

CODEN: IBBRAH (7-87) 1-22 (1987)

ISSN 0434-6793

I N S T I T U U T   V O O R   B O D E M V R U C H T B A A R H E I D

RAPPORT 7-87

HET EFFECT VAN ENKELE IN DE AARDAPPELTEELT TEGEN BODEMORGANISMEN  
GEBRUIKTE GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN OP DE GROEI VAN RHIZOCTONIA SOLANI  
EN DRIE VAN ZIJN ANTAGONISTEN

**With a summary: Effect of some biocides, used in potato production to  
control soil organisms, on growth of Rhizoctonia solani and two of its  
antagonists**

door

G. JAGER

1987

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

---

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 7-87 (1987) 22 pp.

## INHOUD

1. Inleiding	1
2. Materiaal en methoden	2
2.1. Kweekproeven op agar	2
2.2. Proeven in grond	3
3. Resultaten	6
3.1. Kweekproeven op agar	6
3.2. Proeven in grond	10
4. Discussie	17
5. Dankbetuiging	19
6. Samenvatting	20
7. Summary	21
8. Literatuur	22

## 1. INLEIDING

Een groot aantal gewasbeschermingsmiddelen wordt in de pootaardappelteelt gebruikt om bodemorganismen die de teelt schaden of gedurende de bewaring de knollen aantasten te elimineren. Kennis van het effect van deze middelen op de levenskansen van enkele schimmels die antagonistisch zijn t.o.v. de pathogene schimmel *Rhizoctonia solani* ontbreekt. Deze kennis is van belang voor een goede biologische bestrijding van *R. solani* en voor een eventuele succesvolle integratie van een biologische en chemische bestrijding van *R. solani* in de aardappelteelt.

De meest belangrijke antagonist van *R. solani* in Nederland is de schimmel *Verticillium biguttatum*, een mycoparasiet die voor biologische bestrijding goed bruikbaar is en die in het veld voor terugdringing of onderdrukking van *R. solani* kan zorgen (Velvis en Jager, 1983; Jager en Velvis, 1983; Van den Boogert en Jager, 1984; Jager en Velvis, 1985, 1986).

Van een aantal middelen is het effect bestudeerd op groeisnelheid en uitbreiding van *R. solani* (R.s) en de antagonistische schimmels *V. biguttatum* (V.b.), *Hormiactis fimicola* (H.f.) en *Gliocladium roseum* (G.r.). *H. fimicola* kan van belang zijn omdat hij bij lage temperaturen, vanaf 1 °C, al groeit. *V. biguttatum* heeft een hoge minimum groeitemperatuur (12 °C). Beide antagonisten, verwerkt in één entmateriaal zouden goede diensten kunnen bewijzen bij de bestrijding van *R. solani*.

*Gliocladium roseum* komt voornamelijk voor op zandgronden, hoewel veel minder dan *V. biguttatum*. In vitro is hij antagonistisch t.o.v. *V. biguttatum*. Zijn grootste uitbreiding treedt op in aardappelakkers gedurende warm weer tegen het eind van het groeiseizoen. In die periode zou hij het effect van *V. biguttatum* kunnen reduceren. Het is dus van belang ook van deze schimmel de beïnvloeding door bestrijdingsmiddelen te leren kennen.

Middelen gebruikt ter bestrijding van *R. solani* die letaal zijn voor het antagonistencolplex, vooral voor *V. biguttatum*, zouden voor praktische toepassing eigenlijk niet in aanmerking mogen komen.

## 2. MATERIAAL EN METHODEN

### 2.1. Kweekproeven op agar

Het directe effect van oplopende concentraties van de middelen (0, 2, 5, 10, 25, en 50 mg/kg actieve stof) op de groeisnelheid van de schimmels is bepaald op mout-bioton agar (Jager en Velvis, 1983). De middelen zijn in de gewenste concentraties aan de voedingsbodems toegevoegd voor sterilisatie. Thermolabiele stoffen (validamycine) zijn in oplossing door filtratie gesteriliseerd en toegevoegd aan afgekoelde nog vloeibare agar. De agarplaten zijn beënt met een agarpons van 3 mm diameter genomen uit de rand van een jonge kolonie van de gewenste schimmel. De incubatie vond plaats bij 20 °C. De diameter van de kolonie is gemeten na 12 dagen; bij de snel groeiende *R. solani* na vier dagen. De proeven werden ingezet in drievoud.

De concentraties van alle middelen zijn gebaseerd op het opgegeven gehalte aan actieve stof; handelsformuleringen zijn gebruikt.

Van de schimmels zijn de volgende isolaten gebruikt: *V. biguttatum* (M73), *H. fimicola* (M58<sup>a</sup>), *G. roseum* (M16) en *R. solani* (41AHa).

Gebruikte middelen: pencycuron (Moncereen), tolclofos-methyl (Rizolex), furmecycloxy (Campogran-D), mepronyl (Basitac), pentachloor-nitrobenzeen (PCNB), en de afbraakprodukten pentachloor-aniline (PCA) en pentachloorfenol (PCF), carbendazim (Bavistin), benomyl (Benlate), iprodione (Rovral), thiabendazool (Lirotect), validamycine (Solacol), aldicarb (Temik) en oxamyl (Vydate). Ofschoon de handelsformuleringen van de middelen zijn gebruikt (de namen zijn tussen haakjes vermeld) wordt in het volgende de naam van de werkzame stof vermeld om het middel aan te duiden. Tabel 1 geeft gegevens over de doseringen en de oplosbaarheid in water.

TABEL 1. Dosering, gehalte aan actieve stof en oplosbaarheid in water van vier anti-Rhizoctonia middelen.

TABLE 1. Dosage rates, contents of active ingredient and solubility in water of four anti-Rhizoctonia fungicides.

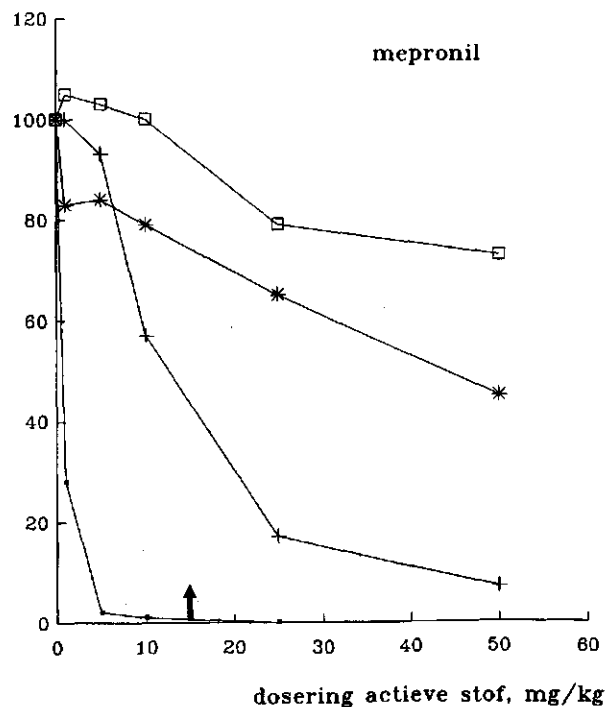
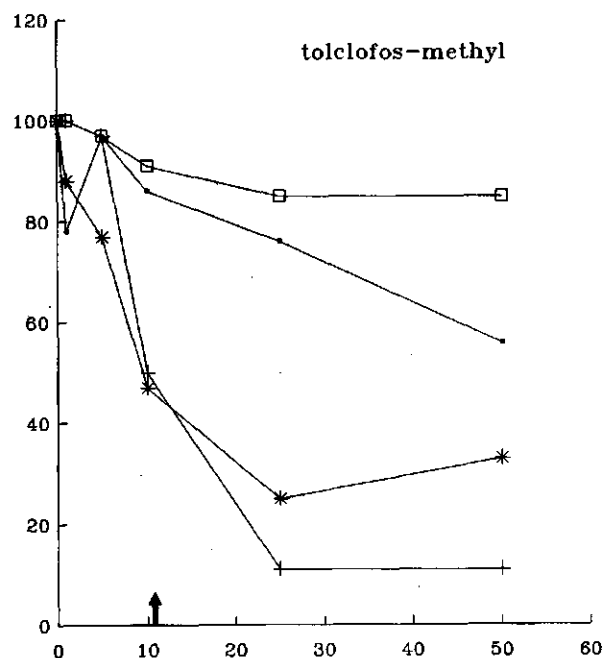
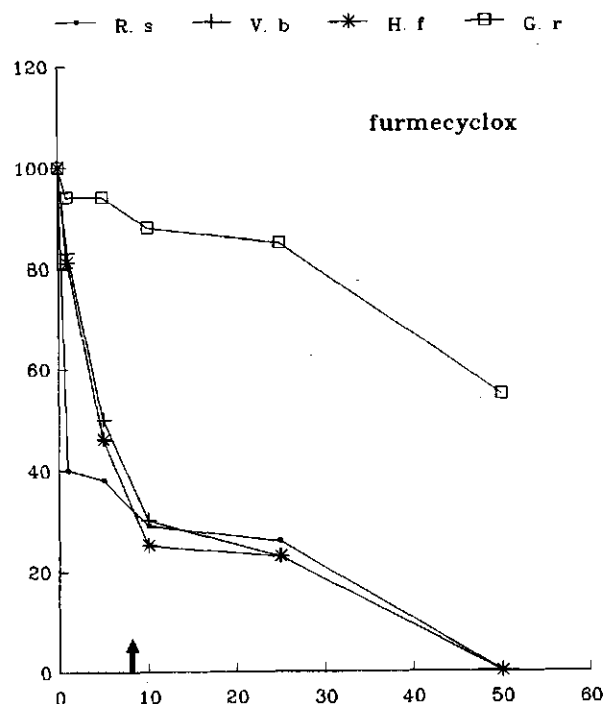
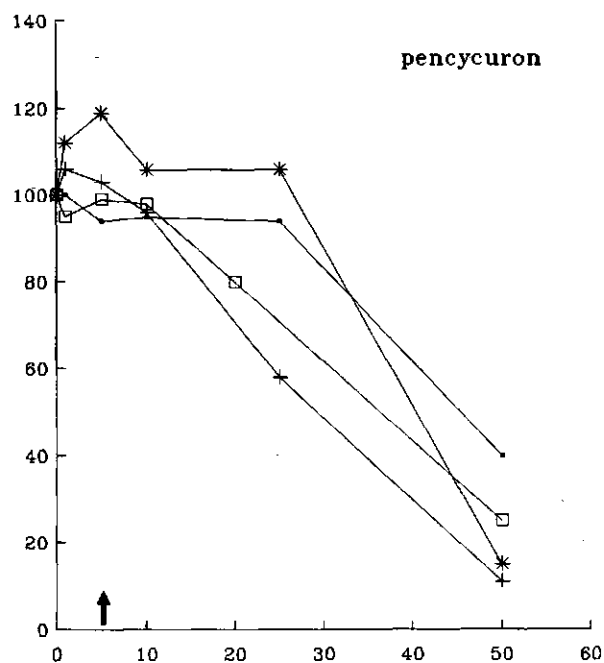
	Dosis, kg/ha	Actieve stof		Oplosbaarheid, mg/l bij 20 °C
		%	kg/ha	
Pencycuron (Moncereen)	20(1)	25	5	0,4
Tolclofos-methyl (Rizolex)	20	50	10	?
Mepronil (Basitac)	20	75	15	12,7
Furmecyclox (Campogran-D)	20	40	8	>1000

## 2.2. Proeven in grond

Het effect van enkele concentraties van een middel op de bescherming van een waardplant (aardappelspruit) tegen het pathogeen *R. solani* en het effect van de antagonist *V. biguttatum* in de gecombineerde bescherming en zijn beïnvloeding door het middel in de gebruikte concentraties is bestudeerd in grond. Dit levert gegevens die voor een later gebruik in de praktijk waardevol zijn. Een zandgrond (Haren) is gebruikt. Het middel werd gebruikt in de volgende concentraties: 0, 1/10, 1/2, 1/1 en 5/1 van de aanbevolen dosis (praktijkdosis, pd). (Grond zonder middel was altijd aanwezig.) De pootaardappel was wel of niet beënt met *V. biguttatum*. De grond werd gehomogeniseerd door herhaaldelijk te zeven. Grond die geen of te weinig *R. solani* bevatte werd beënt met *R. solani* uit een perlietcultuur. Na het beënten bleef de grond twee weken bij 15 °C, waarna het betreffende middel in de gewenste concentraties in de grond werd gemengd en homogeen werd verdeeld door zeven. Iedere behandeling werd in drie- of vijfvoud uitgevoerd. Onderin een plastic buis (diam. 6,7 cm; lengte 20 cm) of een hoog bekerglas van 1 liter werden op een ongeveer 2 cm dikke grondlaag één of drie voorgekiemde poters gelegd, daarna werd met grond bijgevuld tot een laagdikte van ongeveer 15 cm boven de poter. In een bekerglas werden meestal drie poters gelegd. De proef werd uitgevoerd bij 15 °C. Na 3-5 weken werden de spruiten beoordeeld op aantasting door *R. solani*, op de aanwezigheid van *V. biguttatum* en van levende *R. solani* (Jager en Velvis, 1983).

Van elke proef zijn de herhalingen van eenzelfde behandeling samengevoegd; het gemiddelde effect van een behandeling is hieruit berekend. Alleen grote verschillen zijn voor deze verkennende proeven van belang. Daarom is van een statistische bewerking afgezien.

relatieve groeisnelheid, %



**Figuur 1.** Relatieve groeisnelheid van vier schimmels op mout-bioton agar met daarin verschillende concentraties van vier anti-Rhizoctonia-fungiciden. ↑ mg actieve stof per  $\text{dm}^2$  bij velds toepassing van de aanbevolen praktijkdosis.

**Figure 1.** Relative growth rate of four fungi on malt-biotone agar plates, each containing a different concentration of one of four anti-Rhizoctonia fungicides. ↑ mg active ingredient per  $\text{dm}^2$  when the recommended dose is sprayed on the field.

### 3. RESULTATEN

#### 3.1. Kweekproeven op agar

De relatieve groeisnelheid van de vier schimmels op agar met oplopende concentraties van de middelen is gegeven in figuur 1 voor middelen die vnl. voor de bestrijding van *R. solani* in de grond worden gebruikt. Voor de praktijk zijn momenteel alleen pencycuron en tolclofos-methyl van belang. Furmecyclox wordt in de aardappelteelt nauwelijks of niet gebruikt en mepronil is nog niet of pas recentelijk toegelaten.

Er blijken flinke verschillen tussen de vier middelen aangaande de remming van de groeisnelheid van elk der schimmels te zijn.

*R. solani* is verreweg de snelste groeier (20-25 mm per dag). Mepronil blijkt *R. solani* het sterkst te remmen; de remming is absoluut bij een concentratie van 25 mg/kg en wellicht al bij een lagere concentratie. Furmecyclox geeft een absolute remming bij 50 mg/kg, terwijl pencycuron bij deze concentratie een remming geeft van ongeveer 60% en tolclofos-methyl een remming van 40-50%.

De relatieve groei van *V. biguttatum* (groeisnelheid 2-3 mm per dag) bedraagt onder invloed van 10 mg/kg van de middelen pencycuron 90-100%, furmecyclox 30%, tolclofos-methyl 50% en mepronil ongeveer 65%.

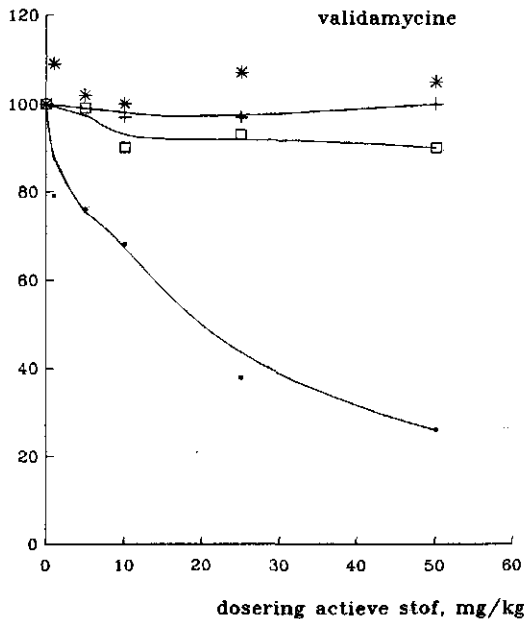
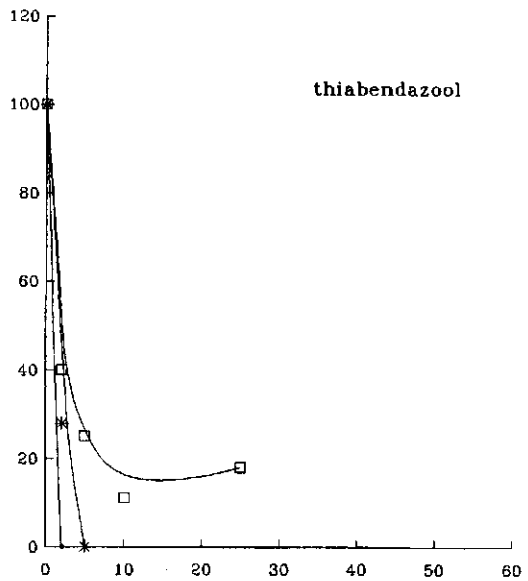
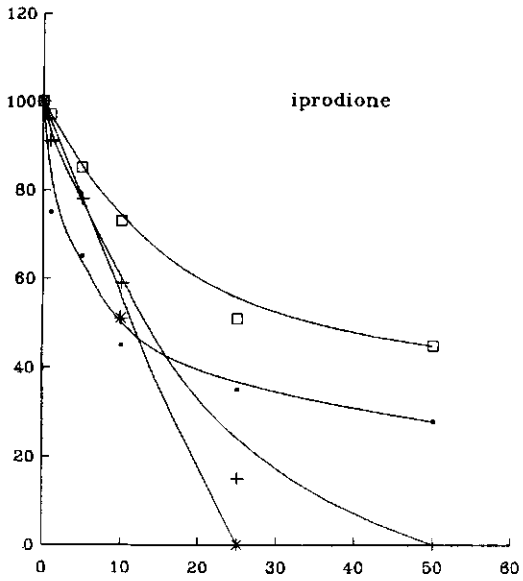
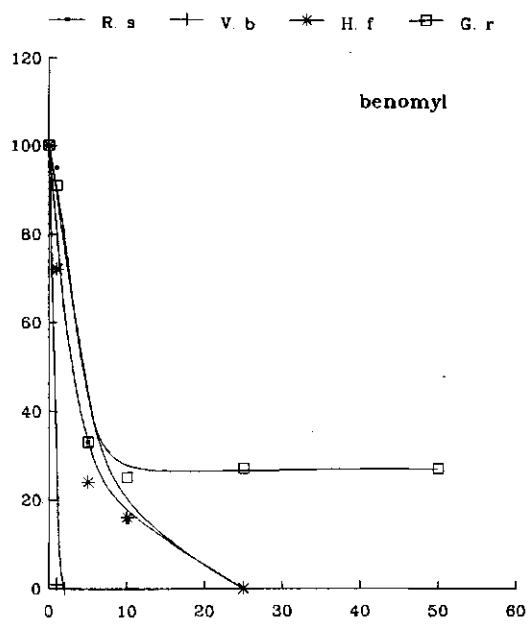
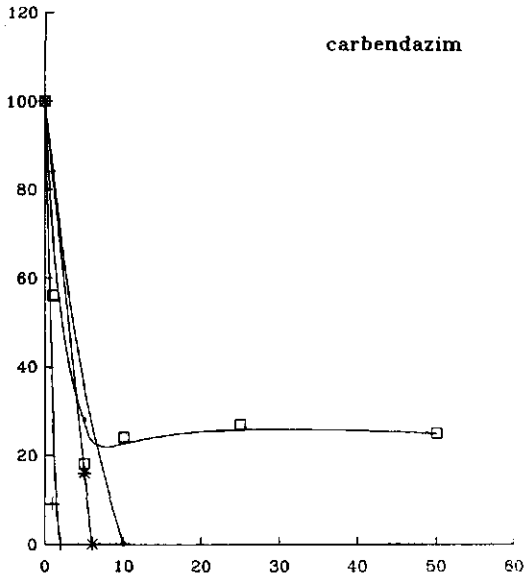
*H. fimicola* (groeisnelheid 4-5 mm per dag) wordt minder sterk geremd dan *V. biguttatum*. Bij een middel-concentratie van 10 mg/kg is de relatieve groeisnelheid  $\geq$  100% bij pencycuron, nog 45% bij tolclofos-methyl, nog bijna 80% bij mepronil en nog ongeveer 25% bij furmecyclox.

Het minst wordt de groeisnelheid van *G. roseum* (groeisnelheid 4-7 mm per dag) door de middelen beïnvloed. Bij een concentratie van 10 mg/kg pencycuron is de relatieve groeisnelheid nog 95-100%, bij tolclofos-methyl nog ruim 90%, bij furmecyclox nog 80-90% en bij mepronil nog praktisch ongeremd.

Figuur 2 geeft de relatieve groeisnelheid weer bij oplopende concentraties van de volgende middelen, die als knolontsmettingsmiddel worden gebruikt: carbendazim, iprodione en validamycine (worden gebruikt tegen *R. solani*) en thiabendazool en benomyl (gebruikt tegen zilverschurft en fusarium bij aardappelen in de bewaring). De zeer sterke toxiciteit van carbendazim, benomyl, thiabendazool en iprodione tegen *V. biguttatum* maken dat ze nooit met deze antagonist gecombineerd kunnen worden. Het-



relatieve groeisnelheid, %

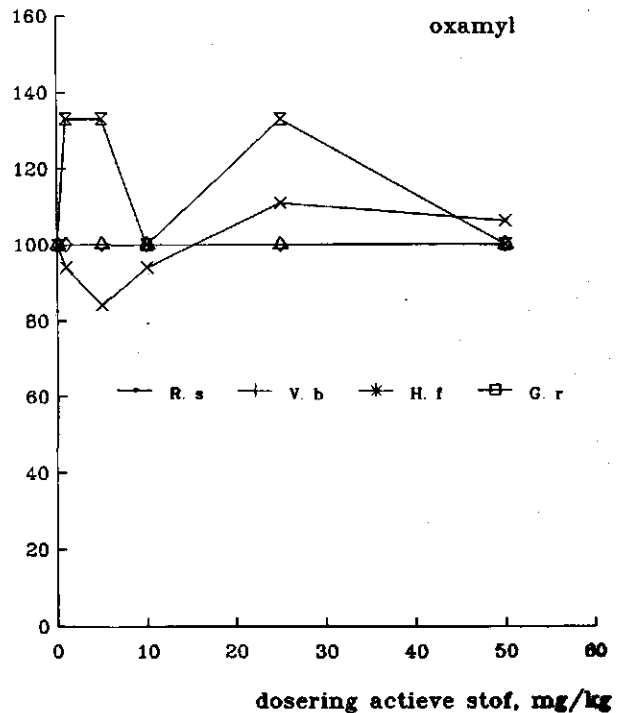
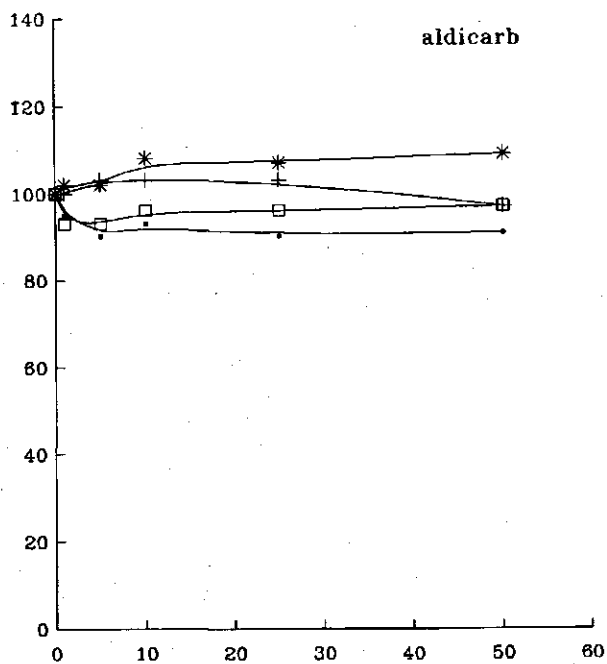


Figuur 2. Als figuur 1, doch nu voor een vijftal knolbehandelingsmiddelen. Legenda zie figuur 1.  
 Figure 2. As figure 1, but now for five fungicides used for tuber treatment. Legend see figure 1.

zelfde geldt voor *H. fimicola*. Validamycine is zeer toxisch t.o.v. *R. solani* en weinig of niet voor *G. roseum*, *H. fimicola* en *V. biguttatum*. *G. roseum* blijkt het minst gevoelig voor carbendazim, benomyl, iprodione en thiabendazool. Thiabendazool blijkt zeer toxisch voor *R. solani*, maar ook voor *H. fimicola* en *V. biguttatum*. Concentraties hoger dan 1 mg/kg remmen de groei van deze schimmels volledig.

Aldicarb en oxamyl, beide nematiciden, remden de groei van de vier schimmels weinig of niet (figuur 3). *R. solani* lijkt door aldicarb licht geremd te worden bij concentraties vanaf ongeveer 20 mg/kg. Oxamyl bleek niet remmend t.o.v. *V. biguttatum* en *H. fimicola*. De concentratie-groei-curve van *R. solani* en *G. roseum* waren nogal onregelmatig. In de gebruikte concentraties zijn beide stoffen niet van belang als groeiremmers voor de vier onderzochte schimmels.

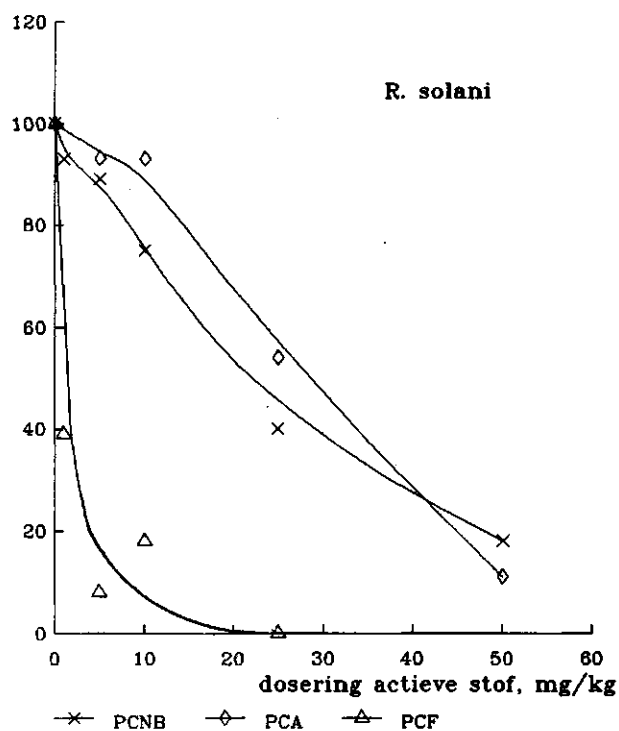
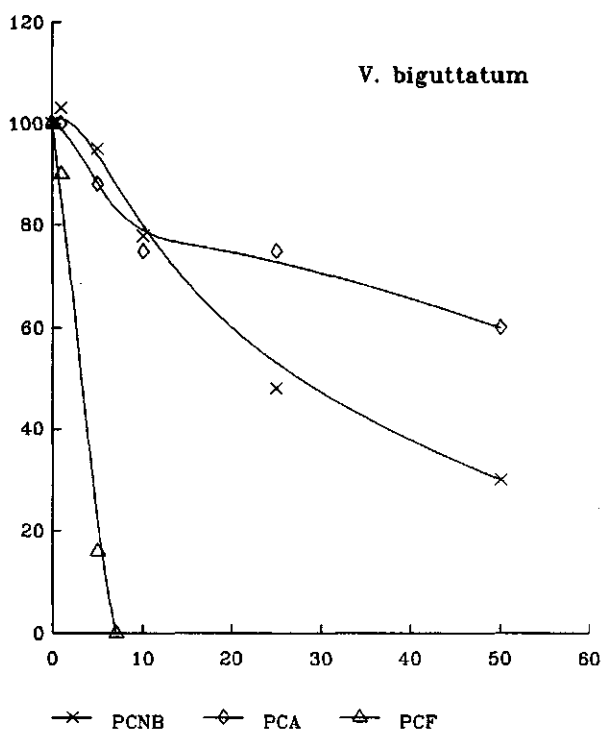
relatieve groeisnelheid, %



Figuur 3. Als figuur 1, doch nu voor aldicarb en oxamyl (nematiciden in granulaatvorm).

Figure 3. As figure 1, for aldicarb and oxamyl (granulated nematicides).

relatieve groeisnelheid, %



**Figuur 4.** De relatieve groeisnelheid van *V. biguttatum* en *R. solani* onder invloed van verschillende concentraties PCNB en de afbraakprodukten PCF (pentachloorfenol) en PCA (pentachlooraniline).

**Figure 4.** Relative growth rates of *V. biguttatum* and *R. solani* as affected by different concentrations of PCNB and its decomposition products PCF (pentachloro-phenol) and PCA (pentachloro-anilin).

In figuur 4 is weergegeven de remming van toenemende concentraties PCNB en zijn afbraakprodukten PCA en PCF op de groei van *R. solani* en *V. biguttatum*. Beide schimmels worden door het afbraakprodukt PCF veel sterker geremd dan door het oorspronkelijk PCNB. De letale concentratie ligt voor *V. biguttatum* tussen 5 en 10 mg/kg; voor *R. solani* tussen 15 en 25 mg/kg.

De reden waarom PCNB en afbraakprodukten in het onderzoek worden betrokken was gelegen in het totaal mislukken van een biologische bestrijding van *R. solani* in de praktijk. Een sterk met sclerotiën van *R. solani* bezette oogst, waarop *V. biguttatum* bijna volledig ontbrak, was het resultaat. (Sclerotiën van belendende percelen bleken voor 40% geïnfecteerd met *V. biguttatum*). Het bleek dat op dit perceel het jaar tevoren tulpen waren gekweekt. Tegen pathogene bodemschimmels wordt de grond behandeld met Brassicol (PCNB). Ruim anderhalf jaar nadien was het nadelige effect van dit middel nog duidelijk merkbaar.

### 3.2. Proeven in grond

De eerste proef is uitgevoerd met tolclofos-methyl (pencycuron was nog niet beschikbaar, evenmin als mepronil). De proef werd ingezet in viervoud, in beker glazen met elk drie poters.

In figuur 5 zijn de resultaten van deze proef weergegeven, nl.: de ziekte- of aantastingsindex (een maat voor de aantasting van de spruiten), de gemiddelde lengte van de spruiten (in deze kolommen met dwarsstreepjes aangegeven het percentage spruitstukjes van 1 cm met uitgroei van *R. solani*), de index voor *V. biguttatum* voorkomend op de spruiten en de index voor andere antagonistische schimmels dan *V. biguttatum* op de spruiten. De indices hebben alle 100 als maximum.

De ziekte-index en de gemiddelde lengte van de spruiten zijn twee tegengestelden. Min of meer parallel met de aantasting van de spruiten loopt het percentage spruitstukjes met levende *R. solani*.

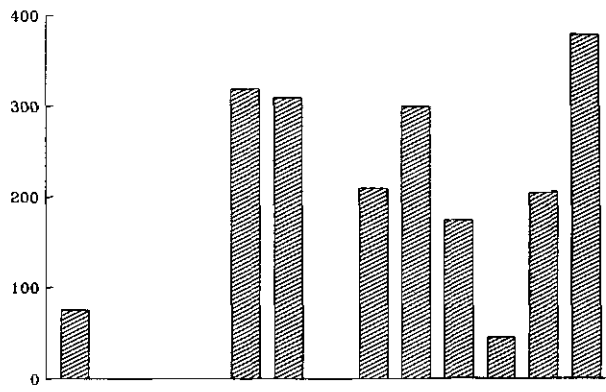
Als tolclofos-methyl niet was toegepast (blanco) bleek de besmetting met *R. solani* vanuit de grond al zo groot, dat beënting van de pootknol met *V. biguttatum* geen verlaging van de aantasting, van het percentage spruitstukjes met levende *R. solani* en van de gemiddelde spruitlengte gaf.

Beënting van de pootknol met *V. biguttatum* werkt bij een relatief lage grondbesmetting met *R. solani* synergistisch met een grondbehandeling met 1 pd (praktijkdosis) tolclofos-methyl. Zonder *V. biguttatum* trad nog een lichte aantasting op en was *R. solani* nog aanwezig op de spruiten. Indien de poter beënt was met *V. biguttatum* bleek *R. solani* geen kans meer gehad te hebben om de spruiten te koloniseren en aan te tasten. De hogere dosering tolclofos-methyl (5 pd) was op zich al voldoende om *R. solani* volledig te inactiveren: maximale spruitlengte en geen aantasting.

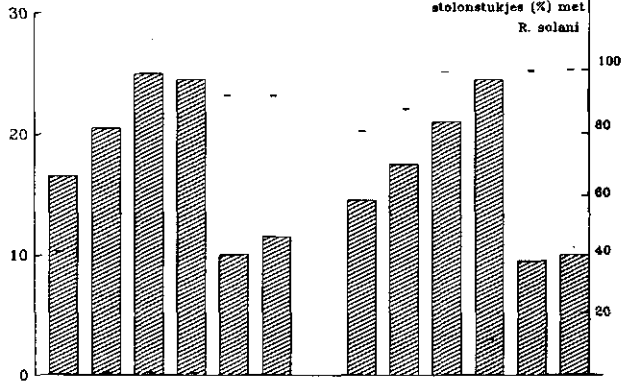
**Figuur 5.** De ziekte- of aantastingsindex, de gemiddelde spruitlengte, het percentage spruitstukjes met uitgroei van *R. solani*, de *V. biguttatum*-index en de index voor andere mycoparasieten dan *V. biguttatum* van aardappelspruiten die al of niet beënt zijn met *V. biguttatum* en uitgeplant in grond die niet behandeld is met tolclofos-methyl, dan wel een enkele of een vijfvoudige praktijkdosis heeft ontvangen.

**Figure 5.** Average values of: disease index, length of sprouts, percentages of sprout pieces with outgrowth of *R. solani*, index for *V. biguttatum* and for mycoparasites other than *V. biguttatum* on potato sprouts with and without inoculation with *V. biguttatum* and planted in untreated soil or soil treated with tolclofos-methyl in a normal or fivefold dose.

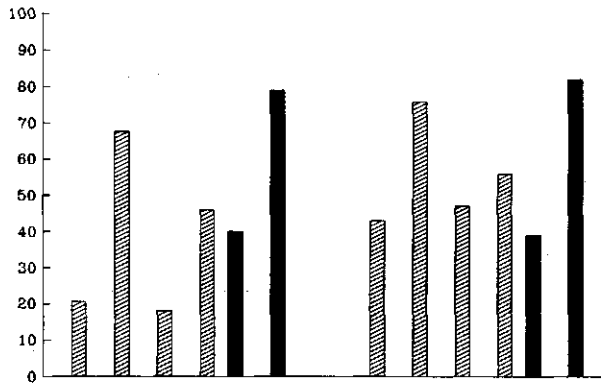
ziektegetal



gem. spruitlengte, cm



V. biguttatum, index



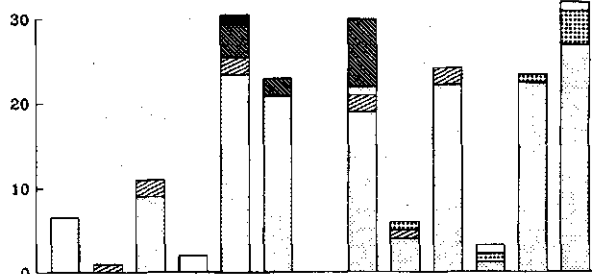
nat. inf. R. sol.      extra geinf. R. sol.  
Rizolex dosering

index  
andere  
mycoparasieten

1    5    0    1    5    0

- +   - +   - +   - +   - +   - +

+V. big.



V. cil.    G. sol.    H. fim.    Pen. sp.

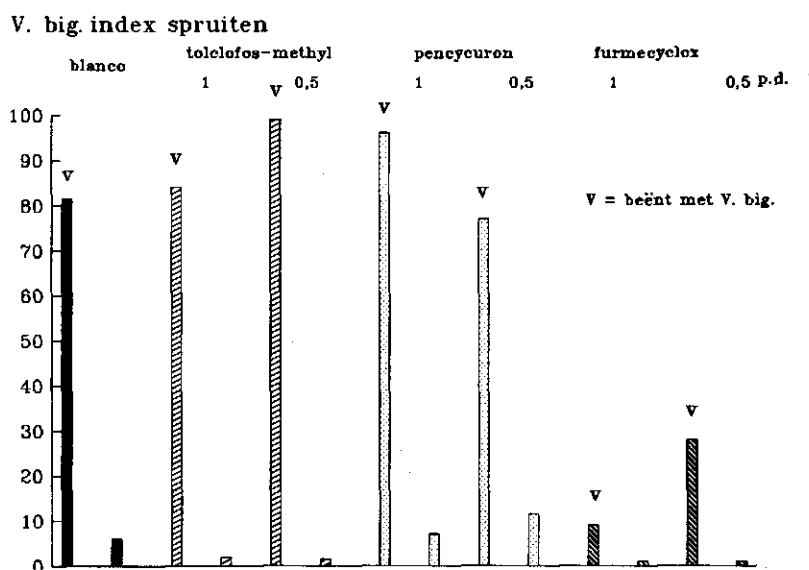
Aer. sp.    Tri. sp.

Als de *Rhizoctonia*-infectiedruk vanuit de grond al hoog is en door een kunstmatige extra beënting met *R. solani* uit een perlietcultuur verder is verhoogd, blijkt hiervan nauwelijks iets in de ziekte-index, het percentage stolonstukjes met levende *R. solani* of in de gemiddelde lengte van de spruiten van de onbehandelde. (De gebruikte grond had van nature al een hoge besmetting.) De aanbevolen dosis tolclofos-methyl blijkt nu evenwel niet meer toereikend om de ziekte-index op een laag niveau te houden en ook de combinatie met *V. biguttatum* heeft bij deze zeer hoge infectiedruk geen reducerend effect. Hetzelfde blijkt uit het percentage spuitstukjes met *R. solani* dat nu 80-90% bedraagt. Alleen de vijfvoudige dosering heeft een gunstig effect, waarbij *R. solani* wordt teruggedrongen, vooral als de grondbehandeling was gecombineerd met beënting van de pootknol met *V. biguttatum*. De aantasting van de spruiten en het percentage spuitstukjes met *R. solani* zijn gedaald tot lage waarden. De combinatie bleek zeer gunstig te zijn.

De *V. biguttatum*-index van de spruiten weerspiegelt duidelijk het effect van het beënten van de pootknol en spruiten. Ook de grond blijkt *V. biguttatum* te bevatten, die op de spruiten aantoonbaar is. (*V. biguttatum* is aanwezig op de spruiten in een actieve vorm, als parasiet op *R. solani* en als (nog) inactieve sporen.) Tolclofos-methyl reduceert de *V. biguttatum*-index. Als de grond extra met *R. solani* is geïnfecteerd wordt de reductie kleiner of verdwijnt. Dit kan het gevolg zijn van een verhoogd aanbod aan verzwakte *R. solani* voor *V. biguttatum*.

De indices van andere mycoparasieten van *R. solani* dan *V. biguttatum* aanwezig op de spruiten zijn weergegeven in het onderste deel van figuur 5. De meest-aanwezige andere antagonist in deze grond en onder de heersende omstandigheden is *Volutella ciliata*, een tamelijk zwakke antagonist. Bij de grond met een natuurlijke besmetting met *R. solani* wordt *V. ciliata* geremd door tolclofos-methyl. Vooral de combinatie met *V. biguttatum* is zeer sterk remmend, terwijl *V. biguttatum* op zich nauwelijks remmend is. Wanneer de grond extra geïnfecteerd is met *R. solani* heeft alleen nog de combinatie van tolclofos-methyl en *V. biguttatum* een sterk terugdringend effect.

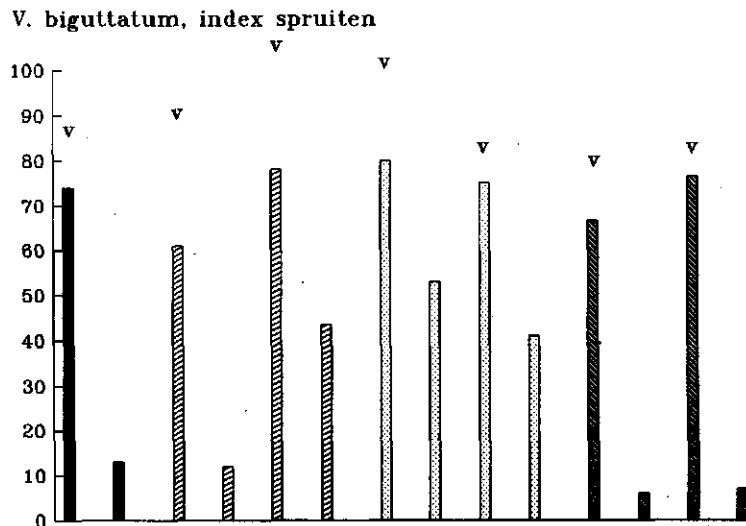
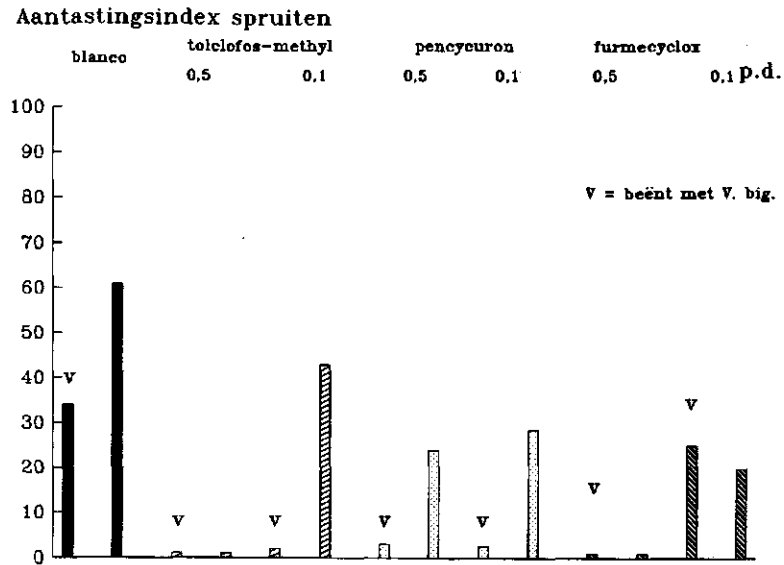
Uit het voorgaande experiment bleek, dat tolclofos-methyl, in de hoogste dosering toegevoegd aan de grond, remmend kan werken op *V. biguttatum*. De invloed van 1/1 en 1/2 pd van tolclofos-methyl, pencycuron en furmecycloxy op de *V. biguttatum*-index van spruiten van beënte en niet beënte poters is vergeleken met die in onbehandelde grond (figuur 6).



Figuur 6. De *V. biguttatum*-index van aardappelspruiten van al of niet met deze schimmel beënte poters onder invloed van een grondbehandeling met 1/1 en 1/2 dosis van tolclofos-methyl, pencycuron of furmecycloz.

Figure 6. *V. biguttatum* index of potato sprouts from inoculated and non-inoculated seed tubers as affected by a soil treatment with the recommended dose and 1/2 that dose of tolclofos-methyl, pencycuron or furmecycloz.

Furmecycloz blijkt in beide doseringen de *V. biguttatum*-index sterk te verkleinen. De stof is in deze concentraties niet geschikt voor een gefintegreerde bestrijding. Tolclofos-methyl en pencycuron vertonen in beide doseringen geen remming van *V. biguttatum*. De proef is herhaald met 1/2 en 1/10 pd van de drie middelen. Naast de *V. biguttatum*-index is ook de aantastingsindex van de spruiten door *R. solani* bepaald om het gecombineerde effect op de bescherming van de spruiten tegen *R. solani* (bepaald om het gecombineerde effect op de bescherming van de spruiten tegen *R. solani*) te zien. In figuur 7 zijn de resultaten weergegeven. De *V. biguttatum*-index van de spruiten is als gevolg van het beënten van de pootknol overal flink gestegen, ook onder invloed van 1/10 pd furmecycloz. Verder is interessant op te merken, dat door 1/10 pd tolclofos-methyl en 1/2 en 1/10 pencycuron de populatie van *V. bi-*



Figuur 7. Als figuur 6, doch nu bij 1/2 en 1/10 van de praktijkdosis. De aantastingsindex van de spruiten is gegeven als maat voor de pathogene activiteit van *R. solani*.

Figure 7. As figure 6, but now with 1/2 and 1/10 of the recommended dose. The disease index of sprouts is given as a measure of the pathogenic activity of *R. solani*.

*guttatum* vanuit de grond is gestimuleerd. Deze stimulatie is waarschijnlijk indirect, door verzwakking van *R. solani*, waardoor deze beter beschikbaar is geworden voor zijn parasiet. Bij de halve dosering

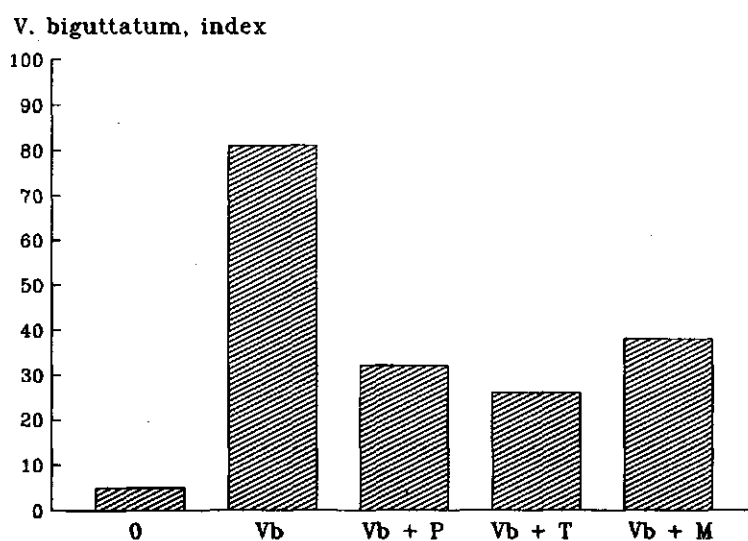
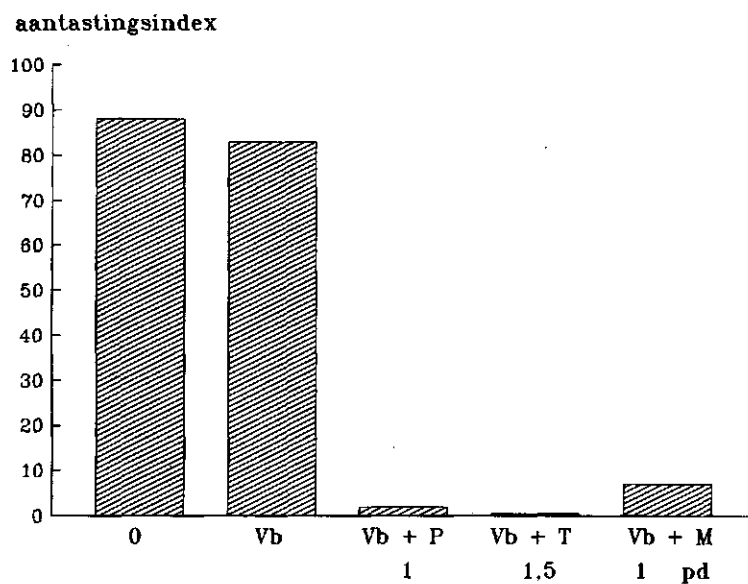


tolclofos-methyl en de beide furmecycloxdoseringen treedt dit verschijnsel niet op. *V. biguttatum* wordt hier waarschijnlijk nog geremd.

De aantastingsindices van de spruiten laten zien, dat bij de niet-behandelde grond enige reductie van de aantasting is opgetreden als gevolg van beënting van de poter met *V. biguttatum*. Een halve dosering tolclofos-methyl is hier voldoende om een volledige bescherming te bieden. Bij 1/10 pd tolclofos-methyl is dit niet meer het geval. Vergeleken met de onbehandelde is vermoedelijk nog een reductie aanwezig. De combinatie van grondbehandeling met 1/10 pd tolclofos-methyl en beënten van de poter met *V. biguttatum* blijkt zeer gunstig en doet de aantasting bijna teniet. Hetzelfde geldt voor 1/2 en 1/10 pd pencycuron. Furmecycloxdosering geeft bij een halve dosis een volledige bescherming; 1/10 dosis remt de aantasting flink, doch de combinatie met *V. biguttatum* heeft geen extra beschermend effect. De stimulatie van de *V. biguttatum*-populatie vanuit de grond op de spruiten ontbreekt hier geheel. Deze beide feiten maken dat furmecycloxdosering bij de gebruikte doses als component van een geïntegreerde bestrijding niet geschikt is. Toleclofos-methyl en pencycuron zijn waarschijnlijk als component in een geïntegreerd bestrijdingssysteem zeer bruikbaar.

Mepronil (L 84086 F) kwam veel later tot onze beschikking en was (1986) nog niet toegelaten. In de oriënterende proef is het effect van een biologische bestrijding vergeleken met dat van een geïntegreerde bestrijding met pencycuron, tolclofos-methyl en mepronil en met de onbehandelde. In figuur 8 zijn de resultaten weergegeven. De grond was sterk besmet met *R. solani* en dientengevolge is de aantastingsindex van de onbehandelde zeer hoog. Beënting van de poter met *V. biguttatum* verandert hieraan weinig. De middelen gecombineerd met beënting van de (gekiemde) poter met *V. biguttatum* hebben een sterk effect. De aantasting is zeer ver teruggedrongen; onderlinge verschillen zijn er niet. Opgemerkt dient dat de dosis van tolclofos-methyl 1,5 keer te hoog was. De hoeveelheid *V. biguttatum* op de spruiten is onder invloed van alle middelen gedaald; ook wat dit betreft zijn er geen onderlinge verschillen. Mepronil is als middel in een geïntegreerde bestrijding naar het schijnt even goed bruikbaar als pencycuron en tolclofos-methyl.

Het effect van de middelen overheerst bij de praktijkdosering, de helft zelfs bij een kwart hiervan, het effect van de biologische bestrijding met *V. biguttatum*.



**Figuur 8.** Als figuur 7, voor de grondbehandelingsmiddelen pencycuron, tolclofos-methyl en mepronil, bij 1, 1,5 en 1 praktijkdosis.  
**Figure 8.** As figure 7, for pencycuron, tolclofos-methyl and mepronil.

#### 4. DISCUSSIE

Een aantal fungiciden gebruikt ter bestrijding van *R. solani* in de aardappelteelt en van *R. solani* en andere pathogene schimmels die voor kunnen komen op aardappelknollen in de bewaring zijn dermate giftig voor *V. biguttatum* dat ze niet geschikt zijn om in combinatie te worden toegepast. Dit zijn, voor zover onderzocht, carbendazim, benomyl, iprodione, thiabendazool en PCNB.

Validamycine blijkt tot een concentratie van 50 mg/kg geen invloed te hebben op de groei van *V. biguttatum* (hogere concentraties zijn niet onderzocht). Evenmin hebben de nematiciden aldicarb en oxamil bij dezelfde concentraties enige invloed.

PCNB bleek ongunstig, vooral het afbraakprodukt pentachloorfenol bleek zeer giftig en remde de groei van *V. biguttatum* volledig bij een concentratie tussen 5 en 10 mg/kg. *R. solani* wordt echter pas bij ongeveer 20 mg/kg volledig geremd.

Lockwood (1970) vermeldt een aantal ongunstige effecten van PCNB: onderdrukking van streptomyceten, waaronder antagonisten van *R. solani* en het naar voren komen van PCNB-tolerante schimmels, waaronder pathogene fusarium- en pythium-soorten. Een verhoogde schade door *R. solani* aan aardappel als gevolg van het gebruik van PCNB op één van de eigen proefvelden is in het bovenstaande vermeld. De meeste van de getoetste stoffen bleken niet alleen voor *V. biguttatum* doch ook voor *R. solani* giftig, zij het meestal in mindere mate. Alleen validamycine en mepro-nil bleken voor *R. solani* meer toxisch dan voor *V. biguttatum*.

Van Bruggen en Arneson (1984) constateerden, dat isolaten van *R. solani* vrij gemakkelijk konden worden aangepast aan hoge concentraties tolclofos-methyl (500 keer de concentratie die de groei oorspronkelijk bijna geheel stillegde). Weliswaar ontbrak de anastomose-groep waartoe de aardappelpathogene *R. solani* behoren (Ag 3) in dit onderzoek, maar er is geen reden aan te nemen dat deze groep zich anders zou gedragen dan de wel onderzochte. Van de resistentie tegen tolclofos-methyl bleek een deel aanwezig te blijven na passage door media zonder deze stof. De pathogeniteit van aangepaste isolaten bleek niet veranderd.

Gullino et al. (1986) kweekten onder laboratoriumomstandigheden *R. solani*-isolaten die resistent waren tegen iprodione of tolclofos-methyl of pencycuron. De iprodione- en tolclofos-methyl-resistente isolaten

bleken ook resistent tegen andere dicarboximiden en PCNB, doch gevoelig voor pencycuron. Pencycuron-resistente isolaten werden in vitro geremd door dicarboximiden, tolclofos-methyl en ook door pencycuron. De isolaten, resistent tegen iprodione, tolclofos-methyl of pencycuron bleken minder virulent dan het oorspronkelijk isolaat en vertoonden in grond een gereduceerd saprofytisch vermogen. Het laatste is voor hun overleving niet van voordeel. Het verhoogt naar alle waarschijnlijkheid de effectiviteit van een biologische bestrijding van deze stammen in hun saprofytische fase.

Geïntegreerde bestrijding met een afwisselend gebruik van meerdere middelen is waarschijnlijk de beste methode om *R. solani* blijvend met succes te kunnen bestrijden. De door een specifiek fungicide verzwakte *R. solani* wordt sneller door de zich uitbreidende antagonisten (*V. biguttatum*) opgeruimd en de kans op resistentie wordt hierdoor waarschijnlijk sterk verkleind.

Middelen die in combinatie met *V. biguttatum* in geïntegreerde bestrijding het meest geschikt lijken zijn pencycuron (Moncereen) en verder tolclofos-methyl (Rizolex) en mepronil (Basitac).

## 5. DANKBETUIGING

Gedurende hun stage aan het IB hebben Akky Jilderda, Jan Haas, Jan Kees Kloppenburg, Anton de Kievit en Co Vader hun medewerking aan dit onderzoek verleend, waarvoor ik hen op deze plaats gaarne dank zeg.

## 6. SAMENVATTING

Een aantal fungiciden dat in de aardappelteelt wordt gebruikt ter bestrijding van *Rhizoctonia solani* en de fungiciden die gedurende de bewaring de aardappelknollen moeten beschermen tegen aantasting door pathogene schimmels blijken dermate giftig te zijn voor *Verticillium biguttatum* dat ze nooit gecombineerd toegepast kunnen worden ter bestrijding van *R. solani*.

Zeer giftig voor *V. biguttatum* en twee andere antagonistische schimmels van *R. solani*, nl. *Hormiactis fimicola* en *Gliocladium roseum*, waren de fungiciden carbendazim, benomyl, iprodione, thiabendazool, PCNB en zijn afbraakprodukten PCF (pentachloor-phenol) en PCA (pentachloor-aniline). PCNB en afbraakprodukten zijn alleen onderzocht t.o.v. *V. biguttatum* en *R. solani*.

Validamycine (een antibioticum tegen *R. solani*) en aldicarb en oxamil (beide nematiciden) hadden in concentraties tot 50 mg/kg geen negatieve effecten op de groeisnelheid van de bestudeerde schimmels.

De anti-*Rhizoctonia* fungiciden pencycuron en tolclofos-methyl, ofschoon op agar-platen de groei van *V. biguttatum* sterker remmend dan die van *R. solani*, bleken zeer geschikt voor een geïntegreerde bestrijding in grond wanneer lage doses worden gebruikt voor een grondbehandeling en de jonge aardappelspruiten worden beënt met sporen van *V. biguttatum*. Hetzelfde bleek te gelden voor mepronil.

Een geïntegreerde bestrijding met *V. biguttatum* op de spruiten en een grondbehandeling met een lage dosis van verschillende specifieke fungiciden die afwisselend worden gebruikt is waarschijnlijk de beste manier om *R. solani* in aardappelen blijvend met succes te bestrijden.

## 7. SUMMARY

A number of fungicides used for the control of *R. solani* during potato growth and for the control of pathogens damaging potato tubers during storage are so toxic to *Verticillium biguttatum*, an antagonist of *R. solani*, that they are totally unfit to be combined with this antagonist for control of *R. solani*.

Very toxic to *V. biguttatum* and two fungal antagonists of *R. solani*, viz., *Hormiactis fimicola* and *Gliocladium roseum*, were the fungicides carbendazim, benomyl, iprodione, thiabendazole, PCNB and its decomposition products PCF (pentachloro-phenol) and PCA (pentachloro-anilin). (PCNB and its decomposition products were only studied with regard to *V. biguttatum* and *R. solani*).

Validamycin (an antibiotic against *R. solani*) and aldicarb and oxamil (nematicides) in concentrations of up to 50 mg/kg had no negative effects on the growth rates of the fungi studied.

The anti-Rhizoctonia fungicides pencycuron and tolclofos-methyl, although on agar plates more toxic towards *V. biguttatum* than towards *R. solani*, were found to be very suitable for integrated control in soil when low doses of the fungicides were used. The same was true of mepro-nil.

An integrated control with *V. biguttatum* as inoculum for sprouts and a soil treatment with a low dose of different, specific fungicides used alternately probably is the best way to obtain lasting, successful control of *R. solani*.

## 8. LITERATUUR

- Gullino, M.L., Gualco, A. and Garibaldi, A., 1986. Laboratory resistance in *Rhizoctonia solani* to several fungicides. *Phytopathology* 76: 1127.
- Jager, G. and Velvis, H., 1983. Biological control of *Rhizoctonia solani* on potatoes by antagonists. 2. Sprout protection against soil-borne *R. solani* through seed inoculation with *Verticillium biguttatum*. *Neth. J. Plant Pathol.* 90: 29-33.
- Jager, G. and Velvis, H., 1985. Biological control of *Rhizoctonia solani* on potatoes by antagonists. 4. Inoculation of seed tubers with *Verticillium biguttatum* and other antagonists in field experiments. *Neth. J. Plant Pathol.* 91: 49-63.
- Jager, G. and Velvis, H., 1986. Biological control of *Rhizoctonia solani* on potatoes by antagonists. 5. The effectiveness of three isolates of *Verticillium biguttatum* as inoculum for seed tubers and of a soil treatment with a low dosage of pencycuron. *Neth. J. Plant Pathol.* 92: 231-238.
- Lockwood, J.L., 1970. Ecological effects of PCNB. In: *Pesticides in the soil*. Symp. Michigan State Univ, pp. 47-50.
- Van Bruggen, A. and Arneson, P.A., 1984. Resistance in *Rhizoctonia solani* to tolclofos-methyl. *Neth. J. Plant Pathol.* 90: 95-106.
- Van den Boogert, P.H.J.F. and Jager, G., 1984. Biological control of *Rhizoctonia solani* on potatoes by antagonists. 3. Inoculation of seed potatoes with different fungi. *Neth. J. Plant Pathol.* 90: 117-126.
- Velvis, H. and Jager, G., 1983. Biological control of *Rhizoctonia solani* on potatoes by antagonists. 1. Preliminary experiments with *Verticillium biguttatum*, a sclerotium-inhabiting fungus. *Neth. J. Plant Pathol.* 89: 113-123.