

Biologiese beheer van plantparasitiese nematodes met die swam

Paecilomyces lilacinus

by aartappels, sitrus en wingerd

deur

J. van der W. NEETHLING



Tesis ingelewer vir die graad van Magister in die Natuurwetenskappe in Landbou aan die
Universiteit van Stellenbosch.

Studieleier : Prof. A.J. Meyer

Desember 2003

Verklaring

Ek, die ondergetekende, verklaar hiermee dat die werk in hierdie tesis vervat, my eie oorspronklike werk is en dat ek dit nie vantevore in die geheel of gedeeltelik by enige universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê het nie.

Handtekening :

Datum :

Dankbetuigings

Hiermee wil ek graag my dank uitspreek teenoor :

My Skepper vir die geleentheid wat Hy my gebied het en inspirasie, leiding en volharding met die werk.

Prof. Meyer vir die vertrouwe wat hy in my gestel het en leiding as studieleier.

Dr. Malan vir haar raad en hulp met spesies identifikasies.

Dr. Frans Oosthuizen vir die geleentheid wat hy my gebied het.

Biological Control Products in wie se diens ek die studie kon voltooi en vir finansiële bystand.

Mnr. Hennie van Zyl vir die geleentheid en samewerking met die aartappel werk.

Mnre. Dirk Visser jr., Hannes Momsen, Pieter Gildenhuys en Sampie Snyders vir die geleentheid en samewerking met die sitrus werk.

Mnr. Johan van Rhyne, familie en werksmense vir die geleentheid en samewerking met die wingerd werk.

Die LNR Infruitec-Nietvoorbij, Stellenbosch, vir insette in een van die wingerd eksperimente.

Mevv. Laura Huisman (CRI) en Sheila Storey (Nemlab) vir insette in die sitrus eksperiment.

Die Navorsingsinstituut vir Plantbeskerming (NIPB), Pretoria, vir hulp met spesies identifikasies.

Die Sentrum vir Statistiese Konsultasie, Universiteit van Stellenbosch, vir hulp met statistiese ontledings van resultate.

My vrou, Sally, vir aanmoediging en die opoffering wat sy gemaak het.

INHOUDSOPGAWE

1. Uittreksel/Abstract.....	1
2. Inleiding.....	2
3. Literatuuroorsig.....	3
4. Meganismes van eierparasitisme deur <i>Paecilomyces lilacinus</i>	8
5. Algemene metodes.....	12
6. Beheer van plantparasitiese nematodes by aartappels deur die swam, <i>Paecilomyces lilacinus</i>	16
7. Beheer van <i>Tylenchulus semipenetrans</i> by sitrus deur die swam, <i>Paecilomyces lilacinus</i>	22
8. Beheer van plantparasitiese nematodes by wingerd deur die swam, <i>Paecilomyces lilacinus</i>	30
9. Samevatting.....	45
10. Literatuurverwysings.....	46
11. Addendum.....	51

Uittreksel / Abstract

Paecilomyces lilacinus, ras 251 (geregistreer in terme van wet 36 van 1947 as Suid-Afrika se eerste natuurlike nematisiede en kommersieel beskikbaar as PI Plus) is as biologiese beheer agent getoets by aartappels en in geïntegreerde beheer programme by sitrus en wingerd teen respektiewelik *Meloidogyne* spesies, *Tylenchulus semipenetrans* en verskeie ektoparasitiese nematodes. Die swam toon belofte vir die beheer van hierdie nematodes en het terselfdertyd nie 'n nadelige effek op nie-teiken, voordelige organismes in die grond nie. Veral in kombinasie met chemiese middels, as deel van geïntegreerde programme, kan dit lei tot verminderde gebruik van hoogs toksiese middels en dus meer omgewingsvriendelike landboupraktyke.

Biological control of plant parasitic nematodes on potatoes, citrus and grapevine with the fungus, *Paecilomyces lilacinus*.

Paecilomyces lilacinus, race 251 (registered in terms of act 36 of 1947 as South Africa's first natural nematicide, commercially available as PI Plus) was tested as a biological control agent on potatoes and in integrated control programs on citrus and grapevine against *Meloidogyne* species, *Tylenchulus semipenetrans* and various ectoparasitic nematodes respectively. The fungus shows promise for the control of these nematodes, without having a harmful effect on non-target, beneficial organisms in the soil. Especially in combination with chemical products, as part of integrated programs, this can lead to less use of highly toxic compounds and thus to more environmentally friendly agricultural practices.

Inleiding

Sedert die ontdekking van die swam, *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson as 'n effektiewe eierparasiet van *Meloidogyne incognita acrita* en *Globodera pallida* (Jatala et al., 1979) het verdere veldproewe in Peru tot die effektiewe beheer van *M. incognita* en *Tylenchulus semipenetrans* gelei. Na verskeie suksesse in Peru is die swam onder verskillende klimaat- en grondkondisies in verskeie ander lande beproef. Die sukses behaal in die Filippyne het gelei tot die kommersiële produksie van die swam onder die handelsnaam Biocon. Anders as met chemiese middels vind die werking van biologiese agente stadig oor tyd plaas. Biologiese beheer sal nie chemiese beheer sonder meer kan vervang nie. Dit behoort egter deel te vorm van geïntegreerde nematode bestuur. Inkorporering van die natuurlike organismes, die oordeelkundige gebruik van chemiese nematisiedes, moontlik in kombinasie met die biobeheer agente, weerstand, en ander kulturele praktyke moet ernstig oorweeg word as ons hoop om die steeds groeiende wêreldbevolking te voed (Jatala, 1986).

Paecilomyces lilacinus, ras 251, Suid-Afrika se eerste geregistreerde natuurlike nematisiede, kommersieel beskikbaar as PI Plus, is in die Olifantsrivier besproeiingsgebied geëvalueer vir die bestuur van ekonomies belangrike plantparasitiese nematodes by aartappels, sitrus en wingerd. Hierdie gewasse is belangrike bedryfstakke van die streek en is onderhewig aan skade deur nematodes wat die opbrengs nadelig beïnvloed. Chemiese beheer bied slegs 'n korttermyn oplossing vir nematode probleme en skadelike getalle word in 'n kort tyd weer opgebou. Boonop lei dié hoogs toksiese middels tot agteruitgang van die omgewing en sy waterbronne. Die toenemende besorgdheid hieroor en die groot potensiaal van biologiese beheer agente (Jatala, 1986) was die hoofrede vir die werk waarvoor hier gerapporteer word.

Literatuuroorsig

Sedert die ontdekking van die eerste nematode-vangende swam, *Arhrobotrys oligospora*, in 1852 is meer as 150 addisionele spesies van hierdie predatoriese swamme uit grond geïsoleer. Soekers na biologiese beheer agente van plaag nematodes het hoofsaaklik nematode-vangende swamme geïsoleer. Hierdie swamme is predatore van aalwurmlarwes (Dunn *et al.*, 1982). Volgens Parvatha Reddy & Singh (1979) is kasterolie-koek hoogs effektief in die beheer van die sitrusaalwurm, *Tylenchulus semipenetrans*, klaarblyklik a.g.v. die feit dat organiese aanvullings mikrobiese aktiwiteit stimuleer wat ongunstig is vir oorlewing in die grond. Jaffee & Zehr (1982) rapporteer vir die eerste keer die voorkoms van die endoparasitiese swam, *Hirsutella rhossiliensis*, in die VSA en die assosiasie met *Criconebella xenoplax*. Larwes en volwassenes is geparasiteer. Dunn *et al.* (1982) berig dat ander nematode-vernietigende swamme gevind is wat die eiers en volwassenes parasiteer. Omdat hierdie swamme die minder volwassenes en meer gekonsentreerde eiersakke aanval plaas hul baie druk op die reproduktiewe kapasiteit van die nematode vroeg in die groeiseisoen. Dit blyk of die eier parasiete as 'n groep meer belofte inhou as potensiële biologiese beheer agente. *Paecilomyces lilacinus* is 'n hyphomycete wat algemeen in die grond voorkom. Dit het 'n kosmopolitiese verspreiding. Dit word gereedlik uit grond geïsoleer en maklik herken aan die pers kleur van die kolonie. Dit is ook al uit insekte geïsoleer. Volgens Mertens & Stirling (1993) het die swamme *P. lilacinus* en *Verticillium chlamydosporium* 'n belangrike rol in die populasie regulering van sist- en knopwortelaalwurms. Die swamme kom gereeld in assosiasie met beide groepe nematodes voor en was die enigste eierparasiete wat in 'n onlangse opname van tropiese- en sub-tropiese gronde in Australië uit *Meloidogyne* spp. geïsoleer is. Hul studie was by kiwivrugte en druiwe, by twee verskillende lokaliteite in Australië.

Mankau (1964) het die ekologiese verwantskappe van predatoriese swamme in assosiasie met die sitrusaalwurm, *T. semipenetrans*, ondersoek en in 1968 die effek van drie vlugtige nematosisiedes op predatoriese swamme by hierdie nematode bepaal. Volgens Jatala (1986) is twee isolate van die predatoriese swam, *Arhrobotrys*, kommersieel vervaardig as Royal 300 en Royal 350. Volgens Al-Hazmi *et al.* (1993) is 'n kompleks van predatoriese swamme ontwikkel en geformuleer as 'n droë poeier

onder die handelsnaam, Nemout. Hulle het die effektiwiteit van die produk vir die beheer van *Meloidogyne javanica* in aartappels ondersoek en dit vergelyk met chemiese nematisiedes. 'n Studie in Saoedi Arabië het getoon dat Nemout die reproduksie van *M. javanica* effektief onderdruk in tamatie en eiervrug (Ibrahim, 1994).

Volgens Jaffee & Zehr (1982) is *C. xenoplax* een van verskeie faktore wat bydra tot die "kort lewe" van perskes, 'n ernstige en komplekse siekte in die suidoostelike VSA. Min metodes bestaan vir die effektiewe beheer van hierdie sindroom. Hulle het die invloed van verskillende inkubasië-oplossings op die parasitisme van *C. xenoplax* deur *H. rhossiliensis* ondersoek (Jaffee & Zehr, 1983a). Die sporulering van *H. rhossiliensis* vanaf besmette *C. xenoplax* mag die vermoë van die swam om die nematode populasiedigtheid te onderdruk beïnvloed. Jaffee & Zehr (1983b) het vervolgens die wyse van sporulering en die effek van temperatuur, pH en osmotiese potensiaal daarop bestudeer. Volgens Eayre *et al.* (1987) is DBCP in die 1970's gebruik om *C. xenoplax* te beheer. Nuwe metodes moet gevind word. Die doel van hul studie was om die effek van *H. rhossiliensis* op getalle in die grond te bepaal en of kalium aanvullings die invloed van die swam sou verhoog. Die waarskynlikheid dat 'n gasheer deur 'n parasiet aangeval word, word dikwels gereken om afhanklik te wees van gasheerdigtheid. Jaffee *et al.* (1989) het in hul studie getoon dat parasitisme van *C. xenoplax* deur *H. rhossiliensis* wel digtheidsafhanklik was.

Xiphinema rivesi en *X. americanum* dra tamatie ringvlek virus oor en kan perske- en appelbome ook direk beskadig (Jaffee, 1986). Swamdrade is gereeld binne lewende nematodes waargeneem. Jaffee & Shaffer (1987) wou die gevoeligheid van hierdie spesies teenoor verskillende isolate van *Catenaria anguillulae* vergelyk. Die effek van soöspoor swamme op die ekstraksie van *Xiphinema* spp. met die Baermann trechtermetode en op getalle in die grond is ook bepaal. In verdunde grondekstrakte was *X. rivesi* meer gevoelig teenoor *C. anguillulae* as *X. americanum*. Die virulensie van ses isolate van *C. anguillulae* het ook verskil.

Jatala *et al.* (1979) het gevind dat die meeste van die eiers van *Meloidogyne incognita acrita* op aartappelwortels versamel in Peru geïnfecteer was deur 'n swam, *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson. Voorlopige resultate om *M. incognita* onder veldkondisies met *P. lilacinus* te beheer is gerapporteer (Jatala *et al.*, 1980), en 'n veldeksperiment is daarna uitgevoer om die effek van veelvoudige toediening in drie opeenvolgende gewasse te ondersoek (Jatala *et al.*, 1981). In die Filippyne is die toediening van die swam saam met verskillende substrate getoets (Jatala, 1985) en veldeksperimente in Peru het verdere bewys gelewer van die effektiewe beheer van *M. incognita* en *T. semipenetrans* deur *P. lilacinus*. Beheer van *Meloidogyne*, *Globodera*, *Tylenchulus*, *Nacobbus* en ander spesies is in meer as 60 lande ondersoek, en data dui daarop dat die swam kan aanpas by uiteenlopende omgewingskondisies. *Paecilomyces lilacinus* is in die Filippyne kommersieel vervaardig as Biocon (Jatala, 1986).

Vicente *et al.* (1989) wou die effek van twee chemiese nematisiedes (fenamifos 15G en karbofuran 10G) en *P. lilacinus* vergelyk vir die beheer van *M. incognita* en *Rotylenchulus reniformis* by waatlemoen in Puerto Rico. Al die behandelings het die nematodes effektief beheer. Volgens Vicente & Acosta (1992) is peper een van die hoof groentegewasse wat op die eiland verbou word. *Meloidogyne incognita* en *R. reniformis* is ook hier deur *P. lilacinus* effektief beheer.

Volgens Siddiqui & Mahmood (1992) word erte (*Cicer arietinum* L.) in Indië erg beskadig deur *M. incognita* en *Macrophomina phaseolina*. Biologiese beheer met *P. lilacinus*, *Acrophialophora fuispora*, *Bacillus licheniformis* en *Alcaligenes faecalis* is ondersoek. *Paecilomyces lilacinus* was die beste. Ekanayake & Jayasundara (1994) het *P. lilacinus* en *Beauveria bassiana* vir biologiese beheer van *Meloidogyne* spesies in tamaties getoets. *Paecilomyces lilacinus* het die nematodes effektief beheer en kan chemiese nematisiedes in tamaties vervang. Ibrahim (1994) het *M. javanica* by tamaties en eivrug in Saoedi Arabië met kadusafos, *P. lilacinus* en Nemout effektief by beide gewasse beheer. Fenamifos of *P. lilacinus*, gekweek op neemkoek, kan ook *Meloidogyne* spp. op erte goed beheer (Vyas *et al.*, 1996).

Die idee dat groen bemesting die aktiwiteit van eierparasitiese swamme van *Heterodera schachtii* stimuleer is weerlê. Groen bemesting met raap het geen effek op die swamme gehad nie, terwyl mosterd en radys parasitisme betekenisvol verminder het. Inkorporering van strooi, toenemende hoeveelhede kompos of 'n kombinasie van kompos, strooi en groenmateriaal het nie die tempo van parasitisme betekenisvol verander nie. Verlenging van die ontbindingsperiode van raap groenmateriaal of kompos het ook nie die aktiwiteit van natuurlike populasies verhoog nie (Nicolay *et al.*,1990). Parvatha Reddy *et al.* (1991) het oliekoeke en *P. lilacinus* gebruik in die geïntegreerde bestuur van *T. semipenetrans*. Oliekoeke van kaster-, karanj- en neem plante, alleen en in kombinasie met die swam, is gebruik. Die integrasie van kaster- en neem oliekoeke met *P. lilacinus* was baie effektief in die vermindering van nematode getalle en verbetering van plantgroei. *Ricinus communis* (kaster), *Tagetes minuta* (kakiebos) en *Datura stramonium* (olieboom) kom algemeen voor in Oos-Afrika en kan die reproduksie van plantparasitiese nematodes onderdruk. Interaksies tussen organiese materiaal en eierparasitiese swamme word nie goed begryp nie (Oduor-Owino *et al.*,1993). Rao & Parvatha Reddy (1994) het die vermoë van neemkoek ekstrak om die groei van *P. lilacinus* te ondersteun bevestig in 'n poteksperiment vir die bestuur van *M. incognita* in eiervrug. Volgens Nagesh *et al.* (1997) is betekenisvol meer eiers en eiersakke deur *P. lilacinus* geparasiteer met die integrasie van kaster- en neem blaarekstrakte vir die bestuur van *M. incognita* in blomme (*Polianthes tuberosa* L.).

Volgens Walia *et al.* (1991) speel tyd van toediening 'n belangrike rol in die effektiwiteit van *P. lilacinus* en is dit aangetoon dat die swam tamaties meer effektief teen *M. incognita* beskerm wanneer dit voor en/of by uitplant in plaas van in mid-seisoen toegedien word. Die metode van toediening is skynbaar nie baie belangrik nie, solank dit kwantitatief patogeen is. Hulle het in 'n poteksperiment bevind dat die tyd (voor of na saai) en metode (grond- of saadbehandeling) van toediening nie die effektiwiteit van *P. lilacinus* vir die beheer van *M. javanica* in okra beïnvloed het nie. Verskillende maniere van toediening is ook ondersoek deur Rao & Parvatha Reddy (1994), Gomes & Carneiro (1997) en Nagesh *et al.* (1997).

Subbarao *et al.* (1993) het bevind dat groei en sporulering van *P. lilacinus* meer deur temperatuur as osmotiese potensiaal beïnvloed word, terwyl Siddiqui & Mahmood (1996) gevind het dat *P. lilacinus* aanpasbaar is by 'n wye pH reeks wat dit verenigbaar maak met baie fungisiedes en nematisiedes.

Carneiro & Gomes (1993) het 12 isolate van *P. lilacinus* en twee van *Paecilomyces fumosoroseus* *in vitro* getoets vir patogenisiteit teen eiers van *M. javanica*. Die isolate het verskil in hul patogenisiteit, maar almal was parasities en in staat om die eiers te koloniseer. Freitas *et al.* (1995) het 19 isolate van *P. lilacinus*, afkomstig vanaf verskillende lande en streke in Brasilië, en een isolaat van die swam, *Cylindrocarpon destructans*, vanaf Brasilië *in vitro* vir eierparasitisme geëvalueer. Die isolate het aansienlik verskil in hul vermoë om die eiers van *M. javanica* te koloniseer, en die resultate stem ooreen met dié van Tigano-Milani *et al.* (1995). Die werk van Oduor-Owino & Waudu (1996) toon ook dat in Kenia waar *Meloidogyne* spesies ekonomies baie belangrik is, *P. lilacinus* met sukses teen hierdie nematodes gebruik kan word.

Meganismes van eierparasitisme deur *Paecilomyces lilacinus*

Volgens Holland *et al.* (1999) is die interaksie tussen baie patogeniese swamme en hul gasheer al bestudeer. Aangesien die meeste van die patogene 'n beperkte gasheerreëks het, moet herkenning van die gasheer eers plaasvind. 'n Kombinasie van biochemiese reaksies en die fisiese kenmerke van die oppervlak speel hierin 'n rol. Aanhegting word beskou as die volgende nodige stap vir infeksie om plaas te vind. Dit is aangetoon dat die vermoë tot aanhegting en patogenisiteit verband hou met die vorming van 'n gespesialiseerde struktuur, 'n appressorium, waardeur penetrasie verkry word. Die vorming van 'n appressorium mag behels dat die swam sy groei rigting t.o.v. die gasheer verander en gaan gewoonlik gepaard met 'n swelling op die punt van die hypha. Ensiem afskeidings mag plaasvind om die onderliggende substraat af te breek. Druk mag ook uitgeoefen word om 'n dun infeksiebuis in staat te stel om te penetreer. Sommige swamme kan aansienlike druk uitoefen gedurende penetrasie. Nadat toegang verkry is groei die hyphae in die gasheerweefsel en produseer dan spore binne of buite die gasheer (Holland *et al.*, 1999).

Paecilomyces lilacinus is 'n swam wat aangepas is om die eiers van plantparasitiese nematodes in die grond te parasiteer. Die dop van 'n aalwurmeier is 'n hoogs weerstandbiedende biologiese struktuur en ondeurlaatbaar vir die meeste verbindings (Wharton, 1980). Aanpassings in die dop kan bydra om die oorlewing van die embryo te verhoog. Dit is ook verantwoordelik vir verskille in weerstand van die eier teen die aksie van nematisiedes. Die dop mag uit een tot vyf lae bestaan, maar gewoonlik bestaan dit uit 'n binneste lipied, middel chitien en buitenste vitellienlaag. Dit blyk dat die lipiedlaag die hoofrol speel in die beskerming van die eier, terwyl die chitienlaag in die meeste gevalle die dikste is en kan bydra om strukturele sterkte aan die eier te gee. Die lipoproteïen vitellienlaag is 'n membraanstruktuur wat kan verdik as die eierdop ten volle ontwikkel is. In sommige lede van die Tylenchida word eiers geproduseer in 'n gelatien matriks wat sekresies van die uterus of rektale kliere is (Wharton, 1980).

Eiers van *Meloidogyne incognita* is *in vitro* met vier isolate van *P. lilacinus* geïnkuleer, waarna die eiers met die skandeer elektron mikroskoop (SEM) ondersoek is (Dunn *et al.*, 1982). Dit het voorgekom of

kolonisering van die eiers deur die vorming van gespesialiseerde strukture op die hyphae, moontlik appressoria, bewerkstellig is. Dit het ook voorgekom asof in sommige gevalle kolonisering deur eenvoudige penetrasie van die eierdop deur individuele hyphae plaasgevind het, waarna die hyphae voortgegaan het om binne die eier te vermeerder. Die kolonisering van eiersakke en enkele eiers het op dieselfde wyse verloop. Die voorkoms van eiers in eiersakke sal die effektiwiteit van die swam verhoog. Die ensiem, chitinase, is moontlik betrokke by penetrasie en daar is aangedui dat *P. lilacinus* chitinase kan produseer (Dunn *et al.*, 1982).

Volgens Bonants *et al.* (1995) is die meganisme waarvolgens parasitiese swamme eiers infekteer meganies of ensiematies of beide. Tot hede is min pogings aangewend om die effek van suiwer ensieme op die eierdoppe van *Meloidogyne* spp. te bepaal. Daar is aangetoon dat daar 'n korrelasie bestaan tussen die persentasie eiers van *Heterodera schachtii* geïnfekteer en chitinase en protease aktiwiteit. Baie gevalle is bekend waar die ekstrasellulêre proteases van parasitiese swamme 'n belangrike rol speel in die afbraak van strukturele komponente. Hoë vlakke van 'n protease is in die appressoria van *Metarhizium anisopliae* gevind gedurende die penetrasie van die kitikula van 'n insek. Protease is ook aangetoon in die appressoria van *Verticillium suchlasporium* gedurende die penetrasie van die eierdop van *H. schachtii*. Protease is ook geïsoleer uit die mikoparasitiese swam, *Trichoderma harzianum*, wat al aangewend is in biologiese beheer (Bonants *et al.*, 1995).

Serien protease affekteer beide die onvolwasse eiers en dié wat reeds 'n ontwikkelde larwe bevat (Bonants *et al.*, 1995). Uitbroeiing van die eiers is deur die ensiem gestimuleer. Dit stem ooreen met 'n vorige bevinding toe 'n versnelde uitbroeiings tempo aangetoon is na inkubasie van *M. hapla* eiers met verskeie plant- en mikrobiale chitinases. In teenstelling hiermee is in 'n vroëre bevinding aangedui dat die uitbroeiings tempo van *Meloidogyne* eiers vertraag is na behandeling met ander ensieme. Onvolwasse eiers was hoogs kwesbaar. Alhoewel die ensiem 'n duidelike effek op die eiers gehad het, word die werking van die ensiem nie verstaan nie. Die effekte wat waargeneem is, was veranderinge in die eier en die dood of disintegrasie van die embrio. Die dood van die embrio is die resultaat van 'n

versteurde ontwikkeling. Die mees opvallende vorm van versteuring was die voorkoms van vakuole wat veroorsaak het dat die eiers dryf (Bonants *et al.*, 1995).

Paecilomyces lilacinus infekteer eiers in 'n vroeë stadium van ontwikkeling. Holland *et al.* (1999) het die infeksie van *M. javanica* deur *P. lilacinus*, ras 251, ondersoek om 'n beter begrip te verkry van die proses in veral die eiers, maar ook in ander stadiums van die lewensiklus. Ligmikroskoop studies het getoon dat eiers gewoonlik binne 24 uur geïnfecteer is nadat hyphae daarop waargeneem is. Dat hierdie ras eiers van alle ouderdomme, insluitend die met goed gevormde larwes, kan infekteer is in ooreenstemming met 'n vorige bevinding toe *M. arenaria* eiers deur 'n Alabama isolaat geïnfecteer is. Verder was ras 251 ook in staat om vassittende stadiums van *M. javanica* te infekteer (Holland *et al.*, 1999).

SEM studies het getoon dat *P. lilacinus* 'n veranderde groei toon oor die eier in vergelyking met die groei op die substraat. Op die dop van die eier het dit stewig geheg en afgeplat geraak. Die hyphae het ook 'n netwerk van vertakkings op die eierdop gevorm wat 'n geplooid en verkrimpde voorkoms gekry het. Appressoria het dikwels in sulke netwerke voorgekom, wat geswel voorgekom het by die punt van penetrasie. Waar hyphae losgeraak het, het dit 'n duidelike groef op die eierdop gelaat. Netwerke van hyphae het minder algemeen voorgekom by 7 tot 8 dae oue eiers as 0 tot 6 dae oues. Dit is ook waargeneem dat konidiofore wat uit die eiers groei die dop na buite druk voordat dit deurbreek. By volwasse wyfies is daar ook 'n netwerk van hyphae waargeneem, maar geen appressoria nie. Dit het voorgekom of infeksie deur die liggaamswand van die wyfie plaasgevind het, aangesien daar geen indikasie was dat hyphae na die liggaamsopening gegroei het. By die wyfie het konidiofore deur die liggaamswand gegroei voordat konidia geproduseer is (Holland *et al.*, 1999).

Transmissie elektron mikroskoop (TEM) studies het getoon dat hyphae eiersakke van *Meloidogyne* penetreer twee dae na inkubasie en ook sommige van die eiers infekteer. 'n Elektrondigte area tussen die hypha en die eier oppervlak was die eerste teken van 'n komende infeksie. Appressoria is ook waargeneem waar die hypha afgeplat het teen die eiermembraan. Penetrasie het gewoonlik op verskeie

plekke op die eier plaasgevind. Die swam kan op eiers groei en sporuleer sonder om onmiddellik te infekteer (Holland *et al.*, 1999).

Ensiem aksie was waarskynlik verantwoordelik vir die groewe wat op die oppervlak van die eier gevorm is. Die afskeiding van toksiene gedurende parasitisme van *P. lilacinus* word as onwaarskynlik beskou, aangesien aangrensende eiers nie geïnfekteer word deur 'n naasliggende besmette eier nie (Holland *et al.*, 1999).

Paecilomyces lilacinus is aangepas om die eiers van plantparasitiese nematodes te parasiteer en die meganisme is meganies en ensiematies. Die voorkoms van eiers in eiersakke het die effektiwiteit verhoog. Dit kom voor of rasse kan verskil in hul vermoë om eiers van verskillende ouderdomme te parasiteer. *Paecilomyces lilacinus*, ras 251, het egter al die stadia van die ontwikkelende eier geïnfekteer. Dit is voordelig aangesien die eiers dan langer blootgestel is as potensiële teikens.

Algemene metodes

Versameling en stoor van monsters

Grondmonsters is met 'n grondboor, 7cm in deursnee, tot 'n diepte van ongeveer 30cm, en in die geval van die wingerd ongeveer 30cm vanaf die stok, versamel. In die aartappel eksperiment is ongeveer 500g en in die wingerd eksperimente ongeveer 1kg grond /plastieksakkie/herhaling versamel. Monsters uit die aartappel- en wingerd (1) eksperimente is by ongeveer 15°C gestoor, maar nooit vir langer as ongeveer twee weke nie. Monsters uit die wingerd (2) eksperiment is by ongeveer 5°C vir tot 'n maand gestoor. In die geval van die sitrus eksperiment is 10g fyn voedingswortels aan die suidwestelike en noordoostelike kante van elke boom (herhaling) met die hand tot op 'n diepte van ongeveer 50cm versamel. Die wortels is in plastieksakkies geplaas en die sakkies verder met grond gevul om koel en vogtige toestande tydens vervoer te bevorder. Hierdie monsters is by ongeveer 4°C gestoor en ekstraksies is so gou moontlik gedoen.

Grondmonsters

Ekstraksie

Met die flotasië, sedimentasië en sif-tegnieke word die grond gesuspendeer in water, gewag dat die swaarder partikels sink en die bostandige vloeistof dan gesif. Cobb se afgooi en sif-tegniek word dikwels gebruik en 'n modifikasie daarvan (Southey, 1986) is gebruik vir ekstraksies. Die inhoud van elke sakkie is goed gemeng en 'n submonster van 250cc in 'n maatbeker versamel. 'n Kombuis-sif is op 'n 10 liter plastiekemmer geplaas en die submonster daarin gevoeg. Die grond is vanuit die sif in die emmer deurgespoel en so geskei van klippe en ander materiaal. Die emmer is $\frac{2}{3}$ met water gevul, die inhoud goed geroer om die grond in suspensie te bring en dan vir 60 sekondes laat staan. Daarna is die bostandige vloeistof in die emmer versigtig gedekanteer oor twee siwwe (53 μ - en 45 μ openinge) en die materiaal op die siwwe oorgespoel in 'n beker. Die emmer is weer $\frac{2}{3}$ met water gevul, die inhoud goed geroer en vir 20 sekondes laat staan. Die dekanteringsproses is herhaal en die materiaal op die siwwe

weer oorgespoel in dieselfde beker. Die emmer is weer $\frac{2}{3}$ met water gevul, die inhoud goed geroer en weer vir 20 sekondes laat staan. Die dekanteringsproses is herhaal en die materiaal op die sif weer oorgespoel in dieselfde beker. Die inhoud van die beker is dan gedekanteer oor die 45μ sif en die materiaal op die sif oorgespoel in dieselfde beker om 'n meer gekonsentreerde suspensie van nematodes te verkry.

In die aartappel- en wingerd (1) eksperimente is die finale nematode suspensie (ekstraksie in beker) gesuiwer. 'n Plastiek ring, 8cm in deursnee en 2cm diep, gemonteer op 'n geskikte sif, is vir die doel gebruik. 'n Melkfilter (90mm openinge) is oor die ring geplaas en in posisie tot op die sif gebring deur 'n tweede verstelbare plastiek ring aan die binnekant van die gemonteerde ring af te skuif. 'n Blikbord is uitgespoel en gemerk en die ring daarin geplaas. Die ekstraksie is versigtig oor die filter gedekanteer. Indien nodig is nog water teen die binnekant van die bord in die bord gevoeg om die materiaal op die filter net te bedek. Die bord is vir ongeveer 24 uur so onversteurd gelaat. Daarna is die ring uit die bord verwyder en die nematode suspensie in die bord oor die 45μ sif gedekanteer. Die materiaal op die sif is oorgespoel in 'n 250ml maatbeker totdat 'n volume van 50ml bereik is. Hierdie ekstrak is so gou moontlik (dieselfde dag) vir bevolkingsramings gebruik. In die wingerd (2) eksperiment is die finale nematode suspensie (ekstraksie in beker) volgens die sentrifugale flotasiemethode gesuiwer. 'n Suikeroplossing is hier gebruik (700g suiker opgemaak tot 1 liter met gedistilleerde water). Nadat die ekstraksie vir ongeveer 1 uur laat staan is, is die water afgesuig tot net minder as 100ml. Die inhoud van die beker is toe gelykop in vier sentrifuge buisies verdeel (dieselfde massa) en vir 5 minute uitgeswaai teen 3000 rpm. Die bostandige vloeistof in die buisies is versigtig afgegooi en suikeroplossing in die plek daarvan by die balletjies materiaal gevoeg totdat die buisies ongeveer half vol was. Die buisies is weer geweeg vir 'n eweredige verspreiding van massa in die sentrifuge. Hierna is die buisies versigtig geskud om die balletjies in suspensie te bring. Hierdie suspensies is vir 1 minuut uitgeswaai teen 3000 rpm. Hierna is die suspensies die een na die ander versigtig gedekanteer oor 'n 38μ sif en die materiaal op die sif oorgespoel in 'n beker. Die inhoud van die beker is oorgegooi in 'n 100ml maatsilinder, opgemaak met water tot net minder as 100ml, en laat staan vir ongeveer 1 uur.

Daarna is water afgeheuwel tot 'n volume van 20ml. Hierdie ekstrak is weer so gou moontlik vir bevolkingsramings gebruik.

Bevolkingsramings

In die aartappel- en wingerd (1) eksperimente is die inhoud van die maatbeker (50ml) eers goed deurgeborrel met 'n pipet voordat 10ml opgesuig is vir die tellings. Dit is oorgepipetteer in 'n plastiese petri-bakkie, waarvan die bodem met 'n skerp voorwerp in sektore verdeel was om die tellings te vergemaklik. Tellings is gedoen m.b.v. 'n stereomikroskoop en die getalle van verskillende genera is aangeteken. Getalle/10ml is omgewerk na getalle/50ml (getalle/250cc grond).

In die wingerd (2) eksperiment is die tellings in 'n telglasie gedoen en is 1ml van die finale volume van 20ml daarvoor gebruik. Getalle/1ml is omgewerk na getalle/20ml (getalle/250cc grond).

Fiksering

'n Platboom glasbuisie met 'n inhoudsmaat van 30ml is met 10ml gedistilleerde water gevul en gemerk. Ongeveer 100 eksemplare van 'n spesifieke genus is uit 'n petri-bakkie opgevis en oorgedra na die buisie. Hierna is 10ml van 'n 10% formalien oplossing in 'n soortgelyke buisie op gaasdraad op 'n stoofplaat verhit tot 85°C. Dit is dan onmiddellik versigtig by die buisie met nematodes gevoeg vir die verkryging van 'n warm 5% formalien oplossing. Die buisie is dig toegemaak en toegelaat om af te koel. Die proses is herhaal vir al die genera. Buisies met gefikseerde nematodes is versend aan die NIPB (Pretoria) en DPGB (Stellenbosch) vir spesies identifikasies.

Wortelmonsters

Ekstraksie

In die sitrus eksperiment is die wortels uit die sakkie met grond gehaal en liggies geskud om die meeste grond te verwyder. Dit is in stukkies gesny (ongeveer 2cm lank) en goed gemeng. Daarna is 5g

afgeweeg en teen lae spoed vir 20 sekondes versap om die agterlywe van die sitrusaalwurmwyfies van die wortels te bevry. Om die wyfies van die wortelmateriaal te skei is die suspensie deur drie siwwe gespoel (1mm gaas, 150 μ - en 38 μ openinge). Die residu op die 38 μ sif is oorgespoel op 'n klein 38 μ siffie (40mm in deursnee). Hierdie siffie is in rooi-gekleurde laktofenol gelaat vir ten minste 1 uur. Daarna is oortollige kleurstof uitgespoel, die wyfies oorgespoel in 'n 250ml houer en die volume hier opgemaak tot 100ml (Van der Vegte, 1973).

Bevolkingsramings

Die inhoud van die houer is eers goed gemeng deur lug deur te borrel voordat 1ml van die suspensie opgetrek en na 'n Hawksley telplaatjie oorgeplaas is. Die rooi gekleurde wyfies is hierin onder die mikroskoop getel. Die getal wyfies/1ml is omgewerk na die getal/100ml. Die telling is 3 keer herhaal om 'n gemiddelde getal/100ml te bereken. Die getal wyfies/5g wortels (100ml) is omgewerk na getal wyfies/10g wortels. Dit is gebruik om getalle aan te dui per 10g wortels, en die enigste rede hoekom 10g nie hier gebruik is nie is omdat dit die klein siffie gou verstop.

Beheer van plantparasitiese nematodes by aartappels deur die swam, *Paecilomyces lilacinus*

Inleiding

Aartappels is 'n belangrike stapelvoedsel wêreldwyd en word veral in sub-tropiese lande erg beskadig deur knopwortelaalwurms. In Suid-Afrika is dit veral die spesies *Meloidogyne javanica* wat die meeste skade aanrig. Sommige ander nematodes kan ook skade doen soos die skilaalwurm, *Pratylenchus brachyurus* (Koen, 1967).

Vir dekades is hierdie ernstige parasiete beheer deur chemikalieë in die vorm van berokingsmiddels of kontak- en sistemiese middels. Die een gemeenskaplike kenmerk van al hierdie middels was hulle hoë mate van toksisiteit, ook teenoor nie-teiken organismes en die omgewing in die algemeen. Nematoloë het reeds meer as 20 jaar gelede hulle ernstige kommer hieroor uitgespreek (Schmitt, 1985).

Hierteenoor het Jatala (1985) gemeld dat biologiese beheer agente groot potensiaal inhou vir die bestuur van skadelike nematode bevolkings. Dit was in die lig van die probleme t.o.v. die ontwikkeling van weerstandbiedende kultivars, die hoë koste van die ontwikkeling van chemiese nematisiedes en die ekonomiese druk vir die kontinue benutting van grond. Ten spyte van aanvanklike onbevredigende resultate met die gebruik van mikro-organismes om nematode populasies te verminder het Jatala (1985) volgehou en ondermeer die swam *Paecilomyces lilacinus* by aartappels teenoor die effektiwiteit van chemikalieë getoets. Proewe in Peru is opgevolg met werk in Sentraal-, Noord- en Suid-Amerika, Asië, Afrika en Europa. Die sukses in verskeie van hierdie gebiede het die potensiaal van *P. lilacinus* as biologiese agent beklemtoon (Jatala, 1985).

In die lig van hierdie bevindings en gemotiveer deur die behoefte om ook in Suid-Afrika die waterbronne en omgewing teen die toksiese residue van nematisiedes te beskerm, is 'n eksperiment op aartappels in die Vredendal omgewing uitgevoer en die resultate word hieronder gerapporteer.

Materiaal en metodes

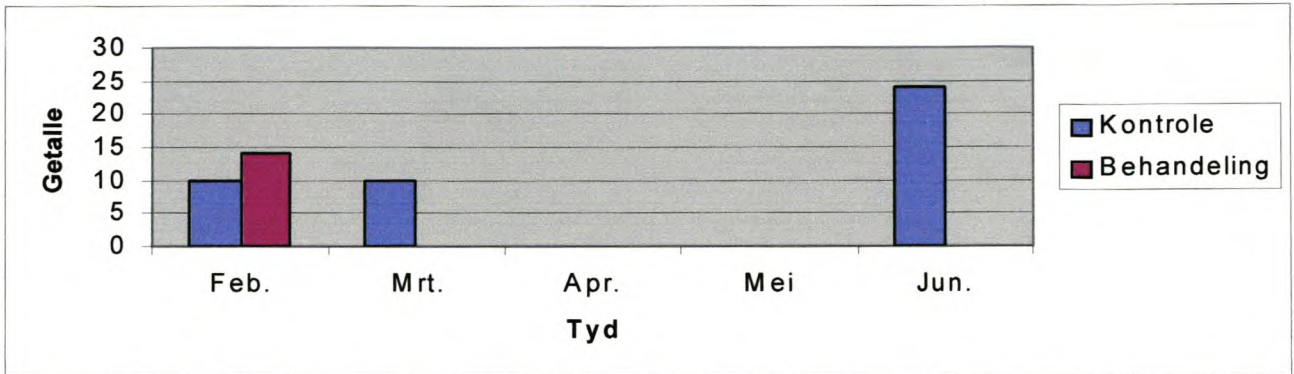
’n Veldproef is uitgevoer op die plaas Avoca (Trawal) in die Vredendal distrik. Die proefperseel van 6 hektaar het ’n sandgrond en aartappels (kultivar BP1) is op 5 Februarie geplant.

Die vorm van die proefarea was ’n halwesirkel vanweë die spilpunt besproeiingstelsel en 5.4 hektaar is behandel terwyl 0.6 hektaar kontrole was. Vyf voorafgekose plekke is gemerk waar grondmonsters en oesresultate geneem sou word. Monsterneming is voor toediening en maandeliks daarna gedoen met ’n grondboor tot op ’n diepte van 30cm. Die 10 plastieksakkies met grond is na die laboratorium vervoer en die ekstraksie van nematodes is gewoonlik binne 48 uur gedoen. Die ekstraksie en bevolkingsramings is uitgevoer volgens standaardprosedures soos bespreek onder Algemene metodes. Verteenwoordigende eksemplare van die verskillende nematode genera is opgevis en in warm 5% formalien gefikseer. Dit is versend aan die NIPB (Pretoria) vir spesies identifikasies. Vir die opbrengsbepalings is een ry 20m lank geoes en die opbrengs per herhaling omgewerk na ton/ha. Resultate is statisties ontleed (ANOVA) deur U.S. se statistiese konsultante.

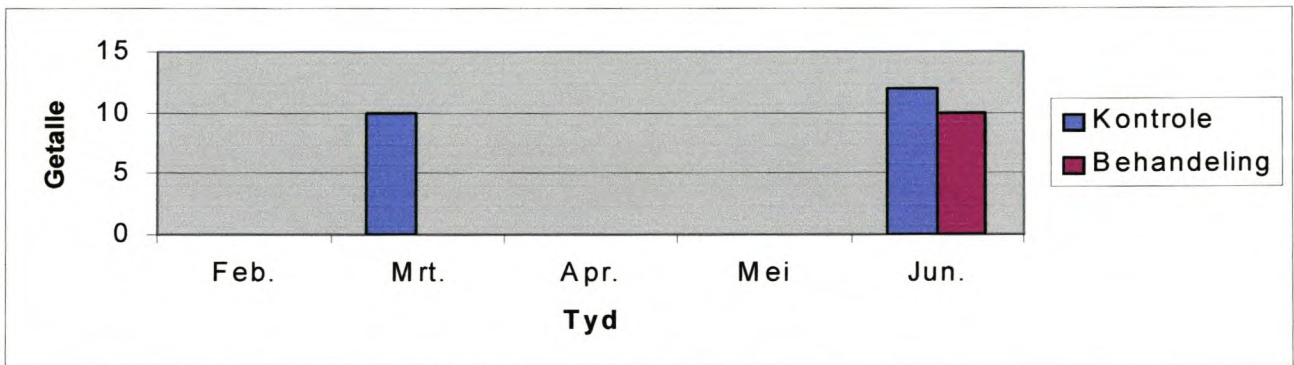
Die land is ’n dag voor toediening besproei om ’n meer gunstige mikroklimaat te skep vir die ontwikkeling van die swam, kommersieel bekend as PI Plus. Toediening deur die spilpunt teen ’n dosis van 3 kilogram swampoeier en 1.5 liter groeimedium per hektaar het op 15 Februarie vooropkoms van die gewas plaasgevind. Dit is in die grond ingewas deur toediening van 12mm water direk na behandeling.

Resultate en bespreking

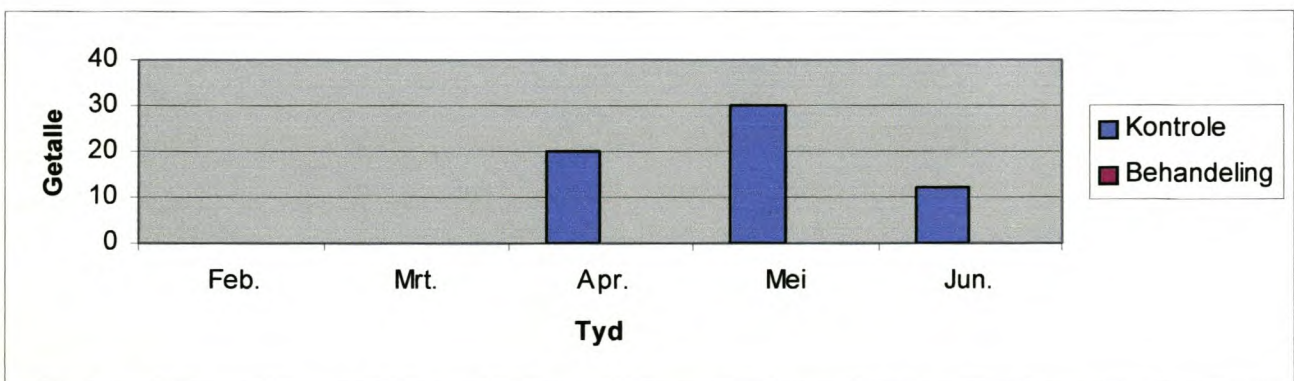
Meloidogyne javanica, *Pratylenchus zaeae*, *Helicotylenchus dihystra* en *Scutellonema brachyurus* is geïdentifiseer.



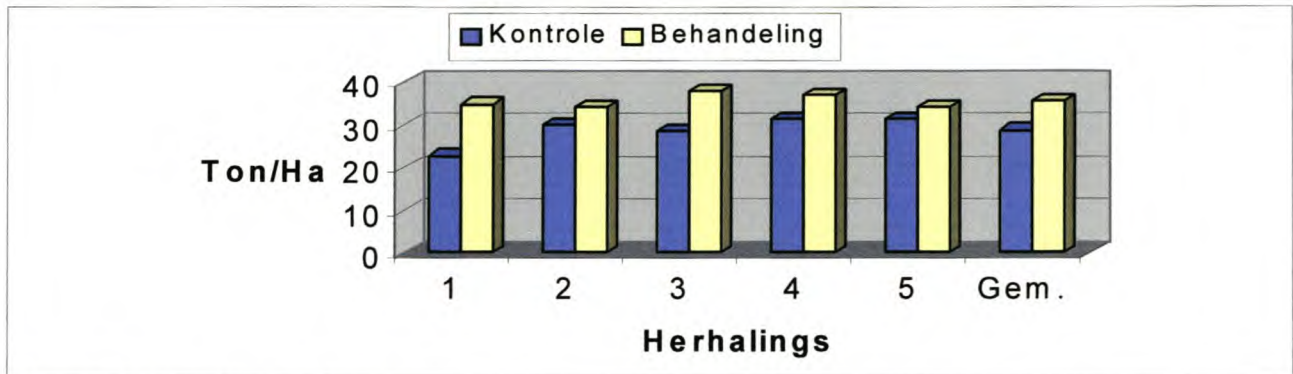
Figuur 1 Getalle van *M. javanica* larwes per 250cc grond by die onderskeie monsterringstye



Figuur 2 Getalle van *P. zae* per 250cc grond by die onderskeie monsterringstye



Figuur 3 Getalle van Hoplolaiminae per 250cc grond by die onderskeie monsterringstye



Figuur 4 Oesopbrengs (ton/ha)

Alhoewel die getalle van *M. javanica* larwes voor toediening hoër was in die behandeling as in die kontrole was die verskil statisties onbeduidend. 'n Maand na opkoms was die verskil tussen die behandelings- en kontrolegetalle wel statisties beduidend ($P < 0.01$). Dit wil voorkom of die swam reeds op hierdie vroeë stadium die eiers begin parasiteer het. Gedurende April en Mei kon geen larwes in die kontrole- of behandelingsmonsters opgespoor word nie. Dit stem ooreen met populasiedinamika studies van hierdie parasiet op aartappels wat aangedui het dat mid-seisoen getalle van die larwes laag is (Santo & Wilson, 1990). In Junie, net voor oes, het larwes in groter getalle as aanvanklik weer hul verskyning in die kontrole gemaak, terwyl hulle nog altyd afwesig was in die behandeling. Die verskil was weereens beduidend ($P < 0.01$). Die swam se eierdodende werking moes hier ook 'n rol speel, en die positiewe effek van die behandeling is duidelik geïllustreer met oes toe die kenmerkende vratsimptome op geïnfesteerde kontroleknolle voorgekom het terwyl dit grootliks afwesig was by behandelingsknolle (visuele waarneming). Baie goeie voorkomende beheer van hierdie parasiet is verkry toe PI Plus vroeg toegedien is om dit in hierdie korttermyn gewas te beheer. Dit is in ooreenstemming met vorige suksesse (Jatala *et al.*, 1979, 1980, 1981). Die oesresultate toon dat 'n statisties beduidende verhoging in opbrengs ($P < 0.01$) deurgaans vir die behandeling versus die kontrole gerealiseer is. Die gemiddelde verhoging was 6,8 ton/ha. Dit is in ooreenstemming met die resultaat van 'n veldondersoek in 1979 toe *P. lilacinus* 'n betekenisvol verhoging in die opbrengs van bemarkbare aartappels gelewer het in vergelyking met die onbehandelde kontrole a.g.v. die beheer van *M. incognita* (Jatala, 1985).

Pratylenchus spp. was afwesig in die grondmonsters geneem voor toediening. In Maart het hulle in lae getalle net in die kontrolemonsters voorgekom. Net soos in die geval van *M. javanica* kon hulle nie gedurende April en Mei opgespoor word nie. Net voor oes is hulle in die kontrole- en behandelingsmonsters opgespoor, maar die verskil in getalle was toe onbeduidend. Die *Hoplolaiminae* was ook afwesig in die grondmonsters voor toediening. Dit was ook die geval in Maart se monsters, maar in April en Mei is hulle in redelik lae getalle opgespoor in die kontrolemonsters. Net voor oes is hulle steeds nog net in die kontrolemonsters opgespoor. Die *Pratylenchus* spp. en *Hoplolaiminae* het in lae getalle voorgekom. Dit, saam met die feit dat hul eiers meer geïsoleerd in die grond voorkom as die eiersakke van *Meloidogyne*, word as moontlike redes aangevoer vir die swakker resultaat wat met hierdie nematodes behaal is. Volgens Tribe (1980) blyk dit dat die swam, *Verticillium chlamyosporium*, 'n algemene eierparasiet kan wees, maar veral prominent in die geval van *Heterodera* eiers omdat dit in groot pakkies aangebied word. As die eiers in siste of pakkies voorkom verlaat die swam die eerste geparasiteerde eier, penetreer die aangrensende een en beweeg so deur die res van die eiers. Volgens Jatala (1985) is eiers van die groep *Heteroderidae* en dié wat in 'n gelatien matriks gedeponeer word meer kwesbaar vir aanvalle deur parasiete as die eiers van migrerende nematodes. As die parasiet eers in kontak met die eierpakkie is groei die swam vinnig en parasiteer uiteindelik al die eiers in 'n vroeë stadium van embrioniese ontwikkeling. Volgens Jaffee *et al.* (1989) word die waarskynlikheid dat 'n gasheer deur 'n parasiet aangeval word dikwels toegeskryf aan die afhanklikheid van gasheerdigheid. Wanneer gashere skaars is word kontak tussen die gashere en parasiete onwaarskynlik en het die parasiet min effek op die gasheer se populasiedigheid.

Gevolgtrekking

Hierdie resultate beklemtoon die sleutelbelang van *Meloidogyne* by aartappels, en dat die gebruik van *P. lilacinus* as biologiese beheer agent definitief groot belofte inhou. Tyd van toediening, vogtoestand van die grond, met veral besproeiing net na toediening, en die populasiedinamika van die gasheer speel egter 'n groot rol in suksesvolle werking al dan nie.

Die getalle van migrerende nematodes in hierdie proef was te laag om enige gevolgtrekking oor die moontlike waarde van *P. lilacinus* te maak.

Beheer van *Tylenchulus semipenetrans* by sitrus deur die swam, *Paecilomyces lilacinus*

Inleiding

Die eerste verslag oor die skade aan sitrusbome deur die sitrusaalwurm, *Tylenchulus semipenetrans* Cobb, 1913 kom uit die V.S.A. in 1912. Sedertdien is dit gerapporteer uit Algerië, Rusland, Australië, Brasilië, Suid-Afrika, Argentinië en Indië. 'n Uitgebreide ondersoek is nodig om die rol van die nematode in die geassosieerde stadige terugsterwing van bome te bepaal (Chona *et al.*, 1965). Volgens Parvatha Reddy & Singh (1979) handel die meeste publikasies oor *T. semipenetrans* wat daarop dui dat dit die mees belangrike nematode probleem in Indië is. Die rol van parasitiese nematodes, alleen of in kombinasie met wortelverrottende swamme soos *Phytophthora* en *Fusarium*, moet dus bepaal word. Volgens Parvatha Reddy *et al.* (1991) is *T. semipenetrans* verantwoordelik vir 10-69% verlies in sitrus produksie.

Vir dekades is *T. semipenetrans* effektief beheer deur chemikalieë in die vorm van berokingsmiddels of kontak- en sistemiese middels. Die een gemeenskaplike kenmerk van al hierdie middels was hul hoë toksisiteit, ook teenoor nie-teiken organismes. Nematoloë het reeds meer as 20 jaar gelede hulle ernstige kommer hieroor uitgespreek (Schmitt, 1985). Volgens Mankau (1964) het ten minste ses spesies van predatoriese swamme in assosiasie met 'n populasie van *T. semipenetrans* voorgekom in 'n groep Navel bome in Suid-Kalifornië. Mankau (1968) het in laboratoriumtoetse getoon dat DD en sommige ander berokingsmiddels die predatoriese swam, *Arthrobotrys arthrobotryoides*, gedood het. EDB was nie letaal nie alhoewel die dampe die groei van die swam totaal gestop het. DBCP het die swamgroei net matig geïnhibeer. Hierdie nematisiede veroorsaak 'n aansienlike afname in nematode getalle in sitrus gronde sonder om die natuurlike predator, wat volop en in noue assosiasie met *T. semipenetrans* voorkom, nadelig te beïnvloed. Hierdie verskynsel mag die geleidelike afname van *T. semipenetrans* getalle a.g.v. beroking met DBCP verklaar.

'n Aantal endoparasitiese en semi-endoparasitiese nematode spesies ontwikkel sakagtige wyfies wat vassittend op die wortels is en hul eiers in 'n gelatien matriks deponeer. Sulke eiers is kwesbaar vir parasitisme en 'n reeks grondswamme is al geïsoleer uit die eiers van *T. semipenetrans*, *Meloidogyne* spesies en sist nematodes. In die algemeen sal agente wat die reprodukerende volwassenes en hul eiersakke aanval die nematode populasies waarskynlik meer effektief kan verlaag as dié wat die larwes aanval. Verenigbaarheid met chemikalieë is egter 'n belangrike kenmerk vir biologiese beheer agente in die meeste verbouing sisteme. Die suksesvolle aanwending van chemiese nematisiedes in kombinasie met antagonistiese swamme mag die weg aandui na die eerste geïntegreerde beheer programme waarby biologiese beheer betrokke is. Behalwe dat monokultuur- en meerjarige verbouingsisteme noodsaaklik blyk te wees vir die ontwikkeling van natuurlike beheer, en bewerkings die verspreiding van sommige organismes in die grond bevorder, is min bekend oor agronomiese praktyke wat 'n invloed kan hê op biologiese beheer (Kerry,1987). Die kombinasie van Royal 350 (predatoriese swam) en karbofuran (nematisiede) het die beheer van *Meloidogyne* in komkommers baie bevorder bo die gebruik van die produkte op hul eie. Alhoewel 'n ander produk, Nemout (predatoriese swamme), minder effektief was as nematisiedes vir die beheer van *M. javanica* in aartappels kan die produk nuttig aangewend word, veral as dit geïntegreer word met ander beheer maatreëls. So 'n strategie behoort die afhanklikheid van nematisiedes, wat te duur is in ontwikkelende lande, en aansienlike openbare besorgdheid daaroor in die gesig staar in ontwikkelde lande, te verminder (Al-Hazmi *et al.*,1993). 'n Studie om die effektiwiteit van kadusafos (nematisiede), *Paecilomyces lilacinus* (biobeheer agent) en Nemout (biobeheer agent) vir die beheer van *M. javanica* in tamatie en eiervrug te vergelyk, het getoon dat al die behandelings die reproduksie en skadelikheid van die nematode effektief onderdruk het. Kadusafos het egter die beste gevaar, gevolg deur *P. lilacinus* en Nemout. Die aanwending van hierdie middels in geïntegreerde beheer programme kon waarskynlik effektiewe beheer van die nematode verskaf (Ibrahim,1994). Dit is ook al aangedui dat die integrasie van neemkoek en *P. lilacinus* effektief was in die bestuur van *T. semipenetrans* (Rao & Parvatha Reddy,1994).

In die lig van hierdie bevindings en gemotiveer deur die behoefte om ook in Suid-Afrika die gebruik van chemiese middels te verminder, is 'n eksperiment op sitrus in die Citrusdal omgewing uitgevoer. 'n

Program met *P. lilacinus*, kommersieel bekend as PI Plus, is met twee standaard chemiese programme vergelyk of daarmee geïntegreer. Die resultate word hieronder gerapporteer.

Materiaal en metodes

'n Veldeksperiment is uitgevoer op die plaas Misgund in die Citrusdal distrik. Die eksperiment is uitgelê in 'n 16 jaar oue Valencia (Midnite) boord met 'n tussenry en binnery boomspasiering van onderskeidelik 7m en 4m, d.w.s. 357 bome per hektaar. Gedurende die somermaande vind besproeiing plaas d.m.v. mikrosprute soos bepaal deur neutron vogmeterlesings. Vyf naasliggende rye met bome van eenvormige grootte en 10 bome per ry is geselekteer om voorsiening te maak vir 'n ewekansige blokontwerp met ses behandelings en sewe enkelboom herhalings, d.w.s. 'n totaal van 42 bome. Die behandelings is ewekansig aan die bome toegeken en die bome is dienooreenkomstig gemerk.

Voor toedienings is 'n wortelmonster van elke boom versamel vir die telling van die wyfies. Die tweede seisoen is afgesluit met finale monsters in Maart 2001. Die plastieksakkies met wortels, opgevol met grond vir vogbewaring, is na die laboratorium vervoer en die ekstraksie van wyfies is elke keer so gou moontlik gedoen. Die ekstraksie en bevolkingsramings is uitgevoer volgens standaardprosedures soos bespreek onder Algemene metodes. Die seisoen is afgesluit met vruggrootte- en opbrengsbepalings in Augustus 2000 en 2001. Vir die vruggroottebepalings is die deursnit (cm) van 100 lemoene per boom ewekansig aan die bome gemeet om die gemiddelde deursnit van 'n lemoen per boom en per behandeling te bepaal. Vir die opbrengsbepalings is die totale opbrengs van elke boom in 'n afsonderlike krat versamel en die kratte geweeg om die opbrengs per boom en gemiddelde opbrengs per behandeling te bepaal. Resultate is statisties ontleed (ANOVA) deur U.S. se statistiese konsultante.

Die volgende behandelings (programme) is vergelyk :

1. onbehandelde kontrole
2. chemiese program met Rugby (kadusafos)
3. geïntegreerde program met Rugby en PI Plus

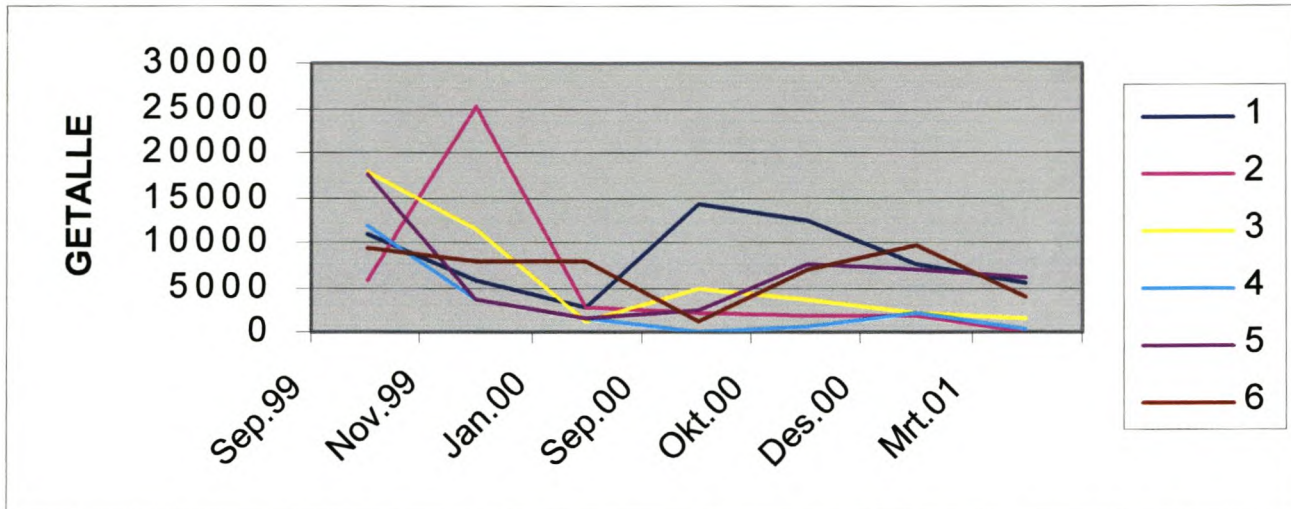
4. chemiese program met Namacur (fenamifos) en Rugby
5. geïntegreerde program met Namacur en PI Plus
6. biologiese program met PI Plus

Die onderstaande tabel toon die behandelings en toedieningstye oor twee seisoene sedert September 1999

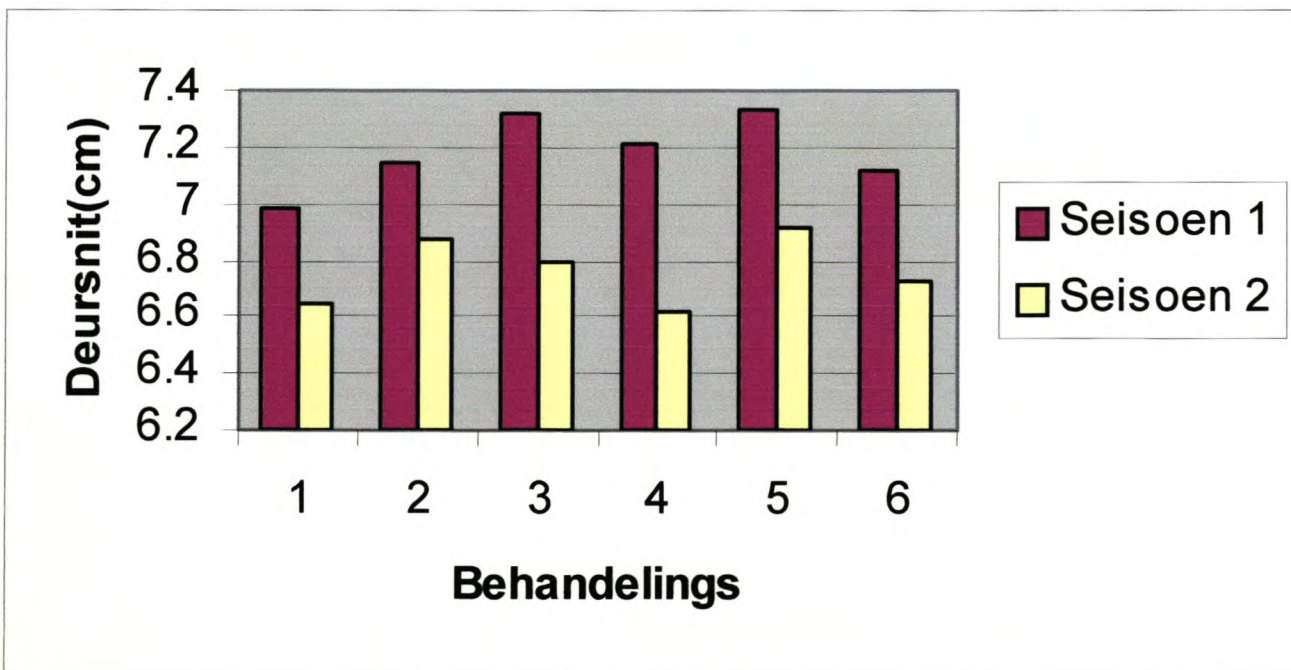
Behand- delings	Toedieningstyd						
	Seisoen 1				Seisoen 2		
	Sep.1999	Okt. 1999	Nov. 1999	Jan. 2000	Sep. 2000	Okt. 2000	Des. 2000
1.Kontrole							
2.	kadusafos		kadusafos	kadusafos	kadusafos	kadusafos	kadusafos
3.	kadusafos		PI Plus	PI Plus	kadusafos	PI Plus	PI Plus
4.	fenamifos		kadusafos	kadusafos	fenamifos	kadusafos	kadusafos
5.	fenamifos		PI Plus	PI Plus	fenamifos	PI Plus	PI Plus
6.		PI Plus	PI Plus	PI Plus	PI Plus	PI Plus	PI Plus

Die twee chemiese middels is toegedien deur die korrels met die hand egalig onder die bome te strooi. Kadusafos is altyd toegedien teen 'n dosis van 15g/m² (60g/boom). Fenamifos is in die eerste seisoen toegedien teen 40g/m² (160g/boom), maar in die tweede seisoen teen 20g/m² (80g/boom) soos gespesifiseer vir aanvanklike- en onderhoudstoedienings respektiewelik. PI Plus is altyd toegedien teen 'n dosis van 2g swampoeier+1ml groeimedium/m² (8g swampoeier+4ml groeimedium/boom). Die mengsel is toegedien deur dit in 'n gieter met 10 liter water te suspendeer en egalig onder die boom te giet. Direk na alle toedienings is 25mm besproei om die middels in die boonste grondlae in te was. Verder het die produsent voortgegaan met sy normale weeklikse besproeiings.

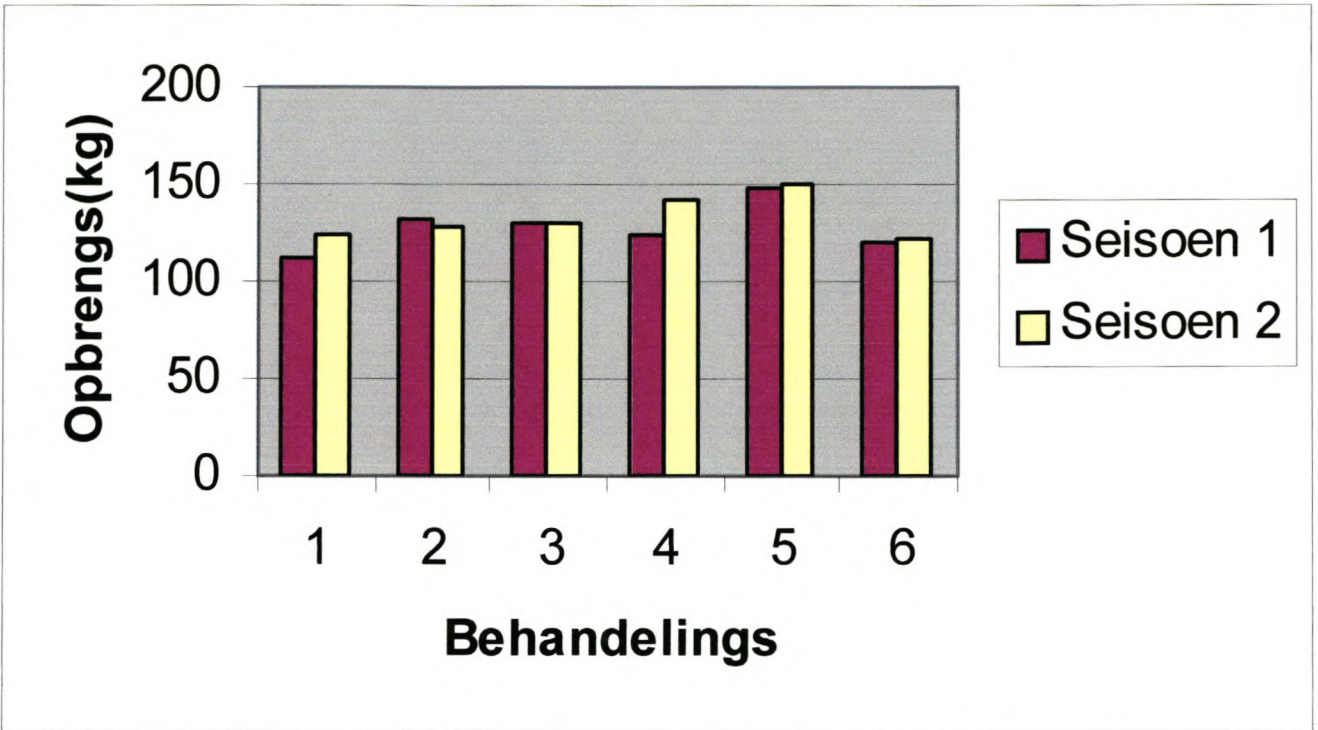
Resultate en bespreking



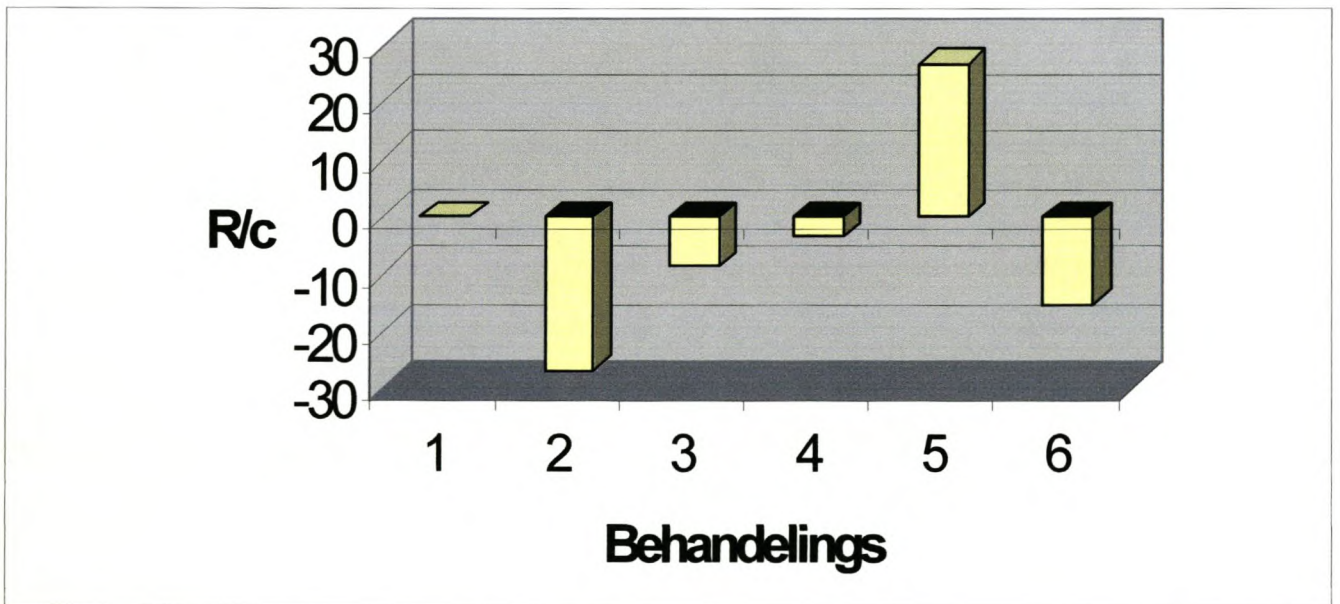
Figuur 1 Getalle van *T. semipenetrans* wyfies per 10g wortels vir die behandelings by die onderskeie monsterringstye



Figuur 2 Vruggroottes na twee seisoene



Figuur 3 Opbrengste na twee seisoene



Figuur 4 Wins/verlies (R/c) per boom

Wydies het in hoë getalle in die wortels voorgekom met die aanvang van die eksperiment wat behandeling regverdig het. Dit is in ooreenstemming met vorige bevindings wat daarop dui dat hoë populasies gewoonlik voorkom by oënskynlik gesonder bome, terwyl bome met simptome van ernstige agteruitgang laer getalle huisves (Mukhopadhyaya & Suryanarayana, 1969). Getalle het oor die algemeen gedaal met verloop van die eerste seisoen tot Januarie 2000. Kontrole getalle het tot hoër getalle as voorheen gestyg met die aanvang van die tweede seisoen in September 2000, en toe weer gedaal met verloop van hierdie seisoen. Die wydies het piek getalle in September bereik. Ontleding van resultate het ook getoon dat getalle beduidend ($P < 0.05$) oor tyd gevarieer het, maar dat die verskil tussen die kontrole en behandelings oor twee seisoene onbeduidend was. As getalle in die behandelings egter na een seisoen in die ooreenstemmende maande vergelyk word (September 1999 en 2000) het afnames gevarieer van 63-99%, terwyl kontrole getalle in die ooreenstemmende tyd met 31% gestyg het. Goeie onderdrukking van *T. semipenetrans* is tog verkry met al die programme na een seisoen. Dit is in ooreenstemming met resultate wat getoon het dat *P. lilacinus* hierdie nematode effektief kan beheer (Parvatha Reddy *et al.*, 1991).

In die eerste seisoen het al die behandelings groter lemoene gelewer as die kontrole. Behalwe vir behandeling 4 was dit ook die geval in die tweede seisoen. Behandeling 5 het in beide seisoene die grootste toename bo die kontrole behaal (4.1% na twee seisoene). Die verskille tussen die kontrole en behandelings was egter nie statisties beduidend nie. Die seisoensverskille was egter beduidend ($P < 0.01$) met groter lemoene in die eerste seisoen, terwyl opbrengsverskille tussen seisoene tog onbeduidend was. Behandeling 5 het 'n betekenisvol ($P < 0.05$) hoër opbrengs, en dus meer lemoene, gelewer as die kontrole en ander behandelings oor twee seisoene (20.5% hoër as die kontrole na twee seisoene). Dit was ook die enigste behandeling wat koste-effektief was na twee seisoene met 'n wins van R25.59/boom of R9492.63/hektaar. Volgens Parvatha Reddy & Singh (1979) is DBCP uitgebreid onder veldkondisies gebruik vir die beheer van *T. semipenetrans*, en het die produk populasies met 73-97.9% verminder en opbrengste met 1-141% verhoog. Verbetering van vruggrootte met 11% is ook gerapporteer. Volgens Kerry (1987) is organiese materiaal al as 'n energiebron gebruik om die groei van antagonistiese swamme wat reeds in die grond teenwoordig is te stimuleer, of om die vestiging van

swamme wat daarmee saam toegedien word te bevorder. Sulke aanvullings gaan gepaard met newe-effekte en vertolking van resultate is dikwels moeilik. Aanvullings mag lei tot verbeterde grondstruktuur en plantvoeding. Die energiebron wat blyk noodsaaklik te wees vir die suksesvolle introduksie van swam antagonist sal betekenisvolle effekte hê op die grond mikroflora wat sal verskil met verskillende grondkondisies. Die groeimedium (plantekstrak) wat saam met *P. lilacinus* toegedien word kon hierdie effek hê. Fenamifos het waarskynlik ook bygedra tot verhoogde produksie. Hierdie produk is onderhewig aan VMA (versnelde mikrobiëse afbraak) en vir hierdie rede word dit aanbeveel dat die produk nie meer as een keer per seisoen gebruik word nie. Dit kon bydra tot verhoogde mikrobiëse aktiwiteit wat die bome bevoordeel het.

Gevolgtrekking

Die geïntegreerde program met PI Plus en fenamifos was die enigste behandeling wat winsgewend was na twee seisoene. Dit het die gebruik van chemiese middels verminder.

Die biologiese program met PI Plus toon belofte vir die toekoms. Natuurlike beheer ontwikkel stadig en is afhanklik van die toediening van groot hoeveelhede materiaal wat deeglik in die grond geïnkorporeer moet word (Kerry, 1987).

Beheer van plantparasitiese nematodes by wingerd deur die swam, *Paecilomyces lilacinus*

Inleiding

Die wingerdbedryf in Suid-Afrika is onderhewig aan aanvalle deur verskeie siektes en plae wat, indien dit nie beheer word nie, ekonomiese skade kan aanrig. Smith (1967) het aangedui dat plantparasitiese nematodes ook hier 'n rol mag speel, en in 'n opname van 100 wingerde in die Wes-Kaap bevind dat 21 genera voorgekom het waarvan sommige wyd verspreid. Loubser (1988) het aangetoon dat aanvalle deur *Meloidogyne* spesies die opbrengs van vatbare stokke met tot 90% verlaag het, en dat *M. javanica* in 73.2% van wingerde in S.A. voorgekom het. Malan (1995) het bevind dat *Xiphinema index* 'n vektor van die ekonomies belangrike netelblaar-virus in S.A. is.

Vir dekades is nematodes beheer met chemiese middels. Die een gemeenskaplike kenmerk van al hierdie middels was hul hoë mate van toksisiteit, ook teenoor nie-teiken organismes en die omgewing in die algemeen. Nematoloë het reeds meer as 20 jaar gelede hul ernstige kommer hieroor uitgespreek (Schmitt, 1985).

Die gevolge van toenemende druk op natuurlike hulpbronne en landbou-produksiesisteme deur 'n steeds stygende wêreldbevolking, het die besef laat ontstaan dat dit noodsaaklik is om hierdie hulpbronne en die omgewing te bewaar om sodoende die mens se gesondheid, asook volhoubare, winsgewende produksie in die toekoms te verseker. 'n Skema vir die Geïntegreerde Produksie van Wyn (IPW) is in November 1998 onder die wet op drankprodukte afgekondig, en beoog om dit te bereik deur die aanwending van die jongste inligting en tegnologie rakende alle aspekte van produksie om kwaliteit druiwe en wyn op 'n omgewingsvriendelike wyse te produseer. Verbruikerslande het al meer begin vereis dat wyn, soos ander landbouprodukte, so geproduseer word dat dit veilig is vir gebruik. 'n Komitee is saamgestel vir die klassifisering van plaagbeheer middels vir hul geskiktheid vir Geïntegreerde Plaagbestuur (IPM). Riglyne vir nematode beheer vereis dat van die mees

weerstandbiedende onderstokke gebruik word, en dat chemiese beheer net toegepas word as ontledings dui op hoë getalle skadelike nematodes.

Die suksesvolle aanwending van chemiese nematodes in kombinasie met antagonistiese swamme mag die weg aandui na die eerste geïntegreerde beheer programme met biologiese beheer as 'n komponent. Behalwe dat monokultuur- en meerjarige verbouingsisteme noodsaaklik blyk te wees vir die ontwikkeling van natuurlike beheer, en bewerkings die verspreiding van sommige organismes in die grond bevorder, is min bekend oor agronomiese praktyke wat 'n invloed kan hê op biologiese beheer (Kerry, 1987). Suksesse behaal in verskeie wêrelddele het die potensiaal van die eierparasitiese swam, *Paecilomyces lilacinus*, as biologiese agent beklemtoon (Jatala, 1985). Volgens Mertens & Stirling (1993) het die swamme, *P. lilacinus* en *Verticillium chlamyosporium*, 'n wêreldwye verspreiding en word gereken dat hulle 'n belangrike rol speel in die populasie regulering van sist- en knopwortel nematodes. Hierdie swamme kom gereeld in assosiasie met beide groepe nematodes voor, en was die enigste eierparasiete wat in 'n opname van tropiese- en subtropiese gronde in Australië uit *Meloidogyne* spp. geïsoleer is. Hul ondersoek in twee meerjarige gewasse, kiwivrugte en duiwe, by twee verskillende lokaliteite, het getoon dat die swamme aggressiewe parasiete van *Meloidogyne* spp. is en groot getalle eiers geparasiteer het. 'n Studie om die effektiwiteit van kadusafos, *P. lilacinus* en Nemout (predatoriese swamme) vir die beheer van *M. javanica* in tamatie en eivrug te vergelyk, het getoon dat al die behandelings die reproduksie en skadelike potensiaal van die nematode onderdruk het. Kadusafos was egter die beste, gevolg deur *P. lilacinus* en Nemout. Die aanwending van hierdie middels in geïntegreerde beheer programme kon waarskynlik effektiewe beheer van die nematode verskaf (Ibrahim, 1994).

In die lig van hierdie bevindings en gemotiveer deur die behoefte om 'n bydrae te lewer tot die konsep van IPW in Suid-Afrika, is die geïntegreerde bestuur van plantparasitiese nematodes in twee eksperimente in die Vredendal omgewing ondersoek. 'n Program met *P. lilacinus*, kommersieel bekend as PI Plus, is met 'n standaard chemiese program vergelyk of daarmee geïntegreer. Die resultate word hieronder gerapporteer.

Materiaal en metodes

Twee veldeksperimente is uitgevoer op die plaas Werda in die Vredendal distrik. Die eksperimente is uitgelê in 'n 3 hektaar blok *Sauvignon blanc* op Richter 99 onderstam. Die 20 jaar oue wingerd is opgelei met 'n tussenry en binnery stokspasiering van onderskeidelik 2.7m en 1.2m, d.w.s. 3086 stokke per hektaar. Drupbesproeiing geskied d.m.v. 'n kanaalstelsel vanuit die Olifantsrivier, en hiervoor is daar twee toevoerpunte in die blok sodat 'n 2 hektaar eenheid en die ander 1 hektaar eenheid afsonderlik besproei kan word. Hierdie fasiliteit het dit moontlik gemaak om die produkte in die 2 hektaar eenheid, soos in die praktyk, deur die besproeiingstelsel toe te dien (Eksperiment 1). In die orige 1 hektaar is 'n ewekansige blokontwerp aangelê in drie rye vir die toediening van produkte met die hand (Eksperiment 2).

Eksperiment 1

Ses behandelingsrye (ses herhalings), gespaseer om verteenwoordigend van die 2 hektaar eenheid te wees, en twee kontrolerye (twee herhalings), verspreid tussen die behandelingsrye, is vooraf geselekteer en gemerk. Op die druplyn in elke ry, gespaseer in die ry, is vier drupgaatjies naby die stokke gemerk waar alle resultate versamel sou word.

In die eerste seisoen is grondmonsters vir aalwurmtellings versamel voor elke toediening, en die seisoen is afgesluit met 'n finale monsterring in April 1999. In die tweede seisoen is grondmonsters weer versamel voor elke toediening. In die volgende twee seisoene is die grondmonsters versamel voor elke toediening van PI Plus. Die monsters is geneem met 'n grondboor tot op 'n diepte van ongeveer 30cm. Tydens elke monsterringstyd is 'n monster by elk van die vier gemerkte drupgaatjies in 'n ry (herhaling) geneem en bymekaar gevoeg vir 'n monster per ry. Die agt plastieksakkies met grond is na die laboratorium vervoer en die ekstraksie van nematodes is so gou moontlik gedoen. Die ekstraksie en bevolkingsramings is uitgevoer volgens standaardprosedures soos bespreek onder Algemene metodes. Verteenwoordigende eksemplare van die verskillende nematode genera is opgevis en in warm 5%

formalies gefikseer. Dit is versend aan die NIPB (Pretoria) en DPGB (Stellenbosch) vir spesie identifikasies.

Opbrengsbepalings by oes is gedoen in die tweede, derde en vierde seisoene op 08 Februarie 2000, 14 Februarie 2001 en 13 Februarie 2002 respektiewelik. Vir die bepaling is twee stokke by elk van die vier gemerkte drupgaatjies in 'n ry (herhaling) skoon geknip, die trosse in 'n krat versamel, en die kratte afsonderlik geweeg om die opbrengs van twee stokke per monsteringsplek en die gemiddelde opbrengs van twee stokke per herhaling te bepaal. Die resultaat is omgewerk na die gemiddelde opbrengs per stok per herhaling en per behandeling (kg). Uiteindelik is die gemiddelde opbrengs in ton per hektaar vir die behandeling en die kontrole bereken. Lootmassabepalings by snoei is gedoen aan die einde van die tweede en derde seisoene op 24 Augustus 2000 en 31 Augustus 2001 respektiewelik. Vir die bepaling is dieselfde twee stokke wat vir die opbrengsbepalings by elk van die vier gemerkte drupgaatjies in 'n ry (herhaling) gebruik is, se lote teruggesnoei tot twee ogies. By elke monsteringsplek is die twee stokke se snoeisels in 'n hopie gebind, en die hopies afsonderlik geweeg om die lootmassa van twee stokke per monsteringsplek en die gemiddelde lootmassa van twee stokke per herhaling te bepaal. Die resultaat is omgewerk na die gemiddelde lootmassa per stok per herhaling (g) om die gemiddelde lootmassa per stok vir die behandeling en die kontrole te bereken. Resultate is statisties ontleed (ANOVA) deur U.S. se statistiese konsultante.

Toedienings het 'n aanvang geneem in November 1998 en die onderstaande tabel toon die behandelings en toedieningstye oor vier seisoene

Behandelings	Toedieningstyd							
	Seisoen 1			Seisoen 2				
	Nov. 98	Jan. 99	Mrt. 99	Sep. 99	Okt. 99	Nov. 99	Jan. 00	Mrt. 00
1.Kontrole	-	-	-	-	-	-	-	-
2.PI* / fenamifos**	*	*	*	**	*	*	*	*
	Seisoen 3				Seisoen 4			
	Sep. 00	Okt. 00	Nov. 00	Des. 00	Okt. 01	Okt. 01	Nov. 01	Feb. 02
1.Kontrole	-	-	-	-	-	-	-	-
2.PI* / fenamifos**	*	**	*	*	*	**	*	*

PI Plus is toegedien teen 'n dosis van 4kg swampoeier + 2 liter groeimedium per hektaar, en fenamifos (Nemacur) teen 12.5 liter per hektaar. Tydens toedienings is die toevoere na die kontrolye toegemaak. Direk na elke toediening van PI Plus en fenamifos is 15mm besproei om die middels in die boonste grondlae in te was. Andersins het die produsent voortgegaan met sy normale weeklikse besproeiings gedurende die seisoene. Chemiese onkruidbeheer, veral voor toedienings, is van tyd tot tyd toegepas om die uitskermingseffek van onkruid tussen die drupgaatjie en die grondteikenarea tot 'n minimum te beperk.

Eksperiment 2

Drie naasliggende rye is geselekteer om voorsiening te maak vir 'n ewekansige blokontwerp met vier behandelings en ses herhalings. Elke herhaling het bestaan uit drie vakke en elke vak (6m lank) uit vyf stokke met 'n totaal van 15 stokke per herhaling. Die behandelings is ewekansig aan die herhalings toegeken en die herhalings is dienooreenkomstig gemerk. In elke vak is twee stokke gemerk waar alle resultate versamel sou word.

Grondmonsters vir aalwurmtellings is een keer per seisoen versamel nl., voor die eerste toedienings in November 1998, in Januarie 2000, in Februarie 2001 en aan die einde van die vierde seisoen in Augustus 2002. Die monsters is geneem met 'n grondboor, 30cm vanaf die stok, tot op 'n diepte van ongeveer 30cm. Tydens elke monsterringstyd is 'n monster by elk van die twee gemerkte stokke in 'n vak versamel, d.w.s. ses monsters per herhaling, en bymekaar gevoeg vir een totale monster per herhaling. Die 24 plastieksakkies met grond is na die laboratorium vervoer en die ekstraksie van nematodes is so gou moontlik gedoen. Die ekstraksie en bevolkingsramings is uitgevoer volgens standaardprosedures soos bespreek onder Algemene metodes. Verteenwoordigende eksemplare van die verskillende nematode genera is opgevis en in warm 5% formalien gefikseer. Dit is versend aan die NIPB (Pretoria) en DPGB (Stellenbosch) vir spesies identifikasies.

Opbrengsbepalings by oes is gedoen in die tweede, derde en vierde seisoene op 08 Februarie 2000, 14 Februarie 2001 en 13 Februarie 2002 respektiewelik. Vir die bepaling is die twee gemerkte stokke in

elke vak, d.w.s. ses stokke per herhaling, skoon geknip, die trosse in kratte versamel en die kratte geweeg om die opbrengs van ses stokke per herhaling en die gemiddelde opbrengs van ses stokke per behandeling (kg) te bepaal. Lootmassabepalings by snoei is gedoen aan die einde van die tweede, derde en vierde seisoene op 24 Augustus 2000, 31 Augustus 2001 en 20 Augustus 2002 respektiewelik. Vir die bepaling is die twee gemerkte stokke in elke vak, d.w.s. ses stokke per herhaling, se lote teruggesnoei tot twee ogies, die snoeisel in hopies gebind en die hopies geweeg om die lootmassa van ses stokke per herhaling en die gemiddelde lootmassa van ses stokke per behandeling (kg) te bepaal. Resultate is statisties ontleed (ANOVA) deur die LNR Infruitec-Nietvoorbij te Stellenbosch.

Die volgende behandelings (programme) is vergelyk :

1. onbehandelde kontrole
2. chemiese program met Temik(aldicarb)/Nemacur(fenamifos)
3. geïntegreerde program met fenamifos en PI Plus
4. biologiese program met PI Plus

Toedienings het ook 'n aanvang geneem in November 1998 en die onderstaande tabel toon die behandelings en toedieningstye oor vier seisoene

Behandelings	Toedieningstyd						
	Seisoen 1			Seisoen 2			
	Nov.98	Jan.99	Mrt.99	Okt.99	Nov.99	Jan.00	Mrt.00
1.Kontrole	-	-	-	-	-	-	-
2.aldicarb/fenamifos			aldicarb	fenami.			
3.PI Plus/fenamifos	PI	PI	PI	fenami.	PI	PI	PI
4.PI Plus	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI
	Seisoen 3			Seisoen 4			
	Okt.00	Nov.00	Des.00		Okt.01	Nov.01	Feb.02
1.Kontrole	-	-	-		-	-	-
2.aldicarb/fenamifos	fenamifos				fenamifos		
3.PI Plus/fenamifos	fenami. + PI*	PI	PI		fenami.+ PI*	PI	PI
4.PI Plus	PI	PI	PI		PI	PI	PI

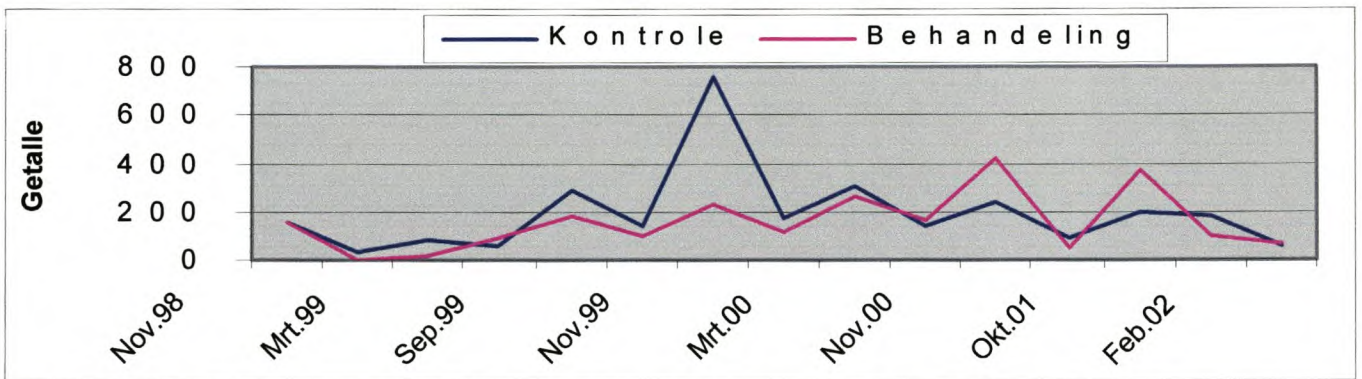
*fenamifos 14 dae later opgevolg met PI Plus

In die geval van behandeling 2 sou een toediening per seisoen gedoen word. Daar is besluit op aldicarb vir die eerste seisoen en fenamifos vir die daaropvolgende drie seisoene. Aldicarb is net na oes teen 'n dosis van $10\text{g}/\text{m}^2$, en fenamifos aan die begin van elke seisoen in Oktober teen 'n dosis van $5\text{g}/\text{m}^2$ toegedien. Die afgewegde hoeveelheid korrels per vak is gedurende die eerste twee seisoene op 'n 2m wye bankie met die hand egalig onder die stokke gestrooi. In 'n poging om die hoeveelheid middel wat wel die wortels bereik te maksimaliseer, is die hoeveelheid fenamifos per vak in die volgende twee seisoene in holtes onder die drupgaatjies van die besproeiingstelsel verdeel. Dit sou verseker dat die middel geposisioneer is waar besproeiingswater beskikbaar was om dit in te was. In die geval van behandeling 3 sou een toediening van fenamifos, teen 'n dosis van $5\text{g}/\text{m}^2$, per seisoen vanaf die tweede seisoen gedoen word. Dit is aan die begin van elke seisoen in Oktober toegedien. Toediening in die tweede seisoen en weer in die daaropvolgende twee seisoene is op dieselfde manier gewysig soos by behandeling 2. PI Plus is drie keer per seisoen toegedien teen 'n dosis van 1.3g swampoeier + 0.65ml groeimedium per stok (4kg per hektaar). Die mengsel benodig per vak is gedurende die eerste twee seisoene in 10 liter water gesuspendeer en met 'n gieter op 'n 2 meter wye bankie egalig onder die stokke gegiet. Daarna is 10 liter water oor die bankie gegiet om die swam in die boonste grondlae in te was. Net soos vir fenamifos is die manier van toediening gedurende die volgende twee seisoene gewysig. Die hoeveelheid mengsel per vak is toe in 1.75 liter water gesuspendeer en verdeel in die holtes onder die drupgaatjies (250ml per holte). In die geval van behandeling 4 is PI Plus drie keer per seisoen toegedien in seisoene 1, 3 en 4. Dit is vier keer toegedien in seisoen 2. Die dosis was weereens 1.3g swampoeier + 0.65ml groeimedium per stok. Dit is op dieselfde manier, soos gewysig tussen die eerste- en laaste twee seisoene, toegedien as in behandeling 3. Direk na alle toedienings is 15mm besproei om die middels in die boonste grondlae in te was. Andersins het die produsent weer voortgegaan met sy normale weeklikse besproeiings gedurende die seisoene. Chemiese onkruidbeheer, veral voor toedienings, is hier ook van tyd tot tyd toegepas om die uitskermingseffek van onkruid op die bankies tot 'n minimum te beperk.

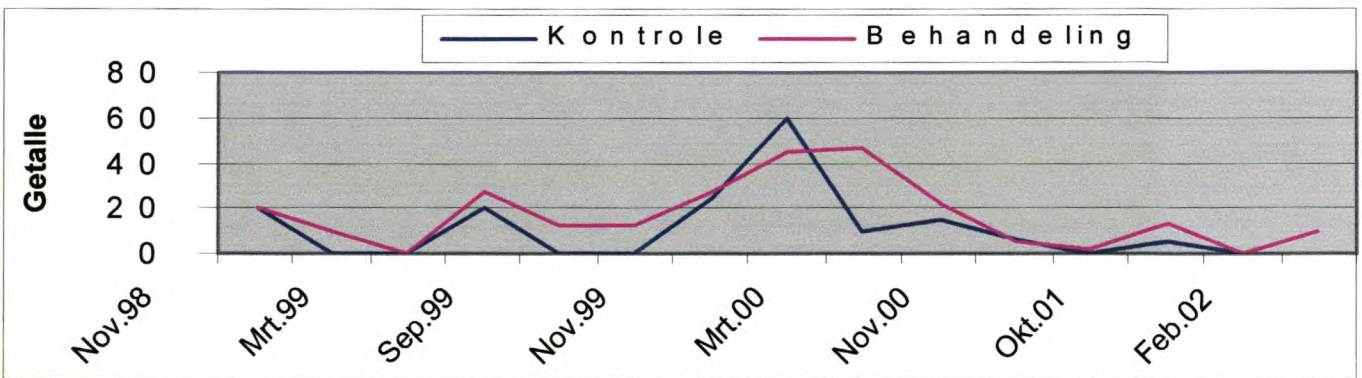
Resultate

Xiphinema americanum, *X. elongatum*, *X. insigne*, *X. italiae*, *X. vitis*, *Mesocriconema xenoplax*, *Meloidogyne javanica*, *Helicotylenchus dihystra*, *Rotylenchus brevicaudatus* en *Scutellonema brachyurus* is geïdentifiseer. Getalle van nie-plantparasitiese nematodes (vrylewendes) is ook genoteer.

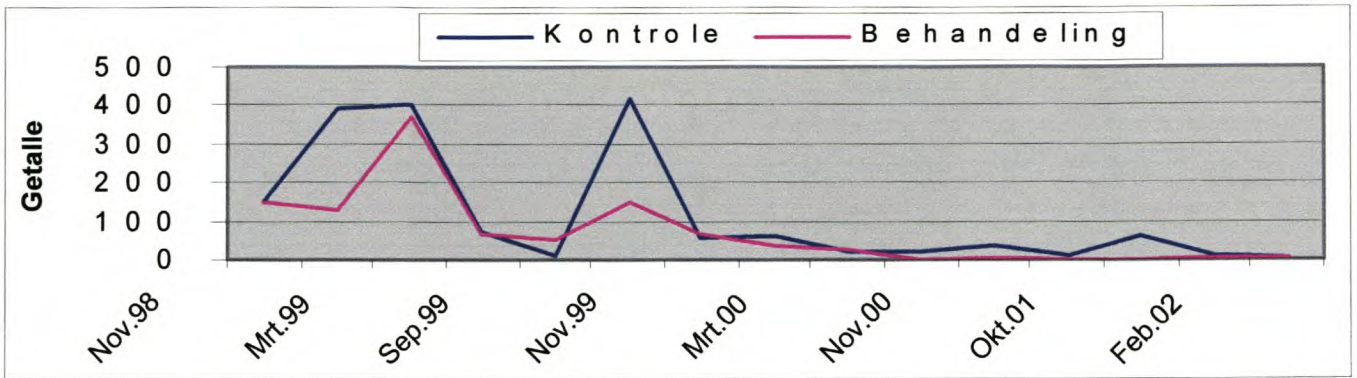
Eksperiment 1



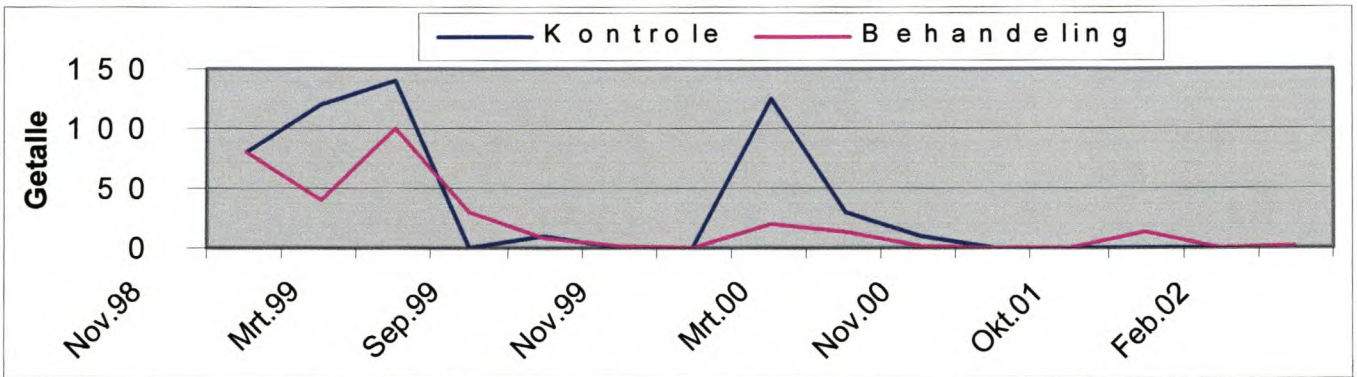
Figuur 1 Getalle van vrylewendes per 250cc grond by die onderskeie monsterringstye



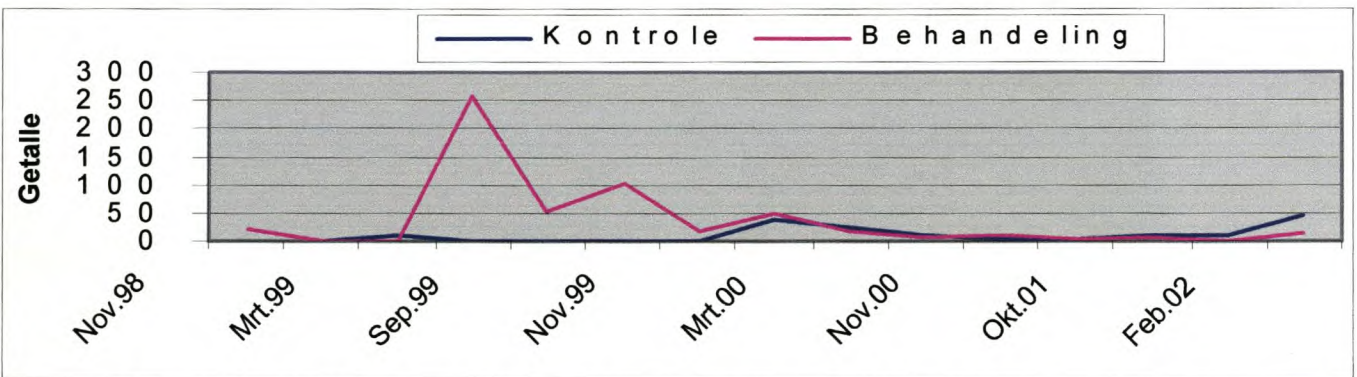
Figuur 2 Getalle van *Xiphinema* spp. per 250cc grond by die onderskeie monsterringstye



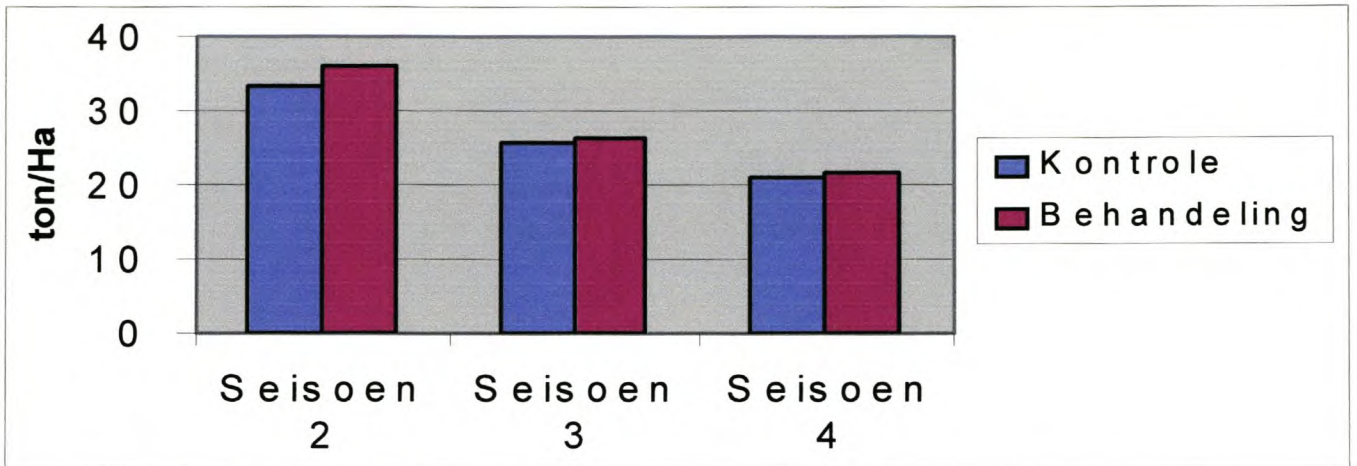
Figuur 3 Getalle van *M. xenoplax* per 250cc grond by die onderskeie monsteringstye



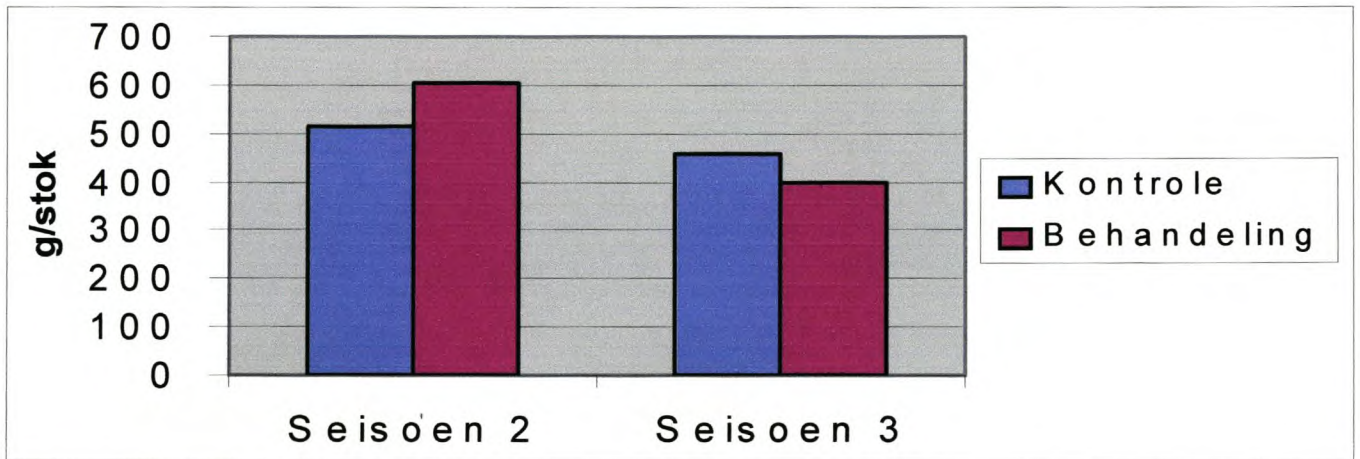
Figuur 4 Getalle van *M. javanica* larwes per 250cc grond by die onderskeie monsteringstye



Figuur 5 Getalle van Hoplolaiminae per 250cc grond by die onderskeie monsteringstye

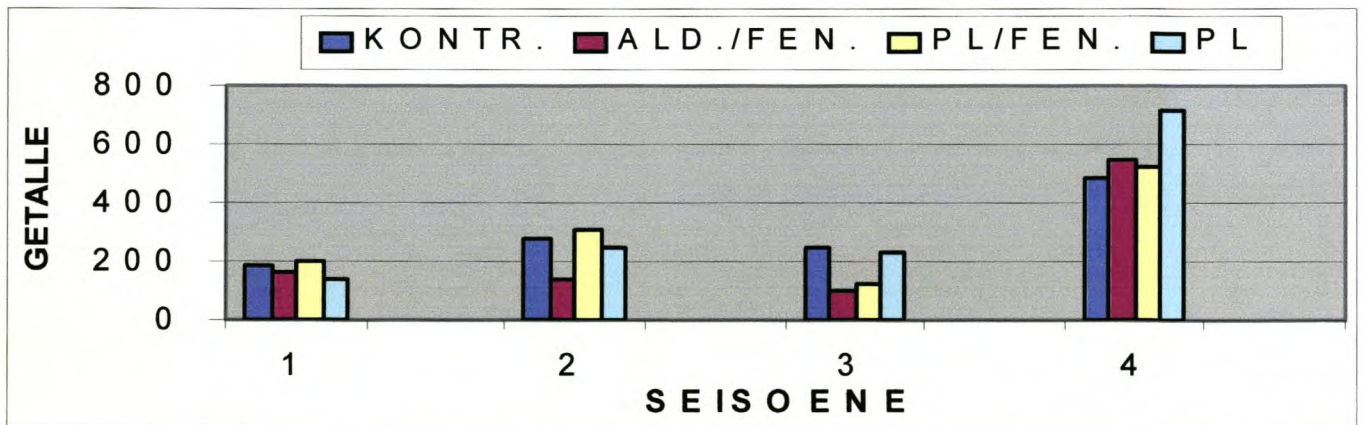


Figuur 6 Oesopbrengrste (ton/ha)

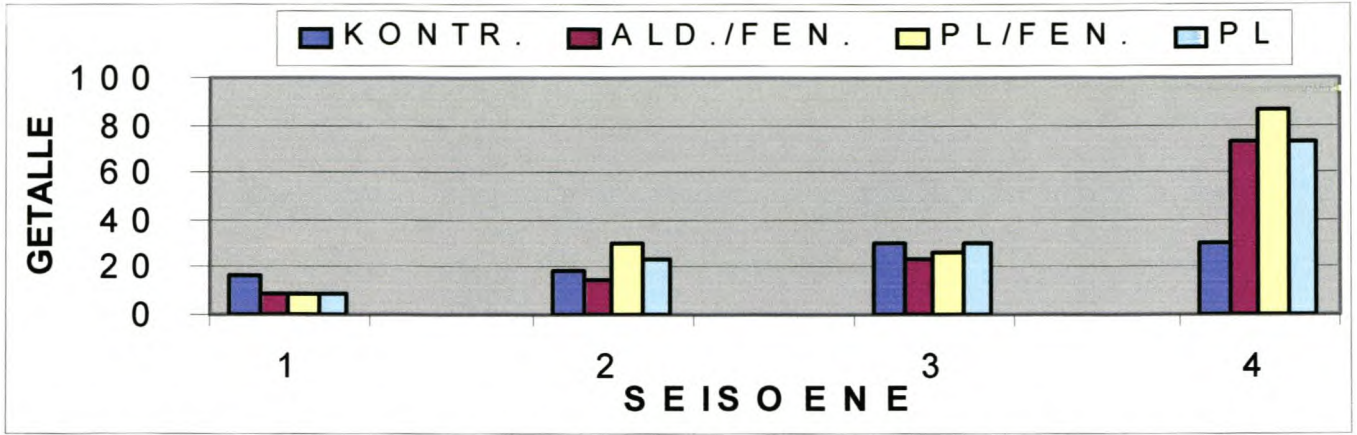


Figuur 7 Lootmassas (g/stok)

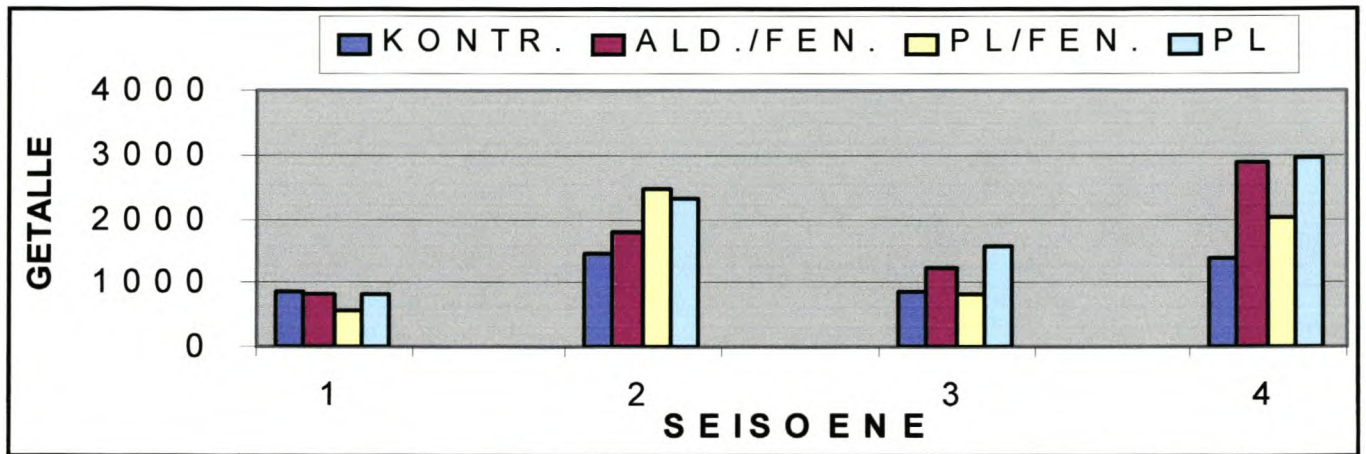
Eksperiment 2



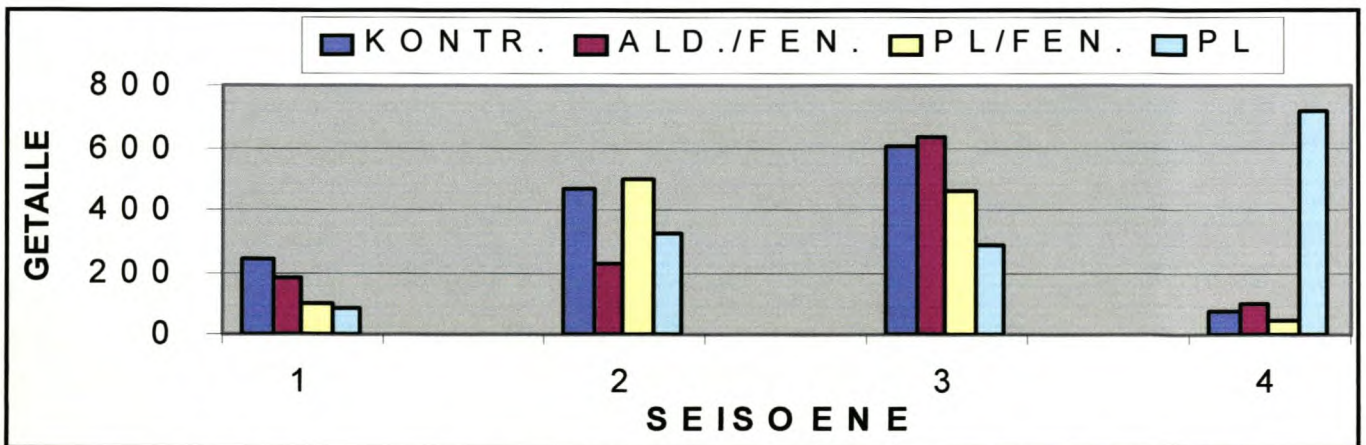
Figuur 1 Getalle van vrylewendes per 250cc grond in die onderskeie behandelings oor vier seisoene



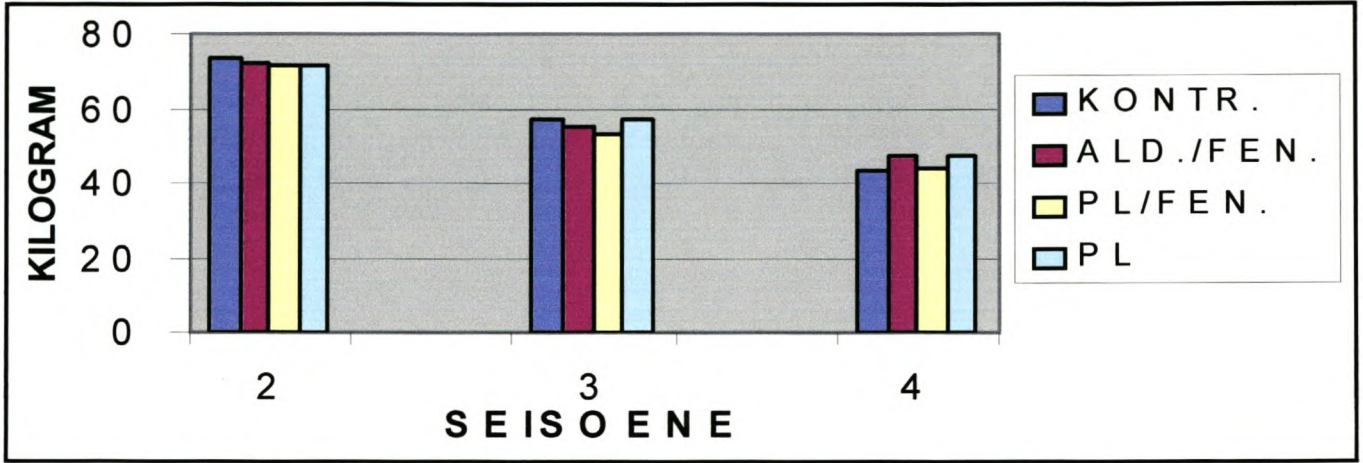
Figuur 2 Getalle van *Xiphinema* spp. per 250cc grond in die onderskeie behandelings oor vier seisoene



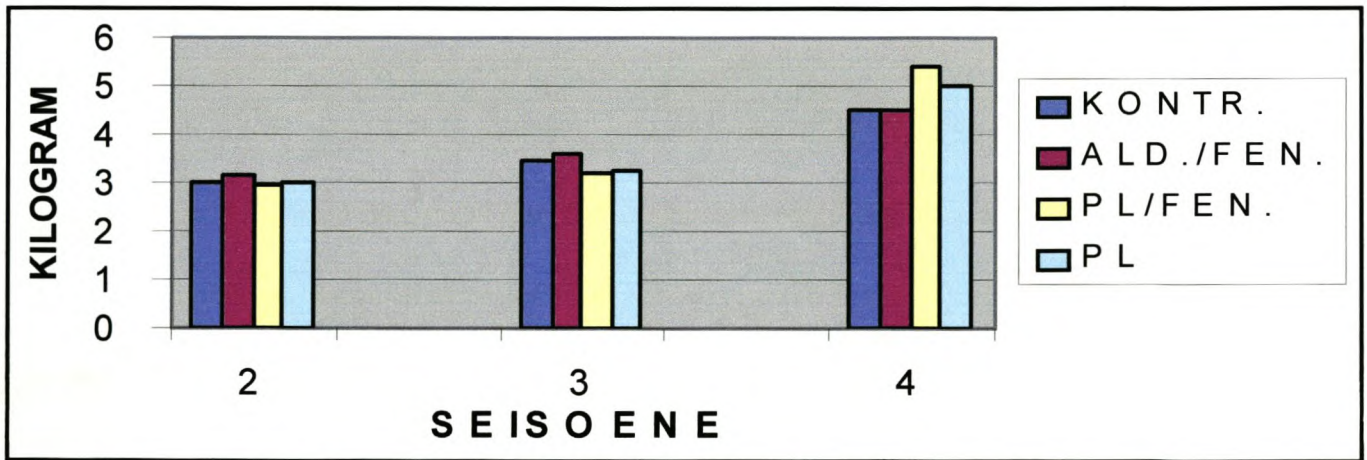
Figuur 3 Getalle van *M. xenoplax* per 250cc grond in die onderskeie behandelings oor vier seisoene



Figuur 4 Getalle van *M. javanica* larwes per 250cc grond in die onderskeie behandelings oor vier seisoene



Figuur 5 Oesopbrenste(kg) van ses stokke per behandeling in die onderskeie seisoene



Figuur 6 Lootmassas(kg) van ses stokke per behandeling in die onderskeie seisoene

Bespreking

Eksperiment 1

Meloidogyne javanica was die enigste knopwortelaalwurm spesies wat in die grondmonsters opgespoor is. Dit stem ooreen met 'n vorige bevinding toe slegs hierdie spesies in die Olifantsrivier gebied gevind is (Loubser,1988). Larwes het in hoë getalle voorgekom met die aanvang van die eksperiment in November 1998. Getalle het beduidend ($P<0.01$) gevarieer oor vier seisoene. Dit stem ooreen met 'n bevinding dat larwe- en eiertellings gedurende die somer laag is en daarna toeneem (Loubser,1988). Die behandeling en kontrole het oor vier seisoene nie beduidend van mekaar verskil by die 5% betekenispeil nie, maar wel by die 10% peil ($P<0.10$). Goeie onderdrukking van die parasiet is verkry met die kombinasie van fenamifos en PI Plus. Wisselvallige resultate word algemeen met aalwurmbeheer by wingerd verkry (Loubser,1988). *Paecilomyces lilacinus* het *Meloidogyne* spp. suksesvol in aartappels beheer (Jatala *et al.*,1979,1980,1981). As die swam eers in kontak met die eierpakkie is groei dit vinnig en parasiteer uiteindelik al die eiers in 'n vroeë stadium van embrioniese ontwikkeling (Jatala,1985). 'n Hoë reproduksietempo kon hier 'n rol speel. Natuurlike beheer van *Meloidogyne* deur die eierparasitiese swam, *Dactylella oviparasitica*, is effektief in perskes, maar nie in druwe wat baie groter reproduksie ondersteun nie (Kerry,1987).

Mesocriconema xenoplax het in baie hoë getalle voorgekom met die aanvang van die eksperiment. Getalle het ook beduidend ($P<0.01$) gevarieer oor vier seisoene. Die behandeling en kontrole het oor vier seisoene ook nie beduidend van mekaar verskil by die 5% betekenispeil nie, maar wel by die 10% peil ($P<0.10$). Getalle van *Xiphinema* spp. en Hoplolaiminae was baie laer. Getalle van *Xiphinema* spp. het beduidend ($P<0.01$) gevarieer oor vier seisoene. Malan (1995) het bevind dat die optimum temperatuur vir reproduksie van *X. index* en *X. americanum* onderskeidelik 25-30°C en 20-25°C is. Die behandeling en kontrole het nie beduidend van mekaar verskil by die 10% betekenispeil nie. Die verskil in Hoplolaiminae getalle in die behandeling en kontrole was onbeduidend. *Xiphinema* spp. en Hoplolaiminae het in lae getalle voorgekom. Dit, saam met die feit dat hul eiers meer geïsoleerd in die grond voorkom as die eiersakke van *Meloidogyne*, word as moontlike redes aangevoer vir die swakker

resultaat wat met hierdie ektoparasitiese nematodes behaal is. Volgens Jatala (1985) is eiers van die groep Heteroderidae en dié wat in 'n gelatien matriks gedeponeer word meer kwesbaar vir aanvalle deur parasiete as die eiers van migrerende nematodes. Die beter resultaat wat met *M. xenoplax* behaal is kan toegeskryf word aan hul hoër getalle. Volgens Jaffee *et al.* (1989) word die waarskynlikheid dat 'n gasheer deur 'n parasiet aangeval word dikwels toegeskryf aan die afhanklikheid van gasheerdigtheid. Wanneer gasheer skaars is word kontak tussen die gasheer en parasiete onwaarskynlik en het die parasiet min effek op die gasheer se populasiedigtheid.

Getalle van vrylewendes het nie beduidend gevarieer oor vier seisoene nie. Die behandeling en kontrole het ook nie beduidend van mekaar verskil nie. Dit blyk dat die kombinasie van fenamifos en PI Plus nie die nie-teiken, voordelige nematodes in die grond benadeel het nie.

Opbrengs- en lootmassasifers toon dat opbrengs en lootmassa gedaal het met verloop van tyd. Daling in opbrengs was statisties betekenisvol ($P < 0.01$). Die behandeling en kontrole het onbeduidend van mekaar verskil t.o.v. beide parameters. Die 20 jaar oue wingerd is nog nooit teen nematodes behandel nie, en is duidelik in 'n afgaande fase. Dit is onwaarskynlik dat enige middel op hierdie stadium 'n verhoging in opbrengs sou kon realiseer. Hierdie situasie stem ooreen met 'n vorige toe bevind is dat die opbrengs van die meeste persele weens die erns van bemetting jaarliks verminder en die evaluering van behandelings bemoeilik het (Loubser, 1988).

Eksperiment 2

Geen beduidende verskil by die 5% betekenispeil kon hier oor vier seisoene tussen behandelings en die kontrole gevind word t.o.v. die beheer van nematodes, opbrengs of lootmassa nie. Die beduidend hoër getalle van *M. javanica* en *M. xenoplax* in die PI Plus- en aldicarb/fenamifos behandelings in seisoen 4 (Augustus 2002) is opvallend. Bevolkingsramings van Hoplolaiminae is hier geïgnoreer a.g.v. die baie lae getalle.

Die swak resultate wat met hierdie eksperiment behaal is word hoofsaaklik toegeskryf aan ondoeltreffende toediening gedurende die eerste twee seisoene, maar ook aan monsterneming oor die laaste twee seisoene. Populasiedinamika studies het getoon dat nematode getalle baie varieer gedurende 'n seisoen.

Gevolgtrekking

Die skadelike potensiaal van plantparasitiese nematodes in wingerd, as hulle nie vroeg beheer word nie, is met hierdie eksperimente beklemtoon.

Die kombinasie van PI Plus en fenamifos het in eksperiment 1, toegedien deur die besproeiingstelsel, belofte getoon om ekonomies belangrike nematodes in die praktyk te beheer. Die voordelige effek op nie-teiken organismes, met slegs een toediening van fenamifos per seisoen, voldoen aan die strewe van IPM en IPW.

Eksperiment 2 behoort, met die nodige regstellings, in 'n jong wingerd herhaal te word om behandelings te vergelyk. Sukses behaal met *P. lilacinus* sal die verbruiker se behoefte vir omgewingsvriendelike en mensveilige produksie kan bevredig.

Samevatting

1. Die werk is gedoen in die Olifantsrivier besproeiingsgebied van die Wes-Kaap Provinsie.
2. *Paecilomyces lilacinus* is op aartappels toegedien deur die spilpunt besproeiingstelsel teen *Meloidogyne* species. Goeie beheer is verkry wat weerspieël is in beduidend beter opbrengs.
3. Teen *Tylenchulus semipenetrans* in sitrus is *P. lilacinus* in 'n geïntegreerde program met kadusafos en fenamifos afgewissel met belowende resultate.
4. Twee wingerd proewe is uitgevoer in wingerd besmet met *Meloidogyne* species, *Mesocriconema xenoplax* en verkeie Hoplolaiminae. Veral die beheer van *Meloidogyne* was betekenisvol soos ook in die oesresultate weerspieël.
5. By sitrus en wingerd kon die swam met sukses in kombinasie met chemiese middels aangewend word in die geïntegreerde bestuur van nematodes. Die verminderde gebruik van toksiese middels wat hiermee gepaard gaan, het mikrobe aktiwiteit in die grond help herstel wat bydra tot winsgewende produksie, en terselfdertyd die strewe na veilige en omgewingsvriendelike landboupraktyke bevredig.

Literatuurverwysings

- Al-Hazmi, A.S., Ibrahim, A.A.M. & Abdul-Raziq, A.T. 1993. Evaluation of a nematode-encapsulating fungi complex for control of *Meloidogyne javanica* on potato. *Pakistan Journal of Nematology* **11** (2) : 139-149.
- Bonants, P.J.M., Fitters, P.F.L., Thijs, H., den Belder, E., Waalwijk, C. & Henfling, J.W.D.M. 1995. A basic serine protease from *Paecilomyces lilacinus* with biological activity against *Meloidogyne hapla* eggs. *Microbiology* **141** (4) : 775-784.
- Carneiro, R.M.D.G. & Gomes, C.B. 1993. Metodologia e testes de patogenicidade de *Paecilomyces lilacinus* e *P. fumosoroseus* em ovos de *Meloidogyne javanica*. *Nematologia Brasileira* **17** (1) : 66-75 (Summary in English).
- Chona, B.L., Sethi, C.L., Swarup, G. & Gill, J.S. 1965. Citrus nematode (*Tylenchulus semipenetrans* Cobb, 1913) associated with die-back disease of citrus trees in India. *Indian Journal of Horticulture* **22** : 370-373.
- Dunn, M.T., Sayre, R.M., Carrell, A. & Wergin, W.P. 1982. Colonization of nematode eggs by *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson as observed with scanning electron microscope. *Scanning Electron Microscopy* **3** : 1351-1357.
- Eayre, C.G., Jaffee, B.A. & Zehr, E.I. 1987. Suppression of *Criconemella xenoplax* by the nematophagous fungus *Hirsutella rhossiliensis*. *Plant Disease* **71** (9) : 832-834.
- Ekanayake, H.M.R.K. & Jayasundara, N.J. 1994. Effect of *Paecilomyces lilacinus* and *Beauveria bassiana* in controlling *Meloidogyne incognita* on tomato in Sri Lanka. *Nematologia mediterranea* **22** (1) : 87-88.
- Freitas, L.G., Ferraz, S. & Muchovej, J.J. 1995. Effectiveness of different isolates of *Paecilomyces lilacinus* and an isolate of *Cylindrocarpon destructans* on the control of *Meloidogyne javanica*. *Nematropica* **25** (2) : 109-115.
- Gomes, C.B. & Carneiro, R.M.D.G. 1997. Receptividade de diferentes solos à colonização pelo fungo *Paecilomyces lilacinus* em três formulações. *Nematologia Brasileira* **21** (2) : 61-73 (Abstract in English).

- Holland, R.J., Williams, K.L. & Khan, A. 1999. Infection of *Meloidogyne javanica* by *Paecilomyces lilacinus*. *Nematology* **1** (2) : 131-139.
- Ibrahim, A.A.M. 1994. Effect of cadusafos, *Paecilomyces lilacinus* and Nemout® on reproduction and damage potential of *Meloidogyne javanica*. *Pakistan Journal of Nematology* **12** (2) : 141-147.
- Jaffee, B.A. & Zehr, E.I. 1982. Parasitism of the nematode *Criconemella xenoplax* by the fungus *Hirsutella rhossiliensis*. *Phytopathology* **72** (10) : 1378-1381.
- Jaffee, B.A. & Zehr, E.I. 1983a. Effects of certain solutes, osmotic potential, and soil solutions on parasitism of *Criconemella xenoplax* by *Hirsutella rhossiliensis*. *Phytopathology* **73** (4) : 544-546.
- Jaffee, B.A. & Zehr, E.I. 1983b. Sporulation of the fungus *Hirsutella rhossiliensis* from the nematode *Criconemella xenoplax*. *Plant Disease* **67** : 1265-1267.
- Jaffee, B.A. 1986. Parasitism of *Xiphinema rivesi* and *X. americanum* by zoosporic fungi. *Journal of Nematology* **18** (1) : 87-93.
- Jaffee, B.A. & Shaffer, R.L. 1987. Parasitism of *Xiphinema americanum* and *X. rivesi* by *Catenaria anguillulae* and other zoosporic fungi in soil solution, Baermann funnels, or soil. *Nematologica* **33** : 220-231.
- Jaffee, B.A., Gaspard, J.T. & Ferris, H. 1989. Density-dependent parasitism of the soil-borne nematode *Criconemella xenoplax* by the nematophagous fungus *Hirsutella rhossiliensis*. *Microbial Ecology* **17** : 193-200.
- Jatala, P., Kaltenbach, R. & Bocangel, M. 1979. Biological control of *Meloidogyne incognita acrita* and *Globodera pallida* on potatoes. *Journal of Nematology* **11** (4) : 303.
- Jatala, P., Kaltenbach, R., Bocangel, M., Devaux, A.J. & Campos, R. 1980. Field application of *Paecilomyces lilacinus* for controlling *Meloidogyne incognita* on potatoes. *Journal of Nematology* **12** (4) : 226-227.
- Jatala, P., Salas, R., Kaltenbach, R. & Bocangel, M. 1981. Multiple application and long-term effect of *Paecilomyces lilacinus* in controlling *Meloidogyne incognita* under field conditions. *Journal of Nematology* **13** : 445.

- Jatala, P. 1985. Biological control of nematodes. In : Sasser, J.N. & Carter, C.C. (Eds) *An Advanced Treatise on Meloidogyne Vol.1. Biology and Control*. 303-308. North Carolina State University Graphics, Raleigh.
- Jatala, P. 1986. Biological control of plant-parasitic nematodes. *Annual Review of Phytopathology* **24** : 453-489.
- Kerry, B.R. 1987. Biological control. In : Brown, R.H. & Kerry, B.R. (Eds) *Principles and Practice of Nematode Control in Crops*. 233-263. Academic Press, New York.
- Koen, H. 1967. Notes on the host range, ecology and population dynamics of *Pratylenchus brachyurus*. *Nematologica* **13** : 118-124.
- Loubser, J.T. 1988. Aspekte van die verspreiding, biologie en beheer van *Meloidogyne* spesies in Suid-Afrikaanse wingerde. Ph.D. tesis, Universiteit van Stellenbosch, Stellenbosch, Suid-Afrika.
- Malan, A.P. 1995. The distribution, identity and virus vector potential of *Xiphinema* spp. in the Western Cape Province. Ph.D. thesis, University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa.
- Mankau, R. 1964. Ecological relationships of predacious fungi associated with the citrus nematode. *Phytopathology* **54** : 1435.
- Mankau, R. 1968. Effect of nematocides on nematode-trapping fungi associated with the citrus nematode. *Plant Disease Reporter* **52 (11)** : 851-855.
- Mertens, M.C.A. & Stirling, G.R. 1993. Parasitism of *Meloidogyne* spp. on grape and kiwifruit by the fungal egg parasites *Paecilomyces lilacinus* and *Verticillium chlamydosporium*. *Nematologica* **39 (3)** : 400-410.
- Mukhopadhyaya, M.C. & Suryanarayana, D. 1969. Citrus decline in Haryana : Role of *Tylenchulus semipenetrans* and its control. *Indian Phytopathology* **22** : 495-497.
- Nagesh, M., Parvatha Reddy, P. & Rao, M.S. 1997. Integrated management of *Meloidogyne incognita* on tuberose using *Paecilomyces lilacinus* in combination with plant extracts. *Nematologia mediterranea* **25 (1)** : 3-7.
- Nicolay, R., Sikora, R.A. & Weltzien, H.C. 1990. Einfluß von Gründüngung, Stroh und Kompost auf die Aktivität pilzlicher Eiparasiten von *Heterodera schachtii* Schmidt. *Journal of Plant Diseases and Protection* **97 (5)** : 470-483 (Summary in English).

- Oduor-Owino, P., Waudo, S.W. & Makhatsa, W.L. 1993. Effect of organic amendments on fungal parasitism of *Meloidogyne incognita* eggs and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Moneymaker. *International Journal of Pest Management* **39** (4) : 459-461.
- Oduor-Owino, P. & Waudo, S.W. 1996. Effects of five fungal isolates on hatching and parasitism of root-knot nematode eggs, juveniles and females. *Nematologia mediterranea* **24** (2) : 189-194.
- Parvatha Reddy, P. & Singh, D.B. 1979. Nematode Problems of Citrus in India. *PANS* **25** (4) : 409-419.
- Parvatha Reddy, P., Khan, R.M. & Rao, M.S. 1991. Integrated Management of the Citrus Nematode *Tylenchulus semipenetrans* using Oil-cakes and *Paecilomyces lilacinus*. *Afro-Asian Journal of Nematology* **1** (2) : 221-222.
- Rao, M.S. & Parvatha Reddy, P. 1994. A method for conveying *Paecilomyces lilacinus* to soil for the management of root knot nematodes on egg-plant. *Nematologia mediterranea* **22** (2) : 265-267.
- Santo, G.S. & Wilson, J.H. 1990. Evaluation of ethoprop and cadusafos for control of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. *Nematropica* **20** (2) : 137-142.
- Schmitt, D.P. 1985. Preliminary and advanced evaluation of nematicides. In : Sasser, J.N. & Carter, C.C. (Eds) *An Advanced Treatise on Meloidogyne Vol.1. Biology and Control*. 241-248. North Carolina State University Graphics, Raleigh.
- Siddiqui, Z.A. & Mahmood, I. 1992. Biological control of root-rot disease complex of chickpea caused by *Meloidogyne incognita* race 3 and *Macrophomina phaseolina*. *Nematologia mediterranea* **20** (2) : 199-202.
- Siddiqui, Z.A. & Mahmood, I. 1996. Biological control of plant parasitic nematodes by fungi : a review. *Bioresource Technology* **58** : 229-239.
- Smith, P.C. 1967. Observations on nematodes in vineyards in the Western Cape Province, with special reference to the genera *Xiphinema* and *Longidorus*. M.Sc. thesis, University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa.
- Southey, J.F. 1986. *Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes*. 6th Edition. Her Majesty's Stationery Office, London.

- Subbarao, K.V., Michailides, T.J. & Morgan, D.P. 1993. Effects of osmotic potential and temperature on growth of two pathogens of figs and a biocontrol agent. *Phytopathology* **83** (12) : 1454-1459.
- Tigano-Milani, M.S., Carneiro, R.G., de Faria, M.R., Frazão, H.S. & McCoy, C.W. 1995. Isozyme characterization and pathogenicity of *Paecilomyces fumosoroseus* and *P. lilacinus* to *Diabrotica speciosa* (Coleoptera : Chrysomelidae) and *Meloidogyne javanica* (Nematoda : Tylenchidae). *Biological Control* **5** (3) : 378-382.
- Tribe, H.T. 1980. Prospects for the biological control of plant parasitic nematodes. *Parasitology* **81** : 619-639.
- Van der Vegte, F.A. 1973. 'n Nuwe metode om populasies van Sitrus-Aalwurm (*Tylenchulus semipenetrans*) in wortelmonsters te bepaal. *Nematological Society of Southern Africa Newsletter* **4** : 11-12.
- Vicente, N.E., Acosta, N. & Sánchez, L.A. 1989. Nematicides and *Paecilomyces lilacinus* in nematode control in watermelon. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* **73** (1) : 75-77.
- Vicente, N.E. & Acosta, N. 1992. Biological and chemical control of nematodes in *Capsicum annuum* L. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* **76** (3-4) : 171-176.
- Vyas, R.V., Patel, B.A., Patel, D.J. & Patel, R.S. 1996. Management of root-knot nematodes in chickpea. *Pakistan Journal of Nematology* **14** (2) : 117-119.
- Walia, R.K., Bansal, R.K. & Bhatti, D.S. 1991. Effect of *Paecilomyces lilacinus* application time and method in controlling *Meloidogyne javanica* on okra. *Nematologia mediterranea* **19** (2) : 247-249.
- Wharton, D. 1980. Nematode egg-shells. *Parasitology* **81** : 447-463.

ADDENDUM**Lys van tabelle****Aartappel eksperiment**

Tabel 1 : Getalle van *M. javanica* larwes per 250cc grond by die onderskeie monsterringstye

Tabel 2 : Getalle van *Pratylenchus* spp. per 250cc grond by die onderskeie monsterringstye

Tabel 3 : Getalle van Hoplolaiminae per 250cc grond by die onderskeie monsterringstye

Tabel 4 : Oesopbrengs (ton/ha)

Sitrus eksperiment

Tabel 5 : Getalle van *T. semipenetrans* wyfies per 10g wortels vir die behandelings by die onderskeie monsterringstye

Tabel 6 : Vruggroottes na twee seisoene

Tabel 7 : Opbrengste na twee seisoene

Tabel 8 : Wins/verlies (R/c) per boom na twee seisoene

Wingerd eksperiment (1)

Tabel 9 : Getalle van vrylewende- en plantparasitiese nematodes per 250cc grond vir die kontrole (K) en behandeling (B) by die onderskeie monsterringstye

Tabel 10 : Oesopbrengste (ton/ha)

Tabel 11 : Lootmassas (g/stok)

Wingerd eksperiment (2)

Tabel 12 : Getalle van vrylewende- en plantparasitiese nematodes per 250cc grond in seisoen 1

Tabel 13 : Getalle van vrylewende- en plantparasitiese nematodes per 250cc grond in seisoen 2

Tabel 14 : Getalle van vrylewende- en plantparasitiese nematodes per 250cc grond in seisoen 3

Tabel 15 : Getalle van vrylewende- en plantparasitiese nematodes per 250cc grond in seisoen 4

Tabel 16 : Oesopbrengste(kg) van ses stokke per behandeling in die onderskeie seisoene

Tabel 17 : Lootmassas(kg) van ses stokke per behandeling in die onderskeie seisoene

Aartappel eksperiment**Tabel 1** Getalle van *M. javanica* larwes per 250cc grond by die onderskeie monsteringstye

TYD	Kontrole						Behandeling					
	Herhalings					Gem.	Herhalings					Gem.
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Febr.	8	12	9	15	6	10	15	20	10	13	12	14
Mrt.	6	10	10	18	6	10	0	0	0	0	0	0
Apr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jun.	25	25	20	28	22	24	0	0	0	0	0	0

Tabel 2 Getalle van *Pratylenchus* spp. per 250cc grond by die onderskeie monsteringstye

TYD	Kontrole						Behandeling					
	Herhalings					Gem.	Herhalings					Gem.
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Febr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mrt.	7	13	9	14	7	10	0	0	0	0	0	0
Apr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jun.	8	14	13	20	5	12	12	12	5	13	8	10

Tabel 3 Getalle van Hoplolaiminae per 250cc grond by die onderskeie monsteringstye

TYD	Kontrole						Behandeling					
	Herhalings					Gem.	Herhalings					Gem.
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Febr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mrt.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apr.	22	20	24	16	18	20	0	0	0	0	0	0
Mei	25	23	33	29	40	30	0	0	0	0	0	0
Jun.	5	7	19	10	19	12	0	0	0	0	0	0

Tabel 4 Oesopbrenge (ton/ha)

Herhalings	Kontrole	Behandeling
1	22.9	35
2	30	34.3
3	28.6	37.9
4	31.4	37.1
5	31.4	34.3
Gem.	28.9	35.7

Sitrus eksperiment**Tabel 5** Getalle van *T. semipenetrans* wyfies per 10g wortels vir die behandelings by die onderskeie monsteringstye

Behandelings	Monsteringstyd						
	Sep.1999	Nov. 1999	Jan. 2000	Sep. 2000	Okt. 2000	Des. 2000	Mrt. 2001
1.Kontrole	10928	5891	2863	14358	12514	7571	5544
2.kadusa-fos	5665	25224	2626	2122	1864	1714	143
3.kadusa-fos+PI	17961	11587	1102	4923	3543	2143	1571
4.fenami-fos+kadusafos	11875	3687	1473	134	474	2200	343
5.fenami-fos+PI	17458	3708	1617	2369	7426	7066	5943
6.PI Plus	9414	7931	7807	1081	6942	9571	4086

Tabel 6 Vruggroottes na twee seisoene

Behandelings	Jaar	Herhalings							Gem.(cm)	% van Kon-trole
		1	2	3	4	5	6	7		
1.Kontrole	2000	6.70	7.27	7.02	7.04	7.21	7.24	6.39	6.98	–
	2001	6.75	6.12	7.04	6.56	6.61	6.50	6.91	6.64	–
2.kadusafos	2000	7.49	7.06	7.12	7.04	7.29	7.29	6.75	7.15	+2.4
	2001	7.07	6.61	6.65	6.92	6.88	7.35	6.65	6.88	+3.6
3.kadusafos+PI Plus	2000	7.36	7.48	7.02	7.14	7.54	7.63	7.06	7.32	+4.9
	2001	6.37	7.05	6.88	7.09	6.72	6.60	6.85	6.79	+2.3
4.fenamifos+kadusafos	2000	7.56	6.77	7.20	7.46	7.27	7.46	6.75	7.21	+3.3
	2001	6.82	6.41	6.77	7.10	6.29	6.30	6.67	6.62	-0.3
5.fenamifos+PI Plus	2000	7.85	7.40	7.22	6.70	7.24	7.43	7.47	7.33	+5.0
	2001	6.60	6.83	7.02	6.74	7.18	6.70	7.27	6.91	+4.1
6.PI Plus	2000	7.62	7.57	7.59	6.47	6.44	6.94	7.24	7.12	+2.0
	2001	6.81	6.78	7.20	6.39	6.70	6.34	6.84	6.72	+1.2

Tabel 7 Opbrengste na twee seisoene

Behandelings	Jaar	Herhalings							Gem. (kg)	% van Kon-trole
		1	2	3	4	5	6	7		
1.Kontrole	2000	125	63	122	155	127	84	105	111.6	–
	2001	148	81	110	175	138	104	110	123.7	–
2.kadusafos	2000	98	111	126	135	148	152	151	131.6	+17.9
	2001	118	128	128	122	143	137	126	128.9	+4.2
3.kadusafos+PI Plus	2000	142	163	151	121	129	77	124	129.6	+16.1
	2001	169	171	147	90	147	105	82	130.1	+5.2
4.fenamifos+kadusafos	2000	107	111	126	164	89	126	150	124.7	+11.7
	2001	122	115	131	178	104	185	154	141.3	+14.2
5.fenamifos+PI Plus	2000	181	88	147	161	142	167	154	148.6	+33.2
	2001	187	99	143	174	141	167	133	149.1	+20.5
6.PI Plus	2000	87	103	138	134	176	85	123	120.8	+8.2
	2001	98	107	131	139	186	83	113	122.4	-1.1

Tabel 8 Wins/verlies (R/c) per boom na twee seisoene

Behandelings	Toename/Afname		Koste	Wins/Verlies per boom	Wins/Ver. per hektaar
	Kg	R/c*	R/c**	R/c	R/c
1.Kontrole	-	-	-	-	-
2.kadusafos	+5.20	+9.62	36.00	-26.38	-9417.66
3.kadusafos+PI Plus	+6.40	+11.84	20.40	-8.56	-3055.92
4.fenamifos+kadusafos	+17.60	+32.56	36.00	-3.44	-1228.08
5.fenamifos+PI Plus	+25.40	+46.99	20.40	+26.59	+9492.63
6.PI Plus	-1.30	-2.40	12.60	-15.00	-5355.00

* R40.00 per 15kg karton vir 65% uitvoer. R100.00 per 300kg vir 35% van oes

**Koste per toediening/boom : PI Plus R2.10, fenamifos R6.00, kadusafos R6.00

Wingerd eksperiment (1)**Tabel 9** Getalle van vrylewende- en plantparasitiese nematodes per 250cc grond vir die kontrole (K) en behandeling (B) by die onderskeie monsteringstye

Monsteringstyd																			
Ne mat ode	Seisoen 1								Seisoen 2										
	Nov.98		Jan.99		Mrt.99		Apr.99		Sep.99		Okt.99		Nov.99		Jan.00		Mrt.00		
	K	B	K	B	K	B	K	B	K	B	K	B	K	B	K	B	K	B	
Vryl.	155	35	0	80	20	60	93	290	178	140	95	755	228	170	112	305	260		
Xip.	20	0	10	0	0	20	27	0	12	0	12	25	27	60	45	10	47		
Mxe	150	390	130	400	370	70	67	10	53	420	147	55	65	60	37	20	28		
Mja.	80	120	40	140	100	0	30	10	8	0	2	0	0	125	20	30	13		
Hop	20	0	0	10	0	0	257	0	53	0	102	0	17	40	48	25	17		
								Seisoen 3						Seisoen 4					
								Sep.00		Nov.00		Des.00		Okt.01		Nov.01		Feb.02	
								K	B	K	B	K	B	K	B	K	B	K	B
Vryl.								140	165	243	422	90	47	195	373	180	95	60	63
Xip.								15	22	6	5	0	2	5	13	0	0	10	10
Mxe								20	2	36	5	10	2	60	0	10	3	5	3
Mja.								10	2	0	0	0	0	0	13	0	0	0	2
Hop								10	8	5	10	5	5	10	8	10	0	45	13

Tabel 10 Oesopbrengste (ton/ha)

	BEHANDELING						Gem. kg/ stok	Gem. ton/ ha	KONTROLE		Ge. kg/ stok	Ge. ton/ ha
	1	2	3	4	5	6			1	2		
Herhaling												
Seisoen 2	14.2	10.9	11.0	11.3	11.0	12.0	11.7	36.1	10.0	11.6	10.8	33.3
Seisoen 3	8.4	7.7	9.9	8.8	7.1	8.8	8.5	26.2	7.4	9.2	8.3	25.6
Seisoen 4	6.7	6.9	6.9	7.5	6.6	7.4	7.0	21.6	6.2	7.3	6.8	21.0

Tabel 11 Lootmassas (g/stok)

	BEHANDELING						Gem. g/stok	KONTROLE		Gem. g/stok
	1	2	3	4	5	6		1	2	
Herhaling										
Seisoen 2	650	540	640	700	530	570	605	500	530	515
Seisoen 3	390	315	421	390	463	395	396	448	468	458

Wingerd eksperiment (2)**Tabel 12** Getalle van vrylewende- en plantparasitiese nematodes per 250cc grond in seisoen 1

Behandelings	NEMATODES			
	Vrylewende	<i>Xiphinema</i> spp.	<i>M. xenoplax</i>	<i>M. javanica</i>
1.Kontrole	185.3	16.7	878.3	243.3
2.Aldicarb/fenami.	163.3	8.3	831.7	183.3
3.PI Plus/fenami.	201.7	8.3	570	101.7
4.PI Plus	138.3	8.3	811.7	86.7

Tabel 13 Getalle van vrylewende- en plantparasitiese nematodes per 250cc grond in seisoen 2

Behandelings	NEMATODES			
	Vrylewende	<i>Xiphinema</i> spp.	<i>M. xenoplax</i>	<i>M. javanica</i>
1.Kontrole	278.6	18.4	1463.3	470
2.Aldicarb/fenami.	141.5	15	1791.7	225
3.PI Plus/fenami.	305	30	2473	496.7
4.PI Plus	245	23.3	2303.4	321.7

Tabel 14 Getalle van vrylewende- en plantparasitiese nematodes per 250cc grond in seisoen 3

Behandelings	NEMATODES			
	Vrylewende	<i>Xiphinema</i> spp.	<i>M. xenoplax</i>	<i>M. javanica</i>
1.Kontrole	247	30	862.6	606.6
2.Aldicarb/fenami.	96.6	23.3	1216.7	633.3
3.PI Plus/fenami.	120	26.6	826.7	460
4.PI Plus	233.3	30	1553.4	289.4

Tabel 15 Getalle van vrylewende- en plantparasitiese nematodes per 250cc grond in seisoen 4

Behandelings	NEMATODES			
	Vrylewende	<i>Xiphinema</i> spp.	<i>M. xenoplax</i>	<i>M. javanica</i>
1.Kontrole	487	30	1400	76.6
2.Aldicarb/fenami.	550	73.3	2880	96.6
3.PI Plus/fenami.	520	86.6	2023.3	46.7
4.PI Plus	713.3	73.3	2940	719.7

Tabel 16 Oesopbrengste(kg) van ses stokke per behandeling in die onderskeie seisoene

Behandelings	Gemiddelde opbrengs van ses stokke (kg)		
	Seisoen 2	Seisoen 3	Seisoen 4
1.Kontrole	73.43	56.93	43.23
2.Aldicarb/fenamifos	72.22	55.13	46.97
3.PI Plus/fenamifos	71.58	53.27	43.98
4.PI Plus	71.68	56.88	47.32

Tabel 17 Lootmassas(kg) van ses stokke per behandeling in die onderskeie seisoene

Behandelings	Gemiddelde lootmassa van ses stokke (kg)		
	Seisoen 2	Seisoen 3	Seisoen 4
1.Kontrole	3.02	3.47	4.5
2.Aldicarb/fenamifos	3.17	3.6	4.48
3.PI Plus/fenamifos	2.93	3.22	5.4
4.PI Plus	3.02	3.23	5.02