

aardappel.

Besmetting van erwinia-vrij pootgoed
vanuit diverse bronnen
Een literatuuroverzicht

Nicoline Roozen
PAGV, Lelystad
maart 1990

1. Inleiding

1.1. Probleemstelling

De belangrijkste bron van erwinias bij de (poot)aardappelteelt is het pootgoed zelf. Het is daarom van groot belang dat het pootgoed zo min mogelijk besmet is erwinias. Voor Nederland zijn daarbij Erwinia chrysanthemi (Ech), die stengelnatrot veroorzaakt en Erwinia carotovora subsp. atroseptica (Eca), die zwartbenigheid veroorzaakt van belang. Erwinia-vrij pootgoed kan verkregen worden via de snelle vermeerdering waarbij pootgoed in de kas wordt geteeld vanuit een stukje aardappelstengel. Volgens Weber en Schenk (1988) kan latente besmetting van Eca ook aanwezig zijn tijdens de in-vitro teelt zonder dat dit opgemerkt werd. Zij vonden dat 4 van 170 lijnen besmet waren met Eca zonder dat groeireductie van de planten of contaminatie van het medium optrad. Zij veronderstelden dat de pathogene bacteriën aan de celwanden van de aardappelplantjes gehecht waren, waardoor de besmetting onopgemerkt bleef.

Met de ontwikkeling van de in-vitro techniek dacht men het probleem van de bacterieziekten opgelost te hebben, omdat op deze manier schoon pootgoed verkregen werd. Het blijkt echter dat dit pootgoed in de loop van de jaren van vermeerdering weer besmet raakt.

In Nederland blijkt uit gegevens van de Nederlandse Algemene Keuringsdienst (NAK) dat het percentage declasseringen op grond van bacterieziekte planten in het veld toeneemt naar mate de aardappels vaker zijn vermeerderd. Dit wijst erop dat ook de erwiniapopulatie op het pootgoed toeneemt naar mate het pootgoed vaker vermeerderd werd. In Schotland (Perombelon et al., 1980) verschilde de opbouw van de besmetting van het pootgoed duidelijk tussen bedrijven: op sommige bedrijven kon het besmettingsniveau gedurende een aantal vermeerderingen laag gehouden worden, terwijl dat op andere niet lukte. Dit kon niet verklaard worden uit de geografische ligging van de boerderijen of uit de vochtigheid van de grond en regenval. Van de onderzochte partijen bleef 40% gedurende 5 jaar licht besmet (<15% van de knollen besmet met Ecc of Eca), in 12% nam de besmetting toe en in de resterende 48% varieerde de besmetting van de ene generatie op de andere sterk. Ook een afname van de besmetting in een volgend teeltseizoen was niet ongevoel. Ter verklaring werd genoemd dat de vochtigheid van de grond bepalender is voor de besmetting van de nieuwe knollen dan de mate van besmetting van het pootgoed. Er werd geen duidelijke sprongsgewijze toename van besmetting gevonden door de jaren heen, hoewel na 3 jaar (als de partijen volgens de conventionele manier geteeld werden), de besmetting versneld toe leek te nemen. Het aandeel van Ecc nam af in de loop van de tijd en was in de eerste jaren hoger dan in partijen die niet afkomstig waren van in vitro-teelt. Zoals zal blijken uit dit verslag ging dit samen met de besmetting van verschillende bronnen waaruit besmetting opgetreden kan zijn. (Perombelon et al., 1976) .

1.2 Opbouw van het verslag

In dit verslag wordt het risico besproken van diverse potentiële besmettingsbronnen van erwinia-vrij pootgoed. Het doel hiervan is te achterhalen waar de kennis over het risico van de diverse besmettingsbronnen gebreken vertoont en aangevuld dient te worden middels onderzoek. Er zijn criteria opgesteld om te bepalen of een besmettingsbron een risico inhoudt of niet (§2). De inventarisatie van de bronnen waar vandaan besmetting op zou kunnen treden is overgenomen uit de nota Onderzoek naar bacterieziekten bij pootaardappelen van de Werkgroep Onderzoek Knolziekten (1989) en de literatuur. De bronnen worden zoveel mogelijk kwantitatief getoetst aan de gestelde criteria (§3). In §4 worden de gevonden resultaten ter discussie gesteld.

Er wordt alleen aandacht besteed aan erwinia-vrij pootgoed. De vraag of de bronnen die hierna genoemd worden ook een rol kunnen spelen bij pootgoed dat al besmet is, wordt dus niet beantwoord.

2. Toetsingscriteria van de besmettingsbronnen

Om tot besmetting van erwinia-vrij pootgoed te komen is een drietal factoren van belang.

A: Besmettingsniveau van de bron

Hierbij spelen zowel het aandeel van de bron dat besmet is, als het niveau van de besmetting een rol. De besmetting is belangrijk op het moment en de plaats dat de bron in contact komt met de schone knollen.

B: Frequentie van contact

Een bron (hoe besmet ook) kan alleen maar een risico vormen als deze in contact komt met erwinia-vrij pootgoed.

C: Besmettingskans

De kans dat contact tussen de besmettingsbron en het pootgoed tot besmetting van de nieuwe knollen leidt is afhankelijk van:

1. Wonden. Het is algemeen bekend dat bacteriën openingen nodig hebben om zich te kunnen vestigen in een plant. Wonden spelen daarbij een belangrijke rol. Dit geldt zowel bij besmetting van de knollen als bij besmetting van de bovengrondse plantedelen. In het laatste geval is er een extra stap nodig voor besmetting van de knollen vanuit het loof. Dit kan plaatsvinden via de grond als het blad valt.
2. Vocht. Onder vochtige omstandigheden zal eerder besmetting optreden dan onder natte omstandigheden. De wonden drogen dan niet uit, op het loof zullen de bacteriën langer overleven en de lenticellen zullen eerder open staan.

Deze 3 criteria zijn elk essentieel. Als op grond van 2 criteria besmetting kan plaatsvinden maar door de 3de niet, dan is er geen sprake van een besmettingsbron.

3. Toetsing van de bronnen aan de criteria

(Beregenings)water

A: Besmettingsniveau

De mate van besmetting in Nederland is onderzocht door het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO) en de Nederlandse Algemene Keuringsdienst (NAK) in de Wieringermeer en Flevoland. Het IPO bemonsterde oppervlaktewater en vond met de immunofluorescentie koloniekleur (IFC) 44% van de monsters positief met Eca en 45% met Ech. Later in het seizoen (sept. okt.) was er meer besmet dan vroeg in het seizoen. Opvallend was dat de besmetting van het water niet samenhangt met het voorkomen van een aardappelveld in de buurt. De NAK bemonsterde het beregeningswater van pootgoedtelers die weinig problemen hadden met bacterieziekten en vond in juli 62% van de monsters besmet met Eca en 32% met Ech in een concentratie van 10^4 - 10^5 bacteriën per liter water.

Ook in het buitenland zijn erwinias geïsoleerd van een groot percentage van de bemonsterde meren, rivieren en stromen. In tabel 1. is een overzicht gemaakt van de resultaten van de bemonstering van het water in het buitenland. Opvallend is dat in het algemeen Ecc sterk domineerde, Eca veel minder werd gevonden en Ech nog minder. De afwezigheid van Ech weerspiegelt de afwezigheid in het betreffende onderzoeksgebied, maar kan ook veroorzaakt worden doordat de gebruikte technieken niet toereikend waren om Ech te detecteren. Een uitspraak over de mate van besmetting wordt vaak belemmerd doordat alleen via verrijking is gedetecteerd en doordat de spreiding vaak erg groot is. In het algemeen werd de hoogste concentratie gevonden in de zomermaanden.

Tabel 1. Overzicht van de besmetting van (irrigatie)water over de wereld.

Onderzoekers	land	methode	besmette monsters (%)	besmetting cfu ² /ml	Aandeel		
					Ecc (%)	Eca (%)	Ech (%)
Maddox en Harrison (1988)	Colorado	ver./isol. ¹	83	1-8	97	3	0
Peltzer en Sivasithamparam (1988)	Australië	ver./isol.	70				
Cappaert et al (1988)	Oregon/Colorado	ver./isol.	100	1-74,8	75-100	0,6-3	
Harrison et al. (1987)	USA	ver./isol.	76		98,8	1,2	0
Quinn (1985)	Schotland	ver./isol.	76	1-200	95	9,8	
Franc et al (1985)	USA	filter/isol.			92	8	
Jorge (1985)	Colorado (rivier)	filter/isol.		1-144	98	2	
McCarter-Zorner et al. (1984)	Schotland	ver./isol.	77	1-400	95	9,8	

1: ver./isol. Een deel van de monsters werd geïncubeerd in medium om de erwinia populatie beter te kunnen detecteren en vervolgens uitgeplaat op medium. De oorspronkelijke concentratie erwinias is voor die monsters onbekend.

2: cfu: colony forming units: aantal cellen dat een kolonie vormt bij isolatie op een agarmedium.

Ook in zeewater zijn erwinias aangetroffen (Quinn, 1985). Monsters van de kust in west en oost Schotland, de kust van Californie en Oregon en Texas, Louisiana en Florida bevatte allemaal erwinias. Erwinia werden gevonden in 63% van de monsters; alle isolaten met uitzondering van een isolaat uit oost Schotland werden geïdentificeerd als Ecc.

In 11% van de onderzochte sneeuwmonsters in Colorado werden erwinias aangeroffen. Hiervan was 2/3 besmet met Ecc en 1/3 met Eca. Positieve monsters werden gevonden tot een hoogte van 3135 meter.

B: Frequentie van contact

De kans dat de bron in contact komt met erwinia-vrij pootgoed is afhankelijk van de mate waarin dit berekend wordt.

C: Besmettingskans

De knollen kunnen besmet worden via de bladeren en de stengels of rechtstreeks via openstaande lenticellen.

A. Via het loof. Aangezien serogroepen die in irrigatiewater voorkwamen, ook in aangetaste stengels gevonden werden (Peltzer en Sivasithamparam, 1988) menen de auteurs dat het water een bron van inoculum kan zijn. De serogroepen die dominant aanwezig waren in het water werden echter niet in de stengels gevonden.

Belangrijk bij de besmetting zijn de beschadigingen die aanwezig zijn of gemaakt worden tijdens de beregening. Graham (1985) vond dat ca 10 cfu (colony forming units: het aantal kolonies dat gevormd wordt bij isolatie op een agarmedium) per plant infectie kunnen veroorzaken onder gunstige omstandigheden.

De populatiedynamica in stengels is onderzocht in studies naar resistentie van aardappelrassen. Na 5 dagen werden isolaties gemaakt bij verschillende rassen waarvan de stengels aangeprikt waren met 5×10^5 Ecc bacteriën. De populatie bleek een factor 2-4 hoger in stengels met symptomen dan in stengels zonder symptomen van hetzelfde ras. Het aantal Ecc dat geïsoleerd werd was niet gecorreleerd aan de resistentie (=mate van symptoomvorming) van het ras (Lojkowska en Kelman, 1989). De populatiedynamica hangt sterk af van het gebruikte isolaat van Ecc en het aardappelras en kan in een dag een factor 10^6 toenemen (Rahimian en Mitchell, 1984).

Besmetting van de knollen vanuit het blad en de stengels is in een tweetal studies onderzocht:

De verspreiding van de stengel naar de dochterknollen is onderzocht door Lapwood en Harris (1982). Serologisch onderscheidbare isolaten van Eca en Ecc werden in de stengels gebracht (gaven symptomen) en konden beide geïsoleerd worden vanuit de dochterknollen. Als verklaring werd gesteld dat de bacteriën in de grond gespoeld worden en zo de knollen infecteren.

Elphinstone en Perombelon (1986a) besmetten het blad met gemarkeerde isolaten van Ecc en Eca. De bacteriën overleefden op het blad als ze in Augustus geïnoculeerd werden (niet in juli) en konden op het blad alleen gedetecteerd worden na verrijking, ook als het blad nat was. Omdat er dus lage

aantallen aanwezig zijn, veronderstellen de auteurs dat er geen besmetting van de knollen plaats zal vinden door afspoelen van bacteriën. In het blad op de grond kwamen hoge aantallen erwinias voor die van de inoculatie afkomstig waren. De bacteriën, vooral Ecc, maar Eca ook waren allen in hoge aantallen aanwezig als het blad aan het rotten was, dwz laat in het seizoen, onder natte omstandigheden. Dit leidde bij Ecc tot besmetting van het de rhizosfeer grond en de dochterknollen. In deze studie is besmetting van de nieuwe knollen met Eca vanuit besmet blad niet gevonden. Samenvattend kan geconcludeerd worden dat besmetting van de knollen met Eca vanuit stengels met symptomen wel plaatsvond, maar dat dit voor Eca i.t.t. Ecc nog nooit is aangetoond vanuit stengels of blad zonder symptomen.

B: Rechtsteekse besmetting. De bacteriën zouden de knollen ook direct via het water en de grond kunnen besmetten. Persson (1989) vond in pottenproef dat Eca in staat was knollen latent te besmetten als aardappelplanten vanaf knolzetting gegoten werden met een suspensie van Eca die 10^6 cfu/ml bevatte. Gudmestad en Secor (1985) beweren in de kas aangetoond te hebben dat erwinia-vrij pootgoed van besmet kunnen worden als ze geteeld werden in grond die daarvoor met besmet water behandeld was.

Insekten

In Nederland is geen onderzoek verricht naar het belang van insecten voor de besmetting van pootgoed. In buitenlandse, vooral Schotse en Amerikaanse literatuur werd dit als een belangrijke factor beschouwd voor de besmetting van erwinia-vrij pootgoed. Brewer et al. (1981) beweren dat Drosophila spp erwinia-bacteriën in enkele weken tijd door het hele pootgoed producerende gebied van Colorado kan verspreiden. Dit vanuit enkele besmette afvalhopen, mits de condities voor de insecten gunstig zijn. Onderzoek is alleen gedaan naar Ecc en Eca.

A: Besmettingsniveau

Kloepper et al. (1979) vonden dat 10 genera van 5 families van Diptera, verzameld van diverse plaatsen in Colorado besmet waren met Ecc en Eca en Harrison et al. (1977) isoleerden erwinias van 12 genera van Diptera van afvalhopen van aardappels in Schotland. Het aandeel van vliegen dat besmet was varieerde over het hele seizoen van 1.2-2.1% in Colorado en van 3,2- 5,7% in Schotland (Harrison et al., 1977), maar vroeg in het seizoen was in Colorado wel 14,5% besmet en 14,7% in de het najaar in Schotland. De afvalhopen van loof en knollen werden als de belangrijkste bron voor besmetting gezien (Kloepper et al. 1979). Erwinia populaties van 2-16 miljoen levende cellen per insect zijn waargenomen op fruitvliegjes die in het laboratorium aan erwinias waren blootgesteld. Na 48-72 uur werden 800-1300 cellen per insect gevonden (Brewer et al., 1981).

In Colorado vond een verschuiving plaats van besmetting met Eca in het voorjaar naar een toename van het aandeel van Ecc in het seizoen bij stijgende temperatuur, totdat bijna alle besmetting met Ecc was (Kloepper et al., 1979). Bij 15 graden werden Ecc en Eca evenveel getransporteerd van besmette

naar onbesmette planten en bij 27 graden werd meer Ecc getransporteerd vanuit aardappelstengels die met gelijke hoeveelheden besmet werden (Kloepper et al., 1981a).

B: Frequentie van contact

De bacteriën komen zowel aan de buiten- als de binnenkant van de insecten voor en kunnen daar resp. voor minstens 24-48 uur en 48-72 uur blijven leven. (Brewer et al., 1981; Kloepper et al. 1981b). Gezien deze overleving werden de cellen waarschijnlijk beschermd door de insecten. Gecombineerd met de vliegsnelheid van de insecten berekenden Brewer et al. (1981) dat in die tijd 13-20 km afgelegd kan worden door besmette vliegen, en met wind mee nog meer. Kloepper et al. (1981b) vonden experimenteel dat met erwinias besmette insecten minstens 183 meter af kunnen leggen.

C: Besmettingskans

De insecten maken zelf wonden en kunnen zo ook invalspoorten voor erwinias vanuit andere bronnen creëren (Harrison and Brewer, 1982). Veel van de insectensoorten die betrokken zijn bij de verpreiding van erwinias worden waargenomen op vochtige plantewonden (Harrison and Brewer, 1982). Wonden van planten die al 10 uur oud zijn kunnen even succesvol geïnfecteerd worden met erwinias als verse wonden. Het aantal succesvolle besmettingen van stengels door kunstmatig besmette vliegjes op kunstmatige wonden was gemiddeld 28% en verschilde niet tussen Eca en Ecc. Het percentage infectie (symptoomvorming) verschilde ook niet tussen Ecc en Eca en bedroeg 5% van de stengels (Kloepper et al., 1981)

Planten en knollen bleken besmet met een serologisch herkenbaar isolaat van Ecc. De besmetting nam af naar mate de knollen verder van een kunstmatig besmette afvalhoop af waren. Van de knollen was begin september op 4,6 meter 2% besmet en van de knollen op 3 meter 5% (Philips and Kelman, 1982).

Onderzoek naar de infectie van de knollen vanuit het loof is beschreven onder (beregennings)water.

Aerosolen

Ook aan dit punt werd in de literatuur veel waarde gehecht waar het gaat om besmetting van schoon pootgoed. Aerosolen zouden vnl. op 2 manieren gevormd worden:

1. via waterdruppels (regen of irrigatie) op geïnfecteerd plantmateriaal (Graham and Harrison, 1975; Quinn et al., 1980).
2. via mechanisch loofvernietigen (Perombelon, 1979a, Perombelon et al 1979).

A: Besmettingsniveau

In Schotland en America is aangetoond dat aerosolen veel worden gevormd via bovengenoemde processen. De bacteriën zijn vooral aanwezig gedurende de nacht en ochtend als het weer vochtig en koud is. Quinn et al (1980) vonden hoge aantallen in de lucht tijdens en vlak na regenval van juli tot het einde van het jaar. Geen levende cellen werden gevonden tijdens droge periodes. De mate van

aerosol vorming is gerelateerd aan de intensiteit van de regenval en de erwinia populatie in de lucht neemt snel af als de regenval stopt. Ook als er geen aardappelgewas in de buurt is kunnen Eca en Ecc gevonden worden (Quinn et al., 1980). Perombelon et al (1979) konden regelmatig erwinia aerosolen aantonen als het loof mechanisch gedood werd. In alle gevallen, ongeacht de manier waarop de aerosolen tot stand kwamen, domineerde Ecc over Eca.

Laboratorium studies met gesimuleerde regendruppels (Graham et al., 1977) en loofvernietiging (Perombelon et al., 1979) geven aan dat 10^8 Erwinia cellen per ha geproduceerd konden worden uit een veld met 2 zichtbaar geïnfecteerde planten.

B: Frequentie van contact

Graham et al (1979) vonden dat bij 20 graden en 65% relatieve luchtvochtigheid (r.l.) na 5 min. nog 20%, na 15 min. nog 10% na 30 min nog 2% van de erwiniapopulatie in aerosolen leefde. Ecc overleefde langer dan Eca. Graham et al. (1977) en Perombelon (1979) concludeerden dat op een afstand van 100 meter van een bron met 10^8 cellen 100 levende cellen per vierkante meter afgezet worden en 1-5 cellen m^2 op 1000 meter en 0.1 cel per m^2 op 10.0000 meter.

C: Besmettingskans

Onder vochtige omstandigheden kunnen de cellen die op aardappelbladeren werden afgezet zich vermenigvuldigen en binnendringen in beschadigde oppervlakten. Als cellen uit aerosolen afgezet worden op beschadigde delen van het loof, vestigen de bacteriën zich, maar vormen geen symptomen. In beschadigd weefsel kunnen ze meer dan 100 dagen overleven (Graham, 1985). Tien weken nadat van een bekende serogroep van Ecc kunstmatig aerosolen werden geproduceerd, kon de Ecc stam van knollen worden geïsoleerd. Informatie over besmetting van knollen vanuit loof waarop erwinias zijn afgezet staat onder (beregening)water.

Grond

A: Besmettingsniveau

Erwinias zijn in het algemeen in te lage aantallen in de grond aanwezig om direct geïsoleerd te worden: verrijking is vrijwel altijd noodzakelijk (Menelely en Stanghellini, 1976). Velden waar aardappels hebben gestaan zijn in het algemeen direct na de oogst besmet en de besmetting neemt af in de winter tot een laag niveau in het volgend voorjaar. In Australië (Peltzer and Sivasithampran, 1988) waren in het voorjaar 25% van alle grondmonsters uit aardappelvelden besmet met erwinias, waarvan 92,5% Ecc, 5,6% Eca en 1,9% Ech en in de zomer 40% besmetting met 90% Ecc en 10% Eca. Menelely en Stanghellini (1976) troffen erwinias aan in gronden waar aardappels (Ecc en Eca), kool, of suikerbiet (alleen Ecc) hadden gestaan. In velden waar sinds een jaar geen aardappels hadden gestaan werden in september en oktober erwinias gedetecteerd, maar in de rest van het jaar amper (Perombelon en Hyman, 1989).

De omgevingstempertuur, grondbewerking en de vochtigheid van de grond kunnen de overleving beïnvloeden (De Boer, 1983; Perombelon en Hyman, 1989).

B: Frequentie van contact

Erwinias worden in de grond verspreid met water d.w.z. als water zich verplaatst neemt het de bacterien in de stroom mee. erwinias kunnen 1-3 meter van de bron gedetecteerd worden. (Brewer and Harrison, 1982).

C: Besmettingskans

Lapwood en Harris (1980) vonden dat infectie van dochterknollen vanuit met Ecc of Eca besmette knollen door de grond alleen plaats vond als het veel regende.

In dit verband is de vruchtwisseling belangrijk: worden frequent gewassen geteeld waarop erwinia zich kunnen uitbreiden dan is de kans op besmetting vanuit de grond reëler dan wanneer dit niet gebeurt.

Ook besmetting van de grond b.v. vanuit aerosolen, water of mest kan meespelen.

Maher et al. (1986) vonden dat serogroepen die uit de grond geïsoleerd werden ook in aangetaste stengels gevonden werden en concludeerden daaruit dat infectie vanuit de grond optrad. Veel serogroepen die wel in de grond gevonden werden, werden niet in de plant teruggevonden (Peltzer and Sivasithampran, 1988).

Onkruiden/tussenwaardplanten

A: Besmettingsniveau

Pectinolytische erwinias werden gevonden in de rhizosfeer van verschillende tussenwaardplanten en onkruiden zoals suikerbiet, tarwe, Lupine (Eca, Mendonca en Stanghellini, 1979) en chinese kool (Ecc, Mew et al, 1976). In Schotland werden 87 soorten onderzocht waarvan er 47 besmet waren met Ecc en 5 met Eca nl Galeopsis tetrahit, Matricaria chamomomillia, Ranunculus repens, Stellaria media en een niet-geïdentificeerd gras. De laatste 3 werden alleen gevonden in september in een aardappelgewas, de eerste 2 ook in juli in gerst en tarwe (McCarter-Zorner et al, 1985). Besmette onkruiden werden ook in percelen aangetroffen waar al 2 jaar en soms veel langer geen aardappels waren geteeld hoewel de frequentie van de besmetting veel kleiner was: 4% tegenover 87%. Eca maakte 17-27% uit van de isolaten. In het algemeen nam het aantal besmette onkruiden toe in de loop van het teeltseizoen. Deze toename van het percentage besmette wortels van onkruiden viel in het algemeen samen met het begin van irrigatie in Colorado en van regen in Schotland. Perombelon en Hyman (1989) vonden alleen bij brassica's meer bacteriën in de rhizosfeer dan in de grond zonder planten. Overleving was het best bij brassica planten, matig op grassen en granen en het slechts op aardappelopslagplanten en onkruiden (Tabel 2).

Ech is in Nederland gevonden op een aantal siergewassen waaronder Aechmea, Dieffenbachia, Kalanchoë, Philodendron en Scindapsus en van Cichorium intybus (Janse en Ruissen, 1988), Begonia bertinii Saaltink en Kamerman, 1971) en Dahlia (Saaltink en Maas Geesteranus, 1964). Van mais is Ech in andere landen wel geïsoleerd, maar in Nederland niet.

De Nederlandse isolaten van alle gewassen bleken symptomen te geven bij stengelinoculatie van aardappels. (Janse en Ruissen, 1988).

Tabel 2. Percentage monsters van de rhizosfeer-grond van verschillende planten, grond zonder vegetatie en waterplassen in velden besmet met Erwinia carotovora op 3 bedrijven , 1981-1983 (Perombelon en Hyman, 1989).

	Bedrijf A		Bedrijf B		Bedrijf C	
	Aantal getest	Besmet (%)	Aantal getest	Besmet (%)	Aantal getest	Besmet (%)
Rhizosfeer grond						
grassen	1310	4.5	1000	4.5	1280	3.4
granen	960	1.9	900	2.3	600	1.5
brassica's	75	26.7	36	38.9	43	76.6
onkruiden	380	2.6	406	20.7	241	2.1
aardappelopslag	90	1.1	92	2.0	70	11.4
Kale grond	165	4.2	210	1.9	382	1.1
Waterplassen	7	85.7	65	56.9	56	67.8

Aardappelresten

Wortels van aardappelopslag bevatten zelden Ecc of Eca in Schotland (Graham, 1985, Perombelon en Hyman, 1989). Zij opperden dat dit het gevolg was van antagonistische activiteit. De Boer et al. (1979) konden alleen na verrijking zowel Ecc als Eca isoleren uit aardappelknollen die in het veld hadden overwinterd. Uit aardappelstengels die op het land hadden overwinterd werd alleen Ecc geïsoleerd (2 van de 15 stengels positief). Op de knollen die overwinterd hadden kwamen veel insecten voor (Glischrochilus qudrisinatas) waarbij geen besmetting met erwinias werd gevonden.

B,C: Frequentie van contact en besmettingskans

De aardappelplanten zouden door de onkruiden/tussenwaardplanten besmetten via de grond. Zie daartoe hierboven.

Machines

A: Besmettingsniveau

In het algemeen zijn machines die gebruikt worden in de aardappelteelt besmet met erwinias. Dit betreft rooimachines, tractoren, spuitmachines, snijmachines. (Harrison and Brewer, 1982) en sorteermachines (Elphinstone en Perombelon, 1986b)

B: Frequentie van contact

Erwinias overleven in het algemeen niet lang op machines (Ficke et al., 1973) maar lang genoeg (ca 2 weken) om een belangrijke rol te kunnen spelen bij de verspreiding van het organisme. Erwinias kunnen langere tijd op machines overleven als ze niet aan het licht blootgesteld worden of andere ongunstige omstandigheden moeten overleven. Vooral wanneer de cellen beschermd worden door de grond en machines. Sorteermachines kunnen tot 100 dagen na gebruik besmet blijven als ze op een donkere plaats weggezet worden (Harrison and Brewer, 1982)

C: Besmettingskans

De meeste machines maken bij het gebruik wonden, waardoor besmetting van het gewas mogelijk is. Aardappelsnijmachines kunnen een belangrijke verspreidingsbron zijn omdat ze de bacteriën direct op het wondoppervlak afzetten. Kwantitatief is hierover niets bekend.

Mest

Bij 4 graden kan Eca minstens 18 en Ech minstens 21 weken in rundermengmest overleven. Bij een hogere temperatuur is dit korter.

De overleving van deze bacteriën vrij in de mest was voor Ech korter dan voor Eca en bedroeg voor deze laatste meer dan 10 weken, afhankelijk van de temperatuur (Rasing et al., 1990).

Perombelon heeft wel eens erwinias (vooral Ecc) geïsoleerd uit mest (Harrison, 1985), en noemt mest als een mogelijke bron voor besmetting van de grond (Perombelon en Hyman, 1989).

4. Discussie

Eerst wil ik enige kanttekeningen maken bij de gevonden resultaten:

De vertaling van buitenlandse resultaten naar de Nederlandse situatie is moeilijk om 2 redenen.

1.) Er is weinig onderzoek gedaan in gebieden waar Ech voorkomt. In feite is het meeste onderzoek verricht naar Ecc en blijft er maar weinig over als we het onderzoek naar deze bacterie buiten beschouwing laten. Deels is dit denk ik het gevolg van de gebruikte methode: isolatie op crystal violet pectate medium (CVP). Daarmee worden pectinolytische bacteriën gedetecteerd. Als na identificatie blijkt dat het grootste deel Ecc blijkt te zijn, wordt verder niet meer gezocht naar Eca en Ech.

De neiging bestaat daardoor om de resultaten van Ecc als geldig te beschouwen voor Ech. Dit is vermoedelijk niet gerechtvaardigd aangezien de bacteriën ecologisch verschillen.

2.) Een ander belangrijk kenmerk van de Nederlandse situatie is het relatief korte groeiseizoen van pootaardappels. Infectie van het blad naar de knol vond voornamelijk plaats als het blad afvalt, rot, en de bacteriën inregenen. In Nederland is de periode waarover dit plaats kan vinden relatief kort.

Opvallend vind ik het grote verschil tussen Eca en Ecc. In de gevonden bronnen is Ecc steeds dominant over Eca. Uit de literatuur viel niet op te maken of dit de verhouding van de bacteriën op de knollen weerspiegelt. Voor de Schotse situatie geldt wel dat in de eerste jaren van de teelt vanuit in-vitro teelt het aandeel van Ecc groter is dan in de latere jaren. Ter verklaring van de dominantie van Ecc in de grond en water noemen Perombelon en Hyman (1989) de betere competitie mogelijkheden van Ecc om voedingsstoffen te verkrijgen onder competitie omstandigheden. Bovendien zou Eca gevoeliger zijn voor stress situaties zoals blijkt uit een lagere maximum temperatuur voor groei, lagere lethale temperatuur en kortere overleving in aerosolen.

Verschillende onderzoeksgroepen maken gebruik van serologisch onderscheidbare groepen vnl. van Ecc, maar ook van Eca. Als dezelfde serogroep waarmee de bron werd besmet in de aardappelplant werd terugvonden, dan werd dit toegeschreven aan besmetting vanuit de bedoelde bron. Ik vind dat slecht werd aangegeven wat het voorkomen van de serologische groep was in de omgeving zonder kunstmatige besmetting. Daardoor vind ik de conclusie dat de aanwezigheid van de serogroep veroorzaakt werd vanuit de bron, voorbarig.

Bij de afweging van de diverse bronnen maak ik onderscheid tussen A. bronnen die de ondergrondse delen besmetten (grond, onkruiden, mest, water) en B: bronnen die eerst het loof besmetten (aerosolen, insecten, machines, water).

Deze laatste groep heeft nog een stap extra, nl. infectie van de knollen vanuit het loof. Doordat onduidelijk is in welke mate besmetting van de knollen vanuit het loof optreedt, kan ik het belang van besmetting vanuit deze 2 groepen niet tegen elkaar afwegen.

A. Bronnen die ondergrondse delen besmetten

Besmetting van de knollen vanuit de bodem vind ik het meest waarschijnlijk als een gewas dat gevoelig is voor erwinias geteeld wordt voor aardappels. Daarbij denk ik aan brassica's, eventueel suikerbieten (Eca), witlof en mais (Ech).

Ik denk dat er dan infectie vanuit de gewasresten plaats kan vinden als de gewassen onder invloed van regen gaan rotten, waarbij een toename van de erwinia populatie optreedt.

Onkruiden en ook de bodem worden vnl. vanuit de aardappel besmet. De kans dat ze bij een 1:3 of 1:4 rotatie van aardappels in staat zijn dit te overleven en dan weer de aardappels te infecteren lijkt, gezien de overleving in deze substraten erg klein. Toch dient daarbij rekening gehouden te worden met de detectiegrens van minimaal 10^3 bacteriën per gram grond. Dat wil zeggen dat een besmetting van 100 erwinias per gram grond niet opgemerkt wordt, terwijl er dan in de hele bouwvoor een enorme populatie erwinias aanwezig is. Het lijkt mij dat een dergelijke populatie, zeker na stimulatie door de aardappelwortels, makkelijk in staat moet zijn om de nieuwe knollen te besmetten. Onderzoek in deze richting is alleen zinvol m.b.v. gevoeliger detectietechnieken dan tot nu toe gebruikt zijn.

Irrigatie water kan een belangrijke bron zijn omdat ook Nederland dit water besmet is met Eca en Ech en omdat gebruik van irrigatiewater samengaat met vochtige omstandigheden die de besmetting van de knollen vergemakkelijken. Het is onduidelijk wat het risico op besmetting van de knollen is.

Een risico-analyse voor mest wordt uitgevoerd A.G. Elema op het CABO. Aangezien er in Nederland nauwelijks of geen mest wordt toegepast voor de teelt van pootaardappels, is voor infectie minimaal een overleving van een jaar nodig, na toedienen van de mest. Vrij in de grond of geassocieerd met gewasresten vond er in een jaar een sterke reductie plaats van de erwinia-populatie, zodat dit ook te verwachten valt voor de populatie in mest.

Opvallend vind ik dat wortel van opslagplanten zo weinig erwinias bevatten. Daarmee zijn dit interessante potentiële bronnen voor antagonistische micro-organismen voor biologische bestrijding.

B. Bronnen die het loof besmetten

In dit verband zou het interessant zijn te weten hoe frequent 'aerial stem rot' in Nederland optreedt.

Zowel bij insecten als bij aerosolen is kwantitatief voor Ecc en Eca vrij uitgebreid onderzocht wat het risico is dat schoon loof besmet wordt als er een besmettingsbron (d.w.z. een afvalhoop of een besmet gewas) aanwezig is. Voor het water ligt dit minder duidelijk. Bij de afweging tussen aerosolen en insecten vind ik dat insecten als bron meer risico met zich mee brengen: ze kunnen langere afstanden afleggen, wonden maken en ze zijn niet zo afhankelijk van vochtigheid. Voor de Nederlandse situatie is er op dit gebied veel onduidelijk: hoeveel besmette afvalhopen zijn er, zitten daar insecten op en raken die besmet, kan Ech ook overleven in aerosolen, in welke mate worden die geproduceerd onder onze omstandigheden. De vraag in welke mate besmet loof in staat is de nieuwe knollen te besmetten lijkt mij de eerste om te beantwoorden. In verband met de aerosolen is de verwachte toename van loofklappen en -trekken belangrijk omdat daarbij ook aerosolen gevormd worden.

Machine dienen bij gebruik in hoogwaardig pootgoed goed schoongemaakt te zijn. In welke mate dit gebeurt weet ik niet, maar dit is meer een voorlichtingsprobleem dan een onderzoeksprobleem.

Besmetting van nieuwe knollen vindt plaats gedurende het teeltseizoen vanuit de rottende moederknol via de grond onder vochtige condities. Daarnaast speelt de rottende moederknol een rol bij de besmetting van de nieuwe knollen tijdens het rooien.

Het doel is het rotten van de moederknollen te stimuleren en de populatie van pathogene erwinias in de rottende knollen terug te dringen door de introductie van niet-pathogene Erwinia carotovora subsp. carotovora op de knol.

Dit experiment heeft een oriënterend karakter.

Uitvoering:

Een stam van Ecc wordt vlak voor het poten toegediend in een mengsel van talkpoeder en xantham gum dat door Kloepper en Schroth ontwikkeld is en toegepast wordt voor proeven met biologische bestrijding. Op 2 tijdstippen worden de moederknollen onderzocht op de mate van rotting en op de aanwezigheid van Eca, Ech en Ecc. Eca en Ech worden gedetecteerd met koloniekleurings en Ecc door isolatie op CVP. Indien er verschillen zijn tussen de knollen van de behandelde en van de onbehandelde veldjes worden de nieuwe knollen onderzocht op hun 'rottingspotentiaal' in een mistkamer.

Infectie vanuit beregeningswater

Probleemstelling:

Gezien de besmetting van het beregeningswater met Eca en Ech dringt de vraag zich op wat het risico is dat schone knollen hiermee besmet raken. Zoals uit bijgevoegde literatuurstudie blijkt is dit aspect slecht onderzocht.

Uitvoering:

Planten worden in potten geteeld vanuit schone knollen en gegoten met water dat besmet is met Eca of Ech in verschillende concentraties. M.b.v. koloniekleurings in combinatie met verrijking wordt onderzocht of de nieuwe knollen besmet raken met erwinias.

Voorvrucht

In verband met de overleving van erwinias op kool en andere gewassen zoals genoemd in bijgevoegde literatuurstudie, lijkt de kans groot dat erwinias aanwezig zijn in gewasresten en percelen waar het jaar daarvoor gewassen geteeld zijn die gevoelig zijn voor erwinias. Middels bemonstering wordt dit nagegaan. Afhankelijk van de resultaten wordt dit onderzoek in de toekomst uitgebreid.

Plannen voor het onderzoek 1990 PAGV

Voortgang onderzoek vorig jaar

Dit jaar wordt het grootste deel van de experimenten van vorig jaar voortgezet. Hier wordt kort aangegeven welk onderzoek dit is:

Beregeningsproeven: onderzocht wordt het effect van beregening op het voorkomen van bacterieziekten in het veld en de latente besmetting van de nieuwe knollen. Dit gebeurt met kunstmatig geïnfecteerde knollen.

Wegrotten moederknollen: de invloed van de fysiologische ouderdom, de maat van de knol, de behandeling met Rhizoctoniamiddelen en de (kunstmatige) infectie van de knol met zwartbenigheidsbacteriën op de snelheid van het wegrotten van de moederknol wordt onderzocht. In een andere proef wordt de snelheid van wegrotten van de moederknol tussen verschillende rassen vergeleken.

Knolgrootte: het onderzoek naar het effect van de knolgrootte op het voorkomen van bacterieziekten in het veld en op de besmetting van de nieuwe knollen wordt voortgezet. Dit gebeurt met natuurlijk besmet materiaal.

Dit jaar te starten onderzoek

Besmetting nieuwe knollen vanuit besmet loof

Probleemstelling:

Door het verbod van het loofdodingsmiddel dinoseb zullen het looftrekken en -klappen waarschijnlijk meer toegepast gaan worden. Dit heeft het risico tot gevolg dat besmet loof dat op de ruggen terecht komt, de nieuwe knollen kan besmetten. Dit loof zal nl. gaan rotten, de erwiniapopulatie zal toenemen en de bacteriën kunnen in de grond spoelen en de knollen besmetten. Ook in relatie tot de herbesmetting van schoon pootgoed is dit belangrijk omdat onduidelijk is of besmetting van het loof door insecten, aerosolen of machines kan leiden tot besmetting van de knollen (zie bijgevoegde literatuurstudie). Het doel van dit experiment is te achterhalen of inderdaad besmetting van de nieuwe knollen op zal treden als er besmet loof op komt te liggen.

Uitvoering:

In het veld wordt besmet loof gecreëerd en in potten worden aardappelplanten geteeld vanuit schoon knolmateriaal. Dit gebeurt in een systeem waarbij de knollen op het gewenste moment op de gewenste diepte geplaatst kunnen worden. Nadat het loof van de planten in de potten verwijderd is wordt besmet loof vanuit het veld op de knollen in de potten gelegd. Onder geconditioneerde omstandigheden wordt het loof kunstmatig beregend en worden monsters genomen van het loof en van de knollen. Deze worden, deels na verrijking, m.b.v. koloniekleurig onderzocht op de aanwezigheid van erwinië. Onderzocht wordt of, en zo ja op welke diepte in de potten de knollen besmet zijn met erwinië vanuit het loof. De proef wordt uitgevoerd met Eca en Ech.

Stimulatie wegrotten moederknol

Probleemstelling:

Literatuurlijst

- Brewer J.W. Harrison M.D. & Winston J.A. 1981. Survival of two varieties of Erwinia carotovora on *Drosophila melanogaster* Meigen and *Drosophila busckii* Coquillett, (Dipter: Drosophilidae) vectors of potato blackleg in Colorado. *Am. Potato Journal* 58:439-449.
- Burr T.J. & Schroth M.N. 1977. Occurrence of soft rot Erwinia spp. in soil and plant material. *Phytopathology* 67:1382-1387.
- Cappaert M.R. Powelson M.L. Franc G.D. & Harrison M.D. 1988. Irrigation water as a source of inoculum of soft rot erwinias for aerial stem rot of potatoes. *Phytopathology* 78:1668-1672.
- De Boer S.H. Allan E. & Kelman A. 1979. Survival of Erwinia carotovora in Wisconsin soils. *Am. Potato Journal* 56:243-257.
- De Boer S.H. 1983. Frequency and distribution of Erwinia carotovora serogroups associated with potato in the Pemberton Valley of British Columbia. *Can. J. Plant Pathol.* 5:279-284.
- Elphinstone J.G. & Perombelon M.C.M. 1986a. Contamination of progeny tubers by seed- and leaf-borne Erwinia carotovora. *Potato Research* 29:77-93.
- Elphinstone J.G. & Perombelon M.C.M. 1986b. Contamination of potatoes by Erwinia carotovora during grading. *Plant Pathology* 35:25-33.
- Ficke W. Skadow K. Muller H.J. Naumann K & Zielke R. 1973. Die lebensfähigkeit von *Pectobacterium carotovorum* var. *atrosepticum* (van Hall) Dowson auf Maschinen und Maschinenwerkstoffen. *Arch. Phytopathol. und Pflanzenschutz.* 6:371-381.
- Franc G.D. Harrison M.D. Maddox D.A. & Michaud J.E. 1985. The presence of Erwinia carotovora in surface water in the United States. In: rep. of the Int. Conf. Potato Blackleg. D.C. Graham and M.D. Harrison, eds. Potato Marketing Board, Oxford. p.46.
- Graham D.C. & Hardie J.L. 1971. Prospects for control of potato blackleg disease by the use of stem cuttings. *Proceedings of the Sixth British Insecticide and Fungicide Conference* 1:219-224.
- Graham D.C. & Harrison M.D. 1975. Potential spread of Erwinia spp. as aerosols. *Phytopathology* 65:739-741.
- Graham D.C. Quinn C.E. & Bradley L.F. 1977. Quantitative studies on the generation of aerosols of Erwinia carotovora var. atroseptica by simulated raindrop impact on blackleg infected potato stems. *Journal of Applied Bacteriology* 43:413-424.

Graham D.C. Quinn C.E. Sells I.A. & Harrison M.D. 1979. Survival of strains of soft rot coliform bacteria on microthreads exposed in the laboratory and in open air. *Journal of Applied Bacteriology* 46:367-376.

Graham D.C. 1985. Spread of Erwinia bacteria in atmospheric aerosols. In: rep. of the Int. Conf. Potato Blackleg . D.C. Graham and M.D. Harrison , eds. Potato Marketing Board , Oxford p.35-36.

Gudmestad N.C. & Secor G.A. 1985. Ecology and epidemiology of Erwinia carotovora in North Dakota. In: rep. of the Int. Conf. Potato Blackleg D.C. Graham and M.D. Harrison , eds. Potato Marketing Board , Oxford. p.40-41.

Harrison C.D. Quinn C.E. Sells I.A. & Graham D.C. 1977. Waste potato dumps as sources of insects contaminated with soft rot coliform bacteria in relation to recontamination of pathogen-free potato stocks. *Potato Research* 20:37-52.

Harrison M.D. Franc G.D. Maddox D.A. Michaud J.E. & McCarter-Zorner N.J. 1987. Presence of Erwinia carotovora in surface water in North America. *Journal of Applied Bacteriology* 62:565-570.

Janse J.D. & Ruissen M.A. 1988. Characterization and Classification of Erwinia chrysanthemi Strains from several hosts in the Netherlands. *Phytopathology* 78:800-808.

Jorge P.E. 1985. The population dynamics of Erwinia carotovora in two Colorado streams. In: rep. of the Int. Conf. Potato Blackleg . D.C. Graham and M.D. Harrison , eds. Potato Marketing Board , Oxford. p.47-48.

Kloepper J.W. Harrison M.D. & Brewer J.W. 1979. The association of Erwinia carotovora with insects in Colorado. *Am. Potato Journal* 56:531-561.

Kloepper J.W. Harrison M.D. & Brewer J.W. 1981a. Effect of temperature on differential persistence and insect transmission of Erwinia carotovora var. atroseptica and Erwinia carotovora var. carotovora *Am. Potato Journal* 58:585-592.

Kloepper J.W. Brewer J.W. & Harrison M.D. 1981b. Insect transmission of erwinia carotovora var. carotovora and Erwinia carotovora var. atroseptica to potato plants in the field. *Am. Potato Journal* 58:165-175.

Lapwood D.H. & Harris R.I. 1980. The spread of Erwinia carotovora var. atroseptica (blackleg) and var. carotovora (tuber soft rot) from degenerating seed to progeny tubers in soil. *Potato Research* 23:385-393.

Lapwood D.H. & Harris R.I. 1982. The spread of Erwinia carotovora subsp. atroseptica from stem lesions and degenerating seed tubers in soil. Potato Research 25:41-50.

Lojkowska E. & Kelman A. 1989. Screening of seedlings of wild Solanum species for resistance to bacterial stem rot caused by soft rot Erwinias, Am. Potato Journal 66:379-390.

McCarter-Zorner N.J. Franc G.D. Harrison M.D. Michaud J.E. Quinn C.E. Sells I.A. & Graham D.C. 1984. Soft rot Erwinia bacteria in surface and underground waters in Southern Scotland and in Colorado, USA. Journal of Applied Bacteriology 57:95-105.

McCarter-Zorner N.J. Harrison M.D. Frank C.D. Quinn C.E. Sells I.A. & Graham D.C. 1985. Soft rot bacteria in the rhizosphere of weeds and crops in Colorado, United States and Scotland. Journal of Applied Bacteriology 59:357-368.

Mendonca M. & Stanghellini M.E. 1979. Endemic and soilborne nature of Erwinia carotovora var. atroseptica, a pathogen of mature sugar beets. Phytopathology 69:1096-1099.

Meneley J.C. & Stanghellini M.E. 1976. Isolation of soft rot Erwinia spp. from agricultural soils using an enrichment technique. Phytopathology 66:367-370.

Mew T.W. Ho W.C. Chu L. 1976. Infectivity and survival of soft-rot bacteria in chinese cabbage. Phytopathology 66:1325-1327.

Peltzer S. & Sivasithamparam K. 1988. Sero-groups of Erwinia carotovora associated with water, soil, tuber, and stems of potato plants in Western Australia. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 16:265-270.

Perombelon M.C.M. 1979. Contamination of potato crops by air-borne Erwinia carotovora. Proc. Int. Conf. Plant Pathog. Bact., 4th, Angers pp 563-565.

Perombelon M.C.M. Lowe R. & Ballantine E.M. 1976. Contamination by Erwinia carotovora of seed potato stocks of stem cutting origin in the process of multiplication. Potato Research 19:335-347.

Perombelon M.C.M. & Lowe R. 1979. Contamination of foliage by Erwinia carotovora. Report of the Scottish Horticultural Research Institute 1978, p.87.

Perombelon M.C.M. Fox R.A. & Lowe R. 1979. Dispersion of Erwinia carotovora in aerosols produced by the pulverisation of potato haulm prior to harvest. Phytopathologische Zeitschrift 94:249-260.

Perombelon M.C.M. Lowe R. Quinn C.E. & Sells A. 1980. Contamination of pathogen-free seed potato stocks by Erwinia carotovora during multiplication. Results of a six-year monitoring survey. Potato Research 23:413-425.

Perombelon M.C.M. & Hyman L.J. 1989. Survival of soft rot coliforms, Erwinia carotovora subsp. carotovora and E. carotovora in soil in Scotland. Journal of Applied Bacteriology 66:95-106.

Persson P. & Hegart K. 1989. Occurrence of Erwinia sp. in Swedish surface waters and the risk of transmitting disease by irrigation. p. 202 In: Abstracts and posters of the 7th Int. Conf. on Plant Pathog. Bacteria. Budapest.

Philips J.A. & Kelman A. 1982. Direct fluorescent antibody stain procedure applied to insect transmission of Erwinia carotovora. Phytopathology 72:898-901.

Quinn C.E. Sells A. & Graham D.C. 1980. Soft rot Erwinia bacteria in the atmospheric bacterial aerosol. Journal of Applied Bacteriology 49:175-181.

Quinn C.E. 1985. Occurrence of Erwinia bacteria in surface and underground water, rain and snow. In: Rep. Int. Conf. Potato Blackleg. D.C. Graham and M.D. Harrison, eds. Potato Marketing Board, Oxford. p.43-45.

Rahimian M.K. & Mitchell J.E. 1984. Population dynamics of Erwinia carotovora pv. carotovora in potato stems. Phytopathology 74: 217-220.

Rasing J.J.E. Elema A.G. Roozen N.J.M. & Vuurde J.W.L. 1990. Overleving van twee Erwinia-soorten in mest. Gewasbescherming 21:7.

Saaltink G.J. & Maas Geesteranus H.P. 1964. Een bacterieverwelkingsziekte bij Dahlia. Meded. Landbouwhogesch. Opzoekingstn. Staat Gent 29:908-916.

Saaltink G.J. & Kamerman W. 1971. Begonia bertinii, a new host of Erwinia chrysanthemi. Neth. J. Plant Pathol. 77:25-29.

Weber J. & Schenk G. 1988. Symptomlose Ausbreitung des Nassfauleeregers Erwinia carotovora subsp. atroseptica (van Hall) Dye an in-vitro Pflanzen der Kartoffel. Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz, Berlin 24 5:395-402.

Werkgroep Onderzoek Knolziekten-bacterieziekten 1989. Onderzoek naar bacterieziekten bij poot aardappelen: overzicht en prioriteiten. 18 p.