

HARDROT VAN GLADIOLLEN,
VEROORZAAKT DOOR *SEPTORIA GLADIOLI*¹

With a summary: Hardrot of gladioli, caused by Septoria gladioli

DOOR

P. K. SCHENK

Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse

INLEIDING

Hardrot, veroorzaakt door *Septoria gladioli* PASS., is een van de oudst bekende ziekten van de gladiool. PASSERINI heeft in 1874 *S. gladioli* voor het eerst beschreven op de bladeren van *Gladiolus segetum* en *G. gandavensis*. Bij het onderzoek van gladiolobladeren in de herbaria van Kew en Cambridge vond STONE (1958) in bijna 10% van de gevallen de bladvlekken van deze ziekte. Het oudste materiaal waarop hij de pycniden aantrof was verzameld in 1810. De vindplaatsen wijzen erop dat deze schimmel oorspronkelijk voorkomt op de in Midden- en Zuid-Europa en Noordwest-Afrika aangetroffen *Gladiolus*-soorten. Uit dit gebied heeft de parasiet zich verspreid, zodat hij thans overal ter wereld voorkomt, waar gladiolen worden geteeld.

In Nederland zou RITZEMA BOS (1906, 1926) de ziekte in 1906 voor het eerst hebben waargenomen, zonder de oorzaak te hebben kunnen vaststellen. In 1926 vermeldt hij dat hier sprake is geweest van hardrot, hoewel zijn eerder gegeven beschrijving meer aan een aantasting door droogrot (*Stromatinia gladioli* (DRAYT.) WHETZ.) doet denken. In 1914 heeft hij op gladiolobladeren uit Hillegom, naast andere schimmels, ook een *Septoria* species gevonden (RITZEMA BOS, 1914). Dit is de eerste betrouwbare vermelding van het optreden van hardrot in Nederland.

Weinig exacte gegevens zijn bekend over de door de ziekte veroorzaakte schade. MASSEY (1916) schrijft het uitvallen van duizenden gladioleknollen tijdens de bewaring en de groei in de staat New York voor een belangrijk deel toe aan *S. gladioli*. Bovendien leidt de aantasting door bladvlekken bij zaailingen en planten gegroeid uit kralen (dit zijn kleine bulbillen die aan korte stollen onder de jonge knol worden gevormd en die worden gebruikt voor de vegetatieve vermeerdering) tot een belangrijke oogstreductie. In Michigan treden soms in ernstige mate bladvlekken op in gewassen gegroeid uit kralen en kleine knollen (kortheidshalve wordt verder gesproken van planten of gewassen van kralen c.q. knollen). De knolaantasting is daar niet met zekerheid bekend (NELSON, 1948). In het zuiden van de Verenigde Staten (Californië en Florida) wordt de ziekte zelden of nooit gevonden (BALD, 1953). In Duitsland treedt plaatselijk veel schade op (RIEFENSTAHL, 1933). BRUHN (1955) geeft op dat voor het gebied van Berlijn – in volgorde van economisch belang – hardrot met gemiddeld 10% uitval op de vierde plaats staat, na de aantastingen veroorzaakt door

¹ Aangenomen voor publikatie 11 april 1960.

Fusarium oxysporum SCHL. f. *gladioli* (MASS.) SNYD. & HANS., *Botrytis gladiolorum* TIMMERMANS en *Stromatinia gladioli* (DRAYT.) WHETZ. Ook in Australië komt de ziekte zeer algemeen voor (GOSS, 1953; ANONYMUS, 1955).

DRAYTON (1929) schrijft naar aanleiding van een bezoek aan Nederland dat hardrot hier de belangrijkste gladioleziekte is, terwijl MOORE (1939) vermeldt dat bij in Engeland uit Nederland geïmporteerde gladioleknollen hardrot de meest voorkomende ziekte is.

Tot voor kort was in Nederland hardrot inderdaad een van de belangrijkste ziekten van de gladiool. Vooral op de zwaardere gronden in West-Friesland is de door deze ziekte veroorzaakte schade bijzonder groot geweest. Door het toenemend gebruik van kwik bevattende ontsmettingsmiddelen vlak voor het planten, is de aantasting echter in de loop van de laatste jaren sterk teruggedrongen. Hardrot staat daardoor op het ogenblik in belangrijkheid verre ten achter bij droogrot en de ziekten veroorzaakt door *Fusarium* en *Botrytis*. Op de zandgronden in Noord- en Zuid-Holland, die voor de gladiolecultuur worden gebruikt, is hardrot nooit een groot probleem geweest.

DE SYMPTOMEN

1. Symptomen op planten van kralen

De meest opvallende en reeds lang bekende bladvlekken op de bladeren van de gladiool (de zgn. secundaire bladvlekken), ontstaan als kleine, ronde, waterige vlekjes, die na enkele dagen geelbruin kleuren en door een donkere rand van het gezonde weefsel zijn gescheiden. In het necrotische weefsel zijn de pycniden zichtbaar als kleine, zwarte stipjes. Soms zijn de bladvlekken geheel wit zonder donkere rand (fig. 1 A). Meestal zijn de vlekken rond of door de nerven begrensd, terwijl in een later stadium nieuwe infecties uitgaande van de pycniden, aanleiding kunnen geven tot lange, necrotische strepen en grotere vlekken. Bij bevochtiging komen de pycnosporen naar buiten in een oranjekleurige slijmmassa die in water snel oplost, waardoor de sporen in suspensie gaan. Droogt het blad na de bevochtiging spoedig weer op dan is de sporenmassa als een oranjekleurig propje op de top van de pycnide zichtbaar.

De bovenbeschreven bladvlekken treden gewoonlijk onder Nederlandse omstandigheden pas in de tweede helft van juli of begin augustus in grote aantallen op, althans bij de grootbloemige cultivars. Men heeft dan ook lange tijd gemeend, dat in deze periode de vlekken voor het eerst zouden verschijnen, in overeenstemming met MASSEY (1916) in Amerika en PAPE (1925) in Duitsland. Uit eigen veldwaarnemingen is gebleken dat de eerste bladvlekken reeds veel vroeger aanwezig zijn en dikwijls reeds eind juni, begin juli in kleine aantallen gevonden kunnen worden, zoals dit ook in Engeland het geval is (STONE, 1958). Bij de kleinbloemige cultivars (*G. nanus*- en *G. colvillei*-hybriden) kunnen zelfs in mei deze vlekken al voorkomen.

Naast de zojuist beschreven symptomen kan echter bij de grootbloemige cultivars reeds vroeg in het seizoen (van eind mei af) een hiervan afwijkend ziektebeeld worden waargenomen. Wanneer kralen van deze cultivars zijn aangeplant of worden geplant in besmette grond, dan kunnen hieruit plantjes groeien met een roodbruine, bonte tekening, waarop pycniden worden gevormd. Bij deze planten met primaire aantasting¹ (STONE, 1958; SCHENK, 1959a) komen de

symptomen niet uitsluitend voor op de bovengrondse delen, zoals dit wel het geval is met de eerder beschreven secundaire vlekken. Bij het afpellen van de schedelbladen en bladscheden van de bovengrondse bladeren is de aantasting te vervolgen tot op het jonge knolletje, dat dan bedekt is met waterige, lichtbruine vlekken (fig. 1 B en C). Op de ondergrondse delen worden sclerotiumachtige lichaampjes gevormd, die bestaan uit een massa dikwandige, afgeronde cellen (fig. 2). De grootte van deze structuren, gemeten in lactofenol, varieert van $(42-149) \times (22-101)\mu$. Ze zijn gewoonlijk iets kleiner dan de pycniden, die volgens MASSEY (1916) $(100-160) \times (60-130)\mu$ groot zijn. Bij groei op vaste voedingsbodems ontstaan analoge vormen (fig. 3). Ze kunnen worden beschouwd als conglomeraten van chlamydosporen.

2. *Symptomen op planten van knollen*

Bij planten gegroeid uit grote knollen kunnen ook primaire infecties optreden en op de bovengrondse delen zichtbaar worden. Planten met deze symptomen zijn nog niet eerder beschreven. STONE (1958) zegt zelfs: „The only difference between young and old corms is that the young corms will show primary infection of the leaves, while older corms will not”.

Primair aangetaste grote planten ontstaan voornamelijk na het opplanten van zieke knollen. De hevigheid van de aantasting is in sterke mate afhankelijk van de cultivar. Bij Dr. Fleming b.v. worden de eerste symptomen zichtbaar in juli, waarna het ziekteproces zeer snel voortwoekert (fig. 4 A). Op de bladeren is een bonte tekening zichtbaar van iets ingezonken, donkerroodbruine vlekken. De lagere bladachtige delen vertonen dikwijls grote, necrotische, donkerbruine of zwarte vlekken. Het hoger gelegen blad wordt afgesnoerd, kleurt geel en sterft snel af. De schedelbladen, die elkaar normaal vast omsluiten, komen vaak los van elkaar te staan waardoor de plant waaivormig uitstaat. In andere gevallen is de plant minder sterk aangetast en is vaak alleen de bladrand van een of meer bladeren met de primaire vlekken bedekt (fig. 4 B). Als uiterste vinden we dan cultivars waarbij de primaire infecties tot laat in het seizoen bovengronds niet zichtbaar zijn of hoogstens zijn te herkennen aan het afsterven van het buitenste schedelbladje dat net boven het grondoppervlak uitsteekt (fig. 4 C).

Naarmate de plant minder heftig reageert op de infectie, slaagt zij erin een grotere knol te vormen. Wel blijkt dan altijd dat de ondergrondse delen zwaar zijn aangetast, ook wanneer bovengronds niets op de ziekte wijst. De knolschubben verkleuren en zijn dikwijls bedekt met de sclerotiumachtige lichaampjes. In het knolvlees zijn waterige, niet scherp begrensde, grijsbruine vlekken zicht-

¹ De begrippen primair en secundair worden hier, zoals gebruikelijk bij ziekten met een discontinue infectiecyclus, als volgt toegepast: Primair is de eerste infectie die optreedt in het seizoen na de overwintering. Deze vindt in dit geval plaats in besmette grond of vanuit zieke kralen of knollen. De hieruit voortkomende infecties worden secundair genoemd. „Primair” resp. „secundair” zullen in deze zin in het volgende als bijvoegelijk naamwoord en als bijwoord worden gebruikt, zodat bv. gesproken wordt van primaire symptomen en primair aangetaste planten. Op voorstel van OORT (1959) dienen hier de afgeleide begrippen „primair” en „secundair ziek” te worden vermeden, daar deze termen bij ziekten met een continue infectiecyclus zijn ingeburgerd (bv. virusziekten van de aardappel). Ook dan is echter verwarring niet uitgesloten, daar de aanduidingen primair en secundair, afhankelijk van de infectiecyclus, op twee verschillende wijzen worden gebruikt.

baar. Op doorsnee blijken deze oranjebruin van kleur te zijn en meestal slechts oppervlakkig in het knolvlees door te dringen.

De primaire aantasting komt dus zowel bij kralen als knollen voor. De volgende punten verdienen nog vermelding:

a. Bij kralen treden de primaire infecties op vanaf eind mei; bij grote planten vanaf juli, augustus.

b. In de primaire bladvlekken op planten van kralen worden bijna altijd pycniden gevormd, bij die op grote planten komen deze zelden voor.

c. Planten van kleine knollen (omtrek 2 tot 3 cm) geven een overgang te zien tussen die van kralen en grote knollen. De primaire symptomen kunnen hier al vrij vroeg zichtbaar worden (in de loop van juni), terwijl hier ook dikwijls pycniden worden gevormd.

d. In beide gevallen kunnen op de ondergrondse delen de sclerotiumachtige lichaampjes worden gevormd.

3. *Symptomen op de knollen na de oogst*

Knollen van primair aangetaste planten, met of zonder bovengronds zichtbare symptomen, vertonen bij het rooien waterige, grijsbruine vlekken, die op doorsnee een oranjebruine verkleuring van het knolvlees te zien geven. Bij het drogen van de knollen verschrompelen de zwaar aangetaste tot mummies. Bij minder ernstig zieke knollen is vaak uitsluitend een sector van de omtrek geïnfecteerd. Op de knolschubben is dit te zien aan een bruine veeg, waarop dikwijls de sclerotiumachtige lichaampjes voorkomen. Na het drogen bevindt zich op het knolvlees onder deze schubben een aantal grillig gevormde, ingezonken, roodbruine tot zwarte plekken (fig. 5).

Wanneer een gewas van kralen, waarop te velde secundaire vlekken voorkwamen, wordt geroid, dan is meestal van een eventuele infectie nog niets te zien. Pas na verloop van enkele weken zijn de grillig gevormde vlekken op het knolvlees waar te nemen, in hoofdzaak op de basale en zijdelingse leden van de stengelknol. In veel gevallen vertonen de knolschubben geen of slechts lichte symptomen. Vlekken op de knol dringen nooit diep in het vlees door, veelal slechts enkele millimeters. Sporadisch worden hierop de sclerotiumachtige lichaampjes en/of de pycniden aangetroffen (PAPE, 1925; MOORE, 1939; LIMBER, 1947).

DE SCHIMMEL IN CULTUUR

Zowel uit de pycniden als uit aangetast knolweefsel is *S. gladioli* gemakkelijk te isoleren. De groei op vaste voedingsbodems is uitermate langzaam. MASSEY (1916) vermeldt dat na een maand de diameter van een kolonie meestal niet groter is dan 1 tot 2 cm. Dit komt overeen met een lineaire groeisnelheid van maximaal 2,5 mm per week.

De vorming van sporen bij groei op haveremoutagar, beschreven door MASSEY (1916), is in eigen isolaties niet waargenomen.

1. *De invloed van de temperatuur*

Om de optimale temperatuur voor de groei te bepalen, werd een proef ingezet op petrischalen, elk met 15 ml aardappelglucoseagar (pH 7,5). Geheel met

S. gladioli doorwoekerde korrels van een acht weken oude cultuur op rijst, werden in dunne plakjes gesneden, waarna twee stukjes per schaal werden uitgelegd. De rand tussen bodem en deksel werd met paraffine afgesloten om uitdrogen te voorkomen. Nadat de schalen 10 dagen bij 25°C hadden gestaan kon het beginpunt worden gemarkeerd op een assenkruis, dat op de bodem van de schaal was aangebracht. Vervolgens werden steeds twee schalen geplaatst bij elk van de volgende temperaturen: 1, 5, 9, 13, 17, 20, 23, 25, 30 en 35°C, waarna wekelijks de totale groei werd gemeten (4 waarnemingen per kolonie, 4×4 per temperatuur). De gemiddelden van de 16 waarnemingen per temperatuur en per week zijn weergegeven in de curve van fig. 6. Hieruit blijkt dat voor de groei van het mycelium de minimum temperatuur lag bij 1°C en de maximum temperatuur bij 35°C of iets lager. De optimale temperatuur lag aanvankelijk bij 25°C en verschoof later naar 20°C. Bij 20°C en lager nam de groeisnelheid langzaam iets toe met de tijd; bij 23°C en hoger werd deze echter minder.

Bij 13°C en lagere temperaturen vormde de schimmel zeer dichte, zwarte kolonies met een donkerbruine rand, waarbuiten onder zwakke vergroting hyaliene hyfen zichtbaar waren (fig. 7A). Bij 17 en 20°C was de groei ijler, minder regelmatig, met een zwart centrum en langs de rand fijn vertakte, donkerbruine hyfen. Sommige sectoren groeiden plotseling wat sneller uit, terwijl andere delen achterbleven (fig. 7B). Bij 23°C en hoger werden onregelmatige, diepzwarte kolonies gevormd, die vooral na enige weken aan de rand kristalachtige uitgroeiingen van de hyfen vertoonden (fig. 7C). Het geheel wekte in dit geval een gedegenereerde indruk. Zodra dit verschijnsel optrad werd de groei minder.

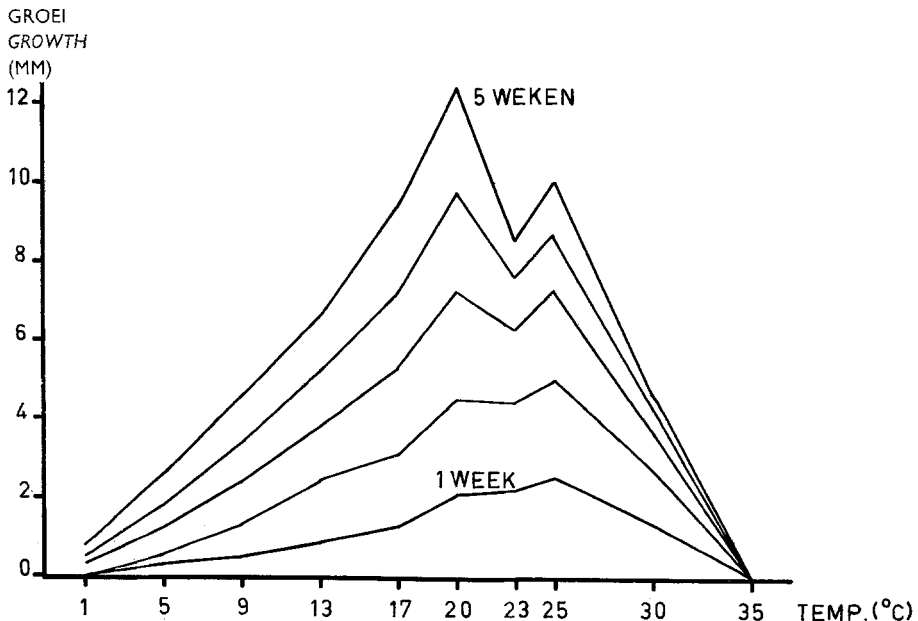


FIG. 6. Groei van *Septoria gladioli* op aardappelglucoseagar bij verschillende temperaturen, gedurende 5 weken.
Growth of *Septoria gladioli* on potatodextrose agar at different temperatures, during 5 weeks.

Bij 23 °C was dit door een onbekende oorzaak al snel na het begin van de proef het geval, zodat de groeisnelheid hier steeds ongeveer 0,5 mm/week lager was dan bij 25 °C.

Bij herhaling van de proef bij 20, 23 en 25 °C met twee andere isolaties van verschillende herkomst, bleek in een geval (met een acht weken oude cultuur) de snelheid bij deze drie temperaturen niet belangrijk te verschillen, terwijl in het andere geval (een acht maanden oude isolatie) de optimale temperatuur lag bij 23 °C, met als maximale groeisnelheid 4 mm/w.

2. Kweken van grote hoeveelheden inoculum

Daar *S. gladioli* langzaam groeit is het moeilijk om grotere hoeveelheden van de schimmel te kweken nodig voor het doen van infectieproeven en het verkrijgen van primair aangetaste planten. De volgende werkwijze heeft hierin voorzien. Men wast droge, gepelde rijst goed en steriliseert deze daarna in kolven met water (volume-verhouding 2:3). Vervolgens worden onder steriele omstandigheden de korrels van elkaar losgemaakt, waarna hierop een stukje van een *Septoria*-cultuur wordt geënt. De kolf wordt enige tijd heftig geschud en bij 20–25 °C gezet. Daar het in geringe mate op het entstukje aanwezige luchtmycelium zeer bros is en gemakkelijk afbreekt, worden door het schudden door heel de kolf korrels besmet, zodat na 3 tot 4 weken alle rijst doorgegroeid is.

DE INFECTIECYCLUS

De gang van de infectie door *S. gladioli* is in grote lijnen vastgesteld door MASSEY (1916), die het verband heeft aangetoond tussen de bladvlekken en de bijbehorende knolaantasting. Veel vragen bleven echter nog onbeantwoord. Door het werk van STONE (1958) en door te Lisse uitgevoerde onderzoeken, waarvan eerder een voorlopige mededeling verscheen (SCHENK, 1959a), kan thans een duidelijk beeld van de infectiecyclus worden gegeven. Daar deze bij planten van kralen sterk afwijkt van die bij grote planten, worden deze beide afzonderlijk behandeld.

1. Infectiecyclus bij planten van kralen

1.1. Het ontstaan van primaire infecties

Primair aangetaste planten ontstaan enerzijds uit besmette kralen, waarbij de schimmel zich in de harde schub of ook al in het knolvlees bevindt, anderzijds in grond die door een vorig ziek gewas gladiolen is besmet.

Bij kasproeven in kunstmatig met een rijstcultuur besmette grond (50 ml droge rijst levert inoculum voor 5 l grond), is gebleken dat in dit geval *S. gladioli* snel in het moederknolletje kan binnendringen, waarbij roodbruine, dikwijls diep invretende plekken ontstaan. Het knolweefsel vormt een peridermlaag, waardoor verdere groei van de parasiet meestal wordt voorkomen. Wanneer de schimmel hier doorheen breekt wordt een 2e of een 3e kurklaag gevormd. Toch is bij microscopisch onderzoek nooit gevonden, dat de parasiet via het verbindingsstuk tussen het oude en het jonge knolletje naar het jonge plantje groeit. Dit is in overeenstemming met het onderzoek van MASSEY (1916).

De schimmel dringt buitenom door in de basale delen van de spruit en groeit langzaam naar binnen. Intussen groeien de bladeren snel uit, te beginnen bij de

buitenste. Een meer naar binnen gelegen blad schuift door de koker, gevormd door de eerder uitgegroeide bladeren. Wanneer *S. gladioli* bij het naar binnen groeien een nog niet volgroeid blad infecteert, dan wordt hij mee naar boven gevoerd, terwijl de lager gelegen delen die langs de plaats van infectie schuiven, op hun beurt worden aangetast. Dat hierbij geen doorlopende strepen ontstaan, maar een meer of minder regelmatig patroon van wel en niet zieke bladdelen, moet worden toegeschreven aan de dagelijkse periodiciteit in de groei van het blad. Het algemene ziektebeeld dat zo ontstaat is nu zowel afhankelijk van de snelheid waarmee de schimmel van het ene in het andere blad naar binnen dringt, als van de snelheid waarmee de opeenvolgende bladeren uitgroeien en dus ook van de cultivar en de groeiomstandigheden. De bewering van STONE (1958), als zouden primair aangetaste planten hieraan te herkennen zijn, dat de oudste vlekken op de bovenste delen van de buitenste bladeren voorkomen, gaat in zijn algemeenheid dan ook niet op.

1.2. De verspreiding door het gewas

Door het vinden van de primaire infecties wordt het vraagstuk van de herkomst van de secundaire bladplekken opgelost. Bij kasproeven in kunstmatig besmette grond met een zeer vatbare cultivar (Dr. Fleming) is gebleken dat reeds 8 tot 9 weken na het planten de eerste bladplekken met pycniden bovengronds verschijnen. Bij minder vatbare rassen kan dit veel langer duren. In het veld kunnen de eerste primaire infecties eind mei, begin juni worden gevonden (8 tot 10 weken na het planten).

De eerste regenval na het verschijnen van de pycniden leidt tot secundaire infecties. De incubatieperiode bedraagt volgens MASSEY (1916) ongeveer 20 dagen. In eigen proeven was deze in de kas 16 en buiten 18 tot 19 dagen. Hiermee in overeenstemming worden gewoonlijk eind juni, begin juli de meestal nog kleine haardjes van secundaire vlekken gevonden. Het infectiepotentieel is dan echter sterk toegenomen, met het gevolg dat eind juli of begin augustus de secundaire aantasting op grote schaal optreedt.

Om de verspreiding in het veld nauwkeurig te kunnen nagaan is in 1957, zowel op kleigrond als zandgrond, een proefveld ingericht volgens het schema in fig. 8. Op zes bedden (richting zuidwest-noordoost) zijn acht veldjes ieder met vijf regels kralen van de cultivar Dr. Fleming (vrij van hardrot) gezaaid. Totaal per bed 40 regels over een afstand van 6 m. Op 20/6/57 is aan de zuidwest zijde een rij potten ingeplant met in kunstmatig besmette grond opgekweekte primair geïnfecteerde planten. Op 4/7 is de eerste regen gevallen, waarna op 24/7 de eerste secundaire bladplekken zijn waargenomen. Vervolgens is op 1 en 2/8, op 27 en 28/8 en op 6/9 van alle regels per bed op beide proefvelden een ziekte-index bepaald op grond van een schatting van het percentage planten met bladplekken. De index is als volgt gekozen (tussen haakjes het percentage planten met bladplekken): 0(0), 1 (0-3), 2 (3-6), 3 (6-12), 4 (12-25), 5 (25-50), 6 (50-75), 7 (75-100), 8 (100, planten grotendeels afgestorven). In fig. 8 is de gemiddelde ziekte-index over de zes bedden voor iedere datum grafisch weergegeven. De secundaire aantasting op 1 en 2/8 is uitsluitend te wijten aan de ingeplante infectiebronnen op regel 0. In beide proefvelden zien we dat met toenemende afstand tot de infectiebronnen de index zeer snel afneemt. Duidelijk opvallende infecties komen voor tot op ongeveer 1,5m van regel 0. De grootste afstand waarop nog infecties zijn waargenomen bedraagt op het zandproefveld

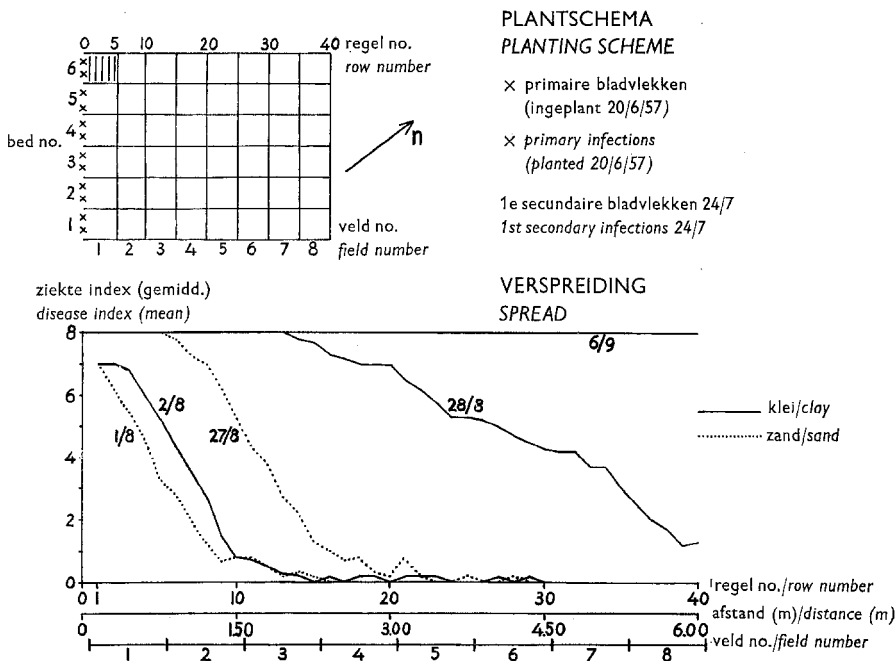


FIG. 8. Proefvelden op klei- en zandgrond om de verspreiding van secundaire hardrotblad-
vlekken te bestuderen. Plantschema en de verspreiding in de loop van het seizoen (zie
tekst).

*Experimental fields on clay and sandy soil to study the spread of secondary hardrot
infections in a crop from cormlets. On the clay soil only plants of the type with one leaf
were present, due to bad soil structure. On the sandy soil a high percentage of the plants
was of the type with more than one leaf. In the course of August the latter field was
heavily infected by Botrytis gladiolorum.*

*The percentage of plants with secondary leafspots is measured by an arbitrary index
from 0 (no infection) to 8 (100% infection, many plants killed).*

2m en op de klei bijna 4,5m. Ongeveer 20 dagen nadat de eerste regenval heeft
plaatsgevonden na het verschijnen van de eerste secundaire infecties, zullen de
bladplekken zichtbaar worden, waaraan ook secundaire vlekken hebben mee-
gewerkt. Uit de regenvalcijfers valt op te maken dat dit bij deze proeven om-
streeks 20/8 het geval is geweest. Bij controle tussen 2/8 en 20/8 is gebleken dat
van enige uitbreiding in deze periode geen sprake is geweest. Daarna echter is de
toeneming op het kleiproefveld buitengewoon snel gegaan. Op 6/9 waren hier
alle planten nagenoeg afgestorven. Op het zand is deze uitbreiding veel minder
snel verlopen en na 27/8 zelfs helemaal gestopt. De verschillen tussen beide
proefvelden worden hieronder nader besproken.

1.3. De factoren die de verspreiding beïnvloeden

Bij de grootbloemige gladiolen vormen de kralen twee typen planten, nl. een
éénbladige vorm, waarbij slechts één groen blad is uitgegroeid, aan de basis
omgeven door enkele schedebaadjes en daarnaast een meerbladig type,
zoals dat ook door knollen wordt gevormd. In het laatste geval omsluiten
de bases van de bladscheden van twee of meer loofbladen elkaar, zodat een

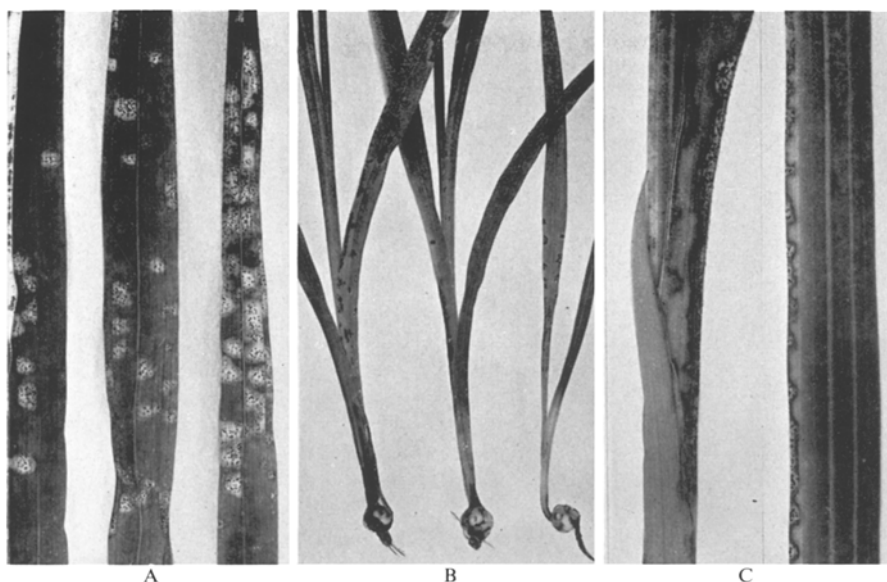


FIG. 1. Hardrotsymptomen op gladioleplanten van kralen.

A: Secundaire bladvlekken met pycniden, uitsluitend bovengronds voorkomend.

B: Primaire aantasting, waarbij ook de ondergrondse delen ziek zijn.

C: Als B, detailopname van de vlekken met pycniden.

Hardrot symptoms on gladiolus plants grown from cormlets.

A: Secondary leafspots with pycnidia, to be found only on the leaves above soil.

B: Primary symptoms, that can be followed down to the new corm.

C: As B, detail of the leafspots with pycnidia.



FIG. 2. Sclerotiumachtig lichaampje van *S. gladioli* in gladioleblad.

*Sclerotium-like body of *S. gladioli* in the leaf of gladiolus.*

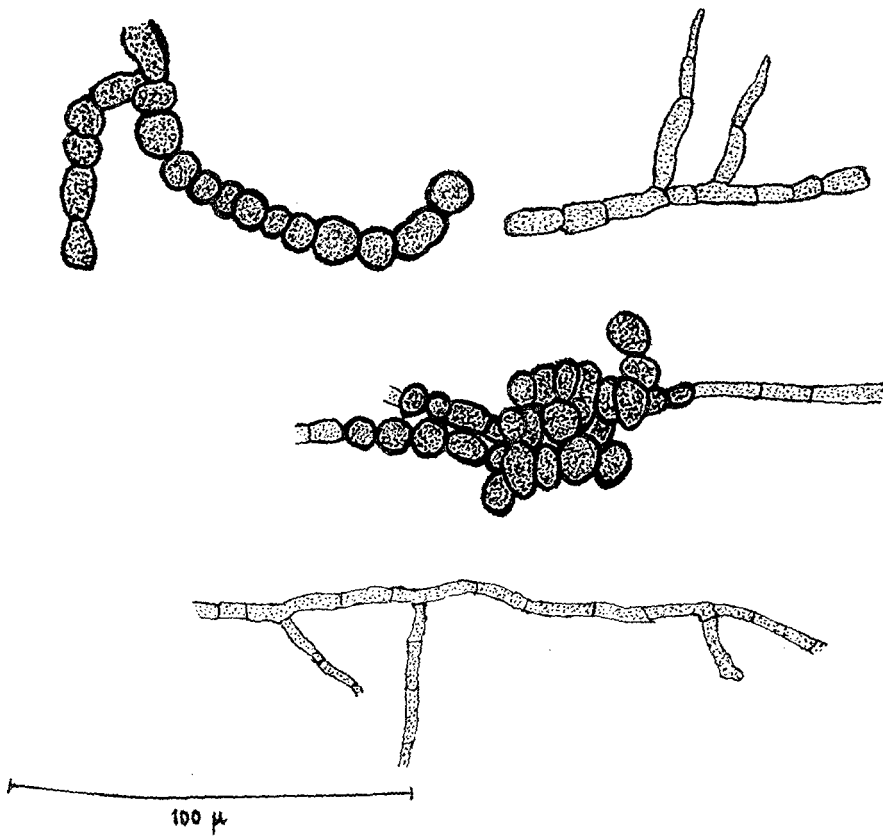


FIG. 3. Mycelium en chlamydosporen van *S. gladioli* bij groei op agarvoedingsbodems.
Mycelium and chlamydospores of S. gladioli as they grow on agar media.



FIG. 4. Primaire hardrotsymptomen op grote gladioleplanten van knollen.

A: Zware aantasting van de zeer vatbare cultivar Dr. Fleming.

B: Middelzware aantasting van de cultivar Acca Laurentia.

C: Geen bovengronds zichtbare symptomen, doch ondergronds sterk aangetast (cultivar Northern Queen). Op de knolschubben zijn de sclerotiumachtige lichaampjes zichtbaar.

Primary hardrot symptoms on large gladiolus plants from corms.

A: Heavy attack of the very susceptible cultivar Dr. Fleming.

B: Medium attack of the cultivar Acca Laurentia.

C: No symptoms above soil, the underground parts heavily diseased (cultivar Northern Queen). On the cormscales the sclerotium-like bodies are visible.

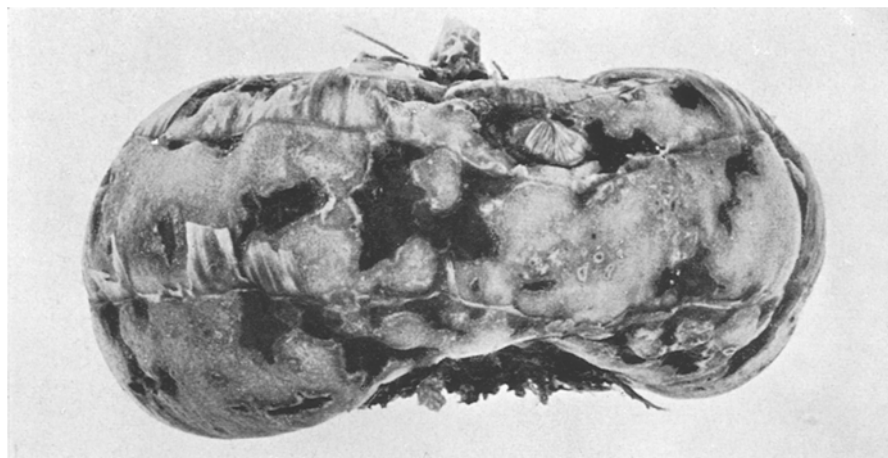


FIG. 5. Hardrotsymptomen op een gladioleknol tijdens de bewaring.
Hardrot symptoms on a gladiolus corm in storage.

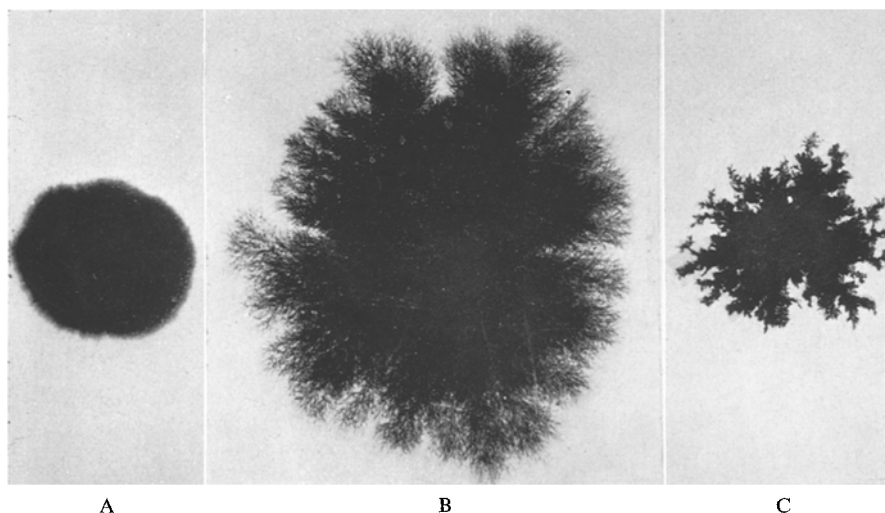


FIG. 7. Groeiwijze van *S. gladioli* op aardappelglucoseagar bij verschillende temperaturen.
 A: Bij 9°C B: Bij 20°C C: Bij 30°C
Growth of S. gladioli on potato dextrose agar at different temperatures.
 A: At 9°C B: At 20°C C: At 30°C

stevige steel ontstaat. Uit veldwaarnemingen blijkt nu dat het vooral het eenbladige type is dat zeer vatbaar is voor secundaire infecties, ook nog laat in het groeiseizoen. Deze planten kunnen geheel afsterven tengevolge van de ziekte. De meerbladige vorm is aanvankelijk ook vatbaar, doch naarmate het groeiseizoen vordert worden deze planten minder gemakkelijk geïnfecteerd. Ze sterven nooit geheel af en dragen slechts verspreid secundaire bladvlekken.

Deze beide typen komen steeds naast elkaar voor in een gewas van kralen, waarbij de onderlinge verhouding afhangt van de cultivar en de groeiomstandigheden. Een snelgroeiend ras vormt meer planten van het meerbladige type dan een langzaamgroeiend. Onder gunstige omstandigheden (geringe plantdichtheid, zonnige, warme standplaats, voldoende bemesting) worden ook meer forse planten gevormd. Het door velen waargenomen verschijnsel dat onder ongunstige groeiomstandigheden voor de gladiool, hardrot zeer sterk kan optreden (PAPE, 1925; RIEFENSTAHL, 1933; NELSON, 1948; GOSS, 1953) kan door het bovenstaande worden verklaard.

In een gewas met naar verhouding veel planten van het éénbladige type, kan de parasiet zich om de volgende redenen zeer snel verspreiden:

a. Regen en wind hebben meer vat op de planten dan in een gewas waar veel uitstekende, grote planten beschutting geven. De verspreiding vindt gemakkelijker over grote afstanden plaats.

b. Er zijn veel vatbare planten aanwezig, zodat na voor infectie gunstige omstandigheden het infectiepotentieel zeer snel wordt vergroot.

c. In een dicht gewas treden vlekken van *Botrytis gladiolorum* meer op de voorgrond (daar de planten lang nat blijven na de bevochtiging). *Septoria*-infecties krijgen daardoor minder kans.

De voorgaande overwegingen berusten hoofdzakelijk op veldwaarnemingen. Zij geven tevens een verklaring voor de in de beide verspreidingsproefvelden gevonden verschillen. Op het zandproefveld zijn de groeiomstandigheden voor de planten zeer gunstig geweest, zodat een hoog percentage van het meerbladige type is gevormd. Op de klei kwam uitsluitend de éénbladige vorm voor (hoofdzakelijk door een zeer slechte bodemstructuur). Verder werden de planten op het zand in augustus ernstig door *Botrytis* aangetast, wat op de klei niet het geval was. Tenslotte lag het zandproefveld meer beschut door hagen dan dat op de klei, waardoor de infecties zich in het tweede geval over een grotere afstand hebben kunnen verplaatsen.

Duidelijk illustreert de boven beschreven proef, wat ook bij veldwaarnemingen steeds opvalt, dat de hardrotinfectie in het begin van het seizoen langzaam op gang komt, om later onder gunstige omstandigheden met grote snelheid om zich heen te grijpen. In het algemeen zal de tijdens regen en wind door de sporen afgelegde weg niet zo groot zijn. In de loop van het onderzoek zijn echter enkele gevallen waargenomen, waarin verspreiding over een veel grotere afstand zeer waarschijnlijk was. Uit het onderzoek van GREGORY, GUTHRIE & BUNCE (1959) met vallende waterdruppels op een oppervlak met een dunne laag sporensuspensie (macrosporen van een *Fusarium*-soort) is gebleken dat hierbij grote aantallen zeer kleine druppeltjes opspatten, waarvan zeer velen één of meer sporen bevatten. Zo deed een waterdruppel van 5 mm diameter, vallend van een hoogte van 7,4 m op een 0,1 mm dikke, waterige sporensuspensie meer dan 5000 druppeltjes opspatten, waaronder meer dan 2000 met sporen. De diameter van de druppeltjes varieerde van 5–2400 μ . Tijdens regen zal de lucht om de planten dus

bezwangerd zijn met dergelijke druppeltjes, die wegens hun geringe grootte gemakkelijk door luchtwervelingen en windstoten over grote afstanden vervoerd kunnen worden.

1.4. *Infectie van de jonge knollen*

Zieke knollen die van een gewas kralen worden gerooid, kunnen op twee manieren zijn geïnfecteerd:

a. Door primaire infecties, waarbij de schimmel te laat tot in de bladachtige delen is doorgedrongen om nog bovengrondse symptomen te kunnen geven. In dit geval zijn de ziektebeelden op de knol reeds bij het rooien duidelijk zichtbaar.

b. Door infectie van de knollen door pycnosporen, die bovengronds in de secundaire bladvlekken zijn gevormd. De wijze waarop dit plaats vindt, is tot nu toe onvoldoende verklaard. MASSEY (1916) veronderstelt dat de pycnosporen met regenwater omlaagspoelen en de knollen infecteren. STONE (1958) acht het waarschijnlijker dat de schimmel uit aangetaste delen aan het grondoppervlak, uitwendig over de schedebladen omlaaggroeit en dan steeds weer opnieuw binnendringt. Aan de hand van enkele proeven zullen de factoren die op de infectie van de knollen door de pycnosporen van invloed zijn, worden besproken.

Invloed van de grondsoort. Bij de teelt van gladiolekralen op grofkorrelige zandgronden kunnen secundaire bladvlekken optreden (bijna altijd bij kralen die van de zwaardere gronden afkomstig zijn). Het komt in dat geval echter nooit voor dat de geoogste knollen voor een hoog percentage zijn geïnfecteerd. Op kleigrond daarentegen kan een zware bladaantasting tot bijna 100 % zieke knollen leiden. Ter demonstratie worden in fig. 9 de percentages hardrot gegeven bij de knollen die afkomstig zijn van de verspreidingsproef. Deze zijn gerooid op zes verschillende data met steeds 14 dagen verschil, acht veldjes per keer, willekeurig verspreid over de zes bedden, ieder veldnummer eenmaal. Uit de gemiddelde percentages per rooidatum blijkt dat op de klei het percentage hardrot na de tweede rooidatum niet meer is toegenomen en dan 5 tot 7 % bedraagt. Dit is dus laag in vergelijking met wat in de praktijk dikwijls wordt gevonden. De oorzaak wordt hierna besproken. Op het zand is van hardrot in de knollen in het geheel geen sprake, ook niet in die veldjes waar al vroeg een sterke secundaire aantasting optrad.

Invloed van het rooitijdstip en de grootte van de planten. Om de invloed van het rooitijdstip te bestuderen is in 1958 op kleigrond in West-Friesland een proefveld aangelegd met kralen van de cultivar Washington¹. Deze zijn gesorteerd in grote en kleine kralen, die in twee blokken naast elkaar zijn uitgezaaid. Per blok zijn 12 veldjes aangelegd, met steeds 60 g kralen. Op 30/6/58 is in het midden van ieder veldje een pot met in kunstmatig besmette grond opgekweekte, primair aangetaste planten geplaatst. Op 18/7 werden voor het eerst secundaire bladvlekken waargenomen, terwijl op 21/8 alle veldjes geheel waren aangetast. In beide blokken kwamen de secundaire vlekken voornamelijk voor op planten van het éénbladige type. Bij de kleine kralen kwam bijna uitsluitend dit type voor, terwijl bij de grote kralen ook de meerbladige planten sterk vertegenwoordigd waren. Vanaf 27/8 werden met tussenpozen van

¹ Deze en enkele van de volgende proeven zijn uitgevoerd in samenwerking met het Rijks-tuinbouwconsulentschap te Hoorn. In het bijzonder de Heer A. SCHOUTEN wil ik hier danken voor de verleende medewerking.

ongeveer één week steeds tweeveldjes uit ieder blok gerooit. Bij de beoordeling na het drogen en schoonmaken werden alle knollen met een omtrek kleiner dan 3 cm verwijderd, waarna bij die van 3 tot 5 cm en groter dan 5 cm afzonderlijk het percentage hardrot werd vastgesteld. Het resultaat is samengevat in tabel 1. De scheiding is gemaakt bij een omtrek van 5 cm, daar de knollen kleiner dan 5 cm hoofdzakelijk afkomstig zijn van het éénbladige type en die groter dan 5 cm van het meerbladige.

Uitgaande van de kleine kralen blijkt het totale percentage hardrot bij later rooien nauwelijks te zijn toegenomen. Bij de geoogste knollen groter dan 5 cm is dit wel het geval, doch het aantal in deze groep is te klein om het totaalbeeld te wijzigen. Bij de grote kralen is daarentegen bij de latere roodata het percentage zieke knollen wel veel hoger, in hoofdzaak door een toeneming van 0,7 tot 33,2% bij de knollen groter dan 5 cm. De volgende, met de praktijkervaring overeenstemmende conclusie kan worden getrokken: bij zware aantasting van een gewas kralen door secundaire bladplekken kan het percentage zieke knollen snel toenemen bij later rooien; het zijn dan in hoofdzaak de knollen van grote planten die worden geïnfecteerd.

Ook de volgende waarneming vormt hiervan een bevestiging. Aan de noordoost zijde van het verspreidingsproefveld op de klei (blz. 212, fig. 8) waren grote gladiolen opgeplant op veldjes die hieraan evenwijdig liepen en die daarvan geïsoleerd waren door enkele regels grote planten. Na het rooien werd in de knollen hardrot geconstateerd, terwijl knollen van dezelfde herkomst op een ander proefveld geheel vrij waren van deze ziekte. In tabel 2 wordt het percentage hardrot vermeld in afhankelijkheid van de afstand tot regelnummer 40 van de verspreidingsproef. Het blijkt dus dat bij deze grote planten het percentage knolinfectie op een afstand van 2,00 tot 3,50 m ongeveer het dubbele bedroeg van dat in het eigenlijke proefveld, waar alle planten door de bladplekken waren afgestorven. Daar secundair hardrot op deze grote planten niet is waargenomen moeten de sporen over een afstand van minstens 6,50 tot 8,00 m zijn meegevoerd.

1.5. De wijze van knolinfectie door pycnosporen

Uit veldwaarnemingen blijkt dat op zwaardere gronden om de forse stelen van gladioleplanten, tengevolge van het heen en weer bewegen in de wind en

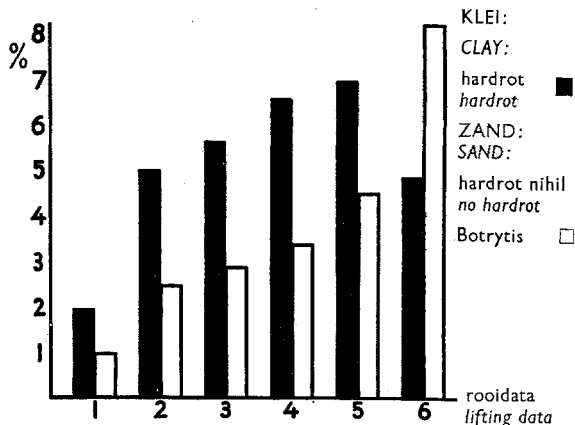


FIG. 9. De na de oogst gevonden percentages hardrot en Botrytis in de knollen van de verspreidingsproefvelden op 6 verschillende roodata.

The percentages hardrot and Botrytis in the corms from the experimental fields on clay and sandy soil (fig. 8), after lifting at 6 different dates. On the sandy soil no infection by hardrot of the new corms took place.

TABEL 1. Knolinfectie door pycnosporen in een gewas van grote en kleine kralen (cultivar Washington), waarin te velde een zware aantasting door secundair hardrot optrad, op 6 verschillende rooidata. Gemiddelden van twee herhalingen.

Infection of corms by pycnospores in a crop of small and big cormlets (cultivar Washington) after a heavy attack by secondary leafspot at 6 different dates of harvesting. Corms of 3–5 cm circumference originate chiefly from plants of the type with one leaf; those bigger than 5 cm from the type with more than one leaf. Means of two replicates of 60 g cormlets each.

Grootte van de gezaaide kralen <i>Size of the cormlets sown</i>	Rooidatum <i>Lifting date</i>	Totaal aantal geoogste knollen <i>Total number of corms harvested</i>	Totaal % hardrot <i>Total % hardrot</i>	Maat 3–5 cm <i>Size 3–5 cm</i>		Maat > 5 cm <i>Size > 5 cm</i>	
				% van tot. % of tot.	% hardrot % hardrot	% van tot. % of tot.	% hardrot % hardrot
Klein <i>Small</i>	27/8	355	1,7	92,7	1,5	7,3	3,8
	3/9	331	3,9	92,6	3,8	7,4	6,1
	11/9	315	4,5	92,2	3,8	7,8	12,2
	17/9	399	2,4	88,5	2,1	11,5	4,3
	25/9	251	3,0	90,4	2,0	9,6	12,5
	30/9	262	4,6	94,3	2,8	5,7	33,3
Groot <i>Big</i>	27/8	216	2,1	66,4	2,8	33,6	0,7
	3/9	200	5,8	61,5	4,9	38,5	7,1
	11/9	194	4,6	55,9	4,6	44,1	4,7
	17/9	200	11,3	56,7	8,8	43,3	14,5
	25/9	148	14,2	57,1	5,3	42,9	26,0
	30/9	220	22,5	51,9	12,7	48,1	33,2

TABEL 2. Hardrot infectie in knollen (cultivar Acca Laurentia), gegroeid evenwijdig aan het verspreidingsproefveld, 500 knollen per bed.

Percentage hardrot in corms (cultivar Acca Laurentia) grown in beds parallel to the experimental field on clay soil of fig. 8, 500 corms per bed.

Afstand tot regel no. 40 <i>Distance to line no. 40</i>	% hardrot % hardrot
0,5–2,0 m	11
2,0–3,5 m	13
3,5–5,0 m	5
5,0–6,5 m	1
6,5–8,0 m	2

door het uitdrogen van de grond dikwijls scheuren in de bodem optreden. Hierdoor ontstaat ruimte om de steel en de knol. Regenwater, eventueel met pycnosporen, spoelt langs de bladeren en bladscheden omlaag en kan dus gemakkelijk op de knollen terecht komen. Ook de jong gevormde kralen die bij de grootbloemige cultivars tegen de moederknol aanliggen, kunnen zo worden bereikt.

Het zelden of nooit optreden van knolinfectie na secundair hardrot op de grofkorrelige zandgronden moet hieraan worden toegeschreven dat in dit geval geen ruimte tussen grond en steel ontstaat, waardoor de sporen de knol kunnen bereiken. Dat op de zwaardere gronden knollen van kleine planten in veel min-

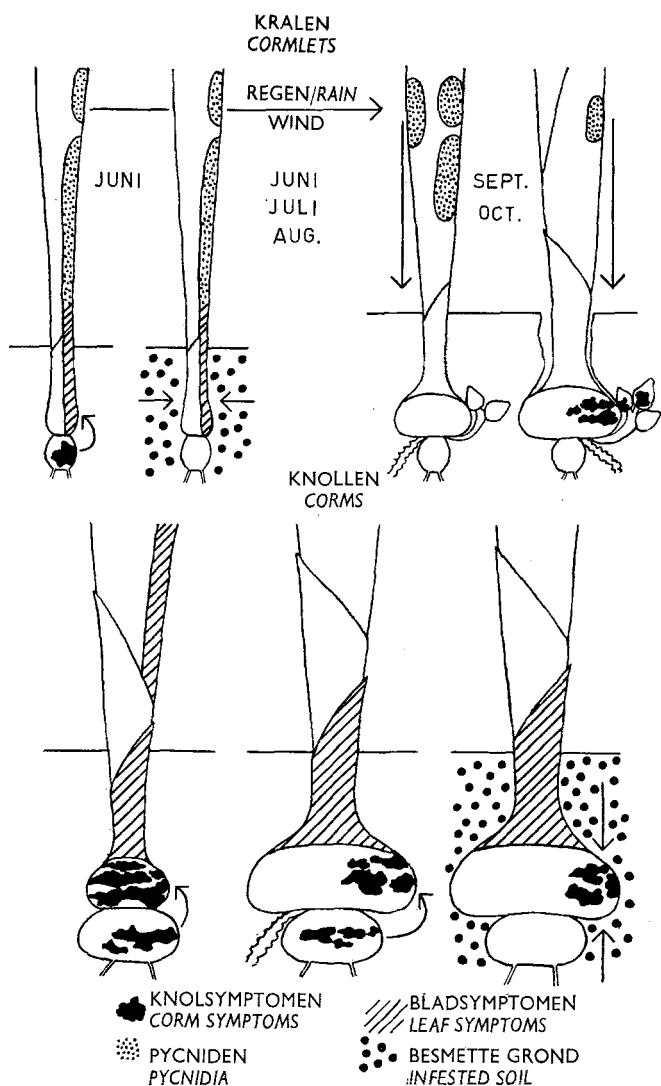


FIG. 10. Schematisch overzicht van de infectiecyclus van *S. gladioli* op gladioleplanten van kralen en knollen.
Schematical view of the infection cycle of S. gladioli on gladiolus plants from cormlets and corms.

dere mate worden aangetast, berust hierop dat planten van het éénbladige type te slap zijn om het ontstaan van dergelijke ruimtes te bewerkstelligen.

Terwijl dus de snelle verspreiding door het gewas in hoofdzaak plaats vindt op de eenbladige planten, worden voornamelijk de knollen van het meerbladige type geïnfecteerd. De infectiecyclus op kralen wordt schematisch weergegeven in fig. 10.

2. Infectiecyclus bij planten van grote knollen

Bij planten van knollen verschilt de infectiecyclus op enkele essentiële punten van die bij planten van kralen (zie fig. 10). Ook hier kunnen primaire symptomen worden waargenomen, doch deze treden veel later op nl. in augustus, terwijl bovendien in dit geval zelden pycniden worden gevormd. Verder komen secundaire bladvlekken op grote planten slechts sporadisch voor, ook wanneer aangetaste kralen in de nabijheid staan. Wanneer de dochterknollen zijn geïnfecteerd dan is bijna altijd sprake van primaire infecties, die er al dan niet in zijn geslaagd bovengrondse symptomen te doen verschijnen. STONE (1958) wijst op de grote betekenis van de knolschubben met sclerotiumachtige lichaampjes bij het optreden van deze infecties. Eigen waarnemingen bevestigen dat bij zieke knollen het infectie-percentages in de dochterknollen door de aanwezigheid van de aangetaste schubben wordt verhoogd. In een proefje met 1800 knollen met een hoog percentage hardrot, werden ongeveer 900 geplant met en ongeveer 900 zonder de knolschubben. Het aantal zieke knollen bij de nakomelingen bedroeg resp. 53,2 en 20,2 %. STONE (1958) vond resp. 82,2 en 39,4 % en in een tweede proefje 89,8 en 95,0 %. Hoewel dus de aanwezigheid van de schubben van veel belang is, blijkt toch ook dat het voorkomen van de schimmel in het knolvlies een niet minder grote rol speelt. Kralen worden door deze primair geïnfecteerde planten weinig of niet gevormd. Telerservaring leert dan ook dat wanneer voor de vermenigvuldiging „kralen van knollen” en niet „kralen van kralen” worden gebruikt, hardrot weinig voorkomt. Infectie door pycnosporen, welke bij kralen dikwijls tot zware aantasting leidt, is bij grote knollen uitsluitend van belang als planten van kralen met secundair hardrot in de nabijheid staan (tabel 2).

3. De betekenis van besmette grond voor de gladioleeteelt

MASSEY (1916) heeft aangetoond dat *S. gladioli*, eenmaal in de grond geïntroduceerd, daarin minstens vijf jaar zijn vitaliteit kan behouden. Bij het begin van het onderzoek werd tweemaal op grond waar het jaar daarvoor gladiolen ernstig door hardrot waren aangetast, een grondontsmettingsproefveld opgezet. In beide gevallen werd slechts een zeer geringe aantasting waargenomen, ook in onbehandelde veldjes. Hierdoor rees twijfel of onder Nederlandse omstandigheden besmette grond wel een zo grote rol speelt als algemeen werd aangenomen. Om dit nader te onderzoeken zijn in 1958 op 12 verdachte percelen in West-Friesland gezonde kralen uitgezaaid van Dr. Fleming (een zeer vatbare cultivar, die snel primair aangetaste planten vormt), 400 of 500 g per veld (respectievelijk ongeveer 3200 of 4000 kralen). Niet in alle gevallen is de opkomst goed geweest, naar schatting liep deze uiteen van 40 – 80 %. In de zomer zijn de velden tweemaal gecontroleerd op de aanwezigheid van primair aangetaste planten. De gevonden aantallen zijn vermeld in tabel 3. In de meeste gevallen is slechts een geringe infectie opgetreden. In de veldjes met de hoogste aantallen bedroeg dit ongeveer 1 % van het totale aantal planten. De kans dat een groot aantal primaire infecties is opgetreden die er niet in zijn geslaagd bovengrondse symptomen te vormen is bij deze vatbare cultivar gering. Bij navraag bleek dat op veld 11 in 1953 een zwaar door hardrot aangetast gewas was ondergeploegd. Zelfs na een zo drastische poging om de grond te besmetten is het infectie-percentages dus laag.

TABEL 3. Aantal primair aangetaste planten na uitzaai van kralen (cultivar Dr. Fleming) op 12 percelen verdacht van hardrotbesmetting.

Number of primary infections after sowing cormlets (cultivar Dr. Fleming) on 12 fields suspected of hardrot infestation in 1958.

Veld no. <i>Field no.</i>	Laatste maal glad. in <i>Last glad. crop in</i>	Hoeveelheid kralen in g <i>Cormlets planted in g</i>	Aantal primair aangetaste planten <i>Number of primary infections</i>
1	1953?	400	2
2	1957	400	17
3	1956	400	0
4	1956	400	2
5	?	500	3
6	1957	500	6
7	1957	500	26
8	1957	500	9
9	1956	500	7
10	1957	500	7
11	1953	500	25
12	1957	500	0

Bij de teelt van knollen is dus het gevaar van besmette gronden voor de gladiolcultuur gering; bij die van kralen kan deze een grote rol spelen, daar onder gunstige omstandigheden reeds door enkele primair aangetaste planten een heel gewas secundair kan worden geïnfecteerd.

De ervaring dat de ziekte in West-Friesland op die plaatsen waar men de laatste jaren algemeen plantgoedontsmetting met kwik bevattende middelen is gaan toepassen, nog slechts sporadisch voorkomt, wijst er ook op dat besmetting van de grond in de praktijk een minder grote rol speelt dan vroeger werd aangenomen.

4. *Bladinfectie en de vorming van pycniden*

Er bestaat in twee opzichten verschil in reactie op infectie door *S. gladioli* tussen planten van kralen en knollen.

a. De secundaire bladvlekken.

Deze worden op grote planten zelden gevormd. De oorzaak hiervan is onbekend. STONE (1958) oppert de mogelijkheid van een biochemisch verschil tussen blad van oude en jonge planten. Bij planten van kralen neemt de vatbaarheid af, naarmate deze duidelijker het meerbladige type vormen (direct na opkomst is het verschil nog niet aanwezig). Dit zou behalve op een biochemisch, ook op een morfologisch-anatomisch verschil kunnen wijzen.

b. De primaire symptomen.

Grote planten kunnen wel primaire bladvlekken vertonen, doch hierop komen zelden pycniden voor. Wel worden op de ondergrondse delen dikwijls de sclerotiumachtige lichaampjes gevonden zoals die ook bij kleine planten kunnen worden aangetroffen. Ook bij kralen worden op primair aangetaste planten minder pycniden gevormd, naarmate de symptomen later in het seizoen verschijnen. Tenslotte kunnen op grote planten wel pycniden ontstaan in het geval van de sporadisch voorkomende secundaire bladvlekken.

Na primaire infectie in de basale delen van het blad, zal dit bij kralen reeds na korte tijd bovengronds aan het licht worden blootgesteld (meestal voordat de incubatietijd is verstreken), wat bij knollen niet het geval is, aangezien daar de bladeren veel langer in de bladscheden verborgen blijven. Bij kralen komen de eerste symptomen in het seizoen dan ook meestal te voorschijn op blad dat al aan de buitenwereld is blootgesteld, terwijl bij grote planten de bonte vlekken al lang aanwezig zijn als het blad nog tussen de bladscheden verborgen zit. Het lijkt dan ook zeer waarschijnlijk dat het voor de vorming van de pycniden noodzakelijk is dat het blad in de eerste tijd na de infectie aan het licht wordt blootgesteld.

Bij primaire aantasting van kralen komen soms op de bladscheden vlak boven de grond de pycniden en de sclerotiumachtige lichaampjes naast elkaar voor. De veronderstelling van MOORE (1939), dat de laatste onvolgroeide pycniden zijn lijkt gezien het bovenstaande niet onwaarschijnlijk.

BESTRIJDING

De bestrijding kan op de volgende punten van de infectiecyclus worden aangetast. In de eerste plaats door bestrijding van primaire infecties, enerzijds door ontsmetting van het plantmateriaal, anderzijds door grondontsmetting. Daar besmetting van de grond direct geen grote rol speelt in de praktijk is de bestrijding op dit punt niet nader onderzocht. In de tweede plaats kan door bladbespuitingen met fungiciden het optreden van secundaire infecties op planten van kralen worden voorkomen.

1. Ontsmetting van zieke knollen

De meeste onderzoekers die zich met de bestrijding hebben bezig gehouden, hebben uitsluitend aandacht aan dit punt besteed. MASSEY (1916) kreeg door natontsmetting vlak voor het planten met 6,6% handelsformaline en met 0,1% sublimaat geen belangrijke verbetering. LOEBNER (1925) ontsmette zieke knollen enige tijd voor het planten door onderdompeling gedurende twee uur in 0,25% Uspulun (een organische kwikverbinding) met zeer goede resultaten. Met meer of minder succes is dit door latere onderzoekers herhaald (HAWKER, 1944; ANONYMUS, 1955).

In eigen proefnemingen is vastgesteld dat met verschillende verbindingen een goede bescherming tegen primaire infecties uitgaande van de moederknollen mogelijk is. Als voorbeeld wordt hier een proef besproken met knollen van de cultivar Maria Goretti (omtrek 5–6 cm), die alle licht tot matig door hardrot waren aangetast. De proef werd opgezet in vier-voud met 4×100 knollen per behandeling. De in tabel 4 vermelde behandelingen zijn toegepast op 16/4/1955, waarna direct werd geplant. In de loop van augustus werden in onbehandelde veldjes de eerste primair aangetaste planten zichtbaar. Bij de controles op 3/9 en 1/10 zijn deze planten verwijderd, waarna op 15/10 alle resterende knollen werden gerooid. Na het drogen en schoonmaken zijn de knollen op 21/11 nagekeken op de aanwezigheid van hardrot. Hierbij bleek dat ook een geringe infectie door droogrot (*Stromatinia gladioli*) had plaatsgevonden. Het percentage van deze ziekte is bepaald, nadat alle hardrotknollen waren verwijderd. Onderlinge vergelijking van het effect van de behandelingen op deze ziekte is dus

TABEL 4. Ontsmetting van knollen (cultivar Maria Goretti, 5-6 cm omtrek), die voor bijna 100% licht tot matig door hardrot waren aangetast. Gemiddelden van 4 herhalingen van 100 knollen ieder, in % van het aantal opgeplante knollen.

Aamersil: 2,75% van een ethylkwikhalogenide, complex gebonden met een amide

Aaglitlan: 20% van een gesubstitueerde fenolverbinding

Aafertis: 80% ferbam

+mc: 1% methylcellulose aan de oplossing toegevoegd

+thiram: de nog vochtige knollen bepoederd met een 80% thiram bevattend middel (10 g/kg knollen)

Preplanting disinfection of corms (cultivar Maria Goretti, circ. 5-6 cm), for nearly 100% infected (light to moderate) by hardrot. Means of 4 replicates of 100 corms each, in % of total number of corms planted.

Aamersil: 2,75% of an ethylmercuryhalogenide, complex bound with an amide

Aaglitlan: 20% of a substituted phenol compound

Aafertis: 80% ferbam

+mc: 1% methylcellulose added to the solution

+thiram: after the wet treatment the corms dusted with a 80% thiram fungicide (10 g/kg corms)

Behandeling <i>Treatment</i>	Primaire hardrotinfectie in % <i>Primary hardrot infections in %</i>				Droogrot in % <i>Dryrot in %</i>	Totaal gerooid in % <i>Total number of corms lifted in %</i>
	te velde <i>in the field</i>		na het rooien <i>in storage 21/11</i>	totaal <i>total</i>		
	3/9	1/10				
Aamersil 1%, ½ u.	0	0	3,8	3,8	17,5	97,5
Aamersil 1% + mc, ½ u.	0	0	4,5	4,5	15,3	95,8
Aamersil 1%, ½ u + thiram	0	0,5	3,8	4,3	4,0	95,5
Aaglitlan 2%, ½ u.	0	0,3	7,0	7,3	12,8	95,5
Aaglitlan 2% + mc, ½ u.	0	0	6,5	6,5	20,8	98,0
Aaglitlan 2%, ½ u + thiram	0	0	3,3	3,3	4,5	96,8
Aafertis 2%, 2 u.	2,0	15,5	17,8	35,3	8,0	96,5
Aafertis 2% + mc, 2 u.	0,8	11,3	16,3	28,3	10,8	96,0
Aafertis 2%, 2 u + thiram	0	0,5	10,3	10,8	6,8	97,3
Onbehandeld <i>untreated</i>	36,0	17,8	16,0	69,8	2,5	89,3

slechts mogelijk in die gevallen waar vrijwel geen hardrot optrad. Uit de resultaten, vermeld in tabel 4, zijn de volgende conclusies te trekken:

a. In de onbehandelde objecten was reeds begin september ruim een derde deel der planten bovengronds zichtbaar aangetast, terwijl op 1/10 al meer dan de helft was uitgevallen. Na het rooien bleek dat 16% van de knollen was geïnfecteerd zonder dat bovengronds symptomen waren gevonden.

b. Na ontsmetting met oplossingen van de organische kwikverbinding en de fenolverbinding werden geen bovengronds zichtbare ziektebeelden gevonden. Na behandeling met de kwik bevattende middelen was na het rooien ongeveer 4% van de knollen door hardrot aangetast. Toevoeging van methylcellulose of een nabehandeling met thiram heeft geen verdere verbetering van dit resultaat gegeven. De fenolverbinding gaf onder deze omstandigheden een iets minder goede bestrijding, maar in dit geval leidde de thiram-nabehandeling wel tot een verdere reductie van het ziektepercentage.

c. Behandeling met de ferbam bevattende oplossing heeft aanvankelijk enige bescherming gegeven, doch later in het seizoen nam deze sterk af.

d. De droogrotbestrijding is door bepoederen met thiram van de nog vochtige knollen na de natontsmetting duidelijk verbeterd.

Ook met andere organische kwikverbindingen zijn dezelfde resultaten behaald, waarbij de indruk werd verkregen dat de meer vluchtige preparaten een betere werking vertonen dan de minder vluchtige.

Deze ontsmetting moet vlak voor het planten worden toegepast, daar droge bewaring na de behandeling de kans op beschadiging van de knollen verhoogt. Algemene toepassing van deze ontsmetting met kwikhoudende middelen (SCHENK, 1956) heeft de laatste jaren het hardrot probleem in West-Friesland sterk gereduceerd.

2. Ontsmetting van zieke kralen

Kralen afkomstig van een gewas, dat in sterke mate door secundair hardrot was aangetast, kunnen voor een hoog percentage door *Septoria* zijn geïnfecteerd. Ook in dit geval geeft ontsmetting met kwikhoudende middelen een goede bestrijding. Het risico van beschadiging is in dit geval echter groter, terwijl bovendien ook hier de bestrijding niet geheel volledig is. Enkele primair aangetaste planten kunnen dus onder ongunstige omstandigheden, door de secundaire infecties die hier van uitgaan, het effect van de ontsmetting te niet doen.

Daarom is ook naar andere middelen gezocht. In Amerika zijn zeer goede resultaten verkregen bij de bestrijding van *Fusarium oxysporum* f. *gladioli* door een warmwaterbehandeling van de kralen (BALD, 1956; ROISTACHER, BAKER & BALD, 1957). Met hardrot hebben zij geen ervaring opgedaan. De geadviseerde behandeling luidt: twee dagen voorwelen in water bij kamertemperatuur – eventueel drie uur in $\frac{1}{2}\%$ handelsformaline – een half uur in water van 135°F (circa 57°C) – snel afkoelen in koud water – terugdrogen. Uit proeven van de laatste drie jaar om deze methode aan de Nederlandse omstandigheden aan te passen bleek enerzijds dat 57°C meestal te hoog is voor in ons land gegroeide kralen, anderzijds echter dat reeds bij 53° en 55°C een zeer goede bestrijding zowel van droogrot als hardrot mogelijk is, terwijl de *Fusarium*-ziekte bij deze temperaturen beter wordt bestreden dan door een ontsmetting met kwikbevattende middelen.

Ter demonstratie van het effect van een warmwaterbehandeling tegen hardrot wordt hier een proef besproken die genomen is met ernstig door hardrot besmette kralen (afkomstig van een partij met veel secundaire bladvlekken) van de cultivar Washington. De kralen zijn ontvangen op 6/11/1957, vier weken bij 35°C bewaard en daarna behandeld op 2/12. Na de warmwaterbehandeling zijn de kralen enkele dagen gedroogd bij 25°C en vervolgens bij 9°C bewaard tot de planttijd. De kralen werden buiten geplant op 11/4/1958, de proef werd opgezet in drievoud, te weten $3 \times 50\text{g}$ per behandeling. Gedurende de zomer werden de veldjes regelmatig gecontroleerd op de aanwezigheid van primaire infecties, terwijl na het rooien het percentage hardrot is bepaald. Daar deze proef op zandgrond is genomen en bovendien alle primair aangetaste planten regelmatig zijn verwijderd, waardoor het optreden van secundaire infecties werd voorkomen, zijn alle knollen die na het rooien waren aangetast primair geïnfecteerd. Het resultaat blijkt uit tabel 5.

Zowel uit de primaire aantasting te velde, als uit het percentage hardrot na de oogst in de onbehandelde groep, blijkt dat de partij zeer zwaar besmet is geweest (in totaal 40% infectie). Reeds een warmwaterbehandeling gedurende een half uur bij 51°C heeft een zeer goede bestrijding gegeven. Na 53°C is geen hardrot meer gevonden en na 55°C één primair aangetaste plant. Opkomst en

TABEL 5. Oogst van kralen (cultivar Washington) met veel hardrot na warmwaterbehandeling. Gemiddelden van 3 herhalingen van 50 g ieder. Voorbehandeling: 2 dagen in water bij kamertemperatuur, daarna 3 uur $\frac{1}{2}$ % handelsformaline.

Crop of cormlets (cultivar Washington) with a high infestation by hardrot, after hot water treatment. Means of 3 replicates of 50 g cormlets each. Pretreatment: 2 days in water at room temperature followed by 3 hours in $\frac{1}{2}$ % commercial formalin.

Behandeling <i>Treatment</i>	Primaire hardrotinfectie (%) <i>Primary hardrot infections (%)</i>		Totaal gerooid <i>Total number of corms</i>	Gem.gew./100 kralen (g) <i>Mean weight /100 corms (g)</i>
	te velde <i>in the field</i>	na het rooien <i>in storage</i>		
$\frac{1}{2}$ uur 51°C	0	1,6	252	279
$\frac{1}{2}$ uur 53°C	0	0	237	244
$\frac{1}{2}$ uur 55°C	0,1	0	224	325
$\frac{1}{2}$ uur 57°C	0	0	2	500
Onbehandeld <i>untreated</i>	3,3	37,2	179	286

groei zijn in dit geval zeer goed geweest, doch geven, in verband met de zware infectie in de onbehandelde partijen, uiteraard geen antwoord op de vraag wat het effect van een warmwaterbehandeling op gezonde kralen zal zijn.

De te volgen methode bij toepassing van een warmwaterbehandeling op grote schaal is beschreven door SCHENK (1959b). Onder Nederlandse omstandigheden is de opkomst van de kralen, wanneer de daar gegeven adviezen worden opgevolgd, in het algemeen gelijk aan of beter dan die in onbehandelde partijen.

3. Bestrijding van secundaire infecties

MASSEY (1916) verkreeg een sterke reductie van het aantal secundaire blad-vlekken door bespuiting met Bordeauxse pap. Om de mogelijkheden met nieuwe fungiciden te onderzoeken werd in 1958 een proef opgezet in viervoud met 4×6 veldjes in een blokschema, waarop per veldje 100 g kralen van de cultivar *Pactolus* werd gezaaid.

Op 30/6 werd in het midden van ieder veldje een pot met primair aangetaste planten van kralen geplaatst, waarna aanvankelijk eenmaal per twee weken werd gespoten, later ongeveer eenmaal per week (in totaal 10 maal in de periode van 30/6 tot 16/9), met de in tabel 6 vermelde middelen en concentraties. Op 21/8 en 19/9 werden de veldjes beoordeeld op het voorkomen van secundair hardrot en vuur (*Botrytis gladiolorum*), volgens een index van 0 (geen infectie) tot 5 (zeer zware infectie, veel afstervende planten). Daar de veldjes bespoten met captan en thiram, evenals de onbehandelde, veel vroeger waren afgestorven dan de overige, werden deze al gerooid op 29/9, terwijl de resterende op 14/10 zijn geoogst.

Na drogen en schoonmaken zijn de knollen met een omtrek van 3 tot 5 cm en meer dan 5 cm apart beoordeeld. Uit het resultaat in tabel 6 blijkt dat te velde zowel het optreden van secundaire hardrot bladvlekken als van vuur, door de bespuitingen met zineb + maneb en in iets mindere mate door zineb alleen, nagenoeg is voorkomen. De werking van ferbam is in deze proef duidelijk minder goed geweest, terwijl die van thiram en captan beslist onvoldoende was. Uit het totale aantal knollen groter dan 3 cm en het percentage daarvan kleiner en

TABEL 6. Effect van bespuitingen met fungiciden op het optreden van secundaire bladvlekken na inplanten van primair hardrot op 30/6/58 en de knolaantasting na het rooien. Gemiddelden van 4 herhalingen, 4 × 100 g kralen (cultivar Pactolus) geplant per behandeling.

Zineb: bespoten met 0,4% Aaphytora (70% zineb)

Captan: bespoten met 0,4% Orthocide 50 (50% captan)

Thiram: bespoten met 0,4% Apirol 80 (80% thiram)

Zineb + maneb: bespoten met Aazimag (35% zineb + 30% maneb)

Ferbam: bespoten met 0,4% Aafertis (80% ferbam)

Control of secondary leafspots by spraying once a week with different fungicides, after primary infections had been planted in the centre of each plot on 30/6/58, and the infection of the new corms by pycnospores. Secondary leafspots and Botrytis infection compared by an index from 0 (no infection) to 5 (heavy infection, many plants killed). Means of 4 replicates, 4 × 100 g cormlets (cultivar Pactolus) per treatment.

Zineb: sprayed with 0,4% Aaphytora (70% zineb)

Captan: sprayed with 0,4% Orthocide 50 (50% captan)

Thiram: sprayed with 0,4% Apirol 80 (80% thiram)

Zineb + maneb: sprayed with 0,4% Aazimag (35% zineb + 30% maneb)

Ferbam: sprayed with 0,4% Aafertis (80% ferbam)

Behandeling <i>Treatment</i>	Te veld <i>In the field</i>				Na het rooien <i>In storage</i>				
	21/8/58		19/9/58		aantal knollen > 3 cm <i>number of corms > 3 cm</i>	Maat 3–5 cm <i>Size 3–5 cm</i>		Maat > 5 cm <i>Size > 5 cm</i>	
	sec. blad- vlekken <i>sec. leaf- spots</i>	<i>Botrytis</i> blad- vlekken <i>Botrytis leaf- spots</i>	sec. blad- vlekken <i>sec. leaf- spots</i>	<i>Botrytis</i> blad- vlekken <i>Botrytis leaf- spots</i>		% van tot. aantal % from tot.	% hard-rot % hard-rot	% van tot. aantal % from tot.	% hard-rot % hard-rot
Onbeh. <i>untreated</i> . .	4,25	3,00	4,90	2,75	394	72,5	5,5	27,5	16,9
Zineb	2,00	0,50	2,00	0,25	564	58,3	1,9	41,7	3,3
Zineb + maneb . .	1,00	0,50	1,00	0	535	56,4	1,6	43,6	2,1
Captan	3,25	2,75	4,38	2,50	530	65,8	4,9	34,2	12,0
Ferbam	2,00	1,50	2,63	1,50	499	58,6	2,9	41,4	4,6
Thiram	2,75	2,75	4,13	3,13	507	63,3	1,6	36,7	2,2

groter dan 5 cm, blijkt dat de groei van de knollen het sterkst is geweest na die behandelingen die ook de gecombineerde infectie van hardrot en vuur het best hebben bestreden. Ook de knolinfectie door pycnosporen is vooral in de groep groter dan 5 cm door de bespuitingen belangrijk gereduceerd. De resultaten van deze proef zijn niet zonder meer bepalend voor het effect van een bespuiting op praktijkschaal, daar hier naast veldjes die tengevolge van de behandeling zo goed als vrij van secundair hardrot waren, het hele seizoen veldjes hebben gelegen met een hoog percentage bladvlekken. Wanneer het hele veld wordt bespoten zal met een kleiner aantal bespuitingen waarschijnlijk al een goede bestrijding kunnen worden verkregen.

NABESPREKING EN SAMENVATTING

Hardrot is in Nederland lange tijd een van de belangrijkste gladioleziekten op zwaardere gronden geweest. De primaire symptomen op planten van kralen en knollen (welke laatste nog niet eerder waren beschreven) en de secundaire ziektebeelden in het gewas van kralen worden beschreven. De primair aangetaste planten bij kralen vormen reeds eind mei, begin juni bovengronds pycniden en

geven aanleiding tot het optreden van de secundaire infecties. Het zijn vooral planten met één groen blad die hiervoor zeer vatbaar zijn en een snelle verspreiding van de secundaire bladvlekken door het gewas mogelijk maken. Daarnaast komt bij planten van kralen echter ook een meerbladige vorm voor, zoals die ook door knollen wordt gevormd, welke vooral later in het seizoen veel minder vatbaar is. De verspreiding door het gewas wordt beïnvloed door de volgende factoren:

- a. Regen en wind.
- b. De beschutting van het gewas door hagen, enz.
- c. De verhouding van het aantal één- en meerbladige planten en dus ook van de groeiomstandigheden als plantdichtheid, standplaats, bemesting, enz.
- d. Het optreden van bladvuur (*Botrytis gladiolorum*), waardoor de hardrotverspreiding kan worden belemmerd.

Grote planten kunnen wel primaire symptomen te zien geven, meestal als gevolg van het opplanten van zieke knollen, doch pas later in het seizoen en zonder dat hierop pycniden worden gevormd. Bovendien worden op het blad van grote planten te velde vrijwel nooit secundaire bladvlekken waargenomen.

Knolinfectie na secundair hardrot op planten van kralen komt tot stand doordat bij regen een suspensie van pycnosporen langs de stengel omlaag spoelt tot op de jonge knol en de door deze gevormde kralen. Dit treedt in hoofdzaak op bij planten van het meerbladige type, die op zwaardere gronden onder invloed van weer en wind en het uitdrogen van de grond een ruimte om hun steel doen ontstaan. Op de grofkorrelige zandgronden wordt deze ruimte niet gevormd. Dit verklaart:

- a. Het voornamelijk optreden van hardrot op de zwaardere gronden.
- b. Het feit dat in hoofdzaak de knollen van grote planten worden aangetast. De kleine planten zijn namelijk te slap om enige invloed op de grond uit te oefenen.
- c. De snelle toeneming van de infectie bij later rooien.

De directe betekenis van besmette grond voor de gladiolcultuur is gering. Bij kralen kan echter een gering aantal primair zieke planten in besmette grond ontstaan, die door de hiervan uitgaande secundaire verspreiding indirect van zeer groot belang kunnen zijn.

De bestrijding van primaire infecties, uitgaande van zieke moederknollen, is zeer goed mogelijk door een natte ontsmetting met kwikhoudende organische middelen vlak voor het planten. Bij kralen wordt een nog betere bestrijding verkregen door een warmwaterbehandeling gedurende een half uur bij 53° of 55°C.

De secundaire infecties kunnen zeer waarschijnlijk door bespuitingen met zineb + maneb-houdende middelen grotendeels worden voorkomen.

SUMMARY

The hardrot disease has been one of the main troubles in gladiolus culture on the heavy soil types in the Netherlands. On sandy soils it has never been a big problem.

The primary infections on plants from cormlets and corms are described, in the latter case for the first time (fig. 1B and C, 4A, B and C). The former bring

pycnidia above soil early in the season (end of May, beginning of June), and give rise to the secondary infections (Fig. 1A).

In a crop from cormlets two kinds of plants are formed: a type with only one grassy leaf, and a type which develops more than one leaf as corms do. The plant type with one leaf is especially susceptible to secondary infections and may be completely killed by the disease. The spread of secondary infections in the field depends on the following factors:

- a. Rain and wind.
- b. Protection, e.g. by hedges or other crops.
- c. The ratio of the two types of the plants mentioned above.

This ratio is influenced by growing conditions, e.g. the number of plants per square unit, the growing place, the cultivar, manuring, etc. If more big plants are formed the spread is slower, as less very susceptible plants are present and the plants with one leaf are more sheltered.

d. The incidence of leaf spot (*Botrytis gladiolorum*). A heavy attack by leaf spot hinders a fast spread of secondary hardrot.

The primary infection of large plants differs from that of cormlets in showing the symptoms later in the season (second half of July in very susceptible cultivars), and in not forming pycnidia. The secondary leafspots are seldom found on big plants, even when infected small plants grow next to them. So in this case the infection cycle is reduced (Fig. 10).

When corms appear to be diseased after lifting there are two possibilities:

a. Infection was primary and the plants did or did not develop symptoms in the leaves. Symptoms may not appear above the soil (Fig. 4C), especially with less susceptible cultivars.

b. The corms are infected by pycnospores washed down from the leaves.

Plants of the type with more than one leaf, in heavier soils, form a hole in the soil around the base by moving to and fro in the wind and during drying of the soil. The spores can easily reach the corm and the cormlets through this hole. Plants with only one leaf do not provide this opportunity for infection. This explains:

a. Why hardrot is chiefly a problem on the heavier soils.

b. That mainly big corms from plants with more than one leaf are infected (Tables 1 and 2).

c. The rapid increase in the percentage of infections among corms which are lifted later (Table 1).

The direct importance of infested soil for the gladiolus culture is not great. Nevertheless, it may be a threat when cormlets are planted, as a few primary infections may arise and form sources for secondary attack.

Preplanting disinfection of diseased corms by solutions of organic mercurials gave very good control of primary infections (Table 4). In the case of cormlets, nearly 100% control may be obtained by giving them a hot water treatment for half an hour at 53 or 55°C (Table 5).

The spread of secondary infections in the field was prevented in one experiment by spraying with zineb + maneb solutions (Table 6).

LITERATUUR

- ANONYMUS, - 1955. Plant Diseases. Diseases of Gladiolus. Agr. Gaz. N.S.W. 66: 139-144, 212-220.
- BALD, J. G., - 1953. Control of disease by heat-curing and dipping gladiolus corms. I. Wound periderm and the extension of lesions. Phytopath. 43: 141-145.
- BALD, J. G., - 1956. Development and production of pathogen-free gladiolus cormels. Plant Dis. Rep. Suppl. 238: 81-84.
- BRUHN, CH., - 1955. Untersuchungen über die Fusarium-Krankheit der Gladiolen. (Erreger: Fusarium oxysporum Schl. f. gladioli (Massey) Snyder und Hansen). Phytopath. Z. 25: 1-38.
- DRAYTON, F. L., - 1929. Bulb growing in Holland and its relation to disease control. Sci. Agr. 9: 494-509.
- GOSS, OLGA M., - 1953. Corm rots of gladioli. J. Dep. Agr. W. Austr. 3 (2): 245, 247, 249-253.
- GREGORY, P. H., E. J. GUTHRIE & MAUREEN E. BUNCE, - 1959. Experiments on splash dispersal of fungus spores. J. gen. Microbiol. 20: 328-354.
- HAWKER, LILIAN E., - 1944. Diseases of the gladiolus. I. Control of hard rot, due to Septoria gladioli Passer., by fungicidal treatment of the corms. Ann. appl. Biol. 31: 204-210.
- LIMBER, D. P., - 1947. The observed frequency of mature pycnidia of Septoria gladioli on gladiolus corms. Phytopath. 37: 190-191.
- LOEBNER, M., - 1925. Uspulun zum Beizen erkrankter Gladiolen-Zwiebeln. Gartenflora 74: 157.
- MASSEY, L. M., - 1916. The hardrot disease of gladiolus. Corn. Univ. Agr. Exp. Stat. Bull. 380: 150-181.
- MOORE, W. C., - 1939. Diseases of bulbs. Min. Agr. Fish., London, Bull. 117: 176 pp.
- NELSON, R., - 1948. Diseases of gladiolus. Michig. agr. exp. Stat. Spec. Bull. 350: 63 pp.
- OORT, A. J. P., - 1959. Over de termen primair en secundair ziek in de fytopathologie. T. Pl.-ziekten 65: 142-146.
- PAPE, H., - 1925. Die Hartfäulekrankheit der Gladiolen und ihre Bekämpfung. Gartenwelt 29: 676-680.
- PASSERINI, G. in: SACCARDO, - 1884. Sylloge Fungorum 3: 574.
- RIEFENSTAHL, S., - 1933. Wachsende Verluste durch die Hartfäulekrankheit der Gladiolen. Gartenwelt 37: 314.
- RITZEMA BOS, J., - 1906. Ziekten en beschadigingen waarvan de oorzaak mij onbekend bleef. T. Pl.-ziekten 12: 184-186.
- RITZEMA BOS, J., - 1914. Verslag van het Instituut voor Phytopathologie over het jaar 1912. Med. Rijks L.-, T.- en B.-bouwschool 7: 25-100.
- RITZEMA BOS, J., - 1926. Het hardrot der gladiolen. T. Pl.-ziekten 32: 333-336.
- ROISTACHER, C. N., K. F. BAKER & J. G. BALD, - 1957. Hot water treatment of gladiolus corms for the eradication of Fusarium oxysporum f. gladioli. Hilgardia 26: 659-684.
- SCHENK, P. K., - 1956. De bestrijding van gladiolenziekten. Wbl. Bloemb.-cult. 66: 467.
- SCHENK, P. K., - 1959 a. Biologie en bestrijding van Septoria gladioli op gladiolen. T. Pl.-ziekten 65: 63-64.
- SCHENK, P. K., - 1959 b. Warmwaterbehandeling van gladiolekralen. Wbl. Bloemb.-cult. 70: 246 en 251.
- STONE, OLWEN M., - 1958. Some observations on Septoria gladioli Pass. Trans. Brit. mycol. Soc. 41: 505-518.