

CODEN: IBBRAH (4-82) 1-24 (1982)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 4-82

AANTASTING VAN AARDAPPEL DOOR RHIZOCTONIA SOLANI IN AFHANKELIJKHEID VAN
DE HERKOMST EN MATE VAN BESMETTING VAN HET POOTGOED

*With a summary: Infestation of potato with Rhizoctonia solani as affected
by origin and severity of infection of seed stock*

door

G. JAGER en H. VELVIS

1982

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 4-82 (1982) 24 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Proefopzet en methoden	5
2.1. Pootgoed	5
2.2. Gronden	5
2.3. Aantastingsindex	7
2.4. Sclerotiumindex	7
2.5. Sclerotiën, infectie door antagonisten, vitaliteit	8
3. Resultaten	9
3.1. Aantasting plant, sclerotiënvorming	14
3.2. Sclerotiën, infectie door antagonisten, vitaliteit	17
4. Discussie	20
5. Samenvatting	22
6. Summary	23
7. Literatuur	24

1. INLEIDING

Uit voorafgaand onderzoek in de jaren 1978 en 1979 (Jager en Velvis, 1980) is gebleken, dat Bintje-pootgoed, oorspronkelijk geteeld op klei- en zavelgrond (Noord-Groningen of Flevoland) op geen van de tachtig proefplekken op klei- en zavelgrond het verschijnsel van onderdrukking van *Rhizoctonia solani* heeft vertoond.

Pootgoed van het ras Ehad, verkregen van zandgrond, vertoonde - uitgepoot op twaalf proefplekken op het zand - eenmaal een sterke, tweemaal een matig sterke en eenmaal een lichte onderdrukking van *Rhizoctonia solani*. Op vier proefplekken bleken planten en oogst uit ontsmet pootgoed sterker aangetast en meer bezet met sclerotiën dan planten en oogst uit besmet pootgoed. Bintje-pootgoed uit Flevoland, uitgepoot op 32 proefplekken op het zand, gaf slechts op twee plekken een lichte onderdrukking van *R. solani*. De plek direct gelegen naast de plek die in het voorafgaande jaar (met pootgoed van het zand) de sterkste onderdrukking had gegeven, vertoonde geen spoor van onderdrukking. De sclerotiën op de nieuwe knollen waren evenwel sterk geïnfecteerd met een antagonistische schimmel.

Sclerotiën afkomstig van de oogst van alle proefplekken in 1979 zijn onderzocht op het voorkomen van antagonisten. Hieruit bleek, dat gemiddeld 73% van de sclerotiën van het zand en 25% van de sclerotiën van de klei- en zavelgronden geïnfecteerd waren met antagonistische schimmels. De spreiding in de uitkomsten op de klei- en zavelgronden was erg groot (0 - 96%). De meest voorkomende antagonistische (parasitaire) schimmel was *Verticillium biguttatum* (nader beschreven door Gams en Van Zaayen, 1982).

Uit het voorafgaande is geconcludeerd, dat het antagonisme in een grond versterkt met dat van de pootknol in sommige gevallen tot een onderdrukking van *R. solani* kan leiden. Het is van groot belang te weten of hier grond-gebonden of plant-gebonden antagonisten de hoofdrol spelen. Bij grond-gebonden antagonisten bepaalt de grond plus zijn microflora de levenskansen van de antagonist; bij een plant-gebonden antagonist doet de grond minder ter zake, d.w.z.: hij kan in gronden met zeer verschil-

lende eigenschappen voorkomen.

Om hierover meer gegevens te verkrijgen zijn in 1980 proeven aangezet met pootgoed van zand en klei, met een verschillende mate van besmetting met *R. solani*. Dit is uitgepoot op zand-, en op klei- en zavelgronden.

2. PROEFOPZET EN METHODEN

Bintje-pootgoed afkomstig van een zure zandgrond en van een neutrale, matig zware zavel is uitgepoot op acht proefveldjes op verschillende gronden. Het pootgoed was verdeeld in schoon, licht en matig besmet met *R. solani*. Schoon zand-pootgoed voor de klei en schoon klei-pootgoed voor het zand is ontsmet. Iedere behandeling lag in achtvoud. Ieder proefveldje was dus onderverdeeld in 48 vakken, ieder met 6 of 8 rijen van vijf planten. Gedurende het groeiseizoen zijn proefrooiingen verricht om de aantasting van stengels en stolonen te bepalen. De eindrooiing was op twee tijdstippen, nl. begin augustus voor pootgoed (vakken met zes rijen planten) en september voor consumptieaardappelen, telkens drie weken na het doodspuiten. In deze drie weken wordt nl. de sclerotiumproduktie maximaal (Mulder *et al.*, 1979) De oogst is beoordeeld op de hoeveelheid sclerotiën.

2.1. Pootgoed

De sclerotiënbezetting van het Bintje-pootgoed is bepaald op het oog en zo zijn ook de klassen licht en matig bezet met sclerotiën ingedeeld. Onderzoek naar de vitaliteit van de sclerotiën bracht aanzienlijke verschillen aan het licht (tabel I). Het bleek, dat van de sclerotiën van het zandpootgoed 42% en van het kleipootgoed 12% dood was. Aan levende sclerotiën had het zandpootgoed 2/3 van het aantal dat op het kleipootgoed voorkwam. Welk deel van de sclerotiën van het klei- of het zandpootgoed pathogeen (ziekteverwekkend) was voor de aardappelplant, was niet bekend.

2.2. Gronden

De proeven lagen in de provincies Groningen (5 veldjes), Friesland (1 veldje) en Drenthe (2 veldjes).

Enkele eigenschappen van de gronden zijn vermeld in tabel II.

TABEL I. Verschillen in vitaliteit van de sclerotiën van *R. solani* op het gebruikte pootgoed van de klei en van het zand.

TABLE I. Difference in vitality of sclerotia of *R. solani* from the seed potatoes grown in sandy loam* and in sand**.

	Sclerotiën van: <i>Sclerotia</i> from:		
	zand-pootgoed**		Klei-pootgoed*
	"sand seed"	"clay seed"	
Niet kiemend (dood)	42%	12%	not germinating (dead)
Uitgroei 1 - 10 hyfen	25%	35%	1 - 10 hyphae
Uitgroei > 10 hyfen	33%	53%	> 10 hyphae

TABEL II. Enkele eigenschappen van de grond van de proefveldjes.

TABLE II. Some properties of the soils in the field plots.

Slib, silt and lutum: mineral particles according to the value given.
Grof zand= coarse sand. mg% = mg per 100 grams.

Plaats	pH	lutum	slib	silt	grof zand	humus	K ₂ O	MgO	CaCO ₃	Pw
Location	(KCL)	<2µm	<16µm	2-50µm	210-2000µm	%	mg%	ppm	%	
		%	%	%	%	%	mg%	ppm	%	
Haren	4.1	--	5.7	37.1	11.4	4.5	11	42	--	15
Borger	5.0	--	4.4	11.8	36.0	6.4	14	89	--	37
Zeijerveld	4.4	--	6.1	42.4	17.5	6.8	19	95	--	42
Blijham	5.2	--	12.7	20.3	17.5	19.4	25	207	--	68
Kloosterburen	5.1	6.1	10.0	30.8	1.7	1.9	8	--	0.0	50
Zuurdijk	7.3	22.8	34.2	45.2	0.2	2.0	18	--	8.8	55
Kimswerd	6.5	24.4	37.3	53.7	0.3	3.9	20	--	0.2	27
Bellingwolde	6.5	40.7	64.2	47.9	1.3	3.6	32	--	0.2	43

2.3. Aantastingsindex

De planten die bij proefrooijingen tijdens het groeiseizoen zijn verkregen, zijn gewassen, beoordeeld en ingedeeld in zes klassen met de volgende gewichtswaardering: niet aangetast (na) = 0; zeer licht aangetast (z1) = $\frac{1}{2}$; licht (l) = 1; matig (m) = $1\frac{1}{2}$; zwaar (z) = 3 en zeer zwaar aangetast (zz) = 5. De gewogen aantastingsindex wordt hieruit berekend, nl:

$$A = \frac{(na \times 0 + z1 \times \frac{1}{2} + l \times 1 + m \times 1\frac{1}{2} + z \times 3 + zz \times 5)}{na + z1 + l + m + z + zz} \times 100$$

Nb. De aantastingsindex verschilt van het eerder (Jager en Velvis, 1980) gegeven ziektegetal! De bepaling van het laatste bleek te tijdrovend.

2.4. Sclerotiumindex

Deze dient als maat voor de hoeveelheid sclerotiën die op de knollen is gevormd. Deze hoeveelheid wordt vnl. bepaald door de activiteit en de groei van *Rhizoctonia* gedurende de periode na het doodspuiten van het loof. Een verband met de aantasting is vaak niet aanwezig omdat een meer of minder groot deel van de sclerotiën is gevormd door weinig of niet pathogene (saprofytische) stammen van *Rhizoctonia* (Jager en Velvis, 1980). Indien de groei van *Rhizoctonia* sterk is belemmerd, is ook de sclerotiënvorming gering.

De knollen worden afhankelijk van de hoeveelheid sclerotiën in vier klassen (niet als eerder in 5) ingedeeld met de volgende gewichtswaardering;

schoon (s) = 0; licht bezet (l) = $3\frac{1}{2}$; matig zwaar bezet (m) = 5 en zwaar bezet (z) = 6.

De gemiddelde sclerotiumindex van een partij werd berekend volgens:

$$Si = \frac{s \times 0 + l \times 3\frac{1}{2} + m \times 5 + z \times 6}{s + l + m + z}$$

De knollen met alleen hyfen, die eerder in een aparte klasse met gewichtswaardering 1 werden geplaatst, zijn nu bij de klasse "schoon" gerekend. De gemiddelde sclerotiumindex voor dezelfde partij is daardoor nu in het algemeen iets lager.

2.5. Sclerotiën, infectie door antagonisten, vitaliteit

Voor de bepaling van het percentage sclerotiën van elk der velden dat geïnfecteerd is met antagonisten, werden de sclerotiën van de knollen verwijderd, op vochtig perliet in petrischalen gelegd en gedurende vier weken geïncubeerd bij 20 °C. Daarna werden de sclerotiën bekeken en werd vastgesteld welk percentage met welke organismen was begroeid, c.q. geïnfecteerd. Verder is nagegaan of de sclerotiën nog kiemden of dood waren, en werd het aantal hyfen dat bij kieming werd gevormd bepaald en gebruikt als maat voor de vitaliteit. Het laatste werd bepaald op wateragar, zowel voor sclerotiën van de poters (tabel I) als voor die van de oogst.

3. RESULTATEN

De aantastingsindices van stengels en stolonen voor elke pootgoed-variant zijn - in de loop van het groeiseizoen - voor de verschillende velden weergegeven in figuur 1. De eerste waarneming heeft betrekking op de stengels en de latere alleen op de stolonen.

Aan de linkerzijde van de figuur zijn weergegeven de aantastingsindices van planten uit kleipoters en aan de rechterzijde die van planten uit zandpoters. Het is opvallend, dat de aantastingsindices van planten uit besmette zandpoters altijd lager zijn dan van die uit besmette kleipoters. Vaak zijn zelfs de aantastingsindices van planten uit licht met sclerotiën bezette kleipoters hoger dan die uit matig met sclerotiën bezette zandpoters. (Zandpootgoed had 1/3 minder levende sclerotiën dan kleipootgoed. Matig besmet minus 1/3 had toch meer sclerotiën dan licht besmet).

Dit zou kunnen betekenen dat, wat de aantasting van het gewas betreft, de sclerotiënhoeveelheid op het pootgoed weinig ter zake doet, m.a.w. dat de hoeveelheid sclerotiën op het pootgoed geen goede maat is voor de (te verwachten) aantasting van het gewas. Later wordt hierop nader ingegaan.

De aantasting van planten uit ontsmet pootgoed wordt veroorzaakt door *R. solani*-stammen vanuit de grond. (Er is geen verschil tussen ontsmette klei- en zandpoters: alles op de schil is dood, zowel *R. solani* als z'n antagonisten). Een geringe aantasting vanuit de grond trad op in Zuurdijk, Kloosterburen, Haren en Kimsward, dus op zeer verschillende grondsoorten. In Bellingwolde was een iets sterkere aantasting te zien; Borger en vooral Zeijerveld en Blijham vertoonden een matig sterke aantasting vanuit de grond.

De aantasting van planten uit schone, niet ontsmette kleipoters (alleen op klei- en zavelgrond) was ernstiger dan van planten uit ontsmette zandpoters en meestal ook ernstiger dan van planten uit licht besmette zandpoters. Het kleipootgoed is kennelijk niet geheel vrij geweest van

R. solani. Weliswaar waren geen sclerotiën aanwezig, doch de aanwezigheid van hyfen of monilioïde cellen van pathogene stammen rond de ogen is niet uitgesloten.

Planten uit schoon zandpootgoed gaven geen, of slechts weinig meer, aantasting te zien dan planten uit ontsmet pootgoed in Borger, Haren en Zeijerveld. In Blijham vertoonden ze minder aantasting.

Besmet kleipootgoed geeft overal planten met een flinke aantasting.

Relatief lage waarden voor de aantastingsindex bij planten uit zandpootgoed - schoon, licht en matig bezet met sclerotiën - kwamen voor op het veldje te Haren, Zuurdijk en Kimsward. (Twee keer 150 als maximum.)

Het beeld, dat de aantasting in de loop van het seizoen biedt is meestal - ook binnen één veld - vrij variabel. Hierin spelen mee de werkelijk in het gehele veld opgetreden veranderingen en de meer of minder grote heterogeniteit binnen een veld, wat betreft de inoculumdichtheid van pathogene *Rhizoctonia*-stammen. Deze dichtheid kan beïnvloed worden door de aanwezigheid van actieve antagonisten. Plekgewijs kan de dichtheid van *R. solani* in de grond nogal verschillen.

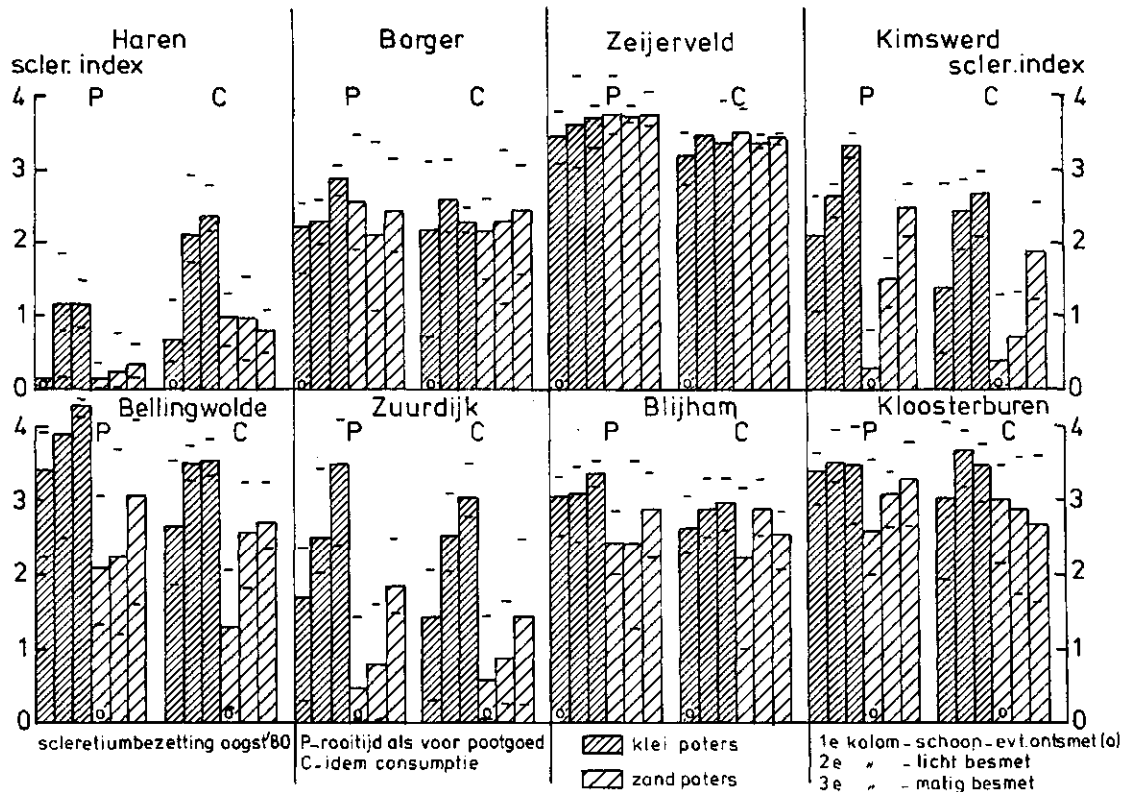
De sclerotiumindex van de geoogste knollen van elk type pootgoed op elk der velden is weergegeven in figuur 2. De knollen zijn gerooid drie weken na het doodspuiten van het loof.

De bezetting van de oogst met sclerotiën levert, wanneer deze wordt vergeleken met de aantasting van het gewas gedurende het seizoen, gegevens omtrent de aard van de betrokken *Rhizoctonia*-stammen (pathogenen en saprofieten), over de "hoeveelheid" *Rhizoctonia* (path. en sapr.) in de grond (bij ontsmet pootgoed) en over een eventuele activiteit van antagonisten.

Bij nadere beschouwing blijkt, dat de velden op grond van de sclerotiumproduktie op de oogst in drie typen onderscheiden kunnen worden:

A. Rhizoctonia-onderdrukkende gronden

De sclerotiumindex van de oogst is, vergeleken met die van het pootgoed, flink gereduceerd en ook ten opzichte van andere velden blijkt de sclerotiumindex verlaagd. Dit was bij deze proeven het geval met het veldje in Haren. Op de knollen gerooid als pootgoed kwam de onderdrukking het best tot uiting. De voor consumptie - later - gerooide knollen droegen meer



Figuur 2. Sclerotiumindex van de oogst aan pootgoed (P) en consumptie-aardappelen (C) van de verschillende proefveldjes.

▨: kleipootgoed; ▩: zandpootgoed. Eerste kolom van iedere groep: schoon of ontsmet (o) pootgoed; tweede kolom; licht, en derde kolom: matig besmet pootgoed.

Figure 2. Sclerotium index of harvested seed potatoes (P) and ware potatoes (C) from the different experimental plots. ▨ seed potatoes originating from a neutral clay loam;

▩: seed potatoes originating from an acid sand.

first column of each group: clean or disinfected seed (o); second column: slightly infected, and third column: moderately infected seed potatoes.

sclerotiën. Voor een antagonistische onderdrukking is dit merkwaardig omdat die naar het eind van het seizoen meestal sterker wordt. Het is niet onmogelijk dat het verschil in sclerotiumindex tussen de knollen geroid voor pootgoed en voor consumptie veroorzaakt is door verschillen tussen de beide helften van het veld.

Merkwaardig was ook het onevenredig grote verschil tussen de oogst uit zandpootgoed (met een lage sclerotiumindex) en de oogst uit kleipootgoed

(met een hogere sclerotiumindex). Een dergelijk groot verschil kwam ook naar voren in de aantastingsindex van planten uit besmet pootgoed.

Mogelijk herbergt besmet kleipootgoed een groter percentage pathogene stammen. Dit zou wel een sterkere aantasting verklaren, doch niet een grotere sclerotiënproductie. (Saprofytische stammen vormen ook sclerotiën.) Zandpootgoed bleek in het algemeen zowel minder aantasting (fig. 1), als minder sclerotiën (fig. 2) te geven.

B. Rhizoctonia-dragende gronden

Dit zijn gronden waar de sclerotiënbezetting van het pootgoed niet weerspiegeld is in de vorming van sclerotiën op de oogst, maar verdoezeld wordt door een meer of minder sterke besmetting vanuit de grond. De sclerotiumindex van de oogst is voor alle objecten - ongeacht herkomst en mate van besmetting van het pootgoed - ongeveer even hoog. Het niveau dat de sclerotiumindex bereikt is van grond tot grond verschillend. Naast pathogene, zijn steeds saprofytische stammen aanwezig. Antagonisten ontbreken niet. Ze zijn evenwel niet bij machte de sterke *Rhizoctonia*-druk in te dammen. De gemiddelde sclerotiumindex van de oogst was: Borger 2,0 - 2,5; Blijham 2,5 - 3,0; Kloosterburen 3,0 - 3 en Zeijerveld 3,5 - 4,0.

C. Rhizoctonia-gevoelige gronden

Deze gronden bevatten meestal weinig *Rhizoctonia*, maar zijn gevoelig voor een besmetting via het pootgoed. De mate van besmetting van het pootgoed wordt weerspiegeld in de sclerotiumdices van de knollen geoogst van de verschillende objecten. De betreffende gronden waren klei- of zware zavelgronden met een pH(KCl) niet beneden 6,5. Ook de zware klei van Bellingwolde behoort vermoedelijk hierbij, hoewel ook op de oogst uit ontsmet pootgoed veel sclerotiën aanwezig waren. Dit perceel heeft echter sterk te lijden gehad van wateroverlast, als gevolg van de overvloedige regen, wat leidde tot rotting van knollen. *Rhizoctonia* heeft de verzwakte planten extra kunnen aantasten.

Zowel op het veldje te Kimsverd, als te Zuurdijk is de sclerotiumindex van de oogst uit kleipootgoed groter dan van die uit zandpootgoed. De sclerotiumindex van de oogst uit schoon kleipootgoed is altijd groter dan die van licht besmet zandpootgoed en soms even groot als die van

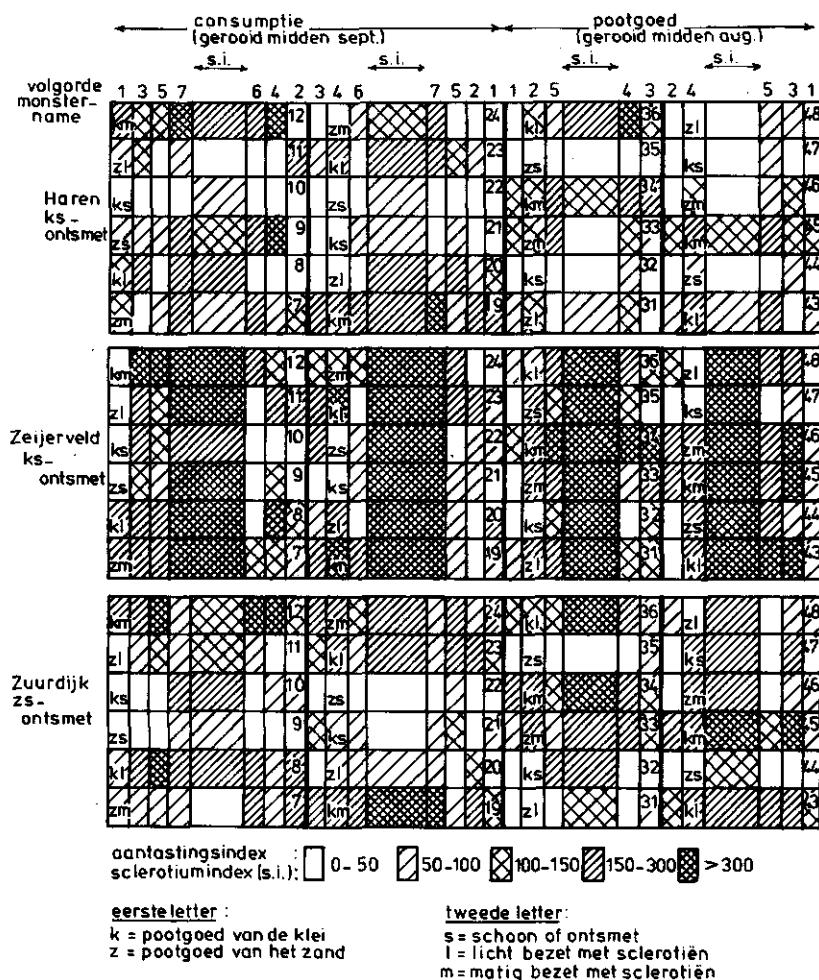
matig besmet zand-pootgoed (Zuurdijk).

3.1. Aantasting plant, sclerotiënworming

De aantastingsindices van stengels en stolonen plus de sclerotiumindices van geoogste knollen zijn voor een veldje van elk gedragstype (grond A, B en C) weergegeven in figuur 3. De gemiddelde aantastingsindices van steeds vijf planten zijn gegeven en als volgt gewaardeerd: < 50 = zeer licht; 50 - 100 = licht; 100 - 150 = matig; 150 - 300 = zwaar en 300 - 500 = zeer zwaar aangetast. Bij de sclerotiumindices hebben deze getallen niet dezelfde betekenis, nl. gemiddeld licht bezet met sclerotiën heeft reeds de waarde 350.

Er zijn identieke delen van drie proefveldjes in detail weergegeven en wel van een veldje met *Rhizoctonia*-onderdrukkende grond (Haren), een *Rhizoctonia*-dragende (Zeijerveld) en een *Rhizoctonia*-gevoelige grond (Zuurdijk). Bij nadere bestudering van elk der velden blijkt een zekere mate van heterogeniteit. Deze is soms meer, soms minder opvallend en wordt zichtbaar bij de vergelijking van de veldjes met pootgoed van dezelfde herkomst en dezelfde mate van besmetting.

Het veld te Haren valt uiteen in twee stukken. De twee rechter vakken verschillen van de linker in die zin, dat *R. solani* er meer wordt onderdrukt. Schoon pootgoed van het zand (code zs) geeft een schone oogst evenals ontsmet pootgoed (code ks), hoewel een zeer lichte aantasting van het gewas soms voorkomt. Licht besmet pootgoed van het zand (code zl) laat iets meer aantasting van het gewas zien; de oogst is schoon (vak 48) of bijna schoon (vak 31). Licht besmet pootgoed van de klei (code kl) geeft een iets sterker aantasting van het gewas (vak 43 en 36) en een eveneens bijna schone oogst of een met een zeer lichte bezetting van sclerotiën. Matig met sclerotiën bezet pootgoed van het zand (code zm) gaf een geringe aantasting van het gewas en een schone oogst (vak 33 en 46). Kleipootgoed met eenzelfde mate van sclerotiënbezetting (code km) gaf iets meer aantasting van het gewas en een grotere, maar toch nog geringe sclerotiënbezetting. In het linker deel van het veld is het effect van *R. solani* op de aantasting van het gewas groter en ook de vorming van sclerotiën is rijker. Slechts één vak (11) leverde een schone oogst uit licht besmet pootgoed van het zand. Een niet geheel schone oogst uit een niet aangetast gewas werd ge-



Figuur 3. Gedeelten van drie proefveldschema's, waarin aangegeven de aantastingsindex van het gewas en de sclerotiumindex van de oogst. Zie verder de tekst.

Figure 3. Parts of schemes of experimental fields in which the disease index of the plants and the sclerotium index of the harvested tubers are recorded. Rooivolgorde = sequence of sampling, by digging up the indicated row of plants; ontsmet = disinfected; aantastingsindex = disease index; sclerotiumindex = sclerotium index; 1e and 2e cijfer = 1st and 2nd figure; pootgoed van de klei = seed potatoes from clay or clay loam soil (marine, holocene soil); zand = sand (pleistocene, slightly acid soil); schoon of ontsmet = clean or disinfected; licht of matig bezet met sclerotien = slightly or moderately infected with sclerotia; consumptie = ware potatoes; pootgoed = seed potatoes; rooien = to dig up.

vonden bij ontsmet pootgoed (code ks) in vak 10 en bij schoon pootgoed van het zand (code 21) in vak 22. Alle andere vakken toonden een meer of minder lichte mate van aantasting en soms vrij zware sclerotiënbezettingen van de oogst. Saprofytische stammen blijken hier aanwezig te zijn: een weinig of niet aangetast gewas en wel sclerotiën op de oogst.

Het *Rhizoctonia*-dragende proefveld in het Zeijerveld gaf een geheel ander beeld. Op één uitzondering na (vak 10, ontsmet pootgoed) was overal de oogst gemiddeld licht bezet met sclerotiën, ook daar waar de aantasting van het gewas in hetzelfde vak bij de proefrooiingen gering of afwezig was. Dit trad op bij planten en oogst uit ontsmet pootgoed (code ks) en schoon pootgoed van het zand (code zs); zie bijv. de vakken 9, 10, 20, 21, 22, 32, 35 en 47. Een zeer groot deel van de sclerotiën op de oogst is hier waarschijnlijk gevormd door saprofytische stammen van *R. solani*. Ook bij de sclerotiumvorming op de oogst uit besmet pootgoed zijn waarschijnlijk saprofytische stammen betrokken. Deze kunnen zowel vanuit de grond als vanaf de pootknol komen. De heterogeniteit binnen het veld qua sclerotiumvorming op de oogst is door het grote aandeel van saprofytische stammen verdwenen. Wat betreft de aantasting van het gewas, is er nog enige heterogeniteit. Zie bijvoorbeeld de aantasting van planten uit licht en matig besmet pootgoed van de klei (code kl of km). De aantasting van planten uit pootgoed van het zand is geringer dan van die uit pootgoed van de klei.

De *Rhizoctonia*-gevoelige zware zavel van Zuurdijk was zeer licht met *Rhizoctonia* besmet. De mate van aantasting van het gewas en de sclerotiumvorming op de oogst hangt af van de mate van besmetting van het pootgoed. Het verschil tussen kleipoters en zandpoters kwam hier zeer duidelijk naar voren. De sterkste aantasting van het gewas en de grootste sclerotiumproductie trad op bij matig en licht besmette kleipoters (code km en code kl). Matig besmette zandpoters (code zm) leverden een gezond gewas en een schonere oogst dan licht besmette kleipoters. Ontsmet pootgoed (code zs) levert een schone of bijna schone oogst zonder een noemenswaardige aantasting van het gewas.

Of een grond *Rhizoctonia*-onderdrukkend, *R.*-dragend en *R.*-gevoelig is, komt het duidelijkst naar voren uit de sclerotiënbezetting van de oogst. Uit de aantasting van de plant komt het verschil in oorsprong van het

pootgoed en de mate van besmetting het duidelijkst tot uiting.

3.2. Sclerotiën, infectie door antagonisten, vitaliteit

Afhankelijk van de samenstelling van de microflora van de grond kunnen sclerotiën van *R. solani* zijn geïnfecteerd door verschillende organismen die de sclerotiumcellen doden en hun inhoud consumeren. De groei van deze hyperparasieten verloopt doorgaans traag. Tot nu toe troffen we als hyperparasieten altijd schimmels aan. *Verticillium biguttatum* is verreweg de meest algemeen voorkomende, daarnaast worden ook *Gliocladium roseum*, *Glio. solani*, *Glio. nigrovirens*, *Hormiactis fimicola* en *Volutella ciliata* aangetroffen. De flora op de sclerotiën geeft vaak aanwijzingen over de parasitaire antagonistenflora van de grond, zowel kwantitatief als kwalitatief. Het antagonistenbestand verschilt sterk van grond tot grond, zoals blijkt uit tabel III. Het doet vreemd aan dat de *Rhizoctonia*-dragende gronden (Zèijerveld, Kloosterburen en Borger) zo'n hoog percentage sclerotium hebben dat geïnfecteerd is met *Verticillium biguttatum*, terwijl Haren met een onderdrukkende grond een lager percentage heeft. De oorzaak kan gelegen zijn in het feit, dat in de gronden met veel *Rhizoctonia* een relatief weinig actief of laat actief geworden antagonistencomplex aanwezig is. Het veelvuldig voorkomen van sclerotiën maakt de infectiekans groot. In Haren waren als gevolg van een actief antagonisme slechts zeer weinig sclerotiën gevormd en hiervan was kennelijk een relatief groot deel aan parasitering ontsnapt.

De (gewassen) met sclerotiën bezette knollen zijn gedurende de winter bewaard in de koelcel bij ongeveer 4 °C. In april zijn de sclerotiën opnieuw onderzocht op de aanwezigheid van antagonisten. Tabel III, tweede deel, geeft de resultaten. Opvallend is de sterke teruggang van *Verticillium biguttatum*. De lage temperatuur en de lage relatieve vochtigheid maakten enige groei van deze schimmel onmogelijk. Wat reeds aanwezig was, is grotendeels verdwenen. De oorzaken zijn nog niet bekend. Factoren die een rol kunnen spelen zijn: de te lage temperatuur, het ontbreken van overlevingsvormen, de bij de heersende temperatuur nog wel actieve antagonisten en predatoren (mijten). Hetzelfde verschijnsel, nl. een sterke teruggang van *Verticillium biguttatum* gedurende de winter treedt ook op in de grond. De zeer lage populatiedichtheid in het voorjaar is oorzaak van het

TABEL III. Het percentage sclerotiën, verkregen van aardappelen van de verschillende proefveldjes, geïnfecteerd met verschillende hyperparasieten.

TABLE III. The percentage of sclerotia from potato tubers from the different experimental fields infected with various hyperparasites. Vert.bi. = *Verticillium biguttatum*; Glio. = *Gliocladium (roseum)*; Horm. = *Hormiactis fimicola*; Pen. = *Penicillium spec*; Streps = *Streptomyces spp*; Anderen = other spp; Geen inf. = no infection.

	Vert.bi.	Glio.	Horm.	Pen.	Strept.	Anderen	Geen inf.
Bepaald in oktober (estimated in October)							
Haren	59	1	0	6	46	2	21
Borger	65	0	0	0	54	5	7
Zeijerveld	76	2	3	3	26	31	8
Blijham	26	1	0	0	75	2	8
Kloosterburen	72	1	2	0	49	2	3
Zuurdijk	38	0	0	0	80	0	12
Kimswerd	0	0	0	5	97	2	3
Bellingwolde	54	0	0	1	81	0	3
Bepaald in april, na opslag gedurende de winter bij 4 °C. (Estimated in April after storage during winter at 4 °C, washed tubers.)							
Haren	5	0	0	5	57	7	31
Borger	9	0	0	3	46	0	46
Zeijerveld	14	1	0	2	28	1	56
Blijham	12	0	1	1	50	4	39
Kloosterburen	12	0	0	5	47	2	34
Zuurdijk	1	1	0	0	53	4	40
Kimswerd	0	0	0	16	82	28	5
Bellingwolde	0	0	0	0	93	1	7

laat, vaak te laat op gang komen van het antagonisme jegens *R. solani*.

Het percentage sclerotiën waarop streptomyceten voorkomen blijft groot. Hun functie is niet duidelijk. De kolonies zijn klein, de groei is zeer traag en vaak blijken ze aanwezig te zijn op dode hyfen, zodat ze als doders van sclerotiën waarschijnlijk van weinig betekenis zijn.

Er is vooral bij Kimswerd een toename van het percentage sclerotiën,

dat na de koude bewaarperiode een infectie vertoont met een *Penicillium*, die onder koude en droge omstandigheden nog kan groeien ten koste van de sclerotiën.

Opvallend is ook de toename van het percentage sclerotien dat niet (meer) geïnfecteerd blijkt te zijn. De veronderstelling, dat deze sclerotiën dood zouden zijn gaat niet op, zoals blijkt uit tabel IV.

TABEL IV. Vitaliteit van sclerotiën, gemeten kort na de oogst (oktober) en na bewaren bij 4 °C gedurende de winter (april).

TABLE IV. *Vitality of sclerotia shortly after harvest and after storage (4 °C).*

	Aantal hyfen (<i>number of hyphae</i>) per sclerotium:							
	0	0-10	10-25	> 25	0	0-10	10-25	> 25
	<i>oktober</i>				<i>april</i>			
Haren	1	24	31	45	2	23	28	47
Borger	0	1	21	78	0	10	15	75
Zeijerveld	0	13	12	75	0	3	12	85
Blijham	0	0	8	92	0	6	17	77
Kloosterburen	0	2	4	94	0	6	3	91
Zuurdijk	0	3	18	79	0	11	6	83
Kimswerd	1	17	12	70	5	32	26	37
Bellingwolde	0	10	11	79	0	11	14	75

Alleen bij de sclerotiën uit de oogst uit Kimswerd lijkt (door de *Penicillium?*) een teruggang in vitaliteit voor te komen. Bij de sclerotiën uit de andere velden is geen verandering in de vitaliteit opgetreden. Er waren daar dus geen antagonisten op de knollen en sclerotiën aanwezig die bij de heersend lage temperatuur en lage vochtigheid tot activiteit konden komen.

4. DISCUSSIE

De veronderstelling, dat planten uit pootgoed verbouwd in een bepaalde grondsoort een geringe aantasting van *R. solani* te verduren zouden hebben indien uitgeplant in dezelfde of in een verwante grond, omdat de antagonisten aanwezig op de pootknol in deze grond zouden "passen", blijkt niet altijd op te gaan.

Het gebruikte pootgoed van het zand blijkt bij eenzelfde mate van besmetting met *R. solani* een geringere aantasting van de plant door *R. solani* te vertonen dan pootgoed van de klei, ongeacht de grond waarin het wordt gepoot. Hetzelfde geldt in sommige gronden voor de sclerotiënproductie. In bepaalde zandgronden treden wat de sclerotiënproductie betreft afwijkingen op, nl. in sterk met *Rhizoctonia* besmette percelen, waar de oogst - ongeacht de herkomst en de mate van besmetting van pootgoed - overal even sterk met sclerotiën is bezet. Het niveau van de sclerotiumbezetting hangt daar af van de grond en dit wordt waarschijnlijk mee bepaald door het antagonistisch vermogen van de grond jegens *R. solani*. Bij de onderdrukkende grond van het proefveld in Haren was dit niveau zeer laag (planten uit pootgoed van het zand), het niveau in Borger lag hoger en het was het hoogst bij het Zeijerveld.

Het grote verschil in aantasting van de plant door *R. solani* (en ook de vorming van sclerotiën op de oogst in bepaalde gronden) tussen planten uit kleipoters en zandpoters berust waarschijnlijk op twee factoren: 1^e een verschil in belading van de pootknol (inclusief sclerotiën) met antagonisten en 2^e een verschil in het aandeel van saprofytische stammen in de sclerotiën op de pootknol.

Beide factoren zijn waarschijnlijk in hogere mate op het pootgoed van het zand voorhanden. De aanwezigheid van (soms veel) saprofytische stammen in de sclerotiën op de knollen is reeds eerder geconstateerd (Person, 1945; Bolkan en Wenham, 1973; Jager en Velvis, 1980).

Als het verschil alleen zou berusten op de aanwezigheid van een meer of minder groot aandeel van saprofytische *Rhizoctonia*-stammen op de pootknol, dan zou er weinig verschil in de hoeveelheid gevormde sclerotiën op de oogst zijn in de gronden waar een geringe infectie vanuit de grond komt. Dit is niet

het geval: het verschil is groot (zie figuur 2, Zuurdijk en Kimsverd). De voornaamste reden zal dus zijn het verschil in belading met antagonisten tussen pootgoed van het zand (meestal relatief rijk) en dat van de klei. De belangrijkste antagonisten zijn schimmels, die in zure pleistocene zandgronden in veel grotere aantallen voorhanden zijn dan in neutrale holocene, mariene gronden. Klei- en zavelgronden met een pH tussen 6,0 en 6,5 kunnen echter, net als zandgronden, veel antagonistische schimmels herbergen (Jager en Velvis, 1980, tabel IV).

Planten uit besmet pootgoed van het zand zijn op alle grondsoorten minder sterk aangetast dan planten uit kleipootgoed. Dit wijst er op, dat de antagonisten op het zandpootgoed op alle proefvelden actief blijven gedurende de groeiperiode en derhalve meer horen bij de ondergrondse delen van de aardappelplant dan bij de grond. Als dit zo is, opent het gunstige perspectieven voor het effect van enting van pootgoed met de betreffende antagonisten en voor een eventuele biologische bestrijding... In een volgend rapport wordt hierop gericht onderzoek beschreven.

5. SAMENVATTING

Gebleken is dat pootgoed verbouwd op zandgrond - of het nu vrij is van sclerotiën van *Rhizoctonia solani* of licht of matig hiermee bezet - een minder sterke aantasting geeft van aardappelplanten (fig. 1) en vaak een geringere sclerotiumproduktie (fig. 2) dan overeenkomstig pootgoed van de klei.

De mate van aantasting van de plant hangt af van de mate van besmetting van de pootknol (fig. 1), tenzij een sterke besmetting vanuit de grond optreedt.

Drie categorieën van gronden werden onderscheiden. Op *Rhizoctonia*-dragen- de gronden was de hoeveelheid sclerotiën op de oogst ongeveer gelijk voor zand- en kleipootgoed, ongeacht de mate van besmetting. Het niveau van sclerotiënbezetting is hoog en afhankelijk van de grond.

In een onderdrukkende grond is het niveau van sclerotiënproduktie op de oogst vergeleken met die op het pootgoed laag.

Bij *Rhizoctonia*-gevoelige gronden (i.c. zavel- en kleigronden) bepaalt de mate van besmetting van het pootgoed de sclerotiënbezetting van de oogst (fig. 3)

Het verschil in gedrag tussen pootgoed van de klei en van het zand t.a.v. de aantasting van de plant door *R. solani* en de sclerotiënvorming op de oogst wordt geweten aan een rijkere belading van het zandpootgoed met antagonisten. De antagonisten behoren meer bij de plant dan bij de grond, wat gunstige perspectieven opent voor een biologische bestrijding.

6. SUMMARY

Seed potatoes grown on a slightly acid pleistocene sand (whether clean, or lightly or moderately covered with sclerotia of *Rhizoctonia solani*) produced plants that were less severely infested with *Rhizoctonia solani* and often had fewer sclerotia on their new tubers than plants from seed potatoes grown in a neutral holocene marine soil with a similar or even lower number of sclerotia (figure 1 and 2).

The degree of infestation in each soil depended on the degree of infection of the seed potato, except in soils, that constituted heavy sources of infection themselves. Three types of soil were distinguished: *Rhizoctonia*-suppressive, -conducive and -sensitive soils. On *Rhizoctonia*-conducive soils the number of sclerotia on harvested tubers was about the same, irrespective of the origin of the seed potatoes and the degree of infection. The level of sclerotium production depended on the soil (figure 2). In a *Rhizoctonia*-suppressive soil the number of sclerotia produced on the harvest from seed potatoes from sand was very low, and distinctly less than the number on the harvest from seed potatoes grown on a neutral clay loam. In *Rhizoctonia*-sensitive soils the degree of infection of the seed potatoes determined the severity of sclerotia production on the harvested tubers (fig. 2, Zuurdijk, Kimsward). The difference in behaviour between seed potatoes originating from neutral soils and those from acid soils with regard to infestation of the plant and production of sclerotia on the harvested tubers may be due to the presence of more (fungal) antagonists on the seed potatoes from the acid sands.

The antagonists belong more to the surface of subterranean plant parts than to the soil, which is a favourable condition for biological control.

7. LITERATUUR

- Bolkan, H.A. and H.T. Wenham, 1973. Pathogenicity of potato sclerotial isolates of *Rhizoctonia solani* to potato shoots. N. Z. J. Exp. Agric. 1: 383-385.
- Gams, K.W. and A. van Zaayen, 1982. Contribution to the taxonomy and pathogenicity of fungicolous *Verticillium* species. I Taxonomy. Neth. J. Plant Pathol. 80: 57-78.
- Jager, G. en H. Velvis, 1980. Onderzoek naar het voorkomen van *Rhizoctonia*-werende aardappelpercelen in Noord-Nederland. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 1-80, 60 pp.
- Mulder, A., 1974. Knolbehandelingsproeven ter bestrijding van *Rhizoctonia solani*. Onderzoek 1974, pp. 84-92. Uitgave van de Stichting voor Akkerbouwproefbedrijven op zand- en dalgrond in Middenoost en Noordoost-Nederland.
- Mulder, A., A. Bouman, J. Bouma en J. Roosjen, 1979. Het effect van de wijze van loofvernietigen op rooibeschediging en de bezetting met lakschurft van pootgoed van een drietal fabrieksaardappelrassen. Onderzoek 1979, pp. 67-76.
- Person, L.H., 1945. Pathogenicity of isolates of *Rhizoctonia solani* from potatoes. Phytopathology 35: 132-134.