

Resultaten van het HPA project Inventarisatie bestrijdingsmethoden

Auteurs: **W.T. Runia¹, T.G. van Beers¹, E. Brommer¹, C.J. Kok², L.P.G. Molendijk¹**

¹ Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

² Plant Research International

Projectnummer: 3250037500

Dit project maakt deel uit van het Actieplan Aaltjesbeheersing, een initiatief van het Hoofdproductschap Akkerbouw, Productschap Tuinbouw en LTO Nederland. Binnen het Actieplan voeren diverse partijen gezamenlijk onderzoeks- en voorlichtingsprojecten uit op het gebied van aaltjesbeheersing om de continuïteit van teelten voor de Nederlandse land- en tuinbouw te waarborgen.

Informatie over het Actieplan Aaltjesbeheersing

Arjan Kuijstermans

Postbus 29739

2502 LS Den Haag

Telefoon: 070 - 370 84 26

Fax : 070 - 370 83 10

E-mail : aaltjesbeheersing@hpa.agro.nl

Internet : www.kennisakker.nl

Een initiatief van: Hoofdproductschap Akkerbouw, Productschap Tuinbouw en LTO Nederland



Dit rapport is een uitgave van **Praktijkonderzoek Plant en Omgeving
Sector Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten**

Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad

Postbus 430

8200 AK Lelystad

Telefoon: **032 – 029 11 11**

Fax : **032 – 023 04 79**

E-mail : willemien.runia@wur.nl

Internet: www.ppo.wur.nl

© 2006, **oktober Lelystad, PPO - AGV.**

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van **PPO – AGV.**

Hoewel de inhoud van deze uitgave met zorg is samengesteld, kunnen hieraan op geen enkele wijze rechten worden ontleend.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen

: Postbus 16, 6700 AA Wageningen

Tel. : 0317 - 42 51 86

Fax : 0317 - 42 31 10

E-mail : info.pri@wur.nl

Internet : www.pri.wur.nl

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

PPO-agv

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad

: Postbus 430, 8200 AK Lelystad

Tel. : 0320 - 29 11 11

Fax : 0320 - 23 04 79

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl



INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	7
2 UITVOERING	9
3 NETWERKONDERZOEK	11
4 LITERATUURONDERZOEK	13
4.1 Geraadpleegde bronnen.....	13
4.2 Natte grondontsmetting	13
4.2.1 Monam (510 g/l metam-natrium)	13
4.3 Grondbehandeling met granulaten	15
4.3.1 Basamid (dazomet).....	15
4.3.2 Mocap (ethoprofos).....	15
4.3.3 Nemathorin (fosthiazaat)	15
4.3.4 Temik (aldicarb)	15
4.3.5 Vydate (oxamyl).....	15
4.3.6 Effectiviteit granulaattoepassingen	15
4.4 Fysische grondontsmetting.....	18
4.4.1 Stomen	18
4.4.2 Cultivit	18
4.4.3 Straling.....	19
4.5 Biologische grondontsmetting	20
4.5.1 Solarisatie	20
4.5.2 Anaërobie	20
4.5.3 Inundatie	21
4.6 Biofumigatie	23
4.7 Vanggewassen	26
4.7.1 Tagetes als vanggewas voor <i>Pratylenchus penetrans</i>	26
4.7.2 Raketblad als vanggewas voor aardappelcysteaaltjes	26
4.7.3 Aardappel als vanggewas voor aardappelcysteaaltjes	26
4.7.4 Bladrammenas en gele mosterd als vanggewas voor bietencysteaaltjes.....	26
4.8 Toediening van compost, andere organische toevoegingen en antagonisten.....	28
4.8.1 Compost en andere organische toevoegingen	28
4.8.2 Antagonisten.....	30
5 WORKSHOP	35
5.1 Stellingen	35
5.2 Samenvatting onderzoeksvisie vanuit PPO-PRI.....	38
5.3 Samenvatting onderzoeksvisie praktijk.....	39
5.4 Samenvatting praktijkadviezen intermediairen (vragenlijsten).....	39
6 BESTRIJDINGSADVIEZEN.....	41
7 LITERATUUROVERZICHT	43
BIJLAGEN	51

SAMENVATTING

Binnen de AaltjesBeheersingsStrategie (ABS) vormen de chemische en niet-chemische bestrijdingsmethoden het vangnet wanneer de aaltjessituatie niet door vruchtwisseling of rassenkeuze onder controle valt te brengen.

Vanwege het mondiale verbod op methylbromide is er hernieuwde interesse van de gewasbeschermingsindustrie en anderen om nieuwe middelen en methoden te ontwikkelen. Een inventarisatie van de mogelijkheden en effectiviteit van oude en nieuwe bestrijdingsmethoden is dan ook een logische start om te komen tot verbeterde adviezen voor de praktijk, het in beeld brengen van witte vlekken en het prioriteren van onderzoeksprojecten in het kader van het Actieplan Aaltjesbeheersing.

Doel van dit project was het verkrijgen van een overzicht over en inzicht in de effectiviteit van de beschikbare middelen en methoden (chemisch en niet-chemisch) ter beheersing van de meest schadelijke aaltjessoorten (aardappel- en bietencysteaaaltjes, *Meloidogyne chitwoodi*, *Pratylenchus penetrans* en *Trichodoriden*) in de belangrijkste akkerbouwgewassen. Voor dit doel is netwerkonderzoek van PPO-agv en PRI uitgevoerd naar gebruikte en in ontwikkeling zijnde methoden ter beheersing van bodemziekten. Daarnaast is literatuur op dit gebied verzameld en in kaart gebracht. In een workshop met telers en intermediairen is deze kennis gepresenteerd en ter discussie gesteld.

Ten slotte zijn ten behoeve van de aaltjesadviescommissie voor verschillende aaltjessituaties concrete bestrijdingsadviezen geformuleerd.

De inventarisatie betrof de volgende methodieken: natte grondontsmetting, toepassing van granulaten, fysische grondontsmetting, biologische grondontsmetting, biofumigatie, vanggewassen, compost en antagonisten.

Samenvatting onderzoeksvisie vanuit PPO-PRI

- Optimaliseren anaërobe (biologische) grondontsmetting en biofumigatie
- Vergelijken hete luchtbehandeling, mobiel stomen met onderdruk en Monam, diep toegepast, op effectiviteit tegen aaltjes en op productie
- Testen effectiviteit granulaten op dalgronden
- Effectiviteit van granulaten in combinatie met partieel AM-resistente aardappelrassen testen
- Minimaal vereiste teeltduur onderzoeken voor vanggewassen
- Aaltjespopulaties onder de bouwvoor in kaart brengen in verband met herinfectie na inzet van natte grondontsmetting
- Effectiviteit middelen van biologische oorsprong testen tegen aaltjes

Samenvatting onderzoeksvisie intermediairen en telers vanuit workshop

- Toepassen van Monam op kleigronden mogelijk maken door betere verdichting van de toplaag
- Optimaliseren anaërobe (biologische) grondontsmetting
- Mogelijkheden biofumigatie onderzoeken
- Betrouwbaarheid vanggewas aardappel per regio valideren
- Economische inpassing van *Tagetes* na (winter)gerst of erwt onderzoeken

Samenvatting onderzoeksvisie intermediairen en telers vanuit vragenlijsten

- Praktijk ziet vanggewassen en resistente rassen als meest effectieve maatregel
- Optimaliseren effectiviteit vanggewassen
- Optimaliseren inzet resistente rassen
- Mogelijkheden biofumigatie, inclusief met groenbemesters onderzoeken

1 INLEIDING

Binnen de AaltjesBeheersingsStrategie (ABS) vormen de chemische en niet-chemische bestrijdingsmethoden het vangnet wanneer de aaltjessituatie niet door vruchtwisseling of rassenkeuze onder controle valt te brengen. Vooral in complexe situaties waarin een perceel besmet is met een combinatie van schadelijke aaltjessoorten, kan een algemene bestrijdingsmaatregel ter sanering van de besmettingssituatie noodzakelijk en economisch interessant zijn. Met name op de lichte zavel en zandgronden komen deze situaties voor en zijn bedrijfszekere saneringsmethoden dringend gewenst.

Vanwege het mondiale verbod op methylbromide is er hernieuwde interesse van de gewasbeschermingsindustrie en anderen om nieuwe middelen en methoden te ontwikkelen. Een inventarisatie van de mogelijkheden en effectiviteit van oude en nieuwe bestrijdingsmethoden is dan ook een logische start om te komen tot verbeterde adviezen voor de praktijk, het in beeld brengen van witte vlekken en het prioriteren van onderzoeksprojecten in het kader van het Actieplan Aaltjesbeheersing.

De praktijk heeft een zuiver beeld van praktische uitvoerbaarheid op het vlak van de logistiek en economie en bedenkt creatieve nieuwe oplossingsrichtingen waarvan het zeer de moeite waard is deze in beeld te krijgen.

Vanuit het onderzoek aan fumigantia en granulaire nematiciden (granulaten) is bekend dat de resultaten zeer wisselend kunnen zijn en er proeftechnisch hoge eisen worden gesteld om tot zuivere effectiviteitsmetingen te komen. In tegenstelling tot de bestrijding van insecten of schimmels is het effect van de genomen maatregel op het oog slecht controleerbaar. Dit leidt ertoe dat ervaringsgegevens vanuit de praktijk m.b.t. de werkingsefficiëntie lastig zijn om te zetten in een algemeen geldend advies.

Uitgekristalliseerde bedrijfszekere informatie kan via de Adviescommissie naar de praktijk en veelbelovende oplossingsrichtingen voor knelpunten kunnen in het onderzoek worden geprioriteerd.

Het doel van dit project is het verkrijgen van een overzicht over en inzicht in de effectiviteit van de beschikbare middelen en methoden (chemisch en niet chemisch) ter beheersing van de meest schadelijke aaltjessoorten (aardappel- en bietencysteaaaltjes, *Meloidogyne chitwoodi*, *Pratylenchus penetrans* en *Trichodoriden*) in de belangrijkste akkerbouwgewassen.

Dit project is uitgevoerd in opdracht van HPA in het kader van het Actieplan Aaltjesbeheersing.

2 UITVOERING

1. Netwerkonderzoek is uitgevoerd naar gebruikte en in ontwikkeling zijnde methoden ter beheersing van bodemziekten.
PPO-AGV heeft een uitgebreid nationaal en internationaal netwerk op het gebied van chemische en niet chemische bestrijding.
 - PPO heeft het nematologische congres van de European Society of Nematology (Bulgarije, juni 2006) benut om de nieuwste ontwikkelingen op te sporen en de onderzoeksresultaten en visie van collega nematologen te inventariseren.
 - PPO-AGV is betrokken geweest in diverse projecten van de Verenigde Naties om alternatieven voor methylbromide te ontwikkelen (Montreal protocol).
 - PPO-AGV staat als onderzoekspartner van de Van De Leegte groep (VDLin Eindhoven) aan de basis van een ontsmettingstechniek gebaseerd op hete lucht, die recent als Cultivit is geïntroduceerd.
 - PPO-AGV beschikt over een internationaal netwerk waaruit informatie is geput.
2. Literatuuronderzoek is uitgevoerd naar gebruikte en in ontwikkeling zijnde methoden ter beheersing van bodemziekten.
PPO-AGV beschikt over een eigen nematologische database en via WUR over de relevante databases wereldwijd. Dit maakte het mogelijk om in kort tijdbestek een volledig overzicht te genereren. Het beoordelen van literatuur over bedrijfszekerheid van bestrijdingsmethoden vergt veel kennis over onderliggende nematologische technieken en verwerkingsstatistiek. Daar waar nodig is een beroep gedaan op de specifieke expertise van PRI nematologen voor invulling van het literatuuronderzoek
3. Presentatie en toetsing van de resultaten uit activiteit 1 en 2 aan de praktijk, heeft plaats gevonden in een workshop met telers en intermediairen. Het Actieplan Aaltjesbeheersing heeft deze workshop mede georganiseerd samen met PPO-AGV, waarbij PPO-AGV ook het inhoudelijke gedeelte voor zijn rekening heeft genomen. Een prioriteitenlijst is opgesteld van aaltjes/gewascombinaties waar nog geen goede bestrijdingsmiddelen voorhanden zijn en van de methoden die daar perspectief voor zouden kunnen bieden. Details van de workshop staan vermeld in hoofdstuk 4 van dit rapport.
4. Er zijn voor verschillende aaltjessituaties concrete bestrijdingsadviezen geformuleerd ten behoeve van de aaltjesadviescommissie.

Methoden die in de inventarisatie zijn betrokken:

1. natte grondontsmetting: schaarinjecteur, spitinjecteur, in combinatie met Monam (metam-natrium) en dichloorpropeen
2. grondbehandeling met granulaten: rijntoepassingen, volveldstoepassingen
3. Fysische grondontsmetting: stomen, Cultivit, infrarood, gammastraling
4. Biologische grondontsmetting: anaërobie (o.a. inundatie)
5. Biofumigatie: gewassen en gewasproducten
6. Vanggewassen: *Tagetes*, raketblad, aardappel
7. Toediening van compost of andere organische verbindingen en antagonisten

3 NETWERKONDERZOEK

PPO neemt al sinds 1980 deel aan het International Symposium on Chemical and Non-chemical Soil and Substrate Disinfestation. Dit symposium wordt circa eens per 5 jaar gehouden. Daardoor ontstaat een beeld waar nationaal en internationaal onderzoek zich op richt. Door persoonlijke contacten met internationaal leidende onderzoekers op dit vakgebied wordt eveneens inzicht verkregen in welke methodieken voor grondontsmetting perspectief bieden.

Daarnaast worden frequent nematologische congressen bezocht waar de mogelijkheden van grondontsmetting tegen aaltjes wordt belicht.

Bovendien is recent in 2004 een conferentie over alternatieven voor methyl bromide bezocht. Israël en Italië spelen een omvangrijke rol op het gebied van chemische grondontsmetting, solarisatie, antagonisten en geïntegreerde bestrijding met combinaties van methodieken. Op het gebied van fysische grondontsmetting ligt de expertise hoofdzakelijk in Nederland. Maar ook vanuit Spanje, Griekenland, Frankrijk, Canada, USA, België en andere landen komen waardevolle bijdragen.

De relevante opinies op het gebied van grondontsmetting worden per methodiek besproken onder de separate hoofdstukken.

Het uitgangspunt waaraan bestrijdingsmethodieken zouden moeten voldoen is verwoord door Prof. Katan, hoofd van de afdeling 'Plant Pathology and Microbiology' van de 'Hebrew University' uit Israël.

Het onderzoek dient zich te richten op beslissingsondersteunend gereedschap dat de landbouw in staat stelt om alleen te ontsmetten wanneer noodzakelijk. Het onderzoek dient effectieve methodieken te ontwikkelen die bovendien economisch en technisch haalbaar zijn en milieuvriendelijk. In een geïntegreerd teeltsysteem kan door combinatie van diverse methodieken en gebruik te maken van alternatieve methoden negatieve neveneffecten worden vermeden (Katan, 2000).

Combineren van methodieken is meer dan het uitvoeren van twee technieken tegelijk. De juiste volgorde van toepassing kan een versterkend effect hebben. Eerst de grond verwarmen door verhitting of solarisatie, gevolgd door de toepassing van een fumigant, is beduidend effectiever dan andersom (Katan, 2004).

4 LITERATUURONDERZOEK

4.1 *Geraadpleegde bronnen*

- Acta Horticulturae proceedings van de internationale symposia over chemische en niet-chemische grond- en substraatontsmetting vanaf 1980.
- Proceedings van de vijfde conferentie over alternatieven voor methyl bromide in 2004.
- Intern PPO-AGV archief.
- Internetbron: www.library.wur.nl/desktop (Agralin Desktop Library). Vakbladartikelen zijn uit het bestand **Artik** geselecteerd, waarin 120 vaktijdschriften zijn vertegenwoordigd. Wetenschappelijke artikelen zijn via WebSPIRS uit AGRIS, AGRICOLA, CAB Abstracts, Medline, Current Contents en Biological Abstracts geselecteerd.

4.2 *Natte grondontsmetting*

4.2.1 **Monam (510 g/l metam-natrium)**

Deze fumigant heeft een toelating in aardappelen, bieten en uien tegen cysteaaltjes (aardappel en biet), wortelknobbelaaltjes, Trichodoriden, stengelaaltjes en tegen wortellesieaaltjes (aardappel en ui).

De dosering van 300 l/ha dient met injectieapparatuur te worden toegediend op tenminste 10 cm diepte. Na injectie van het middel moet de grond dicht gerold worden om vervluchtiging te voorkomen.

De actieve stof van Monam is na omzetting van metam-natrium methylisothiocyanaat (MIT). Deze stof kan sinds 1972 in Nederland worden toegepast. Aanvankelijk werd Monam (net als 1,3-D) met de schaarinjecteur toegepast tegen aardappelcysteaaltjes. In de zetmeelaardappelteelt werd om het andere jaar vóór de aardappelteelt Monam of middelen op basis van 1,3-dichloorpropeen toegepast. Na een tiental jaren is adaptatie vastgesteld van de bodemflora en werden beide stoffen versneld afgebroken wat resulteerde in verminderde effectiviteit (Mulder en anderen, 1989). Vanaf 1989 werd Monam succesvol via de spitinjecteur toegepast tegen aardappelcysteaaltjes. Schaarinjectie gaf in verschillende grondlagen van 0 tot 25 cm diepte een variabele effectiviteit van 18-92% en spitinjectie van 65 tot 86% (Roosjen, 1989). In verschillende proeven op zand- en dalgronden zijn vervolgens goede resultaten behaald.

Vanaf 1993 was de officiële toelating van Monam eens per 4 jaar en sinds 2001 eens per 5 jaar.

Grondsoort, vochtigheid van de bodem, bodemtemperatuur en toepassingsmethodiek zijn bepalende factoren voor effectiviteit. Kleigronden zwaarder dan 35% afslibbaar zijn niet geschikt voor toepassing vanwege de structuur, die ook een goede afdichting na toepassing van Monam belemmert.

Saeed (1996) toonde aan dat hoe natter de grond was des te meer actieve stof uitdraineerde. Ook beweert hij dat hoe hoger de temperatuur is des te minder uitspoeling er is. Leistra and Smelt (1974) zien geen verschil in activiteit tussen 5 en 15°C maar wijten hogere uitspoeling bij lagere temperatuur aan de hogere vochtigheid van de grond. In Nederland kan tot half november worden toegepast. De grondtemperatuur is dan nog voldoende hoog (8-10°C) om persistentie in de grond te voorkomen, waardoor schade aan het volggewas kan ontstaan.

Niet cystevormende nematoden zijn gevoeliger voor MIT. Onderzoek heeft aangetoond dat de effectiviteit van MIT in de bouwvoor tegen *Pratylenchus penetrans* 92-100% was (Olthof, 1988, Roosjen, 1999), tegen Trichodoriden aaltjes 98-100% (Roosjen, 1999) en tegen *Meloidogyne* soorten 99% (Visser & Molendijk, 2003) met de standaard dosering van 300 l/ha. In ander onderzoek werd een *Meloidogyne fallax* populatie tot een diepte van 50 cm voor 99% gedood (Runia & Greenberger, 2004). Dieptewerking bij grondontsmetting is van groot belang aangezien cysteaaltjes tot een diepte van 60-80 cm aanwezig kunnen zijn (Been e.a., 1992) en ook *Meloidogyne* wel tot 1 m diepte kan voorkomen en Trichodoriden bij droogte ook onder de bouwvoor verblijven.

Er zijn aanwijzingen dat de wintersterfte van een braakperceel onder de bouwvoor mogelijk aanzienlijk lager is dan in de bouwvoor.

Vanuit de ondergrond zal daardoor vroeg of laat herinfectie optreden. Een proef met Monam in diepere grondlagen wordt momenteel uitgevoerd om de effectiviteit en uitvoerbaarheid van een diepere grondontsmetting vast te stellen.

Fumigantia op basis van 1,3-cis-dichloorpropeen (Nematrap en Telone-Cis, DD) zijn sinds 01-02-2003 niet meer toegelaten. Er is een speciale ontheffing geweest voor het gebruik tegen stengelaaltjes in bloembollen tot en met 2004. Sinds 2005 is het middel niet meer beschikbaar en wordt voor dit doel Monam gebruikt.

In een kleinschalige veldproef op twee verschillende besmette percelen bleek Monam even effectief tegen stengelaaltjes als 1,3-cis-dichloorpropeen (Persoonlijke mededeling A.S. van Bruggen, PD).

Op zware kleigrond (ca. 40% afslibbaar) was het dodingspercentage tegen aardappelpycysteaaltjes met een standaarddosering van 150 l/ha 1,3-cis-dichloorpropeen, toegepast met een schaarinjecteur 48% (twee percelen) en 72%. Versnelde afbraak van DD was verantwoordelijk voor het laagste dodingspercentage. Aanvullende toediening van Basamid of Monam, beide met de actieve stof methyl isothiocyanaat, aan de toplaag verbeterde het resultaat tot ca 90% effectiviteit, waarbij Monam effectiever was dan Basamid (Been & Schomaker, 1999).

Internationale toepassingen

De concentraties Monam toegepast in andere landen variëren van 600 tot 1500 l product per ha (Rabasse, 2004). De toepassing gebeurt in het buitenland veelal oppervlakkig via het druppelirrigatiesysteem of met sproeidoppen. Vooral druppelirrigatie verspreidt het middel ongelijk en ook verstopte druppelaars kunnen de reden zijn voor deze hoge doseringen. Deze oppervlakkige toepassing kan leiden tot onvoldoende effectiviteit tegen aaltjes (Israël, Greenberger, pers.med.).

Internationaal (USA, Australië en Spanje) wordt 1,3-D in combinatie met chloorpicrine (Telone C35, Agrocelhone NE) als alternatief voor methyl bromide met succes toegepast tegen parasitaire aaltjes en schimmels in aardbeien (I. Porter e.a., 2004, Cebolla e.a., 2005).

Workshop stellingen natte grondontsmetting (NGO)

- Een grondontsmetting met Monam dieper dan de bouwvoor vertraagt herinfectie van schadelijke aaltjes.
- NGO is effectief op gronden tot 35% afslibbaar.
- De meest bedrijfszekere toedieningsmethode voor fumiganten is spitinjectie.
- Toepassing van NGO bij voorkeur na granen.
- Afdekken met gasdichte folie kan mogelijk de effectiviteit verbeteren.

4.3 Grondbehandeling met granulaten

4.3.1 Basamid (dazomet)

Dit middel, met als omzettingsproduct methylisothiocyanaat, heeft een toelating in aardappel, groentegewassen en aardbeien. In aardappel is het bedoeld als aanvulling op een natte grondontsmetting met een schaarinjecteur. Tegenwoordig wordt Monam met de spitinjecteur toegepast en is 1,3-cis-dichloorpropeen sinds 01-02-2003 niet meer toegelaten. Basamid wordt daarom nu niet meer toegepast voor dit doel.

De doseringen toegelaten voor de groentegewassen en aardbeien tegen schimmels en aaltjes zijn afhankelijk van de grondsoort en variëren van 300-500 kg/ha (internetbron CTB). De fysische, chemische en toxicologische eigenschappen van Basamid zijn beschreven door Fritsch & Huber (1995). De effectiviteit tegen aaltjes, schimmels, bacteriën, onkruiden en insecten zijn beschreven door Mappes (1995).

4.3.2 Mocap (ethoprofos)

Mocap 20GS is toegelaten in aardappels tegen alle aaltjes. In lelie is het toegelaten tegen wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*).

4.3.3 Nemathorin (fosthiazaat)

Nemathorin 10G is toegelaten in aardappels tegen aardappelcysteaaltjes, wortelknobbelaaltjes, wortellesieaaltjes en Trichodoriden. In lelie is het toegelaten tegen het wortellesieaaltje *P. penetrans*.

4.3.4 Temik (aldicarb)

Temik 10G is toegelaten in aardappels tegen aardappelcysteaaltjes, wortellesieaaltjes en Trichodoriden. In lelie is het toegelaten tegen wortellesieaaltjes (*P. penetrans*) en bladaaltjes. In de suikerbietenteelt is het middel toegelaten tegen cysteaaltjes en vrijlevende aaltjes. Daarnaast is er een toelating in bloemisterijgewassen ter bestrijding van aaltjes en in bloemzaadgewassen tegen blad- en stengelaaltjes.

4.3.5 Vydate (oxamyl)

Vydate 10G is toegelaten in aardappels tegen aardappelcysteaaltjes, wortellesieaaltjes, wortelknobbelaaltjes en Trichodoriden. In lelie is het toegelaten tegen wortellesieaaltjes (*P. penetrans*).

In suikerbieten is het toegelaten tegen bietencysteaaltjes, wortelknobbelaaltjes en vrijlevende aaltjes.

In wortelen is het toegelaten tegen vrijlevende aaltjes, wortelknobbelaaltjes en wortellesieaaltjes. In spruitkool is het toegelaten tegen bietencysteaaltjes.

4.3.6 Effectiviteit granulaattoepassingen

Het meeste onderzoek aan granulaten is gedaan in de aardappelteelt tegen *G. pallida*, *G. rostochiensis*, *M. chitwoodi*, *P. penetrans* en *Trichodoriden*. De beste werking is op zandgronden. Door het hoge percentage organische stof zijn granulaten op dalgronden minder effectief (Veninga, G, Roosjen, J, 1990) Op zandgrond nam de *G. pallida* populatie bij de teelt van een partieel resistent ras toe bij alle granulaatbehandelingen (volvelds en rijntoepassing). Wel was deze vermeerdering 70 % lager dan bij de onbehandelde veldjes. Op dalgrond met een vatbaar ras was dit gemiddeld 30 % lager, waarbij de volvelds doseringen minder vermeerdering gaven dan de rijntoepassingen. Op beide grondsoorten was wel een duidelijk opbrengsteffect van de granulaten, het grootst bij de volle doseringen volvelds toegepast.

Op kleigronden is de effectiviteit minder dan op zandgronden door de vaak hoge pH. Ook hier werden bij zowel rijen- als volvelds toepassingen opbrengsteffecten waargenomen, maar slechts een verminderde vermeerdering van *G. pallida* en *G. rostochiensis* (Molendijk, 1997, Molendijk e.a., 2006). De teelt van partieel resistente rassen in combinatie met een granulaattoepassing verbeterde het bestrijdingseffect, ten opzichte van de afzonderlijke behandelingen (Whitehead en anderen, 1991).

Meloidogyne chitwoodi vormt een probleem in de aardappelteelt in Noord-Amerika en Nederland. Uit onderzoek van Ingham en anderen (2000) blijkt dat granulaten de knolaantasting kunnen beperken, zeker in combinatie met metam natrium of dichloorpropeen. In de met granulaten behandelde laag was de eindbesmetting met *M. chitwoodi* lager dan bij het onbehandelde object. Er was wel verschil tussen de middelen. Dit komt overeen met Nederlands onderzoek (Visser & Molendijk, 2000 en 2001).

Rijentoepassingen bleken niet in staat om de populatie te beheersen maar volvelds doseringen zijn hier beter toe in staat. In een proef bleef bij volvelds doseringen (halve en volle dosering) de eindbesmetting nagenoeg gelijk aan de beginbesmetting. In de proef in 2000 leidden deze behandelingen tot verminderde vermeerdering van het aaltje. De knolaantasting was bij de volvelds toepassingen van een volle zowel als van een halve dosering dermate laag, dat de partij zonder problemen zou kunnen worden afgezet. Bij de beheersing van *P. penetrans* zijn de resultaten vergelijkbaar met aardappelpycysteaaltjes. Granulaattoepassingen hebben een opbrengstverhogend effect, dat groter is naarmate de dosering toeneemt. Meestal is het effect van volvelds toepassingen van granulaten op de vermeerdering van *P. penetrans* tijdens de aardappelteelt een verminderde vermeerdering. Bij een volle dosering volvelds toegepast, neemt in een aantal gevallen echter de populatie af (Kimpinski en anderen, 1997 en Brommer & molendijk, 2004 en Schepel, 2001). Bij besmettingen hoger dan 500 larven per 100 ml grond volstaat een rijentoepassing niet meer om voldoende opbrengstverhoging te realiseren. Bij deze besmettingen moet al gekozen worden voor een volvelds behandeling.

Koot en Molendijk (1996) vonden geen effect van rijentoepassingen van granulaten op de vermeerdering van *Paratrichodorus teres* in aardappel, suikerbiet en zaaiui. Bij suikerbiet was bij opkomst een positief effect zichtbaar van de granulaatbehandelingen, maar dit was niet meer zichtbaar bij de oogst. In de aardappelproeven was de kringerigheid bij de granulaatbehandelingen lager, maar er waren geen opbrengstverschillen. Ook bij de zaaiuien was er geen effect op de opbrengst. In geen van de proeven is een effect op de vermeerdering waargenomen. Alphey en anderen (1975) zagen een duidelijke afname van kringerigheid als gevolg van granulaattoepassingen. Er was geen effect op de vermeerdering van *Trichodoriden*. Brommer (2004) vond op een proefveld besmet met *P. pachydermus* slechts bij een volle dosering volvelds een verminderde vermeerdering op aardappel. Halve doseringen volvelds gaven een duidelijke opbrengstverhoging. De rijentoepassingen gaven een lichte opbrengstverhoging, maar de vermeerdering van *P. pachydermus* was nagenoeg gelijk aan het onbehandelde object.

Ook bij andere gewassen, zoals suikerbieten wordt melding gedaan van minder schade, maar er zijn geen effecten op de populatieontwikkeling (Hans Schneider IRS, mond. mededeling).

Granulaten zijn dus beperkt inzetbaar om aaltjes te bestrijden. Slechts bij volvelds toepassingen is in een aantal gevallen een verminderde vermeerdering van de aaltjes populatie te realiseren. Bij *Trichodoriden* is dit minder het geval. Als het gaat om het voorkomen of verminderen van schade, kunnen granulaten wel van belang zijn. Op percelen besmet met minder dan 500 larven *P. penetrans* per 100 ml grond kan middels een rijentoepassing in de aardappelteelt een opbrengsteffect gerealiseerd worden. Bij zwaardere besmettingen volstaat een rijentoepassing niet meer en zal een volvelds toepassing moeten

worden ingezet. Een halve dosering geeft hier goede resultaten. Ook bij een lichte *M. chitwoodi* besmetting kan een halve dosering volvelds het gewas beschermen tegen knolaantasting. Bij zwaardere besmettingen (boven de 150 larven per 100 ml grond) kan beter worden afgezien van de aardappelteelt. De schade die *Trichodoriden* veroorzaken in aardappels en suikerbieten is zeer wisselend. Een algemeen advies is moeilijk te geven, maar granulaten in suikerbieten zijn zelden rendabel. Slechts bij een besmetting van meer dan 150 *Trichodoriden* per 100 ml grond kan dit overwogen worden, en 100 *Trichodoriden* per 100 ml grond bij aardappels. Granulaten in suikerbieten tegen bietencysteaaltjes kunnen nooit uit (IRS voorlichtingsbooschap2006).

Internationale toepassingen

Als nematiciden zijn fumigantia zoals dichloorpropeen (1,3-D) en metam natrium (Monam) en daarnaast nematostatica zoals fenamiphos (Nemacur) en aldicarb (Temik) onderzocht tegen *Meloidogyne* en *Heterodera* (Oka en anderen, 2000, Lamberti en anderen, 2000) als alternatieven voor methyl bromide. Toepassingen tijdens de teelt konden de kosten niet rechtvaardigen. Behandelingen voorafgaand aan het zaaien of planten waren bij voldoende hoge concentraties wel effectief en productieverhogend maar een economische afweging van kosten en baten is niet gemaakt.

Het pesticide dimethyl disulfide (DMDS), dat ook in ui voorkomt, is in een potproef in een kas bij 22°C getoetst op werking tegen aardappelcysteaaltjes (*Globodera rostochiensis*) en wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne incognita*). Het aantal cysten nam met 80-90% af ten opzichte van onbehandeld terwijl na methyl bromide 75% reductie van cysten is gerealiseerd. DMDS was even effectief als aldicarb tegen wortelknobbelaaltjes en reduceerde het aantal aaltjes met 80-90%, afhankelijk van de vochtigheid van de grond (Coosemans, 2005). In veldproeven was schaarinjectie van DMDS op 30 cm diepte effectiever tegen pathogene schimmels dan toediening via druppelirrigatie. Een dag na toepassing heeft het gas zijn piekwaarde bereikt. Doseringen fluctueerden van 300 tot 800 kg/ha. Na toepassing werd de grond afgedicht met gasdichte folie. De hoogste dosering was nodig voor een redelijke effectiviteit tegen *Sclerotium rolfsii* (Fritsch, 2005). In hoeverre deze stof tot praktijktoepassing zal leiden is nog niet bekend.

Stellingen granulaten

- Granulaten kunnen schade voorkomen of verminderen.
- Granulaten hebben geen effect op de populatieontwikkeling.

4.4 Fysische grondontsmetting

4.4.1 Stomen

Dodingstemperaturen van diverse aaltjessoorten zijn onderzocht door G.J. Bollen van de Universiteit van Wageningen. Wortelknobbelaaltjes, cysteaaltjes, bladaaltjes en stengelaaltjes waren bij 51°C volledig geëlimineerd. Een zeer klein percentage (0,1 %) *Paratylenchus* aaltjes overleefde een behandeling bij 55°C. Bij het praktijkadvies van 70°C gedurende een half uur worden plantparasitaire aaltjes volledig uitgeschakeld (brochure grondstomen, 1981).

Grondsoort en vochtigheid van de grond zijn sterk bepalend voor de warmteoverdracht en daarmee voor het stoomresultaat (Minuto en anderen, 2005).

Stomen van grond is een effectieve methode om aaltjes ter doden. Stomen met onderdruk is de meest effectieve methodiek. Deze methode geeft op alle grondsoorten een beter resultaat dan zeilen stomen (Runia, 1983).

Op een chrysantenbedrijf kon door stomen met onderdruk *Pratylenchus penetrans* tot een diepte van 90 cm worden bestreden (Runia, 2000). Stomen met onderdruk is de meest effectieve methodiek. Zeer incidenteel wordt stoominjectie in het open veld toegepast. Deze methodiek verbruikt 3-4 m³ gas per m² grondoppervlak.

In Nederland is een mobiele stoominstallatie beschikbaar, die de grond 25 cm diep spit en stoomt in één werkgang (website A. Geerlings). Het brandstofverbruik is 1 liter gasolie per m² grondoppervlak en de capaciteit is maximaal 100 m² per uur. Deze machine wordt incidenteel op bollenvelden toegepast (Runia, W., persoonlijke mededeling). Stomen is vanwege het hoge energieverbruik en daardoor de hoge kosten voor de akkerbouw op dit moment geen reële optie.

Er loopt een project om een mobiele stoominstallatie te ontwikkelen op basis van onderdruk, die aanzienlijk minder energie (ca 0,2 l/m²) verbruikt dan de huidige stoominstallatie (Runia, pers.med.).

Internationale opinie

In enkele landen wordt in de glastuinbouw stomen met onderdruk toegepast. Mobiele stoominstallaties voor open veldtoepassingen richten zich veelal op het ontsmetten van relatief kleine grondoppervlaktes zoals beddenteelten. In de vollegrondsgroenteteelt is een oppervlakkige ontsmetting tot 10-15 cm diepte tegen schimmels en onkruidzaden een optie (Pinel en anderen, 2000). In Florida stoomt een mobiele machine grondbedden voor chrysantenstek (Grossman en Liebman, 1994).

4.4.2 Cultivit

Een grondbehandeling met hete lucht heeft in plastic tunnelteelten in een Mediterraan klimaat geleid tot een opbrengstverhoging van 90-150%. Het aantal *Meloidogyne* aaltjes nam niet af na de behandeling met hete lucht. De kwaliteit van de aaltjes direct na de behandeling en op langere termijn is niet onderzocht. Evenmin is bekend welk proces hieraan ten grondslag ligt (Runia, persoonlijke mededeling). Het aantal *Meloidogyne fallax* aaltjes in een Nederlands perceel nam niet af na een hete lucht behandeling; noch in de bouwvoor van 0-30 cm noch daaronder op 30-50 cm diepte. Dit in tegenstelling tot de fumigant Monam, die ook op 30-50 cm diepte de nematoden vrijwel volledig elimineerde. Dieptewerking is van

essentieel belang omdat er aanwijzingen zijn dat de natuurlijke wintersterfte onder de bouwvoor lager is dan in de bouwvoor (Runia, 2004 en Runia, 2005). De potentie van een hete luchtbehandeling voor de productie van akkerbouwgewassen in het Nederlandse gematigde klimaat is nog onbekend.

Internationale toepassingen

Een machine voor grondbehandeling met hete lucht is in Israël ontwikkeld en wordt in dit land al 4 jaar commercieel ingezet in diverse gewassen als alternatief voor methyl bromide. De toepassing met hete lucht in dit Mediterrane klimaat leidde op de praktijkbedrijven tot een groeistimulans (Improved Growth Response) die resulteerde in een meeropbrengst bij aardappel, bloemkool, koolrabi en de snijbloem *Eschscholzia*. Omdat wetenschappelijke resultaten ontbraken is in samenwerking met PPO-AGV onderzoek uitgevoerd dat in dit hoofdstuk is beschreven.

De potentie van een hete luchtbehandeling voor de productie van akkerbouwgewassen in andere klimaten is vooralsnog onbekend.

4.4.3 Straling

Andere fysische methoden zoals bestraling met gamma-, UV- of X-stralen, microgolven, ultrasoon of electrocutie zijn in het verleden wel onderzocht maar hebben niet geleid tot praktijktoepassingen (Maas, 1987).

Een Nederlandse mobiele grondontsmettingsmachine op basis van elektromagnetische golven (Agratron) is nog niet praktijkrijp, maar wordt nog doorontwikkeld. Deze machine moet in staat zijn om een 50-70 cm diepe grondlaag te ontsmetten (Groenten & Fruit, 2005).

Internationale toepassingen

Met een Amerikaanse machine werden onkruiden bestreden met microgolven bij 2450 MHz. Het resultaat was afhankelijk van de vochtigheid van de grond; droge onkruidzaden waren het minst gevoelig. Er was geen merkbaar effect op bacteriën en schimmels in de grond (Vela-Múzquiz, 1983). Proeven in steenwol toonden aan dat de behandelingstijd positief gecorreleerd is met de temperatuur. Het dodingseffect tegen vrijlevende aaltjes was na zes minuten bestraling met 2450 MHz, 600 W effectief, 100% bij een temperatuur van > 44,5°C. Veldtoepassing vereist voorzorgsmaatregelen betreffende gezondheidsaspecten en telecommunicatie systemen (van Wambeke en anderen, 1983).

Op de congressen over grondontsmetting vanaf 2000 zijn deze methodieken niet meer gepresenteerd.

Stellingen fysische grondontsmetting

- Stomen is op dit moment met de huidige installatie economisch niet haalbaar voor akkerbouwgewassen.
- De toepassing van hete lucht (Cultivit) dient onder gematigde klimaatsomstandigheden te worden onderzocht, bij voorbaat eerst in de kas en vervolgens in de vollegrondsgroenteteelt en vervolgens in de akkerbouw.
- Fysische methoden op basis van straling hebben tot op heden nog niet geleid tot praktijktoepassingen vanwege telecommunicatiesystemen en gezondheidsaspecten.

4.5 Biologische grondontsmetting

4.5.1 Solarisatie

Wortelknobbelaaltjes worden slechts gedeeltelijk gedood door solarisatie (Gamliel, 2005). Het aantal *Meloidogyne javanica* aaltjes werd door solarisatie met ongeveer 80% gereduceerd in een kas met aubergineplanten, waardoor een meeropbrengst werd gerealiseerd (Candido en anderen, 2005). Er is een biologisch afbreekbare folie uit maïs ontwikkeld voor dit doel, die even effectief is tegen *Meloidogyne* spp. als plastic folie. Het effect van solarisatie op wortelknobbelaaltjes in meloen, geteeld in een kas, was in Zuid-Italië beter dan in het veld. Het temperatuurbereik in het open veld was veel lager dan in de kas (Castronuovo en anderen, 2005). Deze methodiek is praktisch niet geschikt voor gematigde klimaten maar door combinatie met het inwerken van vers plantmateriaal en gebruik te maken van gasdichte folie voor afdekking van het perceel ontstaat anaërobe grondontsmetting, dat wel praktisch toepasbaar is in een gematigd klimaat.

Internationale toepassingen

Aanvankelijk werd solarisatie als zodanig breed toegepast in landen met een geschikt warm klimaat. De methodiek is eenvoudig toe te passen door het afdekken van de grond.

De laatste jaren zien we een verschuiving naar een combinatie van technieken om de effectiviteit te vergroten.

Door combinatie van organische toevoegingen zoals compost, vers of resten plantmateriaal, of mest in de grond te werken en af te dekken met (gasdicht) plastic (solarisatie) wordt een verbeterd resultaat bereikt ten opzichte van beide methodieken afzonderlijk (Gamliel, 2000).

Een combinatie van biofumigatie met schapen- of kippenmest en solarisatie is in principe even effectief tegen *M. incognita* als methyl bromide. Praktisch zijn er echter wel toepassingsproblemen (Guerrero, 2005).

Een combinatie van solarisatie met lage doses fumigantia is effectief tegen *Meloidogyne* (Di Vito, 2000).

4.5.2 Anaërobie

Bij anaërobie wordt 40 ton per ha vers, gemakkelijk afbreekbaar plantmateriaal, bijvoorbeeld gras, egaal door de teeltlaag gemengd. De grond wordt aangedrukt en beregend en vervolgens afgedekt met plastic. Binnen enkele dagen is de teeltlaag zuurstofloos. Voor een goede effectiviteit tegen bodemorganismen moet deze zuurstofloosheid tenminste 6 weken duren. Het wortelzieaaltje *Pratylenchus penetrans* werd volledig bestreden met deze methode. Er bleek geen verschil te zijn in effectiviteit tussen anaërobe compostering onder water of onder plastic (Jansma en anderen, 2001).

De effectiviteit van biologische grondontsmetting wordt vergroot door de toepassing van virtually impermeable film (VIF) Hytibarrier plastic in plaats van PE kuilplastic. Deze methodiek is onderzocht in de aspergeteelt, aardbeiteelt en de boomkwekerij. Anaërobie is effectiever tegen *Verticillium dahliae* dan tegen *Fusarium oxysporum*, waardoor in een langdurige teelt als asperge de aantasting zich toch nog flink kan uitbreiden (Meijer en Lamers, 2004). Anaërobie is niet effectief tegen *Pythium*. Aan het einde van een aardbeiteelt was na de ontsmetting in de Hytibarrier veldjes het aantal *Pratylenchus penetrans* aaltjes lager dan in de PE-film veldjes en onbehandelde veldjes (Lamers en anderen, 2004).

In verschillende veldexperimenten bleek biologische grondontsmetting, diverse nematoden sterk te reduceren (Lamers en anderen, 2002).

Zowel de aantallen *Meloidogyne chitwoodi* (Korthals, 2001) en *Paratrichodorus teres* aaltjes (Hartsema, 2001) kunnen door anaërobie worden gereduceerd. De beste periode is de zomer vanwege de hoge temperaturen. Resterende *P. teres* aaltjes kunnen nog voldoende tabaksratelvirus overbrengen om schade aan te richten. Deze methodiek is voor grootschalige toepassing te duur.

Volgens Meijer en Lamers (2004) kunnen *Meloidogyne fallax*, *Pratylenchus penetrans* en *Ditylenchus dipsaci* goed worden bestreden. *Globodera pallida* cysteaaltjes bleken ook grotendeels te worden geëlimineerd (Lamers e.a., 1997) maar *Trichodoride* aaltjes laten soms overleving zien onder anaërobe omstandigheden.

Internationale toepassingen

Anaërobe grondontsmetting is geschikt voor alle klimaten door de combinatie van solarisatie met gasdichte folie en biofumigatie. Deze methodiek werkt selectief tegen bepaalde bodemorganismen, wat in combinatie met de kosten van toepassing een belemmerende factor is voor internationale grootschalige toepassing.

4.5.3 Inundatie

Door het onder water zetten van een perceel wordt de zuurstoftoevoer afgesneden en wordt de grond zuurstofloos. CO₂-productie door anaërobe bacteriën, denitrificatie, toename van ammoniakgas, reductie van ijzer, mangaan en sulfaten en productie van organische zuren, methaan en waterstofsulfide. Na inundatie van bollenvelden gedurende 1 maand was *Ditylenchus dipsaci* niet meer aantoonbaar en het aantal *Paratrichodorus* aaltjes afgenomen tot 10% van de oorspronkelijke populatie. Na 8 weken inundatie konden geen plantparasitaire aaltjes meer worden aangetoond (Maas, 1987).

Inundatie was niet effectief tegen de schimmels *Pythium*, *Rhizoctonia solani* en *Stromatinia*. Inundatie was effectief tegen *Ditylenchus* en *Pratylenchus* maar gaf tegen *Trichodoriden* wisselvallige resultaten (Lohuis, 1989).

Voldoende effectiviteit van inundatie tegen *Ditylenchus dipsaci* en *Pratylenchus penetrans* is ook geconstateerd door van Zaayen (1985). Zeer veel bietencysteaaltjes overleefden inundatie maar het effect op aardappelcysteaaltjes zou nader onderzocht worden. Een hogere temperatuur (22°C) was effectiever dan een lage temperatuur (17°C). Daarom is de zomer het meest geschikt voor toepassing. Inundatie werkt selectief tegen schimmelziekten; *Rhizoctonia solani* wordt niet gedood door inundatie, *Stromatinia* gedeeltelijk en *Sclerotinia* wordt wel uitgeschakeld. Ook tegen onkruiden werkt deze methodiek selectief.

Ditylenchus dipsaci was na 10 weken inundatie bij 17°C volledig uitgeschakeld in zandgrond (Muller en van Aartrijk, 1989).

Hoewel diverse bollenvelden onder water worden gezet gedurende de zomermaanden met grondtemperaturen boven de 15°C, blijkt de controle van tabaksratelvirus (TRV) overgebracht door *Trichodoride* aaltjes, onvoldoende te zijn. Mogelijk komt dit door niet volledig zuurstofloze omstandigheden. In een labexperiment overleefde na 8 weken nog 10-17% van de *Trichodorus* aaltjes en werd in 2 van de 10 buizen met grond TRV aangetoond. Ook na 16 weken inundatie overleefde 2% van de *Trichodoriden* en werd in 1 van de 21 buizen met grond nog TRV aangetoond. Het afwisselen van droge en natte periodes had geen invloed op de overleving van de *Trichodoride* aaltjes. Wanneer inundatie werd toegepast op grond met raai gras dan vermeerderden de *Trichodoride* aaltjes zich. Deze

methodiek is onvoldoende gebleken om de overdracht van TRV door Trichodoride aaltjes tegen te gaan (Asjes, 1996).

Zowel de aantallen *Meloidogyne chitwoodi* (Korthals, 2001) en *Paratrichodorus teres* (Hartsema, 2001) aaltjes kunnen door inundatie worden gereduceerd, wanneer zuurstofloze omstandigheden worden gecreëerd. De beste periode is de zomer vanwege de hoge temperaturen. Resterende *P. teres* aaltjes kunnen nog voldoende tabaksratelvirus overbrengen om schade aan te richten. Deze methodiek is voor grootschalige toepassing te duur.

Internationale toepassingen

Door het onderwater laten lopen van grond ontstaan zuurstofloze omstandigheden die voor bepaalde schadelijke bodemorganismen dodelijk zijn. Internationaal is inundatie meestal van toepassing in rijstvelden (natte rijst).

In natte rijstvelden bleek *Meloidogyne graminicola* zich beter te kunnen handhaven en vermeerderen dan in de drogere, hoger gelegen rijstvelden maar kwam in alle teeltsystemen voor. Voor *Pratylenchus zaeae* was dit omgekeerd; dit aaltje kwam alleen voor in droge rijstteelten en niet in beregende of natte rijstvelden (Prot & Matias, 1995). In rijstvelden lijkt deze methode dus ook selectief te werken tegen bepaalde aaltjes.

Stellingen biologische grondontsmetting

- Inwerken van plantaardig of dierlijk (afval)materiaal, gevolgd door afdekken met gasdicht folie kan met aaltjes besmette delen van een perceel ontsmetten.
- Biologische grondontsmetting door anaërobie is voor grootschalige toepassing te duur maar kan kleine aaltjeshaarden wel bestrijden.
- De effectiviteit van anaërobie staat of valt met het voorkomen van vogelvraat.
- Inundatie kan alleen worden toegepast op zandgronden met een goed afsluitende onderlaag en werkt selectief tegen schimmels en aaltjes.

4.6 Biofumigatie

Biofumigatie bestaat uit het toepassen van gewassen die toxische verbindingen bevatten dan wel vormen bij het onderploegen. Omdat verreweg het meeste werk aan biofumigatie met kruisbloemigen gedaan is uit het geslacht *Brassica* en verwante geslachten wordt het begrip biofumigatie soms beperkt tot het gebruik van deze planten. Maar ook andere gewassen kunnen op dezelfde manier ingezet worden, zodat het beter is de term iets breder te gebruiken.

Andere plantensoorten die onderzocht zijn voor biofumigatie zijn o.a. lupine en *Crotalaria*. *Crotalaria* is een voornamelijk tropisch geslacht dat bekend staat vanwege hoge resistentie tegen belangrijke plantenparasitaire aaltjes zoals *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Radopholus* en andere. Verder bevat dit gewas alkaloïden die in de bodem een toxische werking hebben op aaltjes (Wang et al, 2002). *Crotalaria* is nog niet uitgetest onder Nederlandse condities, maar experimenten in biologische kassen zijn gepland (F.C. Zoon, pers. med.). Vanwege de temperatuurbehoefte van dit warmteminnende geslacht is het de vraag of toepassingen in het vrije veld haalbaar zijn.

Andere gewassen die mogelijkheden lijken te bieden voor biofumigatie zijn schroot van ricine, lupine en gewasresten van komkommer en paprika, die toxische effecten hebben op wortelknobbelaaltjes (F.C. Zoon, pers. med.). Ook schroot van *Crambe* had een sterk toxisch effect op wortelknobbelaaltjes in een potproef. De werkingsmechanismen van deze gewassen is nog niet duidelijk en dit onderzoek bevindt zich nog in de beginfase.

In veel kruisbloemigen komen glucosinolaten voor, zwavelhoudende verbindingen die op zich niet toxisch zijn, maar door het enzym myrosinase worden omgezet naar isothiocyanaten, die toxisch kunnen zijn voor insecten, bodemschimmels en aaltjes. De scherpe smaak van de specerijen mosterd, mierikswortel en Japanse Wasabi (*Wasabia japonica*) zijn gebaseerd op deze afbraakproducten van glucosinolaten. Natuurlijk voorkomende isothiocyanaten zijn chemisch verwant aan de actieve verbinding uit het grondontsmettingsmiddel metam natrium (methylisothiocyanaat). Verschillende soorten kruisbloemigen kunnen verschillende typen glucosinolaten hebben, terwijl ook de gehalten aan deze stoffen per soort sterk kunnen verschillen (Warton et al., 2001). Niet alle types isothiocyanaten zijn even toxisch voor nematoden (F.C. Zoon, pers. med.). Verder kunnen de gehalten van glucosinolaten en myrosinase sterk verschillen in de verschillende plantendelen en in de tijd. In de regel geldt dat na de bloei de gehalten sterk afnemen. Plant Research International (PRI) heeft bio-toetsen ontwikkeld waarin het potentiële effect van biofumigatie gewassen op verschillende nematoden snel bepaald kan worden (F.C. Zoon, pers. med.).

Meestal worden positieve effecten van biofumigatie op verschillende bodemorganismen gerapporteerd, zowel voor nematoden, schimmels als bodeminsecten (zie bijvoorbeeld Dunne et al, 2003; Lawrence en Matthiesen, 2004). Matige of slechte resultaten worden vaak niet gepubliceerd, zodat een literatuuroverzicht bijna altijd een te rooskleurig beeld van een bepaalde methode geeft. Een risico bij het gebruik van biofumigatie is dat er versnelde afbraak van de isothiocyanaten kan optreden bij langdurige toepassing, omdat de microflora zich aanpast (adaptatie) aan de aanwezigheid van de actieve stoffen (Warton et al, 2003). De omstandigheden, waaronder de vorming van isothiocyanaten plaats vindt, heeft grote invloed op de effectiviteit. Bodemtemperatuur, vochtgehalte en bodemtype zijn belangrijke factoren hierin (Price et al, 2005).

Bij het gebruik van biofumigatie moet rekening gehouden worden met de waardplantstatus van de biofumigatie plant. Bij een goede waardplant kan het dodend effect na de gewasperiode geheel of gedeeltelijk teniet gedaan worden door vermenigvuldiging van de nematoden tijdens de gewasperiode, vooral als de effectiviteit van de biofumigatie lager is dan 90 % doding (hetgeen meestal het geval is) (Stirling en Stirling, 2003; F.C. Zoon, pers.

med.). PRI heeft een aantal selecties uit landbouwrassen en wilde kruisbloemigen, die hoge niveaus van resistentie tegen wortelknobbel en/of wortellesieaaltjes hebben. Op dit moment wordt nog naar partners gezocht om dit onderzoek voort te kunnen zetten (F.C. Zoon, pers. med.).

Op praktijkbedrijven is het niet eenvoudig om met een biofumigatie gewas voldoende isothiocyaten in de grond te krijgen. Hiervoor is een gewas nodig met voldoende biomassa, en voldoende hoge gehalten aan glucosinolaten en myrosinase, maar ook de manier van oogsten en onderwerken zijn van groot belang voor het voldoende vrijkomen van de actieve stof (F.C. Zoon, pers. med.). Verder is de bodemtemperatuur van groot belang bij de omzetting van glucosinolaten dat immers een enzymatisch proces is. Vanwege de hier genoemde factoren worden de gebruiksmogelijkheden van kruisbloemige biofumigatie gewassen ingeperkt. Een ideale toepassing zou zijn om een voldoende grote biomassa in te werken in het voorjaar, als de temperaturen hoog genoeg zijn voor de vorming van isothiocyaten. Maar op dit moment ontbreken winterharde soorten kruisbloemigen met de geschikte eigenschappen voor deze toepassing. In projectplannen wordt echter al wel rekening gehouden met veredeling of selectie juist voor deze toepassing. Toepassing van biofumigatie in de zomer zou wat betreft temperatuur en gehalten in het gewas ideaal zijn, maar dit kost relatief veel, omdat de teelt van het biofumigatie gewas dan in de plaats van een renderend gewas komt. Op dit moment lijkt de periode tussen de oogst en het moment in het najaar waarop de bodemtemperatuur te laag wordt voor efficiënte productie van isothiocyaten te kort om een effectieve toepassing mogelijk te maken.

Voor gebruik in vollegronds kasteelten is de strategie ontwikkeld om het biofumigatie gewas buiten te telen, waardoor de toepassing veel flexibeler kan zijn. In kasbedrijven is het economisch niet haalbaar tijd en productiecapaciteit te gebruiken voor de teelt van een biofumigatie gewas in de kas zelf, maar in sommige gevallen zijn er wel mogelijkheden voor buitenteelt van het biofumigatie gewas. Deze strategie wordt momenteel uitprobeerd door enkele telers van biologische glasgroenten, die met ernstige problemen met wortelknobbelaaltjes te kampen hebben. (F.C. Zoon, pers. med.). In ieder geval heeft deze strategie tot voordeel dat de waardplantstatus van het biofumigatie gewas geen belangrijke rol meer speelt.

Verschillende producenten bieden speciale mengsels van groenbemesters aan die gericht zijn op het verkrijgen van een optimaal effect van biofumigatie. De firma Petersen biedt een mengsel van Brassica's aan onder de naam Terraprotect en geeft aanwijzingen over de teelt en toepassingswijze (<http://www.terraprotect.com/>). Ook de firma Van Dijke Semo heeft een zaadmengsel speciaal voor biofumigatie op de markt: BQ Mulch. Dit mengsel is in Nieuw Zeeland ontwikkeld. Verder heeft Van Dijke Semo een eigen ras van Sarepta mosterd (*Brassica juncea*) dat binnenkort beschikbaar komt. Met dit ras lopen proeven via het programma Biokas (F.C. Zoon, pers. med.).

Gesteld kan worden dat het niet waarschijnlijk lijkt dat biofumigatie een soortgelijke rol als chemische grondontsmetting kan krijgen. Hiervoor is de gepubliceerde effectiviteit niet groot genoeg en zorgt de inflexibiliteit van de inpassing in het bestaande bedrijfssysteem voor beperkte mogelijkheden van toepassing. De positieve kant van het gebruik van biofumigatie wordt gevormd door de meervoudige effecten tegen aaltjes, schimmels en insecten en de toepassing als groenbemester, die vaak al een plaats heeft in het teeltsysteem. Als een groenbemester ook voor biofumigatie ingezet kan worden zijn de kosten en de extra arbeid beperkt en zal de teler eerder geneigd zijn deze mogelijkheid toe te passen.

Internationale toepassingen

Biofumigatie wordt op grote schaal onderzocht in Australië en Italië. Een overzicht van de ontwikkelingen in Australië wordt gegeven in de nieuwsbrief Biofumigation Update, die

tegenwoordig in PDF formaat op het Internet gepubliceerd wordt (http://www.ento.csiro.au/research/pestmgmt/biofumigation/newsletter_list.html). De belangstelling van de Australische onderzoekers van het Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) ligt vooral in de bestrijding van bodeminsecten en –schimmels, en in mindere mate bij de bestrijding van nematoden. Methodes van toepassing en selectie en veredeling van bruikbare biofumigatie gewassen zijn belangrijke thema's in het Australische onderzoek.

In Italië is het Research Institute for Industrial Crops and Products (ISCI-MIPAF) actief in het onderzoek naar biofumigatie gewassen. De genetica van de productie van toxische verbindingen en veredeling op dit gebied zijn onderzoeksthema's in deze groep. Verder heeft dit instituut een product in ontwikkeling gebaseerd op gedroogde pellets van biofumigatie gewassen, wat de toepassing van biofumigatie los zou kunnen koppelen van de productie van de gewassen (Lazzeri en anderen 2004).

Stellingen biofumigatie

- Biofumigatie is pas kansrijk als aaltjesresistente groenbemesters voor dit doel ingezet kunnen worden.
- De inflexibiliteit van de inpassing in het bedrijfssysteem beperkt de mogelijkheid van toepassing.

4.7 Vanggewassen

4.7.1 Tagetes als vanggewas voor *Pratylenchus penetrans*.

Al in 1957 (Oostenbrink, 1957) is er melding gemaakt van het bestrijdende effect van *Tagetes* op *Pratylenchus penetrans*. In de endodermis van *Tagetes* komt de stof α -terthienyl voor, die kan worden omgezet in een voor aaltjes dodelijke stof (Bakker, 1979). Alleen aaltjes die doordringen tot de endodermis zetten dit omzettingsproces in gang. De teelt van *Tagetes* is daarom niet effectief tegen alle aaltjes. Niet alle *Tagetes* soorten hebben een even effectieve dodelijke werking tegen *Pratylenchus penetrans*. *Tagetes minuta* en *Tagetes erecta* werken minder effectief tegen *Pratylenchus penetrans* dan *Tagetes patula*. (Molendijk, 1996). Het effect van de teelt van *Tagetes* op het populatieniveau van *Pratylenchus penetrans* is langer dan van een chemische grondontsmetting (Evenhuis, 2004).

4.7.2 Raketblad als vanggewas voor aardappelcysteaaaltjes

Uit een screening van negentig niet knolvormende *Solanaceae* op lokking van en resistentie tegen aardappelcysteaaaltjes kwam *Solanum sisymbriifolium* als veelbelovend gewas naar voren omdat het een goede lokking van de larven combineerde met een volledige resistentie (Scholte, juni 2000).

Solanum nigrum vertoont ook lokking maar is veel minder tolerant tegen hoge dichtheden aardappelcysteaaaltjes. Bovendien kan *S. sisymbriifolium* beter tegen nachtvorst (Scholte, augustus 2000).

In veld- en potexperimenten bleek dat *S. sisymbriifolium* een lokking van 60 tot 80 procent veroorzaakt (Scholte, oktober 2000). Het feit dat raketblad zeer tolerant is tegen aardappelcysteaaaltjes en een bijdrage levert aan de bestrijding van aardappelcysteaaaltjes maakt het de moeite waard het gewas verder te ontwikkelen (Timmermans, 2005).

Raketblad moet voor een optimale ontwikkeling niet later dan half mei gezaaid worden. Het heeft een langzame beginontwikkeling waardoor onkruid een groot probleem is. In veldproeven en op praktijkpercelen bleek de extra lokking bovenop de natuurlijke sterfte tegen te vallen (Hoek, Molendijk en van der Mheen, 2005).

4.7.3 Aardappel als vanggewas voor aardappelcysteaaaltjes

Wanneer aardappel als vanggewas geteeld wordt kan een afname van de populatie bewerkstelligd worden die gelijkwaardig is aan een chemische grondontsmetting (Mugnieri, 1984).

Maximale afnames van 78 tot 92 % zijn gemeten bij een teeltduur van 37 tot 47 dagen. Wanneer de bodemtemperatuur onder 10°C is vind er geen lokking plaats. Doding met glyfosaat is de enige juiste methode om het gewas snel volledig dood te krijgen voordat vermeerdering plaatsvindt (Molendijk & van Beers, 2005).

De besmetting met *Meloidogyne hapla* neemt toe tijdens een acht weken durende teelt van aardappel als vanggewas tegen aardappelcysteaaaltjes. De teelt heeft geen invloed op het populatieniveau van *Pratylenchus penetrans*. Er is ook geen effect op de plantaantasting met *Rhizoctonia solani*. Lakschurft aantasting op de knollen wordt wel verminderd. De resultaten voor *Verticillium dahlia* zijn wisselend (Scholte, 2000).

4.7.4 Bladrammenas en gele mosterd als vanggewas voor bietencysteaaaltjes.

Bladrammenas (*Raphanus sativus*) en gele mosterd (*Sinapsis alba*) zijn in principe waardplant voor bietencysteaaaltjes. In 1981 is over het eerste resistente ras gepubliceerd (Petersen, 1981). Inmiddels zijn alle rassen op de Nederlandse rassenlijst resistent waardoor een afname van de aaltjespopulatie bewerkstelligd kan worden, mits het gewas voldoende vroeg gezaaid kan worden.

Bij zaai na 1 augustus is de teeltduur echter te kort om een sterke afname van de populatie te zorgen. (Timmer, Korthals en Molendijk, 2003). Er zijn ook nieuwe ontwikkelingen op dit gebied met een oliehoudende *Brassica* soort; *Eruca sativa* spp. *oleifera*. Dit gewas is in Italië in onderzoek omdat het de teelt van het gewas voor de mosterdolie productie combineert met een goede aaltjesbestrijding, zoals die van resistente bladrammenas en gele mosterd (Lazzeri en anderen, 2004).

Stellingen vanggewassen

- Tagetes heeft zijn waarde als vanggewas in de praktijk bewezen in de aardbeisector maar is in de akkerbouw beperkt inzetbaar.
- Raketblad kan als vanggewas voor aardappelcysteaaaltjes waardevol zijn mits de effectiviteit wordt verbeterd.
- Aardappel kan prima als vanggewas worden toegepast op voorwaarde dat aan de teeltduur strak de hand wordt gehouden.
- Vanggewassen met brede aaltjesresistentie maken de meeste kans in de akkerbouw.

4.8 Toediening van compost, andere organische toevoegingen en antagonisten

4.8.1 Compost en andere organische toevoegingen

In de literatuur wordt in het algemeen een positief effect gemeld van organische toevoegingen op bodemgezondheid, bacterie- en schimmelziekten (zie bijvoorbeeld Termorshuizen en anderen, 2004). In een overzicht van de wetenschappelijke literatuur over nematodenproblemen uit de periode van 1982 tot 1994 geeft het overgrote deel van de 221 artikelen die bestudeerd zijn aan dat organische toevoegingen aan de bodem een onderdrukkend effect hebben op plantparasitaire nematoden (D'Addabbo, 1995). Uit dit overzicht komt naar voren dat perskoek van oliezaden (vaak afkomstig van neem) de meest gebruikte en effectiefste organische toevoeging is. Het moet hierbij echter opgemerkt worden dat neutrale of zelfs negatieve resultaten relatief minder vaak gepubliceerd worden, zodat een literatuuroverzicht bijna altijd te positief uitvalt.

Verder dient bij het evalueren van onderzoek op dit gebied de gebruikte dosis van de organische toevoeging meegewogen te worden. In veel onderzoeken, vooral uit Brazilië en India, is gewerkt met doses die irrealistisch hoog zijn, waardoor de resultaten moeilijk naar de praktijk te vertalen zijn.

In de Nederlandse situatie is de gift van compost of andere organische meststoffen geregeld in het "Besluit kwaliteit en gebruik van overige organische meststoffen" (BOOM: LNV/VROM, 1991, 1998, 2001). Onderzoek dat gebruik maakt van doses compost die in de praktijk onhaalbaar zijn heeft slechts zeer beperkt nut. Oka en Yermiyahu (2002) gebruiken bijvoorbeeld gehalten van 10 tot 50 % compost in potproeven, wat overeen zou komen met een dosis van 35 tot 175 ton compost per hectare (uitgaande van een bouwvoordiepte van 25 cm en een soortelijk gewicht van de grond van 1,4). Hoewel deze auteurs sterke effecten, vergelijkbaar met chemische grondontsmetting vinden tegen het wortelknobbelaaltje *Meloidogyne javanica* kan zeker niet de conclusie getrokken worden dat de composttoepassing in deze hoeveelheden praktisch perspectief biedt. De kleinere effecten die in dit onderzoek gevonden werden bij toepassingen in doses van 5 % en lager zijn een veel betere indicatie van de potentiële effectgrootte van de deze maatregel in de praktijk. Bij de beoordeling van onderzoek naar het gebruik van organische toevoegingen tegen nematoden kan er vanuit gegaan worden dat deze dosis van 5 %, die overeenkomt met een gift van 16,5 ton compost per ha, overeenkomt met de hoogste praktisch toepasbare dosis. Door geconcentreerde toepassing van compost bijvoorbeeld in de zaaivoor kan de dosis lokaal op het veld vergroot worden. Dit brengt echter risico's mee op groeiremming en verbranding van de jonge planten (F.C. Zoon, pers. med.).

Bij de vertaling van de resultaten van buitenlands onderzoek naar de Nederlandse situatie moet de nodige voorzichtigheid betracht worden. In veel onderzoek uit tropische gebieden is met lokale bronnen van organisch materiaal gewerkt, die in Nederland niet op praktische schaal te verkrijgen zijn. De bodemtemperatuur is in de tropische en subtropische regio's beduidend hoger dan in Nederland, wat leidt tot een duidelijk andere kinetiek van afbraak van het materiaal en eventuele accumulatie van toxische componenten. Verder is in warme klimaatzones het organisch stof gehalte van de bodem veelal beduidend lager dan in Nederland, wat een relatief groter effect van de toevoeging van organisch materiaal zou kunnen veroorzaken. Onderzoek van PRI toont aan dat bij zeer arme zandgronden met een laag organisch stof gehalte toediening van compost het grootste effect had, terwijl in zandgronden met hoog organisch stof gehalte het effect van organische toevoegingen vaak kleiner was, of zelfs niet eens aangetoond kon worden (F.C. Zoon, pers. med.).

De mechanismen van de werking van compost zijn divers. In de literatuur worden o.a. genoemd: stimulering van de algemene biologische activiteit van de bodem (Widmer en anderen, 2002), stimulering van natuurlijke vijanden (antagonisten) van nematoden (Alam en Jairpuri, 1990), accumulatie van toxische afbraakproducten (Raviv en anderen, 2005) en

geïnduceerde resistentie in de waardplant (Akhtar en Malik, 2000). Er is echter nauwelijks hard bewijs over het precieze mechanisme waardoor organische toevoegingen tegen nematoden werken. Het is bijzonder lastig een wetenschappelijk sluitende bewijsvoering voor het werkingsmechanisme voor te leggen, mede doordat de bovengenoemde mechanismen elkaar niet uitsluiten en dus ook in verschillende combinaties van belang kunnen zijn. Verder brengt het werken in de bodem met zich mee dat directe observatie van de nematoden vrijwel uitgesloten is. Belangrijke factoren als microbiële activiteit en concentratie van mogelijke toxische componenten in de bodem kunnen zeer sterk variëren in de ruimte en de tijd.

Behalve de dosering van de organische toevoeging heeft ook de samenstelling van het organische materiaal een grote invloed op de effectiviteit. Algemeen kan gesteld worden dat toevoegingen met een hoog stikstofgehalte beter werken (zie bijvoorbeeld Jin en anderen, 2005; Raviv en anderen, 2005). Dit kan zowel worden veroorzaakt door de grotere microbiële stimulering door stikstofrijke compost als door de vorming van nematotoxische verbindingen als ammoniak tijdens de afbraak van stikstofrijk organisch materiaal. Deze mechanismen sluiten elkaar niet uit.

De resultaten van het onderzoek naar organische toevoegingen spreken elkaar soms tegen. Zo vonden Kimpinski en anderen (2003) geen onderdrukkende effecten van realistische doseringen compost in een zesjarige veldproef. Hoewel compost (dosering: 16 ton/ha) wel een stimulerend effect had op de gewasopbrengst, werden ook hogere aantallen plantenparasitaire nematoden gevonden in de compostbehandelingen. De auteurs gaan ervan uit dat de beter groeiende planten ook een grotere nematodenpopulatie in stand konden houden, zonder direct veel schade op te lopen. Kokalis-Burelle e anderen (1994) vonden in een studie naar het gebruik van gecomposteerde en ongecomposteerde dennenbast dat toevoegingen tot 5 % (overeenkomend met 16,5 ton compost/ha) een onderdrukkend effect op wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne arenaria*) en sojacysteaaltjes (*Heterodera glycines*) had in potproeven.

In Nederland heeft het onderzoek naar compost tegen nematoden al een langere geschiedenis. Zo is bijvoorbeeld het gebruik van verschillende typen compost tegen Trichodoride aaltjes en de overdracht van tabaksratelvirus (TRV) in verschillende gewassen onderzocht. Het bleek dat alle onderzochte composttypen in staat waren de migratie van de nematoden naar de waardplant sterk tot zeer sterk te remmen in laboratoriumproeven. De effecten in het veld waren kleiner, hoogstwaarschijnlijk omdat de periode van bescherming van de planten door de compost te kort was (F.C. Zoon, pers. med.). Op dit moment wordt het gebruik van organische mest aangeraden als maatregel tegen Trichodoriden op de website van Kennisakker

http://dlq2.vertis.nl/pls/dlq/docs/FOLDER/KENNISAKKER_NEW/KENNISCENTRUM/HANDLEIDINGEN/AALTJESMANAGEMENT_7VRIJLEVENDE_AALTJES.HTM

In potproeven gedaan op PRI bleek een grote reeks aan organische toevoegingen te werken tegen aaltjes. De tijdsduur van het effect was beperkt tot enkele weken en de effectgrootte fluctueerde rond 50 %. In deze proeven en in sommige veldproeven kon een verband aangetoond worden tussen stimulering van de bodemademhaling en onderdrukking van aaltjes. Het bleek dat goede, uitgerijpte compost met een hoge stabiliteit het minste effect had op zowel de bodemademhaling als de nematoden. Van enkele speciale composten, die het bodemleven zouden moeten stimuleren en daardoor de plantenparasitaire nematoden onderdrukken is geen duidelijk positief effect gevonden (F.C. Zoon, pers. med.).

Compostgift is ook onderzocht als behandeling in twee grootschalige veldproeven waarin geprobeerd is bodemweerstand tegen wortellesieaaltjes en wortelknobbelaaltjes te stimuleren. In één van de twee proeven werd gevonden dat compostgift inderdaad de bodemweerstand significant verhoogt (d.w.z. dat er minder van de aanwezige aaltjes ook daadwerkelijk de plant bereiken). Op het andere proefveld werd geen significant effect van compost gevonden, maar dit kan te wijten zijn aan het feit dat er in dit veld al een hoge

bodemweerstand aanwezig was, waardoor het extra effect van compostgift niet goed te bepalen was.

Een andere organische toevoeging is chitine. Deze stof is afkomstig van garnalen- of krabafval en is door PPO-AGV o.a. onderzocht tegen *Meloidogyne chitwoodi*. De resultaten waren vrijwel gelijkwaardig aan biologische en chemische grondontsmetting en zijn gepubliceerd op kennisakker.nl (Runia e.a., 2006). Ook bleek chitine even goed te werken tegen Trichodoride aaltjes in een project over bodemweerstand. Tegen *Pratylenchus* aaltjes was chitine minder effectief en niet betrouwbaar verschillend van onbehandeld (Korthals en anderen., 2003). Chitine is nationaal (Boerma en anderen, 2003) en internationaal (Hampson en Coombes, 1995) ook getest tegen wratziekte en geeft reductie van de mate van aantasting.

PHC Caliënte® is een product op basis van mosterdzaad. Het wordt geleverd door Plant Health Care B.V. Dit product zal in 2006 worden onderzocht in enkele aaltjesproeven.

Compost of andere organische toevoegingen zijn niet moeilijk om in te passen in een bestaande bedrijfsvoering. Veel telers gebruiken al compost of andere toevoegingen om het organisch stof gehalte van de grond op peil te houden, de bodemstructuur te verbeteren of als alternatieve meststof. Wel zal bij het gebruik van speciale organische materialen rekening gehouden moeten worden met de prijs van het product en de mogelijke consequenties voor de mineralenbalans.

Over het algemeen kan geconcludeerd worden dat compost en andere organische toevoegingen waarschijnlijk nuttig zijn als onderdeel van een maatregelenpakket ter beheersing van aaltjes. Op grond van de literatuur lijkt het onwaarschijnlijk dat compost een soortgelijke rol zal gaan vervullen als de chemische grondontsmettingsmiddelen. Hiervoor is de gerapporteerde effectiviteit te laag (voor zover het om realistische hoeveelheden compost gaat).

Internationale toepassingen

Toepassingen van compost en andere organische toevoegingen worden wereldwijd op grote schaal onderzocht, met nadruk op de tropische gebieden. Vooral in India en Brazilië wordt veel aandacht gegeven aan het gebruik van organische toevoegingen. In Europa is de universiteit van Bonn actief op dit gebied.

Een grote variëteit aan organische toevoegingen is wereldwijd onderzocht o.a. gewasresten, perskoek van oliezaden, huisvuilcompost, boomschorscompost, composten van vlees- en visafval, chitine, zaagsel en lignosulfonaat (restproduct van papierproductie).

4.8.2 Antagonisten

Antagonisten van plantenparasitaire nematoden vormen een diverse groep van organismen bestaande uit o.a. bacteriën, schimmels, roofaaltjes, tartigraden, bodeminsecten en platwormen. Van al deze antagonisten zijn alleen bacteriën en schimmels uitgebreid onderzocht als mogelijke biologische bestrijders van nematoden. Dit komt vanwege het feit dat massakweek van de andere groepen organismen nauwelijks mogelijk is, wat grootschalige experimenten moeilijk te verwezenlijken maakt en commerciële toepassing uitsluit.

Er is een zeer groot aantal micro-organismen beschreven als antagonisten van nematoden (zie bijvoorbeeld Alam en Jairapuri, 1990), maar het aantal organismen dat wereldwijd een toelating heeft en als commercieel product verkocht wordt, is zeer gering. Dit heeft enerzijds te maken met de biologie van de predator – prooi relatie of de parasiet – gastheer relatie die de antagonisten ontwikkeld hebben met hun prooi / gastheer. Ecologisch gezien is het zeer

ongebruikelijk dat een predator of een parasiet de prooi / gastheer populatie helemaal uitroeit, omdat daarmee ook het voortbestaan van de predator of parasiet in gevaar komt. De organismen die in aanmerking komen als biologisch bestrijdingsmiddel hebben zich dus zodanig aangepast dat ze hun voedselbron niet geheel zullen vernietigen. Dit maakt dat het vaak moeilijk is met antagonisten een nematodenpopulatie zeer sterk te verminderen of zelfs uit te roeien. Dit probleem kan worden omzeild door het gebruik van een zeer grote hoeveelheid van de antagonisten, de zogenaamde inundatieve strategie. Deze strategie heeft als nadelen de kosten voor een grote hoeveelheid product en de korte werkingsduur, omdat de antagonisten zich niet in een overpopulatie op het uitgangsniveau in stand kunnen houden.

De andere reden dat er nog maar zeer weinig commerciële microbiële producten tegen nematoden verkrijgbaar zijn, is de hoge kosten en langdurige procedures voor het verkrijgen van een toelating als bestrijdingsmiddel. Kosten voor een toelating in de EU bedragen op dit moment ongeveer 4 miljoen euro en een tijdspanne van 3 tot 5 jaar (Van der Krieken, pers. med.). Deze kosten en tijdsinvestering kunnen of willen veel bedrijven niet maken, waardoor het aantal commercieel verkrijgbare microbiële middelen tegen nematoden uiterst gering is. In Nederland is momenteel geen enkel microbiel product tegen nematoden toegelaten (www.ctb-wageningen.nl).

Microbiële antagonisten van nematoden zijn in te delen in twee groepen: eiparasieten en organismen die het vrijlevende stadium in de grond aanvallen.

Tot de laatste categorie behoort een diverse groep van organismen die weer onder te verdelen is in parasitaire en predatoire organismen. De parasitaire organismen infecteren de nematoden via sporen. De parasitaire groep vormt geen actieve biomassa in de grond, maar groeit uitsluitend in de nematoden zelf. Bekende voorbeelden uit deze groep zijn de geslachten *Hirsutiella* en *Catenaria* (Poinar en Jansson, 1988). Verder hoort ook de bacterie *Pasteuria penetrans* in deze groep. Een andere groep fungi (predatoire schimmels) vangt aaltjes op een verscheidenheid van structuren, zoals netten, ringen, blaasjes en plakkende schimmeldraden. Bekende genera in deze groep zijn *Monacrosporium* en *Arthrobotrys*. Deze schimmels zijn facultatieve aaltjeseters en moeten een netwerk van schimmeldraden aanleggen alvorens nematoden te kunnen vangen.

Eiparasitaire schimmels kunnen zowel cysteaaltjes als wortelknobbelaaltjes aantasten. Deze groep schimmels komt regelmatig in hoge dichtheden voor in de rhizosfeer. Bekende geslachten uit deze groep zijn *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Paecilomyces* en *Pochonia* (voorheen *Verticillium*) (Poinar en Jansson, 1988).

Van de hele groep antagonisten zijn een paar soorten dicht bij commercialisatie in Nederland. Het betreft hier de schimmels *Paecilomyces lilacinus* en *Pochonia chlamydospora* en de bacteriën *Pasteuria penetrans* en *Bacillus firmus*. In de volgende sectie zullen deze soorten meer in detail behandeld worden.

Pasteuria penetrans

Pasteuria penetrans is een bacterie die verwant is aan de *Bacillus* groep. Deze bacterie is obligaat parasiet van nematoden. De bacterie overleeft als sporen in de grond, die zeer lang kunnen overleven (tot 9 jaar) (Cetintas and Dickson, 2004). De sporen hechten aan aaltjes via een specifieke biochemische herkenningsreactie. Daarna penetreert de bacterie het aaltje vanuit de spore en vult langzaam het hele aaltje met een myceliumachtige structuur, waarvan zich uiteindelijk weer nieuwe sporen afsplitsen. Op het moment dat het wortelknobbelaaltje een volwassen vrouwtje is geworden bevat het aaltje in de plaats van eieren van een massa van ongeveer 2 miljoen nieuwe *Pasteuria* sporen. Juvenile nematoden met meer dan 15 sporen op de huid kunnen niet meer de plant binnendringen (Chen and Dickson, 2004).

Enkele eigenschappen van *Pasteuria penetrans* hebben de ontwikkeling van deze antagonist tot bestrijdingsmiddel sterk bemoeilijkt. De voornaamste hinderpaal was dat de bacterie niet te kweken was zonder de nematode gastheer. Dit maakte een goedkope massakweek zo goed als onmogelijk (Bishop and Heller, 1991). Op dit moment echter heeft een Japanse firma een methode ontwikkeld om *Pasteuria penetrans* volledig zonder nematode gastheer te kweken. Deze methode wordt echter geheim gehouden. Hiermee is toch de voornaamste stap gezet voor het commercialiseren van *Pasteuria penetrans*.

Een tweede probleem met *Pasteuria penetrans* is de soms extreme waard specificiteit. Bepaalde stammen van *Pasteuria penetrans* hechten maar aan één soort nematode of soms slechts aan maar enkele populaties binnen een soort. Dit probleem is opgelost door te zoeken naar *Pasteuria* stammen met een bredere werking tegen meerdere aaltjes. Het Japanse isolaat is getest op werking tegen meerdere aaltjes; het vertoonde een zeer sterke aanhechting aan *Meloidogyne javanica*, een lage tot goede aanhechting aan *Meloidogyne incognita* (afhankelijk van de herkomst van het aaltje) en slechte aanhechting aan *Meloidogyne hapla*, *Meloidogyne fallax* en *Meloidogyne chitwoodi* (Kok, ongepubliceerde resultaten). In een experiment in een chrysantenkas besmet met *Meloidogyne javanica* liep de populatie van het aaltje zeer sterk terug binnen een jaar en konden er een aantal van de plots van het experiment geen *Meloidogyne javanica* meer in de grond gevonden worden. De resultaten met praktijkproeven met *Meloidogyne incognita* wisselden: niet alle populaties vertoonden dezelfde tendens en een sterke teruggang, zoals waargenomen bij *Meloidogyne javanica*, kon nog niet aangetoond worden (Amsing en anderen, 2004; F.C. Zoon). Het onderzoek naar *Pasteuria penetrans* in Nederland richt zich nu op de langere termijn effecten en de hoeveelheid inoculum die moet worden gebruikt om de nematodenpopulatie gedurende een lange tijd te onderdrukken.

Pochonia chlamydosporia

Pochonia chlamydosporia is een eiparasitaire schimmel die al gedurende meer dan 30 jaar onderzocht wordt als potentiële biologische bestrijder van cysteaaltjes en wortelknobbelaaltjes (zie bijvoorbeeld Crump, 1991; Kerry and Jaffee, 1997). Op dit moment wordt een product van deze schimmel geregistreerd in Cuba onder de naam KlamiC (Kerry and Hidalgo Diaz, 2004). Er is een systeem voor massakweek ontwikkeld dat uit twee fasen bestaat en de aanbevolen dosering bedraagt 100 kg / ha. KlamiC blijkt goede resultaten te geven op Cuba (Verdejo-Lucas et al, 2003) maar niet in verschillende landen rond de Middellandse zee, waar dit product eerder getest werd. De reden hiervoor is niet duidelijk. Het lijkt echter wel duidelijk dat dit product niet in Nederland gebruikt kan worden zonder uitgebreid deugdelijkheidsonderzoek. Ook de dosering van 100 kg/ha lijkt aan de hoge kant.

Paecilomyces lilacinus

Deze schimmel is een eiparasiet van nematoden die al gedurende geruime tijd onderzocht wordt als biologische bestrijder van wortelknobbelaaltjes (zie bijvoorbeeld Cabanillas en Barker 1989). Deze schimmel heeft een toelating gehad als biologisch bestrijdingsmiddel in Australië, op de Filippijnen en in Zuid Afrika, maar de toenmalige registratiehouder is failliet gegaan. De Duitse firma Prophyta is verder gegaan met de ontwikkeling van het product Bioact gebaseerd op stam 251 van *Paecilomyces lilacinus*, die wordt gekenmerkt door een hoge activiteit tegen o.a. wortelknobbelaaltjes (Kiewnick en Sikora, 2003). Op dit moment heeft dit product een toelating in de Verenigde Staten

(http://www.epa.gov/oppbppd1/biopesticides/ingredients/factsheets/factsheet_028826.htm)

en de toelating in Europa is in een vergevorderd stadium. De informatie van Prophyta over Bioact is te vinden op <http://www.prophyta.de/englich/index1024.html?start.html>.

Bioact is in verschillende experimenten in Nederland uitgeprobeerd, met enige wisselende resultaten. Amsing en Janse (2001) vonden geen effect. In combinatie met een aaltjesvangende schimmel leverde het product goede resultaten bij een experiment met *Meloidogyne incognita* op tomaat (F.C. Zoon, ongepubliceerde resultaten).

De firma Prophyta liet echter weten dat ze weinig belangstelling heeft voor verkoop van Bioact voor de Nederlandse markt. Ze beschouwt de Nederlandse vollegrondskastelen als een te kleine markt en denkt dat het klimaat in Nederland te koud is voor toepassing in het vrije veld.

Bacillus firmus

Deze bacterie is ontwikkeld door de Israëlische firma Minrav Infrastructures (Keren-Zur en anderen, 2000). Omdat de ontwikkeling in het geheim heeft plaats gevonden, is er erg weinig bekend over het werkingsmechanisme en ontbreken testen door neutrale partijen voor het grootste deel. Minrav heeft twee producten op basis van *Bacillus firmus*: Bionem en Biosafe. De aanbevolen dosering wordt opgegeven als 70 – 90 g per meter in de rij (Giannakou en anderen, 2004). De effectiviteit van de Minrav producten wordt opgegeven als vergelijkbaar met chemische nematiciden en grondontsmetting (Keren-Zur en anderen, 2000; Giannakou en anderen, 2004). *Bacillus firmus* van Minrav is meerdere keren gebruikt in experimenten van PPO-Glas en PRI en gaf toen geen significant beter resultaat dan de controle (Amsing en Janse (2001); C.J. Kok ongepubliceerde resultaten). Hierbij moet wel vermeld worden dat Minrav aangeeft dat de nieuwere producten veel beter geformuleerd en veel werkzaam zijn dan het preparaat dat tot nu toe in Nederland gebruikt is (W. Ravensberg, pers. med.).

Samenvattend is er op het gebied van antagonisten wel onderzoek uitgevoerd, maar zijn er nog maar weinig commerciële producten in zicht zijn voor de Nederlandse markt. Het is niet duidelijk of Prophyta Bioact in Nederland op de markt wil brengen. Hetzelfde geldt voor de Japanse firma die het *Pasteuria penetrans* isolaat produceert. De eerste ervaring met de *Bacillus firmus* preparaten van Minrav was niet positief, maar het verbeterde product biedt misschien meer mogelijkheden. Minrav schijnt wel interesse te hebben voor de Nederlandse markt, omdat zij al proefmonsters leverde via een Nederlandse handelsfirma.

Internationale toepassingen

Antagonisten worden over de hele wereld bestudeerd, met zwaartepunten in Duitsland (Universiteit van Bonn, Biologische Bundesanstalt), Verenigde Staten (Universiteit van Florida, Gainesville, Universiteit van California, Davis) Groot Brittannië (Universiteit van Reading, Rothamsted Research) en Australië (CSIRO). Uit India en in toenemende mate Brazilië komt ook onderzoek, dat zich echter vaak beperkt tot het min of meer herhalen van experimenten van internationaal vooraanstaande onderzoekers onder lokale omstandigheden.

Antagonisten kunnen een rol spelen in een geïntegreerd teeltsysteem maar zijn geen alternatief voor breed werkende chemische middelen (Vanacci & Gullino, 2000). *Bacillus*, *Telluria* en *Trichoderma* hebben ook potentie om *Meloidogyne javanica* te bestrijden; zeven isolaten van *Trichoderma* reduceerden de eiproductie van *M. javanica* drastisch (Spiegel, 2005).

Op seminar in Gent 2006 meldt autoriteit op dit gebied Sikora van de universiteit in Bonn, dat men afstapt van grondbehandeling met antagonisten en overgaat tot zaad- of plantbehandeling.

Stellingen compost, andere organische toevoegingen en antagonisten

- Het werkingsmechanisme van organische toevoegingen (composten) is vooralsnog onduidelijk en reproduceerbaarheid van resultaten is daardoor een probleem.
- De toevoeging van organische stof is in principe gunstig tegen Trichodoriden maar heeft een onvoorspelbaar effect hebben vanwege de wisselende bodemomstandigheden.
- Composten zullen slechts een bijrol vervullen.
- Er zijn op dit moment weinig commerciële producten in zicht voor de Nederlandse

- markt.
- Onderzoek naar antagonisten wordt in kasteelten in substraat uitgevoerd vanwege de gecontroleerde omstandigheden. Veldtoepassing van antagonisten in de akkerbouw is ver weg.

5 WORKSHOP

Op woensdag 31 mei 2006 is op PPO-AGV te Lelystad een workshop gehouden. De uitnodigingen voor de workshop zijn in samenspraak met HPA verstuurd naar 40 bedrijven die op het gebied van bestrijdingsmethodieken actief zijn. De uitnodiging staat vermeld in bijlage 1, het programma in bijlage 2 en de adressenlijst in bijlage 3. Doel van de workshop was het presenteren van de onderzoeksvisie ten aanzien van alle bestrijdingsmethodieken aan de hand van korte lezingen. Met een aantal stellingen per onderwerp is getracht de discussie met de intermediairen op gang te helpen om zodoende de praktijkvisie over deze onderwerpen helder te krijgen. De workshop is bezocht door 36 intermediairen. De lezingen zijn als handout aan de intermediairen uitgereikt. De stellingen vanuit het onderzoek en de reactie van de praktijk hierop zijn weergegeven in hoofdstuk 4.1. In hoofdstuk 4.2 staat de onderzoeksvisie voor gewenst onderzoek samengevat en in hoofdstuk 4.3 de praktijkvisie voor gewenst onderzoek.

Gelijk met de uitnodiging is een vragenlijst meegestuurd met het verzoek die in te vullen en af te leveren op de dag van de workshop en bij verhindering in te sturen. Doel van de vragenlijst was om inzicht te krijgen in welke ontsmettingsmethodieken door de praktijk worden geadviseerd en in welke situaties. Omdat de intermediairen op de dag van de workshop dit vragenformulier niet hadden ingevuld, is vervolgens schriftelijk nogmaals iedereen benaderd voor het toesturen van dit formulier. Acht personen hebben de vragenlijst uiteindelijk daadwerkelijk ingevuld.

Deze vragenlijst is opgenomen in de bijlagen 4 (motivatie) en 5 (invulformulier). De resultaten staan vermeld in de bijlagen 6 tot en met 13. Een samenvatting van de praktijkadviezen aan de hand van de vragenformulieren staat in hoofdstuk 4.4.

5.1 Stellingen

Algemene stellingen

- Een uitgekende Aaltjes Beheersings Strategie (ABS) met het juiste rotatieschema staat aan de basis van een goede aaltjesbestrijding. Bestrijdingsmethodieken zijn een aanvullend onderdeel van ABS.
- Bestrijdingsmethodieken moeten effectief zijn, economisch en technisch haalbaar en milieuvriendelijk.
- Een betere (gerichte) bemonstering van percelen kan de aaltjesbesmetting nauwkeuriger in kaart brengen waardoor een gedeeltelijke ontsmetting van het perceel mogelijk voldoende is.

Stellingen natte grondontsmetting (NGO)

- A** Een grondontsmetting met Monam dieper dan de bouwvoor vertraagt herinfectie van schadelijke aaltjes.
- B** NGO is effectief op gronden tot 35% afslibbaar.
- C** De meest bedrijfszekere toedieningsmethode voor fumiganten is spitinjectie.
- D** Toepassing van NGO bij voorkeur na granen.
- E** Afdekken met gasdichte folie kan mogelijk de effectiviteit verbeteren.

Reactie intermediairen op stellingen:

- A** geen discussie

B Een hoog percentage afslibbaar (35%) of lutumgehalte (20-22%) op zich is niet de beperkende factor voor de toepassing van Monam maar meer de structuur van de grond; hoe minder kluitiger des te beter het effect en de afdichting en andersom.

C geen discussie

D Qua temperatuur is het tijdstip van toepassing in de zomer wel juist maar na graan is de grond vaak (te) droog voor ideale toepassing.

Na aardappel, later in het najaar, is het voordeel dat de grond een mooie structuur heeft voor de verdeling van het gas door de grond en voldoende vochtig is voor toepassing.

In het zuidoosten wordt ook wel in het voorjaar voor bonen ontsmet.

Toepassen in het voorjaar zou ook in de bollenteelt voor lelies kunnen.

Op klei wordt alleen in het najaar toegepast.

Ontsmetten na aardappel geeft veel aardappelopslag door diepspitten van knollen.

E Met folie afdichten na Monam toepassing (zoals in België na methyl bromide) is te duur en uit milieuoogpunt ongewenst vanwege afvalproblematiek.

Additionele opmerkingen

- Dichloorpropeen ging gemakkelijker de diepte in dan Monam.
- Bij diepere injectie met de spitinjecteur dan 10 cm (15 cm en 30 cm diep spitten) werkt 300 l/ha Monam ook goed tegen Trichodoriden.
- In zuidoosten veel problemen na Monam met schimmels, met name Rhizoctonia. Wordt door anderen niet ondersteund want Monam doodt ook schimmels.

Stellingen granulaten

F Granulaten kunnen schade voorkomen of verminderen.

G Granulaten hebben geen effect op de populatieontwikkeling.

Reactie intermediairen op stellingen:

F Granulaten doen iets, onderzoeksvisie wordt door praktijk gedeeld.

G Granulaten maken op een besmet perceel echter het telen van een vatbaar ras niet mogelijk.

Stellingen fysische grondontsmetting

H Stomen is op dit moment met de huidige installatie economisch niet haalbaar voor akkerbouwgewassen.

I De toepassing van hete lucht (Cultivit) dient onder gematigde klimaatsomstandigheden te worden onderzocht, bij voorbaat eerst in de kas en vervolgens in de vollegrondsgroenteteelt en vervolgens in de akkerbouw.

J Fysische methoden op basis van straling leiden niet tot praktijktoepassingen vanwege telecommunicatiesystemen en gezondheidsaspecten.

Reactie intermediairen op stellingen:

Geen discussie over H, I en J.

Additionele opmerking

- Methodieken zoals stomen moeten vanuit kostenooipunt worden beoordeeld.

Stellingen biologische grondontsmetting

K Inwerken van plantaardig of dierlijk (afval)materiaal, gevolgd door afdekken met gasdicht folie kan met aaltjes besmette delen van een perceel ontsmetten.

L Biologische grondontsmetting met anaërobe compostering is voor grootschalige toepassing te duur maar kan kleine aaltjshaarden wel bestrijden.

M De effectiviteit van anaërobe compostering staat of valt met het voorkomen van vogelvraat.

N Inundatie kan alleen worden toegepast op zandgronden met een goed afsluitende onderlaag en werkt selectief tegen schimmels en aaltjes.

Reactie intermediairen op stellingen:

L Methodieken zoals anaërobe compostering moeten vanuit kosten oogpunt worden beoordeeld.

In principe is deze methodiek de moeite waard; effectief maar praktische en economische problemen spelen een rol. Naast vogelvraat zijn hazen, konijnen en ander gedierte een bedreiging voor het intact blijven van de folie en daarmee de zuurstofloze toestand.

Bij biologische grondontsmetting is het verlijmen van de folie erg duur; een andere methodiek van grondafdichting is zeer welkom.

Geen discussie over K, M en N.

Stellingen biofumigatie

O Biofumigatie is pas kansrijk als aaltjesresistente groenbemesters voor dit doel ingezet kunnen worden.

P De inflexibiliteit van de inpassing in het bedrijfssysteem beperkt de mogelijkheid van toepassing.

Reactie intermediairen op stellingen:

O Aaltjesresistente rassen zijn belangrijk bij biofumigatie maar als het uiteindelijke netto resultaat aaltjesdoding is dan is een waardplant ook acceptabel.

In Nederland geen effecten op nematoden maar in Australië en Nieuw-Zeeland wel.

Biologische glasteler heeft gewas buiten geteeld en vervolgens in kas ingewerkt. Als tijd tussen oogsten en inwerken te lang duurt dan vervluchtigt glucosinolaat.

Er is nog te weinig bekend over biofumigatie, maar het principe is niet per definitie negatief.

Stellingen vanggewassen

Q *Tagetes* heeft zijn waarde als vanggewas in de praktijk bewezen in de aardbeisector maar is in de akkerbouw beperkt inzetbaar.

R Raketblad kan als vanggewas voor aardappelcysteaaltjes waardevol zijn mits de effectiviteit wordt verbeterd.

S Aardappel kan prima als vanggewas worden toegepast op voorwaarde dat aan de teeltduur strak de hand wordt gehouden.

T Vanggewassen met brede aaltjesresistentie maken de meeste kans in de akkerbouw.

Reactie intermediairen op stellingen:

Q Economisch is het misschien mogelijk om na (winter) gerst of erwt *Tagetes* te telen.

In lelie wordt *Tagetes* gepromoot en ook de vermeerdering van *Paratrichodorus pachydermus* is beperkt en valt mee in proeven.

Wat is de minimale tijdsduur voor de teelt van *Tagetes* zonder in te leveren op effectiviteit?

R De ervaringen met raketblad variëren qua effectiviteit.

Het gewas bovengronds is geen afspiegeling van het gewas ondergronds; wortelmassa valt vaak mee.

S Vanuit verschillende bedrijven wordt verzocht om validatie van de aardappel als vanggewas per regio.

Geen reactie op T.

Stellingen compost, andere organische toevoegingen en antagonisten

- T** Het werkingsmechanisme van organische toevoegingen (composten) is vooralsnog onduidelijk en reproduceerbaarheid van resultaten is daardoor een probleem.
- U** De toevoeging van organische stof is in principe gunstig tegen Trichodoriden maar heeft een onvoorspelbaar effect hebben vanwege de wisselende bodemomstandigheden.
- V** Composten zullen slechts een bijrol vervullen.
- W** Er zijn op dit moment weinig commerciële producten in zicht voor de Nederlandse markt.
- X** Onderzoek naar antagonisten wordt in kasteelten in substraat uitgevoerd vanwege de gecontroleerde omstandigheden. Veldtoepassing van antagonisten in de akkerbouw is ver weg.

Reactie intermediairen op stellingen:

- V** Composteffecten zouden in meerjarig onderzoek moeten worden getest. Onderzoeksconclusie is te kort door de bocht. Geen negatieve effecten maar ook geen aaltjesbeheersing. Groencompost wellicht beter dan GFT. Verwerkende industrie heeft moeite met toepassen van (gecertificeerde) compost.
- Opmerking onderzoek: wel toename van kringrigheid.
- W** Opmerking vanuit zaal: de voordeur in, de achterdeur uit. Geen goede ervaringen mee. Alleen een middel tegen *Sclerotinia* is er; Contans
Geen opmerkingen over T, U en X.

5.2 Samenvatting onderzoeksvisie vanuit PPO-PRI

Het gebruik van chemische middelen wordt steeds meer aan banden wordt gelegd. Om die reden is het aan te bevelen om de toepassing van Monam zoveel mogelijk te optimaliseren door de horizontale en verticale verdeling van het middel te meten bij verschillende injectiedieptes.

Granulaten alleen kunnen de aaltjesproblemen niet beheersen. Het toedienen van granulaten in aanvulling op de teelt van AM-resistente aardappelrassen kan mogelijk perspectief bieden.

Het onderzoek dient uit milieuoogpunt het maximale te doen om niet-chemische oplossingen te vinden voor de aaltjesproblematiek. Wanneer uitsluitend op “chemie” wordt gewed, dan is de toekomst uiterst onzeker voor de grondontsmetting, gezien de maatschappelijke discussie over deze middelen. Dit kan gebeuren door biofumigatie verder te ontwikkelen en anaërobe grondontsmetting te optimaliseren. Hiervoor zijn voldoende aanknopingspunten.

Daarnaast verdienen de vanggewassen aandacht uit het oogpunt van teeltvoorwaarden voor een voldoende rendement. Aanvankelijk ligt in het onderzoek de nadruk op een teelt met optimaal ontsmettingsresultaat. Voor diverse vanggewassen is vanuit de praktijk behoefte aan een mogelijk kortere teeltduur, die toch voldoende effectief is. Op dit moment is een minimaal vereiste teeltduur vaak niet aan te geven. Wanneer dit wordt onderzocht dan kunnen vanggewassen in meer rotaties een rol gaan spelen dan op dit moment het geval is. Een teeltduur van bijvoorbeeld 2 maanden in plaats van 3 maanden kan het verschil maken tussen wel en niet inpasbaar in het rotatieschema.

Hoewel een hete lucht behandeling met “Cultivit” aaltjes niet direct doodt, verdient deze methodiek toch aandacht van het onderzoek. Vooral in biologische akkerbouw- en vollegroondsgroenteteelten zou een meeropbrengst zeer welkom zijn voor het economische rendement van het bedrijf evenals een tijdelijke onkruidonderdrukking door het spiteffect.

In meerjarige teelten zal duidelijk kunnen worden of schadelijke nematoden op termijn veranderen cq verzwakken.

- Optimaliseren anaërobe (biologische) grondontsmetting
- Biofumigatie
- Vergelijken hete luchtbehandeling, mobiel stomen met onderdruk en Monam diep toegepast op effectiviteit tegen aaltjes en op productie.
- Testen effectiviteit granulaten op dalgronden
- Effectiviteit van granulaten in combinatie met partieel AM-resistente aardappelrassen testen.
- Minimaal vereiste teeltduur onderzoeken van vanggewassen.
- Aaltjespopulaties onder de bouwvoor in kaart brengen in verband met herinfectie na inzet van natte grondontsmetting.
- Effectiviteit middelen van biologische oorsprong testen tegen aaltjes.

5.3 **Samenvatting onderzoeksvisie praktijk**

- Toepassen van Monam op kleigronden mogelijk maken door betere verdichting van de toplaag
- Optimaliseren anaërobe (biologische) grondontsmetting
- Mogelijkheden biofumigatie onderzoeken
- Betrouwbaarheid vanggewas aardappel per regio valideren.
- Economische inpassing van *Tagetes* na (winter)gerst of erwt onderzoeken.

5.4 **Samenvatting praktijkadviezen intermediairen (vragenlijsten)**

Deze samenvatting is slechts een beperkte weergave van de praktijksituatie omdat er maar acht respondenten zijn. De werkelijke praktijksituatie kan hiervan dus afwijken.

Van de acht ingevulde vragenlijsten zijn vijf afkomstig uit Zuidoost Nederland. In dit gebied met als grondsoort zand is de aaltjesproblematiek dan ook ingewikkeld vanwege het vóórkomen van alle bekende schadelijke aaltjes. Door teeltbegeleiders worden zowel de cysteaaltjes *Globodera* (aardappel) en *Heterodera* (biet) als de wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne* (*M. chitwoodi*, *M. fallax* en *M. hapla*), het wortellesieaaltje *Pratylenchus penetrans* en de vrijlevende Trichodoride aaltjes als schadelijk aangemerkt bij aardappel, suikerbiet, peen en schorseneer. Bij uien wordt alleen *M. hapla* als schadelijk aaltje opgegeven. Hoewel ook *M. chitwoodi* en *M. fallax* dit gewas kunnen aantasten leidt deze aantasting in de praktijk zelden tot oogstreductie, maar hooguit tot groeiproblemen in het begin van de teelt. *Ditylenchus* soorten worden op zand niet als schadelijk ervaren. Op de meer noordelijke kleigronden wordt *Ditylenchus destructor* of *D. dipsaci* op alle gewassen als mogelijk schadelijk aaltje gezien. Schorseneer wordt op deze gronden niet geteeld.

Onderstaand is weergegeven wat het advies van intermediairen en bemonsteringsinstanties is ten aanzien van bestrijdingsmaatregelen. Dit is samengesteld op basis van de ingevulde vragenlijsten.

Het advies om **maatregelen** te treffen tegen aaltjes (aantallen per 100 ml grond) is bij:

Globodera pallida/rostochiensis: > 400-800 levende larven en eieren (labs) tot 800 (teeltbegeleiding)

<u><i>Heterodera betae/schachtii</i></u> :	> 300-1000 levende larven en eieren (labs) tot 800 (teeltbegeleiding)
<u><i>M. chitwoodi/ M. fallax</i></u> :	
Aardappel:	> 1-20, rasafhankelijk (labs), 5 – 10 (teeltbegeleiding)
Peen, schorseneer:	1->5 peen, schorseneer (labs), 5 – 10 (teeltbegeleiding)
Suikerbiet:	> 50-200 Mc en > 50 Mf (labs), 70-150 (teeltbegeleiding)
<u><i>M. hapla</i></u> :	
Aardappel:	> 50-75 (labs), 200 (teeltbegeleiding)
Suikerbiet	> 20-50 (labs), 500 (teeltbegeleiding)
Peen, schorseneer	> 5-20 (lab), 5-10 (teeltbegeleiding)
Uien:	20 (lab)
<u><i>M. naasi</i></u> :	
Suikerbiet:	> 50-200 (labs)
Uien	20 (lab)
<u><i>Pratylenchus penetrans</i></u> :	
Aardappel:	> 50-100 (labs), 100 (teeltbegeleiding)
Peen, schorseneer:	> 75-100 (labs), 100 peen, 500 waspeen, 300 schorseneer (teeltbegeleiding)
<u><i>Trichodorida</i></u> :	20 - > 25 (labs), 25-60 (teeltbegeleiding)
<u><i>Ditylenchus dipsaci./destructor</i></u>	
Aardappel, peen, schorseneer:	1 - > 1 (labs), > 0 (teeltbegeleiding)
Suikerbiet:	> 3 (lab)
Uien	1 (lab)

In bepaalde gevallen accepteert de teeltbegeleiding hogere aantallen dan de bemonsteringsinstanties. Praktijkervaring zal hieraan ten grondslag liggen. Opvallend is ook dat voor schorseneer soms lagere aantallen worden geaccepteerd dan voor peen. Dit is een goede strategie vanwege de zeer diepe worteling van dit gewas, waardoor infecties uit vorige teelten gemakkelijker is dan bij minder diep wortelende gewassen.

De maatregelen, die worden geadviseerd zijn zowel chemisch (natte grondontsmetting, toepassing van granulaten) als niet-chemisch van aard (aangepaste gewasrotatie, vanggewassen (inclusief groenbemesters), resistente rassen). Granulaten worden geadviseerd in de rij toe te passen.

Als **meest effectieve maatregel** ziet de praktijk één of meerdere **vanggewassen of resistente rassen**. Ook de **behoefte aan onderzoek ligt bij deze gewassen**. Daarnaast wordt **biofumigatie** genoemd als onderzoeksobject. De overige maatregelen worden incidenteel genoemd. Dit geeft nogmaals de behoefte aan om meer informatie te verschaffen over de minimaal vereiste teeltduur onder verschillende teeltomstandigheden voor effectiviteit van de diverse vanggewassen, zoals al verwoord is onder paragraaf 4.3. Onderzoek naar de inpassing van groenbemesters als biofumigatie gewas zou dit gewas een dubbelfunctie kunnen geven. Ook de effectiviteit van andere gewassen voor biofumigatie wordt voor onderzoek aanbevolen.

6 BESTRIJDINGSADVIEZEN

De mogelijkheden om aaltjes te bestrijden of te beheersen zijn in de diverse hoofdstukken diepgaand besproken. Hieronder is een bondig overzicht gegeven van de beheersingsmogelijkheden op dit moment, gebaseerd op de Aaltjes beheersingsstrategie (ABS). Detailinformatie kan per hoofdstuk worden opgezocht.

Cysteaaltjes (*Globodera pallida*, *G. rostochiensis*, *Heterodera betae*, *Heterodera schachtii*)

- (Partieel) resistente rassen (aardappel, biet).
- Een voldoende ruime rotatie met niet-waardplanten
- Vanggewassen aardappelcysteaaltje: aardappel, raketblad
- Vanggewassen bietencysteaaltje: bladrammenas, gele mosterd
- Natte grondontsmetting met Monam, met spitinjecteur toepassen
- Granulaten tegen aardappelcysteaaltjes

Wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax*)

- Een voldoende ruime rotatie met niet-waardplanten
- Zwarte braak (onkruidvrij)
- Resistente bladrammenas
- Natte grondontsmetting met Monam, met spitinjecteur toepassen
- Granulaten

Wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*)

- Vanggewas: *Tagetes patula*
- Een voldoende ruime rotatie met niet-waardplanten
- Natte grondontsmetting met Monam, met spitinjecteur toepassen
- Granulaten

Trichodoride aaltjes (*Trichodorus* spp., *Paratrichodorus* spp.)

- Een voldoende ruime rotatie met niet-waardplanten
- Toepassen van organisch materiaal (mest, compost)
- Natte grondontsmetting met Monam, met spitinjecteur toepassen
- Granulaten

7 LITERATUUROVERZICHT

Algemeen

- Di Vito, M., G. Zaccheo, F. Catalano, & R. Campanelli. Effect of soil solarization and low doses of fumigants on control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Acta Horticulturae* 532, ISHS 2000, 171-173.
- Guerrero, M. M., M.A. Martinez, M.C. Martinez, N. Barceló, A. Lacasa, C. Ros, P. Guirao, A. Bello & J.A. López. Biofumigation plus solarization efficacy for soil disinfestation in sweet pepper greenhouses in the Southeast of Spain. *Acta Horticulturae* 698, ISHS 2005, 293-297.
- Katan, J. Soil and substrate disinfestation as influenced by new technologies and constraints. *Acta Horticulturae* 532, ISHS 2000, 29-35.
- Katan, J. Soil Disinfestation: One minute before Methyl Bromide Phase Out. *Acta Horticulturae* 698, ISHS 2005, 19-26.
- Maas, P.W.Th., 1987. Principles and Practice of Nematode Control in Crops. Hoofdstuk 8 Physical methods and quarantine, ISBN 0 12 137640 0, 265-291.
- Oka, Y., H. Koltai, M. Bar-Eyal, M. Mor, E. Sharon, Y. Spiegel & I. Chet. Chemical and non-chemical control of phytophagous nematodes: new perspectives. *Acta Horticulturae* 532, ISHS 2000, 177-182.

chemische middelen

Fumigantia

- Been, T.H., C.H. Schomaker en L.P.G. Molendijk, 1992. Adviezen naar aanleiding van uitslagen van de intensieve AM-bemonstering voor de poot- en consumptieaardappelteelt in gebieden waar besmettingen pleksgewijs voorkomen. Rapport IPO-DLO, 17.
- Been, T. H. & C. H. Schomaker, 1999. Fumigation of marine clay soils infested with *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* using 1,3-dichloropropene and additional top soil treatments. *Nematology*, vol. 1 (1), 3-14.
- Cebolla, V., R. Bartual & V. Maroto. Water volume as related to effectiveness of 1,3-dichloropropene and chloropicrin mixture by drip application for a strawberry crop in Spain. *Acta Horticulturae* 698, ISHS 2005, 77-82.
- Coosemans, J. Dimethyl disulfide (DMDS): a potential novel nematicide and soil disinfectant. *Acta Horticulturae* 698, ISHS 2005, 57-63.
- Fritsch, J. Dimethyl disulfide as a new potential alternative to methyl bromide in soil disinfestation in France. *Acta Horticulturae* 698, ISHS 2005, 71-76.
- Gamliel, A. Behavior of fumigants in soil. *Acta Horticulturae* 698, ISHS 2005, 41-49.
- Lamberti, F., T. D'Addabbo, N. Sasanelli, A. Carella & P. Greco. Chemical control of root-knot nematodes. *Acta Horticulturae* 532, ISHS 2000, 183-187.
- Leistra, M. and J.H. Smelt, 1974. Optimum soil conditions for fumigation with metam-sodium. *Agro-Ecosystems*, vol. 1, 169-176.
- Mulder, A., Js. Roosjen en A. Dijksterhuis, 1989. Versnelde microbiële omzetting van de bodemfumiganten 1,3-dichloorpropene en methylisothiocyanaat in het fabrieksaardappelgebied. Rapport H.L. Hilbrands Laboratorium voor bodemziekten, HLB 89-3.
- Olthof, Th.H.A., 1988. Control of *Pratylenchus penetrans* on potato with metam-sodium applied in irrigation water. *Journal of Nematology* 21, no.48, 693-696.
- Porter, I., S. Mattner, R. Gounder, R. Mann, J. Banks & P. Fraser, 2004. Strawberry fruit production: summaries of alternatives to methyl bromide fumigation and trials in different geographic regions. Proceedings of fifth international conference on

- alternatives to methyl bromide, 29-33.
- Rabasse, J-M., 2004. Improved techniques for the application of metam sodium. Proceedings of the fifth international conference on alternatives to methyl bromide, 101-104.
- Roosjen, Js., 1989. De spitinjecteur: een betrouwbare toepassingsmethode voor fumigantia. Landbouwmechanisatie nr. 8, 19-21.
- Roosjen, Js., 1999. Onderzoek naar de effectiviteit van metam-natrium en 1,3-dichloorpropeen op bestrijding van *Pratylenchus* spp. en *Trichodorus* spp. Rapport H.L. Hilbrands Laboratorium voor bodemziekten, HLB no. 99034.
- Runia, W.T. & A. Greenberger, 2004. Dutch approach on alternatives to methyl bromide on including a new development: hot air treatment. Proceedings of fifth international conference alternatives to methyl bromide, 183-186.
- Saeed, I.A.M., J.M. Harkin and D.I Rouse, 1996. Leaching of methyl isothio cyanate in plainfield sand chemigated with metam-sodium. Pesticide Science vol. 46, 375-380.
- Visser, J.H.M. and L.P.G. Molendijk, 2003. Effectiviteit van fumigantia voor de bestrijding van *Meloidogyne chitwoodi* in aardappelen. PPO-AGV rapport 1233330.

Granulaten

- Alphey, T.J.W., Cooper, J.I. & Harrison, B.D., 1975. Systemic nematicides for control of Trichodorid nematodes and potato spraing disease caused by tobacco rattle virus. Plant Pathology 24,117-121.
- Brommer, E. & Molendijk, L.P.G., 2004. Effectiviteit van granulaten tegen *Trichodoriden* in de zetmeelaardappelteelt . Intern rapport PPO-AGV.
- Brommer, E. & Molendijk, L.P.G., 2004. Effectiviteit van granulaten tegen *P. penetrans* in de zetmeelaardappelteelt . Intern rapport PPO-AGV.
- Fritsch, H.J. & R. Huber, 1995. Basamid granular – a halogen-free soil disinfestant. Acta Horticulturae 382, 76-85.
- Ingham, R.E, Hamm, P.B, Williams, R.E, Swanson, W.H. 2000. Control of *Meloidogyne chitwoodi* in potato with fumigant and nonfumigant nematicides. Journal of Nematology 32, 556-565.
- IRS Voorlichtingsboodschap, Gewasbescherming suikerbieten 2006, CSM Informatie 2006, nr 552, pag 14.
- Kimpinski, J, Arsenault, W.J, Sanderson. J.B. 1997. Fosthiazate for suppression of *Pratylenchus penetrans* in potato on Prince Edward Island. Journal of Nematology 29, 685-689.
- Koot, P.A.C. & Molendijk, L.P.G., 1996. Granulaat onderzoek *Paratrichodorus teres*, 1992 – 1995. Interne mededeling nr 1282.
- Mappes, D., 1995. Spectrum of activity of dazomet. Acta Horticulturae 382, 96-103.
- Molendijk, L.P.G., 1997. Aardappelcystenaaltjes op de klei trekken zich niets aan van granulaten. PAV-bulletin mei 1997.
- Molendijk, L.P.G., C.H. Schomaker, J. Hoek en A.W.W. van Gastel, 2006. De invloed van Temik en rooidatum op de vermeerdering van *Globodera pallida* op het vroege pootaardappelras Premiere. PPO-rapport 3250015900.
- Schepel, E.G., 2001. Het effect van granulaatbehandelingen op wet wortellesieaaltje *Pratylenchus penetrans*. HLB rapport 53.
- Veninga, G. & Roosjen, J., 1990. Onderzoek naar de effecten van een rijentoeppassing van granulaten bij bestrijding van *Globodera pallida*. HLB Rapport 913.
- Visser, J.H.M. & Molendijk, L.P.G., 2001. Effectiviteit granulaattoepassingen op schade bij aardappelen door *Meloidogyne chitwoodi*. Projectrapport 1233331.
- Visser, J.H.M. & Molendijk, L.P.G., 2000. Effectiviteit Vydate op schade bij aardappelen door *Meloidogyne chitwoodi*. Projectrapport 1233331.
- Whitehead, A.G., Nicols, A.J.F. & Senior, J.C., 1991. Control of potato cyst-nematode *Globodera pallida* with a granular nematicide and partially resistant potatoes.

Association of Applied Biologists 118, 623-636.
www.CTB-Wageningen.nl

Fysische methodieken

- Bollen, G.J. en anderen, 1981. Grondstomen. Brochure Proefstation voor Tuinbouw onder glas te Naaldwijk. Informatiereeks no. 71, 37-40.
- Glasnieuws, 2005. Alternatief grondstomen met magnetrongolven. Groenten & Fruit /week 18, 14.
- Grossman, J. & Liebman, J. 1994. Alternatives to methyl bromide steam and solarization in nursery crops. The IPM Practitioner, vol. 17, no. 7, 1-12.
- Minuto, G., G. Gilardi, S. Kejji, M.L. Gullino & A. Garibaldi. Effect of physical nature of soil and humidity on steam disinfection. Acta Horticulturae 698, 257-262.
- Pinel, M.P.C., W. Bond & J.G. White. Control of soil-borne pathogens and weeds in leaf salad monoculture by use of a self-propelled soil-steaming machine. Acta Horticulturae 532, ISHS 2000, 125-130.
- Runia, W. Th., 1983. A recent development in steam sterilization. Acta Horticulturae 152, 195-200.
- Runia, W.T. Steaming methods for soils and substrates. Acta Horticulturae 532, ISHS 2000, 115-123.
- Runia, W.T. & A. Greenberger, 2004. Dutch approach on alternatives to methyl bromide including a new development: hot air treatment. Proceedings of fifth international conference on alternatives to methyl bromide, 183-186.
- Runia, W.T. & A. Greenberger. Preliminary results of physical soil disinfection by hot air. Acta Horticulturae 698, ISHS 2005, 251-256.
- Vela-Múzquiz, R. 1983. Control of field weeds by microwave radiation. Acta Horticulturae 152, 201-208.
- Wambeke van E., J. Wijsmans & P. d'Hertefeldt. Possibilities in microwave application for growing substrate disinfection. Acta Horticulturae 152, 209-217.
- www.ageerlings.nl. Informatie over mobiele stoominstallatie.

Biologische grondontsmetting

Solarisatie

- Candido, V., V. Miccolis, M. Basile, T. D'Addabbo & G. Gatta. Soil solarization for the control of *Meloidogyne javanica* on eggplant in Southern Italy. Acta Horticulturae 698, ISHS 2005, 195-199.
- Castronuovo, D., V. Candido, S. Margiotta, C. Manera, V. Miccolis, M. Basile & T. D'Addabbo. Potential of a corn starch-based biodegradable plastic film for soil solarization. Acta Horticulturae 698, ISHS 2005, 201-206.
- Gamliel, A. Soil amendments: a non chemical approach to the management of soilborne pest. Acta Horticulturae 532, ISHS 2000, 39-47.

Anaërobe compostering

- Blok, W.J., J. Lamers, A. J. Termorshuizen & G.J. Bollen, 2000. Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. Phytopathology 90: 251-259.
- Hartsema, O., 2001. Paratrichodorus teres: aanvullende maatregelen ter beheersing. PPO-bulletin Akkerbouw.
- Jansma, J-E, E. Vlaming, M. de Boer & W. Blok, 2001. Biologische grondontsmetting; als preventieve maatregelen tekort schieten staat teler nog niet met lege handen. Ekoland 7/8, 26-27.
- Korthals, G.W., 2001. Maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*): voorkomen en beheersen. PPO-bulletin Akkerbouw.

- Lamers, J.G., W.J. Blok, G.C.M. Coenen, L.P.G. Molendijk & A.J. Termorshuizen, 1997. Een nieuwe aanpak van bodemschimmels en aaltjes. PAV-bulletin Volegrondsgroeteteelt, november, 2-4.
- Lamers, J.G., A. Evenhuis, P. Wanten & W.J. Blok, 2002. Biologische grondontsmetting ter bestrijding van *Verticillium dahliae* in aardbeien. Gewasbescherming jaargang 33, no. 2, 71.
- Lamers, J., P. Wanten & W. Blok, 2004. Biological soil disinfection: a safe and effective approach for controlling soilborne pests and diseases. Agroindustria, vol. 3, number 3, 289-291.
- Meijer, B. & J. Lamers (2004). Biologische grondontsmetting: bestrijding van bodemziekten voor een gezonde bodem. PPO-rapport 415, 14-15.

Inundatie

- Asjes, C.J., A.M. Bakker-van der Voort, G.J. Blom-Barnhoorn & A.T. Ploeg, 1996. Flooding sandy soil does not reduce the incidence of nematode transmitted tobacco rattle virus. Nematologica 42, 554-563.
- Hartsema, O., 2001. *Paratrichodorus teres*: aanvullende maatregelen ter beheersing. PPO-bulletin Akkerbouw.
- Korthals, G.W., 2001. Maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*): voorkomen en beheersen. PPO-bulletin Akkerbouw.
- Lohuis, H., 1989. Het land onder water; inundatie tegen schimmels, aaltjes, onkurid en opslag. Dossier Gewasbescherming 6/1989, 44-46.
- Muller, P.J. & J. van Aartrijk, 1989. Flooding reduces the soil population of the stem nematode *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) in sandy soils. Acta Horticulturae 255, 261-264.
- Prot, J.-C. & D.M. Matias, 1995. Effects of water regime on the distribution of *Meloidogyne graminicola* and other root-parasitic nematodes in a rice field toposequence and pathogenicity of *M. graminicola* on rice cultivar UPL R15. Nematologica 41, 219-228.
- Zaayen, A., 1985. De effecten van inundatie van bloembollengronden op ziekten, plagen en onkruiden. Intern jaarverslag LBO, 72-74.

Antagonisten

- Alam, M.M. and Jairapuri, M.S., 1990. Natural enemies of nematodes. In: Jairapuri, M.S., Alam, M.M. and Ahmad, I. (eds.) Nematode bio-control. Delhi, India: CBS Publishers, p. 17-40.
- Amsing, Jan en Jan Janse (2001). Effectiviteit van biologische middelen ter vermindering van aantasting door wortelknobbelaaltjes in een grondteelt. PPO Intern Rapport, PPO/GT 3.1.001.
- Amsing, J.J., de Jongh, M.A., Kok, C.J. en Hok-A-Hin, C.H. (2004). Biologische bestrijding van wortelknobbelaaltjes met *Pasteuria penetrans* en chitine – Effectiviteitsonderzoek 2004: *Meloidogyne incognita* - tomaat en *M. javanica* - chrysant. PPO Intern rapport.
- Bishop, A. H. and Ellar, D. J., 1991. Attempts to culture *Pasteuria penetrans* *in vitro*. Biocontrol Science and Technology 1:101-114.
- Cabanillas, E. and Barker, K. R., 1989. Impact of *Paecilomyces lilacinus* inoculum level and application time on control of *Meloidogyne incognita* on tomato. Journal of Nematology 21: 115-120.
- Cetintas, R. and Dickson, D.W. 2004. Persistence and suppressiveness of *Pasteuria penetrans* to *Meloidogyne arenaria* race 1.
- Chen, Z. X. and Dickson, D. W., 1998. Review of *Pasteuria penetrans*: Biology, Ecology, and Biological Control Potential. Journal of Nematology 30:313-340.
- Crump, D., 1991. Biological control of the beet cyst nematode. British-Sugar-Beet-Review. 59(1): 54-55.
- Giannakou, I.O., Karpouzias, D.G. and Prophetou-Athanasiadou, D., 2004. A novel non-chemical nematicide for the control of root-knot nematodes. Applied Soil Ecology 26:

69–79.

- Keren-Zur, M., Antonov, J., Bercovits, A., Feldman, K., Husid, A., Kenan, G., Marcov, N and Rebhun, M., 2000. *Bacillus firmus* formulations for the safe control of root-knot nematodes. The BCPC Conference, Brighton, UK, 13 – 16 November 2000: 47–52.
- Kerry B.R. & Hidalgo Diaz L., 2004. Challenges for the development of *Pochonia chlamydosporia* as biocontrol agent for *Meloidogyne* spp. XXVII ESN International Symposium, Rome 14-18 June 2004. Abstract nr. 52.
- Kerry, B.R., Jaffee, B.A., 1997. Fungi as biological control agents for plant parasitic nematodes. In: The mycota: a comprehensive treatise on fungi as experimental systems for basic applied research: Volume 4 environmental-and-microbial-relationships. Pp. 203-218. Berlin, Germany: Springer-Verlag.
- Kiewnick, S., Sikora, R.A., 2003. Efficacy of *Paecilomyces lilacinus* (Strain 251) for the control of root-knot nematodes. Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent University, 68(4a) 123-128.
- Poinar G.O. Jr., Jansson H.-B., 1988. Diseases of nematodes part I and II. CRC Press. Boca Raton, FL.
- Spiegel, Y., E. Sharon & I. Chet. Mechanisms and improved biocontrol of the root-knot nematodes by *Trichoderma* spp. Acta Horticulturae 698, ISHS 2005, 225-228.
- Vannacci, G. & Gullino, M.L. Use of biocontrol agents against soil-borne pathogens: results and limitations. Acta Horticulturae 532, ISHS 2000, 79-87.
- Verdejo-Lucas S., Sorribas F. J., Omat, C. and Galeano M., 2003. Evaluating *Pochonia chlamydosporia* in a double-cropping system of lettuce and tomato in plastic houses infested with *Meloidogyne javanica*. Plant Pathology 52: 521.

Compost

- Akhtar, M. and Malik, A., 2000. Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: a review. Bioresource Technology 74: 35-47.
- Boerma, M., Lamers, J. & Wander, J., 2003. Chitine remt wratziekte. Oogstplus 14 maart: 21.
- D'addabbo, T., 1995. The nematicidal effect of organic amendments: a review of the literature, 1982-1994. Nematologia Mediterranea 23: 299-305.
- Hampson, M.C. & Coombes, J.W., 1995. Reduction of potato wart diseases with crushed crabshell: suppression or eradication? Canadian Journal of Plant Pathology 17: 69-74.
- Jin, R. D., Suh, J. W., Park, R. D., Kim, Y. W., Krishnan, H. B. and Kim, K. Y., 2005. Effect of chitin compost and broth on the biological control of *Meloidogyne incognita* on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Nematology 7: 125 –132.
- Korthals, G.W., J.H.M. Visser en L.P.G. Molendijk, 2003. Verbetering van bodemweerstand door middel van biotische en abiotische teeltmaatregelen. Gewasbescherming jaargang 35, nummer 6: 6-8.
- Kimpinski, J., Gallant, C.E., Henry, R., Macleod, J.A., Sanderson, J.B. and Sturz, A.V., 2003. Effect of compost and manure soil amendments on nematodes and on yields of potato and barley: a 7-year study. Journal of Nematology 35: 289-293.
- Kokalis-Burelle, N., Rodrigues-Kabana, R., Weaver, C.F. and King, P.S., 1994. Evaluation of powdered pine bark for control of *Meloidogyne arenaria* and *Heterodera glycines* on soybean. Plant and Soil 162: 163 –168.
- Oka, Y en Yermiyahu, U., 2002. Suppressive effects of composts against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on tomato. Nematology 4: 891-898.
- Raviv, M., Oka, Y., Katan, J., Hadar, Y., Yogev, A. Medina, S., Krasnovsky, A. and Ziadna, H., 2005. High nitrogen compost as a medium for organic container grown crops. Bioresource Technology 96: 419-427.
- Runia, W.T., W.G. van Gastel en G.W. Korthals. Inventarisatie en beheersing van het quarantaine aaltje *Meloidogyne chitwoodi* binnen de pootgoedteelt in de

Wieringermeer. Internet: www.kennisakker.nl.

Termorshuizen, A.J., Moolenaar, S.W., Veeken, A.H.M. and Blok W.J. (2004). The value of compost. *Reviews in Environmental Science & Bio/Technology* (2004) 3: 343–347.

Widmer, T.L. Mitkowski, N.A. and Abawi, G.S., 2002. Soil organic matter and management of plant parasitic nematodes. *Journal of Nematology* 34: 289-295.

Biofumigatie

Dunne, C.P., Bell, B. Hardy, G. E. St. J., 2003. The effect of biofumigants on the vegetative growth of five *Phytophthora* species in vitro. *Acta Horticultrae* 602: 45-51.

Lawrence, L. & Matthiesen, J., 2004. Biofumigation – using Brassica rotations to manage soil-borne pests and diseases. *Outlooks on Pest Management* 15: 42-43.

Lazzeri, L., Leoni, O., Manicia, L.M., 2004. Biocidal plants dried pellets for biofumigation. *Industrial Crops and Products* 20: 59-65.

Price, A.J., Charron, C.S., Saxton, A.M. and Sams, C.E., 2005. Allyl isothiocyanate and carbon dioxide produced during degradation of Brassica juncea tissue in different soil conditions. *HortScience* 40: 1734 –1739.

Stirling, G.R. and Stirling, A.M., 2003. The potential of Brassica green manure crops for controlling root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on horticultural crops in a subtropical environment.

Wang, K.H., Sipes, B.S. and Schmitt, D.P., 2002. Crotalaria as a cover crop for nematode management: a review. *Nematropica* 32: 35 – 57.

Warton, B., Matthiesen, J.N. and Shackleton, M.A., 2001. Glucosinolate content and isothiocyanate evolution – two measures of the biofumigation potential of plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 5244 – 5250.

Warton, B., Matthiesen, J.N. and Shackleton, M.A., 2003. Cross-enhancement: enhanced biodegradation of isothiocyanates in soils previously treated with metham sodium. *Soil Biology and Biochemistry* 35: 1123-1127.

Vanggewassen

Tagetes

Oostenbrink & M. K. Kuiper & J. J. s'Jacob, 1957. *Tagetes* als Feindpflanzen von *Pratylenchus*-Arten. *Nematologica Suppl* 2: 424S-433S.

Bakker, J. & Gommers, F. J. & Nieuwenhuis, I., Wynberg, H. 1979. Photoactivation of the Nematocidal Compound Alpha-Terthienyl from Roots of Marigolds (*Tagetes* Species) - Possible Singlet Oxygen Role. *Journal of Biological Chemistry* 254 (6) 1841-1844.

Molendijk, L. P. G. & Rovers J., 1996. *Tagetes* geen middel tegen elke aal. *Ekoland*, Vol. 16, no. 2, 16-17.

Evenhuis A. & G. W.Korthals & L. P.G.Molendijk, 2004. *Tagetes patula* as an effective catch crop for long-term control of *Pratylenchus penetrans*. *Nematology*, Vol.6(6), 877-881.

Raketblad

Scholte, K., 2000. Screening of non-tuber bearing Solanaceae for resistance to and induction of juvenile hatch of potato cyst nematodes and their potential for trap cropping. *Annals of Applied Biology* 136 (3) : 239-246.

Scholte, K., 2000. Growth and development of plants with potential for use as trap crops for potato cyst nematodes and their effects on the numbers of juveniles in cysts. *Annals of Applied Biology* 137 (1) : 31-42.

Scholte, K. & Vos, J., 2000. Effects of potential trap crops and planting date on soil infestation with potato cyst nematodes and root-knot nematodes. *Annals of Applied Biology* 137 (2) : 153-164.

Timmermans, B. G. H., 2005. *Solanum sisymbriifolium* (Lam.): a trap crop for potato cyst nematodes. Proefschrift WUR.

Hoek, H. & Molendijk, L. & van der Mheen, H., 2005. Raketblad als vanggewas voor

aardappelvraagstuk. Nieuwe oogst / Magazine gewas 2 (3) 10-11.

Aardappel

Mugnieri, D. & Balandras, C., 1984. Evaluation of various methods for eradicating the potato cyst nematode, *Globodera pallida*. *Agronomie* 4(8) 773-778.

Scholte, K., 2000. Effect of potato used as a trap crop on potato cyst nematodes and other soil pathogens and on the growth of a subsequent main potato crop. *Annals of Applied Biology* 136(3) 229-238.

Molendijk, L.P.G. & Beers, T.G., 2005. Aardappel als vanggewas. Evaluatie van PAGV onderzoek 1988 – 1992. Project rapport PPO-AGV.

Bladrammenas en Gele mosterd.

Petersen P H., 1981. Pegletta -- a radish as an enemy-plant and trap-crop. A new method of nematode control. *Zuckerrube* . 30 (3) 120-121.

Timmer, R.D., Korthals, G.W. & Molendijk L.P.G., 2002. Groenbemesters. Van teelttechniek tot ziekten en plagen. Brochure PPO

Lazzeri L., Errani, M., Leoni O. & Venturi, G., 2004. *Eruca sativa* spp. *oleifera*: a new non-food crop. 5th European Symposium on Industrial Crops and Products Volume 20 (2004), Issue 1, 67-73.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1 UITNODIGINGSBRIEF WORKSHOP 31 MEI 2006

Geachte lezer

Op 31 mei a.s organiseert PPO-AGV een workshop over bestrijdingsmethoden tegen aaltjes in de akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Dit gebeurt in het kader van het -project "Inventarisatie bestrijdingsmethoden" dat in opdracht van het Actieplan Aaltjesbeheersing (van het Hoofdproductschap Akkerbouw, Productschap Tuinbouw en LTO Nederland) wordt uitgevoerd.

Het doel van deze workshop is om als onderzoek samen met intermediairs van gedachten te wisselen over bestrijdingsmethoden om voor het Actieplan uiteindelijk tot een prioriteitenlijst te komen voor het ontwikkelen of verbeteren van de meest perspectiefvolle bestrijdingsmethoden.

Aan de orde komen de volgende onderwerpen: natte grondontsmetting, toepassing van granulaten, fysische grondontsmetting door stoom of hete lucht (Cultivit) of straling, biologische grondontsmetting zoals anaërobie en inundatie, biofumigatie, toediening van antagonistische of compost en de effectiviteit van vanggewassen zoals raketblad, aardappel en Tagetes.

Diverse onderzoekers van PPO-AGV en PRI (zie programma) zullen een korte inleiding houden over deze onderwerpen en daarvan de voor- en nadelen noemen en het perspectief van de bestrijdingsmethode.

Daarna zal een discussie volgen met de intermediairs over wat de praktijk doet en waar dat op gebaseerd is. Leendert Molendijk van PPO-AGV zal de discussie leiden. Om uit deze discussie optimaal resultaat te halen sturen wij u hierbij alvast een vragenlijst om u erop te kunnen voorbereiden.

Wij stellen het zeer op prijs als u deze ochtend aanwezig wilt zijn en uw bijdrage aan de discussie wilt leveren. Vanaf 9.00 staat de koffie klaar en 9.15 uur is de aftrap.

U kunt zich aanmelden per email bij lieneke.voorbij@wur.nl of telefonisch 0320 – 291651 bij Mevr. L. Voorbij van PPO-AGV. Aan deze ochtend zijn geen kosten verbonden.

Mocht u niet in staat zijn om deze ochtend bij te wonen dan vragen wij u vriendelijk de vragenlijst toch in te vullen en aan PPO-AGV, tav. Mevr. L. Voorbij, Antwoordnummer 25, 8200 VB te Lelystad te retourneren. Faxen mag ook: 0320 – 230479.

BIJLAGE 2 PROGRAMMA 31 MEI 2006

PROGRAMMA WORKSHOP "INVENTARISATIE BESTRIJDINGSMETHODEN"

Datum: 31 mei 2006 op PPO-AGV te Lelystad

Ontvangst: 9.00 uur met koffie. Aanvang 9.15 uur.

Discussieleider: Leendert Molendijk, PPO-AGV

- 1 Opening door voorzitter Arjan Kuijstermans
(projectleider Actieplan Aaltjesbeheersing, HPA)
- 2 Inleiding NATTE GRONDONTSMETTING en GRANULATEN
(Willemien Runia en Evert Brommer, PPO-AGV)
Discussie over dit onderwerp aan de hand van stellingen
- 3 Inleiding BIOFUMIGATIE en toediening van COMPOST en ANTAGONISTEN
(Hans Kok, PRI, door afwezigheid vervangen door W. Runia)
Discussie over dit onderwerp aan de hand van stellingen
- 4 10 min pauze
- 5 Inleiding FYSISCHE en BIOLOGISCHE GRONDONTSMETTING
(Willemien Runia, PPO-AGV)
Discussie over dit onderwerp aan de hand van stellingen
- 6 Inleiding VANGGEWASSEN
(Thea van Beers PPO-AGV)
Discussie over dit onderwerp aan de hand van stellingen
- 7 Sluiting door voorzitter Arjan Kuijstermans

BIJLAGE 3 UITNODIGINGENLIJST WORKSHOP 31 MEI 2006

	Project "Inventarisatie bestrijdingsmethoden"				
lijst	uitnodiging workshop 31 mei 2006 bestrijdingsmethoden				
Present	Naam	t.a.v.	adres	Postcode	woonplaats
1	Agerland B.V.	Beurskens, P. H. M./ W. Wei	Postbus 3096	6093 ZH	Heythuysen
	Agerland B.V.	Boom, M. vd	Postbus 3096	6093 ZH	Heythuysen
2	Agrarische Unie	Nannes, Louis/ de Boer en	Industrieweg 29	8304 AC	Emmeloord
	Agrarische Unie		Blankenstein 132	7943 PE	Meppel
1	Agrico / NAO	Goldhoorn, P	Postbus 70	8300 AB	EMMELOORD
	Agrico Research	Winters, M	Postbus 40	8300 AA	EMMELOORD
	Agrifirm	Spierings, R.	Fivelweg 2a	9987 SK	Zijdijk
2	Agrifirm	Venhuizen, A./ J. Swart	Postbus 1033	7940 KA	Meppel
	Agro Centrum Steenbergen BV		Prins Reinierstraat 7-10	4651 RZ	Steenbergen
1	Alliance	Oomen, C.	Tol 14	4251 PX	Werkendam
	Avebe	Breemhaar, H. ing	Postbus 16	9641 AA	Veendam
1	Avebe	Klok, Jans ing	Postbus 15	9640 AA	Veendam
	Avebe	Schepel, H. J./ Smegen, G.J	Postbus 15	9640 AA	Veendam
2	BLGG	Keidel, H./ F/ Versteegen	Postbus 115	6860 AC	Oosterbeek
	C. Meijer B.V.	Mol, L.	Postbus 1	4416 ZG	KRUIJNINGEN
1	C. Meijer bv	A. From	industrieweg 1	8255 PB	Swifterbant
	Cebeco Agrochemie / Agrodia	Lutgert, H. J.	De Wouden 81	9405 HC	Assen
	Cooperatie ABCTA	Schieven, G. W.	Postbus 91	7240 AB	Lochem
	CZAV	Hendrickx, T.	Postbus 2	4424 ZG	Wemeldinge
	De Groene Vlieg	B. Verschoor	Houtwijk 75	8251 GD	Dronten
	DLV Adviesgroep	Aasman, B.	Expeditiestraat 16-A	5961 PX	Horst (Limb).
	DLV Adviesgroep	Akker, H. vd	Expeditiestraat 16-A	5961 PX	Horst (Limb).
1	DLV Adviesgroep	Roessel, G. van	Expeditiestraat 16-A	5962 PX	Horst (Limb).
	DLV HORST	Rouwette, F. H. ing	Ridderstraat 26	6095 AV	Baexem
	DLV Plant BV	Soesbergen, M. van	De Drieslag 25	8251 JZ	Dronten
2	DLV Akkerbouw Noordwest	Knijf en Salomons			
	Dubbelboer Gewasbescherming	Renting, S.	Tuinbouwstraat 14	9571 TA	2e Exloërmond
	H. Quik & Zn. B.V.		Akkerseweg 13B	5321 GH	Hedel
	Heijboer		Havenweg 22	8256 BH	Biddinghuizen
1	Heinz / VIGEF / HAK bv	Wolthuis, M.	Postbus 2	4283 ZG	GIESSEN
1	HLB	Peltjes, J./ E. Schepel	Kampsweg 27	9418 PD	Wijster
	Hoofdproductschap Akkerbouw	Greve, E.	Postbus 29739	2502 LS	Den Haag
	Hoofdproductschap Akkerbouw	Kuijstermans, A.	Postbus 29739	2502 LS	Den Haag
1	HZPC	Gijlers, M. ing / van Meel	Postbus 88	8500 AB	Joure
1	HZPC	Leen Vogelaar	Spreeuwenstein 13	3253 VM	Ouddorp
	HZPC	Groeneveld, J.	Postbus 88	8500 AB	Joure
1	Innoseeds	Doorne, Marcel van	Postbus 10000	5250 GA	Vlijmen
1	Innoseeds	Koppelman, Oscar.	Postbus 10000	5250 GA	Vlijmen
	IRS	Schneider	Postbus 32	4600 AA	Bergen op Zoom
	Kroef B.V.	T.a.v. hoofd Landbouwk.	Beukenlaan 61	5409 SX	Odiliapeel
	Kroef B.V.	Vonderen, R. van	Beukenlaan 61	5409 SX	Odiliapeel
2	Laarakker groenteverwerking	John Gielen	Veenweg 4	5855 ES	Well
1	LUCEL bv.	Erp, P. van	Postbus 58	2670 AB	NAALDWIJK
1	LUCEL bv.	C. van Laarhoven			Oosterbeek
1	LUCEL horticulture	Pieter Duin			
	Mertens BV		Handelstraat 6	5961 VP	Horst (Limb).
	NEDATO B.V.	T.a.v. hoofd Landbouwk.	Postbus 1518	3260 BA	Oud-Beijerland
1	Nemacontrol V.O.F.	Galle, F.	De Vecht 14 G	8253 PH	DRONTEN
1	Profyto Gewasbescherming	L. Mabesoone	Postbus 1077	8300 BB	Emmeloord
	RJKO	Laarhoven, C.P.W. van ing	Gerstdijk 18	5704 RG	Helmond
1	Roba Laboratorium B.V.	L. Swinkels (Eijnden, M. van	Postbus 330	5750 AH	DEURNE
2	Ten Brinke BV	Brinke, W. ten	Wrakkenpad 12	8312 PX	Creil
1	The Soil Company B.V.	Loonstra, E. H.,	Kadijk 7b	7947 AT	GRONINGEN
1	Van Gent van der Meer gewasbes	Paarberg, G.	Schoolweg 74 A	1786 BB	JULIANADORP
1	Van Rijn B.V.	Oldenkamp, P	Gildenweg 15	8304 BD	EMMELOORD
1	teler grondontsmetting	Westerdijk	Dijkerweg 2		Garsthuizen
1	glasteler biologisch	Fons Verbeek	muldersweg 15	5941 MX	Velden
1	Syngenta	ten A.J.M. Meggelen		7478 PN	Diepenheim
	IJsselmeerpolders BV	Jacob Eising	Postbus 3	8300 AA	Emmeloord

BIJLAGE 4

VRAGENLIJST DEEL A – MOTIVATIE

Vragenlijst Project “INVENTARISATIE BESTRIJDINGSMETHODEN”

Visie op het onderwerp

Binnen de AaltjesBeheersingsStrategie (ABS) vormen de chemische en niet chemische bestrijdingsmethoden het vangnet wanneer de aaltjessituatie niet door vruchtwisseling of rassenkeuze onder controle valt te brengen. Vooral in complexe situaties waarin een perceel besmet is met een combinatie van schadelijke aaltjessoorten, kan een algemene bestrijdingsmaatregel ter sanering van de besmettingssituatie noodzakelijk en economisch interessant zijn. Met name op lichte zavel- en zandgronden komt deze situatie voor en zijn bedrijfszekere saneringsmethoden dringend gewenst.

Vanwege het mondiale verbod op methylbromide is er hernieuwde interesse van de gewasbeschermingsmiddelenindustrie en anderen om nieuwe middelen en methoden te ontwikkelen.

Een inventarisatie van de mogelijkheden en effectiviteit van oude en nieuwe bestrijdingsmethoden is dan ook een logische start om te komen tot verbeterde adviezen voor de praktijk, het in beeld brengen van witte vlekken en het prioriteren van onderzoeksprojecten in het kader van het “Actieplan Aaltjesbeheersing” (van het Hoofdproductschap Akkerbouw, , PT en LTO Nederland).

De praktijk heeft goed inzicht in de praktische uitvoerbaarheid op het vlak van logistiek en economie en bedenkt creatieve, nieuwe oplossingsrichtingen waarvan het zeer de moeite waard is deze in beeld te krijgen.

Vanuit het onderzoek aan fumigantia en granulaire nematiciden (granulaten) is gebleken dat de resultaten zeer wisselend kunnen zijn. Proeftechnisch worden hoge eisen gesteld aan het onderzoek om een zuiver beeld van de effectiviteit te krijgen. Het effect van maatregelen tegen aaltjes is op het oog slecht controleerbaar, dit in tegenstelling tot effecten van bestrijding tegen insecten of schimmels. Dit leidt ertoe dat ervaringsgegevens vanuit de praktijk met betrekking tot de werkingsefficiëntie lastig zijn om te zetten in een algemeen geldend advies.

Het is mogelijk, uitgaande van de randvoorwaarden voor de bepaling van de betrouwbaarheid van gepresenteerde technieken, om via een inventarisatie het projectdoel deels te realiseren. Uitgekristalliseerde bedrijfszekere informatie kan via de Aaltjesadviescommissie van het Actieplan naar de praktijk worden gebracht en veelbelovende oplossingsrichtingen voor knelpunten kunnen in het onderzoek worden geprioriteerd.

Hierbij treft u een vragenlijst aan. Deze zal als handvat dienen voor de discussie van de workshop op 31 mei a.s. en ingevuld worden door de afzonderlijke deelnemers. Zo zal een goed beeld ontstaan van de praktijkervaringen. Mocht u verhinderd zijn voor de workshop dan stellen wij het zeer op prijs als u deze vragenlijst wel invult en opstuurt naar

Mevr. Lieneke Voorbij, PPO-AGV, Antwoordnummer 25, 8200 VB Lelystad.

Alvast bedankt voor uw medewerking.

BIJLAGE 5 VRAGENLIJST DEEL B – INVULFORMULIER

Gewassen	aardappel	biet	uien	peen	anders
Grondsoort (% afslibbaar) in het gebied					
Schadelijke aaltjes					
<i>Globodera pallida/rostochiensis</i>	0	0	0	0	0
<i>Heterodera betae/schachtii</i>	0	0	0	0	0
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	0	0	0	0	0
<i>Meloidogyne hapla</i>	0	0	0	0	0
<i>Meloidogyne naasi</i>	0	0	0	0	0
<i>Pratylenchus penetrans</i>	0	0	0	0	0
<i>Trichodoriden</i>	0	0	0	0	0
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>	0	0	0	0	0
Tabaksraterivirus	0	0	0	0	0
andere schadelijke aaltjes					
Schade					
Bij welk aaltjesniveau voorafgaand aan de teelt adviseert u bestrijdingsmaatregelen; aantal/100 ml grond					
<i>Globodera pallida/rostochiensis</i>					
<i>Heterodera betae/schachtii</i>					
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>					
<i>Meloidogyne hapla</i>					
<i>Meloidogyne naasi</i>					
<i>Pratylenchus penetrans</i>					
<i>Trichodoriden</i>					
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>					
Maatregelen; welke adviseert u					
Chemische bestrijding:					
natte grondontsmetting	0	0	0	0	0
granulaat	0	0	0	0	0
middel + dosering					
Toepassing; injectie, rijen, volvelds					
tijdstip van toepassen					
Andere maatregelen					
Vanggewas; zo ja welk					
Biologisch: inundatie of anaërobe g.o.					
Biofumigatie en antagonisten					
Wat kosten deze maatregelen de teler					
Wat leveren deze maatregelen op; hoe effectief zijn ze					
voor welke gewassen zijn de maatregelen kosteneffectief?	0	0	0	0	0
Welke maatregelen zijn het meest effectief; geef een volgorde van 1 (meest) tot 3 (minder effectief)	1				
	2		3		
Welke methoden bieden volgens u perspectief, maar zijn niet praktijkrijp	1				
	2				
Welke methoden dienen nader onderzocht te worden, graag met prioritering 1 ^e , 2 ^e of 3 ^e prioriteit).	1 ^e				
	2 ^e		3 ^e		
instantie	teeltbegeleiding	gewasbeschermingshandel		bemonsteringsinstantie	
werkgebied					

0: aankruisen wat van toepassing is.

BIJLAGE 6 VRAGENLIJST 1

Gewassen	aardappel	biet	uien	peen	anders
Grondsoort (% afslibbaar) in het gebied	zand				
Schadelijke aaltjes					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>	X	0	0	0	0
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>	0	X	0	0	0
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	X	X	0	X	X
<i>Meloidogyne hapla</i>	X	X	0	X	X
<i>Meloidogyne naasi</i>	0	X	0	X	0
<i>Pratylenchus penetrans</i>	X	X	0	X	X
<i>Trichodoriden</i>	X	X	0	X	0
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>	0	0	0	0	0
Tabaksratelvirus	X	0	0	0	0
andere schadelijke aaltjes					
Schade					
Bij welk aaltjesniveau voorafgaand aan de teelt adviseert u bestrijdingsmaatregelen; aantal/100 ml grond					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>	800				
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>		800			
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	10	150		10	10
<i>Meloidogyne hapla</i>	200	500		10	10
<i>Meloidogyne naasi</i>					
<i>Pratylenchus penetrans</i>	100			100	
<i>Trichodoriden</i>					
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>					
Maatregelen; welke adviseert u					
Chemische bestrijding:					
natte grondontsmetting	X	0	0	X	0
granulaat	0	0	0	0	0
middel + dosering	300l/ha Monam			300 l/ha Monam	
Toepassing; injectie, rijen, volvelds	injectie			injectie	
tijdstip van toepassen	najaar			najaar	
Andere maatregelen					
Vanggewas; zo ja welk	resistentie	resistentie		stamslaboon	
Biologisch: inundatie of anaërobe g.o.					
Biofumigatie en antagonisten					
Wat kosten deze maatregelen de teler	vruchtopvolging				
voor welke gewassen zijn de maatregelen kosteneffectief?	0	0	0	0	0
Welke maatregelen zijn het meest effectief; geef een volgorde van 1 (meest) tot 3 (minder effectief)	1 Vruchtopvolging 2 Groenbemesters 3 Gewaskeuze				
Welke methoden bieden volgens u perspectief, maar zijn niet praktijkrijp	1 Vanggewassen 2 Rasverschillen bij andere gewassen dan aardappel				
Welke methoden dienen nader onderzocht te worden, graag met prioritering 1 ^e , 2 ^e of 3 ^e prioriteit).	1 ^e Groenbemesters en rassen 2 ^e Vanggewassen 3 ^e Vruchtopvolging				
instantie	teeltbegeleiding	gewasbeschermingshandel		bemonsteringsinstantie	
werkgebied	Zuidoost Nederland				

BIJLAGE 7 VRAGENLIJST 2

Gewassen	aardappel	biet	uien	peen	anders
Grondsoort (% afslibbaar) in het gebied	zand				schorseneer
Schadelijke aaltjes					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>	0	0	0	0	0
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>	0	0	0	0	0
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	0	0	0	X	X
<i>Meloidogyne hapla</i>	0	0	0	X	X
<i>Meloidogyne naasi</i>	0	0	0	0	0
<i>Pratylenchus penetrans</i>	0	0	0	X	X
<i>Trichodoriden</i>	0	0	0	X	X
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>	0	0	0	0	0
Tabaksratelvirus	0	0	0	0	0
andere schadelijke aaltjes					
Schade					
Bij welk aaltjesniveau voorafgaand aan de teelt adviseert u bestrijdingsmaatregelen; aantal/100 ml grond					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>					
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>					
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>				10	5
<i>Meloidogyne hapla</i>				10	5
<i>Meloidogyne naasi</i>					
<i>Pratylenchus penetrans</i>				500	300
<i>Trichodoriden</i>					
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>					
Maatregelen; welke adviseert u					
Chemische bestrijding:					
natte grondontsmetting	0	0	0	0	0
granulaat	0	0	0	X	0
middel + dosering				10 kg Vydate	
Toepassing; injectie, rijen, volvelds				rijenbehandeling	
tijdstip van toepassen				maart-april	
Andere maatregelen					
Vanggewas; zo ja welk				spinazie	
Biologisch: inundatie of anaërobe g.o.					
Biofumigatie en antagonisten					
Wat kosten deze maatregelen de teler					
voor welke gewassen zijn de maatregelen kosteneffectief?	0	0	0	X waspeen	0
Welke maatregelen zijn het meest effectief; geef een volgorde van 1 (meest) tot 3 (minder effectief)	1 Vanggewas 2 Gewasrotatie aanpassen 3 Granulaat				
Welke methoden bieden volgens u perspectief, maar zijn niet praktijkrijp	1 Vanggewas voor vrijlevende alen				
Welke methoden dienen nader onderzocht te worden, graag met prioritering 1 ^e , 2 ^e of 3 ^e prioriteit).	1 ^e Groenbemesters en rassen 2 ^e Vanggewassen 3 ^e Vruchtopvolging				
instantie	teeltbegeleiding	gewasbeschermingshandel		bemonsteringsinstantie	
werkgebied	Zuidoost Nederland				

BIJLAGE 8 VRAGENLIJST 3

Gewassen	aardappel	biet	uien	peen	anders
Grondsoort (% afslibbaar) in het gebied	zand				schorseneer
Schadelijke aaltjes					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>	X	0	0	0	0
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>	0	X	0	0	0
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	X	X	0	X	X
<i>Meloidogyne hapla</i>	X	X	0	X	X
<i>Meloidogyne naasi</i>	0	X	0	0	0
<i>Pratylenchus penetrans</i>	X	0	0	X	X
<i>Trichodoriden</i>	X	X	0	X	X
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>	X	X	0	X	X
Tabaksratelvirus	X	0	0	0	0
Rotylenchus uniformis		X		X	X
Schade					
Bij welk aaltjesniveau voorafgaand aan de teelt adviseert u bestrijdingsmaatregelen; aantal/100 ml grond					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>	> 400				
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>		> 300			
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	> 5	Mc >200 Mf > 50		> 5	> 5
<i>Meloidogyne hapla</i>	> 75	> 50		> 5	> 5
<i>Meloidogyne naasi</i>		> 200			
<i>Pratylenchus penetrans</i>	> 50			> 75	> 75
<i>Trichodoriden</i>	> 25	> 25		> 25	> 25
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>	> 1	> 3		> 1	> 1
Maatregelen; welke adviseert u: geen specifieke maatregelen, keuze is aan teler					
Chemische bestrijding:					
natte grondontsmetting	X	X	0	X	X
granulaat	0	0	0	0	0
Andere maatregelen afhankelijk van aaltjessoort					
Vanggewas; zo ja welk	raketblad	bladr. gele mosterd		bladrammenas	bladrammenas
Biologisch: inundatie of anaërobe g.o.					
Biofumigatie en antagonisten					
Wat kosten deze maatregelen de teler					
Wat leveren deze maatregelen op; hoe effectief zijn ze	25-80%	40-80%		40-80%	40-80%
voor welke gewassen zijn de maatregelen kosteneffectief?	X	X	0	X	X
Welke maatregelen zijn het meest effectief; geef een volgorde van 1 (meest) tot 3 (minder effectief)	1 Tagetes 2 Grondontsmetting 3 Andere gewassen en resistente rassen				
Welke methoden bieden volgens u perspectief, maar zijn niet praktisch	1 Biofumigatie 2 Anaërobe grondontsmetting				
Welke methoden dienen nader onderzocht te worden, graag met prioritering 1 ^e , 2 ^e of 3 ^e prioriteit).	1 Biofumigatie 2 Cultivit 3 Resistente rassen (multiresistentie) van groenbemesters en andere gewassen die in najaar nog effect hebben				
instantie	teeltbegeleiding	gewasbeschermingshandel	bemonsteringsinstantie		
werkgebied	Zuidoost Nederland				

BIJLAGE 9 VRAGENLIJST 4

Gewassen	aardappel	biet	uien	peen	anders
Grondsoort (% afslibbaar) in het gebied	zand (< 20%)				
Schadelijke aaltjes					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>	0	0	0	0	0
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>	0	0	0	0	0
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	0	0	0	X	0
<i>Meloidogyne hapla</i>	0	0	0	X	0
<i>Meloidogyne naasi</i>	0	0	0	0	0
<i>Pratylenchus penetrans</i>	0	0	0	X	0
<i>Trichodoriden</i>	0	0	0	X	0
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>	0	0	0	0	0
Tabaksratelvirus	0	0	0	0	0
andere schadelijke aaltjes					
Schade					
Bij welk aaltjesniveau voorafgaand aan de teelt adviseert u bestrijdingsmaatregelen; aantal/100 ml grond					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>					
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>					
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>				10	
<i>Meloidogyne hapla</i>				10	
<i>Meloidogyne naasi</i>					
<i>Pratylenchus penetrans</i>				500 (waspeen)	
<i>Trichodoriden</i>				60	
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>					
Maatregelen; welke adviseert u					
Chemische bestrijding:					
natte grondontsmetting	0	0	0	0	0
granulaat	0	0	0	0	0
middel + dosering					
Toepassing; injectie, rijen, volvelds					
tijdstip van toepassen					
Andere maatregelen Aanpassing bouwplan; bij <i>Pratylenchus penetrans</i>: suikerbiet					
Vanggewas; zo ja welk					
Biologisch: inundatie of anaërobe g.o.					
Biofumigatie en antagonisten					
Wat kosten deze maatregelen de teler					
voor welke gewassen zijn de maatregelen kosteneffectief?	0	0	0	0	0
Welke maatregelen zijn het meest effectief; geef een volgorde van 1 (meest) tot 3 (minder effectief)	1 Vanggewas 2 biofumigatie				
Welke methoden bieden volgens u perspectief, maar zijn niet praktijkrijp	1 Vanggewassen 2 biofumigatie				
Welke methoden dienen nader onderzocht te worden, graag met prioritering 1 ^e , 2 ^e of 3 ^e prioriteit).	1 Vanggewassen 2 biofumigatie				
instantie	groenteverwerking	gewasbeschermingshandel		bemonsteringsinstantie	
werkgebied	Zuidoost Nederland				

BIJLAGE 10 VRAGENLIJST 5

Gewassen	aardappel	biet	uien	peen	anders
Grondsoort (% afslibbaar) in het gebied	zand				
Schadelijke aaltjes					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>	X	0	0	0	0
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>	0	X	0	0	0
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	X	0	0	X	X
<i>Meloidogyne hapla</i>	X	0	X	X	X
<i>Meloidogyne naasi</i>	0	0	0	0	X
<i>Pratylenchus penetrans</i>	0	0	0	X	X
<i>Trichodoriden</i>	X	X	0	X	X
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>	0	0	0	0	0
Tabaksratelvirus	X	0	0	0	0
ander schadelijke aaltjes					
Schade					
Bij welk aaltjesniveau voorafgaand aan de teelt adviseert u bestrijdingsmaatregelen; aantal/100 ml grond					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>					
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>					
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	5	70	20	5	
<i>Meloidogyne hapla</i>					
<i>Meloidogyne naasi</i>					
<i>Pratylenchus penetrans</i>	100			100	
<i>Trichodoriden</i>	25	25		25	
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>	> 0				
Maatregelen; welke adviseert u					
Chemische bestrijding:					
natte grondontsmetting	0	0	0	0	0
granulaat	X	0	0	X	0
middel +dosering	afhankelijk van aaltjessoort				
Toepassing; injectie, rijen, volvelds	rijen			rijen	
Andere maatregelen					
Vanggewas; zo ja welk	bijvoorbeeld bladrammenas na teelt				
Biologisch: inundatie of anaërobe g.o.					
Biofumigatie en antagonisten					
Wat kosten deze maatregelen de teler					
voor welke gewassen zijn de maatregelen kosteneffectief?	X	0	0	X	0
Welke maatregelen zijn het meest effectief; geef een volgorde van 1 (meest) tot 3 (minder effectief)					
Welke methoden bieden volgens u perspectief, maar zijn niet praktijkrijp					
Welke methoden dienen nader onderzocht te worden, graag met prioritering 1 ^e , 2 ^e of 3 ^e prioriteit).					
instantie	teeltbegeleiding	gewasbeschermingshandel	bemonsteringsinstantie		
werkgebied	Zuidoost Brabant				

BIJLAGE 11 VRAGENLIJST 6

Gewassen	aardappel	biet	uien	peen	anders
Grondsoort (% afslibbaar) in het gebied	alle				
Schadelijke aaltjes					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>	X	0	0	0	0
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>	0	X	0	0	0
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	X	0	0	X	0
<i>Meloidogyne hapla</i>	X	X	X	X	0
<i>Meloidogyne naasi</i>	0	X	X	0	0
<i>Pratylenchus penetrans</i>	X	0	0	X	0
<i>Trichodoriden</i>	X	X	X	X	0
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>	X	X	X	X	0
Tabaksratelvirus	X	0	0	0	0
Andere schadelijke aaltjes					
Schade					
Bij welk aaltjesniveau voorafgaand aan de teelt adviseert u bestrijdingsmaatregelen; aantal/100 ml grond					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>	800				
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>		1000			
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	1-20 rasafh.	50		1	
<i>Meloidogyne hapla</i>	50	20	20	20	
<i>Meloidogyne naasi</i>		50	20		
<i>Pratylenchus penetrans</i>	100	20		100	
<i>Trichodoriden</i>	20		20	20	
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>			1	1	
Maatregelen; welke adviseert u: Goede rassenkeuze en goed bouwplan					
Chemische bestrijding:					
natte grondontsmetting	X	X	X	X	0
granulaat	X	X	X	X	0
Andere maatregelen afhankelijk van aaltjessoort					
Vanggewas; zo ja welk	raketblad aardappel	bladrammenas			
Biologisch: inundatie of anaërobe g.o.					
Biofumigatie en antagonisten					
Wat kosten deze maatregelen de teler					
Wat leveren deze maatregelen op; hoe effectief zijn ze					
voor welke gewassen zijn de maatregelen kosteneffectief?	0	0	0	0	0
Welke maatregelen zijn het meest effectief; geef een volgorde van 1 (meest) tot 3 (minder effectief)					
Welke methoden bieden volgens u perspectief, maar zijn niet praktijkrijp	1 Biologische grondontsmetting 2 Biofumigatie				
Welke methoden dienen nader onderzocht te worden, graag met prioritering 1 ^e , 2 ^e of 3 ^e prioriteit).	1 Biologische grondontsmetting 2 Biofumigatie				
instantie	teeltbegeleiding	gewasbeschermingshandel		bemonsteringsinstantie	
werkgebied	Flevoland, Noord-Holland, Friesland, Groningen				

BIJLAGE 12 VRAGENLIJST 7

Gewassen	aardappel	biet	uien	peen	anders
Grondsoort (% afslibbaar) in het gebied	alle				
Schadelijke aaltjes					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>	X	0	0	0	0
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>	0	X	0	0	0
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	X	0	0	X	0
<i>Meloidogyne hapla</i>	X	0	0	X	0
<i>Meloidogyne naasi</i>	0	0	0	0	0
<i>Pratylenchus penetrans</i>	X	X	0	0	0
<i>Trichodoriden</i>	X	X	X	0	0
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>	0	X	0	0	0
Tabaksratelvirus	X	0	0	0	0
Andere schadelijke aaltjes					
Schade					
Bij welk aaltjesniveau voorafgaand aan de teelt adviseert u bestrijdingsmaatregelen; aantal/100 ml grond					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>					
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>					
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>					
<i>Meloidogyne hapla</i>					
<i>Meloidogyne naasi</i>					
<i>Pratylenchus penetrans</i>					
<i>Trichodoriden</i>					
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>					
Maatregelen; welke adviseert u:					
Chemische bestrijding:					
natte grondontsmetting	0	0	0	0	0
granulaat	0	0	0	0	0
Andere maatregelen afhankelijk van aaltjessoort					
Vanggewas; zo ja welk	raketblad	bladrammenas			
Biologisch: inundatie of anaërobe g.o.					
Biofumigatie en antagonisten					
Wat kosten deze maatregelen de teler		€ 150/ha			
Wat leveren deze maatregelen op; hoe effectief zijn ze		meer dan de kosten			
voor welke gewassen zijn de maatregelen kosteneffectief?	0	0	0	0	0
Welke maatregelen zijn het meest effectief; geef een volgorde van 1 (meest) tot 3 (minder effectief)	1 inzaai van bladrammenas op lichte grond is relatief veilig op aaltjes en goed voor de bodem en dus voor de opbrengst van de volgteelten				
Welke methoden bieden volgens u perspectief, maar zijn niet verkrijgbaar					
Welke methoden dienen nader onderzocht te worden, graag met prioritering 1 ^e , 2 ^e of 3 ^e prioriteit).	1 Biologische grondontsmetting 2 Biofumigatie				
instantie	teeltbegeleiding	zaadhandel		bemonsteringsinstantie	
werkgebied	heel Nederland				

BIJLAGE 13 VRAGENLIJST 8

Gewassen	aardappel	biet	uien	peen	anders
Grondsoort (% afslibbaar) in het gebied	alle				
Schadelijke aaltjes					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>	X	0	0	0	0
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>	0	0	0	0	0
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>	0	0	0	0	0
<i>Meloidogyne hapla</i>	0	0	0	0	0
<i>Meloidogyne naasi</i>	0	0	0	0	0
<i>Pratylenchus penetrans</i>	0	0	0	0	0
<i>Trichodoriden</i>	0	0	0	0	0
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>	0	0	0	0	0
Tabaksratelvirus	0	0	0	0	0
Schade					
Bij welk aaltjesniveau voorafgaand aan de teelt adviseert u bestrijdingsmaatregelen; aantal/100 ml grond					
<i>Globodera pallida/ rostochiensis</i>	1				
<i>Heterodera betae/ schachtii</i>					
<i>Meloidogyne chitwoodi/fallax</i>					
<i>Meloidogyne hapla</i>					
<i>Meloidogyne naasi</i>					
<i>Pratylenchus penetrans</i>					
<i>Trichodoriden</i>					
<i>Ditylenchus dipsaci/destructor</i>					
Maatregelen; welke adviseert u:					
Chemische bestrijding:					
natte grondontsmetting	X	0	0	0	0
granulaat	0	0	0	0	0
middel + dosering	300 l/ha Monam				
tijdstip van toepassen	aug/sept				
Andere maatregelen					
Vanggewas; zo ja welk	aardappel				
Biologisch: inundatie of anaërobe g.o.					
Biofumigatie en antagonisten					
Wat kosten deze maatregelen de teler	€ 500/ha				
voor welke gewassen zijn de maatregelen kosteneffectief?	0	0	0	0	0
Welke maatregelen zijn het meest effectief; geef een volgorde van 1 (meest) tot 3 (minder effectief)	1 Aardappel als vanggewas 2 natte grondontsmetting 3 granulaat				
Welke methoden bieden volgens u perspectief, maar zijn niet verkrijgbaar	1 Anaërobie				
Welke methoden dienen nader onderzocht te worden, graag met prioritering 1 ^e , 2 ^e of 3 ^e prioriteit).	1 Anaërobe grondontsmetting 2 natte grondontsmetting voor kleigrond				
instantie	teeltbegeleiding	akkerbouwer		bemonsteringsinstantie	
werkgebied	Groningen				