

DE INVLOED VAN HET TOEVOEGEN
VAN ORGANISCH MATERIAAL AAN DE GROND
OP HET OPTREDEN VAN *RHIZOCTONIA*-ZIEKTE
EN SCHURFT BIJ AARDAPPELEN¹

*With a summary: The influence of the addition of organic material to the soil
on the appearance of Rhizoctonia and common scab disease of potatoes*

DOOR

S. DE BOER

Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen²

INLEIDING

In ons land kan de schimmel *Rhizoctonia solani* Kühn aanzienlijke schade bij aardappelen veroorzaken. De verschijnselen van deze ziekte zijn voldoende bekend: in het voorjaar een onregelmatige opkomst en een holle stand van het gewas, later bepaalde bladafwijkingen en een manchet van schimmeldraden om de stengelvoet. Gewoonlijk zijn de knollen van dergelijke zieke planten met sclerotiën van de schimmel bezet. Daar er op poters die voor export zijn bestemd, slechts een geringe sclerotiënbezetting wordt toegestaan, is het van economisch belang om deze ziekte zoveel mogelijk tegen te gaan.

Bij de bestrijding van *Rhizoctonia solani* bij aardappelen moet er rekening mee worden gehouden, dat er twee zeer verschillende bronnen van besmetting kunnen zijn, nl. 1. sclerotiën en mycelium op de knol en 2. sclerotiën en mycelium in de grond.

De sclerotiën en het mycelium op de knol kunnen door chemische middelen, zoals enkele organisch kwik bevattende preparaten, formaldehydedamp, fenolverbindingen en andere stoffen vrijwel afdoende worden bestreden. De sclerotiën en het mycelium in de grond zijn veel moeilijker te bestrijden. Behandeling van de grond met chemische middelen, zoals bijv. PCNB, geeft soms vrij goede resultaten, maar aan deze methode zijn risico's verbonden, zoals opbrengstderiving en smaakbeïnvloeding bij consumptie-aardappelen.

In sommige streken van ons land, met name op de humeuze zandgronden in Drenthe, levert de besmetting van de grond met *Rhizoctonia* vele moeilijkheden op. Het is daarom van belang te onderzoeken of *Rhizoctonia* in de grond op een andere manier dan met chemische middelen tegengegaan kan worden, bijv. door toepassing van een biologische bestrijding. Deze methode kan o.a. berusten op antagonisme tussen micro-organismen (zie literatuuroverzicht).

Het doel van het onderzoek was om de *Rhizoctonia*-aantasting bij aardappelen tegen te gaan door antagonistische schimmels aan besmette grond toe te voegen of door bepaalde stoffen aan besmette grond toe te dienen, waardoor de ontwikkeling van antagonistische micro-organismen wordt gestimuleerd. Bij dit

¹ Aangenomen voor publikatie 10 juli 1962.

² Tegenwoordig adres/*Present address*: Centrum voor Plantenfysiologisch Onderzoek (C.P.O.), Wageningen.

onderzoek zijn allereerst die stoffen gebruikt, waarvan een gunstig effect bekend was. Daarnaast zijn enkele materialen getoetst, die speciaal voor toepassing in de praktijk geschikt zouden kunnen zijn.

Bij de controle der proeven bleek, dat er in vele gevallen ook een verandering in de (oppervlakkige) schurftaantasting voorkwam. Indien dit het geval was, zijn de resultaten vermeld.

LITERATUUROVERZICHT

WEINDLING (1932) vond bij zijn proeven over *Rhizoctonia solani* bij *Citrus*, dat de schimmel *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz (= *Trichoderma viride* Pers. ex Fr.) zich om de hyfen van *Rhizoctonia* heen wond. Hij sprak hierbij van een antagonistische werking. In 1934 vermeldde hij, dat er door *Trichoderma* een voor *Rhizoctonia* toxische stof werd geproduceerd, die hij kon isoleren. Deze stof, een antibioticum dus, is later gliotoxine genoemd.

Bij het onderzoek van SANFORD (1946, 1947, 1952) over de *Rhizoctonia*-aantasting van aardappelplantjes in potproeven werd nagegaan welke invloed het toedienen van verschillende stoffen aan de grond uitoefende op het verloop van de aantasting. Hij constateerde dat vooral na toevoegen van stikstofverbindingen en maïsmeel de microflora van de grond zodanig werd beïnvloed, dat de parasiet *Rhizoctonia* teruggedrongen werd, waardoor de planten minder werden aangetast.

MENZIES (1959) zag een vermindering van schurft bij aardappelen, wanneer luzernemeel samen met een „schurftonderdrukkende factor” was toegevoegd aan grond, waarin *Streptomyces scabies* (Thaxt.) Skinner voorkwam.

HERZOG & WARTENBERG (1958) vonden, dat verterende bestanddelen van aardappelplanten en -knollen een kiemremming van *Rhizoctonia*-sclerotieën in de grond veroorzaakten. Ze schreven deze remmende invloed toe aan fungistatisch werkende „antibionten”, die de verterende aardappelresten als substraat gebruiken; deze zouden het uitgroeien van de sclerotieën tot mycelium verhinderen. Werden deze „antibionten” met een chemisch middel gedood, dan konden de sclerotieën wel kiemen, ook al waren ze vijf jaar in de grond geweest.

In een recente publikatie vermeldt HERZOG (1961) echter een voor *Rhizoctonia* stimulerende werking in de rhizosfeer van hogere planten. Hij bepaalde deze met behulp van het aantal sclerotieën, dat hij vond in grond binnen en buiten de rhizosfeer van verschillende planten. Dit was het meest toegenomen bij aardappelplanten en tomaten, maar minder bij gewassen waarvoor *Rhizoctonia* facultatief parasitair is. Een eventuele aantasting door *Rhizoctonia* van aardappel of andere planten vermeldt HERZOG hierbij niet.

PAPAVIZAS & DAVEY (1960) onderzochten de invloed van groen plantenmateriaal op de microflora en op de mate waarin bonen door *Rhizoctonia* werden aangetast. Daartoe brachten ze jonge planten van soedangras, haver of maïs, of bloeiende boekweit- of boneplanten in *Rhizoctonia*-bevattende grond. Direct of 1, 2, 3 enz. tot 10 weken na het toevoegen plantten ze bonen in die verschillende gronden. Wanneer deze drie weken hierin hadden gegroeid, bepaalden ze: *a.* de *Rhizoctonia*-aantasting, *b.* de microflora van de grond en *c.* de hoeveelheid *Rhizoctonia* in de grond.

a. De meeste *Rhizoctonia*-aantasting van de bonen kwam voor in de besmette grond, waaraan geen plantenmateriaal was toegediend. In gronden met toevoe-

gingen was de aantasting minder, terwijl er vrijwel geen aantasting geconstateerd werd in grond, waarin 7 weken tevoren maïsplanten waren gebracht. Waren de maïsplanten echter 1, 3, 5 of 10 weken vóór de bonen in de grond gebracht, dan was er wel enige aantasting. Hierbij bleek dus, dat het tijdstip van het toevoegen van het materiaal aan de grond van invloed was. Haver-, bone-, soedangras- en boekweitplanten deden de aantasting minder teruglopen dan maïsplanten.

b. Bij bepaling van de bodemmicroflora bleek, dat het aantal bacteriën en schimmels, speciaal de voor *Rhizoctonia* antagonistische streptomyceten, veel groter was in gronden, waarin plantenmateriaal was gebracht. Na toevoeging van maïs- en haverplanten was het aantal micro-organismen het sterkste toegenomen. De maïs- en haverplanten zouden een stimulerende invloed hebben op die streptomyceten, die als antagonisten van *Rhizoctonia* werkzaam zijn.

c. De hoeveelheid *Rhizoctonia* in de grond werd bepaald met behulp van stukjes boekweitstro, die enige dagen in die grond ingegraven waren geweest (PAPAVIZAS & DAVEY, 1959). Bevat de grond *Rhizoctonia*, dan groeit de schimmel in deze stukjes boekweitstro, die daarna op wateragarschalen worden uitgelegd. Het aantal stukjes, waaruit de schimmel op schalen uitgroeit, geeft een aanwijzing voor de hoeveelheid *Rhizoctonia*, die in de grond aanwezig is. Met deze methode bleek, dat wanneer plantenmateriaal aan de grond was toegevoegd, er minder *Rhizoctonia* in voorkwam dan zonder toevoegingen.

Dit zeer globale overzicht van enkele literatuurgegevens laat zien, dat het voorkomen van *Rhizoctonia* in grond o.a. afhankelijk is van antagonistische micro-organismen. Deze kunnen in aantal toenemen door toevoeging van bepaalde stoffen of plantenmateriaal aan de grond.

MATERIAAL, METHODIEK EN RESULTATEN

Voor de meeste potproeven is met *Rhizoctonia* besmette, humeuze zandgrond uit Drenthe gebruikt. Het was echter alleen vroeg in het jaar, voordat de velden beplant waren, mogelijk om een grote hoeveelheid van deze grond te verkrijgen. Met de boekweitstro-methode is steeds gecontroleerd of er *Rhizoctonia* in de grond aanwezig was. In zulke besmette grond zijn steeds *Rhizoctonia*-vrije knollen gepoot.

Voor potproeven later in het seizoen was slechts niet besmette grond beschikbaar; daarin zijn dan met *Rhizoctonia* besmette aardappelen gepoot. Behalve potproeven zijn ook enkele veldproeven uitgevoerd. De uitkomsten van alle proeven zijn wiskundig verwerkt.

A. Potproeven met besmette grond en niet besmette aardappelen

A1. In maart 1959 werd een partij grond, afkomstig van vier boerderijen uit Drenthe, waarin het voorafgaande jaar de aardappelen met *Rhizoctonia* waren besmet, voor een potproef gebruikt. Na menging werden Mitscherlich-potten met deze besmette grond gevuld.

Aan de helft van de grond werd *Trichoderma viride* toegevoegd, nl. mycelium en sporen van één Petrischaal op zes potten grond. Om te voorkomen, dat er *Trichoderma*-sporen op de overige potten zouden terechtkomen, werden de potten met deze schimmel in een afzonderlijk deel van het warenhuis geplaatst. Tijdens de proef bleek dat de temperatuur in dat deel hoger was, zodat de resultaten met *Trichoderma* helaas niet met de andere vergelijkbaar zijn.

Door een gedeelte van de grond werd 20% „tuinturf” (doorgevroren zwartveen) gemengd. Van dit materiaal, dat in de tuinbouw o.a. voor structuurverbetering wordt toegepast, werd verwacht dat het de groei van *Trichoderma* zou stimuleren en van *Rhizoctonia* onderdrukken (o.a. door de lage pH van omstreeks 3,5). Ter vergelijking werd maïsmeel aan de grond toegevoegd in een hoeveelheid van 20 g per kg grond. Ook werden combinaties van *Trichoderma* met tuinturf of maïsmeel toegepast. Al deze stoffen werden intensief met de besmette grond gemengd; per object werden 20 potten met deze grond gevuld. Na vier dagen werden hierin *Rhizoctonia*-vrije knollen van het ras 'Bintje' gepoot; de potten stonden in een warenhuis bij wisselende temperatuur.

Al spoedig viel het op dat de planten in de potten, waarbij maïsmeel aan de grond was toegediend, enige dagen later opkwamen dan die in de andere potten; na zeven weken was de aanvankelijke groeivertraging echter overgegaan in een versnelde groei.

Na vier maanden werden de aardappelen geroid; per object werd het gewicht en de sclerotiën-bezetting der knollen bepaald. Hierbij bleek dat de knollen uit de niet-behandelde Drentse grond voor 49% van hun gewicht met sclerotiën waren bezet. Dit wijst erop, dat deze grond met *Rhizoctonia* besmet is geweest. De aardappelen uit de grond waaraan tuinturf was toegevoegd gaven vrijwel hetzelfde beeld. Toevoeging van *Trichoderma* gaf niet minder sclerotiën. Een opvallend verschil echter vertoonden de groepen, waarbij maïsmeel door de grond was gemengd; hiervan waren de knollen zeer blank en hadden aanzienlijk minder *Rhizoctonia*, nl. 26% van het knolgewicht. De sclerotiënbezetting was dus tot bijna de helft teruggebracht!

De opbrengst der aardappelen werd door toevoeging van tuinturf of maïsmeel aan de grond vrijwel niet beïnvloed; het gewicht der knollen was bij alle groepen ongeveer even groot. Het resultaat van deze proef liet zien dat door toediening van 20 g maïsmeel aan 1 kg besmette grond de sclerotiën-bezetting van aardappelen tot ongeveer de helft kon worden gereduceerd. Dit was aanleiding om verdere proeven met maïsmeel te nemen.

42. In februari 1960 werd besmette grond verkregen van de Proefboerderij „De Kooyenburg” te Rolde. Om na te gaan of het tijdstip van het toedienen der stoffen aan de grond van invloed is op de sclerotiën-bezetting der nateelt, werden de toegevoegde materialen op 2 verschillende tijden door de grond gemengd, nl. 19 en 5 dagen vóór het poten der knollen. Behalve de eerder gebruikte hoeveelheid maïsmeel van 20 g/kg grond werd ook een lagere dosering toegepast, nl. van 5 g/kg grond.

In 1960 hadden we de beschikking over een hoeveelheid „*Trichoderma*-dust” (sporen van *Trichoderma* spec., gemengd met een draagstof), afkomstig uit Japan, waar deze schimmel gebruikt wordt tegen o.a. *Rhizoctonia solani* in tabak. Naast de voorgeschreven hoeveelheid van 0,3 mg „*Trichoderma*-dust” per kg grond werd ook de tienvoudige hoeveelheid toegepast. Daar bij onze proeven na toevoegen van tuinturf aan grond de *Rhizoctonia*-bezetting der aardappelen niet verminderd was (zie ook B), is deze stof niet verder gebruikt.

Een vrij goedkoop materiaal, dat interessant leek om te beproeven, is tarwestro. Hiervan wordt door WRIGHT (1956) opgegeven, dat het de gliotoxine-productie van *Trichoderma* zou stimuleren. Stukjes tarwestro van 2 tot 3 cm werden door de grond gemengd in een hoeveelheid van 10 g/kg grond. Mengsels van 20

en 5 g maïsmeel of 10 g tarwestro met 3 mg „*Trichoderma*-dust” werden eveneens toegepast. In totaal waren er 18 objecten met 12 herhalingen.

Vijf en 19 dagen na het mengen werden *Rhizoctonia*-vrije aardappelen van het ras ‘Bintje’ gepoot. Ook nu weer was er bij de groepen met maïsmeel-toediening aanvankelijk een groeivertraging, die later overging in een groeiversnelling. Bij toevoeging van tarwestro was dit, zij het in mindere mate, eveneens het geval. Verder viel op dat er in de grond met maïsmeel veel minder onkruid groeide.

Na ongeveer vier maanden werden de aardappelen gerooid, gewogen en gecontroleerd, niet alleen op *Rhizoctonia* maar ook op oppervlakkige schurft. De knollen werden voortaan per pot beoordeeld, waarbij een cijfer werd gegeven voor de mate van sclerotiënbezetting en van schurftaantasting. Het maximale puntenaantal werd per object vastgesteld op 100 (wanneer alle knollen zwaar waren aangetast). Door vergelijking van de verkregen cijfers kon de mate van aantasting van de objecten onderling worden vergeleken.

De knollen uit niet behandelde Drentse grond waren merendeels met *Rhizoctonia*-sclerotiën bezet en bleken bovendien sterk door schurft te zijn aangetast. Bij de meeste behandelde objecten was dat echter eveneens het geval. Alleen bij 20 g maïsmeel per kg grond was de sclerotiën-bezetting iets minder, terwijl de schurftaantasting sterk was gereduceerd; deze knollen waren opvallend blank. Bovendien was de opbrengst iets hoger. De groep, waarbij maïsmeel 5 dagen vóór het poten door de grond was gemengd, gaf onderstaande resultaten:

	Mate van sclerotiën-bezetting	Mate van schurft-aantasting	Gewicht in g
Drentse grond	44	80	2690
20 g maïsmeel/kg Drentse grond	37	36	2910

Het toevoegen van 5 g maïsmeel, tarwestro of „*Trichoderma*-dust” had vrijwel geen invloed op de ziekten, terwijl het ook weinig verschil uitmaakte of de grond 19 of 5 dagen voor het poten was gemengd. Bij deze proef is dus weer een gunstige invloed geconstateerd van het toevoegen van 20 g maïsmeel aan 1 kg Drentse grond met als resultaat minder *Rhizoctonia*, sterke reductie van de schurftaantasting en geringe opbrengstverhoging.

43. Ook in 1961 is een potproef genomen met besmette Drentse grond, afkomstig van een boerderij te Rolde. Aan deze grond werden weer verschillende stoffen toegediend, in de eerste plaats 20 g maïsmeel per kg grond, ook gecombineerd met 3 mg „*Trichoderma*-dust” per kg grond. Daarnaast werd een lagere dosering maïsmeel gebruikt van 10 g per kg grond. Ter vergelijking werden dezelfde hoeveelheden roggemeel beproefd. Verder werden enkele stikstof-verbindingen, die een reductie van *Rhizoctonia* zouden geven (SANFORD, 1947; DAVEY & PAPAVIDAS, 1960), door de grond gemengd. In totaal waren er 9 behandelingen met 12 herhalingen. Vier dagen na het klaarmaken van deze verschillende grondmengsels werden *Rhizoctonia*-vrije aardappelen van het ras ‘Bintje’ in de potten gepoot. Deze stonden in een warenhuis.

De opkomst der planten was ongelijk; in de potten met de stikstof-verbindingen kwamen de planten eerder op dan in de potten zonder deze toevoegingen; bij

maïsmeel en roggemeel was de opkomst vertraagd, terwijl er ook minder onkruid voorkwam. Deze verschillen werden na enige weken minder.

Bij de controle na 3½ maand werd de opbrengst bepaald en werden de knollen op *Rhizoctonia* en ook op schurft beoordeeld. Bij diverse objecten kwamen duidelijke verschillen te voorschijn. Allereerst bleek dat aardappelen die in deze Drentse grond waren gegroeid, weinig sclerotiën hadden maar veel schurft, terwijl de opbrengst laag was. Waren er stoffen aan de grond toegevoegd, dan kwam er meer *Rhizoctonia* maar minder schurft voor (tabel 1).

TABEL 1. De invloed van het toedienen van verschillende stoffen aan met *Rhizoctonia* besmette Drentse grond op de sclerotiënbetetting, de schurftaantasting en de opbrengst van aardappelen.

The influence of the addition of several substances to soil, infested with Rhizoctonia, on the formation of sclerotia, attack of scab and yield of potatoes.

Toegediende stoffen per kg grond <i>Substances added to 1 kg of soil</i>	Mate van sclerotiën- betetting (max. 100) <i>Extent of sclerotium formation (max. 100)</i>	Mate van schurft- aantasting (max. 100) <i>Extent of scab (max. 100)</i>	Totaal gewicht in g <i>Weight of tubers in g</i>
Geen/ <i>None</i>	8	87	810
NaNO ₃ 2 g	9	83	1210
Roggemeel/ <i>Rye-meal</i> 10 g	56	79	1340
Roggemeel/ <i>Rye-meal</i> 20 g	26	65	1655
Maïsmeel/ <i>Corn-meal</i> 10 g	44	52	1410
NH ₄ NO ₃ 1 g	27	52	1585
Maïsmeel/ <i>Corn-meal</i> 20 g	29	44	1660
Maïsmeel/ <i>Corn-meal</i> 20 g + „ <i>Trichoderma-dust</i> ” 3 mg	14	33	1740
Maïsmeel/ <i>Corn-meal</i> 20 g + NH ₄ NO ₃ 1 g	33	27	1800

De behandelingen zijn zodanig gerangschikt, dat de mate van schurftaantasting van boven naar beneden afneemt; hiermee komt vrijwel overeen een toename van de opbrengst. Misschien is de opbrengstverhoging te danken aan een stijging van de hoeveelheid beschikbare stikstof. In hoeverre een daling van de schurft hiermee samenhangt, zal nader onderzocht moeten worden.

In de meeste gevallen lijkt er een zeker antagonisme tussen *Rhizoctonia* en schurft te bestaan: in de onbehandelde grond en bij toevoeging van 2 g NaNO₃, ook met 20 g roggemeel, 1 g NH₄NO₃ en 20 en 10 g maïsmeel; de mate van afname van de schurftaantasting komt enigszins overeen met die van de toename van *Rhizoctonia*. Bij 10 g roggemeel kwam zowel veel *Rhizoctonia* als veel schurft voor. Met roggemeel waren de resultaten dus slechter dan met maïsmeel. De combinatie van 20 g maïsmeel en 3 mg „*Trichoderma-dust*” was bij deze proef het gunstigste: weinig *Rhizoctonia* en schurft, terwijl bovendien de opbrengst meer dan verdubbeld was.

A4. In *laboratoriumproeven* kon worden aangetoond, dat er op Petri-schalen met wateragar en een maïsmeel-grondmengsel een sterke ontwikkeling van bacteriën en schimmels optreedt; is er eerst *Rhizoctonia* op zo'n schaal geënt, dan wordt de ontwikkeling van deze schimmel sterk geremd onder invloed van die

micro-organismen; deze invloed was het sterkste als het maïsmeel-grondmengsel 15 tot 20 dagen oud was; de groei van *Rhizoctonia* was dan minimaal.

Worden aardappelen gepoot in grond met *Rhizoctonia* waaraan maïsmeel is toegevoegd, dan zal deze schimmel na zekere tijd zozeer door micro-organismen gereduceerd kunnen zijn, dat er later een minimale sclerotiënbezetting van de nateelt verkregen kan worden. Om dit te onderzoeken werd een *tijdstippenproef* genomen. Hiervoor werd in 1961 een grote hoeveelheid met *Rhizoctonia* besmette Drentse grond (afkomstig van de proefboerderij „De Kooyenburg” te Rolde) gemengd met maïsmeel in een verhouding van 20 g maïsmeel per kg grond. Mitscherlich-potten werden met dit maïsmeel-grondmengsel gevuld en hierin werden *Rhizoctonia*-vrije aardappelen van het ras ‘Bintje’ gepoot na 0, 2, 4, 6, 9, 12, 15, 18, 23, 26, 29, 33 en 37 dagen, 7 knollen per keer. De potten stonden in een warenhuis. Na ongeveer vier maanden werden de aardappelen gecontroleerd. Bij een controle-groep zonder toediening van maïsmeel was de nateelt matig met sclerotiën bezet, terwijl er vrijwel geen schurft voorkwam. Toevoeging van maïsmeel aan de grond gaf over het algemeen minder sclerotiën. Werden de aardappelen binnen 12 dagen na toevoeging van maïsmeel gepoot, dan was de *Rhizoctonia*-vermindering gering. Na 12 tot 23 dagen was de sclerotiën-bezetting het minste, met een minimum bij 15 dagen. Bij potten 23 dagen na de toevoeging kwamen weer meer sclerotiën voor, bijna evenveel als in grond zonder maïsmeel. Deze tijden komen ongeveer overeen met die van laboratoriumproeven, waarbij *Rhizoctonia* 15 tot 20 dagen na toevoeging van maïsmeel het sterkst was gereduceerd.

Aangezien de mate der sclerotiën-bezetting van de aardappelen per groep nogal wisselend was, zijn proeven op grotere schaal nodig om exacte gegevens te verkrijgen. Deze proef gaf wel de aanwijzing dat, wanneer de aardappelen kortere of langere tijd na toedienen van maïsmeel aan de grond worden gepoot, de sclerotiën-vermindering geringer is dan wanneer het potten na ongeveer twee weken plaatsvindt.

B. Potproeven met aardappelen, besmet met Rhizoctonia

Er werden in 1959 en 1960 nog enige potproeven genomen met grond, waarin met *Rhizoctonia* besmette aardappelen werden gepoot. Ook door deze gronden waren stoffen gemengd, nl. maïsmeel, tuinturf, tarwestro, *Trichoderma* en combinaties van deze stoffen. Toevoeging van tarwestro of *Trichoderma* gaf weinig verschil te zien, terwijl bij tuinturf meer schurft voorkwam. Ook bij deze proeven gaf het toedienen van maïsmeel een duidelijk effect; er kwam minder *Rhizoctonia* voor op de nateelt, terwijl de schurftaantasting aanzienlijk was gereduceerd. Bovendien waren de opbrengsten in enkele gevallen sterk vergroot.

Bij een proef met gestoomde grond, waarin besmette aardappelen werden gepoot, kwam meer *Rhizoctonia* voor op de nateelt dan in de overeenkomstige ongestoomde grond. Dit kan worden toegeschreven aan het ontbreken van antagonist in de gestoomde grond. Hiervoor pleit ook, dat toedienen van maïsmeel aan gestoomde grond geen invloed had op de sclerotiën-bezetting.

De opbrengsten waren bij deze proef aanmerkelijk verhoogd, nl.

in niet gestoomde grond	1840 g,
in niet gestoomde grond + maïsmeel	3680 g,
in gestoomde grond	3570 g,
in gestoomde grond + maïsmeel	4290 g.

C. Veldproeven

C1. In 1960 werd eerst een oriënterende veldproef in enkelvoud genomen op zandgrond in Wageningen. In veldjes van 10 bij 10 m werden met de freesmachine per m² door de grond gewerkt:

1. 100 g maïsmeel,
2. 1 g „*Trichoderma*-dust”,
3. 100 g maïsmeel + 1 g „*Trichoderma*-dust”.

Een veldje zonder toevoeging diende als controle. Op deze veldjes werden met *Rhizoctonia* besmette aardappelen van het ras ‘Vorán’ gepoot. Na 5 maanden werden de aardappelen gerooid, gewogen en gecontroleerd. Van het onbehandelde veldje en de veldjes 1, 2 en 3 waren de gewichtspercentages met sclerotiën bezette knollen resp. 88, 85, 93 en 48. Het mengsel van maïsmeel met „*Trichoderma*-dust” gaf dus een belangrijke reductie van *Rhizoctonia*. Bij de opbrengsten kwamen vrijwel geen verschillen voor.

C2. Het gunstige resultaat van deze oriënterende veldproef deed besluiten om in 1961 in Drenthe een proef op besmette grond uit te voeren. Hiervoor werd een besmet terrein uitgezocht in Rolde (van dit veld werd grond gebruikt voor de potproef van 1961, zie A3). Het proefveld werd verdeeld in 32 veldjes van 2,5 bij 5 m. Er werden 3 concentraties maïsmeel door de grond gemengd, nl. 100, 500 of 2000 g per m², iedere concentratie in achtvoud in een gewarde blokkenproef. Bij enkele veldjes is bovendien nog 1 g „*Trichoderma*-dust” per m² gebruikt. Onbehandelde veldjes dienden als controle.

Een week nadat de stoffen door de grond waren gefreesd, werden aardappelen van het ras ‘Vorán’ gepoot. Na 5 maanden werden de knollen midden uit ieder veldje afzonderlijk gerooid, gewogen en gecontroleerd. Er kwam vrijwel geen schurft voor, maar wel *Rhizoctonia*; de aardappelen van de maat 35–45 werden op sclerotiën beoordeeld.

De gewichtspercentages van met sclerotiën bezette knollen varieerden van 0 tot 70. Na wiskundige verwerking bleek, dat de verschillen tussen de objecten niet significant waren, maar dat verschillen in sclerotiën-bezetting moesten worden toegeschreven aan een zeer ongelijkmatige *Rhizoctonia*-besmetting van het proefveld: stroken met veel en gedeelten met vrijwel geen *Rhizoctonia*.

Bij deze proef kon dus geen effect van het toevoegen van maïsmeel en *Trichoderma* aan besmette grond worden geconstateerd.

D. Nawerking van het toevoegen van organisch materiaal aan de grond

Van enkele potproeven werd de grond na vrij droog bewaren gedurende de winter het volgende jaar voor een tweede keer gebruikt om er niet besmette aardappelen in te poten met het doel na te gaan of de toegevoegde stoffen nog nawerking vertoonden.

In het algemeen werd gevonden, dat er bij de nateelt weinig verschillen in sclerotiën-bezetting bij de diverse behandelingen voorkwamen. Dit zou erop wijzen dat de veranderingen, die er in de grond optreden na het toedienen van stoffen aan die grond, na verloop van tijd sterk verminderd of verdwenen zijn. Ook bij de veldproef te Wageningen werd het tweede jaar geen nawerking gevonden van de stoffen, die het vorige jaar door de grond waren gewerkt.

Uit literatuurgegevens kon worden opgemaakt, dat het mogelijk is om de hoeveelheid *Rhizoctonia* in de grond te verminderen door het toedienen van verschillende stoffen aan die grond. Dit was aanleiding om te onderzoeken of er in met *Rhizoctonia* besmette grond een reductie van de sclerotiënbezetting van aardappelen kan worden verkregen na toevoegen van organisch materiaal, al of niet gecombineerd met *Trichoderma*. Laboratorium-, pot- en veldproeven lieten zien, dat het inderdaad mogelijk is om veranderingen in de microflora van de bodem te verkrijgen, wanneer er organische stoffen aan de grond worden toegevend. De resultaten waren echter wisselend.

Bij proeven met grond moet men er rekening mee houden, dat zich onder invloed van levende organismen in de grond zeer veel processen voltrekken, waardoor er onophoudelijk veranderingen optreden; hierbij spelen temperatuur, vochtigheid, grondsoort, structuur, gasuitwisseling, pH en vele andere factoren een rol.

Worden er stoffen of schimmels aan de grond toegevoegd, dan zijn er vele variaties mogelijk in fysische, chemische en biologische processen, afhankelijk van o.a. bovengenoemde factoren. Organisch materiaal wordt spoedig omgezet door de microflora en de microfauna. Hierbij bepaalt ook de chemische samenstelling en de hoeveelheid van het materiaal in welke richting de omzettingen zullen verlopen. Wanneer hierbij bovendien de „hogere” plant betrokken wordt, die invloed uitoefent op de rhizosfeer in de bodem maar omgekeerd ook door de grond beïnvloed wordt, dan kunnen zich vele mogelijkheden voordoen. Dit maakt het aannemelijk dat, wanneer het gaat om de wisselwerking tussen bodem, micro-organismen en (waard)plant, er niet steeds hetzelfde effect wordt bereikt.

Daar er bij onze proeven met verschillende grond onder uiteenlopende omstandigheden moest worden gewerkt, is het verklaarbaar, dat er wisselende uitkomsten zijn verkregen. Toch bleek het in een aantal gevallen mogelijk om een gunstige werking te verkrijgen na toedienen van maïsmeel aan de grond, al of niet gecombineerd met *Trichoderma*, nl. een reductie van de *Rhizoctonia*-bezetting van aardappelen, een verminderde schurftaantasting en een verhoogde opbrengst.

De vermindering van de sclerotiën-bezetting kan misschien aldus worden verklaard: een toename van organisch materiaal in de grond geeft een verhoogde microbiologische activiteit, waarbij meer CO₂ wordt geproduceerd. Daar *Rhizoctonia* gevoelig is voor CO₂ (zie BLAIR, 1943) kan de ontwikkeling van de schimmel hierdoor worden geremd, zodat er minder sclerotiën worden gevormd.

In feite is het geheel veel gecompliceerder omdat er verscheidene micro-organismen in het spel zijn. Nader onderzoek hierover is dan ook gewenst, evenals bestudering van de factoren die daarbij een rol spelen. Wanneer deze beter bekend zijn, is het misschien mogelijk om een meer gerichte directe invloed uit te oefenen ter verkrijging van een uiteindelijk gunstig resultaat.

Hoewel aanvankelijk werd verwacht, dat er door middel van antagonistische schimmels en veranderde microbiologische activiteiten een bestrijding van *Rhizoctonia* mogelijk zou zijn, bleek in de loop van de proeven dat verder onderzoek noodzakelijk is om een beter inzicht te verkrijgen in de wederzijdse beïn-

vloeding van micro-organismen in de grond onder invloed van verschillende milieu-factoren.

SUMMARY

In pot- and field trials organic material and/or *Trichoderma* were added to different soils, most of which were infested with *Rhizoctonia*. At different times after the addition potato tubers were planted, in order to investigate if a reduction of sclerotia on the crop could be obtained. Little effect resulted from the addition of peat, wheat-straw or *Trichoderma*.

After addition of 20 g corn-meal to 1 kg of soil, in most instances combined with *Trichoderma*, the following effects were obtained: 1. fewer weeds, 2. delayed appearance of the sprouts, 3. fewer (though in a single case more) sclerotia on the crop, 4. less scab, and 5. increased yield (cf. table 1).

The variable results may be attributed to differences in soil and to many factors influencing the interaction between plants and micro-organisms in the soil. Further research is desirable.

LITERATUUR

- BLAIR, I. D., - 1943. Behaviour of the fungus *Rhizoctonia solani* in the soil. *Ann. appl. Biol.* 30: 118-127.
- DAVEY, C. B. & G. C. PAPAIVAS, - 1960. Effect of dry mature plant materials and nitrogen on *Rhizoctonia solani* in soil. *Phytopathology* 50: 522-525.
- HERZOG, W., - 1961. Das Überdauern und der Saprophytismus des Wurzeltötters *Rhizoctonia solani* Kühn im Boden. *Phytopath. Z.* 40: 379-415.
- HERZOG, W. & H. WARTENBERG, - 1958. Untersuchungen über die Lebensdauer der Sklerotien von *Rhizoctonia solani* Kühn im Boden. *Phytopath. Z.* 33: 291-315.
- MENZIES, J. D., - 1959. Occurrence and transfer of a biological factor in soil that suppresses potato scab. *Phytopathology* 49: 648-652.
- PAPAIVAS, G. C. & C. B. DAVEY, - 1959. Isolation of *Rhizoctonia solani* Kühn from naturally infested and artificially inoculated soils. *Pl. Dis. Repr.* 43: 404-410.
- PAPAIVAS, G. C. & C. B. DAVEY, - 1960. *Rhizoctonia* disease of bean as affected by decomposing green plant materials and associated microfloras. *Phytopathology* 50: 516-522.
- SANFORD, G. B., - 1946. Soil born diseases in relation to the microflora associated with various crops and soil amendments. *Soil Sci.* 61: 9-21.
- SANFORD, G. B., - 1947. Effects of various soil supplements on the virulence and persistence of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Sci. Agric.* 27: 533-544.
- SANFORD, G. B., - 1952. Persistence of *Rhizoctonia solani* Kühn in soil. *Canad. J. Bot.* 30: 652-664.
- WEINDLING, R., - 1932. *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi. *Phytopathology* 22: 837-845.
- WEINDLING, R., - 1934. Studies on a lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi. *Phytopathology* 24: 1153-1179.
- WRIGHT, J. H., - 1956. The production of antibiotics in soil III. Production of gliotoxin in wheatstraw buried in soil. *Ann. appl. Biol.* 44: 461-466.