

BACTERIEKANKER BIJ STEENVRUCHTEN¹⁾

I. SYMPTOMEN EN ZIEKTEVERLOOP BIJ KERS EN PRUIM

With a summary: Bacterial canker of stone fruits

I. Symptoms and course of the disease in cherry and plum trees

DOOR

A. FUCHS²⁾, J. GROSJEAN³⁾, Mej. J. M. KRYTHE³⁾ en TH. W. REIJENGA⁴⁾

Bij steenvruchten komt niet zelden bacteriekanker voor, een ziekte, veroorzaakt door twee nauwverwante *Pseudomonas*-soorten, nl. *Pseudomonas mors-prunorum* WORMALD en *Pseudomonas syringae* VAN HALL.

Buiten Nederland is aan deze ziekte reeds vele jaren een intensieve studie gewijd. Na onderzoeken over wellicht verwante bacterieziekten bij steenvruchten in het begin dezer eeuw (BRZEZINSKI, 1902; ADERHOLD & RUHLAND, 1907) werden door GRIFFIN (1911) en BARSS (1918) de symptomen van bacteriekanker voor het eerst duidelijk beschreven. Door GRIFFIN ook werd de verwekker ervan geïsoleerd en als *Pseudomonas cerasus*⁵⁾ beschreven. Daarna zijn er vooral sinds 1928 vele publikaties aan deze ziekte gewijd; in Engeland in het bijzonder door WORMALD, in de Verenigde Staten door WILSON. Na de laatste wereldoorlog werden voorts in Engeland door CROSSE en in Nieuw Zeeland door DYE belangwekkende gegevens over bacteriekanker gepubliceerd.

In ons land is onderzoek betreffende deze ziekte eerst na wereldoorlog II begonnen. Nadat Mej. KRYTHE zich gedurende een aantal jaren (1947-1952) met de bestudering van het vraagstuk der bacteriekanker had beziggehouden, werd dit probleem ook geëntameerd door de Werkgroep voor Inwendige Therapie bij Planten. Zo werd onder leiding van GROSJEAN met bestrijdingsproeven tegen bacteriekanker begonnen; daarbij werd van 1953-1955 voor het doen van waarnemingen achtereenvolgens door REIJENGA en FUCHS geassisteerd. Laatstgenoemde heeft zich bovendien beziggehouden met een nadere bestudering van de symptomen en het verloop van deze ziekte bij kers en pruim.

De schade, door bacteriekanker veroorzaakt, is ook in ons land van niet te onderschatten betekenis. Ter illustratie kunnen de volgende gevallen worden vermeld.

Volgens gegevens van het Rijkstuinbouwconsulentschap te Kesteren wordt van de ca 1000 ha kerseboomgaarden in haar ambtsgebied, beplant met ca 100.000 bomen, jaarlijks 3-5% der bomen aangetast; hiervan behoort 1% tot het ras Meikers. Verder wordt vooral het ras Early Rivers gemakkelijk het slachtoffer van deze ziekte. In een boomgaard te Ewijk ging van 182 kerse-bomen in de loop van vier jaar een 27-tal dood; van de 119 exemplaren, die niet tot het ras Meikers behoorden, waren er slechts 24 vrij van stam- en takkankers.

¹⁾ Aangenomen voor publikatie 20-2-1957.

²⁾ Thans werkzaam op het Laboratorium voor Microbiologie, Delft.

³⁾ Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen.

⁴⁾ Thans verbonden aan het Bureau Openbare Gezondheidszorg, Paramaribo, Suriname.

⁵⁾ Deze bacterie, later - juister - *Pseudomonas cerasi* genoemd, wordt thans identiek geacht met *Pseudomonas syringae*.

Ook bij pruimen kan de ziekte zeer veel schade aanrichten; ernstig lijdt vooral het ras Ontario.

In ons onderzoek is in 't bijzonder aandacht besteed aan de symptomen van kers en pruim, omdat deze gewassen in ons land het meest te lijden hebben. Dat wil niet zeggen, dat deze ziekte niet ook bij andere steenvruchten voorkomt; zo kunnen nog worden genoemd: abrikoos, amandel, nectarijn, perzik en zure kers; voorts *Prunus pissardii* (syn. *P. cerasifera* var. *atropurpurea*), *Prunus sibirica* en *Prunus triloba* (WILSON, 1933; WORMALD, 1938, 1941-1942, 1943; MILLTHORPE & VINCENT, 1946; CROSSE, 1953; DYE, 1954).

DE SYMPTOMEN VAN BACTERIEKANKER BIJ KERSEBOMEN

Literatuurgegevens (WORMALD, 1928, 1937, 1938, 1939; CROSSE, 1954, 1955, 1956)

Bacteriekanker kan in vrijwel alle delen van de boom optreden. Indien de stam of de takken worden geïnfecteerd, ontstaan necrosen, die zich meestal over cortex, phloëm en cambium uitstrekken; soms wordt ook het jonge hout aangetast. In het voorjaar doen zich deze laesies als enigszins ingezonken plekken voor, doordat ter plaatse de cambiumactiviteit is verstoord en geen secundaire diktegroei plaats heeft. De grens tussen de ingezonken plek en de omgevende bast ¹⁾ is meestal vrij scherp. Dikwijls wordt ter plaatse gom afgescheiden. Snijdt men dergelijke plekken aan, dan blijkt het phloëm bruin verkleurd te zijn; er is een duidelijk contrast met de gezonde weefsels. Naarmate de zomer vordert, treedt calluswoekering van het omgevende niet aangetaste cambium op; tengevolge daarvan scheurt de bast veelal en zakt ter plaatse van de kanker in.

Soms kunnen deze kankers zich snel rondom de tak uitbreiden, waarbij de tak wordt „geringd”. In dit geval wordt de naar beneden gerichte stroom der assimilaten onderbroken, hetgeen niet zelden leidt tot een verdikking van de tak vlak boven de kankerplek. Het „geringd”-zijn van een tak openbaart zich veelal door een kleiner blijven en later bleekgroen tot geelachtig worden van de bladeren, waarbij de bladeren min of meer ineenrollen. Dit kan gevolgd worden door verwelking der bladeren en door algeheel afsterven van het gehele boven de kanker gelegen deel van de boom. Een ander gevolg van deze „ringing” kan het optreden van stamopslag zijn, waarbij sterke, gezonde scheuten onder aan de stam worden gevormd.

Naast een aantasting van stam en takken, die in zeer vele gevallen van snoeiwonden uitgaat, is ook infectie van korte loten en blad- en bloemknoppen mogelijk, die dan in deze gevallen volgens CROSSE (1951, 1955, 1956) in het najaar via de bladlittekens plaats heeft. Hierdoor treedt veelal knopsterfte op. Aan de basis van de knoppen, rond de bladlittekens, treft men vaak kleine laesies aan, die „ringing” van de twijg tengevolge hebben. Deze twijgsterfte, waarbij of gehele twijgen of alleen de einden ervan afsterven, komt vooral bij jonge bomen voor. Soms zet zich de laesie tot onder aan de twijg voort en kan aldus op de één jaar oudere tak overgaan.

Een aantasting van jonge groene scheuten kan tot scheutverwelking leiden; deze wijze van aantasting gaat veelal samen met het optreden van bladinfecties. De hierdoor zich vormende bladvlekken worden geleidelijk bruin. Ze hebben

¹⁾ Hier en elders niet op te vatten in planten-anatomische zin.

een enigszins hoekige, doch ook wel ronde vorm en zijn tot enkele millimeters groot. Later kunnen de necrotisch geworden plekjes uitvallen en zo aanleiding geven tot het zgn. hagelschot. Daarnaast kan een verdorring van de bladrand optreden.

Zeer zelden worden ook de bloesems door bacteriën geïnfecteerd: verwelking is er het gevolg van; vruchten worden eveneens weinig aangetast.

Eigen waarnemingen

In het onderzoek zijn een drietal kerseboomgaarden betrokken; zij zijn gelegen te Bemmelen (omstreeks 1945 geplant), Haalderen (in 1948 geplant) en Malden (in 1947 geplant). In deze boomgaarden zijn de volgende rassen aangeplant: Early Rivers, Inspecteur Löhnis, Meikers, Udense Zwarte en Varikse Zwarte. Alle bomen zijn hoogstammen, met uitzondering van die van het ras Meikers in de boomgaard te Haalderen.

Bacteriekanker treedt in de door ons onderzochte bomen met alle bovenbeschreven symptomen in sterk wisselende mate op. De meest aangetaste rassen zijn Early Rivers (van ca 500 door ons onderzochte bomen te Malden was in 1955 slechts 25 % gezond, 50 % licht tot matig en 25 % zwaar aangetast) en Meikers (van ca 200 bomen te Bemmelen was in hetzelfde jaar 54 % gezond, 35 % licht tot matig en 11 % zwaar aangetast). De ernstigste aantastingen bevinden zich hierbij vooral in de „oksel”, d.w.z. aan de basis der gesteltakken. In vele gevallen is afsterven van grote gesteltakken hiervan het gevolg. Meestal ontwikkelen de kankers zich rondom groeischeuren in de bast, vaak ook rondom snoeiwonden. Op de stam en takken is het aantal door ons waargenomen kankers betrekkelijk gering, hoewel ook hier toch veelal laesies aangetroffen zijn.

De meeste kankers verraden hun aanwezigheid door de vorming van soms zeer aanzienlijke hoeveelheden gom. Deze gompvorming wordt vaak zowel in zeer vochtige als in zeer zonnige en droge zomers gedurende het gehele jaar waargenomen; zij bereikt dikwijls pas in Augustus een hoogtepunt.

Bij een hevige aantasting kan een verwelking van de bladeren aan alle of aan een deel der takken daarvan het gevolg zijn. Deze verwelking wordt veelal ingeleid door een verkleuring van het blad, van bronsgroen tot – later – bleekgroen en geel. Bovendien kan dan vaak de karakteristieke inrolling der bladranden optreden. Tenslotte kan de gehele boom verwelken en afsterven. Nu eens treedt deze verwelking vroegtijdig, dan weer pas tijdens de zomermaanden op; in Malden droegen in 1955 talrijke exemplaren (Early Rivers) vroegtijdig roodgekleurd blad en trad reeds in het begin van september een sterke bladval op.

Stamopslag treedt soms in aanzienlijke mate op; het zijn vooral een aantal bomen met ernstige verwelkingsverschijnselen van het ras Meikers te Bemmelen, die hierdoor opvallen. Een duidelijke aantasting der twijgen werd door ons niet vaak aangetroffen. Niet zelden komen aangetaste korte loten voor; in Malden is knopsterfte aan korte loten en éénjarige scheuten een vrij vaak optredend symptoom. Ondanks het vochtige jaargetijde was het optreden van bladvlekken en hagelschot in de drie bedoelde boomgaarden in 1954 opvallend gering; in 1955 daarentegen trad hagelschot in de boomgaard te Malden in tegenstelling tot die in Bemmelen en Haalderen in zeer hevige mate op. Aangetaste bloesems en vruchten zijn door ons niet met zekerheid waargenomen.

DE SYMPTOMEN VAN BACTERIEKANKER BIJ PRUIMEBOMEN

Literatuurgegevens (WORMALD, 1928, 1930, 1931, 1932, 1934, 1937)

De symptomen, door WORMALD voor pruime- en kersebomen beschreven, komen sterk met elkaar overeen; hij geeft echter ook een aantal verschillen aan.

Naar zijn mening komen takkankers bij pruimebomen minder voor dan bij kersebomen; bij de eerste zou ook het afsterven van gesteltakken minder optreden, zelfs indien stamkankers aanwezig zijn.

De gomvorming is bij pruimen minder uitgesproken en treedt bovendien minder geregeld op.

Scheutaantasting komt bij pruimen meer voor; de laesies doen zich hier voor als geïsoleerde, donkere, gewoonlijk iets ingezonken plekjes; het donkere centrum wordt door een lichtere zone omgeven; deze is op zijn beurt begrensd door een donkere lijn. Deze plekjes zijn aanvankelijk enige millimeters groot, doch kunnen zich tot enkele centimeters lange, langgerekte laesies uitbreiden. Door deze aantastingen kan de ontwikkeling der scheuten sterk worden geremd.

Ook bij pruimebomen kunnen de bladeren worden aangetast, waardoor bladvlekken ontstaan; de vlekken zijn hier door een lichtere zone omgeven. Het symptoom der bladvlekken treedt volgens WORMALD bij pruimen in mindere mate dan bij kersen op.

Eigen waarnemingen

Ook bij dit onderzoek zijn een drietal boomgaarden betrokken geweest en wel die behorende bij het Laboratorium voor Phytopathologie en het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen¹⁾ (in 1946 geplant) alsmede boomgaarden te Heteren (in 1945 geplant) en Kerkdriel¹⁾ (omstreeks 1942 geplant). Het vermelde heeft vooral betrekking op het ras Ontario, hoewel in Heteren ook een aantal andere rassen werd onderzocht (Burbank Giant, Czar, Early Laxton, Monsieur hâtif, Reine Claude d'Althann, Reine Claude d'Oullins, Victoria en Zoete Kwets). Alle bomen zijn laagstammen, behalve die, behorende tot het ras Zoete Kwets.

Evenals in kerseboomgaarden komt bacteriekanker in pruimeboomgaarden in zeer grote verscheidenheid voor. Bij het ras Ontario treden de takkankers sterk op de voorgrond. Van vele bomen zijn vrijwel alle gesteltakken door meer of minder uitgebreide kankers aangetast. Zelden echter worden ze zo groot als bij kersebomen; in tegenstelling tot datgene, wat WORMALD hieromtrent opmerkt, komen bij pruimen – althans bij het ras Ontario – veel meer takkankers voor dan bij kersen. De kankers bevinden zich veelal, doch lang niet altijd even duidelijk, aan de basis der kleinere zijtakken. Vooral in de boomgaard te Kerkdriel en in enkele bomen te Heteren was het aantal dode gesteltakken aanzienlijk. Zelden werden door ons stam- of „oksel”-kankers aangetroffen.

De vorming van gom is, althans bij het ras Ontario, meestal zeer overvloedig; in geen der andere rassen treedt noemenswaardige gomproductie op.

Zeer opvallend is de sterke knopsterfte, die men bij het ras Ontario aantreft; vooral aan de snel groeiende lange loten blijken vaak vele knoppen dood te zijn; aan de basis ervan – d.w.z. rond de een jaar eerder ontstane bladlittekens – treft men veelal laesies aan. In dit geval treedt veelal een versterkte scheutvor-

¹⁾ Hier bleef het onderzoek echter tot het ras Ontario beperkt; de boomgaard te Kerkdriel is na het seizoen 1954 gerooid.

ming onder aan de twijgen op, die de boom plaatselijk een karakteristiek bossig uiterlijk geeft. Het is dit kenmerk, waardoor zich de bacteriekanker in de Ontario's te Kerkdriel in het bijzonder openbaarde.

Uit een nauwkeurige analyse van een 36-tal twijgen in 6 Ontario-pruimebomen is gebleken, dat van enige uitbreiding der laesies in de twijgen in het voorjaar van 1954 geen sprake was. Deze laesies deden zich voor als ovale, iets ingezonken, enigszins rood tot zwart-bruin gekleurde plekjes van een nogal wisselende grootte, tot ongeveer 20 mm lang. Meestal bevonden ze zich aan de basis der knoppen, hoewel toch talloze uitzonderingen op deze regel voorkwamen. Een aantal der laesies had kennelijk reeds zeer vroeg na het optreden der infecties de desbetreffende twijgjes „geringd”; topsterfte was er het gevolg van. Soms waren de in het afgestorven gedeelte der twijgjes aanwezige knoppen nog zeer weinig ontwikkeld, in andere gevallen echter al aan een begin van ontluiken toe. Aan de nog levende delen der twijgjes liepen de meeste knoppen uit, tenzij ze aan hun basis nogal sterk waren aangetast. In het laatste geval werd soms vrij overvloedig gom gevormd. Bij enige topsterfte vertonende twijgjes viel het op, dat de uit de knoppen ontstane loten in het algemeen langer waren, naarmate zij zich dichter bij het afgestorven gedeelte bevonden.

Bladvlekken treft men, althans bij het ras Ontario, zeer veelvuldig aan. Zij doen zich voor als bruine vlekken, veelal zeer duidelijk omgeven door een lichtgroene zone. Deze is van het gezonde weefsel gescheiden door een „breuklijn”, waarlangs zich later het hierbinnen gelegen deel van de rest van het blad scheidt, zodat hagelschot ontstaat. De bladvlekken hebben vaak een zeer onregelmatige vorm; bij gevoelige rassen zoals Ontario kunnen zij tot groter complexen „samenvloeien”.

Aantastingen van vruchten zijn door ons niet met zekerheid geconstateerd.

HET VERLOOP VAN DE ZIEKTE GEDURENDE DE VERSCHILLENDE SEIZOENEN

Literatuurgegevens

In het verloop van deze ziekte worden door WORMALD, CROSSE, e.a. twee fasen onderscheiden. In het winterhalfjaar houden de bacteriën zich volgens deze auteurs in stam en takken op; in het daaropvolgende voorjaar breiden de aangetaste plekken zich sterk uit en worden zij duidelijk zichtbaar.

In dit seizoen ook kan infectie der bladeren plaats hebben. Omtrent de wijze, waarop deze infectie plaats heeft, verkeert men volgens WORMALD (1938) in het onzekere; men houdt rekening met twee mogelijkheden: a. een transport door insecten of spattend water van de stam- en taklaesies uit, b. een infectie uitgaande van de reeds te voren geïnfecteerde bladknoppen. Bladvlekken en hagelschot treft men gewoonlijk vooral in de nabijheid van takkankers aan. Dit hangt hoogstwaarschijnlijk samen met het transport van bacteriën door regenwater; ze kunnen in het langs de boom afvloeiende water of wel door spatten worden verbreid. Naarmate het voorjaar vordert, begint het symptoom der bladvlekken te overheersen, terwijl de bacteriën in de kankers afsterven.

In het najaar vindt een hernieuwde infectie van stam en takken plaats, waarvoor het inoculum door de afgevallen en afvallende bladeren geleverd wordt.

Volgens de opvatting van WORMALD, CROSSE, e.a. moet men dus van een

jaarlijkse cyclus spreken, die door twee fasen – een winterfase en een zomerfase – is gekenmerkt.

Omtrent de factoren, die het afsterven der bacteriën in de kankers tengevolge hebben, zegt BAGENAL (1940): „The bacteria gradually die out during the summer because conditions in the sap of the tree become unsuitable for them to live, and this is the reason why bacterial cankers do not continue to extend year after year as apple cankers do. In the autumn these trees run no more risk of infection by the bacteria than a healthy tree would”.

Ten dele afwijkend van de opvatting van WORMALD, CROSSE, e.a. is de mening van ERIKSON (1945). Volgens haar heeft er ongetwijfeld tijdens de periode van maximale stofwisselingsintensiteit een reductie van het aantal der bacteriën plaats, doch van een algeheel afsterven is vrijwel zeker geen sprake. Dit maakt het mogelijk, dat de bacteriën ook nog in de zomer met succes uit stam- en takkankers kunnen worden geïsoleerd, ook al gaat dit vooral na Juni met meer moeilijkheden gepaard. Zij merkt dan ook op: „...it seems clear, that a few bacteria may survive in the deeper-seated tissues long after the majority have died in the main canker,...”. Uit publikaties van WILSON (1933, 1939), MONTGOMERY et al. (1943) en MONTGOMERY & MOORE (1945) blijkt al evenzeer, dat de bacteriën, althans onder bepaalde omstandigheden, in geringe getale in de kankers kunnen overzomereren.

WILSON (1933, 1939) en ERIKSON (1945) hebben zich beziggehouden met een onderzoek naar de factoren, die de periodieke activiteit der kankers bepalen. WILSON (1939) concludeert, dat uitwendige invloeden (temperatuur, bodemfactoren) geen verklaring voor deze periodiciteit in kankerontwikkeling geven. Wel zijn er inwendige factoren, die de uitbreiding der kankers beïnvloeden; het is in het bijzonder de vorming van een periderm, kennelijk als reactie op de massale vermeerdering der bacteriën optredend, die als zodanig betekenis heeft. De vorming van dit periderm, dat de uitbreiding der bacteriën tot staan brengt, begint pas na de hervatting der normale cambiumactiviteit in het voorjaar; eerst dan dus vangt het stadium aan, waarin uitbreiding der kankers wordt tegengegaan.

Tegen de herfst, bij verlaagde stofwisselingsintensiteit, verliezen de tegen bacteriekanker niet resistente rassen blijkbaar de mogelijkheid zich tegen hernieuwde infecties van stam en takken op afdoende wijze te weer te stellen.

Eigen onderzoek

Uit eigen waarnemingen betreffende het verloop van de ziekte blijkt, dat de weersgesteldheid hierop klaarblijkelijk invloed uitoefent. In vele, doch vooral vochtige seizoenen kan – ook gedurende de zomer – vaak een onmiskenbare ontwikkeling van kankers worden geconstateerd. Daarbij houdt de gomvorming door zulke kankers niet zelden onverminderd aan; dit duidt zeker op activiteit der bacteriën. Gedurende het gehele seizoen in 1955 kon in vele gevallen zelfs van een „gomvloed” worden gesproken, waarbij niet zelden per boom enige honderden cm³ werden uitgescheiden.

Daarbij komt, dat vele kankers kennelijk van jaar tot jaar in actieve toestand kunnen overblijven; bij vele der in 1953 onderzochte bomen hadden de toen waargenomen kankers in de daaropvolgende jaren weinig of niets van hun activiteit verloren. Het is onwaarschijnlijk, dat de activiteit van al deze kankers telkenmale door hernieuwde infecties in het najaar tot stand zou zijn gekomen.

Tenslotte is het mogelijk gebleken, de voor deze ziekte verantwoordelijke bacteriën tot in Augustus niet alleen uit bladeren, doch ook uit stam en takken te isoleren (FUCHS, ter perse). In dit verband moet echter wel worden vastgesteld, dat het resultaat van isolaties uit stam en takken in de zomer minder zeker is, dan in het voorjaar, zoals ook door ERIKSON (1945) werd ondervonden.

Deze door ons verkregen gegevens wettigen de veronderstelling, dat een uitgesproken jaarlijkse cyclus van twee fasen, zoals WORMALD en CROSSE deze aanwezig achten, althans onder door ons ervaren weersomstandigheden, niet behoeft voor te komen.

DE INFECTIE VAN STAM EN TAKKEN IN HET NAJAAR

Literatuurgegevens

In de zomer zijn de voor bacteriekanker verantwoordelijke organismen voornamelijk in de bladeren aanwezig, waar zij – zoals bekend is – tot de vorming van bladvlekken en hagelschot aanleiding geven. In het najaar daarop vindt een infectie van stam en takken plaats, waaruit zich kankers kunnen ontwikkelen. Deze infectie heeft, althans bij pruimen, zonder twijfel in belangrijke mate via snoeiwonden, groeischeuren, e.d. plaats (WORMALD, 1932, 1934; BAGENAL, 1940; MONTGOMERY et al., 1943); bij kersebomen kunnen echter ook knopinfecties (GRIFFIN, 1911; WILSON, 1933, 1936; WORMALD, 1937, 1938; WILSON & HEWITT, 1939) en infecties via de groefjes in het oppervlak der korte loten (GRIFFIN, 1911; GRUBB, 1937; WORMALD, 1937, 1938; WILSON & HEWITT, 1939; WEBB, 1950) een belangrijke rol spelen. WEBB vond zelfs, dat meer dan 90 % der kankers in jonge kersebomen door een dergelijke infectie tot stand was gekomen; hierbij gaan de kankers van de korte loten op oudere takken over. Hierboven gaven wij reeds aan, dat ook bij het pruimeras Ontario knopinfecties van veel betekenis zijn.

Vaak worden evenwel de bladlittekens als de eigenlijke toegangswegen der bacteriën beschouwd. Het zijn MONTGOMERY & MOORE (1945), doch vooral CROSSE (1951, 1955, 1956), DYE (1954) en HARRIS (1954), die hieraan grote betekenis toekennen. Door middel van inoculatieproeven in bladlittekens heeft CROSSE (1951, 1956) deze hypothese kunnen bevestigen. Daarbij werd door een verwijdering van de bladschijf het afvallen van de bladsteel geïnduceerd; tot 8 dagen na het afvallen van de bladsteel had een deel der inoculaties, zonder dat daarbij verwondingen werden aangebracht, een positief resultaat. Aan deze hypothese is later een uitbreiding gegeven (HARRIS, 1954; CROSSE, 1955, 1956): de infectie zou in het bijzonder door vroeg in het najaar ontstane bladlittekens plaats hebben. Naarmate de herfst voortschrijdt, zouden zich in de boom bepaalde fysiologische of anatomische veranderingen voordoen, waardoor de infectiemogelijkheid wordt beperkt.

WEBB (1950) daarentegen koestert twijfel omtrent de mogelijkheid, dat de bacteriën via de onder natuurlijke omstandigheden ontstane bladlittekens kunnen binnendringen. Hij merkt op: „The position of the infection (of fruiting spurs) suggests that the point of entry is not the freshly formed leaf scar, but the deep crevices in the bark of the spur”. Zijn voorlopige experimenten toonden aan, dat inoculaties, langer dan één uur na de bladval uitgevoerd, niet altijd een positief resultaat opleverden.

Wat tenslotte de uitbreiding der kankers betreft, zijn er waarnemingen ge-

daan, die er op wijzen, dat er ook een inwendig transport van bacteriën door het vaatsysteem kan optreden, zonder dat uitwendige symptomen kunnen worden waargenomen, hoewel de afgelegde afstanden in deze gevallen gering zijn (WILSON, 1939).

Eigen onderzoek

Ook door ons werden proeven gedaan, waarbij infectie via – door verwijdering van het blad gevormde – bladlittekens mogelijk bleek.

Daarnaast werd evenwel nog aan een andere wijze van infectie gedacht, die vóór de bladval zou kunnen plaats hebben en van bladinfecties zou kunnen uitgaan. Zoals bekend dringen pathogene bacteriën via stomata, hydathoden en dergelijke openingen of wonden de bladeren binnen; ook voor bacteriekanker is dit aangetoond (CROSSE, 1953, 1954, 1955, 1956). Aangezien de huidmondjes zich bij alle *Prunus*-soorten uitsluitend aan de onderzijde van de bladschijf bevinden, kon dit door later te beschrijven inoculatieproeven (FUCHS, ter perse) op eenvoudige wijze worden bevestigd. Bacteriën op de bovenzijde van de bladschijf gebracht, geven nooit aanleiding tot bladvlekken; worden de bacteriën evenwel aan de onderzijde aangebracht, dan ontstaan bij vatbare rassen altijd vlekken.

Het zou nu mogelijk kunnen zijn, dat de bacteriën zich uit de vlekken via het vaatsysteem door de bladsteel naar de twijgen verplaatsen, waar zij dan nabij de basis van de bladsteel later tot laesies aanleiding zouden kunnen geven. Het gelukte uit bladeren van het ras Ontario, die op natuurlijke wijze geïnfecteerd waren de bacterie niet alleen uit de bladschijf te isoleren, doch ook uit de bladsteel, die geen uitwendig zichtbare laesies vertoonde (FUCHS, ter perse). Ook uit de bladstelen van in de bladschijf geïnoculeerde perzikbladeren (ras Wassenberger) kon de bacterie met succes worden teruggeïsoleerd.

Ter verdere staving van bovengenoemde veronderstelling werden op 30 juli 1954 met stam 9 (FUCHS, ter perse) kerse-, perzik- en pruimebladeren in de bladschijven geïnoculeerd (rassen resp. Varikse Zwarte, Wassenberger en Ontario). Bij de herisolatie werden de behandelde bladeren in drie delen (bladschijf, bladsteelen aangrenzend twijggedeelte) gescheiden; de bladschijven werden door een oppervlakkige alcoholbehandeling ontsmet, de bladstelen daarentegen, na afsluiten der snijvlakken met vaseline, gedurende $1\frac{1}{2}$ min. en de twijgjes, na eenzelfde behandeling, gedurende 2 min. door volledige onderdompeling in 0,2% sublimaat. In alle gevallen werd voor een volledige verwijdering van aan het oppervlak hechtende luchtbelletjes zorggedragen.

Het resultaat der herisolatieproeven is in tabel I vermeld (deze getallen hebben betrekking op 54 herisolaties):

TABEL I. Aantal geslaagde herisolaties, uit bladschijf, bladsteel en twijg, na inoculatie der bladschijven met de verwekker van bacteriekanker.

TABLE I. Number of successful reisolations from leaf blade, petiole and twig, after inoculation of the blades with the bacterial canker organism; 6 tests each.

	kers (cherry)	perzik (peach)	pruim (plum)
bladschijf (<i>leaf blade</i>)	6	6	6
bladsteel (<i>petiole</i>)	6	6	6
twijg (<i>twig</i>)	4	0	4

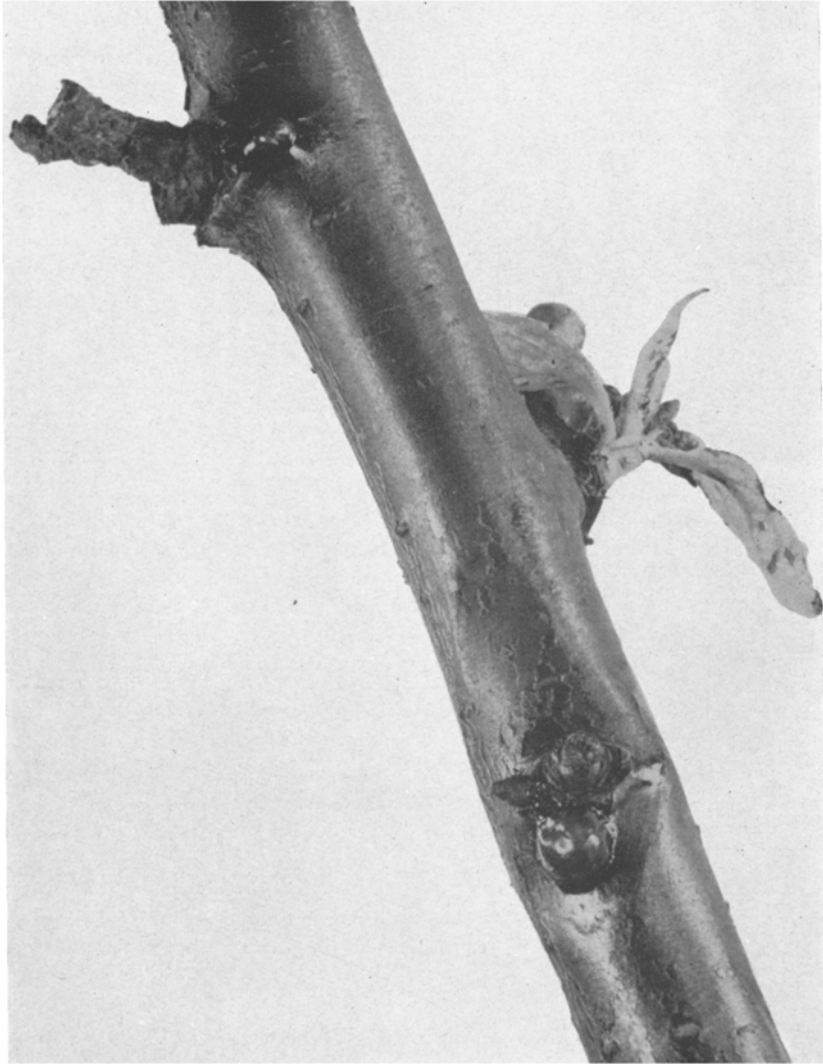


FIG. 1. Bacteriekanker bij pruim, ras Ontario; let op de ingezonken plekken en de gomvorming nabij de takoksels.
Bacterial canker in the plum variety Ontario; note depressions of the bark and gum production at the axils.



FIG. 2. Taksterfte en verwelking bij pruim, ras Ontario; let op het bossige uiterlijk der gezonde twijgen.

Dieback of branches and wilting of leaves in a plum tree, var. Ontario; note the characteristic bushy appearance of the healthy twigs.



FIG. 3. Taksterfte, verwelking en stamopslag bij kers, ras Meikers.

Dieback of branches, wilting of leaves and proliferation along the trunk in a cherry tree, var. Meikers.

In een aantal gevallen gaven isolatieproeven met niet geïnoculeerde bladeren en met bladeren, die aan de bovenzijde der bladschijf waren geïnoculeerd – tegen de verwachting in – een positief resultaat wat de isolaties uit de bladschijf betreft. In de laatste gevallen kon de bacterie dan bijna steeds eveneens uit de bladstelen worden geïsoleerd, doch slechts enkele malen uit de twijgen. Klaarblijkelijk zijn op de desbetreffende bladeren in de boomgaard door regenwater bacteriën terecht gekomen en naar binnen gedrongen, zonder dat daaruit tijdens het experiment (13 dagen) in alle gevallen laesies resulteerden. Een dergelijke ervaring werd opgedaan door CROSSE (1954), die vaststelde, dat zich op het oppervlak van volkomen gezond er uitzijende bladeren tot een half miljoen bacteriën kunnen bevinden.

Dat bij herhaling dezer proeven in 1955, waarbij op 9 juli werd geïnoculeerd, geen enkel resultaat ten aanzien van de isolaties uit bladstelen en twijgen werd verkregen, zal wellicht zijn oorzaak vinden in de weersomstandigheden tijdens het experiment. Vermoedelijk oefenen klimatologische factoren op deze infecties invloed uit, zoals deze ook natuurlijke infecties zeer sterk kunnen beïnvloeden; dit tweede experiment werd namelijk gedurende een ongewoon warme periode uitgevoerd, met dagelijkse maximumtemperaturen tot ca 35°C.

Samenvattend kan worden gezegd, dat de bacteriën na inoculatie in de bladschijf, althans onder bepaalde omstandigheden, na enige tijd niet alleen uit de bladschijf, doch ook uit de bladstelen en de twijgen kunnen worden geïsoleerd; daarmee is dus wel zeer waarschijnlijk gemaakt, dat de infectie der twijgen via de bladeren *kan* plaatsvinden, en dat deze dus ook vóór de bladval kan optreden. Deze veronderstelling wordt gesteund door waarnemingen, dat zich op de twijgen aan de basis van *nog niet afgevallen* bladeren laesies hadden ontwikkeld.

Onze waarnemingen omtrent de weg, waarlangs de infectie met de bacteriën plaats vindt, sluiten de mening van CROSSE e.a., dat de bladlittekens een belangrijke toegangsweg voor de bacteriën zouden vormen, geenszins uit: beide opvattingen zijn immers zeer wel verenigbaar.

SAMENVATTING

De symptomen van bacteriekanker bij kerse- en pruimebomen in Nederland komen in hoofdzaak met de door WORMALD en andere auteurs beschreven kenmerken overeen. Als de meest opvallende verschillen kunnen worden genoemd:

- 1e. In kersebomen zijn dikwijls vooral „okselkankers” sterk ontwikkeld. De gomproductie is soms zeer overvloedig en treedt gedurende nagenoeg het gehele jaar op. Het verwelken der bladeren wordt soms door een zeer vroege bladval gevolgd. Early Rivers en – hoewel in mindere mate – Meikers zijn de meest gevoelige rassen.
- 2e. Onder de pruimerassen blijkt vooral het ras Ontario zeer vatbaar; twijgsterte is hier het meest in het oog lopende symptoom.

Het is niet zeer waarschijnlijk, dat onder alle klimatologische omstandigheden een duidelijk gescheiden winter- en zomerphase optreedt; geconstateerd werd, dat vele kankers ook in de zomer een onmiskenbare activiteit vertonen. Aangenomen wordt, dat de bacteriën, hoewel in gereduceerd aantal, in de kankers kunnen overblijven.

Bij inoculatie van de bladschijf kunnen de bacteriën veelal ook vóór de

bladval uit de twijgen worden geïsoleerd. Een infectie van de twijgen in het najaar heeft dan ook wellicht via de stomata en het vaatsysteem in bladschijf en bladsteel plaats.

SUMMARY

As in other countries, in the Netherlands bacterial canker of stone fruits, caused by *Pseudomonas mors-prunorum* WORMALD and *Pseudomonas syringae* VAN HALL, can give rise to serious losses in cherry and plum orchards. Therefore, a study was made of the symptoms and the course of this disease, as it occurs in Holland.

Most symptoms as described in this article agree very well with those given in the literature by WORMALD and other authors. The main differences are the following:

1. In cherry trees crotch cankers prevailed and were often strongly developed. Gum production sometimes was very copious, and often occurred throughout the whole season. The wilting of the leaves in some cases was followed by a very early leaf fall in the beginning of September. Early Rivers, and to a lesser degree, Meikers were found the most susceptible varieties.
2. Among plum trees only the variety Ontario was very susceptible; in Holland in this variety dieback of twigs and young shoots appeared to be a more frequent symptom than branch or crotch cankers, contrary to what was found by WORMALD for plum varieties in general.

The presence of a distinct seasonal cycle of a winter canker phase and a summer leaf phase was not apparent under all climatological circumstances. Especially in wet summers cankers often could go on developing throughout the whole season; apparently, many individual cankers retained their activity for several consecutive years. Moreover, it was possible to isolate the bacteria from cankers up till August, although, especially after June, many such isolations were unsuccessful.

Artificial infection of the leaves without wounding had a positive result only if the inoculation had been done on the lower side of the leaf. Since in *Prunus* species the stomata are restricted to this side, apparently these are the main entrances for the infecting bacteria.

After inoculation of the bacteria in the leaf blades in 1954, it was possible to reisolate them 13 days later not only from the blades but also from petioles and twigs (Table I). On repeating this experiment in 1955 under extremely hot weather conditions with maximum temperatures up to 35°C the results, however, were negative. Thus, under certain conditions, it seems possible that the infection of the twigs in autumn takes place before leaf fall first via the stomata and then via the leaf vessels down to the twigs.

De eerst- en laatstgenoemde auteur betuigen gaarne hun dank aan Prof. Dr. A. J. P. OORT en Dr. M. H. VAN RAALTE voor de belangstelling bij hun onderzoek – door hen op het Laboratorium voor Phytopathologie te Wageningen verricht – ondervonden.

LITERATUUR

- ADERHOLD, R. & W. RUHLAND, - 1907. Der Bakterienbrand der Kirschbäume. Arb. Kaiserl. Biol. Anst. Land- und Forstwirtsch. 5: 293-340.
- BAGENAL, N. B., - 1940. Plum growing in the light of recent research. Ann. Rep. East Mall. Res. Sta., 1939: 79-84.
- BARSS, H. P., - 1918. Bacterial gummosis of stone fruits. Mon. Bull. Calif. Comm. Hort. 7: 121-135.
- BRZEZINSKI, F. P., - 1902. Etiologie du chancre et de la gomme des arbres fruitiers. C. R. Acad. Sci., Paris 134: 1170-1173.
- CROSSE, J. E., - 1951. The leaf scar as an avenue of infection for the cherry bacterial canker organism, *Pseudomonas mors-prunorum*. Nature 168: 560-561.
- , - 1953. Bacterial diseases of stone-fruit trees in Britain IX Bacteriosis of apricot. Trans. Brit. Mycol. Soc. 36: 38-45.
- , - 1954. Bacterial canker, leaf spot, and shoot wilt of cherry and plum. Ann. Rep. East Mall. Res. Sta., 1953: 202-207.
- , - 1955. Bacterial canker of stone fruits I Field observations on the avenues of autumnal infection of cherry. J. Hort. Sci. 30: 131-142.
- , - 1956. An epidemic leaf spot and spur wilt of cherry caused by *Pseudomonas mors-prunorum*. Ann. Rep. East Mall. Res. Sta., 1955: 121-125.
- , - 1956. Bacterial canker of stone-fruits II Leaf scar infection of cherry. J. Hort. Sci. 31: 212-224.
- DYE, D. W., - 1954. Blast of stone-fruit in New Zealand. New Zeal. J. Sci. Techn., Sec. A 35: 451-461.
- ERIKSON, D., - 1945. Certain aspects of resistance of plum trees to bacterial canker. Part II On the nature of the bacterial invasion of *Prunus* sp. by *Pseudomonas mors-prunorum* Wormald. Ann. App. Biol. 32: 112-117.
- FUCHS, A., - 1957. Bacteriekanker bij steenvruchten. II. De identiteit van *Pseudomonas mors-prunorum* Wormald en *Pseudomonas syringae* van Hall. T. Pl.ziekten (ter perse).
- GRIFFIN, F. L., - 1911. A bacterial gummosis of cherries. Science 34: 615-616.
- GRUBB, N. H., - 1937. Bacteriosis of cherry trees: Relative susceptibility of varieties at East Malling. J. Pomol. Hort. Sci. 15: 25-34.
- HARRIS, R. V., - 1954. Bacteriosis of cherry (*Pseudomonas mors-prunorum*). Leaf-scar infection. Ann. Rep. East Mall. Res. Sta., 1953: 37.
- MILLTHORPE, F. L. & A. E. VINCENT, - 1946. Bacterial canker of stone fruit. Agric. Gaz. New South Wales 57: 255-257.
- MONTGOMERY, H. B. S. & M. H. MOORE, - 1945. The control of bacterial canker and leaf-spot in sweet cherry. J. Pomol. Hort. Sci. 21: 155-163.
- , & T. N. HOBLYN, - 1943. A field trial of measures designed for the control of bacterial canker of Victoria plum trees. Ann. Rep. East Mall. Res. Sta., 1942: 53-61.
- WEBB, P. C. R., - 1950. Bacterial infection of fruiting spurs of sweet cherry (*Pseudomonas mors-prunorum* Wormald and *Ps. prunicola* Wormald). Ann. Rep. East Mall. Res. Sta., 1949: 120-121.
- WILSON, E. E., - 1933. Bacterial canker of stone-fruit trees in California. Hilgardia 8: 83-123.
- , - 1936. Symptomatic and etiologic relations of the canker and the blossom blast of *Pyrus* and the bacterial canker of *Prunus*. Hilgardia 10: 213-240.
- , - 1939. Factors affecting development of the bacterial canker of stone fruits. Hilgardia 12: 259-290.
- & W. B. HEWITT, - 1939. Host organs attacked by bacterial canker of stone fruits. Hilgardia 12: 249-255.
- WORMALD, H., - 1928. Bacterial diseases of stone-fruit trees in Britain I Preliminary note on bacteriosis in plum and cherry trees. Ann. Rep. East Mall. Res. Sta., 1926-1927, II Suppl.: 121-127.
- , - 1928. On the cause of „die-back” in plum trees. Gard. Chron. 84: 372-373.
- , - 1930. Bacterial diseases of stone-fruit trees in Britain II Bacterial shoot wilt of plum trees. Ann. App. Biol. 17: 725-744.
- , - 1931. Bacterial diseases of stone-fruit trees in Britain III The symptoms of bacterial canker in plum trees. J. Pomol. Hort. Sci. 9: 239-256.
- , - 1932. Bacterial diseases of stone-fruit trees in Britain IV The organism causing bacterial canker of plum trees. Trans. Brit. Mycol. Soc. 17: 157-169.

- WORMALD, H., ~ 1932. Bacterial canker as a cause of dieback in plum trees. *J. Min. Agric.* 39: 208-217.
- , ~ 1932. Supplementary note on plum bacterial canker. *J. Pomol. Hort. Sci.* 10: 64.
- , ~ 1934. Bacterial diseases of stone-fruit trees in Britain V Some field observations and experiments on plum bacterial canker. *Ann. Rep. East Mall. Res. Sta.*, 1933: 147-153.
- , ~ 1937. Bacterial canker in plum and cherry trees. *Ann. Rep. East Mall. Res. Sta.*, 1936: 297-301.
- , ~ 1937. Bacteriosis of stone-fruit trees in Britain VI Field observations on bacteriosis of sweet cherry trees. *J. Pomol. Hort. Sci.* 15: 35-48.
- , ~ 1938. Bacterial diseases of stone-fruit trees in Britain VII The organisms causing bacterial diseases in sweet cherries. *J. Pomol. Hort. Sci.* 16: 280-290.
- , ~ 1938. Two ornamental shrubs as hosts of the organism causing plum bacterial canker. *Ann. Rep. East Mall. Res. Sta.*, 1937: 198-200.
- , ~ 1939. Bacterial rot of cherry fruits. *Ann. Rep. East Mall. Res. Sta.*, 1938: 173-175.
- , ~ 1941-1942. Bacterial diseases of stone-fruit trees in Britain VIII Bacterial canker of peach. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 25: 246-249.
- , ~ 1943. Bacterial diseases of acid cherry trees. *Ann. Rep. East Mall. Res. Sta.*, 1942: 61-62.