, 30, 50, 70 en 100% microsclerotienvorming (100% microsclerotienvorming = microsclerotienvorming bij *Verticillium dahliae*).

Presley (1941) beschrijft, hoe uit een l-spore culture van *Verticillium albo atrum*, een weinig afhankelijk van de voedingsbodem, verschillende sectoren in de schalen ontstonden, van geheel witte tot geheel zwarte, welke, na herhaald overenten, merkwaardig constant bleven. Ook zag hij, dat uit een l-spore culture van *Verticillium albo atrum* zowel een cultuur met, als een cultuur zonder microsclerotien ontstond. Presley concludeert hieruit dan ook, dat *Verticillium albo atrum* en *Verticillium dahliae* één soort zijn, n.l. *Verticillium albo atrum*, welke een groot aantal stammen heeft.

Reeds eerder waren andere onderzoekers deze mening toegedaan, o.a.

Donandt (1932) en Chamberlain en Brien (1933).

Rudolph (1931) verkreeg een *Verticillium albo atrum* en een *Verticillium dahliae* uit Baarn, welke beide microsclerotien vormden, ook Wollenweber (1929) en van der Veen (1930) menen, dat het al dan niet vormen van microsclerotien geen onderscheid tussen de twee soorten is.

Ook uit meer recente onderzoekingen is gebleken, dat het verschil tussen *Verticillium albo atrum* en *Verticillium dahliae* niet gehandhaafd kan worden (o.a. Wilhelm 1948., v.d.Ende 1955).

Pathogeniteit.

Aanvankelijk meende men, dat de pathogeniteit van *Verticillium albo atrum* anders was dan die van *Verticillium dahliae*, terwijl dit bij *Verticillium dahliae* weer samen zou hangen met de vorming van microsclerotien. Des te meer microsclerotien een stam vormde, des te pathogener zou deze zijn (Bewley 1920). Ludbrook (1932) bracht naar voren, dat *Verticillium dahliae* t.o.v. aardappel, tomaat en komkommer minder pathogeen was dan *Verticillium albo atrum*.

Volgens van der Meer (1925), Wollenweber (1929) en Berkeley met medew. (1931) zou *Verticillium albo atrum* pathogener zijn dan *Verticillium dahliae*

Ludbrook (1932) merkte echter al op, dat de pathogeniteit van de ene stam nogal van die van de andere stam verschilde.

Ook Donandt (1932) kwam tot deze conclusie. Hij kon bovendien geen samenhang vinden tussen microsclerotiën vorming en pathogeniteit.

Uit een onderzoek van Isaac en Keyworth (1948) blijkt ook, dat de pathogeniteit van stam tot stam verschillend is.

Donandt (1932) kon geen biologische specialisatie van *Verticillium albo atrum* stammen constateren. Na herhaalde passages door een waardplant, traden geen aanpassingen op.

Ook Williams (1945) komt tot een dergelijke conclusie.

Chamberlain en Brien (1933) isoleerden van 10 waardplanten 13 verschillende stammen, alle met een andere pathogeniteit.

Het overblijven van de schimmel.

Volgens Bewley (1920 en 1922), van der Meer (1925) en Isaac (1946) blijft de fungus als saprophyt op achter gebleven plantenresten in de grond over. De mogelijkheid van overblijven d.m.v. de "ruststadia" bestaat echter ook (Klebahn 1913, Verhoeven 1928). De microsclerotiën van *Verticillium albo atrum* zijn zeer lang en goed houdbaar, ze kunnen wel 14 jaar in de bodem goed blijven (Wilhelm 1954 en 1955).

Conidiën sterven af na 3 dagen in een droge, warme omgeving (49-50°C) geweest te zijn. Microsclerotiën, welke in het plantenweefsel gevormd worden, zijn na 5 maanden in deze omgeving nog goed (Wilhelm 1954).

In vergelijking met microsclerotiën van *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum* f. *gladioli*, *Pythium* spec. *Rhizoctonia solani* e.a. zijn die van *Verticillium albo atrum* veel beter tegen chemische middelen bestand (Minnecke en Lindgren 1954).

Worden microsclerotiën in een vochtige omgeving gebracht, dan ontstaan na enkele dagen conidiophoren met conidiën. Twee conidiën kunnen anastomoseren en weer een microsclerodium vormen. Zo is de schimmel dus in staat, om ook bij temperatuurschommelingen in de bodem over te blijven (Wilhelm 1954). Alleen staande conidiën vormen soms een dikke wand, waardoor er een chlamydospore ontstaat (Wilhelm 1954).

De fungus kan ook in zaad overblijven. Dit is geconstateerd bij tomaat, aubergine (o.a. Kadow 1934) en bij katoen (Allan 1953). Bij aardappel en dahlia kan de fungus in de knollen overblijven (o.a. Klebahn 1913).

Temperatuur.

Hierover vinden we aanvankelijk nog verschillende gegevens, speciaal wat de minimum-, maximum- en optimum temperatuur betreft. Naderhand bleek, dat de temperatuurgevoeligheid voor de verschillende stammen iets uiteenloopt, voornamelijk de maximum temperatuur.

Edson en Shapovalov (1920) geven op, dat de minimum-, maximum- en optimum temperatuur respectievelijk 5° , $30-35^{\circ}$ en 25°C bedraagt; Bewley (1920) resp. 4.4° , 30° en 23.5°C ; Chaudhuri (1923) resp. 10° , 30° en 22.5°C . Ludbrook (1938) meende, dat *Verticillium albo atrum* een lagere minimum temperatuur heeft dan *Verticillium dahliae*.

Isaac (1949), welke op grond van de "ruststadia" drie types onderschiedde, geeft vooral deze types eenzelfde minimum-, maximum- en optimum temperatuur aan, resp. 4.5° , $32-35^{\circ}$ en 23.5°C . Dit is naderhand door andere onderzoekers bevestigd.

De maximum temperatuur kan van stam tot stam iets verschillen, maar het verschil is nooit groter dan 4°C .

Ludbrook (1933) concludeert uit proeven, dat de aantasting van de fungus bij 20°C goed gaat, dat deze bij 12.5°C veel minder is, evenals bij 25.5°C . Bij 30°C treedt geen aantasting op.

Williams (1945) zag, dat bij een warme, vochtige omgeving *Verticillium albo atrum* sneller en eerder in z'n groei geremd wordt dan *Verticillium dahliae* (resp. 22°C en 85% relatieve luchtvochtigheid), maar dit geldt wel voor de aantasting bij tomaat, maar niet bij de komkommer (Williams 1946).

Bij de komkommer is een temperatuur van 15.5°C beter voor de aantasting dan 22.5°C (relatieve luchtvochtigheid in beide gevallen 84%) (Williams 1946). Ook het omgekeerde is wel eens gevonden.

Men krijgt echter de indruk, dat over het algemeen het volgende geldt: Optimale temperatuur voor de groei van een stam in vitro is gelijk aan die om een plant aan te tasten - $\pm 7^{\circ}\text{C}$.

Volgens Williams (1943) ligt de afstervingstemperatuur van *Verticillium albo atrum* iets boven de 30°C , die voor *Verticillium dahliae* tussen de 30° en 35°C (hij houdt nog vast aan de onderscheiding in 2 soorten).

Edson en Shapovalov (1920) brengen naar voren, dat de *Verticillium* van de zuidelijke staten van Amerika (*Verticillium dahliae*) een hogere afstervingstemperatuur heeft ($\pm 35^{\circ}\text{C}$) dan die van de noordelijke staten (*Verticillium albo atrum* $\pm 30^{\circ}\text{C}$). Uit proeven van van Koot en Wiertz (1947) blijkt, dat de afstervingstemperatuur van *Verticillium dahliae* van tomaat op 10 min. bij $\pm 50^{\circ}\text{C}$ ligt, bij die van komkommer bij 10 min. op $\pm 65^{\circ}\text{C}$, dus een verschil in 2 stammen van *Verticillium dahliae* een temperatuurverschil van $3-6^{\circ}\text{C}$ binnen de "groeiwijdte" van $10-31^{\circ}\text{C}$ van *Verticillium albo atrum* heeft grote morphologische verschillen in de cultures tot gevolg. Groeit een culture n.l. bij een temperatuur van $10-22^{\circ}\text{C}$, dan ontstaan erin de donker gekleurde-dikwandige hyphen, terwijl er bij een temperatuur van $25-31^{\circ}\text{C}$ een groot aantal microsclerotien ontstaan (het verschil tussen *Verticillium albo atrum* en *Verticillium dahliae* blijkt dus ook uit deze proeven niet te handhaven), (Wilhelm 1948)

De temperatuurgevoeligheid en dus ook de afstervingstemperatuur, blijkt dan ook afhankelijk van de stam, welke men gebruikt (Isaac 1949).

Bodem.

Ludbrook (1932) heeft met aubergines (*Solanum melongena*) in wisconsin tanks gewerkt, met *Verticillium dahliae* als pathogeen (dus een stam van *Verticillium albo atrum*, welke microsclerotiën vormt).

Bij een bodemtemperatuur van 12-30°C trad een goede aantasting op, liep de temperatuur op tot boven de 30°C, dan verschenen geen symptomen. Bij gebruik van een andere stam (één zonder microsclerotiën) mocht in dit laatste geval de temperatuur niet boven de 28°C uitkomen. Voor goede symptomen met deze stam kan de temperatuur schommelen tussen de 12 en 28°C. (luchttemperatuur in de genoemde gevallen 19-23°C).

Ook Schoevers (1922) constateerde, dat bij het oplopen van de bodemtemperatuur de symptomen minder worden.

De zuurgraad heeft niet veel invloed op de ziekte (Martin 1931, Wilhelm 1950) hoewel op een iets zure grond de aantasting misschien iets groter is.

Volgens Haenseler (1931) gaat een bodem pH van 4.5 of lager, die ziekte tegen. Chester (1942) komt tot een dergelijke conclusie. Dat een pH van 4.5 of lager de schimmelgroei remt, gebeurt ook in vitro (Williams 1945).

Volgens Rudolph (1931) zou toevoeging van kalk aan de bodem ook een onderdrukkend effect op de ziekte uitoefenen.

Isaac (1949) heeft deze kwestie nog eens onderzocht en komt tot de conclusie dat de door hem onderzochte stammen van *Verticillium albo atrum* een minimum pH van 3.5 en een maximum pH van 8.4 hebben.

Over de vochtigheidsgraad van de bodem in verband met het optreden van deze ziekte, zijn tegenstrijdige gegevens bekend.

Droogte zou de ziekte begunstigen (Pethybridge 1916, van der Lek 1918, Haenseler 1922, van der Meer 1925). Volgens Bewley (1922), Dowson (1923) en Harris (1936) zou juist een vochtige bodem de ziekte in de hand werken. Rudolph (1931) meent, dat geen van beide invloed heeft op de aantasting. Tot een dergelijke conclusie zijn ook Williams (1946) en Isaac (1946) gekomen, maar veel vocht geeft uiteindelijk een iets latere verwelking.

De bodemtoestand heeft volgens Bewley (1922) weinig invloed. Veel organisch materiaal zou de verspreiding en de mate van aantasting bevorderen (van der Lek 1919, Pethybridge 1916, Haenseler 1922, Bewley 1928).

Weinig stikstof in de bodem heeft een afname van de aantasting bij de tomat ten gevolge, de fungus is alleen in de onderste delen van de plant te vinden (Donandt 1932).

Toename van stikstof, phosphor en kalium in de bodem geeft een toename van de aantasting (Donandt 1932, Gallegly 1947).

Bestrijding.

Schoevers (1922) geeft als bestrijding aan, dat men bij het verschijnen van de eerste symptomen, de aangetaste planten (tomaten) flink moet aanaarden, zodat nieuwe wortels ontstaan kunnen. Door toevoeging van bloedmeel, vismeel en ammoniumsulfaat aan de bodem (1% van het drooggewicht) ontstaat een zekere onderdrukking van de ziekte. De invloed van deze stoffen neemt toe in de genoemde volgorde (Wilhelm 1950).

Dahlia's en aardappelknollen kunnen door middel van een warmwaterbehandeling Verticillium-vrij gemaakt worden (Edson en Shapovalov 1920, e.a.).

Bij tomaat en aubergine kan men deze methode toepassen met het zaad (van Koot en Wiertz, 1947).

Keyworth (1942) geeft grondontsmetting met 2% formaline aan. Ook stomen is afdoende, terwijl het enten van gewassen op resistente onderstammen misschien ook ruimere mogelijkheden biedt.

Wilson (1954) heeft een aantal fungi en bacteriën onderzocht op een eventuele antagonistische werking tegen Verticillium albo atrum stammen. Van 268 uit de bodem gehaalde organismen heeft hij er 62 geprobeerd, waarvan er 25 enigszins een goede werking vertoonden. Van 16 hiervan waren ook de stofwisselingsproducten aan beetje toxisch t.o.v. Verticillium, vooral bleken het de stoffen rimocidine en chloromycetine te zijn. Enkele antagonisten waren Streptomyces W 32, Fimetaria spec., Podosphaera sp. en Chaetomium spec. Kweekt men een resistente variëteit, die in een gebied niet door Verticillium wordt aangetast, dan hoeft deze variëteit nog niet in een ander gebied resistent te zijn.

Zo was bijvoorbeeld de variëteit rivirside in Californië resistent voor Verticillium. In Engeland bleek dit niet het geval te zijn (Williams 1941). Momenteel geschiedt de bestrijding door een formalinebehandeling van de grond, of door de grond te stomen.

Samenvatting.

Op verschillende plaatsen in Europa, Amerika en Australië komt de ziekte voor. Voornamelijk in de koelere delen.

Het aantal waardplanten is groot en het neemt nog steeds toe.

De symptomen zijn o.a. uitwendig: een "verwelking", partieel afsterven van de bladeren, "verwelking" aan één zijde van een plant, achterblijven in groei; inwendig: bruinverkleuring der houtvaten en gomvorming er in, veelal mycelium in de houtvaten. Soms zijn ook sporen en microsclerotiën in de vaten aan te treffen.

Indringen geschiedt via de wortels. Dan groeit de fungus naar de houtvaten en hierin verder omhoog. Alleen als de weefsels aan het afsterven zijn, groeit mycelium uit de houtvaten hierin. Dan kunnen ook de conidiophoren op de plant worden waargenomen (bij voldoende luchtvochtigheid).

Aanvankelijk stelde men 2 soorten, *Verticillium albo atrum* R en B, welke geen microsclerotiën vormt en *Verticillium dahliae* Kleb., welke wel microsclerotiën vormt. Gebleken is, dat ook verschillende stammen van *Verticillium albo atrum* microsclerotiën kunnen vormen. Nu beschouwt men deze als 1 soort, *Verticillium albo atrum*, met een aantal verschillende stammen.

De pathogeniteit van de stammen is verschillend. Er bestaat geen bijzondere voorliefde van een stam voor een bepaalde waardplant. Aanpassingen treden niet op na herhaalde passages door een bepaalde plant. Alles hangt af van de pathogeniteit van een stam. Deze is onafhankelijk van de mate, waarin een stam microsclerotiën kan vormen.

De fungus kan in de grond overblijven als saprofyt en in de vorm van microsclerotiën. Ook kan zij in zaad of knollen overwinteren.

De minimum-, maximum- en optimum temperaturen zijn voor de verschillende stammen ongeveer gelijk, n.l. resp. $+ 5^{\circ}\text{C}$, $30-35^{\circ}\text{C}$ en 22.5°C .

De optimale aantastingstemperatuur van de fungus in de bodem is ongeveer gelijk aan die in vitro, $+ 7^{\circ}\text{C}$. "De kromme verloopt in vitro steiler dan in vivo".

De invloed van de zuurgraad is niet erg groot. De minimum pH voor een groot aantal stammen is 3.2, de maximum pH 8.4.

Een toenemende vochtigheid van de bodem geeft een mindere aantasting, maar voldoende vocht dient in de bodem aanwezig te zijn.

De bodemtoestand heeft weinig invloed.

Er bestaan enkele organismen, die in zekere mate antagonistisch werken in vitro.

De bestrijding gaat momenteel het best d.m.v. een formalinebehandeling van de grond of door de grond te stomen.

Naaldwijk, November 1955.

K. Verhoeff.

15-12-'55.

JB.

Literatuur.

- Allan, R.M. (1953) Verticillium wilt of cotton.
Studies of possible seed Transmission.
Diss.abstr.13.4. p.463.
- Berkeley, G.H.
- Jackson, A.B.(1926) Verticillium wilt of the raspberry.
Phytopathology 16. p.755.
- Berkeley,G.H.;Madden,G.O.
- Willison,R.S.(1931) Verticillium wilts in Ontario
Sc. Agric. 11. p.739
- Bewley,W.F.(1922) "Sleepy disease" of the tomato.
Ann.appl.Biol. 9. p.116.
- Van Beyma thoe Kingma,F.H. (1940). Ueber einige Formen von Verticillium
dahliae Kleb.
Ant.v. Leeuwenhoek. 6. p.34.
- Bloom, J.R.
- Walker, J.C. (1955) Effect of nutrient sprays on Fusarium wilt of Tomato.
Phytop. 45.p.443.
- Brown, N (1914) A snapdragon wilt, due to Verticillium.
Phytopath. 4.p.217.
- Bryan, M.K.(1925) Verticillium wilt of Tomato.
Phytop.15. p.187.
- Carpenter, C.W.(1914) The Verticillium wilt problem.
Phytopathology 4. p.393.
- Idem (1918) Wilt disease of okra, and the Verticillium wilt problem.
J.Agric. Res.12,9. p.529.
- Chamberlain, E.E.
- Brien,R.M. (1933) Verticillium-wilt of potatoes and tomatoes in New.Zealand
The N.Z. J of Sc and Technol.14,6. p.366.
- Chaudhuri,H.(1923) A study of the growth in culture of Verticillium albo
atrum R et B.
Ann.Bot.37,147. p.519.
- Donandt, S.(1932) Untersuchungen ueber die Pathogenität des Wirzelpilzes
Verticillium albo atrum R.u.B.
Zeitscht.f.Parasitenk. 4. p.653.
- Edson, H.A.
- Shapovalov,M.(1920) Temperature relations of certain potato rot- and wilt
producing fungi.
J.agric.Res. 18. p.511.
- Van de Ende, G(1955) Mondel.meded.

- Galleghy, M.E.(1949) Host nutrition in relation to development of Verticillium wilt of tomato.
Phytop. 39. p.7.
- Green, R.J.(1954) A preliminary investigation of toxins, produced in vitro by *V.albo atrum*.
Phytop. 44,8. p.433.
- Isaac, I (1946) Verticillium wilt of sainfoin.
Ann.appl.Biol. 33. p.28.
- Idem (1949) A comparative study of pathogenic isolates of Verticillium.
Transact. Brit.Mye.Soc.32,2 p.137.
- Isaac,I, Keyworth,W.G. (1948) Verticillium wilt of the hop(*Humulus lupulus*) III.
Ann.appl.Biol. 35, p.243.
- Jagger, J.C.
- Stewart, V.B.(1918) Some Verticillium diseases.
Phytop. 8. p.15.
- Kamal, M.
- Wood, R.K.S.(1955) Role of pectic enzymes in the Verticillium wilt of cotton.
Nature, 175, 4449. p.264.
- Keyworth, W.G.(1942) Verticillium wilt of the hop (*Humulus lupulus*)
Ann.appl. Biol. 29. p.346.
- Klebahn, H(1913) Beiträge zur Kenntnis der Fungi Imperfecti
I Eine Verticillium Krankheit auf Dahlien.
Mycol. Centr.bl.III,2. p.49.
- Van Koot, Y.
- Wiertz, G. (1947) Onderzoek naar de afstervings temperatuur van enkele voor de plantengroei schadelijke bodemorganismen.
Tijdschr.o.Pl.z. 53,5. p.121.
- van der Lek,H.A.A.(1918) Over de z.g. "verwelkingsziekten",in het bijzonder die, welke door Verticillium albo atrum veroorzaakt worden. I.
Tijdschr.o.Pl.z. 24,6. p.205.
- Idem (1919) II.
Tijdschr.o.Pl.z. 25. p.17.
- Idem (1919) Onderzoekingen over Trachomycosen. De Verticilliose van de Komkommer.
Meded.L.H.Wageningen. p.1.

- Ludbrook, W.V. (1932) Pathogenicity and environal studies on *Verticillium* Hadromycosis.
Phytopath. 23. p.117.
- Van der Meer, J.H.H. (1925). *Verticillium* wilt of herbaceous and woody plants.
Meded.L.H. Wageningen 28.2. p.1.
- Minnecke, O.E.
- Lindgren, D.L. (1954) Chemical measurements of methylbromide concentrations, in relation to káll of fungi and nematodes in nursery soil.
Phytopath.44, 10.p.605.
- Orton, W.A.(1914) The fungus *Verticillium* in its relation to plant diseases
Phytopath. 4. p.40.
- Pethybridge, G.H.(1916). The *Verticillium* disease of the potato.
Sc.proc.Roy, Dublin Soc. 15,7. p.63.
- Presley, J.T.(1941) Saltants from a monosporic culture of *Verticillium albo atrum*.
Phytopath.31. p. 1135.
- Reinke, J.
- Berthold, G.(1879). Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze.
Unters a.d. Bot.Lab.d.Univ.Göttingen.
- Rudolph, B.A.(1931) *Verticillium nadromycosis*.
Hilgardia 5,9. p.201.
- Shaible, L., Orson S.C.,
- Wadoups, V (1951) Inheritance of resistance to *Verticillium* wilt in tomato cross.
Phytopath.41. p.986.
- Schoevers, T.A.C.(1922) Ziekten en beschadigingen van tomaten.
Tijdschr. o.Pl.z. 28. p.67.
- Verhoeven (1928) Overgang van het ringvuur (*Verticillium albo atrum*) bij aardappelen met de knollen.
Tijdschr. o.Pl.z. 34. p.106.
- Wilhelm, St.(1948) The effect of air temperature on the taxonomic characters of *Verticillium albo atrum* R et B.
Phytopath. 38, p.919.
- Idem (1950) *Verticillium* wilt in acid soils.
Phytopath.40. p.776.
- Idem (1950) The inoculum potential of *Verticillium albo atrum* as affected by soil amendments
Phytopath. 40. p.971.

- Wilhelm, St.(1954) Aerial microsclerotia of *Verticillium* resulting from conidial anastomosis.
Phytopath. 44.10. p.609.
- Idem (1955) Longevity of the *Verticillium* wilt fungus in the laboratory and field.
Phytopath.54,3. p.180.
- Williams,P.H.(1940 tot en met 1949). in: Cheshunt Exp.Res.Stat.Ann.Report.
- Wilson, K.S.(1954) The fate of *Verticillium albo atrum* R and B in muck soil as affected by various species of fungi.
Diss.alestr. 14.10. p.1516.
- Zimm, L.R.(1918) A wilt disease of maples.
Phytopath. 8.p.80.