

NEDERLANDSCHE PHYTOPATHOLOGISCHE (PLANTENZIEKTEN-
KUNDIGE) VEREENIGING.

TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN

ONDER REDACTIE VAN

PROF. DR. J. RITZEMA BOS, M. DE KONING,
IR. N. VAN POETEREN EN PROF. DR. H. M. QUANJER.

Een en Dertigste Jaargang — 3e Aflevering — MAART 1925

DE VERTICILLIUM-ZIEKTE VAN KRUIDACHTIGE EN HOUTIGE GEWASSEN.¹⁾

Symptomen.

Planten, door de schimmel *Verticillium* aangetast, zijn gekenmerkt door eenigszins slappe, gelende bladeren. Dit is de reden, waarom men vaak spreekt van verwelkingsziekte („wilt” in het Engelsch). De laagst geplaatste bladeren vertoonen de ziekte het eerst, successievelijk worden de bladeren hoogerop aan den stengel aangetast.

Gaat men de ontwikkeling der symptomen aan een afzonderlijk blad na, dan blijkt, dat de top of de randen ervan een licht- of geelgroene tint aannemen, den turgor verliezen en vaak een weinig omhoog krullen. De verkleurde deelen nemen in omvang toe en verdrogen aan de peripherie. De geel omzoomde verschrompelde bladgedeelten gaven den practici aanleiding, de *Verticillium*-ziekte van de aardappelplant met „ringvuur” te betitelen.

De beschreven verschijnselen ontwikkelen zich vaak slechts aan één kant van den stengel, sommige bladeren hebben dan aan de eene helft een gezond, aan de andere een ziek uiterlijk. Aangetaste planten blijven dikwijls achter in groei en sterven vroegtijdig af (Pl. III, fig. 1).

Als men de stengels van zieke planten overlangs doorsnijdt, zijn de vaatbundels (of het hout) gewoonlijk geel tot bruin verkleurd (Pl. III, fig. 2). In microscopische doorsneden worden zwamdraden in de houtvaten waargenomen, veelal in lengterichting

¹⁾ Een uitvoerige publicatie over dit onderwerp is verschenen in Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool te Wageningen (Nederland), 28².

langs de wanden kruipend en soms door de dunste gedeelten (stippels) van een wand heen een aangrenzend vat binnendringend. De schimmel volgt de houtvaten van wortels, stengels, bladstelen en nerven en tast ten slotte de omringende cellen in het blad aan. Wanneer de plant afsterft, verlaat de zwam ook in den stengel de houtvaten en groeit door het overige weefsel heen. In een vochtige atmosfeer worden aan de oppervlakte van afstervende *Verticillium*-zieke plantendeelen conidiëndragers gevormd.

In de practijk worden de *Verticillium*-ziekte-symptomen niet altijd scherp onderscheiden van de verwelkingsverschijnselen, ontstaan door watergebrek. Het vroegtijdig afsterven van planten schrijft men gewoonlijk aan langdurige droogte toe. Eenzijdige aantasting en een bruine verkleuring der vaatbundels zijn een aanwijzing voor het optreden der *Verticillium*-ziekte. Microscopisch onderzoek en het isoleeren van de schimmel zijn voor het stellen van een juiste diagnose dikwijls gewenscht (Pl. III, fig. 3).

Het binnendringen van Verticillium.

Gewoonlijk treedt de ziekte in een veld op bepaalde plekken op; deze infectiehaarden nemen jaarlijks in grootte toe. In verschillende publicaties wordt erop gewezen, dat *Verticillium* vanuit den bodem de wortels of andere ondergrondse deelen der voedsierplant binnendringt.

Ten einde het indringen der zwamdraden nauwkeurig te bestudeeren, werden door schrijfster de volgende proeven genomen:

a. De worteltjes van steriel gekweekte komkommerplantjes en aardappelspruiten in buizen met puimsteen (of watten) en water werden overgoten met een hoeveelheid steriel water, dat vele sporen bevatte van een reïncultuur van *Verticillium alboatrum*, geïsoleerd uit aardappel. De worteltjes werden een verschillend aantal dagen aan infectie blootgesteld en dan microscopisch onderzocht. In den loop van drie weken vertoonden de wortels kleine, bruine vlekjes.

b. Komkommerplantjes werden uit zaad opgekweekt in potten aarde, die vooraf met onder a genoemde schimmel besmet was. Zes weken na het zaaien trad de ziekte op. Het afgewasschen wortelstelsel vertoonde hier en daar geelbruine plekken. Van deze verkleurde worteldeelen werden microscopische preparaten vervaardigd.

Het microscopisch onderzoek gaf in alle gevallen hetzelfde resultaat, namelijk: de zwamdraden dringen of door de epidermiscellen of door de wortelharen naar binnen. Waar zij tegen een

celwand stuiten, vormt zich een kegelvormig uitwasje naar de tegenovergestelde zij. De hyphen groeien ten slotte door het fijne kanaaltje in het centrum der propjes gelegen heen en doorboren deze aan den top (Pl. IV, fig. 1). Op die wijze gelukt het *Verticillium* de houtvaten te bereiken, waarin de schimmel zich verder een weg baant.

Saprophytische leefwijze en overwintering van Verticillium.

Wanneer vastgesteld is, dat *Verticillium* vanuit den bodem de wortels der voedsterplanten binnendringt, rijst onwillekeurig het vermoeden, dat de schimmel gedurende de tijden, dat zij geen hospes vindt, in de aarde saprophytisch blijft leven. En dan doet zich de vraag voor, of de fungus in staat is, in den grond te overwinteren.

Voor het bestudeeren van deze quaestie werd *Verticillium* gekweekt in gesteriliseerde buizen met verschillende grondsoorten: zand, klei, of een mengsel van zand en bladaarde. Een paar dagen nadat een hoeveelheid steriel water met conidiën over de voedingsbodems was gesprengd, ontwikkelde zich over en tusschen de aarddeeltjes een wit mycelium. In den strengen winter van 1922 waren de culturen, in den tuin van 't laboratorium in een kast met getraliede deur staande, blootgesteld aan vorst gedurende 26 etmalen en 22 nachten. Tweemaal werd de minimum temperatuur van -12° C. bereikt. Na overenten op kersenagar bleken alle schimmels nog in leven te zijn. Infectieproeven bewezen, dat de fungi hun virulentie hadden behouden.

Na het overwinteren werden de buizen in het laboratorium bewaard, waar ze langzamerhand geheel uitdroogden. Op gunstigen voedingsbodem overgebracht, ontwikkelde zich een krachtig mycelium. Vorst noch droogte hadden de schimmel gedood.

De Verticillium-ziekte bij verschillende voedsterplanten.

In de literatuur was de *Verticillium*-ziekte in Nederland reeds beschreven voor: biet, aardappel, komkommer, meloen, tomaat, kers, eenige *Rhus*-soorten, *Ampelopsis Veitchii* en aalbes. Het aantal voedsterplanten blijkt veel grooter te zijn.

Sierplanten en onkruiden.

Tal van sierplanten en onkruiden voorkomend in tuinen van particulieren en laboratoria, gelegen op den Wageningschen Berg, vertoonden in Juni, Juli en Augustus de typische verschijnselen van *Verticilliose*. Hoe is dit te verklaren? Jarenlang

heeft men op den zandigen heuvel aardappelen gekweekt. In de nog aanwezige velden treedt gewoonlijk de *Verticillium*-ziekte veelvuldig op. Hoogstwaarschijnlijk is de bodem langzamerhand door ziek aardappelgewas met *Verticillium* besmet.

Verticillium werd door schrijfster geïsoleerd

uit de volgende gekweekte planten:

Papaver Rhoeas L., *Eschscholzia californica* Cham., *Phlox Drummondii* Hook., *Aster chinensis* L., *Aconitum Napellus* L., (Pl. III, fig. 1), *Papaver orientale* L., *Malva Alcea* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Phlox decussata* Hort., *Antirrhinum majus* L., *Monarda didyma* L., *Campanula macrantha* Fisch., *Dahlia variabilis* Desf., *Gnaphalium margaritaceum* L., *Chrysanthemum indicum* Cass., *Rhus typhina* L., *Ribes sanguineum* Pursh., var. *Lombartii*, *Daphne Mezereum* L., *Sambucus racemosa* L., morel en sering (Pl. IV, fig. 2) en

uit de onkruiden:

kleine brandnetel (*Urtica urens* L.), fijnstraal (*Erigeron canadensis* L.), kruiskruid (*Senecio vulgaris* L.), margriet (*Chrysanthemum Leucanthemum* L.), melde (*Chenopodium album* L.), zwarte nachtschade (*Solanum nigrum* L.).

Aalbes, kruisbes en zwarte bes.

In het noordoosten van de provincie Noord-Holland, in het deel, genaamd de Bangert, wordt de bessencultuur zeer benadeeld door de z.g. Bangertsche ziekte ¹⁾. De bladeren van zieke struiken worden vroegtijdig geel en vallen spoedig af, stammen en takken vertoonen een overlangsche opensplijten van de schors, waardoor een sponsachtig, waterig weefsel tevoorschijn komt („oedema”). Het hout der aangetaste takken is eenigszins blauwachtig verkleurd. In microscopische doorsneden werd mycelium in de houtvaten aangetroffen juist aan den kant, waar 't oedeem optrad. Uit beide aalbesvariëteiten Hoornsche Roode en Fay's Prolefic groeide *Verticillium* op. Takinfectieproeven met een reïncultuur van deze schimmel brachten de ziekte kunstmatig te voorschijn.

In de Bangert bleken niet alleen aalbes, doch ook zwarte bes en kruisbes door *Verticillium* te zijn aangetast.

In een tuin in 't Westland werden onder aalbessen dezelfde verschijnselen als die van de z.g. Bangertsche ziekte waargenomen. Op het terrein waren vroeger aardappelen gekweekt en vermoedelijk is toen de bodem met *Verticillium* besmet.

¹⁾ Hierbij betuigt schrijfster haar vriendelijken dank aan de heeren H. KOEMAN en J. KOEMAN te Blokker voor het verschaffen van overvloedig materiaal.

Sering.

Op een paar proefterreinen van laboratoria in Wageningen en in enkele kwekerijen te Aalsmeer trad de *Verticillium*-ziekte op bij seringén (Pl. IV, fig. 2). De verwelkende bladschijven verliezen hun glans en krijgen daardoor een ietwat vale tint. De Aalsmeersche kweekers spreken daarom van „melkglaus”. De aangetaste takken laten vroegtijdig hun bladeren vallen, midden in den zomer zijn geheele of halve struiken reeds kaal. De takken sterven vaak af, beginnend aan den top.

Het hout van zieke struiken is weinig verkleurd; 't microscopisch onderzoek leert, dat in de vaten schimmeldraden voorkomen. Uit de takken werd *Verticillium* gekweekt en met een reincultuur van deze zwam kon de ziekte kunstmatig in jonge sringeboompjes worden opgewekt.

In den winter onderscheiden zich de zieke struiken van gezonde door dunnere loten met kleinere knoppen en gedeeltelijk afgestorven takken. De firma Wed. W. EVELEENS Dz. en Zonen te Aalsmeer was zoo welwillend een aantal aangetaste exemplaren benevens eenige gezonde afzonderlijk te laten trekken en de bloeiende takken ervan op te zenden naar Wageningen. De diameter van 't bovenste tak-internodium bedroeg voor het zieke materiaal gemiddeld 0.33 c.M., voor het gezonde 0.45 c.M. De bloemtrossen aan de gezonde takken waren 18—20 c.M. lang, terwijl die van de zieke takken een gemiddelde lengte van 14 c.M. hadden.

Bij het vergelijken der *Verticilliën* uit de verschillende voedsierplanten gekweekt, bleek al spoedig, dat we met twee soorten te doen hebben. Als de kolonies, gerekend vanaf het kiemen der sporen een dag of tien oud zijn, kleuren zij zich eenigszins donker, doordat zich 't z.g. rustmycelium gaat vormen. Bij de soort *Verticillium albo-atrum* Rke & Berth. bestaat dit uit zwart gekleurde draden, terwijl de soort *Verticillium Dahliae* Kleb. donkere, veelcellige lichaampjes, de microsclerotiën, ontwikkelt.

Uit verreweg de meeste voedsierplanten werd *Verticillium Dahliae* geïsoleerd. Komkommer bleek te worden aangetast door *Verticillium albo-atrum*. Merkwaardig is het, dat uit zieke tomaten en aardappels soms *Verticillium Dahliae*, soms *V. albo-atrum* werd gekweekt.

De Verticillium-ziekte van kerseboomen.

In eenige kersenboomgaarden in de Betuwe heeft de *Verticillium*-ziekte vrij ernstige schade veroorzaakt. Zoowel de varië-

teiten meikers, bieskers, Spaansche kers, als Eysdensche kers waren aangetast. Dank zij de welwillende medewerking van de eigenaars der boomgaarden, de heeren S. DE HARTOG te Heteren, J. P. N. VAN OLST te Andelst, TH. PELS te Elst, T. VAN DE POL te Herveld, W. VAN OMMEREN, te Ommeren, was een uitvoerige studie der kersenziekte mogelijk.

Onder de kerseboomen in de Betuwe verbouwt men gewoonlijk gedurende 5 à 6 jaar aardappelen (Bravo, Eigenheimer en Roode Star) en bieten, jaarlijks op dezelfde perceelen afwisselend. Daarna wordt de bongerd in 't gras gezet, zooals men dat in de practijk uitdrukt. Volgens sommige kweekers komt de ziekte na den grasgroei weinig of niet meer voor.

Uitwendige symptomen.

In Juli en Augustus kunnen tot dusver volkomen gezond uitzierende boomen plotseling vele gele bladeren krijgen aan de ondereinden der takken. De verkleuring grijpt steeds verder om zich heen. De gele bladeren hangen eenigszins slap en vallen spoedig af. De toppen der takken behouden hun bladeren het langst. Het komt veel voor, dat slechts een deel der kruin de ziekteverschijnselen vertoont. Soms treedt uit den stam en uit de takken gom tevoorschijn, dit is echter geen constant symptoom der ziekte. Een kleiner of grooter aantal der zieke takken sterft geheel of gedeeltelijk af. Op Pl. V en VI, fig. 1 zijn twee meikersen afgebeeld, die de symptomen bij het uitbreken der Verticillium-ziekte demonstreeren.

Volgens waarnemingen van practici is de ziekte in staat de boomen na 1—3 jaar te doen sterven. De gerooide exemplaren worden vervangen door peer of pruim.

Aangetaste boomen kunnen echter ook blijven voortleven. Zij maken de eerste jaren een kwijnenden indruk. De groei is niet krachtig, de bebladering is ijl, ontbreekt vaak geheel aan de basis der takken en overal in de kruin neemt men doode twijgen waar. Pl. VII geeft van dit tweede stadium der ziekte een voorbeeld: een Spaansche kers te Andelst (O X 6), volgens den kweeker in 1920 ziek geworden, is 27 Sept. '21 gefotografeerd. In denzelfden bongerd werd een meer eenzijdig aangetaste meikers aangetroffen, waarvan vier takken geheel waren afgestorven, de overige weinig bladeren en geen nieuwe loten droegen, terwijl zich aan den stam eenige waterloten hadden ontwikkeld.

In een boomgaard te Ommeren, waar vijftien kerseboomen aan Verticilliose leden in 1915, zijn geen slachtoffers gevallen. In 1922 waren de aangetaste boomen herkenbaar aan de min of meer eenzijdig optredende symptomen van het latere stadium.

Veelal worden in de practijk de kwijnende, afstervende takken verwijderd. Eenige niet ernstig aangetaste boomen, een meikers te Heteren, een meikers en Eysdensche kers te Elst, waarvan men de zieke takken had afgezaagd, maakten later een goeden indruk: de overgebleven takken hadden vrij lange, gezonde loten gevormd. De kweekers zeggen, dat zulke boomen door de ziekte heengroeien.

Inwendige symptomen.

Indien men een Verticillium-zieken tak even boven de aanhechting aan den stam doorzaagt en het zaagvlak met beitel of mes glad maakt, ziet men gewoonlijk het volgende beeld: in het midden een bruine, vaak eenzijdig sterker ontwikkelde vlek met gerafelden rand, waarvan de wigvormige uitsteeksels gewoonlijk reiken tot een grenslijn tusschen twee jaarringen. Deze lijn is weer voorzien van tal van bruine stippen. Hoogerop aan den tak vertoonen de snijvlakken geen bruine vlek meer, maar alleen een of meer reeksen van bruine stippen langs de jaarringen geschaard, voornamelijk optredend in 't voorjaarshout. De bruine verkleuring was in lengterichting in hout van denzelfden leeftijd te vervolgen tot in het tweejarig lot.

Het verloop van de houtverkleuring van een zieken tak is na te gaan op Pl. VIII, fig. 1, de afbeelding van vier opeenvolgende dwarsdoorsneden van een tak van meikers K te Heteren.

De inwendige verschijnselen van stam en wortels zijn bestudeerd aan twee gerooide zieke meikersen (K van Heteren en P II van Elst). Door den ganschen stam heen loopt een breede, bruin gekleurde houtcylinder, soms reikend tot 't cambium, soms door een smalle strook gezond hout ervan gescheiden. De dwarsdoorsneden van den stam van genoemde twee boomen zijn afgebeeld op Pl. VI, fig. 2 en Pl. VIII, fig. 2. Dezelfde karakteristieke houtverkleuring, die reeds voor de basale doorsneden der takken is beschreven, werd in den stam opgemerkt. De binnenste jaarringen hadden een egaal lichtbruine tint, zij vormden het kernhout, hetwelk ook in gezonde stammen aanwezig is.

Naar de basis van den stam toe is de houtverkleuring minder sterk. De wortels vertoonen de inwendige symptomen in denzelfden geest als voor de takken is aangegeven (Pl. IX, fig. 1).

Mogen de uitwendige symptomen in 't algemeen de Verticillium-ziekte karakteriseeren, voor 't stellen van een zuivere diagnose is onvoorwaardelijk een onderzoek van 't inwendige der boomen

noodig. De verschijnselen van droogte, soms ook van luis-aantasting kunnen den waarnemer op een dwaalspoor brengen.

In Aug. 1921 vertoonden in den boomgaard te Heteren ruim een derde der kerseboomen, gelegen in een schuine, door 't centrum loopende strook, gelende of reeds half kale kruinen. De vroegtijdige verkleuring was 't zwakst aan de peripherie van genoemde strook ontwikkeld en nam naar 't midden steeds in intensiteit toe. Het hout van vier afgezaagde takken bleek volkomen normaal te zijn. Bovengenoemde verschijnselen zijn naar alle waarschijnlijkheid toe te schrijven aan de groote droogte van het jaar 1921. Het volgend jaar droeg de gansche bongerd weer een gelijkmatig karakter.

Het isoleeren van *Verticillium albo-atrum* Rke en Berth.

Op steriele wijze werden schijven van het zieke kersenhout in petrishalen met kersenagar gebracht. Gewoonlijk trad na 4—6 dagen een duidelijke groei van *Verticillium* op. Na verloop van eenigen tijd kleurt zich het witte mycelium zwart door de vorming van donkergekleurde draden, typisch voor *Verticillium albo-atrum*.

In 't algemeen groeit *Verticillium* welig op uit het hout der bruine ringen en stippenreeksen, welke zich op dwarsdoorsneden van takken en wortels vertoonen. Vervolgens bleken de houtvaten aan den rand van de bruine centrale vlek, zichtbaar op doorsneden van stam, tak- en wortelbasis, *Verticillium* te herbergen.

Het is een veel voorkomende gewoonte onder de kweekers, de niet best groeiende of gommende boomen in overlangsche richting over de schors te kerven, waarbij soms ook de onder-einden der takken worden geraakt. Tak- en stamdoorsneden vertoonen dan een bruine strook hout, loopend van schorswond tot aan het zieke hout. Uit die bruine strook hout werden secundaire schimmels gekweekt. De schorskerven zijn dus, zooals te verwachten was, een bron van infectie door diverse fungi van buitenaf, die den reeds zieken boom mogelijk nog erger aantasten. Daar er m.i. geen nut van het kerven te verwachten is, zou het beter achterwege kunnen blijven.

Microscopische coupes van 't aangetaste hout leeren, dat de verkleuring in hoofdzaak ontstaat door 't veelvuldig optreden van gom in verscheidene houtvaten. Het opsporen van schimmel-draden geschiedde aan doorsneden, vervaardigd uit de resten van die takstukken, waaruit *Verticillium* gekweekt was. Ten einde het mycelium gemakkelijker te kunnen vinden, werd het kleurmiddel bleu coton toegepast. Het gelukte hier en daar hyphen

in de houtvaten aan te treffen. Soms werden conidiën aan of los van 't mycelium binnen een vat opgemerkt.

Infectieproeven.

a. In de eerste plaats zijn eenjarige kerszaailingen in Mei en Juni door wonden aan den stam of aan den wortel geïnfecteerd met *Verticillium albo-atrum* (kers)¹⁾ en (aardappel) en met *Verticillium Dahliae* (aardappel).

De staminfectieproeven gaven tot resultaat:

Verticillium albo-atrum (kers):

Van de 17 geïnfect. boompjes werden 15 ziek (88 %) eind Juni en midden Juli.

Incubatietijd: 2—7½ week.

Verticillium gereïsoleerd uit 12 exemplaren.

Verticillium albo-atrum (aardappel):

Van de 12 geïnfect. boompjes werden 9 ziek (75 %) eind Juni en Juli.

Incubatietijd: 2½—8 weken.

Verticillium gereïsoleerd uit 6 exemplaren. 3 boompjes ver-toonden Aug. en Sept. een afsterven aan den top.

Verticillium Dahliae (aardappel):

Van de 13 geïnfect. boompjes werden 10 ziek (77 %) eind Juni, Juli en midden Augustus.

Incubatietijd: ± 2½—7½ week.

Verticillium gereïsoleerd uit 2 exemplaren. 1 boom-pje was in Sept. aan den top afgestorven.

Voor de wortelinfecties gold het volgende:

Verticillium albo-atrum (kers):

Van de 12 geïnfect. boompjes werden 5 ziek (42 %) eind Juni en Juli.

Incubatietijd 2—9 weken.

Verticillium gereïsoleerd uit 3 exemplaren.

Verticillium albo-atrum (aardappel):

Van de 14 geïnfect. boompjes werden 6 ziek (43 %) in Juli en midden Augustus.

Incubatietijd 2½—9 weken.

Verticillium gereïsoleerd uit 3 exemplaren.

Eén boom-pje is afgestorven.

¹⁾ Korthedshalve zijn de namen der planten, waaruit de schimmel geïsoleerd werd, tusschen haakjes achter dien van den fungus geplaatst.

Verticillium Dahliae (aardappel):

Van de 12 geïnfecteerde boompjes werden 7 ziek (58 %) eind Juni en Juli.

Incubatietijd 4—9 weken.

Verticillium geïsoleerd uit 1 exemplaar.

De controleplanten hadden niet van de wonden te lijden.

Bij twee boompjes, die 14—15 Juni met *Verticillium* (kers) aan den stam waren geïnfecteerd, werd 12 Juli, dus 4 weken later, de schimmel uit den top, dat was 51—63 c.M. boven de infectiesnede geïsoleerd. Een dergelijke infectie met *Verticillium albo-atrum* (aardappel) leerde, dat de fungus in 19 dagen over een afstand van 61 c.M. was verder gewoekerd.

b. Ten tweede werden in 1922 stam-, wortel- en grondinfectieproeven op elf data tusschen 15 Febr. en 22 Sept. uitgevoerd. Iederen keer werden 4 kerseboompjes aan stam-, 3 aan wortel- en 4 aan grondinfectie onderworpen met *Verticillium albo-atrum* (kers) en (aardappel). Controleplanten ondergingen dezelfde bewerkingen, natuurlijk zonder dat de schimmel werd toegevoegd.

Ongeveer 15 April liepen de knoppen uit en begonnen zich nieuwe wortels te vormen. Den 15den Mei had 't wortelstelsel die dichtheid verkregen, dat bij 't verpotten wortels en aardbestanddeelen tot een kluit vereenigd bleven.

Van de stam- en wortelinfectieproeven zoowel met *Verticillium* (kers) als *Verticillium* (aardappel) hadden 100 % der infecties op 1 Juni en 43 % van die op 15 Mei een positief resultaat in Juli. In September zijn 4 boompjes gestorven.

Wat de grondinfectieproeven betreft, gaven degene, verricht van 15 Febr. tot 15 Mei, een positieven uitslag (Pl. X).

Na het jaar van infectie kwamen verwelkingsverschijnselen bij verreweg 't grootste deel der zaailingen niet meer voor. De onderste zijtakken groeiden vaak weinig of stierven af aan den top. Dit tweede stadium der ziekte was soms ook aan den hoofdstam waar te nemen. Onder de doode takgedeelten ontwikkelden zich zijscheuten, die langzamerhand de functie van den hoofdtak overnamen.

In Augustus en September 1924 zijn de geïnfecteerde boompjes aan de basis afgezaagd en is de houtverkleuring in de verschillende loten nagegaan. De controles en de proefplanten, die negatief resultaat hadden opgeleverd, vertoonden alle gezond hout. Bij de overige was in de meeste gevallen 't hout van 1922, soms bovendien dat van 1921, bruin gekleurd, terwijl in jaarring 1923 en 1924 geen aantasting was op te merken. Het bruine hout van

1922 werd gevonden in de loten '21 en '22 van den stam en de onderste zijtakken, de loten '23 en '24 waren volkomen gezond (Pl. IX, fig. 2).

Microscopische doorsneden leerden, dat schimmeldraden en gom aanwezig waren in jaarring 1922 van lot '21 en '22. Bij beide loten werd *Verticillium* geïsoleerd uit de vaten van 1922.

De staminfecties van 15 Febr.—15 Mei veroorzaakten geen, die van 15 Mei geringe, die van 1 Juni, 3 Juli en 1 Aug. sterke, die van 22 Sept. weer geringer houtverkleuring. Wat de wortel-infecties betreft, bleken enkele van Maart, April en 1 Mei aanleiding te hebben gegeven tot bruinkleuring van 't hout, terwijl die van latere data bijna alle de inwendige symptomen deden ontwikkelen. De grondinfecties van 15 Febr.—15 Mei hadden geregeld houtverkleuring van jaarring 1922 ten gevolge, die van latere data veroorzaakten een veel geringere inwendige aantasting.

Van de 121 kerszaailingen, aan stam of wortel geïnfecteerd, vertoonden slechts twee exemplaren houtverkleuring buiten jaarring 1922. Onder de 61 grondinfecties leidden 6 tot verkleuring in jaarring '22 en '23, 2 tot verkleuring in jaarring '22, '23 en '24 en 3 tot verkleuring in jaarring '23, de rest was alleen in jaarring '22 aangetast.

De boompjes in de potten met besmette aarde konden telken jare opnieuw geïnfecteerd worden. De twee uitzonderingsgevallen der staminfecties zijn waarschijnlijk te verklaren door het feit, dat de wortels door de opening van den pot heengroeiend, aan natuurlijke infectie waren blootgesteld. Het proefterrein, gelegen op den Wageningschen Berg, was in sterke mate met *Verticillium* besmet, bij tal van onkruiden werd de verwelkingsziekte opgemerkt.

Uit de verschillende experimenten is dus te concludeeren, dat kerseboompjes, waar *Verticillium* (kers) of (aardappel) eind Mei, begin Juni in de voorjaarsvaten van den stam is doorgedrongen, zeer sterk worden aangetast, en soms aan de gevolgen bezwijken. Blijven de zieke exemplaren in leven, dan vertoonen zij de jaren na de infectie het tweede stadium der ziekte: geen krachtigen groei en een afsterven aan de toppen van de onderste zijtakken en soms ook van den hoofdstam. Dringt de schimmel na Juni pas de vaten van den stam binnen, dan ontstaat wel een inwendige houtverkleuring, maar de uitwendige symptomen treden niet sterk op den voorgrond. Als de wortels na 't jaar van infectie voor verdere besmetting gevrijwaard blijven, worden de nieuwgevormde jaarringen niet aangetast. Daardoor is het mogelijk, dat boomen, die de ziekte in niet te

sterken graad vertoond hebben, door de ziekte heengroeien, zooals de practici dat uitdrukken.

Bronnen van infectie in een kersenboomgaard.

Daar het experiment vaststelde, dat *Verticillium* (aardappel) even goed als *Verticillium* (kers) de beschreven kersenziekte veroorzaakt, begrijpt men onmiddellijk, dat de aardappelen, die zooals reeds is vermeld een aantal jaren tusschen de kerseboomen worden geteeld, een bron van infectie voor de boomen kunnen opleveren. Aangezien de *Verticillium*-ziekte in 't algemeen veelvuldig onder aardappelgewas optreedt, — ook in de Betuwe werd zij waargenomen in de boomgaarden — is de kans zeer groot, dat daarmee 't terrein wordt besmet.

Voor een boomgaard te Elst kan nog van twee andere infectiebronnen melding worden gemaakt. Bij het vernieuwen van den grond in tomaten- en komkommerkas had men de verwijderde aarde in den kerserbongerddedeponceerd. Nu komt de *Verticillium*-ziekte nog al eens onder tomaten en komkommers voor en infectieproeven leerden, dat *Verticillium albo-atrum*, uit beide planten afkomstig, in staat is kerseboompjes aan te tasten (vergel. pag. 72).

Ofschoon tot dusver door schrijfster de beschreven kersenziekte niet buiten de Betuwe werd waargenomen, kan men haar ook in andere kersdistricten verwachten, vooral in die, waar dezelfde methode van onderbeplanting in zwang is.

Uit mededeelingen van Tuinbouwconsulent en een Tuinbouwleeraar is het volgende af te leiden. In den Z.O.hoek van de provincie Utrecht komen bijna uitsluitend meikersen voor, die gewoonlijk met appel in de boomgaarden afwisselen. Gedurende $\pm$ 9 jaar bestaat het ondergewas er uit: haver, boonen, erwten, aardappelen, bieten, klaver en ten slotte gras. In de buurt van Uden worden veelal de variëteiten Udenschc Zwarte en Udenschc Spaansche aangetroffen en blijft men steeds landbouw onder de boomgaarden beoefenen, waarbij de meest gewone gewassen zijn: aardappelen (Industrie en Roode Star), boekweit, haver en boonen.

Hoewel 't schrijfster niet gelukt is *Verticilliose* in kersenkwekerijen te constateeren, wijzen de mededeelingen van eenige practici wel op het voorkomen ervan. Evenals in de boomgaarden wordt ook in de kwekerijen aardappelbouw tusschen de kersen aangetroffen.

De hoofdbron van infectie moet echter in den boomgaard zelve en niet in de kwekerijen gezocht worden.

De Verticillium-ziekte bij *Prunus Mahaleb* en Morel.

Bij een in ons land weinig in zwang zijnde kerswildling, *Prunus Mahaleb*, gekweekt in den proeftuin van den R. K. Tuinbouwbond te Breda op een terrein, waar vroeger aardappelen hadden gestaan, trad vrij plotseling in Augustus 1921 bij 62 van de 200 pas geoculeerde boompjes een geel en slap worden der bladeren op. De aangetaste exemplaren werden naar Wageningen gezonden en daar onderzocht. Het hout van 1921 bleek aangetast te zijn tot in de loten van 1921 toe. *Verticillium Dahliae* werd geïsoleerd uit stam, eenjarige scheuten, hoofdwortel en zijwortels.

Ten slotte werd de Verticillium-ziekte nog waargenomen bij eenige morellen te Maasbracht (vergel. pag. 62). Van de 100 struiken Noordkers geënt op *Prunus Mahaleb* en geplant in 1917 werden 3 exemplaren in Juli 1921 ziek, zij stierven in den loop van dat jaar af. In 1922 waren drie naast elkaar staande boomen aan de ziekte onderhevig. De heer ANT. RULKENS was zoo vriendelijk eenig materiaal hiervan op te sturen naar Wageningen:

1e. een gaffelvormig takstuk, uit welks verkleurd hout *Verticillium Dahliae* gekweekt werd;

2e. den stamtop met de onderinden der takken: de verschillende snijvlakken waren door de typische houtverkleuring van Verticilliose gekenmerkt.

Kruisinfecties.

De uit de literatuur bekende kruisinfectieproeven met *Verticillium* hadden bijna alle een positief resultaat.

Ten einde de twee in morphologisch opzicht verschillende soorten *Verticillium* in hun betrekking tot verschillende voedsterplanten te vergelijken, werden door schrijfster met *Verticillium albo-atrum* en *V. Dahliae* een aantal kruisinfecties verricht.

Het infectie-materiaal bestond uit:

<i>Verticillium Dahliae</i>	(<i>Prunus Mahaleb</i>).
„	„ (<i>Lupinus polyphyllus</i>).
„	„ (<i>Aconitum Napellus</i>).
„	„ (<i>Phlox decussata</i>).
„	„ (<i>Papaver Rhoeas</i>).
„	„ (aardappel).
<i>Verticillium albo-atrum</i>	(aardappel).
„	„ (tomaat).
„	„ (komkommer).
„	„ (kers).

Als proefplanten kwamen in aanmerking:

Aconitum Napellus, *Lupinus polyphyllus*, *Phlox decussata*, aardappel, eenjarige kerszaailingen, tomaat en komkommer.

De planten werden geïnfecteerd, door de schimmel in een wond aan de stengels te brengen of door den grond met den fungus te besmetten.

De proeven leerden, dat over 't algemeen beide *Verticillium*-soorten, geïsoleerd uit verschillende planten, in staat waren, de genoemde proefplanten aan te tasten. Alleen komkommer bleek onvatbaar voor *Verticillium Dahliae* te zijn, terwijl tomaat sterker door *Verticillium albo-atrum* dan door *Verticillium Dahliae* werd aangetast.

Bestrijding.

Daar het experiment leerde, dat *Verticillium* saprophytisch in den grond kan leven en bestand is tegen droogte en vorst, is de bestrijding een moeilijk op te lossen vraagstuk.

In de eerste plaats dient de aandacht gevestigd te worden op het nemen van alle mogelijke voorzorgsmaatregelen, om besmetting van een terrein te voorkomen. Men werpe geen grond uit tomaten- en komkommerkassen in kersenboomgaarden. Men neme geen tomateplantjes van kweekerijen, waar de grond in sterke mate besmet is met *Verticillium*. Knollen, wortelstokken, stekken en enthout van *Verticillium*-zieke planten moeten worden vermeden. Vooral in kersenboomgaarden zij men voorzichtig den grond niet door ziek aardappelpgewas te besmetten.

Wanneer slechts een paar infectiehaarden optreden, kan men de zieke planten met omringende aarde bijtijds vernietigen. In 't algemeen dient 't aanbeveling alle ziek materiaal te verbranden.

Is een terrein in sterke mate met *Verticillium* besmet, dan tele men er liefst die planten, welke voor zoover bekend niet door de schimmel worden aangetast, b.v. kool, spersieboonen, tuinboonen, graansoorten. Een doelmatige vruchtwisseling is steeds aan te raden. In geen geval gebruike men dergelijken besmetten grond voor 't aanleggen van kersenboomgaarden of 't bouwen van tomatenkassen.

Voor het ontsmetten van grond komen verhitting en chemische middelen in aanmerking. In de beschreven infectieproeven werd de aarde vooraf gedurende een half uur gekookt. In kassen kan men stoom-sterilisatie toepassen. Daar deze methode vrij duur is, heeft ze tot dusver in ons land geen uitgebreide toepassing gevonden. Proeven in die richting zullen echter nog worden

genomen. Ten slotte heeft men getracht door chemische middelen de schimmel in den grond te doodden, tot dusver zijn daarmee echter nog geen afdoende resultaten bereikt.

Als *Verticillium* de planten eenmaal is binnengedrongen, kan nog op het volgende de aandacht worden gevestigd.

Zoodra de *Verticillium*-ziekte in tomatenkassen optreedt, raadt BEWLEY ¹⁾ aan, te zorgen voor een gemiddelde dag- en nachttemperatuur van 25° C. en witsel op het glas aan te brengen. Verwelkte planten herstellen, als de temperatuur tot 25° C. gestegen is en de planten worden beschaduwd.

PETHYBRIDGE ²⁾ trachtte de schimmel in aardappelknollen door verhitting te doodden. Knollen, die 20 uur droog verhit waren of een temperatuur van 46° C. (44½° C. binnen in de knollen), gaven gezonde planten, doch 3 van de 5 waren iets kleiner.

Het is in elk geval aan te bevelen, geen potsers te nemen van *Verticillium*-zieke aardappelplanten.

Ten slotte doet zich de vraag voor, of het mogelijk is voor *Verticillium* immune plantenrassen te kweken. BEWLEY ¹⁾ vestigt de aandacht op onvatbare tomaat-variëteiten. WOLLENWEBER ³⁾ geeft enkele resistente soorten aardappels op.

JAGGER en STEWART ⁴⁾ daarentegen, die in 1916 en 1917 alle verkrijgbare rassen en variëteiten van gekweekte „eierplanten” (*Solanum melongena*) op een veld lieten groeien, dat sterk met *Verticillium* (eierplant) besmet was, namen waar, dat elke plant de symptomen der ziekte vertoonde.

Door schrijfster werd de *Verticillium*-ziekte waargenomen bij de twee tomaat-variëteiten: Ailsy Graig en Tuckwood en bij de volgende 26 variëteiten aardappel: Schotsche Muis, Kerr's Pink, Bintje, Ehnola, Abundance, Geeltjes, Blauwpitten, Fontein, Lembke's Industrie, Excelsior, Koksiaan, Andijker Muizen, Schoolmeester, Deodora, Triumph, Lena, Malta, Lieuwe, Parnassia, Paul Kruger, Blauwe Eigenheimer, Zeeuwsche Blauwe, Roode Star, Bravo, Thorbecke, Eigenheimer.

Het weinig gespecialiseerd zijn van de schimmel *Verticillium*, hetgeen uit de kruisinfectieproeven duidelijk viel op te merken,

¹⁾ BEWLEY: Exp. and Res. Sta. Cheshunt, 6th ann. report, 1920. "Sleepy disease of the tomato". Ann. appl. biol., **9**², 1922.

²⁾ PETHYBRIDGE: Dep. Agr. and Techn. Instr. f. Ireland, 8th report, 1917.

³⁾ WOLLENWEBER: Tracheomykosen und andere Welkekrankheiten nebst Aussichten ihrer Abwehr. Angew. Bot., **4**¹, 1922.

⁴⁾ JAGGER and STEWART: Some *Verticillium* diseases. Phytopathology **8**¹, 1918.

maakt de mogelijkheid van het bestaan van immune plantenrassen niet waarschijnlijk. De toekomst zal moeten leeren of in laatstgenoemde richting met 't oog op de *Verticillium*-ziekte wat te bereiken zal zijn.

JIKKE H. H. VAN DER MEER.

*Instituut voor Phytopathologie,
Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek,
Wageningen.*



Fig. 1.

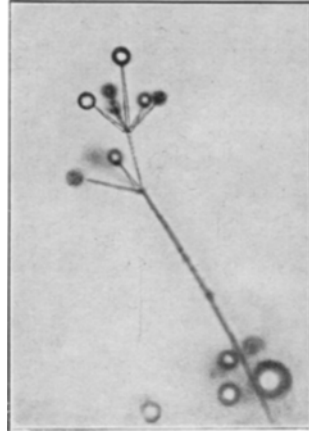


Fig. 3.

Fig. 1. *Aconitum Napellus* L.,
rechtsche takken aange-
tast door de Verticil-
lium-ziekte. Gephot.
midden Juni 1921, Wa-
geningen.

Fig. 2. a. Schijven van een Ver-
ticillium-zieken aard-
appelknol. Vaatbun-
delring bruin gekleurd.
b. Schijven van een ge-
zonden aardappelknol.

Fig. 3. Conidiëndrager van *Ver-
ticillium albo-atrum*, ge-
ïsoleerd uit aardappel.
× 175.



Fig. 2.

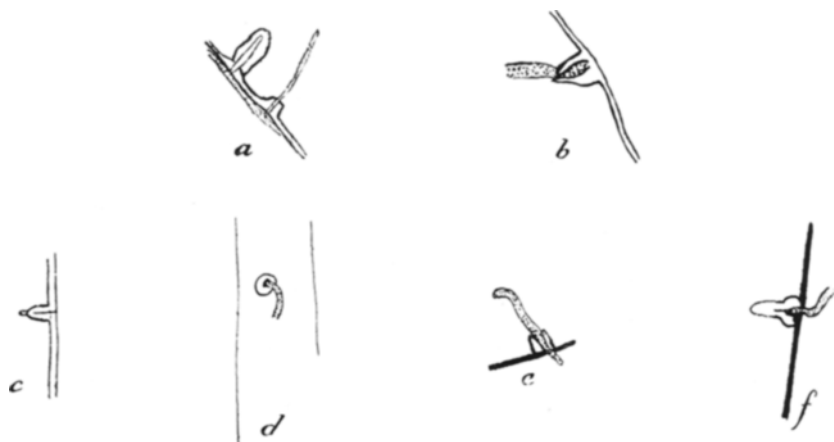


Fig. 1.

Bij het binnendringen van *Verticillium albo-atrum* (aardappel) in de wortels van komkommer (a en b) en aardappel (c, d, e en f) vormen de celwanden kegelvormige verdikkingen, welke ten slotte door de schimmeldraden worden doorboord. $\times 700$.

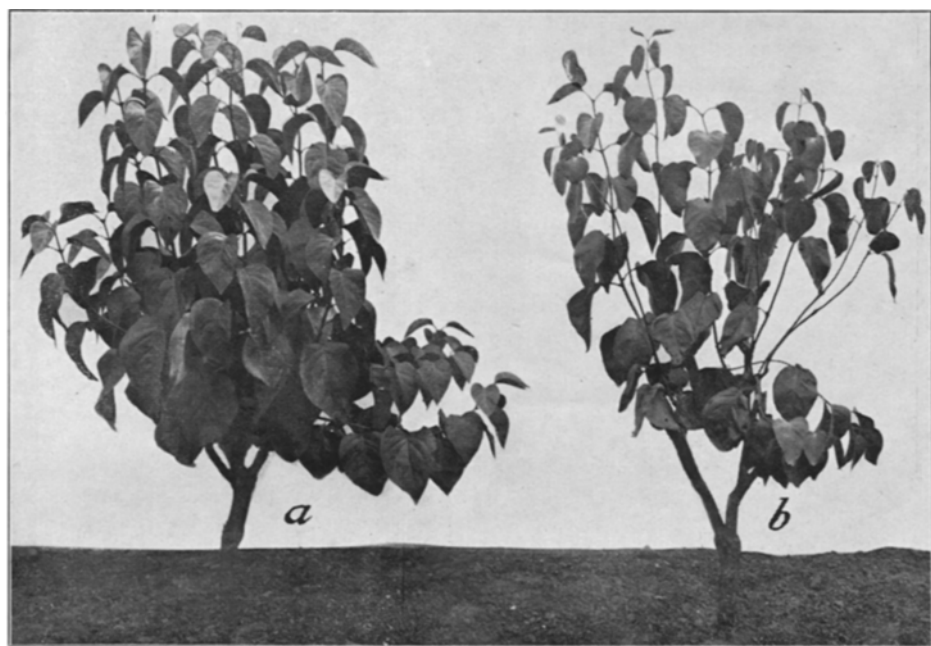


Fig. 2.

a. Gezonde sering.

b. Sering, aangetast door de Verticillium-ziekte. Gefhot. 26 Juli 1922, Wageningen.



Meikers (K) in den boomgaard te Heteren, de eerste verschijnselen der Verticillium-ziekte vertoonend. Gefhot. 24 Aug. 1920.



Fig. 1.

Meikers (P II) in den boomgaard te Elst, de eerste phase der Verticillium-ziekte vooral aan de westelijke takken vertoonend. Gephot. 24 Oct. 1922.

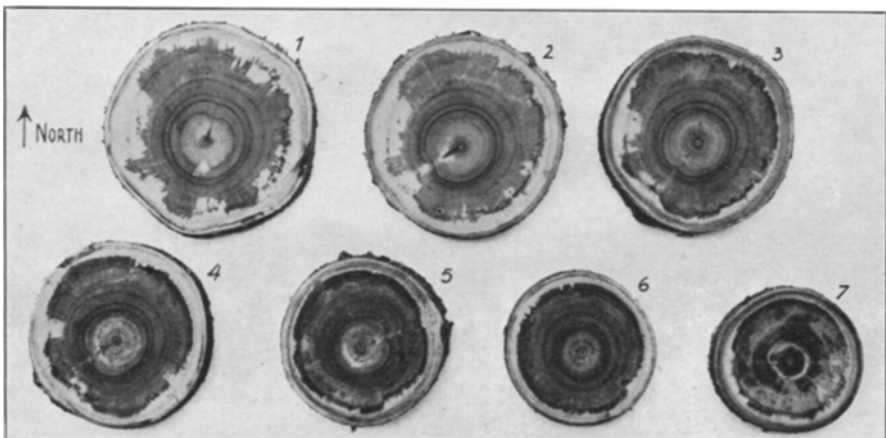


Fig. 2.

Dwarsdoorsneden op verschillende hoogte van den stam van meikers P II, afgebeeld op fig. 1. Gephot. 26 Oct. 1922.



Spaansche kers (O X 6) in den boomgaard te Andelst, de tweede phase der Verticillium-ziekte vertoonend. Gephot. 27 Sept. 1921.

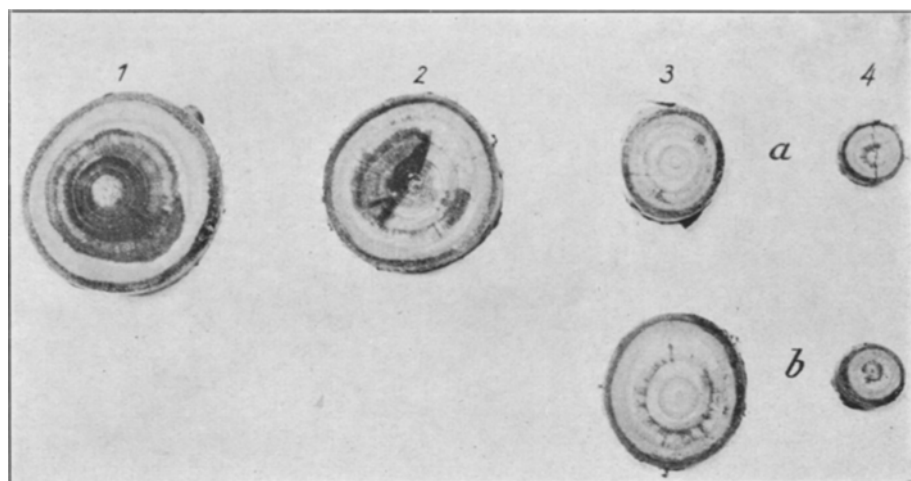


Fig. 1. Dwarsdoorsneden van een tak van meikers K te Heteren.

1. aan de basis.
 2. $\pm$ 30 c.M. hooger.
 3. 20 c.M. hooger: splitsing in 2 vierjarige takken (3a en 3b).
 4. 75 c.M. boven a en b: splitsing in 3 driejarige takken, waarvan twee zijn afgebeeld.
- Gephot. 9 Maart 1921.

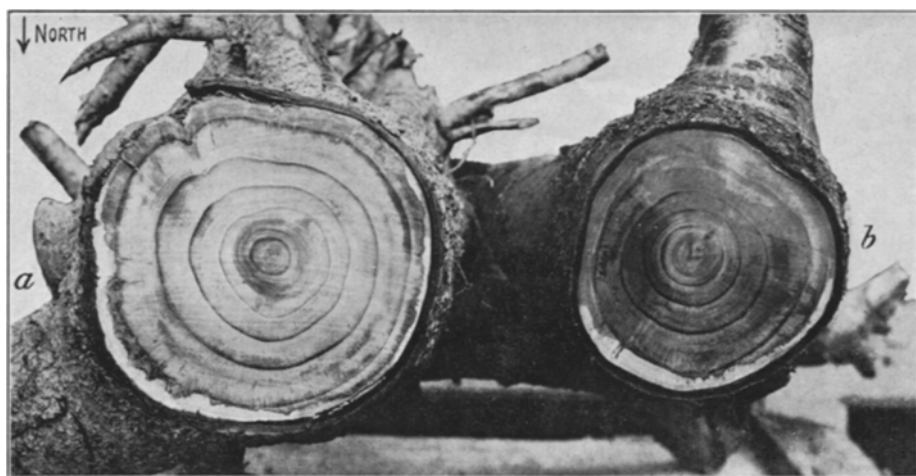


Fig. 2. Dwarsdoorsneden van den stam van meikers K te Heteren.

- a. aan de basis.
- b. aan den top.

Gephot. Mei 1921.

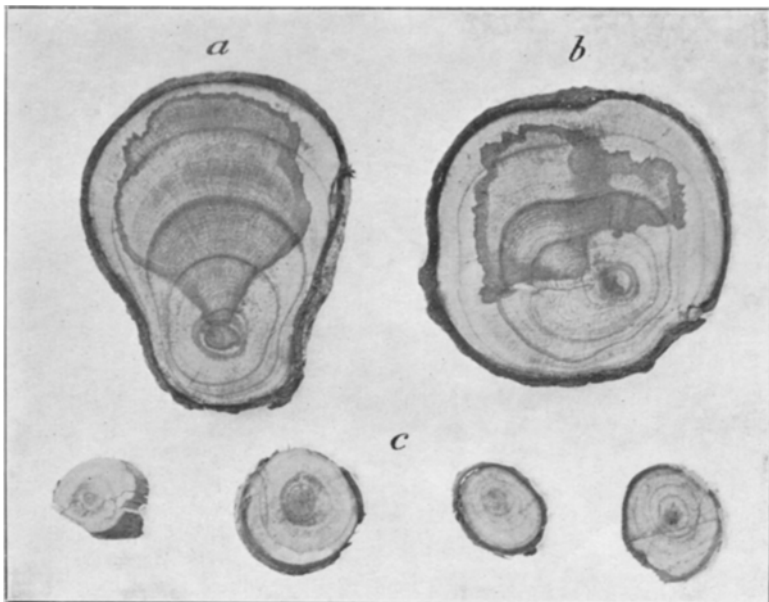


Fig. 1.

Dwarsdoorsneden van een wortel van Meikers K te Heteren.
 a. $\pm$ aan de basis. b. $\pm$ 15 c.M. hooger. c. vier zijwortels.
 Gephot. 12 Mei 1921.

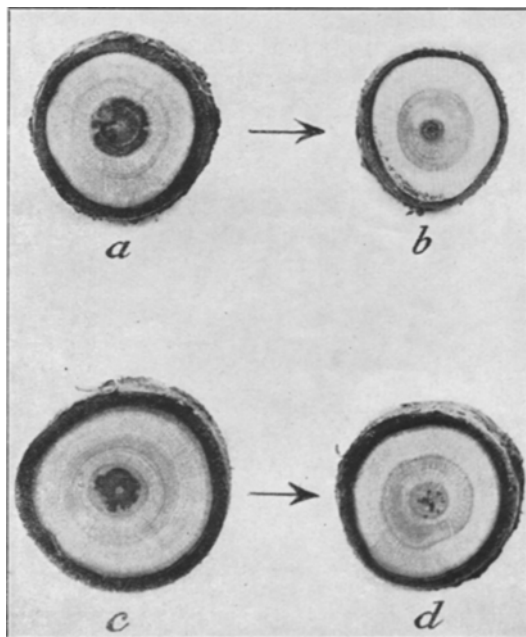


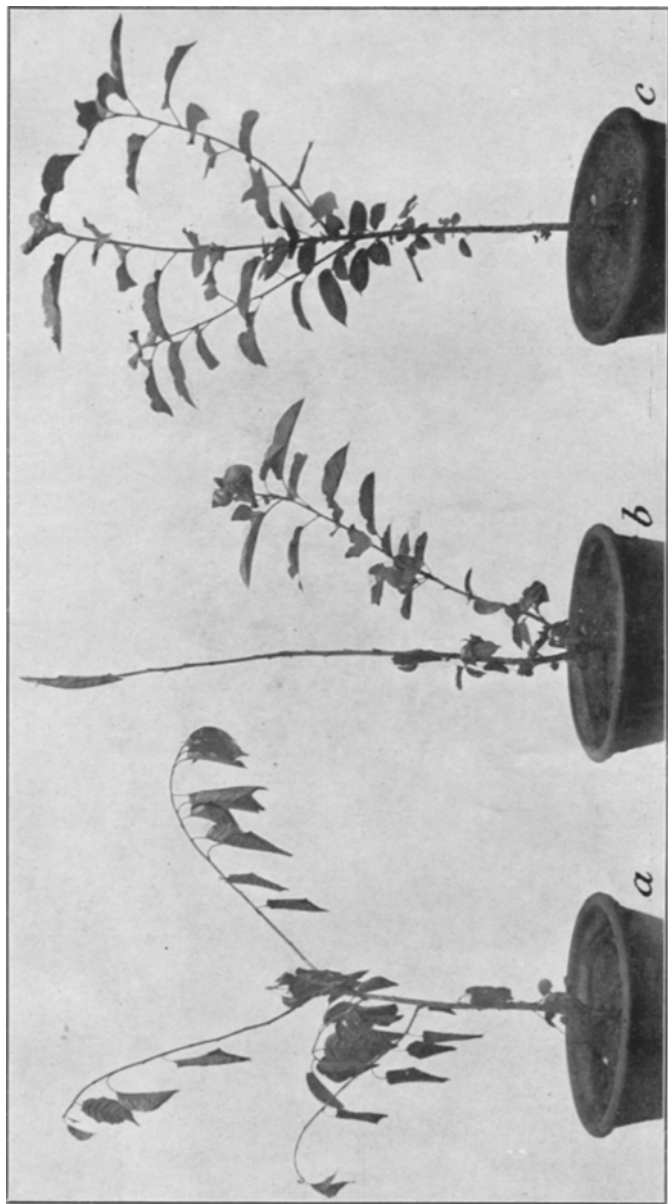
Fig. 2.

Dwarsdoorsneden van de stammen van twee jonge
 kerseboomen, die 15 Febr. 1922 als eenjarige zaai-
 lingen geplant werden in potten aarde, welke kunst-
 matig met *Verticillium albo-atrum* (aardappel) be-
 smet was.

a. en c. Lot 1921: bruine verkleuring van 't hout
 van jaarring '21 en '22.

b. en d. Lot 1922: bruine verkleuring van 't hout
 van jaarring '22.

Gephot. Sept. 1924.



Grondinfectieproef met *Verticillium-alboatrum* (aardappel).
 a. Kerszaailing, 1 Mei 1922 in besmette aarde geplant, vertoont de ziektesymptomen aan alle takken.
 b. Kerszaailing, 1 Maart 1922 in besmette aarde geplant, vertoont de ziektesymptomen eenzijdig. De aangetaaste tak
 is reeds aan den top afgestorven.
 c. Contrôle-plant.

Gephot. 21 Aug. 1922.