

Literatuuroverzicht nr. 25

ONDERZOEK OVER
'FIRE-BLIGHT' VAN DE PEER IN ENGELAND

J. E. CROSSE, M. BENNETT en C. M. E. GARRETT
East Malling (Kent)

in het Nederlands vertaald door
H. JONKERS



CENTRUM VOOR LANDBOUWPUBLIKATIES EN LANDBOUWDOCUMENTATIE
WAGENINGEN, 1961

INHOUD

VOORWOORD	3
INLEIDING	5
SYMPTOMEN VAN 'FIRE-BLIGHT' IN ENGELAND	7
DE EERSTE AANTASTINGEN IN ENGELAND (1957-1958)	8
WAARDPLANTEN VAN ERWINIA AMYLOVORA	9
VATBAARHEID VAN PERE- EN APPELRASSEN	10
DE ONTWIKKELING EN VERSPREIDING VAN 'FIRE-BLIGHT' IN BOOMGAARDEN (1957-1958)	11
Het verband tussen de infecties uit 1957 en 1958	13
Verspreiding van 'fire-blight' in de boomgaarden zelf (1957-1958)	14
EXPERIMENTEEL GEDEELTE	16
Inoculaties van de peer	16
Ontwikkeling van bloemtrossymptomen	17
De snelheid waarmee de takaantastingen zich uitbreiden	17
De vergelijking van de resistentie der perevariëteiten Laxton's Superb, Williams en Conference	18
INOCULATIEPROEVEN OP ANDERE WAARDPLANTEN	19
Appel	19
Sierbomen en -struiken	20
ALGEMENE BESPREKING	20
SAMENVATTING	22
LITERATUUR	23

VOORWOORD

In 1958 werd in Engeland definitief vastgesteld, dat de daar gevreesde bacterieziekte 'fire-blight' in een aantal fruitaanplantingen voorkwam.

Dit bericht heeft - terecht - in ons land een ieder die op een of andere wijze met de fruitteelt te maken heeft, opgeschrikt. Het is immers bekend, dat deze ziekte zowel in de Verenigde Staten als in Nieuw-Zeeland grote schade in de fruitteelt heeft veroorzaakt en nog steeds aanricht.

Niet alleen werd de pereteelt in vele fruitstreken geheel onmogelijk, doch ook bij de teelt van appels werd vaak grote schade veroorzaakt. In andere streken vergt de bestrijding aanzienlijke kosten, doordat een aantal dure bespuitingen met antibiotica moeten worden uitgevoerd.

Het spreekt vanzelf dat de verantwoordelijke instanties in ons land maatregelen hebben getroffen om te verhinderen dat deze ziekte zich ook in ons land zal vestigen. In de vakbladen is hierover reeds uitvoerig geschreven.

Van de ervaringen welke men in Engeland heeft verkregen, zowel bij de uitroeisingsacties in de praktijk als bij het wetenschappelijk onderzoek, kan veel profijt worden getrokken.

Het is daarom verheugend, dat de heer ir. H. Jonkers de vertaling heeft willen verzorgen van een onlangs in *The Annals of Applied Biology*, 48 (1960) 541-559 verschenen literatuuroverzicht van de hand van enige onderzoekers aan het bekende fruitteeltproefstation te East Malling (Kent).

De Rijkstuinbouwconsulent voor Plantenziektenbestrijding,
IR. W. P. N. VLASVELD

INLEIDING

In de herfst van 1957 werd waargenomen dat bomen van het ras Laxton's Superb in pereboomgaarden in West-Kent afstierven door grote kankerplekken op stam en takken. Gedurende 1958 werd aangetoond dat zij waren aangetast door de 'fire-blight'-ziekte, die veroorzaakt wordt door de bacterie *Erwinia amylovora* (BURRILL) WINSLOW *et al.* (CROSSE, BENNETT & GARRETT, 1958).

'Fire-blight', de meest verwoestende der appel- en pereziekten, is inheems in Noord-Amerika, waar deze ziekte al meer dan 150 jaar bekend is. De ziekte kwam waarschijnlijk voor op wilde waardplanten van de *Rosaceae*-familie vóórdat de gekweekte appel- en pererassen uit Europa werden geïmporteerd. Het eerst werd de ziekte gemeld uit de hooglanden der Hudsonrivier in 1780 en later werd ze door WILLIAM COXE als een belangrijk verschijnsel bij de pereteelt besproken in zijn boek: *View of the cultivation of fruit trees and the management of orchards and cider*, dat in 1817 in Amerika verscheen. De naam 'fire-blight' werd toen al gebruikt en COXE noemt speciaal het plotseling bruinkleuren van de bladeren der zieke bomen 'alsof zij door een hete vlam waren gegaan'. In de jaren die vooraf gingen aan en volgden op het bewijs van BURRILL (1881), dat de ziekte werd veroorzaakt door een bacterie, verspreidde deze zich geleidelijk naar het westen, waarbij Californië bereikt werd rond de eeuwwisseling. Omstreeks dezelfde tijd werd de ziekte uit Canada gemeld, waar nu een vrij grote verspreiding heeft plaatsgevonden.

'Fire-blight' werd in Nieuw-Zeeland geïdentificeerd door WATERS in 1922 en tot het huidige uitbreken in Engeland was dit de enige officiële opgave der ziekte buiten Noord-Amerika. De ziekte kwam in 1919 voor in verschillende ver uit elkaar liggende gebieden in de provincie Auckland en in de volgende 7 jaren had een geleidelijke verspreiding naar het zuiden plaats, ondanks alle pogingen om dit te verhinderen, waarbij in 1929 de districten Kaikoura en Christchurch bereikt werden op het Zuid-eiland. De geschiedenis van 'fire-blight' in Nieuw-Zeeland werd besproken door REID (1930), CUNNINGHAM (1925) en door CURTIS (1934).

'Fire-blight' kan in Azië voorkomen; al in 1911 werd de ziekte uit Japan gemeld en in de laatste tijd wordt de aanwezigheid in China gemeld (CIFERRI, 1955) en in Jordanië (VESTAL, 1954).

Onderzoekers in Europa hebben reeds vroeg het grote gevaar ingezien van 'fire-blight' en rond 1932, toen er door PETHYBRIDGE (1934) een overzicht van de toestand werd gegeven, was de ziekte gemeld uit Duitsland, Zwitserland, Italië, Frankrijk en Sicilië. Een tijd later werd beweerd dat de ziekte in Roemenië (VERESCIAGHIN, 1940) en Polen (ROJECKA, 1958) voor zou komen. In enkele van deze gevallen werden er bacteriën geïsoleerd uit aangetaste weefsels, maar aangezien de identiteit en pathogeniteit niet door een proef werden bewezen, kan er verwarring met *Pseudomonas syringae* hebben plaats gehad. Deze laatste bacterie, die verschillende synoniemen heeft (zie ELLIOTT, 1951), is als de oorzaak beschreven van bloesemieziekten bij de peer en wel in verschillende landen, waaronder Engeland (WORMALD, 1946), Amerika (CLARA, 1932; WILSON, 1934), Canada (MC KEEN, 1955), Zuid-Afrika (DOIDGE, 1917) en Frankrijk (RIDE & SUTIĆ, 1958). *P. syringae* tast meestal

alleen de bloesems aan, maar kan ook de vruchtsporen doden en zich in de takken verspreiden, waarbij kankerplekken gevormd worden; WILSON (1936) heeft van deze ziekte een stadium beschreven, waarbij in de winter kankerplekken voorkomen op de grotere takken en stammen van de perebomen. Bijna alle gevallen van bloesemziekten die toegeschreven worden aan *P. syringae* kunnen direct of indirect leiden tot verwarring met 'fire-blight'.

SYMPTOMEN VAN 'FIRE-BLIGHT' IN ENGELAND

Op alle belangrijke punten kwam de ziekte in Engeland overeen met de beschrijvingen uit Amerika en Nieuw-Zeeland. De ziekte tast de bomen alleen aan in perioden van actieve groei en de infectie begint gewoonlijk in de bloesems; schrijdt dan snel voort in de takken, waarbij kankerplekken gevormd worden die aan het eind van het groeiseizoen de stam van de boom kunnen bereiken. De kankerplekken blijven gedurende de winter in rust, maar in enkele daarvan overwinteren bacteriën tot de volgende lente, terwijl daarna de kankerplekken zich verder kunnen uitbreiden. In Amerika beschouwt men deze overwinterende of zgn. „holdover-kankerplekken” als de voornaamste ziektebron voor de eerste (primaire) bloeseminfecties in het volgende jaar. Beschrijvingen van 'fire-blight' in Amerika vindt men bij THOMAS & PARKER (1933), THOMAS & ARK (1934a) en ANDERSON (1956). De symptomen die in Engeland zijn waargenomen, worden in een kort populair overzicht van de ziekte vermeld door CROSSE, BENNET & GARRETT (1959). In hetgeen nu volgt, wordt een nauwkeurige beschrijving gegeven.

De bloemstelen van juist-geïnfecteerde bloesems zijn lichtbruin en kunnen er glanzend uitzien doordat zich uitscheidingsprodukten van de bacteriën over de oppervlakte hebben uitgespreid. Uiteindelijk schrompelt de gehele bloemtros ineen en wordt deze zwart. Ondertussen schrijdt de infectie via sporen en twijgen de grote takken binnen en verspreidt deze zich in beide richtingen. In de aangetaste zone verliezen de bladeren hun glans en ontwikkelen zich bladrandverbrandingen. De aanwezigheid van kleine groepjes van zulke bladeren aan de boom is gewoonlijk één van de eerste duidelijke tekenen van 'fire-blight' in het veld. Geleidelijk aan worden de bladeren helemaal zwart en als dit een groter aantal wordt, vertonen de takken het typische verbrandingsbeeld, waaraan de naam van de ziekte is ontleend. De zieke takken steken nu sterk af tegen een achtergrond van groen blad, maar in de ergste gevallen kan de gehele boomgaard eruit zien alsof er een brand heeft gewoed.

De uitbreiding van de kankerplek in de tak wordt gekenmerkt door een donkergrijze verkleuring van de bast, die scherp afsteekt bij de normaalbruine kleur van een gezonde tak. Als men een tangentiale snede maakt in het aangetaste gedeelte, dan zijn de dieperliggende weefsels nog wit; deze worden echter bedekt door een dunne vochtig uitzijnde bruine laag die direct onder de kurklaag ligt. Dit verschijnsel is kenmerkend en wijst op infectie die hoofdzakelijk in de schorsweefsels zetelt.

De verkleuring van de schors is minder intensief bij de jonge delen van de geïnfecteerde plek en de buitenrand van de kankerplek gaat zeer geleidelijk over in de groene kleur van de gezonde weefsels.

Tegen het eind van het groeiseizoen komt de uitbreiding van de kankerplekken tot stilstand, hoewel ze de stam van de boom op dit tijdstip al bereikt kunnen hebben. De rand van de kankerplek tekent zich nu duidelijk af als een golfende lijn, die de donkergrijze, enigszins ingezonken, aangetaste delen scheidt van de gezonde bast. Sommige kankerplekken blijven zo gedurende de winter, maar bij andere vormen zich diepe scheuren langs de randen die zich vaak tongvormig kunnen uitbreiden in het gezonde gedeelte van de tak. In het centrum van de kankerplek kunnen scheuren in de lengte of enigszins schuin ontstaan, die in extreme gevallen een netwerk van spleten geven in de bast. Bij rustende kankerplekken op de grotere takken vertoont de bast neiging om te rimpelen en los te laten van de dode weefsels eronder, waarbij dunne rose schilfertjes ontstaan. Dit kan zich soms uitbreiden tot geïsoleerde gele afstervende weefselplekken, bij het voortschrijden van de kanker langs de tak. De meeste kankerplekken breiden zich enige tientallen centimeters uit; sommige plekken, bijvoorbeeld degenen die ontstaan uit een late infectie der nabloei, kunnen zich spoedig na de takinfectie afsluiten, waarbij een kleine ellipsvormige kankerplek zichtbaar blijft rondom de invalspoort. Kleine kankerplekken waren ook typerend voor een locale infectie in de streek van West-Midland, hoewel dit waarschijnlijk eerder toegeschreven moest worden aan de zwakke groei der bomen aldaar, dan aan het tijdstip waarop de infectie plaats had.

Overwinterde kankerplekken zien er in het voorjaar ongeveer net zo uit als in de voorafgaande herfst met uitzondering van het vóórkomen der vruchtlichamen van secundaire schimmels, waarbij *Pezicula corticola* het vaakste voorkwam; deze staat bekend als de oorzaak van oppervlakkige bastkanker bij de peer. De weefsels in de zieke plekken zijn tot op het hout donkerbruin gekleurd en hebben vaak een sterke gistingsgeur. De eerste tekenen van een hernieuwde voorjaarsactiviteit zijn kleine bruine strepen die zich uitbreiden buiten de oorspronkelijke rand der kankerplek. Deze ontwikkelen zich uiteindelijk tot een voortgaande infectie die de omliggende gezonde weefsels binnendringt. Bij het begin zijn de nieuw-aangetaste delen donkerbruin en vaak vertonen ze een concentrische zonering die erop wijst dat één of andere factor, misschien lage temperatuur, schoksgewijs de uitbreiding in de eerste stadia afremt. Dit effect verdwijnt spoedig en de uitbreiding der infectie heeft dan regelmatig plaats. Dit beperkt zich weer tot de bastlagen aan de oppervlakte, terwijl de weefsels nu, in tegenstelling tot nieuw-gevormde kankerplekken in de zomer, rossig worden en via een gespikkelde roodgroene zone overgaan in de gezonde bast. Verschillende bomen die bij de aantastingen in 1957 slechts één tak verloren, gingen in het voorjaar van 1958 dood door de uitbreiding van de overwinterde kankerplekken in de stam. Deze bomen vielen op door hun gele blad of door het ineenschrompelen der bladeren voordat deze zich volledig konden ontplooiën (zie figuur 1, plaat 1).

Gedurende 1958 kwam takinfectie algemeen voor in alle aangetaste boomgaarden. De eerste tekenen zijn een lichtbruine olieachtige verkleuring van de buitenste

weefsels der takoksel en een lichte bladchlorose. De takoksels worden zwart en er kan infectie van de bladstelen en -nerven optreden. De bladschijven worden gewoonlijk niet aangetast, behalve op één kenmerkende plaats, namelijk in een smalle wig van het bladweefsel bij de overgang in de bladsteel. Tenslotte worden de bladeren bruin en gaat de hele scheut verdorren.

Aangetaste vruchten zijn eerst olieachtig bruin, maar ze gaan spoedig rimpelen en worden daarna zwart als gedroogde pruimen; bij vochtig weer scheiden ze een vocht af dat zich over de vruchten verspreidt, waardoor het oppervlak een olieglans krijgt. Als volwassen vruchten later in het seizoen worden aangetast, ontstaan er aan één kant der vrucht cirkelvormige bruine plekken.

Directe scheutinfectie, die de Amerikanen 'twig-blight' noemen, werd een enkele keer waargenomen, waarbij kankerplekken in de takken ontstonden. De meeste scheuten en vruchten werden echter aangetast door een uitbreiding der kankerplekken op de takken.

DE EERSTE AANTASTINGEN IN ENGELAND (1957-1958)

De ziekte werd voor het eerst waargenomen in september 1957 op het ras Laxton's Superb in een boomgaard te Loddington, dat ongeveer 2 mijl ten zuiden van Maidstone ligt in het graafschap Kent. In de daaropvolgende weken werden soortgelijke symptomen bij ditzelfde ras waargenomen op vier andere bedrijven in Kent, namelijk twee ten zuiden van Maidstone, te Loose en East Farleigh, één te Ash bij Wrotham en het andere te Higham bij Rochester. Een onderzoek van de voorlichtingsdienst bracht aan het licht dat de ziekte in 1958 nog op negen andere plaatsen in Kent was uitgebroken, waarbij zich dichtbij Swanley één geval bevond dat naar alle waarschijnlijkheid al in 1957 aanwezig was. Dit onderzoek wees erop dat er eind 1957 drie infectiehaarden der ziekte in Zuidoost-Engeland waren, waarvan het centrum bij Maidstone, Rochester en Swanley lag (LELLIOT, 1959).

Hoewel in de herfst van 1957 het eerst de aandacht op de ziekte gevestigd werd door het afsterven van takken, werd vervolgens vastgesteld dat aangetaste nabloei al in juli van dat jaar was waargenomen in enkele zieke boomgaarden. Toen was daar geen speciale aandacht aan besteed, maar achteraf lijkt het duidelijk dat de grote verspreiding der ziekte toen al aan de gang was, zoals dit later in het seizoen zou blijken.

Hernieuwde groei der kankerplekken viel in het voorjaar van 1958 ongeveer samen met de bloei van het ras Laxton's Superb en dit werd voor het eerst waargenomen op 28 april aan kleine necrotische strepen die in de gezonde weefsels 1-3 cm doordrongen vanuit de rand der kankerplek. Begin juni waren deze plekken behoorlijk in omvang toegenomen en de typische rossige verkleuring van de buitenste bastlagen kon men vaak minstens 30 cm buiten de rand van de overwinterde kankerplek waarnemen. Van veel bomen waren de stammen nu ringvormig ontschorst en de bomen hadden geel blad en verdorde takken.

Zieke bloemtrossen, meestal afkomstig uit de nabloei, werden voor het eerst

waargenomen op 26 juni, maar infectie had kennelijk eerder plaats gehad daar er op enkele takken al tot 40 cm lange kankerplekken aanwezig waren. Bij het ras Laxton's Superb ging de infectie van de nabloei gedurende de gehele zomer van 1958 door, met het gevolg dat de ziekte zich geleidelijk aan verspreidde in vele boomgaarden, die waren aangetast. Dit wordt verderop uitvoeriger beschreven bij de verspreiding van de ziekte in het veld.

Infectie van de eerste of voorjaarsbloesems, tegen eind april of begin mei, werd op één plaats waargenomen bij Laxton's Superb en Conference, maar het kwam slechts sporadisch voor, vooral bij Conference; een epidemische verspreiding der voorjaarsinfectie, zoals die in Amerika wordt beschreven, werd gedurende 1957 en 1958 in Engeland niet waargenomen.

WAARDPLANTEN VAN *ERWINIA AMYLOVORA*

Aan het eind van 1958 was 'fire-blight' alleen waargenomen bij de peer en bij opslag van de kwee-onderstam in aangetaste boomgaarden. Gedurende 1959 werden echter enkele op-zichzelf-staande-gevallen gemeld door consulenten der voorlichtingsdienst en door het Laboratorium voor Fytopathologie te Harpenden op meidoorn, *Cotoneaster*- en *Sorbus*-soorten. Tot nu toe is de ziekte niet bij de appel waargenomen.

Over de waardplanten van *Erwinia amylovora* is uitvoerig onderzoek in Noord-Amerika verricht (SNOW, 1922; ROSEN & GROVES, 1928; PIERSTORFF, 1931; THOMAS & THOMAS, 1931). SMITH (1931) kon met succes *Juglans* sp. door inoculatie infecteren, maar van nature is 'fire-blight' beperkt tot planten van de familie der *Rosaceae*. Volgens THOMAS & ARK (1934a) zijn er in deze familie meer dan 120 vatbare soorten, waaronder vertegenwoordigers van elk der volgende sub-families: *Spiraeoideae*, *Rosoideae*, *Prunoideae* en *Pomoideae*. 'Fire-blight' is echter in hoofdzaak een ziekte van de *Pomoideae* en het overwinteren van het ziekteverwekkende organisme op planten buiten deze sub-familie komt blijkbaar niet voor (THOMAS & ARK, 1934a). Behalve de economische belangrijke *Pyrus* (peer) en *Malus* (appel) kunnen de volgende geslachten van de *Pomoideae* ook aangetast worden: *Amelanchier* (krenteboompje), *Chaenomeles* (Japanse kwee), *Cotoneaster*, *Pyracantha* (vuurdoorn), *Eriobotrya* (Japanse mispel), *Crataegus* (meidoorn), *Mespilus* (mispel), *Cydonia* (kwee) en *Sorbus* (lijsterbes). Planten uit deze geslachten kunnen infectiebronnen zijn voor de fruitgewassen, maar ze zijn in dit opzicht wellicht niet allen even belangrijk. In de Amerikaanse Staat New York wordt de ziekte bijvoorbeeld zelden waargenomen buiten boomgaarden, met uitzondering van de planten meidoorn, vuurdoorn en lijsterbes (THOMAS & PARKER, 1933; PARKER, FISHER & MILLS, 1956). In Nieuw-Zeeland zijn de waardplanten van nature: appel, peer, kwee, mispel, Japanse mispel, vuurdoorn en meidoorn (CURTIS, 1934). Gemeld wordt dat peer en meidoorn zeer gevoelig zijn en de aanwezigheid van meidoornheggen, die niet geknipt zijn en bloeien, wordt als een belangrijke factor beschouwd bij de verspreiding van 'fire-blight' door geheel Nieuw-Zeeland. In Engeland kan

het knippen van meidoornheggen de betekenis van deze waardplant voor de ziekte verminderen, maar totdat hierover meer bekend is, moet de meidoorn als een bron van gevaar beschouwd worden bij pogingen om de ziekte in Engeland te bestrijden en uit te roeien.

VATBAARHEID VAN PERE- EN APPELRASSEN

In tabel 1 wordt het voorkomen van 'fire-blight' aangegeven op pererassen in een boomgaard te East Farleigh aan het einde van 1957 en in boomgaarden te Loddington, Ash en Wainscott aan het einde van 1958. Het verschil in vatbaarheid tussen de rassen, dat uit deze gegevens blijkt, werd met kleine variaties in alle aangetaste boomgaarden aangetroffen.

TABEL 1. 'Fire-blight' op verschillende pererassen in vier praktijkboomgaarden met peren aan het eind van 1957 of 1958

	E. Farleigh		Loddington		Ash		Wainscott	
oppervlakte in ha (geschat)	3,6		4,8		2,8		0,5	
leeftijd der bomen (geschat)	8		9		7		8	
ras	aantal bomen	% aangetast	aantal bomen	% aangetast	aantal bomen	% aangetast	aantal bomen	% aangetast
Laxton's Superb	426	81,5	666	40,5	289	32,2	112	28,6
Conference	1031	0,4	1527	1,1	711	0	—	—
Williams	162	0	7	0	294	0	—	—
Doyenné du Comice	—	—	—	—	—	—	208	0,5
Packham's Triumph	—	—	—	—	112	0	—	—
Bristol Cross	418	1,9	—	—	—	—	—	—

Overduidelijk bleek dat de ziekte zich in Engeland vooral concentreerde op het ras Laxton's Superb. Zo was bijvoorbeeld te East Farleigh in de herfst van 1957 meer dan 80 % der Laxton's Superb-bomen aangetast, bij Conference was dat toen minder dan 1 %, terwijl Williams in het geheel niet was aangetast. Enkele bomen van dit laatste ras waren wel aangetast in andere boomgaarden, waaronder een tweede boomgaard te Loddington met 0,2 ha volwassen Laxton's Superb-bomen, waar tussen enkele Williams-bomen geplant waren. Deze boomgaard werd gedurende 1958 door de ziekte verwoest. Het ras Williams werd ook aangetast in een andere boomgaard bij Rochester, echter niet ernstig. Op dezelfde plaats werden in de zomer van 1958 ook bijna 50 bomen van het ras Fondante de Thiriott sterk aangetast; zij maakten hier samen de helft van de aanplant van dit ras uit en werden zwaar beschadigd.

De oorzaken van de buitengewone vatbaarheid voor de ziekte van het ras Laxton's Superb, vergeleken met andere rassen, zullen verderop besproken worden. Het ras wordt in de praktijk niet geteeld in Amerika en Nieuw-Zeeland en de enige aanwijzing voor de gevoeligheid ervan stamt uit een rassenproef met peren in Ohio, Amerika, waar men vond dat het met Williams en andere rassen als zeer gevoelig

werd gekenschetst (HOWLETT, 1957). Williams (syn. Bartlett) wordt in Amerika op grote schaal geteeld en wordt daar als één der gevoeligste rassen beschouwd, waartoe ook Flemish Beauty, Beurré Bosc, Doyenné du Comice en Packham's Triumph behoren. De laatstgenoemde twee rassen kwamen ook in aangetaste Engelse boomgaarden voor, maar Doyenné du Comice werd, evenmin als Williams, ernstig aangetast en Packham's Triumph helemaal niet (tabel 1). In Nieuw-Zeeland beschouwt men de volgende rassen als zeer gevoelig: Williams, Packham's Triumph, Curé, Bonne Louise d'Avranches, Doyenné du Comice, Clapp's Favourite, Josephine de Malines, Beurré Bosc, Glou Morceau en Marie Louise (HAMILTON, 1959).

Hoewel de pererassen in vatbaarheid verschillen, is er geen enkel ras van goede kwaliteit onvatbaar. Dit moet toegeschreven worden aan het feit dat de meesten afstammen van *Pyrus communis*, een Europese soort, waarvan REIMER (1925, 1950) ontdekte dat deze maar weinig natuurlijke weerstandsfactoren had.

'Fire-blight' is voor de appel niet zo gevaarlijk als voor de peer. Verschillen in rasgevoeligheid in Amerika (THOMAS & PARKER, 1933; MILLER, 1929) zijn voor Engeland niet van grote betekenis omdat er in tegenstelling tot de peer slechts weinig appelrassen, die van praktische betekenis zijn, in beide landen worden aangetroffen. De enige belangrijke uitzondering, het ras Jonathan, wordt als 'matig vatbaar' (BROOKS, 1926) tot 'zeer vatbaar in verschillende staten' (PARKER, FISHER & MILLS, 1956) beschreven. Volgens HAMILTON (1959) is Jonathan ook in Nieuw-Zeeland vatbaar, maar van het enige ras dat in Engeland voorkomt en genoemd wordt, namelijk Cox's Orange Pippin, wordt gezegd dat het in geringe mate wordt aangetast.

DE ONTWIKKELING EN VERSPREIDING VAN 'FIRE-BLIGHT' IN BOOMGAARDEN (1957-1958)

De gegevens van tabel 2, die betrekking hebben op boomgaarden te East Farleigh, Loddington en Ash, geven het aantal bomen van het ras Laxton's Superb aan dat:

1. Gedurende 1957 werd geïnfecteerd.
2. Gedurende 1957 werd geïnfecteerd, met herinfectie in 1958 via de bloesem.
3. Gedurende 1957 werd geïnfecteerd, met overblijvende kankerplekken die in 1958 actief werden.
4. Gedurende 1958 voor het eerst geïnfecteerd werd.

De boomgaard te Loddington wordt in twee gedeelten bestudeerd, nl. *a.* 'de grote boomgaard' van ongeveer 4,4 ha, waar de bomen van Laxton's Superb in oostwestrijen geplant waren en afgewisseld werden door drie rijen Conference en *b.* 'de kleine boomgaard' van ongeveer 0,4 ha die helemaal met Laxton's Superb beplant was en aansloot bij de westzijde van 'de grote boomgaard' (zie tekstfig. 1). Details over de oppervlakte en de rassen in de andere twee boomgaarden vindt men in tabel 1.

In 1957 was de ziekte het ergst in de boomgaarden te East Farleigh, waar meer dan 80 % der bomen aangetast was. Ook kwam de ziekte hevig voor in 'de kleine boomgaard' met bomen van Laxton's Superb te Loddington, terwijl de ziekte hier aan het eind van 1957 net 'de grote boomgaard' begon binnen te dringen. Ongeveer 30 % van de Laxton's te Ash werd in 1957 geïnfecteerd, maar de sterfte der bomen was in verhouding veel hoger dan in andere boomgaarden, omdat de bomen jonger waren.

In voorjaar en -zomer van 1958 hadden veel bomen, die in het vorig jaar geïnfecteerd waren, overwinterde kankerplekken op stammen en takken, die zich snel uitbreidden en de bomen te gronde deden gaan. Uitzonderingen vormden 'de kleine boomgaard' te Loddington, waar men de bomen flink had aangepakt in de winter van 1957-1958 en te Ash, waar veel bomen in 1957 waren doodgegaan.

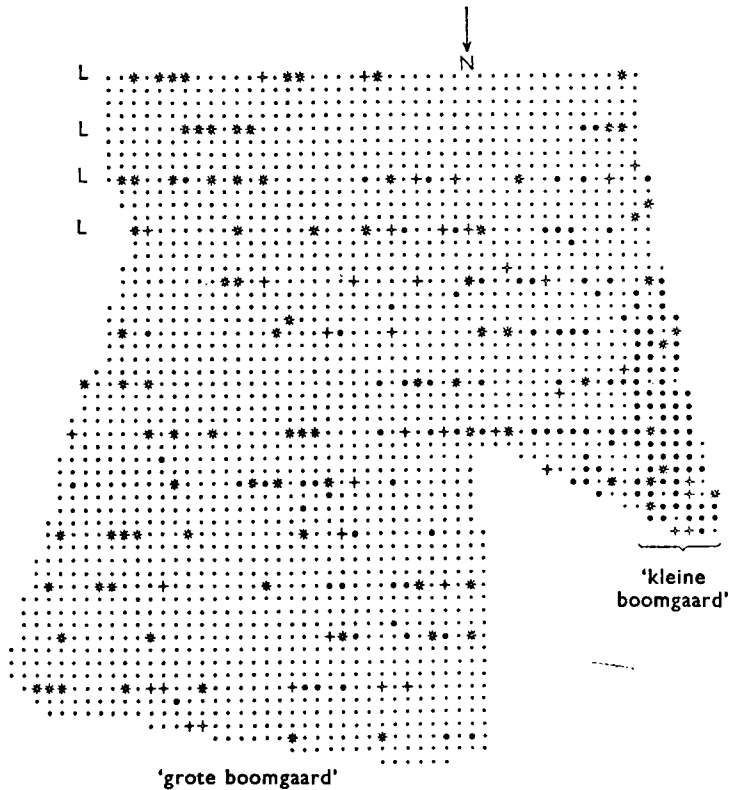


FIG. 1. Verspreiding van 'fire-blight' in een pereboomgaard te Loddington, Kent, gedurende 1957 en 1958.

- = Bomen die in 1957 geïnfecteerd waren;
- + = Bomen die in juli 1958 geïnfecteerd waren;
- * = Bomen die in september 1958 geïnfecteerd waren;
- L = Laxton's Superb-rijen.

Men zie verder in de tekst.

Nieuwe infecties, voornamelijk van voorjaars- en voorzomerbloesems, waren in juli 1958 in de meeste boomgaarden aanwezig op bomen die de infectie van 1957 hadden overleefd. Op dit tijdstip waren ook veel nieuwe bomen geïnfecteerd, vooral in 'de grote boomgaard' te Loddington. De belangrijkste ontwikkeling was hier echter de toename van het aantal pas-geïnfecteerde bomen van 30 tot 109, gedurende de periode juli-september, als gevolg van infecties der zomerbloesems. In Ash kwam er weinig nieuwe infectie voor in 1958. Dit moest worden toegeschreven aan één of meer der volgende factoren: *a.* De geringe hoeveelheid inoculatiemateriaal in de boomgaard, omdat er veel bomen in 1957 waren doodgegaan en men deze alle had verwijderd in de winter van 1957-1958. *b.* Geringe bloesemontwikkeling gedurende 1958 en *c.* Het in gras leggen van de boomgaard gedurende de winter van 1957-1958. Het zwarthouden van de grond en alle andere factoren die een krachtige groei van de bomen bevorderen, staan in Amerika bekend als maatregelen die de vatbaarheid vergroten.

Het verband tussen de infecties uit 1957 en 1958

Amerikaanse auteurs hebben herhaaldelijk het belang onderstreept van overwinterde kankerplekken die het uitgangsmateriaal leveren voor de eerste bloeseminfecties in het voorjaar. Bijvoorbeeld TULLIS (1929) toonde duidelijk de verspreiding aan van de vroege bloeseminfecties in een appelboomgaard rondom één enkele overwinterde kankerplek in de boomgaard. PARKER (1936) kon in een pereboomgaard aantonen dat de bloeseminfecties zich vooral bevonden rond bomen die overwinterde kankerplekken hadden. Er zijn geen gegevens beschikbaar over de eerste bloeseminfecties in 1958 in Engelse boomgaarden. Daarom werden infectiegegevens ver-

TABEL 2. Verspreiding van 'fire-blight'-infecties op perebomen van Laxton's Superb in boomgaarden in Kent gedurende 1957 en 1958

boomgaard	totaal aantal bomen	in 1957 geïnfecteerde bomen			bomen met nieuwe infecties in 1958		
		totaal	opnieuw infectie in 1958	in 1958 met actieve over- blijvende kanker- plekken	in juli	in sept.	totaal
Loddington							
<i>a.</i> grote boomgaard	540	68	12	13	30	79	109
<i>b.</i> kleine boomgaard	126	78	21	0	5	10	15
East Farleigh							
<i>a.</i> boomgaard 1	301	242	34	49	3	*	3
<i>b.</i> boomgaard 2	125	100	6	30	1	*	1
Ash	289	92	1	7	0	1	1

* = geen gegevens

TABEL 3. Het verband te Loddington en East Farleigh tussen nieuwe infecties van juli 1958 en bomen van Laxton's Superb die in 1957 geïnfecteerd waren

boomgaard	percentage der bomen met infectie 1957 en herinfectie 1958 (A)	percentage der bomen dat gezond was in 1957, met infectie in 1958 (B)	verhouding A/B
Loddington			
a. grote boomgaard	17,7	6,4	2,8
b. kleine boomgaard	30,0	10,4	2,9
East Farleigh			
a. boomgaard 1	14,0	5,1	2,8
b. boomgaard 2	6,0	4,0	1,5

geleken uit juli, die hoofdzakelijk via voorjaars- en voorzomerbloesems tot stand kwamen, met die van de infecties uit het vorige jaar (tabel 3).

Het was duidelijk dat er tot juli 1958 relatief meer infecties werden waargenomen op bomen die het vorige jaar geïnfecteerd waren. Aangezien niets er op wees dat deze bomen van nature vatbaarder waren, moet deze verspreiding naar alle waarschijnlijkheid toegeschreven worden aan overwinterde infectiebronnen op bomen die gedurende 1957 geïnfecteerd waren. Als dit juist is, dan wijst dit erop dat er andere infectiebronnen waren die de winter kunnen dóórkomen, dan de typische overwinterende kankerplekken, want deze laatsten kwamen helemaal niet voor in 'de kleine boomgaard' te Loddington (tabel 2) en in andere boomgaarden was er geen duidelijk verband tussen deze kankerplekken en de verspreiding van nieuwe infecties. Misschien hebben veel kankerplekken in de boomgaard, die in 1958 niet weer actief werden, toch de winter dóór inoculatiemateriaal bevat.

Verspreiding van 'fire-blight' in de boomgaarden zelf (1957-1958)

In de fig. 1-3 wordt de plaats van zieke bomen aangegeven in drie boomgaarden en wel: (1) Aan het einde van 1957, (2) in juli 1958 en (3) in september 1958.

Te Loddington (tekstfig. 1) concentreerde de ziekte zich in 1957 aan de westelijke kant van de boomgaard en waarschijnlijk vond deze zijn oorsprong in 'de kleine boomgaard' met Laxton's. In september van het volgende jaar was de ziekte wijd en min of meer regelmatig verspreid in 'de grote boomgaard', praktisch geheel op de Laxton's, hoewel er hier en daar ook enkele Conference-bomen waren geïnfecteerd. Zoals reeds besproken werd, had er te Ash (tekstfig. 2) in 1958 feitelijk geen uitbreiding plaats, maar de verspreiding die in 1957 had plaats gevonden, was tamelijk gelijkmatig. Van speciaal belang was Wainscott (tekstfig. 3) omdat de ziekte gedurende 1958 voor het eerst de boomgaard binnendrong, waarschijnlijk vanuit een naburige boomgaard die ongeveer 3 km naar 't noordwesten lag, waar de ziekte in 1957 aanwezig was geweest. Vermoedelijk begon de ziekte in de zuidhoek van de boomgaard, want hier waren de symptomen het verst gevorderd toen het uitbreken van de ziekte voor het eerst werd ontdekt. Vanuit dit brandpunt werd

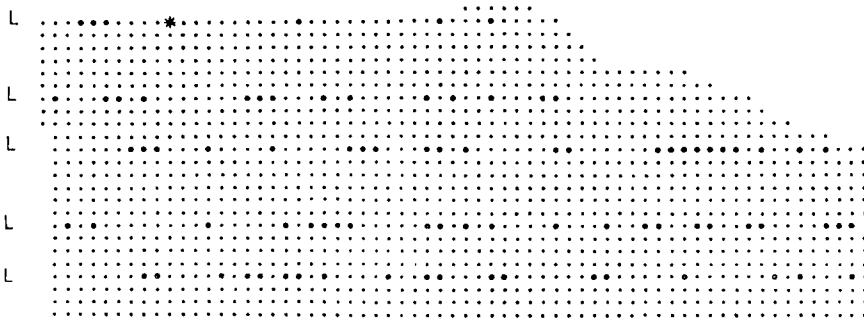


FIG. 2. Verspreiding van 'fire-blight' in een pereboomgaard te Ash, Kent, gedurende 1957 en 1958.

- = Bomen die in 1957 geïnficeerd waren;
- * = Bomen die tussen juli en september 1958 geïnficeerd werden;
- L = Laxton's Superb-rijen.

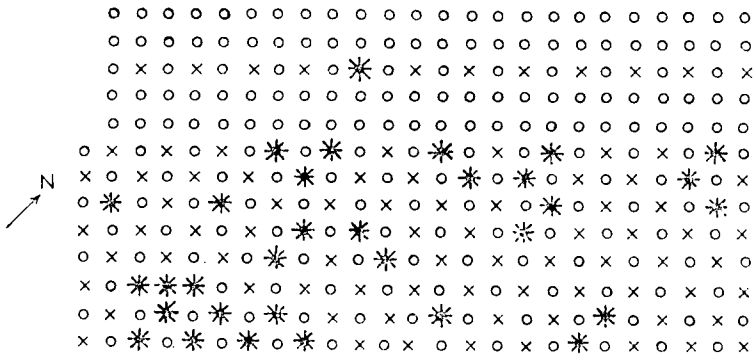


FIG. 3. Verspreiding van 'fire-blight' in een pereboomgaard te Wainscott, Kent, gedurende 1958.

- * = Geïnficeerde bomen;
- = Doyenné du Comice;
- × = Laxton's Superb.

de gehele boomgaard besmet, waarbij de geïnficeerde bomen de tendens vertoonden om in groepen voor te komen.

De meest opzienbarende trek van de ziekteverspreiding in deze boomgaarden was de afwezigheid van een bepaalde richting van de verspreiding. Daarom kan de regen geen belangrijke rol hebben gespeeld bij de grote verspreiding van het inoculatiemateriaal. Anderzijds wijst het patroon der verspreiding sterk in de richting van een verspreiding door bestuivende insecten. De betekenis van deze insecten, vooral van honingbijen, bij de bacterieverspreiding van bloesem tot bloesem (secundaire infectie) werd voor het eerst aangetoond door WAITE (1902) en dit is daarna door vele onderzoekers bevestigd. Onder anderen GOSSARD & WALTON (1922) en MILLER

(1929) maakten het aannemelijk dat de verspreiding der secundaire infecties op korte afstand door regenwater kan plaats hebben, maar de huidige opvatting wordt weergegeven door PARKER (1936), namelijk dat regen belangrijk is voor het tot stand komen van bloeseminfecties uit overwinterde kankerplekken (primaire infectie), maar dat deze minder belangrijk is dan de verspreiding van bloesem tot bloesem door bestuivende insecten.

EXPERIMENTEEL GEDEELTE

Een volledige beschrijving is in voorbereiding van de Engelse cultures van *Erwinia amylovora* met inbegrip van een onderzoek over de reacties van bacteriophagen. Methoden om het organisme te isoleren en kenmerken die zeer waardevol zijn bij de determinatie in het laboratorium, worden beschreven door BILLING, CROSSE & GARRETT (1960).

Het volgende is een beschouwing over inoculatieproeven waarbij gebruik werd gemaakt van afgesneden plantmateriaal, dat onder vochtige omstandigheden in het laboratorium bewaard werd, van opgepotte bomen in een kas en in één geval van een gezonde boom in een zieke praktijkboomgaard. Deze experimenten hebben bevestigd dat materiaal, geïsoleerd uit verschillende waardplanten, steeds tot infectie kan leiden.

Zonder verwonding werden bloesems geïnfecteerd door inoculatiemateriaal in de bloembodem en vruchten te brengen, terwijl dit bij scheuten en takken na verwonding plaats had. Scheuten en bloesems op bomen in potten werden na inoculatie gewoonlijk in plastic gehuld ter wille van de luchtvochtigheid. Inoculatiemateriaal der bacterie werd verkregen door in 5 cm³ steriel gedestilleerd water een suspensie te maken van de groei die gedurende 24 uur plaats had op een hellende agar-voedingsbodem, die 2 % glycerine bevatte.

Inoculaties van de peer

Door inoculatie konden bij de proefrassen Laxton's Superb, Williams en Conference alle symptomen, die de ziekte in het veld vertoonde, met succes gereproduceerd worden, waaronder ook de overblijvende kankerplekken. Deze werden in de kas op twee bomen van Williams en op één boom van Conference waargenomen. De bomen waren halverwege de zomer geïnoculeerd en de kankerplekken die ontstonden waren op het moment dat ze in september in rusttoestand overgingen resp. 35, 18 en 5 cm lang. De kankerplekken werden in het voorjaar van 1959 weer actief en begin mei waren alle drie bomen dood, terwijl de grootte der kankerplekken nu meer dan 60 cm was.

Inoculaties van scheuten en vruchten zijn van belang in verband met het vaststellen der ziekte. In het laboratorium verschijnen er na ongeveer 48 uur op de vruchten plekken die met water verzadigd zijn en een diameter van ongeveer 1 cm hebben. Dit breidt zich uit en wordt gevolgd door het zwart kleuren van de buitenste weefsellagen der vrucht. Onder vochtige omstandigheden wordt er vooral aan de

kant van de inoculatie na 2-4 dagen veel bacterievocht afgescheiden, dat eerst paarle-moerkleurig is, maar later in vaalgeel verandert (plaat 1, fig. 2). Vruchtjes met een maximum doorsnede van 2 cm kunnen na 5-6 dagen volledig weggroten, maar bij verder ontwikkelde vruchten blijft de infectie beperkt tot de vorming van een infectie-plaats van middelgrootte. Op afgesneden takken en scheuten van bomen in de kas ziet men gewoonlijk na 3-4 dagen de eerste tekenen aan onduidelijke waterige strepen die door ogenschijnlijk gezonde weefsels worden gescheiden van de plaats der inoculatie. Na ongeveer 5 dagen wordt er bacterievocht afgescheiden, terwijl dan de zichtbare geïnfecteerde plekken gaan samenvloeien en de stengel der scheut zich egaalbruin gaat kleuren (plaat 1, fig. 3). Later worden de scheuten zwart, terwijl de bladstelen en -nerven aangetast kunnen worden. Scheutinoculaties lukken niet altijd zo goed als vruchtinoculaties, zelfs niet met saprijke sterkgroeiende scheuten, zoals waterloten, die voor dit doel het meest geschikt zijn.

Ontwikkeling van bloemtrossymptomen

Onder vochtige en warme kasomstandigheden, met middagtemperaturen die vaak boven 70° F lagen, was de ontwikkeling van symptomen op de bloemtrossen als volgt:

- 3-4 dagen: In de bloembodem, rond de basis der meeldraden, komt bacterievocht tevoorschijn.
- 5-6 dagen: De buitenkant der bloembodem is nu donkergroen en met water doortrokken; meeldraden verschrompelen.
- 7-8 dagen: Steelweefsels met water doortrokken; bacterievocht aanwezig op de buitenkant van bloembodem en bladsteeltjes (plaat 1, fig. 4).
- 9-10 dagen: Zieke weefsels worden zwart en het vocht wordt vaalgeel van kleur.
- 12-14 dagen: Bloemtrossen helemaal zwart; aantasting van kortloten en takken begint.

Na 28 dagen had de aantasting zich in takken van enkele Laxton's Superb-bomen verspreid, waarbij kankerplekken ontstonden die tot 22 cm lang waren.

De snelheid waarmee takaantastingen zich uitbreiden

Op het moment dat er te velde bloeseminfecties ontdekt werden, was de ziekte vaak al een heel eind in de takken voortgeschreden en bomen die er bij een eerste inspectie nog gezond uitzagen, konden bij een tweede keer, enkele weken later, ernstige symptomen vertonen. Deze snelle ontwikkeling van kankerplekken in 't veld wordt geïllustreerd door gegevens (tabel 4) van een Laxton's Superb-boom die in een boomgaard werd geïnoculeerd, zoals hierboven is vermeld. Gedurende de eerste 19 dagen breidden beide kunstmatige infecties zich uit met een gemiddelde snelheid van 1,4 cm/dag. Weer 22 dagen later hadden de kankerplekken de toppen der bomen bereikt; dit was in beide gevallen een afstand van ongeveer 100 cm, gerekend vanaf de inoculatieplaats. Gedurende de tweede periode schreden de randen van de kunstmatige kankerplekken dus met een gemiddelde snelheid van meer dan 3 cm/dag voort. Zes weken na inoculatie waren alle bladeren aan de geïnfecteerde takken verdord en bruin, daarna zag de boom er verschroeid uit, hetgeen typerend

voor de ziekte is. In dit stadium was er geen verschil meer te zien met de bomen ernaast, die van nature geïnfecteerd waren (plaat 1, fig. 5).

Vergelijking van de resistentie der perevariëteiten Laxton's Superb, Williams en Conference

Van deze rassen werden de vatbaarheid voor infectie en de erfelijke resistentie van de weefsels tegen de uitbreiding der infectie vergeleken op afgesneden plantmateriaal en op bomen in de kas. De bacteriecultures waren: P 56 (uit Conference), P 7 (uit Laxton's Superb) en L 56, W 56 en C 56. De laatsten waren herisolaties van P 56, nadat ze tweemaal de weefsels hadden aangetast van resp. Laxton's Superb, Williams en Conference.

TABEL 4. Maximale afstand (in cm) waarop kankerplekken zich vanaf de plaats der infectie, 19 dagen na inoculatie, uitbreidden op takken van een Laxton's Superb-boom in het veld

bacteriecultuur *	herhaling op takno.				uitbreidings- snelheid (in cm/dag)
	1	2	3	gemiddeld	
P 32	24	19	48	30,3	1,6
P 50	13	28	29	23,3	1,2
controle	0	0	0	0	0

* P 32 was afkomstig uit actieve kankerplek op een tak en P 50 van een geïnfecteerde bloemtrosvan Laxton's Superb.

TABEL 5. Resultaten van scheut- en staminoculaties met vijf stammen van *Erwinia amylovora* bij de pererassen Laxton's Superb, Williams en Conference

plantmateriaal	bacterie- stam	ras						
		Laxton's		Williams		Conference		
		aantal geïnf.	gem. lengte der aan- tasting in cm	aantal geïnf.	gem. lengte der aan- tasting in cm	aantal geïnf.	gem. lengte der aan- tasting in cm	
scheuten	1 } P 7	7/8	18,9	0/9	0	0/9	0	
		P 56	4/4	22,0	6/6	3,5	3/4	3,0
	2 } L 56	5/5	14,0	2/5	1,2	5/5	7,9	
		W 56	5/5	15,4	4/5	1,8	5/5	9,6
		C 56	5/5	14,2	2/5	0,6	5/5	9,6
infectiepercentage		96,5	—	46,5	—	64,5	—	
gemiddelde lengte der aantasting (in cm)		—	16,9	—	1,8	—	7,5	
stammen	³ P 7	8/9	4,2	8/9	0,7	3/9	0,2	

¹ Na 12 dagen op scheuten van 3 jaar oude bomen in de kas.

² Na 7 dagen op afgeknipte scheuten in het laboratorium.

³ Na 28 dagen waargenomen.

In tabel 5 zijn de resultaten samengevat van scheut- en staminoculaties. Bij de scheutinoculaties was de vatbaarheid der rassen ongeveer dezelfde als die in 't veld. De vergelijking van Williams en Conference werd echter bemoeilijkt door de stammen L 56, W 56 en C 56. Laxton's Superb was duidelijk het minst-resistente-ras, zowel wat de infectie betreft als de uitbreiding der ziekte na infectie. De resultaten na staminoculaties waren net zo. In laboratoriumproeven met vruchtjes van Laxton's Superb was dit ras ook het minste resistent, waarbij de gemiddelde grootte der infectieplaats (aangegeven volgens de grootte in een schaal van 0-5) 4,4 was, vergeleken met 3,6 en 3,0 voor resp. Williams en Conference.

De resultaten van bloeseminfecties met Laxton's Superb en Conference zijn in tabel 6 samengevat. Alle bloesems, die van Laxton's Superb geïnoculeerd werden, waren na 10 dagen geïnfecteerd en na 14 dagen op 2 % na alle bloesems van Conference, maar de ziekte verbreidde zich in deze periode sneller bij Laxton's Superb. Ook was er 34,4 % infectie van de niet-geïnoculeerde bloesems van Conference. Dit kwam slechts op 2 bomen voor en aangezien de proeven in een insectenvrije afdeling van een kas werden uitgevoerd, werd dit toegeschreven aan een plaatselijke verspreiding van stuifmeel dat vrijkwam toen deze bomen 2 dagen na inoculatie verplaatst werden.

TABEL 6. Het percentage zieke bloemtrossen van perebomen der rassen Laxton's Superb en Conference op verschillende momenten na inoculatie met *Erwinia amylovora*

aantal dagen na inoculatie	Laxton's		Conference	
	geïnoculeerd (57) *	niet-geïnoculeerde controles (42)	geïnoculeerd (181)	niet-geïnoculeerde controles (135)
6	49,2	0	32,2	0
10	100,0	0	69,2	1,5
14	100,0	0	98,0	34,4

* De getallen tussen haakjes geven het totaal aantal bloemtrossen aan dat bij de proeven werd gebruikt.

INOCULATIEPROEVEN OP ANDERE WAARDPLANTEN

Appel

Bloesems van opgepote bomen in een kas van Cox's Orange Pippin en de vier Amerikaanse rassen: McIntosh, Spartan, Red Delicious en Winesap, konden met succes worden geïnfecteerd door een stam van *E. amylovora* uit het pereras Laxton's Superb. De symptomen waren dezelfde als die op de peer, met uitzondering van het feit dat de bloemtrossen oranjebruin verkleurden in plaats van zwart. Mc Intosh was het minst-resistent en alleen op dit ras werd veel bacterievocht afgescheiden en alleen hier drong de infectie kortloten binnen, hoewel dit nooit verder dan 2 cm was. Cox's bleek vrij resistent en dit feit leek overeen te komen met het gedrag van dit ras in boomgaarden in Nieuw-Zeeland (HAMILTON, 1959).

Ook werden scheuten geïnfecteerd van Winesap-bomen in potten en van afgesneden Cox's-scheuten, maar de scheutinfecties bij de appel waren niet zo'n succes als bij de peer. Inoculaties van appelstammen en -takken mislukten allen, met uitzondering van één plek van 2-3 cm, die bij McIntosh na ongeveer 4 weken ontstond.

Sierbomen en -struiken

De volgende planten konden met succes door het schadelijke organisme geïnfecteerd worden: meidoorn (*Crataegus oxyacantha*), lijsterbes (*Sorbus aucuparia* var. *asplenifolia*), kwee (*Cydonia oblonga*), Japanse kwee (*Chaenomeles lagenaria*), *Pyracantha lalandii*, *Cotoneaster salicifolia* en *Amelanchier* sp.

De symptomen die op de scheuten van deze waardplanten tevoorschijn werden geroepen, leken op die van de appel daar aangetaste weefsels meer bruin dan zwart kleurden, behalve bij de meidoorn, waarvan de scheuten wel zwart werden. De beste resultaten gaven kwee en *Cotoneaster* met plekken van resp. gemiddeld 19 en 14 cm en veel bacterievocht.

ALGEMENE BESPREKING

'Fire-blight' wordt bevorderd door warm vochtig weer gedurende de bloeitijd en is het ernstigste in die delen van Amerika waar deze omstandigheden zich voordoen. BROOKS (1926) gaf voor de weersomstandigheden die het epidemisch optreden van 'fire-blight' bij de appel bevorderen het volgende op: 'Temperaturen van 65-85° F, hoge luchtvochtigheid, bewolkt en vele regenbuien'. PARKER, FISHER & MILLS (1956) vermeldden hetzelfde, op grond van waarnemingen gedurende 35 jaar. Zij vonden dat de temperatuur alleen van belang was als er enige regen viel en zij schreven dit toe aan de factor luchtvochtigheid. THOMAS & ARK (1934b) brachten de infectie van appel- en perebloesem met 'fire-blight' in verband met lage suikerconcentraties in de nectar en opperden de mogelijkheid dat hoge luchtvochtigheid de infectie bevorderde door het verlagen van de nectarconcentratie. IVANOFF & KEITT (1941) konden deze waarnemingen bevestigen en uitwerken, hoewel proeven met bijen aanwijzingen gaven dat er behalve de nectarconcentratie nog andere beperkende factoren waren (KEITT & IVANOFF, 1941).

Gedurende 10 jaar, van 1950-1959, waren de gemiddelde bloeidata op het proefstation East Malling voor Conference: 18 april-3 mei en voor Doyenné du Comice: 22 april-12 mei. Williams bloeit ongeveer gelijk met Conference en Laxton's Superb gelijk met Doyenné du Comice. Appels zijn ongeveer 10 dagen later dan peren, hoewel dit afhangt van ras en jaar, terwijl deze perioden gedeeltelijk nogal eens kunnen samenvallen. Gedurende 20 jaar, van 1939-1958, waren de gemiddelden van de dagelijkse temperatuurmaxima te East Malling in maart: 50,1° F, april 56,5° F, mei 62,4° F, juni 68,1° F en juli 71,1° F. In het voorjaar gaan hogere temperaturen dan de gemiddelden zelden samen met zeer hoge graden van luchtvochtigheid. Als men aanneemt dat de Amerikaanse waarnemingen in Engeland geldig zijn, dan

ziet het er naar uit dat onze klimatologische omstandigheden gunstig zijn voor de infectie van nabloei; maar het is niet waarschijnlijk dat ze tot een epidemische infectie in het voorjaar kunnen leiden, waarbij misschien een uitzondering gemaakt moet worden voor een zo gevoelig ras als Laxton's Superb.

De verschillen in rasgevoeligheid, die tot nu toe bij de ziekte in Engeland werden waargenomen, zijn belangrijk omdat deze het waarschijnlijk maken dat de ziekte geen groot probleem behoeft te zijn in pereboomgaarden, waarbij het ras Laxton's Superb een uitzondering vormt. Ongetwijfeld is de eigenschap van dit ras om veel nabloei te vertonen één van de redenen voor de opvallende vatbaarheid ervan, maar omdat de meeste pererassen gedurende het groeiseizoen weleens nabloei vertonen, kan dit niet de enige reden zijn voor de grote verschillen in rasgevoeligheid. Ook kan het geen verklaring zijn voor het feit dat er in het voorjaar minder bloesem van Williams en Conference dan van Laxton's Superb wordt aangetast.

Bij inoculatieproeven werden scheuten en takken van Laxton's Superb veel sneller aangetast en vertoonden deze minder weerstand tegen de infectie dan die van Williams en Conference. Bloeseminfecties ontwikkelden zich ook veel sneller bij Laxton's Superb dan bij Conference, hoewel het uiteindelijke infectieniveau bij de twee rassen praktisch hetzelfde was, dankzij de hoge concentraties van het inoculum waarmee gewerkt werd. HILDEBRAND (1937) kon nectariën van de appel met één enkele bacterie infecteren. IVANOFF & KEITT (1941) trokken de conclusie dat tien bacteriën samen een zeer krachtig inoculum voor de peer vormden als ze onder gunstige omstandigheden in nectar werden gebracht, maar zij namen een toename der infectie pas waar, indien ze 100 of 1000 cellen gebruikten. Dit wijst op een invloed van de inoculumconcentratie die te vergelijken is met de invloed die bij bacteriekanker van de kers werd waargenomen (*P. mors-prunorum*), waarbij drempelwaarden van de inoculumconcentratie verband hielden met de erfelijke resistentie van het ras (CROSSE, 1957). Als we een dergelijk verband voor de peer aannemen, dan wijst alles erop dat deze drempelwaarde van het inoculum, onder welke klimaatsomstandigheden dan ook, voor Laxton's Superb lager zal zijn en de infectiekansen hoger zijn dan bij de andere rassen. Als men dit verder doordenkt, kan men zich een situatie voorstellen waarbij de omstandigheden zó beperkend zijn dat Laxton's Superb wél kan worden aangetast, maar waarbij dit niet mogelijk is voor andere rassen.

De oorsprong van 'fire-blight' in Engeland is nog in nevelen gehuld. Het lijkt onwaarschijnlijk, met een zo gevoelig ras als Laxton's Superb in de pereboomgaarden, dat de ziekte al voor 1957 aanwezig was, zonder de aandacht te trekken. Deze mening wordt door plaatselijk bewijsmateriaal en door waarnemingen in boomgaarden ondersteund. In 1957 begon de bloei zeer vroeg in het voorjaar al tegen eind maart en de hoogste temperatuur die gedurende deze periode te East Malling gemeten werd, was 67° F en dit alleen maar op één dag. De meeste telers zagen voor de eerste keer in juli verwelkte bloesems, nadat er een abnormaal sterke nabloei van Laxton's Superb was geweest. Het feit dat ernstige symptomen pas tegen eind augustus of begin september werden waargenomen, klopte met de snelheid waarmee de symptomen zich bij inoculatieproeven ontwikkelden. Het lijkt daarom erg waar-

schijnlijk dat de ziekte voor het eerst in de zomer van 1957 boomgaarden binnendrong. Wil men nu meer dan dit zeggen, dan is dit speculatief. Er valt weinig over te zeggen of de infectie eerst in één boomgaard begon en zich toen snel naar andere verspreidde, of dat ze alle onafhankelijk van elkaar geïnfecteerd werden vanuit dezelfde bron of bronnen van buitenaf, of over de vraag hoe de ziekte van de ene haard naar de andere werd overgebracht, waarbij de afstand in één geval meer dan 16 km bedroeg. Ondanks de behoorlijk grote oppervlakte met peren in Oost-Kent, waar Laxton's Superb algemeen voorkomt, is tot nu toe 'fire-blight' niet doorgedrongen in deze streek. Alle nieuwe gevallen die in 1959 gevonden werden, waaronder vele op sierplanten in de voorsteden van Londen, kwamen ten westen van Maidstone voor. Hieruit zou men kunnen afleiden dat de ziekte in Londen zijn oorsprong vond en zich naar het oosten verspreidde in praktijkboomgaarden met peren.

We betuigen onze dank aan vele consulenten der voorlichtingsdienst en aan het Laboratorium voor Fytopathologie te Harpenden, die met ons samenwerkten bij deze onderzoeken.

SAMENVATTING

Het uitbreken van 'fire-blight', veroorzaakt door *Erwinia amylovora*, in boomgaarden in Kent, gedurende 1957, vormt het eerste officiële bericht over de ziekte in Europa. De oorsprong der ziekte is onbekend, maar het is waarschijnlijk dat deze ziekte voor 1957 niet in boomgaarden aanwezig was.

In detail worden de ontwikkeling gedurende het jaar en de symptomen der ziekte beschreven. Aantasting der bomen had alleen plaats gedurende het groeiseizoen. De infectie begon in de bloesems, vooral gedurende de nabloei en verspreidde zich in de takken, waarbij er kankerplekken gevormd werden; in vele hiervan bleef het ziekteverwekkende organisme levensvatbaar gedurende de winter van 1957/'58. In de onderzochte boomgaarden was gedurende juli 1958 het aantal nieuwe infecties groter op bomen die in het voorafgaande jaar al aangetast waren, dan op bomen die toen nog gezond waren en dit wordt besproken met betrekking tot de plaatsen waar het inoculum overwintert. De verspreiding van de ziekte in boomgaarden gedurende 1957 en 1958 kwam beter overéén met verspreiding door bestuivende insecten dan met overbrenging door de regen.

De grote gevoeligheid van het ras Laxton's Superb op alle plaatsen werd gedeeltelijk toegeschreven aan de neiging van dit ras om een overvloedige nabloei te vertonen. Ook wezen inoculatieproeven met bloesems, vruchten, scheuten en takken uit dat dit ras een geringere erfelijke weerstand bezit dan de rassen Williams en Conference, die te velde geen van beide ernstig werden aangetast. Beschreven worden de ontwikkeling der symptomen na inoculatie van de peer en infectieproeven met de appel, *Cotoneaster* sp., *Pyracantha* sp. en andere waardplanten.

Een vergelijking van de klimatologische omstandigheden die het optreden der ziekte in Amerika bevorderen, namelijk hoge temperaturen en hoge luchtvochtig-

heid, met de weergegevens van East Malling, maakt het waarschijnlijk dat een infectie op grote schaal van de bloesem in het voorjaar in dit land uitzonderlijk moet worden geacht.

LITERATUUR

- ANDERSON, H. W. (1956). *Diseases of fruit crops*. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc.
- BILLING, E., CROSSE, J. E. & GARRETT, C. M. E. (1960). Laboratory diagnosis of fire-blight and bacterial blossom wilt of pear. *Plant Path.* 9, 19.
- BROOKS, A. N. (1926). Studies of the epidemiology and control of fire blight of apple. *Phytopathology*, 16, 665.
- BURRILL, T. J. (1881). Anthrax of fruit trees; or the so-called fire blight of pear, and twig blight of apple, trees. *Proc. Amer. Ass. Adv. Sci.* 29 (1880), 583.
- CIFERRI, R. (1955). Preliminary list of noteworthy diseases of cultivated plants in continental eastern China. *Plant Dis. Repr.*, 39, 785.
- CLARA, F. M. (1932). A new bacterial diseases of pears. *Science*, 75, 111.
- COXE, W. (1817). *View of the cultivation of fruit trees and the management of orchards and cider*. Philadelphia, U.S.A.: M. Caray and Son.
- CROSSE, J. E. (1957). Bacterial canker of stone fruits. III. Inoculum concentration and time of inoculation in relation to leaf scar infection of cherry. *Ann. appl. Biol.* 45, 19.
- CROSSE, J. E., BENNETT, M. & GARRETT, C. M. E. (1958). Fire-blight of pear in England. *Nature, Lond.*, 182, 1530.
- CROSSE, J. E., BENNETT, M. & GARRETT, C. M. E. (1959). Fire-blight diseases of pear. *Rep. E. Malling Res. Sta. for 1958*, p. 151.
- CUNNINGHAM, G. H. (1925). *Fungous diseases of fruit trees in New Zealand*. Auckland, New Zealand: Brett Co. Ltd.
- CURTIS, K. M. (1934). Fire-blight. A survey of current knowledge and recent advances. *Gawthron Inst. mycol. Publ.* 10, 8.
- DOIDGE, E. M. (1917). A bacterial blight of pear blossoms occurring in South Africa. *Ann. appl. Biol.* 4, 50.
- ELLIOTT, C. (1951). *Manual of bacterial pathogens*. Waltham, Mass., U.S.A.: Chronica Botanica Co.
- GOSSARD, H. A. & WALTON, R. C. (1922). Dissemination of fire-blight. *Bull. Ohio agric. Exp. Sta.* no. 357, p. 81.
- HAMILTON, R. C. (1959). Personal communication.
- HILDEBRAND, E. M. (1937). Infectivity of the fire-blight organism. *Phytopathology*, 27, 850.
- HOWLETT, F. S. (1957). Preliminary evaluation of new and uncommon pear varieties. *Bull. Ohio agric. Exp. Sta.* no. 790, p. 131.
- IVANOFF, S. S. & KEITT, G. W. (1941). Relations of nectar concentration to growth of *Erwinia amylovora* and fire blight infection of apple and pear blossoms. *J. agric. Res.* 62, 733.
- KEITT, G. W. & IVANOFF, S. S. (1941). Transmission of fireblight by bees and its relation to nectar concentration of apple and pear blossoms. *J. agric. Res.* 62, 745.
- LELLIOTT, R. A. (1959). Fire blight of pears in England. *Agriculture, Lond.*, 65, 564.
- MCKEEN, W. E. (1955). Pear blast on Vancouver Island. *Phytopathology*, 45, 629.
- MILLER, P. W. (1929). Studies of fire blight of apple in Wisconsin. *J. agric. Res.* 39, 579.
- PARKER, K. G. (1936). Fire blight: Overwintering, dissemination, and control of the pathogen. *Mem. Cornell agric. Exp. Sta.*, no. 193, p. 42.
- PARKER, K. G., FISHER, E. G. & MILLS, W. D. (1956). Fire blight on pome fruits and its control. *Cornell Ext. Bull.* no. 966, p. 23.
- PETHYBRIDGE, G. H. (1934). Report on fungus, bacterial and other diseases of crops in England and Wales. 1928-1932. *Bull. Minist. Agric. Lond.* no. 79, p. 8.
- PIERSTORFF, A. L. (1931). Studies on the fire-blight organism, *Bacillus amylovorus*. *Mem. Cornell agric. Exp. Sta.* no. 136, p. 53.
- REID, W. D. (1930). The diagnosis of fireblight in New Zealand. *N.Z. J. Sci. Tech.* 12, 166.
- REIMER, F. C. (1925). Blight resistance in pears and characteristics of pear species and stocks. *Bull. Ore. agric. Exp. Sta.*, no. 214, p. 99.
- REIMER, F. C. (1950). Development of blight resistant French pear rootstocks. *Bull. Ore. agric. Exp. Sta.* no. 485, p. 24.

- RIDE, M. & SUTIC, D. (1958). Un dessèchement des pousses de poirier d'origine bactérienne. *C.R. Acad. Agric. Fr.* 44, 384.
- ROJECKA, N. (1958). Zgorzel bakteryjna galazek drzew owocowych (*Bacterium amylovorum* Bur.). *Bull. Plant Quarantine and Protection. Ministry of Agriculture (Poland), Department of Plant Production*, May-Sept. 1958, p. 74.
- ROSEN, H. R. & GROVES, A. B. (1928). Studies on fire blight: Host range. *J. agric. Res.* 37, 493.
- SMITH, C. O. (1931). Pathogenicity of *Bacillus amylovorus* on species of *Juglans*. *Phytopathology*, 21, 219.
- SNOW, L. M. (1922). A new host for the blight organism, *Bacillus amylovorus*. *Phytopathology*, 12, 517.
- THOMAS, H. E. & ARK, P. A. (1934a). Fire blight of pears and related plants. *Bull. Calif. agric. Exp. Sta.* no. 586, p. 43.
- THOMAS, H. E. & ARK, P. A. (1934b). Nectar and rain in relation to the fire blight disease. *Phytopathology*, 24, 682.
- THOMAS, H. E. & PARKER, K. G. (1933). Fire blight of pear and apple. *Bull. Cornell agric. Exp. Sta.* no. 557, p. 24.
- THOMAS, H. E. & THOMAS, H. E. (1931). Plants affected by fire blight. *Phytopathology*, 21, 425.
- TULLIS, E. C. (1929). Studies on the overwintering and modes of infection of the fire blight organism. *Tech. Bull. Mich. agric. Exp. Sta.* no. 97, p. 32.
- VERESCIAGHIN, B. (1940). Bolile cryptogamiche pe ramurile si tulpinile pomilor roditori. *Bull. agric. Basarabia for 1940*, p. 11. (Abstr. *R.A.M.*, 19, 415.)
- VESTAL, E. F. (1954). Some plant disease problems of Jordan. *Plant Dis. Repr.* 38, 226.
- WAITE, M. B. (1902). The relation of bees to the orchard. *Calif. Cultiv.* 18, 390.
- WATERS, R. (1922). Fireblight: Incidence of the disease in New Zealand. *N.Z. J. Agric.* 24, 350.
- WILSON, E. E. (1934). A bacterial canker of pear trees new to California. *Phytopathology*, 24, 534.
- WILSON, E. E. (1936). Symptomatic and etiologic relations of the canker and the blossom blast of pyrus and the bacterial canker of prunus. *Hilgardia*, 10, 213.
- WORMALD, H. (1946). Pear blossom blight. *J. Pomol.* 22, 41.

VERKLARENDE TEKST BIJ PLAAT 1

- FIG. 1. Een boom die in het voorjaar van 1958 dood gaat, door een overblijvende kankerplek op de stam. Deze boom werd voor het eerst in 1957 geïnfecteerd in twee takken, die beide werden weggezaagd gedurende de winter van 1957-1958.
- FIG. 2. Links een vruchtje van Laxton's Superb dat, 5 dagen na infectie met *E. amylovora*, een zwartkleurende aantasting en bacterievocht vertoont. Rechts een controle- vrucht (natuurlijke grootte).
- FIG. 3. Een scheut van het pereras Williams, 5 dagen na inoculatie met *E. amylovora*. Let op de pareltjes bacterievocht hier en daar en op het voortschrijden der aantasting in de bladsteel (bovenaan links) ($\times \frac{1}{2}$).
- FIG. 4. Een bloemtros van Conference vertoont 7 dagen na infectie met *E. amylovora* verdroogde meeldraden, met water verzadigde steeltjes en bacterievocht aan de buitenkant. Let op het vruchtje dat begint te zwellen in de laagstgeplaatste niet aangetaste bloem ($\times \frac{3}{4}$).
- FIG. 5. Een boom van Laxton's Superb in het veld, 6 weken na inoculatie van takken met *Erwinia amylovora*. Helemaal links een niet-geïnoculeerde controle-tak.

