

STICHTING LABORATORIUM VOOR
BLOEMBOLLENONDERZOEK
POSTBUS 85 • 2160 AB LISSE

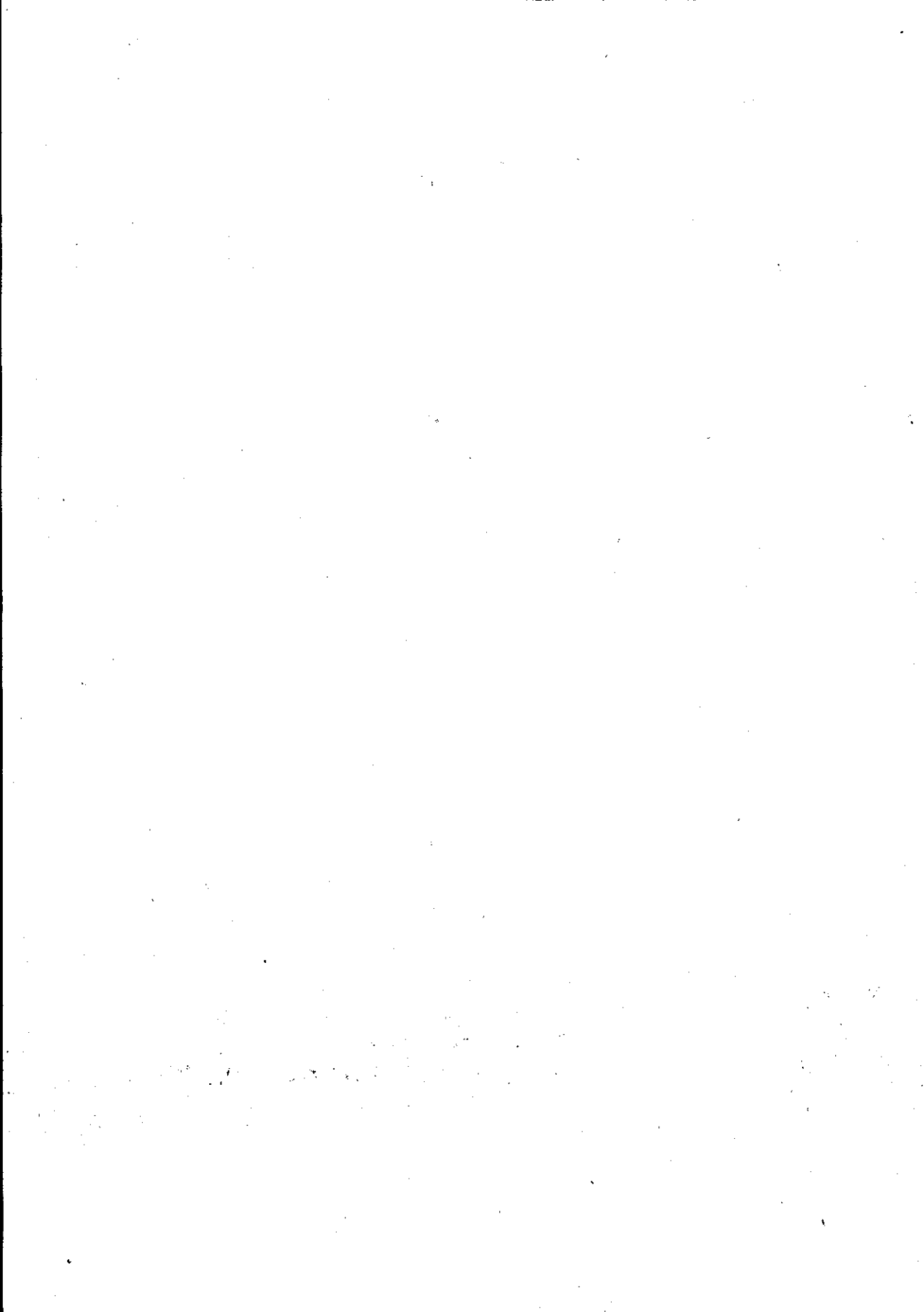
Praktijkmededeling

De geelziekte van hyacint

Dr. G. J. Saaltink en W. Kamerman

Praktijkmededeling nr. 34, maart '71





DE GEELZIEKTE VAN HYACINT

Samenvatting

- ★ De geelziekte wordt veroorzaakt door de bacterie *Xanthomonas hyacinthi* en kan zich met sterk verschillende symptomen uiten. De bacteriën worden heel gemakkelijk van zieke planten overgebracht met voorwerpen die met een aangetaste plek in aanraking zijn geweest. Ook kunnen zij door uiteenspattende regendruppels die een dergelijke plek hebben getroffen, naar naburige planten worden verspreid.
- ★ Wanneer de bacteriën binnen in het blad zijn gekomen, duurt het nog enige tijd voordat de eerste ziekteverschijnselen zichtbaar worden. Afhankelijk van de temperatuur duurt deze periode 6 tot 90 dagen.
- ★ Voor een onverwacht optreden van de ziekte in de bol zijn verschillende verklaringen te geven. Zo zal bijvoorbeeld een aantasting onder in de kruidkoker meestal niet zijn opgemerkt. Ook de machinale verwerking van de ballen kan ongemerkt bijdragen tot verspreiding van de ziekte.
- ★ De klassieke bestrijdingsmethode van bacteriën in de bol, waarbij deze gedurende 4 weken bij 38° C wordt bewaard (Van Slogteren, 1927b), heeft een goed effect maar is niet geheel afdoende. Door de duur van de behandeling bij 38° C tot 2 weken te verkorten en de bollen direct daarna gedurende 3 dagen bij 44° C te bewaren werd een afdoende bestrijding verkregen. Opmerkelijk was dat de duur van de periode waarin de bollen bij 30° C zijn bewaard vóór zij bij 38° C worden geplaatst, van invloed is op het effect van de warmtebehandeling.
- ★ Voor het bestrijden van aantastingen in het loof wordt nog steeds de oude methode aanbevolen: ziek zoeken en hygiënische maatregelen. Voor een chemische bestrijding door middel van bespuiting is nog geen geschikt middel gevonden.
- ★ Bij het afschaffelen van het gewas of bij machinaal rooien moet rekening worden gehouden met de grote besmettelijkheid van de ziekte; bij aanwezigheid van één zieke plant kan een groot aantal andere worden besmet.

Inleiding

In 1883 werd door Wakker ontdekt dat de geelziekte van hyacint wordt veroorzaakt door de bacterie *Xanthomonas hyacinthi*. Het is een van de eerste planteziekten waarbij werd vastgesteld dat bacteriën ook planteparasieten kunnen zijn.

Van 1919 tot 1928 heeft Van Slogteren naar methoden gezocht om deze ziekte te bestrijden. Vanaf 1926 heeft ook Beijer het geelziek gedurende enige jaren bestudeerd. Dit onderzoek was grotendeels gericht op de verspreiding van de parasiet in de plant en op het ontstaan van de verschillende ziektesymptomen. De resultaten van zijn studies zullen afzonderlijk worden gepubliceerd.

Een belangrijke ontdekking van Van Slogteren (1927b) was dat de bacterie in de bol kan worden gedood door een bewaring in warme lucht. Aanvankelijk meende hij dat daarbij de temperatuur van de lucht 47° C moest zijn, die de dodingstemperatuur van de bacterie is. Van deze hoge temperatuur ondervinden de bollen echter ernstige schade. In de loop van zijn onderzoek bleek dat een bewaring bij 37,8° C (98–100° F) gedurende 4 weken een belangrijke reductie van de ziekte oplevert. Ook bleek dat de bollen de temperatuurbehandeling beter verdroegen als ze voor de behandeling gedurende ca. 1 maand bij 30° C worden bewaard. Deze bestrijdingsmethode is vanaf 1928 algemeen toegepast en heeft goede resultaten gehad.

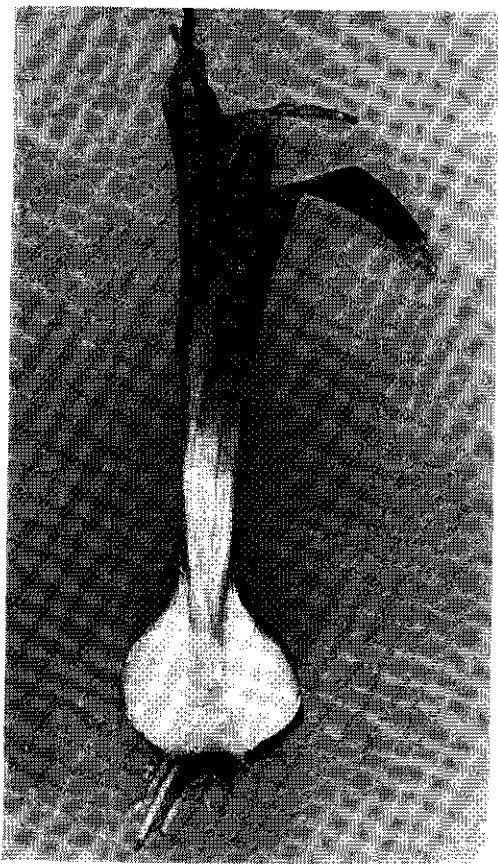
Van Slogteren wees reeds op de mogelijkheid van een verbetering van de temperatuurbehandeling. Daarover is echter gedurende 40 jaren nadien geen onderzoek gedaan; evenmin over het effect van cultuurmaatregelen op het optreden van de ziekte of over andere factoren die de verspreiding beïnvloeden. In 1965 zijn deze onderwerpen bij het Laboratorium opnieuw in studie genomen. De resultaten van dit onderzoek worden in deze publicatie weergegeven.

Symptomen en verloop van de aantasting

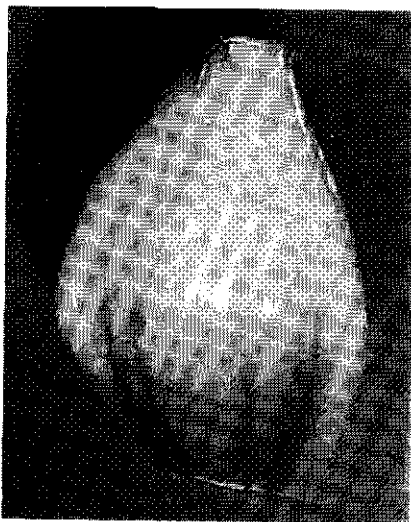
Wanneer uit een aangetaste bol in het voorjaar een plant groeit kan deze opvallen door een achterblijven in ontwikkeling. De bladeren van zulke planten zijn minder glanzend en soms ook slapper dan bij normale planten. De toppen van de bladeren krijgen vaak gele punten (afb. 1).

Dit alles is een gevolg van een verstoring van het watertransport door de aantasting van de bolbodem. Bij een ernstige aantasting kan de plant reeds vroeg, dat is voor de bloei, doodgaan. Een dergelijke plant wordt een 'zakker' genoemd omdat hij vaak plotseling ineenzakt. Bij een minder ernstige aantasting groeit de plant aanvankelijk nog geruime tijd ogenschijnlijk normaal. De aantasting breidt zich dan vanuit de bolschijf via de bolrakken naar boven uit (afb. 2). Er ontstaan donkere strepen in het blad. Dergelijke planten noemt men 'stralers'. Uit het weefsel van de donkere strepen komen bacteriën vrij als de opperhuid van het blad scheurt, hetgeen dikwijls plaatsvindt. De bacteriën kunnen dan op gezonde bladeren terecht komen en deze infecteren. De eerste ziektesymptomen op planten die aanvankelijk gezond waren, zijn al in april te vinden. Het zijn kleine, streepvormige vlekjes die meestal ontstaan aan de rand of op de punt van het blad. Deze vlekjes ('spetters') zijn eveneens donkergroen doordat het weefsel ter plaatse met vocht is verzadigd. Op deze plaatsen zijn de bacteriën via natuurlijke openingen in de opperhuid (bijv. huidmondjes) naar binnen gegaan.

Wat later in het seizoen ontstaan soms streepvormige vlekjes over het gehele bladoppervlak. Deze vorm van aantasting werd in onze proeven voor-



Afb. 1 Plant met vergeelde bladpunten, gegroeid uit een bol die reeds was aangetast bij het planten.



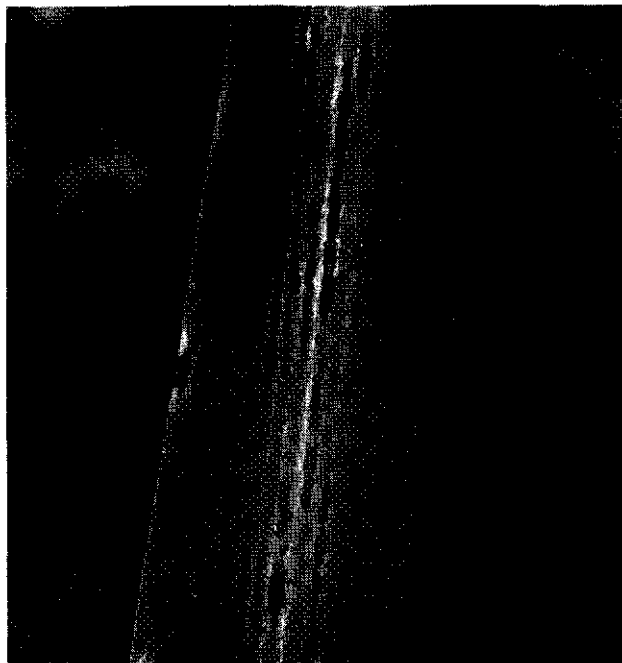
Afb. 2 Bolrok aangetast vanuit de bolschijf.

namelijk waargenomen bij bladeren, waarvan het oppervlak kort voor kunstmatige besmetting beschadigd was met schuurpoeder. Mogelijk speelt onder natuurlijke omstandigheden een beschadiging door stuivend zand een rol bij het ontstaan van dit symptoom (afb. 3). De aantasting is soms alleen aanwezig aan de bladbasis, dus onderin de 'kruidkoker', doordat de omstandigheden daar blijkbaar het meest gunstig waren voor de infectie. Een deel van de donkere vlekjes verdroogt zonder zich verder uit te breiden. De verplaatsing van de bacteriën vanuit het blad naar de bodem van de bol gaat vaak heel traag. Al in 1927 (Van Slogteren, 1927a) werd gevonden dat de bacteriën zich langzaam verplaatsen wanneer zij zich in de holten tussen de bladcellen bevinden. In de bolrokken, met minder holten tussen de cellen, gaat de verplaatsing naar de bolschijf buiten de houtvaten om nog moeizamer dan in het blad. Maar als de bacteriën de bolschijf eenmaal hebben bereikt, heeft daar altijd een snelle vermenigvuldiging plaats. Vanuit

de schijf verspreiden zij zich bij 20° C in enkele dagen naar boven in de rokken. Deze verspreiding verloopt uitsluitend via de houtvaten.

Vooraf vanuit de vlekjes langs de bladrand kan zich een streepvormige aantasting naar beneden ontwikkelen die de bol onder gunstige omstandigheden in enkele dagen bereikt. In het witte gedeelte van het blad dat zich in de grond bevindt, is de kleur van het aangetaste weefsel helder geel. Bij recent microscopisch onderzoek van dergelijke streepvormige aantastingen, konden de bacteriën regelmatig in de houtvaten worden waargenomen. Het is begrijpelijk dat zij zich in deze vaten vrij snel naar de bolschijf kunnen verplaatsen.

De aantasting van de bol kan tot meer of minder duidelijke symptomen leiden die reeds kort na de oogst of veel later optreden. De bacteriën kunnen zich namelijk vanuit het blad naar de bol ofwel via de houtvaten of via de holten tussen de cellen verplaatsen. Het tijdstip van optreden van de symptomen is afhankelijk van de snelheid waarmee zij de bol bereiken. Het 'bodemgeel'-stadium kan in de gehele periode van vóór het rooien tot na het planten in de winter worden bereikt. Dit is afhankelijk van de verplaatsingssnelheid in de bol. Het is mogelijk dat de plant nog normaal opkomt, doordat het 'bodemgeel'-stadium pas in het voorjaar wordt bereikt. Zelfs is het mogelijk dat een lichte infectie van de bolrokken de bolbodem in het betreffende groeiseizoen nog niet bereikt, maar pas in het daaropvolgende. Een symptoom dat wel verward kan worden met dat van een eerste infectie na besmetting op het veld wordt 'oud zwart' of 'vlaggen' genoemd. Daarbij treden geen kleine plekjes langs de bladrand op, zoals bij de eerste infectie,



Afb. 3 Streepvormige 'spetters' op een blad vóór de kunstmatige besmetting was beschadigd met zand.



Afb. 4 Kleine aantastingsplekjes aan de punt van de bolrok, die ontstonden na besmetting bij het visiteren.

maar is de top van het blad ernstig aangetast. Dit symptoom komt verspreid in het gewas voor en opvallend vroeg in het groeiseizoen. Uit onderzoek van Beijer (nog niet gepubliceerd) is gebleken dat dit symptoom ontstaat bij een lichte aantasting in de neus van de bol (afb. 4). Als de spruit uitgroeit kan een blad worden besmet dat langs de aangetaste plek strijkt.

De besmetting en infectie van de bladeren

Op vele manieren kunnen de bacteriën op bladeren van gezonde planten terecht komen. Een besmetting kan bijvoorbeeld optreden als handen, kleding of gereedschap eerst met bladeren van zieke planten en vervolgens met gezonde bladeren in contact komen. Wij hebben dit onderzocht door met een vochtige jute zak langs zieke en daarna langs gezonde planten te strijken, waardoor vele van de laatste inderdaad ziek werden.

Bij het verwijderen van het riet (ontdekken) in het voorjaar kunnen bacteriën gemakkelijk worden verspreid vanuit aangetaste bladpunten die reeds boven de grond staan. Dit werd in proeven aangetoond door riet eerst over zieke planten te verplaatsen en daarna over gezonde.

Een andere besmettingsmogelijkheid doet zich voor bij het verwijderen ('ritsen' of snijden) van de bloemen. De handen kunnen daarbij besmet worden doordat aangetaste bladeren worden aangeraakt of doordat bloempjes waren aangetast. In een proef werden met handen, die besmet waren door ze met bacteriën in water te bevochtigen, bloemen 'gerits'. De besmetting bleek zeer gemakkelijk tot stand te komen want de bloemstelen werden alle geïnfecteerd.

Behalve door overbrengen via voorwerpen, handen, dieren enz. kan verspreiding door wind plaatsvinden. Het laatste wordt al vele jaren door de telers van grote betekenis geacht. Zo wordt vaak vermeld dat de eerste aantastingen op het veld in 'vegen' parallel aan de heersende windrichting (Z.W.) worden gevonden. Men kan dit theoretisch wel verklaren. Regendruppels die op het blad neerkomen, kunnen bij het uiteenspatten de op het blad aanwezige bacteriën verspreiden. Uit onderzoek van Gregory (1959) is bekend dat een flinke regendruppel die met matige snelheid het blad treft, uiteen kan spatten in 5000 microdruppeltjes die sporen of bacteriën mee kunnen nemen. Zo zullen regendruppels die op het blad neerkomen bij het uiteenspatten de op het blad aanwezige bacteriën verspreiden. Onder de invloed van wind kunnen de microdruppeltjes gemakkelijk in de windrichting over korte afstand worden getransporteerd. Van Slogteren (1926) veronderstelde dat ook met zanddeeltjes die in de duinstreek door wind worden meegevoerd, bacteriën kunnen worden verspreid. Hoe aannemelijk deze veronderstelling ook moge klinken, tot nu toe konden zij niet in proeven worden bevestigd. Drie jaren achtereenvolgend werden op een proefveld gezonde bollen geplant naast bollen die ernstig ziek waren. De gezonde bollen waren geplant ten oosten en ten noorden van de zieke planten. De wind had vrij spel. Een verspreiding van de ziekte trad nauwelijks op, slechts in de rijtjes direct grenzend aan de zieke planten werden nieuwe infecties gevonden. Hieruit moet worden geconcludeerd dat verspreiding door wind en regen niet zo gemakkelijk gaat als algemeen wordt verondersteld. Waarschijnlijk spelen ook andere (nog onbekende) factoren een rol.

Het onderzoek zal worden voortgezet; voorlopig mag alvast worden geconcludeerd dat men niet al te spoedig moet denken dat een besmetting is komen aanwaaien uit de tuin van de buurman. Wij zijn thans eerder geneigd aan te nemen dat veel besmettingen tot stand komen tijdens de werkzaamheden die in het gewas worden verricht. Misschien speelt ook onvoorzichtigheid bij het 'ziekzoeken' een rol, bijvoorbeeld als geen rekening wordt gehouden met de versterkte mogelijkheid van verspreiding in een nat gewas.

Men kan de vraag stellen of altijd infectie optreedt als door besmetting bacteriën op het blad zijn gekomen. Wij hebben vastgesteld dat zich bij besmettingsproeven in de kas een groot aantal bacteriën op het blad moet bevinden om aantasting te krijgen. Tevens bleek dat het aantal levende bacteriën na 24 uur op droog blad sterk is afgenomen. Op vochtige bladeren kunnen de bacteriën zich naar de huidmondjes (openingen in de oppervlucht van het blad, afb. 5) verplaatsen en het blad via deze openingen binnendringen (infecteren). Volgens eigen waarnemingen en literatuurgegevens (Leben, 1970) kan onder deze omstandigheden na de afsterving een vermeerdering van bacteriën op het blad plaatsvinden. Uit deze gegevens volgt dat het optreden van infectie niet alleen sterk afhankelijk is van de mate van besmetting maar ook van de weersomstandigheden erna, die bepalen hoe groot de kans is dat de bacterie het blad binnenkomt.

Waarom ontstaan de symptomen van bladaantasting op vele percelen bijna gelijktijdig?

Als bacteriën in het blad terecht zijn gekomen, duurt het enige tijd voordat de eerste symptomen optreden. Die periode heet de incubatietijd. In kas-

proeven werd vastgesteld dat de symptomen bij 23°–25° C ongeveer 6 dagen na de infectie optreden. Bij 15°–17° C duurt de incubatietijd ongeveer drie maanden. Wanneer de temperatuur na de infectie tijdelijk hoger is dan 15° C wordt de incubatietijd verkort. De mate van verkorting hangt af van het temperatuurniveau en de lengte van de periode gedurende welke de temperatuur hoger was. Die invloed kan zeer sterk zijn, hetgeen blijkt uit het volgende voorbeeld.

Als de planten na infectie gedurende 3 dagen bij 25° C en verder bij 15°–17° C waren geplaatst, werd de incubatietijd met 2 maanden verkort. Met deze kennis is het volgende te verklaren. Een infectie te velde die plaatsvindt in maart bij een lage temperatuur, zal lange tijd geen symptomen teweegbrengen. Door het optreden van enkele warme dagen wordt de incubatietijd echter verkort. De invloed die de hoge temperatuur heeft op de duur van de periode zonder symptomen, is dan zo groot dat na infectie op sterk uiteenliggende tijdstippen het optreden van symptomen op verschillende percelen bijna gelijktijdig plaats heeft. Het verschijnsel is vergelijkbaar met het vrijwel gelijktijdig in bloei komen van bollen die geplant werden tussen 15 oktober en 1 januari.



Afb. 5 Huidmondjes in hyacintebblad (vergroting 1000x), die voor infectie een invalspoort vormen.

De betekenis van zeedampen voor de infectie

Dikwijls hoort men de mening dat gemakkelijk besmetting kan optreden door 'zeedampen' (ochtendnevel). In het algemeen zijn waarnemingen van practici zeer juist. De verklaring die zij van een waargenomen verschijnsel geven is echter vaak onjuist doordat zij over onvoldoende gegevens beschikken. Het is de vraag of de zeedampen werkelijk een rol spelen bij de overdracht van de bacteriën.

Uit onderzoek van Saaltink (1966) zijn gegevens verkregen die het verband tussen het optreden van zeedampen en ziektesymptomen kunnen verklaren. Bacteriën, die als het ware op het blad de mogelijkheid afwachten om naar binnen te gaan, kunnen onder bepaalde omstandigheden, zoals een hoge luchtvochtigheid (ochtendnevel), gemakkelijk binnenkomen. De plant kan het water dat de wortels opnemen dan niet verdampen. Er vormen zich druppels

langs de bladrand, waarin de bacteriën zich vermeerderen. Als de ochtendnevel verdwijnt daalt de luchtvochtigheid snel. In het blad wordt het wateroverschot opgeheven; daarbij worden de waterdruppeltjes, eventueel met bacteriën, naar binnen gezogen.

Het optreden van symptomen langs de rand van de top van het blad is vrij zeker meestal op deze wijze ontstaan. De genoemde zeedampen treden veelal op bij rustig weer met overdag hoge temperaturen, omstandigheden waarbij de incubatietijd kort is. Dat de symptomen dan reeds ca. 1 week na aantasting zichtbaar kunnen worden, is op deze wijze begrijpelijk. Deze verklaring is anders dan die welke practici geven, hoewel het op zichzelf juist is dat er een relatie tussen weersomstandigheden en aantasting bestaat.

De infectie van de bol

Het komt dikwijls voor dat telers symptomen in de bol aantreffen zonder dat zij te velde bladinfecties hebben waargenomen. Een verklaring voor dit onverwachte verschijnsel kan zijn dat een aantasting vlak boven de bol (in de 'kruidkoker') onopgemerkt is gebleven. Een lichte aantasting van de bolrokken kan dan pas geruime tijd na de oogst duidelijke symptomen geven. Het onverwachte optreden van hoge percentages zieke bollen kan ook op andere wijze zijn veroorzaakt zoals uit de volgende veldproeven blijkt.

Van gezonde hyacintplanten werd op 28 juli het loof afgesneden met een mes waarop veel bacteriën aanwezig waren. De bollen werden daarna direct geroid en bij 30° C geplaatst. Bij de beoordeling op 24 november was 50% ziek; de zieke bollen vertoonden alle een aantasting in de top van de bol. Van de planten waarvan het loof met een niet-besmet mes was afgesneden had geen enkele bol geelziekte.

In een andere veldproef werden de wortels van gezonde planten enkele centimeters onder de bol afgesneden met een besmet mes. Tijdens de bewaring tot 24 november werd 40% van de bollen aangetast, voornamelijk in de bolbodem.

Het besmettelijke karakter van de ziekte kan met nog een voorbeeld worden geïllustreerd. Als bij de machinale verwerking, bijvoorbeeld bij rooien, een ernstig zieke bol in de machine wordt meegevoerd, zal deze bepaalde plaatsen van de machine gemakkelijk besmetten. Kamt daarna een gezonde bol met een licht beschadigde huid op de besmette plaats, dan zal deze worden geïnfecteerd. Dit werd vastgesteld in een proef waarbij bollen heen en weer werden geroid in een gaasbak waarvan het gaas was besmet. Hierbij werd 70% van de bollen ernstig aangetast. Opvallend was dat de aantasting zich bijzonder snel naar de bolbasis uitbreidde.

Door het besmettelijke karakter van de ziekte kunnen onverwachts aantastingen optreden in een ogenschijnlijk gezond gewas. Deze ontstaan wanneer bij het afschoffelen of bij het rooien delen van het gereedschap worden besmet door enkele zieke planten. De telers dienen hierop bedacht te zijn.

Een ander bewijs van de besmettelijkheid van geelziekte is het feit dat in proeven door 'visiteren' met een mesje, waaraan bacteriën kleefden, gezonde bollen voor 100% werden geïnfecteerd (afb. 4). Het is dus raadzaam

het mesje telkens te ontsmetten. Door de aanwezigheid van een niet opgemerkte zieke bol kunnen vele gezonde bollen worden besmet. In proeven werd geen infectie van de bol via de wortels verkregen als de laatste niet waren beschadigd. Dit is in tegenspraak met hetgeen door telers regelmatig wordt gemeld. In de proeven werden gezonde bollen zowel op met bacteriën besmette grond als naast zieke exemplaren geplant. In geen van de gevallen kon echter een overgaan van de ziekte via de wortels worden vastgesteld. Dit resultaat bevestigt de uitkomsten van proeven van Beijer (nog niet gepubliceerd). Wellicht hebben de gemelde praktijkwaarnemingen betrekking op speciale gevallen. Zo kunnen infecties optreden na beschadiging van de wortels of de bol door bodeminsekten die eerst zieke en daarna gezonde bollen hebben aangevreten. Ook kunnen de eerder beschreven mogelijkheden van besmetting een rol hebben gespeeld of de reeds genoemde, onopvallende aantasting onderin de kruidkoker.

Bestrijding

De maatregelen ter bestrijding van geelziekte kunnen als volgt worden ingedeeld:

- a. maatregelen ter bestrijding van bacteriën in het plantgoed
- b. maatregelen om de verspreiding van de ziekte in het gewas op het veld tegen te gaan.

a. De bestrijding van bacteriën in het plantgoed

Als de bacteriën in het plantgoed volledig konden worden bestreden zou de ziekte op het veld geen rol meer spelen. Om dit te bereiken zou het volgende moeten gelden:

1. dat een methode beschikbaar is waarmee de ziekte voor 100% wordt bestreden, dat wil zeggen dat alle bacteriën in de bol zonder uitzondering worden gedood.
2. dat het plantgoed van alle cultivars kan worden behandeld, dus ook van cultivars en in maten die gevoelig zijn voor de hoge temperatuur. Deze kunnen met de thans gebruikte methode gemakkelijk worden 'verstoekt'.

Het effect van de 'heetstook'-behandeling volgens de methode die door Van Slogteren werd aangegeven, is goed, maar niet altijd afdoende. De bacteriën kunnen in enkele bollen van de partij in leven blijven. Dit kan een bijzonder verraderlijk effect hebben als de planten van dergelijke bollen te velden te laat worden gevonden.

Sinds de geelziekte op het Laboratorium opnieuw in studie werd genomen, is nagegaan of de temperatuur van 38° C werkelijk dodelijk is voor de bacteriën. Ook werd gezocht naar een temperatuurbehandeling waarvan de toepassing eenvoudiger is en minder risico meebrengt dan de bestaande behandeling.

Het onderzoek naar de doding werd voor een deel uitgevoerd met bacteriën in voedingsoplossingen (bouillon of pepton). De temperatuur van een oplos-

sing met een matig aantal bacteriën behoeft slechts 30 minuten 44° C te zijn om alle bacteriën te doden. Bij dezelfde temperatuur duurt het 4 uren eer alle bacteriën in een zeer geconcentreerde oplossing zijn gedood. Het doden van zeer grote aantallen bacteriën gehuld in slijm in een bol zal dus nog meer warmte kosten.

Ook de voedingstoestand van de bacteriën is van invloed op hun gevoeligheid voor warmte. Enkele resultaten van proeven daarover zijn gegeven in tabel 1.

Tabel 1 Doding van Xanthomonas hyacinthi in afhankelijkheid van de voedingstoestand.

tijdsduur	pepton 44° C	water 44° C
3 uren	00	00
24 uren	00	0
30 uren	00	+
55 uren	0	+
onbehandeld	00	00

00 = veel overlevende bacteriën

0 = enkele overlevende bacteriën

+ = alle bacteriën gedood

In water zijn de bacteriën na 24 uren bij 44° C gedood, in pepton blijven zij veel langer in leven (tot 55 uren). Het is te verwachten dat hyacinteweefsel een nog gunstiger voedselbron is, zodat zij in de bol nog meer warmte kunnen verdragen.

Tenslotte werd aangetoond dat er een relatie bestaat tussen de temperatuur en tijdsduur (tabel 2). Bij een hoge temperatuur zijn de bacteriën sneller dood dan bij een lage.

Tabel 2 Verband tussen temperatuur en tijdsduur bij de doding van geelziekbacteriën in water.

tijdsduur	temperatuur in graden Celsius			
	47	44	41	38
5 minuten	0	0	0	0
15 minuten	+	0	0	0
1 uur	+	+	0	0
2 uur	+	+	+	+

0 = overlevende bacteriën

+ = alle bacteriën gedood

De gevonden regels gelden ook voor de bacteriën in de bol. Hierin zijn alle bacteriën dood na enkele dagen 44° C in plaats van na 4 weken 38° C. De moeilijkheid is echter dat niet iedere temperatuurbehandeling door de bol kan worden verdragen. Wel bleek dat de ballen na een vóórstaande

bewaring gedurende 1 à 2 weken bij 38° C een behandeling bij 44° C beter kunnen doorstaan. De voorbehandeling bij 30° C heeft trouwens ook invloed.

Tabel 3 Het effect van een 4 weken durende behandeling bij 38° C op de doding van geelziekbacteriën in hyacintebollen cv. 'Anne Marie'.

proefjaar		datum begin behandeling bij 38° C	aantal bollen geplant	aantal zieke bollen in het voorjaar
1968		2/9	1880	3
	constant 30° C	—	1533	543
1969		1/9	770	0
	constant 30° C	—	360	170

In tabel 3 worden de resultaten gegeven van proeven, die in de jaren 1968 en 1969 werden genomen. De bollen die voor de proeven werden gebruikt zijn kunstmatig besmet door het loof in april met bacteriën in water te bespuiten. Van bijna alle planten werden de bladeren aangetast.

Uit de tabel blijkt dat het effect van de klassieke warmtebehandeling (4 weken 38° C) zeer goed is. In de proeven werd de bacterie gemiddeld in meer dan 99% van de aangetaste bollen gedood. Een dergelijk resultaat bij de bestrijding van een planteziekte mag in het algemeen zeer goed worden genoemd. Bij de bestrijding van geelziekte is het echter niet voldoende omdat een enkele zieke plant in een perceel een belangrijke besmettingsbron kan zijn. Indien de behandeling in de praktijk niet geheel volgens de gegeven richtlijnen plaatsvindt, zullen teleurstellingen niet uitblijven. Het effect van de warmtebehandeling zal namelijk sterk afnemen als de duur wordt verkort of de behandeling bij een enkele graden lagere temperatuur wordt uitgevoerd.

Bij de beoordeling van de proefresultaten werd vastgesteld dat de voorbehandeling het resultaat beïnvloedt. Uit tabel 4 blijkt dat 3 weken bij 38° C een zeer slechte bestrijding gaf. Van de partij, waarbij de behandeling bij 38° C op 15 augustus begon, was een kleiner percentage bollen aangetast dan van de partijen die op andere data bij deze temperatuur werden geplaatst. Het zou kunnen zijn dat in deze proef niet het tijdstip waarop de warmtebehandeling begon, maar de lengte van de periode die de bollen bij 30° C doorbrachten (0 tot 6 weken), van invloed was. Een voorbehandeling van 4 weken zou dan het meest gunstig zijn geweest. In 1969 werden behandelingen toegepast waarbij met beide factoren rekening werd gehouden. De bollen werden na een voorbehandeling gedurende 2, 4 of 6 weken bij 30° C, geplaatst bij 38° C. Door de bollen op verschillende data te rooien was het aanvangstijdstip van de warmtebehandeling 15 augustus of 1 september. Het aantal zieke bollen was, ongeacht het behandelingstijdstip, na 4 weken bij 30° C lager dan na 2 weken bij 30° C. De voorbehandeling van 6 weken bij 30° C gaf eenzelfde resultaat als die van 4 weken bij 30° C, hetgeen in 1968 niet het geval was.

Tabel 4 Bestrijding van geelziekte. Invloed van de voorbehandeling bij 30° C op het effect van de warmtebehandeling bij 38° C.

proef- jaar	aantal weken voorbe- handeling bij 30° C	aantal weken bij 38° C (begindatum)	aantal dagen bij 44° C (begindatum)	totaal aantal geplante bollen	aantal bollen met geelziekte in het voorjaar	per- centage bollen met geelziekte
1968	0	3 (2/9)	—	322	74	23
	2	3 (1/8)	—	424	73	17
	4	3 (15/8)	—	248	11	4
	6	3 (2/9)	—	420	113	27
	constant	—	—	511	181	35
1969	2	1 (1/9)	2 (8/9)	366	27	7
	4	1 (1/9)	2 (8/9)	348	4	1
	6	1 (1/9)	2 (8/9)	381	8	2
	2	1 (15/8)	2 (22/8)	382	22	6
	4	1 (15/8)	2 (22/8)	424	6	1
	constant	—	—	750	232	31

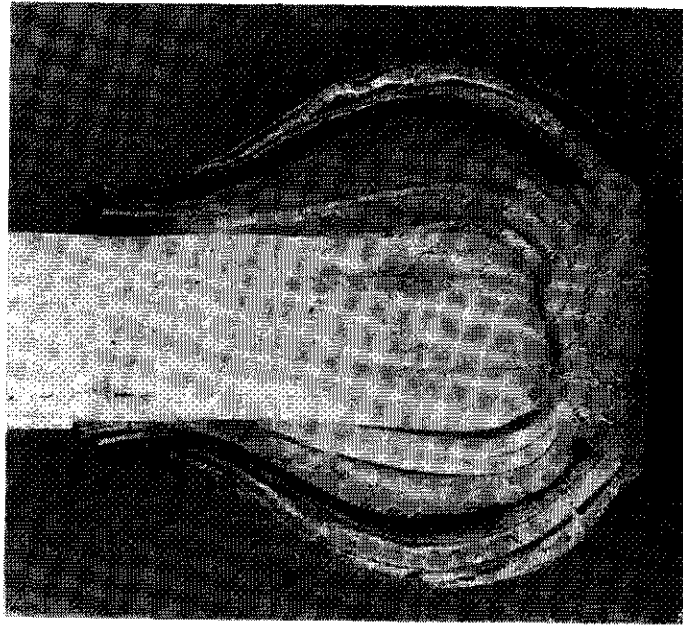
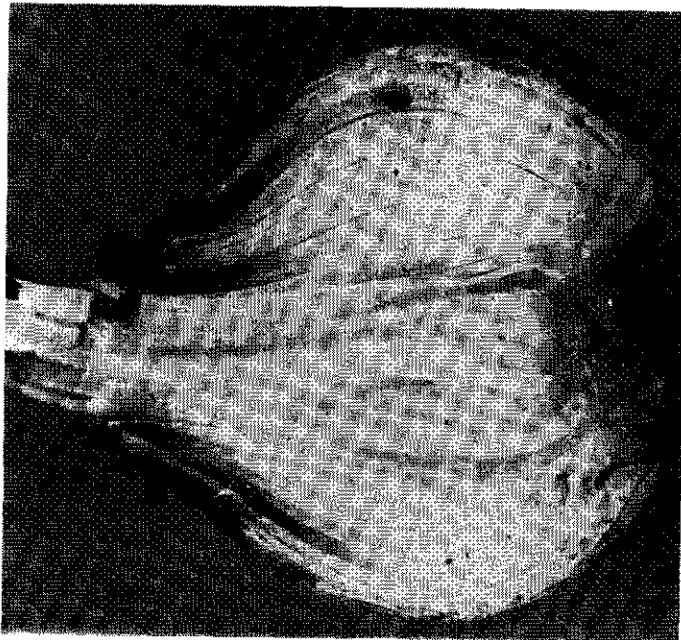
In 1968 en 1969 werden gegevens verkregen over het effect van een behandeling in 2 fasen, nl. bij 38° en 44° C. In tabel 5 zijn de resultaten gegeven van een behandeling gedurende 2 weken bij 38° plus 2, 3 of 4 dagen bij 44° C. Het resultaat met bollen die op natuurlijke wijze waren geïnfecteerd was zeer goed (afb. 6). In deze partij werd geen aantasting gevonden. Ook werden geen levende bacteriën meer aangetroffen.

Tabel 5 Het effect van een warmtebehandeling bij 38° C en vervolgens 44° C op de doding van geelziektebacteriën in hyacintebollen.

proef- jaar	aantal weken voorbe- handeling bij 30° C	aantal weken bij 38° C (begindatum)	aantal dagen bij 44° C (begindatum)	totaal aantal geplante bollen	aantal bollen met geelziekte in het voorjaar	per- centage bollen met geelziekte
1968	6	2 (2/9)	2 (16/9)	217	0	0
	6	2 (2/9)	3 (16/9)	223	0	0
	constant 30° C	—	—	511	181	35
1969	6*	2 (1/9)	2 (15/9)	830	0	0
	constant 30° C*	—	—	750	232	31
1969	3**	2 (1/9)	2 (15/9)	159	1	1
	3**	2 (1/9)	3 (15/9)	145	0	0
	3**	2 (1/9)	4 (15/9)	132	0	0
	constant 30° C**	—	—	131	131	100

* = natuurlijk geïnfecteerde partij

** = kunstmatig geïnfecteerde partij (100% zwaar aangetast).



Afb. 6 Links: zwaar aangetaste bol; de bolbodem is geelgekleurd, in de rokken zijn streepvormige aantastingen te zien. Rechts: bol van dezelfde partij, die een heefstookbehandeling (6 weken 30° + 2 weken 38° + 3 dagen 44° C) heeft ondergaan; oude aantastingsplekken zijn nu bruin gekleurd en verdroogd.

In 1969 werd ook een proef genomen met een partij waarvan de bollen kunstmatig ziek waren gemaakt door injectie met bacteriën. Na een behandeling van 2 w. 38° + 2 d. 44° C was in deze partij nog 1 aangetaste bol te vinden. Na 2 w. 38° + 3 d. 44° C werd in het volgende voorjaar bij deze ernstig zieke partij echter geen aantasting meer gevonden.

Op grond van de vermelde resultaten kan voor proefsgewijze toepassing een behandeling worden geadviseerd waarvan het ziekte-bestrijdend effect beter is dan van de oude methode. Het betreft hier de behandeling die in onze proeven voor cv. 'Anne Marie' werd gebruikt. Deze was: 4-6 weken 30° C (beslist niet korter), 2 weken 38° C en daarna 3 dagen 44° C (de eerste dag de temperatuur zo snel mogelijk van 38° tot 44° C opvoeren) (zie tabellen 3 en 5).

Wel moet nog worden nagegaan of bollen van bepaalde cultivars deze warmtebehandeling beter of slechter verdragen dan die volgens de oude methode. Tevens moet worden onderzocht of de grote maten deze behandeling kunnen verdragen.

De nieuwe methode zou alvast kunnen worden toegepast bij partijen die ernstig zijn aangetast of moeilijk gezond zijn te houden. Bedenk echter dat de oude methode al zeer goede resultaten kan geven en dat de risico's van deze behandeling door ervaring beter bekend zijn. Indien men met de oude methode goede resultaten had, is het wellicht raadzaam daarmee voorlopig door te gaan. Men kan dan overgaan op de nieuwe methode zodra over de toepassing daarvan meer gegevens beschikbaar zijn. Bij enkele telers heeft de nieuwe methode reeds goede resultaten gehad.

b. Maatregelen om verspreiding in het veld tegen te gaan

Als uit aangetaste bollen planten groeien met symptomen van geelziekte in het blad, bestaat het gevaar van verspreiding.

Deze verspreiding kan op verschillende manieren plaatsvinden. Er is bij de beschrijving van de symptomen reeds gewezen op de kans op besmetting bij werkzaamheden te velde, zoals het verwijderen van het riet in het voorjaar en het verwijderen van de bloemen. Ook is gewezen op de rol die regen en wind kunnen spelen bij de verspreiding.

Als in een gewas symptomen van geelziekte worden gevonden, is het dus van groot belang dat de zieke planten worden vernietigd. Een goede methode is de zieke planten tezamen met de omstanders te doden door er vruchtboomcarbolineum of een ander snelwerkend loofdodend middel over te gieten. Een andere mogelijkheid is de zieke planten vlak onder het grondoppervlak af te snijden en direct in een plastic zak te stoppen. Een bezwaar is echter dat de handen bij deze methode gemakkelijk met bacteriën besmet raken.

Het komt nogal eens voor dat te velde onverwacht symptomen optreden, hoewel in de partij geen besmettingsbron voorkwam. Deze symptomen bestaan uit kleine, donkere, met vocht doortrokken plekjes op de bladeren. Bij onderzoek op het Laboratorium is gebleken dat dergelijke plekjes vaak niet door geelziekte worden veroorzaakt. Ze zijn dan ontstaan doordat het blad tengevolge van regen of hoge luchtvochtigheid plaatselijk tussen de cellen

met water werd verzadigd via kleine wondjes (hagel, insecten). Deze plekjes zijn zelfs voor een ervaren ziekzoeker nauwelijks van de symptomen van geelziekte te onderscheiden. Een belangrijk verschil is echter dat de plekjes bij geelziekte niet verdwijnen als het gewas weer droog is geworden. In het hier bedoelde geval verdwijnen de plekjes gewoonlijk op warme dagen in de middaguren en zeker als het afgeplukte blad enkele uren in een droge ruimte wordt bewaard. In twijfelgevallen kan op het Laboratorium in één dag met een serologische methode worden nagegaan of de plekjes door geelziekte zijn veroorzaakt. Wel moet worden opgemerkt, dat slechts een beperkt aantal monsters per dag kan worden verwerkt.

Het is dus van belang tijdens het groeiseizoen alle partijen grondig te controleren op de aanwezigheid van zieke planten. Partijen waarin de ziekte werd gevonden, moeten regelmatig worden nagekeken op nieuwe aantastingen. Als een partij voor een groot percentage is aangetast, kan het raadzaam zijn al het loof 'af te trekken' om besmetting van de bol vanuit het loof te beperken. Als zo'n partij echter geen besmettingsgevaar voor de omgeving wordt, kan men de ziekte aan het lot overlaten en de bolaantasting later bestrijden met de warmtebehandeling ('heetstook'). Daarbij kan wel 10-50% van de bollen te gronde gaan; het percentage is afhankelijk van de mate van bolaantasting.

In verband met het overbrengen van de ziekte tijdens het ritsen van de bloemen moet worden nagegaan of deze handeling misschien beter achterwege kan blijven.

Reeds enige jaren wordt gezocht naar een chemisch bestrijdingsmiddel waarmee bladinfectie kan worden voorkomen. Tot nu toe hebben proeven met middelen die dodelijk zijn voor de bacteriën geen resultaten opgeleverd welke voor praktische toepassing betekenis hebben. Het onderzoek wordt echter voortgezet. Een chemische bestrijding zal vrij kostbaar zijn zolang de invloed van allerlei omstandigheden op de verspreiding en infectie te velde onvoldoende bekend is. Daardoor zal namelijk vele malen per seizoen gespoten moeten worden.

In het voorgaande is reeds aangetoond dat de ziekte gemakkelijk wordt overgebracht door het afschoffelen van het loof, het afsnijden van de wortels of een andere beschadiging tijdens en vlak na het rooien. Daarbij is gewezen op de grote besmettelijkheid van deze ziekte.

Het is niet mogelijk een algemeen advies te geven dat bij de oogst kan worden toegepast om besmetting te voorkomen. Men dien echter rekening te houden met de genoemde verspreidingsmogelijkheden en de werkwijze daaraan aan te passen. Zo is het bijv. af te raden een gezonde partij direct na een zieke partij machinaal te rooien zonder de machine eerst grondig te hebben gereinigd (bijv. met formaline 4%).

Over het algemeen is het raadzaam partijen waarin mogelijk een besmetting is opgetreden, een warmtebehandeling te geven. Daardoor worden de nieuwe infecties te niet gedaan. Hiermee wordt de betekenis van een goede

'heetstook'-behandeling nog eens onderstreept. De betekenis zou nog groter zijn als deze methode ook bij grote bolmaten kon worden toegepast en bij plantgoed dat in het volgend jaar voor preparatie of voor uitplanten op de grondverwarming zal worden gebruikt. Hieraan wordt aandacht besteed.

Literatuur

- Gregory, P. H., E. J. Guther en M. E. Bunce, 1959. Experiments on splash dispersal of fungus spores.
J. gen. Microbiol. **20** : 328-354.
- Leben, C., M. N. Schroth and D. C. Hildebrand, 1970. Colonization and movement of *Pseudomonas syringae* on healthy bean seedlings.
Phytopathology **60** : 677-680.
- Saaltink, G. J., 1966. Hydathoden als mogelijke invals-poort voor *Xanthomonas hyacinthi*.
Meded. Rijksfac. Landb. Wetensch. Gent **31** : 941-949.
- Slogteren, E. van, 1926. Bestrijding te velde van het geelziek der hyacinten.
Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur, Haarlem.
- Slogteren, E. van, 1927 a. Invloed van het vroeg rooien op het geelziek der hyacinten?
Lab. BloembollOnderz. Lisse, Meded. No. 28.
- Slogteren, E. van, 1927 b. De bestrijding van het geelziek der hyacinten.
Lab. BloembollOnderz. Lisse, Meded. No. 29.
- Wakker, J. H., 1887. Onderzoek der ziekten van hyacinten en andere bol- en knolgewassen gedurende de jaren 1883, 1884 en 1885. (Intern verslag).
Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur, Haarlem, p. 4-13.