

J. H. van Emden, R. E. Labruyère en G. M. Tichelaar

Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen

Bijdrage tot de kennis van de bestrijding
van de Rhizoctonia-ziekte in de Nederlandse
pootaardappelteelt

with a summary:

On the control of *Rhizoctonia solani* in seed potato
cultivation in the Netherlands



1966 *Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie*

Wageningen

Dit verslag verscheen tevens als: Meded. nr. 412 van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek

© Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen 1966

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.
No part of this book may be reproduced and/or published in any form, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publishers.

INHOUD

1	INLEIDING	3
2	MATERIAAL EN METHODEN	3
3	VELDWAARNEMINGEN.	5
4	INVLOED VAN OP DE POOTAARDAPPEL AANWEZIGE SCLEROTIËN.	7
4.1	Invloed van op de knol aanwezige sclerotiën op de opkomst	7
4.2	Invloed van op de knol aanwezige sclerotiën op de ontwikkeling van het gewas	7
4.3	Invloed van op de knol aanwezige sclerotiën op de opbrengst.	8
4.4	Invloed van op de knol aanwezige besmettingsbron op het optreden van sclerotiën bij de oogst	9
4.5	Invloed van op pootgoed aanwezige sclerotiën op het percentage geogste knollen tussen 28 en 45 mm.	10
5	INVLOED VAN KNOLONTSMETTING	10
5.1	Invloed van knolontsmetting op de opbrengst.	10
5.2	Invloed van knolontsmetting op de sclerotiënbezetting van de oogst	12
6	RHIZOCTONIA IN DE BODEM.	16
6.1	In de bodem aanwezige besmettingsbron	16
6.2	Invloed van de duur van het verblijf van de knollen in de grond	21
6.3	Invloed van grondontsmetting.	26
6.4	Waarnemingen over het gedrag van Rhizoctonia in maagdelijke grond . . .	31
7	HET GEDRAG VAN RHIZOCTONIA TIJDENS DE BEWARING.	36
8	CONCLUSIES.	36
	SAMENVATTING	38
	SUMMARY	40
	LITERATUUR	42
	BIJLAGE	

1 Inleiding

Het onderzoek naar de *Rhizoctonia*-ziekte bij pootaardappelen werd in 1954 door het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO) geëntameerd op verzoek van de Rijkslandbouwconsulent van N. Noordholland. Deze wees op de moeilijkheden die men bij de afzet ondervindt als gevolg van sclerotiën van *Rhizoctonia solani* op de knollen, die kunnen optreden zonder waarneembare ziekte-symptomen in het gewas. Ook in een groot gedeelte van de pootgoedgebieden buiten N. Noordholland kwamen deze klachten naar voren.

De schade door *Rhizoctonia* veroorzaakt is niet alleen, en zelfs niet in de eerste plaats, een opbrengstderiving, maar is veel meer een kwaliteitsverlies door de aanwezigheid van sclerotiën op de knollen, terwijl bovendien knolmisvorming en een afwijkende sortering leiden tot een hoger percentage van de oogst buiten de 'potermaat' (28-45 mm).

Als bestrijdingsmaatregel tegen *Rhizoctonia* wordt aanbevolen het pootgoed te ontsmetten. De meningen hieromtrent lopen echter zeer uiteen. Uit het feit, dat men ondanks knolontsmetting soms partijen oogst die op hinderlijke wijze met sclerotiën zijn bezet, trekken velen de conclusie dat de ontsmetting van weinig waarde is. In tegenstelling hiermede zijn er echter ook landbouwers die zoveel vertrouwen hebben in de doeltreffendheid van deze bestrijdingsmaatregel, dat zij het uitschot van voor de handel klaargemaakte partijen na ontsmetting in het eigen bedrijf gebruiken als uitgangsmateriaal voor de verdere teelt van pootgoed.

Het doel van het onderhavige onderzoek was te trachten, een indruk te krijgen van de schadelijke invloed van de schimmel en van het nut van de voorgeschreven bestrijdingsmaatregelen. In de loop van het werk zijn verdere gegevens verzameld over diverse andere aspecten van de *Rhizoctonia*-ziekte van de aardappel.

Hoewel ten aanzien van de schimmel, zijn gedrag in de grond en zijn verhouding tot de aardappelplant nog veel vragen onbeantwoord blijven, is toch tot publikatie van de tot op heden verkregen gegevens overgegaan, omdat ze duidelijke aanwijzingen bevatten, hoe de schade die *Rhizoctonia* veroorzaakt in de Nederlandse pootaardappelteeltgebieden zo veel mogelijk beperkt kan worden.

2 Materiaal en methoden

Veldproeven. In de eerste jaren van het onderzoek werden de veldproeven in hoofdzaak door het IPO zelf opgezet, veelal met medewerking van personeel van Rijkslandbouwconsulentschappen. In latere jaren verminderde het aantal eigen proeven en zijn meer gegevens ontleend aan proefvelden die door de Rijkslandbouwconsulenten, al of niet in samenwerking met het IPO werden aangelegd. Van de gegevens uit deze laatste categorie is alleen gebruik gemaakt voor zover zij zijn gepubliceerd.

Opzet van de proeven. Ieder proefvak omvatte minstens 36 planten, meestal verdeeld over vier rijen. Als uitgangsmateriaal werd voor iedere proef uit één partij het benodigde aantal besmette en niet besmette knollen gezocht. Voor de beoordeling diende de opbrengst van de binnenste tweemaal zeven planten als maatstaf. Hieruit werden ongeveer honderd knollen in de maat 35-45 mm gezocht voor het vaststellen van de mate van aantasting.

Verwerking van de resultaten. Bij de gekozen grootte van de vakken bleek de variatie door toevallige oorzaken binnen het aanvaardbare te blijven. De opzet van de proeven is steeds zodanig geweest dat wiskundige verwerking van de resultaten mogelijk was. Voor de eigen proeven is deze ook steeds uitgevoerd, maar in dit artikel verder niet weergegeven. Vermelding van de resultaten van de wiskundige analyse zou het noodzakelijk maken, elke proef afzonderlijk te behandelen. Daar het geschrevene in hoofdzaak beperkt blijft tot een vergelijking van uitkomsten van een groot aantal proeven, die onder steeds wisselende omstandigheden zijn genomen, had het weinig zin elke proef nog eens afzonderlijk te bespreken. Bovendien wordt de algemene geldigheid der uitkomsten in hogere mate bepaald door in de loop van de jaren in verschillende streken van het land verkregen overeenkomstige resultaten dan door de wiskundige betrouwbaarheid van de enkele proef.

Beoordeling van verschillen in opkomst. De verschillen in opkomst zijn vastgesteld door op een betrekkelijk willekeurig tijdstip, doch uiteraard voordat alle planten bovengronds zichtbaar waren, de in ieder vak opgekomen planten te tellen. Hierdoor is de aanwezigheid van een verschil in opkomst slechts als een momentopname gegeven, maar de afstand waarop de proeven meestal van het instituut gelegen waren, maakte een meer gedetailleerde opname onuitvoerbaar.

Ontwikkeling van het gewas. Het vaststellen van de ontwikkeling van het gewas geschiedde door de veldjes met een standcijfer (schaal 0-10) te laten waarden door onafhankelijke deskundigen en vervolgens van de verzamelde cijfers het gemiddelde te berekenen.

Opbrengst en sortering. De op opbrengst en sortering betrekking hebbende cijfers zijn verkregen door de oogst van ieder veldje zonder de randrijen na het rooien te sorteren en vervolgens de fracties te wegen.

Mate van optreden van sclerotiën op de oogst. Om de mate waarin op de geogste knollen sclerotiën voorkwamen te kunnen uitdrukken, werd aanvankelijk ieder monster gesorteerd in aantastingsgraden van 0 tot 5. Klasse 0 bevatte die knollen, waarop geen sclerotiën voorkwamen en waarop ook met een loep geen mycelium was waar te nemen. Klasse 5 kwam overeen met de aantastingsgraad 'zwaar' van de Plantenziektenkundige Dienst. Om een door de jaren zoveel mogelijk uniforme beoordeling te krijgen, werd in het eerste jaar dadelijk een standaardserie samengesteld en op formaline

geconserveerd; ze werd bij het beoordelen geregeld geraadpleegd.

Door het gewicht in grammen van de knollen in iedere klasse te vermenigvuldigen met het cijfer van de klasse en de som van de aldus verkregen produkten te delen door het gewicht in kilogrammen van het monster, krijgt men een 'aantastingscijfer' (van 0-5000) dat kan dienen om de bezettingsgraad met sclerotiën van verschillende monsters te vergelijken. Een later toegepaste beoordelingswijze bestond eenvoudigweg uit het bepalen in ieder monster van het gezamenlijk gewicht van de knollen uit de klasse 0 en dit uit te drukken in procenten van het gewicht van het gehele monster.

De eerstgenoemde methode is veel bewerkelijker dan de tweede en de aantastingscijfers geven aan degenen die deze beoordelingswijze niet zelf hebben toegepast geen indruk van het uiterlijk van het monster. De cijfers van de tweede methode spreken een veel duidelijker taal maar hebben het nadeel, dat bij monsters met weinig of geen geheel blanke knollen duidelijke verschillen in de mate van aantasting niet meer tot uiting komen.

Beoordeling van het sclerotiëndodend effect van knolontsmettingen. Bij het onderzoek naar het sclerotiëndodend effect van de diverse middelen bleek, dat het hoogste aantal kiemende sclerotiën werd verkregen door de knollen gedurende twee uur in stromend water te wassen en de sclerotiën daarna op wateragar uit te leggen. Na ten hoogste 4 dagen incubatie bij 22 °C werden de schalen met een loep bekeken om te zien of zich bij de sclerotiën mycelium had ontwikkeld. Als dit het geval was, werd onderzocht of hierin *Rhizoctonia solani* te herkennen was, waartoe een vergroting van 100 x meestal wel voldoende was. Aangezien *Rhizoctonia* een steriel mycelium vormt, berust de identificatie op minder scherp gedefinieerde kenmerken dan bij sporulerende schimmels. De schimmel is evenwel tamelijk makkelijk te herkennen aan de volgende combinatie van eigenschappen:

- a. de enigszins Y-vormige vertakkingen van het mycelium;
- b. een geringe vernauwing van de zijtak onmiddellijk na het punt van oorsprong;
- c. de aanwezigheid van een celwand in de hoofdtak en in de zijtak op nagenoeg gelijke hoogte;
- d. de diameter van de myceliumdraden (8 tot 10 μ).

Als het te onderzoeken mycelium niet in alle hierboven genoemde opzichten kenmerkend was voor *Rhizoctonia solani*, werd ook nog een reïncultuur gemaakt en de habitus beoordeeld.

3 Veldwaarnemingen

In de loop van het onderzoek werden bij het bezoeken van proefvelden en praktijkpercelen vele incidentele waarnemingen verricht aangaande het gedrag van de schimmel. Daarbij bleek, dat gedurende de groeiperiode van de aardappelplant de aanwezigheid van *Rhizoctonia* op de ondergrondse delen veelal onopgemerkt blijft door het

ontbreken van bovengrondse symptomen. Op wortels, stengels en stolonen van planten met een normaal uiterlijk kan men echter met behulp van een loep of zelfs met het blote oog het mycelium van de schimmel ontdekken. In dergelijke gevallen gedraagt *Rhizoctonia* zich geheel epifytisch. Ook komt het voor dat een plant zonder bovengrondse symptomen bij nader onderzoek van de ondergrondse delen op stengels en stolonen de voor aantasting door *Rhizoctonia* karakteristieke lesies blijkt te bezitten.

In ernstige gevallen herkent men zieke planten aan bladrolachtige verschijnselen in het loof of aan de vorming van bovengrondse knollen. Ongeveer twee maanden na het poten vindt men aan de stengelbases van planten met *Rhizoctonia* soms veelvuldig de perfecte vorm, thans *Tanatephorus cucumeris* (FRANK) DONK geheten, als een grauwwit vilt dat zich van het grondoppervlak tot enige cm daarboven over de stengel uitstrekt. Bij zeer droog weer en tegen het einde van de groeiperiode valt deze verschijningsvorm minder op, al kan men deze zgn. 'manchetten' in augustus ook nog wel vinden.

Hoewel jonge planten door een successievelijke aantasting van alle zich ontwikkelende spruiten aan *Rhizoctonia* te gronde kunnen gaan, is deze parasiet in Nederland zelden de oorzaak van het ontstaan van misplaatsen in het gewas. Men kan vaak waarnemen dat van een na het poten uitlopende knol één of meer spruiten zijn aangetast, maar dat deze zich ondanks het ontstaan van lesies normaal ontwikkelen. Soms echter rotten de spruiten op de plaats van aantasting door, waarna zij uit lager gelegen knoppen opnieuw uitgroeien. Als een spruit geheel verloren gaat, lopen er meestal andere ogen van de knol uit; het is merkwaardig, dat de nieuw uitgelopen knoppen van aangetaste en van zich later ontwikkelende spruiten van dezelfde knol soms onaangetast blijven. Ook is het opvallend, dat bij de talrijke onderzochte planten nooit wortels zijn gevonden die het voor stolonen en stengels zo karakteristieke aantastingsbeeld vertoonden.

Soms komt *Rhizoctonia* als een zuivere epifyt op de aardappelplant voor, waarbij dus ieder schadelijk symptoom ontbreekt en dientengevolge ook de opbrengst van knollen niet nadelig wordt beïnvloed. Zelfs bleken soms veldjes, waarvan de planten bijna alle bovengronds de perfecte vorm van de schimmel vertoonden, evenveel op te brengen als vergelijkbare veldjes, waarin de schimmel nauwelijks te vinden was.

Op grond van bovenstaande kan men het standpunt innemen, dat *Rhizoctonia* in vele gevallen een onschadelijk onderdeel is van de rhizosfeer-microflora van de aardappelplant. Dit geldt evenwel niet als men *Rhizoctonia* beschouwt als een factor in het produktieproces van de pootaardappel. Immers, ook de epifytisch aanwezige *Rhizoctonia* zal bij het afrijpen van de plant sclerotieën vormen op de knollen, waardoor deze als pootgoed minderwaardig moeten worden geacht. Het zich uit de sclerotieën ontwikkelende mycelium kan, als de omstandigheden daartoe gunstig zijn, wel degelijk schade veroorzaken in het volgende gewas. Terecht heeft dan ook de handel tegen de aanwezigheid van sclerotieën op pootaardappelen bezwaren. Hierin lag trouwens een van de redenen voor het entameren van het onderhavige onderzoek.

4 Invloed van op de poot aardappel aanwezige sclerotiën

Zoals reeds is vermeld kan de aanwezigheid van sclerotiën op de poot aardappel van invloed zijn op de opkomst van het gewas, op de gelijkmatigheid van de ontwikkeling, op de opbrengst, op het optreden van sclerotiën op de oogst en tenslotte op de sortering. Deze punten zullen hier achtereenvolgens worden behandeld.

4.1 Invloed van op de knol aanwezige sclerotiën op de opkomst

Deze invloed kan men bestuderen in proeven waarin naast elkaar voorkomen vakken bepoot met 'blanke' knollen en vakken bepoot met knollen bezet met sclerotiën. In 1955 waren in N. Noordholland twee dergelijke proeven beschikbaar. Toen daarin op 31 mei een telling werd verricht van het aantal zichtbare planten bleek, dat van de blanke knollen resp. nul en 4,2% nog niet was opgekomen, terwijl van een gelijk aantal knollen met sclerotiën resp. 14,8% en 36,1% der planten nog niet zichtbaar was.

Een soortgelijk effect werd in hetzelfde jaar waargenomen op het proefterrein van het IPO te Wageningen. Hier werd de opkomst in twintig vakken van elk tien planten om de drie dagen gecontroleerd. De helft van deze vakken was beplant met licht en de andere helft met zwaar besmet pootgoed. Toen van de eerstgenoemde helft 83% der planten boven de grond was gekomen, was van de andere helft slechts 46% zichtbaar. Twaalf dagen later waren echter in beide objecten alle planten opgekomen, zodat dus alleen gesproken mocht worden van een vertraagde opkomst. Uit onderzoek van een aantal vertraagd opgekomen exemplaren bleek, dat de oudste spruiten ervan door *Rhizoctonia* waren aangetast, waardoor het apicale gedeelte was afgestorven; daarna waren zij opnieuw uit lager gelegen ogen uitgelopen. De vertraging in de opkomst was dus een gevolg van een direct parasitaire werking van de schimmel. Dit is herhaaldelijk bevestigd, zowel in veldproeven als in kasproeven.

In 1964 werd de opkomst van besmet en niet besmet pootgoed vergeleken in een proef op zandgrond te Wageningen, ten dele gepoot op 8 april en ten dele op 22 april. Van het eerste gedeelte werd de opkomst gecontroleerd na negentien dagen, van het tweede na twintig dagen. Van het niet besmette pootgoed bleken de opkomstpercentages te zijn 37 en 77%, van het besmette 25 en 69%. Het later gepote materiaal kwam dus veel sneller op, waarbij het besmette pootgoed een geringere achterstand had dan bij het vroeg gepote gedeelte.

4.2 Invloed van op de knol aanwezige sclerotiën op de ontwikkeling van het gewas

Het gedeeltelijk afsterven en opnieuw uitlopen van spruiten heeft op het gewas tweerlei effect. In de eerste plaats krijgt het veld een onregelmatig uiterlijk en in de tweede plaats kan er bij een aantasting van betekenis een verlies aan stengels optreden. Weliswaar wordt bij geringe aantasting het afsterven van toppen van spruiten

door opnieuw uitlopen uit lager gelegen knoppen gecompenseerd, maar bij een ernstiger aantasting kunnen de eerste spruiten in hun geheel te gronde gaan en vindt geen hernieuwde uitloop plaats. Bovendien wordt door herhaaldelijk afsterven van sprui-

4.5 Invloed van op pootgoed aanwezige sclerotiën op het percentage geogste knollen tussen 28 en 45 mm

Ten gevolge van de aantasting van stolonen door *Rhizoctonia* gaan vele knolbegin-selen verloren, zodat er een geringer aantal knollen wordt gevormd. Aangezien de bruto opbrengst van het gewas door de aanwezigheid van *Rhizoctonia* slechts weinig en soms in het geheel niet wordt gedrukt, zullen er meer grote knollen worden gevormd dan in een gewas, waarin de schimmel niet parasitair optreedt; derhalve zullen er bij door *Rhizoctonia* aangetaste planten meer knollen boven de potermaat (tussen 28 en 45 mm) vallen dan bij niet door deze schimmel aangetaste exemplaren.

Uit eigen gegevens zijn ter illustratie van het bovenstaande de cijfers vermeld in tabel 3 ontleend.

Tabel 3. Percentage van de oogst > 28 en < 45 mm uit besmet en niet besmet pootgoed

Proef	Uit pootgoed met sclerotiën		Uit pootgoed zonder sclerotiën	
	niet ontsmet	ontsmet	niet ontsmet	ontsmet
1955 Anna Paulownapolder	77,1	88,1	84,4	89,3
1955 Wieringermeerpolder	60,4	83,2	71,1	83,0
1956 Anna Paulownapolder	78,2	90,5	82,0	80,8
1964 Wageningen	40,0	—	—	54,8
	<i>not disinfected</i>	<i>disinfected</i>	<i>not disinfected</i>	<i>disinfected</i>
<i>Experiment</i>	<i>From seed tubers with sclerotia</i>		<i>From seed tubers without sclerotia</i>	

Table 3. Percentage of harvest > 28 and < 45 mm from infested and non-infested seed tubers

5 Invloed van knolontsmetting

5.1 Invloed van knolontsmetting op de opbrengst

Uit het vorige hoofdstuk is gebleken, dat de aanwezigheid van sclerotiën op het pootgoed in sommige gevallen tot een geringere opbrengst leidt en in bijna alle gevallen tot een zwaardere bezetting van de oogst met sclerotiën. Het is dan ook van belang na te gaan, wat de invloed is van het ontsmetten van pootgoed waarop sclerotiën voorkomen. Teneinde onderscheid te kunnen maken tussen het effect van de behandeling op de spruiten en het effect op de sclerotiën op de knol is in de meeste proeven ook ontsmetting toegepast op het blanke pootgoed. De cijfers van de hierop betrekking hebbende proeven zijn ontleend aan bijlage 1.

Voor de 28 gevallen waarin het pootgoed was ontsmet met de voorgeschreven concentratie van het middel en gedurende de voorgeschreven tijd zijn de resultaten in figuur 1 opgenomen. Hieruit blijkt, dat de ontsmette objecten in 11 gevallen minder

Fig. 1. Grafische voorstelling van de opbrengsten van partijen pootgoed, ontsmet volgens een der bestaande voorschriften, uitgedrukt in procenten van onbehandeld

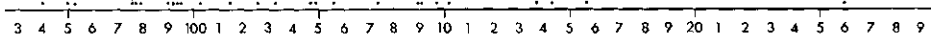


Fig. 1. Grafic presentation of yields obtained from seed potatoes, disinfected according to one of the recommended methods, expressed as a percentage of untreated

en in 17 gevallen meer opbrachten dan de niet ontsmette controle; het grootste verschil ten nadele van de ontsmette objecten is 6%, het grootste verschil ten gunste van de ontsmette objecten is 26%. Het effect van de ontsmetting op de opbrengst is dus in het algemeen niet spectaculair, wat in overeenstemming is met de gegevens van de in het vorige hoofdstuk gemaakte vergelijking tussen de bruto opbrengst van besmet en niet besmet pootgoed. Men moet hierbij niet uit het oog verliezen, dat het hier gaat om bruto opbrengst aan veldgewas en niet om de opbrengst aan pootgoed.

Neemt men de opbrengsten van de objecten waarin de voorgeschreven concentratie van het middel en/of de tijdsduur van de behandeling waren overschreden in beschouwing (zie figuur 2), dan blijkt dat in 12 gevallen de extra sterk ontsmette ob-

Fig. 2. Grafische voorstelling van de opbrengsten van partijen pootgoed, ontsmet bij hogere concentratie of bij langere tijdsduur dan officieel is voorgeschreven, uitgedrukt in procenten van onbehandeld

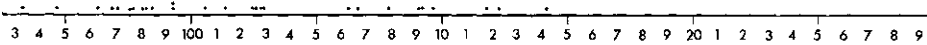


Fig. 2. Grafic presentation of yields obtained from seed potatoes, disinfected either at higher concentrations or for longer duration than officially recommended, expressed as a percentage of untreated

jecten minder opbrachten dan de onbehandelde (de grootste opbrengstderving bedroeg 6,7%), maar dat in 15 gevallen de oogst van de extra sterk ontsmette objecten groter was dan van de niet ontsmette controle (met een maximum winst van 14,2%).

Het aantal gevallen waarin een vergelijking mogelijk is tussen blank niet ontsmet pootgoed en blank pootgoed normaal of extra zwaar ontsmet, is veel geringer. Voor de normale ontsmetting zijn acht gevallen beschikbaar, waarbij in vijf gevallen sprake was van een opbrengstverlies (het hoogste verlies bedroeg 6,8%) en in drie gevallen van een opbrengstverhoging (de grootste winst was 5,5%). Voor de extra zware ontsmetting trad bij drie van de zeven gevallen een verlies aan opbrengst op (het hoogste verlies was 3,7%) en in vier gevallen was hier sprake van een opbrengstverhoging (de grootste winst was 3,8%). Zowel bij besmet als bij blank pootgoed ziet het er dus naar uit, dat de extra sterke ontsmettingen uit een oogpunt van opbrengst niet ge-

11

0	28,7	—	—	Aretan 1%	5
0	57,9	—	—	AArdisan 1%	5
22	—	—	89,6	Aretan 1%	15
<i>not disinfected</i>		<i>disinfected</i>			
<i>Tubers with sclerotia</i>		<i>Clean tubers</i>		<i>Treatment</i>	<i>Duration of treatment in minutes</i>

Table 4. Percentage of clean tubers in harvest obtained in various experiments (extract from Appendix 1)

13

vaarlijker zijn dan die, uitgevoerd volgens de voorschriften. Een soortgelijk resultaat werd ook bereikt door TEN BOER (1959).

Uit bijlage 1 is te zien dat de maximale concentratie-overschrijding 100% was en de maximale tijdsduur-overschrijding 1400%. In dit verband is de opmerking op zijn plaats, dat men redelijkerwijs niet kan verwachten, dat overschrijding van de tijdsduur van een toegestane concentratie een nadelige invloed van betekenis op de spruiten zal hebben, omdat bij het in acht nemen van het voorschrift¹⁾ de ogen toch ook geruime tijd nat blijven en gedurende de tijd van opdrogen aan de inwerking van het middel zijn blootgesteld²⁾.

De hierboven verstrekte gegevens tonen duidelijk aan, dat het ontsmetten volgens de bestaande voorschriften geen betrouwbare methode is om de op de knollen aanwezige sclerotiën te doden. Bovendien doet zich nog het verschijnsel voor, dat een dergelijke behandeling bij kleine partijtjes (bijv. voor een veld- of laboratoriumproef) meestal een aanzienlijk beter resultaat geeft dan bij grote partijen (uit de praktijk). Dat er ook bij eigen ontsmettingsproeven nog een grote variatie in de bereikte resultaten op kan treden, is te wijten aan de grote mate van verscheidenheid bij de uit te leggen sclerotiën. Van een te beoordelen monster werden weliswaar steeds de dikste sclerotiën voor het onderzoek gebruikt, maar de dikte en de grootte daarvan wisselden sterk met het monster.

Om het gestelde doel, een afdoende ontsmetting, te bereiken zullen de concentraties van de gebruikte middelen hoger en zal de duur van de behandeling langer moeten zijn dan thans is voorgeschreven. Aardappelen met overwegend dikke sclerotiën dienen veiligheidshalve, ook na zware ontsmetting, niet als pootgoed gebruikt te worden.

Uit de slechte resultaten die in sommige proeven zijn verkregen met pootgoed dat weinig of niet besmet en bovendien nog ontsmet was, blijkt echter ook, dat het op de knollen aanwezige inoculum niet de enige bron van besmetting is geweest.

6 Rhizoctonia in de bodem

6.1 In de bodem aanwezige besmettingsbron

Uit het feit dat, ook in gevallen waarin redelijkerwijs mag worden aangenomen dat alle eventueel op de knol aanwezige inoculum van Rhizoctonia vóór het poten gedood was, soms toch een niet onaanzienlijke bezetting van de knollen met sclerotiën is opgetreden, moet geconcludeerd worden, dat besmetting vanuit de grond mogelijk is. Inderdaad kon uit grond van percelen, waarop in twee jaar geen aardappelen waren verbouwd door middel van de boekweitstromethode Rhizoctonia worden geïsoleerd. Verder bleek, dat deze schimmel zeer geruime tijd in grond zonder enige vegetatie in leven kan blijven.

Daar echter in het merendeel der proeven blank pootgoed een beter resultaat geeft dan besmet pootgoed, moet geconcludeerd worden, dat meestal het op de knol aanwezige inoculum van veel grotere betekenis is dan het in de grond aanwezige. Dit moet waarschijnlijk als volgt worden verklaard.

Sclerotiën op de knollen zijn uiteraard het gevolg van nauw contact tussen schimmel en plant. Welke factoren het proces van de sclerotium-vorming op gang brengen is niet bekend. Uit reïncultures is wel gebleken, dat de ene isolatie in veel sterkere mate sclerotiën vormt dan de andere. Het ligt dus voor de hand aan te nemen, dat de aard van het op de plant aanwezige fysische mede bepalend is voor de intensiteit van de sclerotium-vorming.

Er zijn echter nog andere factoren in het spel. In laboratoriumproeven werd gevonden dat de schimmel een ruime voedselvoorziening nodig heeft om tot de vorming van sclerotiën te kunnen komen. Ent men namelijk een isolatie die normaliter veel sclerotiën produceert enige malen achter elkaar op wateragar over, dan blijft de vorming van sclerotiën weldra achterwege. Plaatst men op een petrischaal, waarop een dergelijke 'uitgehongerde' cultuur groeit, een steriel stukje aardappel op een dekglasje - het laatste om te zorgen dat geen directe diffusie van stoffen uit het aardappelweefsel naar de wateragar kan optreden - dan kan men na korte tijd waarnemen, dat de schimmel over het glasje groeiend het stukje aardappel heeft bereikt. Weer enige tijd later ziet men dat het gehele agaroppervlak met sclerotiën is bezet. Hieruit blijkt, dat de vorming van sclerotiën mogelijk is gemaakt door uit het stukje aardappel afkomstige voedingsstoffen en dat de schimmel in staat is deze voedingsstoffen door zijn mycelium over enige afstand te transporteren.

Uit waarnemingen aan planten in het veld en uit kasproeven is, zoals reeds eerder werd vermeld, gebleken dat *Rhizoctonia* geruime tijd geheel epifytisch op de aardappelplant kan groeien (zie figuur 3). Het ligt voor de hand aan te nemen, dat de schimmel zich in deze toestand voedt met het bodemvocht, met exudaten van de plant of eventueel met stofwisselingsprodukten van andere micro-organismen. Of de in een dergelijke situatie verkerende *Rhizoctonia* de plant tenslotte zal aantasten hangt dan van diverse omstandigheden af. Het vermogen van onderscheidene isolaties op de aardappelplant te parasiteren is verschillend en het weerstandsvermogen van de plant staat onder invloed van de groeivoorwaarden. Ter illustratie hiervan kan een proef vermeld worden, waarbij aardappelspruiten zich in erlenmeyerkolven op KNOP-agar ontwikkelden in tegenwoordigheid van mycelium van *Rhizoctonia*. Bij geringe lichtintensiteit trad de aantasting zeer spoedig op, bij veel licht daarentegen zeer laat en dan niet via de stengel maar via het jongste blad. Het is dan ook niet te verwonderen, dat aardappelspruiten die zich nog onder de grond bevinden vatbaarder zijn dan spruiten die reeds aan het daglicht zijn blootgesteld. In kasproeven kon aangetoond worden, dat in een kunstmatig zwaar besmette grond meer aantasting van de spruiten optrad naarmate de knollen dieper waren gepoot (figuur 4) en dus langer in het donker verbleven.

Men kan dan ook verwachten dat bij spruiten die op gelijke diepte ontstaan de aantasting heviger zal zijn naarmate zij eerder met de schimmel in contact komen, en dit zal eerder gebeuren als er zich op de knol sclerotiën bevinden, dan wanneer die afwezig zijn. Immers, indien een knol met sclerotiën wordt gepoot, komen de sclerotiën uit een geconserveerde toestand (door droogte) in een vochtige omgeving en worden daardoor dadelijk tot kieming gestimuleerd. De hyphen groeien over het oppervlak van de knol en bereiken spoedig de zich ontwikkelende ogen. Als men een knol poot waarop zich geen sclerotiën bevinden, zijn er in de onmiddellijke nabijheid van de zich ontwikkelende spruiten geen juist tot kieming gestimuleerde sclerotiën, zodat dan de kans slechts gering is dat de spruiten met *Rhizoctonia* in contact komen, vóór zij de oppervlakte hebben bereikt. Als dit contact later alsnog tot stand komt, is de kans groot dat de schimmel epifytisch blijft op de inmiddels aan het licht blootgestelde

spruiten. Deze hypothese is getoetst in een kasproef door een aantal geheel blanke knollen te poten in een grond waarvan kort tevoren een sterk door *Rhizoctonia* aangetast gewas was geoogst en die dus als zwaar besmet mocht worden beschouwd. De helft van de knollen werd voorzien van een sclerotium door dit er met een stukje plakband op te bevestigen. Periodiek werden enkele knollen opgegraven en werd nagekeken of zich op de schil reeds mycelium bevond, of dit reeds de spruiten had bereikt en of deze al lesies vertoonden. Het resultaat is weergegeven in tabel 9. Dit resultaat kan beschouwd worden als een bevestiging van de stelling, dat bij gebruik van besmet pootgoed de kans dat de schimmel zich als parasiet op de plant vestigt groter is dan bij gebruik van niet besmet pootgoed. Ook ziet men uit tabel 9, dat de aanwezigheid van slechts één levend sclerotium op een pootaardappel voldoende is om de daaruit groeiende plant volledig te besmetten. Ook bij grondbesmetting blijft pootgoedontsmetting dus een vereiste.

Het is voor de vorming van sclerotiën van belang of de schimmel zich al in een vroeg stadium als parasiet op de plant heeft kunnen vestigen, want naarmate dit in meerdere mate het geval is, zal de schimmel eerder voldoende voedsel ter beschikking hebben om macroscopisch zichtbare sclerotiën te vormen. Bij iedere plant waarop de schimmel aanwezig is, ook als zuivere epifyt, zal er een ogenblik komen waarop, als de stengels beginnen af te sterven, de schimmel de gelegenheid krijgt de gehele

Tabel 9. Aanwezigheid van mycelium van, of lesies veroorzaakt door *Rhizoctonia* op jonge aardappelplanten na het aanbrengen van een sclerotium op de knol

Aantal dagen na besmetting	42 knollen met een sclerotium				45 knollen zonder sclerotium				
	mycelium op			lesie op spruit	mycelium op			lesie op spruit	
	knol	wortel	spruit		knol	wortel	spruit		
				tuber				root	sprout
2	+	—	—	—	—	—	—	—	—
3	+	+	—	—	—	—	—	—	—
7	+	+	—	—	—	—	—	—	—
8	+	+	—	—	—	—	—	—	—
9	+	+	+	—	—	—	—	—	—
10	+	+	—	—	+	—	—	—	—
11	+	+	+	+	—	—	—	—	—
14	+	+	—	—	+	+	+	—	—
15	+	+	+	+	+	—	+	+	+
		tuber	root	sprout	lesion on sprout	tuber	root	sprout	lesion on sprout
		mycelium on			mycelium on	mycelium on			mycelium on
Number of days after infection	42 tubers with a sclerotium				45 tubers without sclerotium				

Table 9. Presence of mycelium of, or lesion caused by *Rhizoctonia* on young potato plants after fixing one sclerotium on the tuber

onderaardse stengelmasa te koloniseren en overal, dus óók op de knollen, sclerotiën te vormen. Het ligt dan ook voor de hand dat, hoe langer de planten op het veld staan, hoe meer sclerotiën in de oogst op zullen treden.

Al eerder is opgemerkt, dat de pathogeniteit van verschillende isolaties sterk uiteen kan lopen. Om hierover nader geïnformeerd te raken is een groot aantal isolaties getoetst op pathogeniteit voor aardappel. Voor het merendeel waren deze afkomstig van aardappel, enkele echter van andere gewassen, zoals tomaat, *Adiantum*, *Thymus*, *Paeonia* en *Rhododendron*. Van de verschillende herkomsten werd inoculum vermeerderd op tarwe en daarmee werd gestoomde grond besmet. Ontsmette knollen werden in deze grond gepoot op een diepte van 15 cm en vervolgens weggezet bij een temperatuur van 12 °C. Plantdiepte en temperatuur waren dus zeer gunstig voor het optreden van aantasting. Twintig van de 74 getoetste isolaties bleken zich echter, desondanks, niet pathogeen te gedragen, bij 13 isolaties trad op enkele spruiten een lichte aantasting op, 7 gaven op alle stengels oppervlakkige lesies en 34 gaven een aantasting die als zwaar diende te worden beschouwd. Met uitzondering van tomaat gaven de stammen van andere gewassen steeds geen of slechts een zeer lichte aantasting te zien; die van de aardappel wisselden sterk in pathogeniteit.

6.2 Invloed van de duur van het verblijf van de knollen in de grond

In het voorafgaande is betoogd dat, ook indien *Rhizoctonia* geheel epifytisch op de ondergrondse delen van de aardappelplant leeft, er een tijdstip zal aanbreken waarop deze ondergrondse delen, als gevolg van het afsterven van de plant, gekoloniseerd kunnen worden. De schimmel krijgt dan de beschikking over een grote hoeveelheid voedingsstoffen waardoor de vorming van sclerotiën op grotere schaal mogelijk zal worden. Hieruit volgt, dat alle maatregelen die het afsterven van de bovengrondse delen van het gewas tengevolge hebben, de vorming van sclerotiën op de oogst zullen verhaasten, en ook dat, indien dergelijke maatregelen niet genomen worden en het gewas op natuurlijke wijze afsterft, de sclerotiënvorming op den duur toch versneld zal plaats vinden.

Proefresultaten die dit bevestigen zijn uit verscheidene jaren beschikbaar.

Een proef in de Anna Paulownapolder (1954) werd in vier gedeelten gerooid telkens met een tussenpoos van 12 dagen. De eerste rooidatum viel samen met het NAK-voorschrift voor Bintje, pootgoed E. Uitgedrukt in het aantastingscijfer (van 0-5000, zie onder 2) was de gemiddelde sclerotiënbezetting van de oogst voor de openvolgende rooidata: 1702, 2220, 2897 en 3267.

In 1957 werd bij een proef in de Noordoostpolder van de helft van de planten het loof gedood door looftrekken (op 19 juli) en van de andere helft door middel van doodspuiten (op 29 juli). Het eerstgenoemde gedeelte werd gerooid op 29 juli, het doodgespoten gedeelte op 9 september. Het resultaat geeft tabel 10.

Bij een proef in Drenthe (1962) werd een proefveld in twee gedeelten gerooid, het eerste deel groen op 29 juli, het andere op 4 september, nadat het loof op 29 juli was doodgespoten. Het resultaat was, dat aan het dadelijk gerooide gewas afkomstig van

met een tempo dat vermoedelijk bepaald wordt door de op de plant aanwezige hoeveelheid schimmel op het moment van het doden van het loof.

Teneinde de in 1963 bij het groen rooien verkregen resultaten te toetsen werd in 1964 een overeenkomstige veldproef opgezet die tevens werd gebruikt om na te gaan, hoe de invloed van de leeftijd van het gewas en van de rooidatum zich openbaart als men niet van besmet, maar van blank ontsmet pootgoed uitgaat. Deze proef omvatte de volgende objecten:

rooidata	groeiduur van het gewas in weken bij aangegeven plantdatum		
	8/4	22/4	6/5
29/7	16	14	12
12/8	18	16	14
26/8	20	18	16

Op iedere plantdatum werden vier soorten pootgoed in de grond gebracht zoals aangegeven in de tabellen 14 en 15. Deze tabellen geven bruto opbrengst, percentages van de opbrengst binnen de pootgoedmaat, absolute opbrengst binnen de pootgoedmaat en bezetting van de oogst met sclerotiën uitgedrukt in het aantastingscijfer en in het percentage van de oogst zonder sclerotiën.

Uit de cijfers van tabel 14, waarin de totale opbrengst is weergegeven, is te zien, dat deze van besmet niet voorgekiemd pootgoed (3) lager ligt dan die van de andere objecten; speciaal bij een korte groeitijd is dit soort pootgoed sterk in het nadeel. Blank, ontsmet pootgoed in niet voorgekiemde toestand gepoot (1) levert bij korte groeiduur minder op dan dezelfde soort pootgoed die in voorgekiemde toestand in de grond is gebracht (2); bij een langere groeiduur is de achterstand echter geheel verdwenen en er lijkt zelfs een voorsprong te zijn ontstaan. Het gewas van blanke voorgekiemde poters (2) heeft in deze proef 16 weken na het poten reeds zijn maximale opbrengst bereikt (zie tabel 14).

Bij de teelt van pootgoed is de opbrengst binnen de maat 28-45 mm van groter belang dan de totale opbrengst. Het percentage van de opbrengst dat binnen deze maten valt is eveneens in tabel 14 weergegeven. In deze proef blijkt dit percentage het hoogst te zijn bij een groeiduur van 12-14 weken. Het absolute gewicht aanknollen tussen 28 en 45 mm is in deze proef het hoogste bij het object blank ontsmet pootgoed, voorgekiemd gepoot (2) op 6/5 en gerooid op 29/7. Aangezien er geen oogst geweest is vóór 29/7 valt niet te zeggen, of er bij eerder rooien niet een nog hogere opbrengst tussen 28 en 45 mm zou zijn verkregen. Men mag aannemen, dat dit soort pootgoed, in de grond gebracht op 8/4 en op 22/4, veel eerder dan op 29/7 gerooid had kunnen worden, zonder dat dit een nadelige invloed op de opbrengst binnen de pootgoedmaat zou hebben gehad. In verband met de reeds eerder vermelde waarneming, dat de sclerotiënvorming niet alleen met de leeftijd van het gewas maar ook met het seizoen toeneemt, is het van belang in de toekomst na te gaan, hoe vroeg men zou kunnen oogsten zonder de opbrengst aan pootgoed en de kwaliteit ervan nadelig

Tabel 14. Totale opbrengst in g per plant (0), gewicht aan knollen > 28 en < 45 mm in g per plant (G28-en percentage knollen > 28 en < 45 mm (% 28-45))

Rooidatum	Pootgoed	Plantdatum 8/4			Plantdatum 22/4			Plantdatum 6/5		
		0	G28-45	%28-45	0	G28-45	%28-45	0	G28-45	%28-45
29/7	(1)	1221	655	54	988	715	73	920	630	70
	(2)	1223	547	45	970	638	66	1048	725	71
	(3)	1091	450	42	967	499	52	709	378	53
	(4)	1204	410	35	910	448	50	921	460	51
12/8	(1)	1221	650	53	1357	622	48	962	680	71
	(2)	1205	554	47	1257	608	50	1138	715	64
	(3)	1144	478	42	1175	498	44	792	358	46
	(4)	1165	385	33	1306	495	39	1176	557	47
26/8	(1)	1265	563	46	1268	644	51	1012	676	70
	(2)	1224	595	50	1229	554	46	1251	652	54
	(3)	1192	505	44	1133	492	44	921	400	44
	(4)	1375	361	28	1153	425	37	998	401	40
		0	G28-45	%28-45	0	G28-45	%28-45	0	G28-45	%28-45
Date of harvest	Seed tubers	Planting date 8/4			Planting date 22/4			Planting date 6/5		

- (1) blank ontsmet, niet voorgekiemd / clean, disinfected, not sprouted
 (2) blank ontsmet, voorgekiemd / clean, disinfected, sprouted
 (3) besmet niet ontsmet, niet voorgekiemd / infested, not disinfected, not sprouted
 (4) besmet niet ontsmet, voorgekiemd / infested, not disinfected, sprouted

Tabel 14. Total yield in g per plant (0), weight of tubers > 28 and < 45 mm in g per plant (G28-45) and percentage tubers > 28 and < 45 mm (% 28-45)

te beïnvloeden. Het is zeer wel denkbaar, dat een dergelijke vroege oogstdatum ook ten aanzien van *Phytophthora*-rot in de knollen voordelen zou kunnen hebben.

De mate van optreden van sclerotieën op de oogst is af te lezen uit tabel 15. Uit deze blijkt dat het percentage blanke knollen, verkregen van de objecten gepoot met blank ontsmet pootgoed, zeer hoog ligt. Pas bij de derde rooidatum vertoont het percentage blanke knollen hierbij een aanzienlijke daling. Dit is ongetwijfeld behalve aan de datum ook te wijten aan de leeftijd van het gewas, waarvan het loof op 26/8 al sterk begon te vergelen.

De objecten waarvoor besmet pootgoed was gebruikt liggen wat het percentage blanke knollen in de oogst betreft steeds op een veel lager niveau dan de corresponderende objecten met niet besmet pootgoed. Met besmet pootgoed is slechts op de vroegste rooidatum na de kortste groeiduur een oogst verkregen die voor meer dan de helft uit blanke knollen bestond. Voorgekiemd besmet pootgoed gaf onder die omstandigheden meer blanke knollen dan niet voorgekiemd besmet pootgoed.

Uit het verloop van deze proeven is duidelijk geworden dat de in de grond aan-

Tabel 15. Bezetting van de oogst met sclerotiën, uitgedrukt in een aantastingscijfer A (0-5000) en in percentage blanke knollen B

Rooidatum	Pootgoed	Plantdatum					
		8/4		22/4		6/5	
		A	B	A	B	A	B
29/7	(1)	1007	99,7	1020	99,3	1025	98,8
	(2)	1033	99,2	1004	99,9	1022	98,8
	(3)	2134	29,0	2055	33,5	1738	53,8
	(4)	1781	48,6	1857	45,6	1573	61,2
12/8	(1)	1095	95,6	1109	94,9	1101	96,3
	(2)	1129	96,2	1000	100,0	1045	99,7
	(3)	2468	27,0	2272	34,9	2281	38,9
	(4)	2868	15,9	2919	20,6	2328	38,6
26/8	(1)	1424	80,2	1028	99,6	1210	92,7
	(2)	1930	60,8	1097	93,7	1366	87,0
	(3)	2974	14,1	2858	17,1	2352	39,8
	(4)	2921	14,0	3048	15,0	2805	17,9
		8/4		22/4		6/5	
<i>Date of harvest</i>	<i>Seed tubers</i>	<i>Date of planting</i>					

- (1) blank ontsmet, niet voorgekiemd / *clean, disinfected, not sprouted*
 (2) blank ontsmet, voorgekiemd / *clean, disinfected, sprouted*
 (3) besmet niet ontsmet, niet voorgekiemd / *infested, not disinfected, not sprouted*
 (4) besmet niet ontsmet, voorgekiemd / *infested, not disinfected, sprouted*

Tabel 15. Occurrence of sclerotia on harvest expressed as evaluation value A (0-5000) and as percentage of clean tubers B

wezige besmettingsbron van *Rhizoctonia* slechts van weinig belang is geweest voor de opkomst van het gewas, voor het aantal gevormde stengels en voor de gelijkmatigheid van de ontwikkeling. Voorts kwam tot uiting dat deze besmettingsbron pas een rol gaat spelen bij het afsterven van de planten. Men kan de invloed van de in de grond aanwezige *Rhizoctonia* dus terugbrengen door de groeiperiode van het gewas zo kort mogelijk te maken en zo vroeg mogelijk te doen vallen.

6.3 Invloed van grondontsmetting

Uit de gewoonlijk grote verschillen tussen oogsten verkregen van besmet en niet besmet pootgoed mag men afleiden, dat onder de omstandigheden waaronder in Nederland de pootaardappelteelt wordt bedreven de besmette poters een veel groter gevaar opleveren dan eventueel in de bodem aanwezig inoculum. Dat dit laatste echter toch

enige betekenis heeft is gebleken uit het feit dat blank en bovendien nog ontsmet pootgoed bij een lange groeiperiode en een late rooidatum toch nog een zekere mate van sclerotieënbezetting op de knollen te zien kan geven. Het zou dus kunnen zijn, dat door bodemontsmetting nog een verbetering van de oogst mogelijk is. Om dit na te gaan werd in enige veldproeven een aantal middelen beproefd.

Uit de literatuur is bekend (STÖRMER, 1939) dat pentachloornitrobenzeen (PCNB) een gunstig effect kan hebben, vandaar dat hieraan in ruime mate aandacht is besteed. De met grondontsmetting bereikte resultaten zijn samengevat in tabel 16. De hoeveelheid PCNB in deze tabel is steeds opgegeven als actief materiaal; daarbij is tot 1957 een produkt gebruikt met 18%, later met 60% actieve stof.

De invloed van PCNB op het percentage blanke knollen in de oogst is sterk wisselend, maar gemiddeld wordt toch een hoger percentage verkregen bij gebruik van dit middel. Afdoende is PCNB echter niet, want ook wanneer het gebruikt is bij blank ontsmet pootgoed kan soms nog een aanzienlijk deel van de oogst besmet zijn met *Rhizoctonia*.

De variatie in de invloed van een grondbehandeling met PCNB is verklaarbaar uit het feit, dat het middel niet alleen de groei van de schimmel remt, maar ook de kieming van de knol en de eerste ontwikkeling van de spruiten. Uit diverse proeven en waarnemingen is bekend geworden, dat de aantasting van de spruiten heviger is naarmate het langer duurt voor zij aan het daglicht worden blootgesteld. Het is zeer goed denkbaar dat het van allerlei, tot nu toe niet met zekerheid bekende factoren zal afhangen, of in een bepaald geval de nadruk meer op de fungistatische dan wel op de phytotoxische werking van het middel zal vallen. De factoren die hierbij hun invloed zouden kunnen doen gelden zijn temperatuur, vochtigheid en structuur en samenstelling van de grond.

Dat de hoogste gift steeds de beste bestrijding zou moeten geven gaat hier niet op. Bij gebruik van 30, 50, 60 en 100 kg/ha zijn in sommige gevallen zeer goede resultaten bereikt, met winsten van 25 tot ruim 50% aan blanke oogst, maar in andere gevallen werd slechts een kleine winst of zelfs een klein verlies aan percentage blank geboekt. Het is opvallend, dat de hoeveelheid van 200 kg/ha, voor zover deze in de proeven is gebruikt, gemiddeld het minste succes had. Een verklaring is hiervoor moeilijk te geven of het moet zijn, dat het gebruikte 18%-ige produkt in dat jaar (1955) een afwijkende samenstelling heeft gehad.

Overigens blijkt uit de tabel, dat de grootste winst meestal geboekt wordt waar het uitgangsmateriaal besmet is geweest. Naast een remming van het in de grond aanwezige inoculum worden blijkbaar ook de ontkieming van de sclerotieën op de aardappel en de groei van het mycelium daaruit in merkbare mate geremd.

De invloed van PCNB op de opbrengst is gemiddeld duidelijk negatief. Ook hierbij is het beeld echter sterk wisselend en schommelen de waarnemingen tussen een opbrengstverlies van 23,6% en een winst van 13,5%. De mate van het verlies correleert echter weer niet met de gebruikte hoeveelheid PCNB. Dit moet eveneens verklaard worden uit de hierboven reeds genoemde variabele omstandigheden bij elke proef afzonderlijk. Het weer speelt hierbij vrij zeker een grote rol. Op hetzelfde terrein in de

zaaizaad. De mogelijkheid dat *Rhizoctonia* met zaad van verschillende gewassen kan overgaan is door NEERGAARD (1958) aangetoond.

Opvallend is bij de gedurende drie jaar voortgezette proef verder, dat een besmetting van de grond gelokaliseerd blijft, al vindt er in de loop der jaren wel uitbreiding vanuit deze lokaties naar buiten toe plaats. In een groeiseizoen (ongeveer vier maanden) wordt door het mycelium ongeveer één meter afgelegd, terwijl uit de staafratiek voor het tweede jaar blijkt, dat bij de zwaarst aangetaste veldjes alle drie randrijen reeds onder invloed van de besmetting staan. De mate van aantasting nam daarbij van het centrum uit af. Per jaar legt het mycelium dus tenminste 1,5 m af, waarschijnlijk zelfs wel 2-2,5 m. Onder optimale omstandigheden bereikt *Rhizoctonia* op voedingsagar een groeisnelheid van ongeveer één centimeter per dag. Aangezien de temperatuur gedurende een belangrijk deel van het jaar op het veld niet optimaal voor de groei is, geven de gevonden waarden aan, dat de groei in deze maagdelijke grond vrijwel ongehinderd heeft plaats gevonden.

Ook hier is weer duidelijk gebleken dat deugdelijke ontsmetting van het pootgoed voor deze gronden noodzakelijk is. Weliswaar is de nateelt daarbij niet geheel vrij, maar de zeer lichte bodembesmetting is pas na drie jaar onafgebroken aardappelteelt uitgeweid tot een tamelijk ernstige besmetting.

Proef O.F.-61-1. Na proef OF.58-2 leek het gewenst het experiment nog eens te herhalen, maar nu in een gebied van de polder, waar door een voorafgaande begroeiing met riet gedurende een aantal jaren een betere biologische buffering van de grond mocht worden verwacht. Deze proef (O.F.61-1), die eveneens drie jaar duurde, is in opzet vrijwel gelijk geweest aan de eerste (zie bijlage 3), alleen lag nu zowel links als rechts van de ontsmettingsproef een strook van 22 rijen, waarvan de middelste twee rijen in het eerste jaar beplant werden met zwaar besmet niet ontsmet pootgoed en de rest met zwaar ontsmet blank pootgoed. De veldjes van de ontsmettingsproef waren nu vier in plaats van drie rijen breed. De resultaten voor 1961 hiervan zijn eveneens vermeld in tabel 17.

Zowel in de linker- als in de rechterstrook naast de ontsmettingsproef gaven de twee besmette rijen een volledig besmette oogst. De twee rijen links en rechts daarvan hadden gemiddeld 54,5% knollen vrij van *Rhizoctonia*, de overige rijen gemiddeld 78,7%. Deze uitkomsten zijn ook weer grafisch weergegeven in bijlage 3, 1e jaar.

Het tweede jaar werden de veldjes van de ontsmettingsproef op overeenkomstige wijze als in de proef O.F.58-2 vergroot terwijl de stroken links en rechts met acht rijen aan de buitenzijde uitgebreid werden tot 30 rijen. Op 20, 40 en 60 m afstand van de rechterstrook werden observatieveldjes van vier rijen gelegd. Het gebruikte pootgoed was weer vrijwel blank en werd ditmaal ontsmet met 1% AArdisan gedurende 20 minuten. De oogstresultaten zijn als staafratiek weergegeven in bijlage 3, 2e jaar.

Het derde jaar werden over de hele lengte van het perceel aardappelen geplant en bij de oogst weer monsters van telkens 4 rijen verzameld. De resultaten zijn weergegeven in bijlage 3, 3e jaar.

De resultaten van proef O.F.58-2 geven in het eerste jaar een redelijke overeenstemming met die van proef O.F.61-1. De beide ontsmettingen hebben weer het beste resultaat gegeven, maar de percentages vrij liggen nu lager. Het object blank niet ontsmet heeft, vergeleken met O.F.58-2, een betere uitkomst gegeven. Hieruit, en uit de resultaten van de strokenproef, zou men kunnen afleiden, dat de schimmel meer weerstand in de bodem begint te ondervinden. Ook nu stemmen de resultaten van het eerste jaar weer duidelijk overeen met die van het tweede; het afnemen van de besmettingsgraad van de veldjes naar buiten toe komt in deze proef echter niet overal tot uiting. Deze onregelmatige uitbreiding wijst op een plaatselijk grotere weerstand van de grond tegen *Rhizoctonia*. Uit de gegevens blijkt, dat in het laatste gedeelte van de ontsmettingsproef een verschuiving naar rechts heeft plaats gevonden, waardoor het laatste veldje er relatief te gunstig af komt. Ook in de hieraan grenzende strook zijn de oorspronkelijke twee besmette rijen pas verder naar rechts terug te vinden (zie bijlage 3, 2e jaar vergeleken met idem, 1e jaar). Bij navraag kwam naar voren, dat op het nog niet met aardappelen bebouwde gedeelte egalisatiewerkzaamheden waren uitgevoerd, waarin men blijkbaar net nog een stukje van het proefveld had betrokken.

Hoewel in het 2e jaar de uitgeplante aardappelen extra zwaar werden ontsmet, blijkt uit de drie observatieveldjes met resp. 62,0, 62,4 en 76,1% blanke knollen in de oogst nog eens duidelijk, dat er toch al sprake is van een zekere grondbesmetting. Het derde jaar geeft hiervan een bevestiging: er blijken dan vrijwel geen verschillen meer te zijn tussen de gedeelten die al of niet met aardappelen beplant zijn geweest. Het gemiddelde percentage *Rhizoctonia*vrije knollen bedroeg van het eerste gedeelte 24,7% en van het tweede gedeelte 26,0%, terwijl het gemiddelde over het gehele veld 25,3% was. Dat het laatste gedeelte weinig beter was dan het eerste komt voor een belangrijk deel door de uitkomsten van de laatste 17 monsters, die vrijwel allemaal voor 100% waren aangetast. De oorsprong van deze grote haard, die buiten het aardappelgewas om moet zijn ontstaan, viel niet te achterhalen. De in het eerste jaar gevormde haarden waren nog altijd min of meer duidelijk aanwijsbaar, al had hier en daar enige verschuiving plaats gevonden.

Conclusies uit de proeven. Overzien we de uitkomsten van de drie proeven, dan zijn daaruit de volgende conclusies te trekken:

1. Vrijwel direct na het droogvallen van de grond raakt deze met *Rhizoctonia solani* besmet.
2. In de eerste jaren groeit deze schimmel vrijwel ongehinderd van een besmettingsplaats verder uit.
3. Na enkele jaren neemt de besmettingsgraad van de grond toe, waarschijnlijk onder invloed van vers organisch materiaal (rietwortels) in de grond.
4. Met aardappelen ingebrachte *Rhizoctonia* verhoogt de besmettingsgraad van de grond en deze verhoging blijft bij jaarlijkse verbouw van aardappelen ook na twee jaar nog duidelijk bestaan.
5. Ontsmetting van alle pootgoed, ook van het blanke, is zeker in de eerste, maar ook

9. Samenvatting

1. *Rhizoctonia solani* is een algemeen in de Nederlandse akkerbouwgronden voorkomende schimmel.
2. Verschillende isolaties van *Rhizoctonia* blijken in hoge mate te verschillen in pathogeniteit voor de aardappelplant.
3. De resistentie tegen *Rhizoctonia* van aardappelwortels is groter dan die van aardappelspruiten; in feite wordt aantasting van dikkere wortels van aardappelplanten in de Nederlandse pootaardappelteelt meestal niet gevonden.
4. De resistentie van aardappelspruiten wordt in sterke mate verhoogd door belichting. De resistentie van de ondergrondse delen van de aardappel neemt af bij het afrijpen van de plant.
5. Het op de knol aanwezige inoculum van *Rhizoctonia* bestaat soms uit duidelijk zichtbare sclerotiën, soms uit voor het ongewapend oog onzichtbare myceliumdraden.
6. Besmet pootgoed komt gemiddeld enige dagen later op dan niet besmet pootgoed, wat te wijten is aan directe parasitaire actie van de schimmel op de eerstgevormde spruiten. Er is geen verklaring gevonden voor het feit dat in een later stadium zoveel spruiten aan aantasting ontsnappen.
7. Het is mogelijk de op aardappelknollen aanwezige sclerotiën te doden door de knollen te ontsmetten. De daartoe officieel aanbevolen behandelingen zijn echter niet afdoende.
8. Blank ontsmet pootgoed geeft nagenoeg steeds een blankere oogst dan besmet niet ontsmet pootgoed. Knolontsmetting kan ook met voordeel worden toegepast op pootaardappelen waarop met het blote oog geen *Rhizoctonia* te zien is.
9. De aanwezigheid van *Rhizoctonia* op pootaardappelen leidt onder de omstandigheden van de Nederlandse pootaardappelteelt soms wel en soms niet tot een verminderde totale opbrengst, echter wel steeds tot een geringere opbrengst van de maat 28-45 mm.
10. Het op de knol aanwezige inoculum van *Rhizoctonia* is van meer belang dan het in de grond aanwezige, doordat het de zich ontwikkelende jonge spruit sneller kan bereiken.
11. Bodembehandeling met PCNB of met HgCl_2 kan het optreden van *Rhizoctonia* in het gewas tegen gaan. Deze middelen kunnen echter nooit het gebruik van blank ontsmet pootgoed overbodig maken.
12. Doodspuiten en looftrekken van het gewas leiden, vergeleken met groen rooien, steeds tot een zwaardere bezetting van de oogst met sclerotiën. Hoe langer de tijd tussen doodspuiten of looftrekken en het rooien, hoe sterker dit effect is. Doodspuiten is door het achterblijven van meer afstervend plantenmateriaal in dit opzicht van nog meer belang dan looftrekken.
13. Bij gebruik van besmet pootgoed is het effect van doodspuiten en looftrekken duidelijker dan bij gebruik van blank pootgoed.

14. De bezetting van de oogst met sclerotiën neemt toe met de groeidiur van het gewas.
15. Onafhankelijk van de groeidiur van het gewas is de bezetting met sclerotiën zwaarder naarmate de datum van rooien later in het seizoen valt.
16. Het is van belang de oogst zo spoedig mogelijk na het rooien droog op te slaan met zo weinig mogelijk grond, aangezien is aangetoond dat bij opslag met veel vochtige grond de bezetting van de knollen met sclerotiën nog kan toenemen.
17. Introductie van *Rhizoctonia* in nieuwe poldergrond geeft aanleiding tot een snelle uitbreiding door de onvoldoende biologische buffering. Door deugdelijke ontzetting van daarvoor in aanmerking komend zaai- en pootgoed kan dit gevaar vermeden worden.

Summary

On the control of *Rhizoctonia solani* in seed potato cultivation in the Netherlands

The experiments dealt with in the present paper were carried out in order to investigate the methods of control of *Rhizoctonia solani* in seed potato cultivation in the Netherlands. Hence the authors tried to follow as closely as possible the practices prevailing in seed potato growing in this country and the efficiency of methods is judged against this background.

It was found, that although the potato plant may contract the fungus from soil borne inoculum as well as from tuber borne inoculum, the latter source is the more important one. The reason for this is to be found in the fact that if the tuber is infested, the developing sprouts are reached by the fungus before they have become exposed to the light and hence are in a susceptible condition. If, on the other hand, the seed tuber does not carry the inoculum, most sprouts are not reached by the fungus before they have broken the surface and have become more resistant to *Rhizoctonia*.

The above shows, that elimination of tuber borne inoculum is a most important control measure. It is achieved by using seed tubers that appear clean to the naked eye or show only small sclerotia, and by subjecting same to a disinfection procedure with one of the approved proprietary products on the market. These disinfectants are based on organomercury compounds, on phenol derivatives or on formaldehyde; the latter substance is applied as a gas. Even seed tubers that do not show infestation on macroscopical inspection may harbour *Rhizoctonia* in the form of mycelial threads and should therefore be disinfected.

It is erroneous to think that seed tubers with many or large sclerotia can be freed completely from infestation by applying the standard disinfection procedures, because those methods are only sufficient to kill mycelium and small sclerotia. In order to disinfect completely seed tubers carrying an appreciable density of sclerotia the prescribed concentration should at least be doubled and the duration of treatment considerably prolonged. True enough such severe treatment may occasionally impair the germination of the seed tubers and should therefore not be advocated as a routine practice, but in most cases no injurious effects seem to occur (see figures 1 and 2). TEN BOER (1959) also obtained a slightly increased yield and a cleaner crop by application of more severe disinfection than officially advised. This is no plea for the use of stronger disinfection measures but stresses the need to use clean or only slightly infested seed, since it is unwise to run the risk of loss of crop as a result of phytotoxic effects of disinfection treatment.

In seed potato cultivation in the Netherlands *Rhizoctonia* does not often cause complete plant failure since very often affected sprouts recover by shooting of buds below the canker and in case sprouts do die, the seed tuber may produce new ones. The problem why later developing sprouts often escape damage requires further investiga-

tion. Since the disease does not often cause vacancies in fields of seed potatoes total crop yield usually does not suffer a significant decrease. However, the fraction of the harvest in the size bracket 28-45 mm, the seed potato size, is often considerably reduced (see table 14). Also colour and shape of the tubers obtained from a field affected by *Rhizoctonia* leave much to be desired and often sclerotial density on the tubers is such as to render them unsaleable as seed.

Due to the occurrence of weakly parasitic strains of *Rhizoctonia* and to the fact that plant resistance is highly influenced by light, the relationship between the fungus and the plant is quite variable and in many cases the fungus is found to live on the underground parts as a saprophytic epiphyte. Saprophytic and parasitic *Rhizoctonia* may both form sclerotia on the tubers but neither seem to do so abundantly until the plants become weakened by senescence or by artificial haulm killing. Moreover the parasitically active fungus seems to make more sclerotia than the saprophytic, probably because of better food supply. It is considered good practice to lift the crop as early after haulm destruction as skin hardening will permit, since any delay in lifting promotes formation of sclerotia.

It was experimentally proved that sclerotia may also develop after lifting if the tubers are stored with too much soil and under conditions of high moisture.

The behaviour of the fungus in the virgin soil of the newly reclaimed IJsselmeer polders was studied. Taking into account the prevailing outdoor temperature, development of the fungus may be considered to be about as fast as in pure culture. It is not until after a few years that the soil shows more resistance to its spreading. This stresses the importance of using only clean and disinfected seed tubers in microbially unbalanced soils.

Application of soil disinfection by HgCl_2 at a rate of 16 kg/ha or by pentachloronitrobenzene at a rate of 30 to 100 kg active substance per ha may materially reduce the incidence of sclerotia on the tubers. Soil disinfection is, however, most effective if applied in combination with disinfection of seed. PCNB retards development of the crop in the early stages and may therefore cause loss of crop in seed potato cultivation; moreover it interferes with inspection of fields for the presence of plants affected by Y-virus.

Literatuur

- | | | |
|---------------|------|---|
| BOER, H. TEN | 1959 | Rizoctonia-onderzoek. Verslag Landbouwkundig Onderzoek in Noordelijk Groningen over het jaar 1958 |
| BOER, H. TEN | 1960 | Rizoctonia bestrijding. Verslag Landbouwkundig Onderzoek Noord-Groningen over het jaar 1959. |
| NEERGAARD, P. | 1958 | Infection of Danish seeds by <i>Rhizoctonia solani</i> . <i>Plant Disease Reporter</i> 42: 1276-1279. |
| STÖRMER, I. | 1939 | Weitere Versuchsergebnisse bei der Bekämpfung des Kartoffelschorfes und der <i>Rhizoctonia solani</i> . <i>Nachrichten über Schädlingsbekämpfung</i> 14: 57-65. |
| SYRE, H. | 1939 | Versuche zur Bekämpfung von Schorf und <i>Rhizoctonia</i> durch Beizung und Bodendesinfektion. <i>Pflanzenbau</i> 1938-1939: 345-360. |