



Ontwikkeling van plantenextracten ter bestrijding van droge mollen tot semi-commerciële producten

Dr. J. J. P. Baars en Ing. A.J. Rutjens

© 2007 Wageningen, Plant Research International B.V.

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 Plant Research International B.V.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Productschap Tuinbouw
Louis Pasteurlaan 6, 2719 EE Zoetermeer

PRI projectnummer: 3360629500 (PPO-nr 3262029500)

PT projectnummer 12913

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1. Samenvatting	1
2. Inleiding	4
Kweek van droge mollen	6
Experimenten in proefbedrijf Plant Research International	6
Effect van lagere doseringen	6
Effect toepassingstijdstip	7
Effect combinaties van verschillende plantenextracten	7
Statistische analyse van de resultaten	8
4. Resultaten	9
Effect van lagere doseringen	9
Effect toepassingstijdstip	10
Effect combinaties van verschillende plantenextracten	11
5. Discussie	15
6. Conclusies	16
7. Suggesties voor verder onderzoek	17
8. Literatuur	18

1. Samenvatting

Uitzicht op een nieuwe manier om droge mollen te bestrijden?

Droge mollen, veroorzaakt door *Verticillium fungicola*, vormen een belangrijk probleem in de champignonteelt. Besmetting van een teelt kan een aanzienlijke opbrengstderving tot gevolg hebben en de ziekteverwekker kan door champignonvliegen snel verspreid worden in een kwekerij. Droge mollen kunnen op dit moment nog worden bestreden door het gewasbeschermingsmiddel Sporgon. De verwachting is echter dat Sporgon binnen een termijn van een paar jaar niet meer beschikbaar zal zijn. Om die reden is onderzocht of het mogelijk is om alternatieven voor de bestrijding van droge mollen te ontwikkelen op basis van plantenextracten. Het beste van de onderzochte plantenextracten verminderde, in een eenmalige toepassing en zonder negatief effect op opbrengst, het aantal droge mollen met maximaal 77%. Ter vergelijking; Sporgon geeft een reductie van 73%. Toediening van plantenextracten in lagere doseringen dan 2 %, noch tweemaalige toepassing, noch het combineren plantenextracten blijkt een betere bestrijding van droge mollen op te leveren.

Mogelijkheden voor gewasbescherming met chemische middelen versralen.

Droge mollen worden tot op heden preventief bestreden door toepassing van het gewasbeschermingsmiddel Sporgon. Probleem is echter dat Sporgon slechts het enige fungicide is dat telers voor de bestrijding van droge mollen nog beschikbaar hebben. Dat brengt de champignonsector in een kwetsbare positie. Het is tamelijk onzeker of deze toelating in de komende jaren gehandhaafd kan worden. In het kader van de harmonisering van de gewasbeschermingsmiddelenwetgeving in Europa trekken veel fabrikanten middelen in kleine teelten terug uit de markt. Daarnaast blijken de retail-organisaties vaak strengere eisen te stellen ten aanzien van de maximaal toelaatbare residu- gehalten op champignons dan de wettelijke bepalingen.

Bieden plantenextracten een uitkomst?

Het is belangrijk voor de champignonteeltsector om alternatieven voor de chemische bestrijding van droge mollen te ontwikkelen. Voor niet-chemische alternatieven wordt in de richting van plantenextracten gekeken. In een eerder project is onderzocht of het mogelijk is om met behulp van plantenextracten droge mollen te bestrijden. In dat project zijn een aantal interessante plantenextracten geïdentificeerd. De beste plantenextracten geven, in een eenmalige toepassing bij een dosering van 4 of 6%, een reductie van het aantal droge mollen met maximaal 77%. In het huidige project is getest of lagere doseringen (< 2%), een- of tweemaalige toepassingen en combinaties van plantenextracten, mogelijkheden bieden om de ontwikkeling van droge mollen te remmen of geheel te bestrijden. De resultaten van dit project laten zien dat de toediening van plantenextracten in lagere doseringen van 0,5 tot 2 % onvoldoende effectief zijn ter bestrijding van droge mollen. De tweemaalige toepassing van de geteste plantenextracten resulteert niet in een betere onderdrukking van het aantal droge mollen t.o.v. de eenmalige toepassing. Ook combinaties van de geteste plantenextracten geven geen betere onderdrukking van het aantal droge mollen dan de toepassing van enkelvoudige plantenextracten. De lagere doseringen, de een- of tweemaalige toepassing en de geteste combinaties hebben geen negatieve invloed op de opbrengst. Toch lijken twee van de onderzochte plantenextracten geschikt om te ontwikkelen tot een gewasbeschermingsmiddel. Het beste van deze plantenextracten verminderde, in een eenmalige toepassing en zonder negatief effect op opbrengst, het aantal droge mollen met maximaal 77% (Sporgon geeft een reductie van 73%),

Wat is nodig om plantenextracten tot een commercieel gewasbeschermingsmiddel te ontwikkelen?

Op basis van de werkzaamheid is er alle reden om te proberen om de best presterende plantenextracten te ontwikkelen tot commerciële gewasbeschermingsmiddelen. De kans dat dit lukt hangt sterk af van de vraag of deze plantenextracten geplaatst zijn of kunnen worden op de Annex 1 lijst die hoort bij Richtlijn 91/414; betreffende het op de markt brengen van Gewasbeschermingsmiddelen. Alleen de werkzame stoffen die op deze Annex 1 lijst voorkomen kunnen worden gebruikt als basis voor de toelating als gewasbeschermingsmiddelen. Een oriënterend vooronderzoek heeft uitgewezen dat één van deze plantenextracten reeds op de Annex 1 lijst voorkomt. Het andere goed presterende plantenextract is als bestanddeel aanwezig in deze reeds geplaatste stof.

De meest logische vervolgstap is het vinden van een bedrijf dat interesse heeft in het vermarkten van een gewasbeschermingsmiddel op basis van plantenextracten. In het ideale geval zou dit bedrijf een toelating kunnen aanvragen voor gebruik als gewasbeschermingsmiddel.

Daarnaast zullen in vervolgonderzoek nog een aantal vragen moeten worden beantwoord. De optimale concentratie en de meest stabiele formulering van de plantenextracten tot een gewasbeschermingsmiddel zijn nog niet bekend. Daarnaast is nog niet bekend of er mogelijk een effect is op de smaak van de champignons.

We weten verder dat de opbrengst aan champignons nauwelijks wordt aangetast. De invloed van het gebruik van plantenextracten in combinatie met bijvoorbeeld CAC-en of opruwen op het strakke teeltschema in de praktijk is echter nog niet onderzocht.

2. Inleiding

Een veel voorkomende ziekte binnen champignonenteeltbedrijven is *Verticillium fungicola* var. *fungicola* (droge mollen). De schade die door droge mollen wordt veroorzaakt is aanzienlijk en wordt geschat op 10 tot 15 miljoen euro per jaar (Geels, mond. meded.). De sporen van droge mollen zijn kleverig waardoor ze onder andere blijven plakken aan champignonvliegen. Met het rondvliegen van de champignonvliegen worden ook de sporen van droge mollen verspreid.

Tot op heden proberen de champignontelers via hygiënische maatregelen en het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen droge mollen preventief te onderdrukken. Echter, het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen in de paddenstoelenteelt staat in toenemende mate onder druk. Er is momenteel nog slechts één fungicide toegelaten in de champignonteelt: prochloraz (College voor de Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden), maar de toelating is beperkt. Het gebruik van prochloraz was toegestaan tot 1 november 2007 en heeft nog momenteel nog een toelating van "rechtswege". Dit wil zeggen een toelating in afwachting van de beoordeling op Europees niveau. De huidige toepassing is toegestaan mits de lozing van het afvalwater op het oppervlaktewater geschiedt via een bezinkinrichting en rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). Het is verder nog maar de vraag of de toelatinghouder de toelating wil of kan verlengen. Dit is een risicovolle ontwikkeling omdat er in de nabije toekomst mogelijk geen chemische middelen meer beschikbaar zijn om de droge mollen te bestrijden. Ook het gebruik van formaldehyde als desinfectiemiddel staat onder druk. Formaldehyde als actieve stof wordt niet Europees ondersteund en er bestaat een voornemen om het tot klasse I inzake carcinogeniteit te verklaren. Indien dat voornemen tot uitvoering wordt gebracht vervalt daarmee de toepassing van formaline. Voor de overige ontsmettingsmiddelen met een toelating voor gebruik in de champignonteelt (Aldekol, Viro Cid, Fungoclean en Jet-5) geldt dat de toelating is vervallen per 21 december 2007 en dat er een opgebruiktermijn geldt die loopt tot 22 december 2008.

De ontwikkeling van nieuwe middelen ter onderdrukking van droge mollen is erg actueel. Gezien de maatschappelijke trend om het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen te ontmoedigen, moeten nieuw te ontwikkelen middelen met zorg worden gekozen. Middelen op basis van plantenextracten, ofwel GNO's (Gewasbeschermingsmiddelen van Natuurlijke Oorsprong), passen uitstekend in een chemisch middelenvrije teelt. De ontwikkeling van een plantenextract ter bestrijding van champignonvliegen is al gevorderd tot een semi-commercieel stadium. Er is al interesse bij (meerdere) vermarkters en bovendien is de toepassing als fungicide een verbreding van het toepassingsgebied van GNO's. Verbreding naar meerdere producten en toepassingen in de champignonteelt maken de groep van GNO's voor vermarkters commercieel interessanter.

Uit proeven in petrischalen (Van Griensven, mond. meded., Sokovic & Van Griensven, 2006) is gebleken dat plantenextracten of componenten daarvan een groeiremmend effect hebben op onder andere *V. fungicola*. Ook de resultaten van PPO-project 32 62023400 (PT projectnummer 12236), getiteld "Onderzoek naar de optimalisatie van concentraties van plantenextracten ter bestrijding van droge mollen; *Verticillium fungicola*") lieten zien dat de toediening van plantenextracten in doseringen van 2 tot 4% effectief zijn. Een selectie van deze van het PRI afkomstige plantenextracten is geschikt voor verdere ontwikkeling tot een semicommercieel product. Één van deze PRI-plantenextracten geeft in eenmalige toepassing een reductie met 80 %. Ter vergelijking de toepassing van Sporgon geeft een reductie van 73 %.

In dit project is, als vervolg op project 32 62023400, onderzocht of plantenextracten ter bestrijding van droge mollen ontwikkeld kunnen worden tot semicommerciële producten. Vertegenwoordigers van (meerdere) bedrijven staan positief ten opzichte van de mogelijkheden om plantenextracten in te zetten ter bestrijding van droge mollen.

Het doel van voorliggend project was om te onderzoeken of een beperkte selectie van PRI-plantenextracten verder ontwikkeld kon worden tot (een) semicommercieel product(en). In dit project werd onderzocht of:

- a) lagere doseringen van de selectie van plantenextracten effectief zijn,
- b) toepassingstijdstippen geoptimaliseerd kunnen worden,
- c) combinaties van de geselecteerde plantenextracten effectiever zijn.

Het vergaren van deze informatie is noodzakelijk om potentiële vermarkters verder te kunnen interesseren. De uiteindelijke keuze tot daadwerkelijke vermarkting val buiten de competentie van PRI-Paddestoelen en is afhankelijk van beleid resp. belangen van overheid en de vermarkter.

De studie is uitgevoerd in de periode van 1 juni 2007 tot 1 april 2008.

3. Materiaal en methode.

Kweek van droge mollen

Kisten werden gevuld met doorgroeide compost en vervolgens afgedekt met standaard dekgrond. Direct na het afdekken werd op de dekgrond een sporensuspensie (1.500.000 sporen per m²) van droge mollen (*Verticillium fungicola* var. *fungicola*) aangebracht. De proeven werden uitgevoerd in de ziektecellen van het Plant Research International. Van de kisten werden gedurende drie weken paddestoelen geoogst. Van de gezonde paddestoelen werd het gewicht geregistreerd, terwijl het aantal droge mollen werd geteld.

Experimenten in proefbedrijf Plant Research International

Effect van lagere doseringen

Het doel van dit experiment in het proefbedrijf van Plant Research International was om te onderzoeken of lagere doseringen (< 2%) van plantenextracten toegepast kunnen worden ter bestrijding van droge mollen. Voor experiment PPO-26690 werden in totaal 100 kisten (0,2 m²) gevuld met 15 kg doorgroeide compost en afgedekt met een laagje standaard dekgrond. Er werden zes plantenextracten in drie verschillende concentraties toegevoegd aan met droge mollen geïnfekteerde dekgrond (Tabel 1). De plantenextracten werden steeds opgelost in 1% Luxan H. De toepassingsoplossingen werden door Plant Research International (PRI) bereid. Van deze spuitoplossing werd 500 ml per m² toegediend. Ter controle werd dekgrond die niet met droge mollen was geïnfecteerd onderzocht. Elke behandeling bestond uit vijf herhalingen en de proef was opgezet als een gewarde blokkenproef. Na drie oogstweken werd voor alle behandelingen de totale opbrengst aan paddestoelen en het aantal droge mollen vastgesteld.

Tabel 1. Voor het eerste experiment zijn de verschillende behandelingen weergegeven. Dit experiment is aangeduid met PPO-26690.

Experiment PPO-26690

Behandeling	Dekaarde Concentratie actief extract (ml per m ²)
Extract PRI-01 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml
	5,0 ml
	10,0 ml
Extract PRI-03 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml
	5,0 ml
	10,0 ml
Extract PRI-06 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml
	5,0 ml
	10,0 ml
Extract PRI-07 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml
	5,0 ml
	10,0 ml
Extract PRI-10 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml
	5,0 ml
	10,0 ml
Extract -2A op dekgrond, na afdekken	2,5 ml
	5,0 ml
	10,0 ml
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml
Onbehandeld (zieke controle)	0 ml

Effect toepassingstijdstip

Het doel van dit experiment in het proefbedrijf van Plant Research International was om te onderzoeken of de plantenextracten ter bestrijding van droge mollen op meerdere teeltmomenten (na afdekken resp. voor opruwen) effectief zijn. Voor experiment PPO-26710 werden in totaal 100 kisten (0,2 m²) gevuld met 15 kg doorgroeide compost en afgedekt met een laagje standaard dekgrond. Er werden vier plantenextracten in twee verschillende concentraties op twee tijdstippen toegevoegd aan met droge mollen geïnfecteerde dekgrond (Tabel 2). De plantenextracten werden steeds opgelost in 1% Luxan H. De toepassingsoplossingen werden door Plant Research International bereid. Van deze spuitoplossing werd steeds 500 ml per m² toegediend. Ter controle werd dekgrond die niet met droge mollen was geïnfecteerd onderzocht. Elke behandeling bestond uit vijf herhalingen en de proef was opgezet als een gewarde blokkenproef. Na drie oogstweken werd voor alle behandelingen de totale opbrengst aan paddestoelen en het aantal droge mollen vastgesteld.

Tabel 2. Voor het tweede experiment zijn de verschillende behandelingen weergegeven. Dit experiment is aangeduid met PPO-26710.

Experiment PPO-26710

Berhandeling	Na afdekken Concentratie actief extract (ml per m ²)	Voor opruwen Concentratie actief extract (ml per m ²)
Extract PRI-01 op dekgrond	5 ml	
	5 ml	5 ml
	10 ml	
	10 ml	5 ml
	10 ml	10 ml
Extract PRI-06 op dekgrond	5 ml	
	5 ml	5 ml
	10 ml	
	10 ml	5 ml
	10 ml	10 ml
Extract PRI-07 op dekgrond	10 ml	
	10 ml	5 ml
	10 ml	10 ml
Extract PRI-01 op dekgrond	5 ml	
	5 ml	5 ml
	10 ml	
	10 ml	5 ml
	10 ml	10 ml
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml	0 ml
Onbehandeld (zieke controle)	0 ml	0 ml

Effect combinaties van verschillende plantenextracten

Het doel van dit experiment in het proefbedrijf van Plant Research International was om te onderzoeken of combinaties van plantenextracten toegepast kunnen worden ter bestrijding van droge mollen. Voor experiment PPO-26730 werden in

totaal 100 kisten (0,2 m²) gevuld met 15 kg doorgroeide compost en afgedekt met een laagje standaard dekgrond. Er werden combinaties van vijf verschillende plantenextracten in een diverse concentraties toegevoegd aan met droge mollen geïnfecteerde dekgrond (Tabel 3). De plantenextracten werden steeds opgelost in 1% Luxan H. De toepassingsoplossingen werden door Plant Research International bereid. Van deze spuitoplossing werd 500 ml per m² toegediend. Ter controle werd dekgrond die niet met droge mollen was geïnfecteerd onderzocht. Elke behandeling bestond uit vijf herhalingen en de proef was opgezet als een gewarde blokkenproef. Na drie oogstweken werd voor alle behandelingen de totale opbrengst aan paddestoelen en het aantal droge mollen vastgesteld

Tabel 3. Voor het derde experiment zijn de verschillende behandelingen weergegeven. Dit experiment is aangeduid met PPO-26730.

Experiment PPO-26730

Behandeling	Dekaarde Concentratie actief extract (ml per m ²)
Extract PRI-01 + PRI-06 op dekgrond, na afdekken	5,0 + 5,0 ml 7,5 + 7,5 ml 10,0 + 10,0 ml 15,0 + 15,0 ml
Extract PRI-01 + PRI-03 op dekgrond, na afdekken	10 + 10 ml
Extract PRI-01 + PRI-07 op dekgrond, na afdekken	10 + 10 ml
Extract PRI-01 + PRI-10 op dekgrond, na afdekken	10 + 10 ml
Extract PRI-03 + PRI-06 op dekgrond, na afdekken	10 + 10 ml
Extract PRI-03 + PRI-07 op dekgrond, na afdekken	10 + 10 ml
Extract PRI-03 + PRI-10 op dekgrond, na afdekken	10 + 10 ml
Extract PRI-06 + PRI-07 op dekgrond, na afdekken	10 + 10 ml
Extract PRI-06 + PRI-10 op dekgrond, na afdekken	10 + 10 ml
Extract PRI-06 + PRI-07 op dekgrond, na afdekken	10 + 10 ml
Extract PRI-06 + PRI-10 op dekgrond, na afdekken	10 + 10 ml
Extract PRI-07 + PRI-10 op dekgrond, na afdekken	10 + 10 ml
Extract PRI-07 + PRI-10 op dekgrond, na afdekken	10 + 10 ml
Extract PRI-01 op dekgrond, na afdekken	20 ml
Extract PRI-01 op dekgrond, na afdekken	30 ml 20 ml 30 ml
Extract PRI-06 op dekgrond, na afdekken	10 ml
Extract PRI-06 op dekgrond, na afdekken	20 ml 10 ml 20 ml
Luxan H op dekgrond, na afdekken	5 ml
Luxan H op dekgrond, na afdekken	5 ml
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml
Onbehandeld (zieke controle)	0 ml

Statistische analyse van de resultaten

Bij de experimenten is het verschil in opbrengst en het aantal droge mollen per behandeling getoetst ten op zichte van de gezonde controle resp. geïnfecteerde (zieke) controle met behulp van een Anova met toetsing van het herhalingseffect (Genstat, 10 th edition).

4. Resultaten

Effect van lagere doseringen

De éénmalige toepassing van de extracten PRI-01 (1 en 2 % dosering) en PRI-06 in een 2 % dosering, opgelost in 1% Luxan H, geeft een betrouwbare reductie ($p < 0.05$) van het aantal droge mollen ten opzichte van de onbehandelde en geïnfecteerde controle (Tabel 4). De eenmalige toepassing van PRI-06 en PRI-07 geeft in een 2% dosering betrouwbaar minder droge mollen dan in de 1 resp. 0,5 % dosering. De eenmalige toepassing van extract-2A geeft in de geteste doseringen (0,5 resp. 1 en 2%) geen betrouwbare reductie van het aantal droge mollen. In een ander PT-project 32 62025600 (Onderzoek naar de optimalisatie van de toepassing van plantenextracten ter bestrijding van de champignonvlieg) blijkt dit extract een uitstekend te werken ter bestrijding van de champignonvlieg.

De beste reductie van het aantal droge mollen zien wij bij de extracten PRI-01 (1 resp. 2% dosering) en PRI-06 in de 2 % dosering). Bij PRI-01 resp. PRI-06 maximaal 49,2 % resp. 71,8 % Tabel 4-a).

De berekende opbrengst bij de eenmalige toepassing van de geteste PRI-extracten wijkt , behalve bij extract-2A in de 0,5 % dosering, niet betrouwbaar af van de gezonde controle.

Verder kan nog opgemerkt worden dat bijna alle geteste extracten een betrouwbaar lagere beoordeling van de myceliumgroei in de dekgrond, ten opzichte van de onbehandelde gezonde controle, vertoonden. PRI-03 (2% dosering) resp. extract -2A (1 en 2% dosering) vertoonden geen betrouwbaar lagere beoordeling van de myceliumgroei. De myceliumgroei beoordeling is echter niet uitgevoerd zoals gebruikelijk bij het afventileren, maar enkele dagen vroeger namelijk bij het diep opruwen.

Tabel 4. Weergegeven is de gemiddelde opbrengst van champignons en het aantal droge mollen per behandeling in het experiment met lagere doseringen. De opbrengst is weergegeven als berekende gemiddelde van gezonde en aangetaste paddestoelen met voetjes in gram per behandeling en kg/m^2 zonder voetjes. Legenda: * : $p < 0,05$, Droge mollen; s.e.d. : 18,50 en l.s.d. : 36,85. Opbrengsten; s.e.d.: 352,90 en l.s.d.: 703,00.

Experiment PPO-26690

Behandeling	Dekgrond Concentratie actief extract (ml per m^2)	Aantal droge mollen (per behandeling)	Opbrengst per behandeling (gram)	Opbrengst kg/m^2
Extract PRI-01 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml	68,80	8046	34,20
	5,0 ml	57,40*	8068	34,29
	10,0 ml	50,80*	8091	34,39
Extract PRI-03 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml	75,60	7525	31,98
	5,0 ml	123,40	8108	34,46
	10,0 ml	102,60	7722	32,82
Extract PRI-06 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml	75,40	8148	34,63
	5,0 ml	66,60	8015	34,06
	10,0 ml	28,20*	7791	33,11
Extract PRI-07 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml	123,40	7835	33,30
	5,0 ml	125,40	8289	35,23
	10,0 ml	85,60	7621	32,39
Extract PRI-10 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml	87,20	7593	32,27
	5,0 ml	81,60	7939	33,74
	10,0 ml	71,40	7869	33,44
Extract PRI-2A op dekgrond, na afdekken	2,5 ml	107,40	7510*	31,92
	5,0 ml	102,40	7947	33,77
	10,0 ml	82,40	8348	35,48
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml	32,60 *	8274	35,16
Onbehandeld (zieke controle)	0 ml	100,00	7802	33,16

Tabel 4-a. Weergegeven is de gemiddelde aantal en het % droge mollen per behandeling plus de reductie in het experiment met de lagere doseringen van plantenextracten. Het % droge mollen is weergegeven als een % van het totaal aantal paddestoelen.

Experiment PPO-26690

Behandeling	Dekgrond Concentratie actief extract (ml per m ²)	Aantal droge mollen (per behandeling)	% Droge mollen per behandeling	Reductie % t.o.v. de zieke controle
Extract PRI-01 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml	68,80	12,8	31,2
	5,0 ml	57,40*	10,7	42,6
	10,0 ml	50,80*	9,4	49,2
Extract PRI-03 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml	75,60	15,1	24,4
	5,0 ml	123,40	22,8	- 23,4
	10,0 ml	102,60	19,9	- 2,6
Extract PRI-06 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml	75,40	13,9	24,6
	5,0 ml	66,60	12,5	33,4
	10,0 ml	28,20*	5,4	71,8
Extract PRI-07 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml	123,40	23,9	- 23,4
	5,0 ml	125,40	22,7	- 25,4
	10,0 ml	85,60	16,8	14,4
Extract PRI-10 op dekgrond, na afdekken	2,5 ml	87,20	17,2	12,8
	5,0 ml	81,60	15,4	18,4
	10,0 ml	71,40	13,6	28,6
Extract PRI-2A op dekgrond, na afdekken	2,5 ml	107,40	21,5	- 7,4
	5,0 ml	102,40	19,3	- 2,4
	10,0 ml	82,40	14,8	17,6
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml	32,60 *	5,9	
Onbehandeld (zieke controle)	0 ml	100,00	19,2	

Effect toepassingstijdstip

Zowel de éénmalige toepassing (direct na het afdekken) als de tweemaalige toepassing (direct na afdekken plus vóór het opruwen) van de extracten PRI-01, PRI-06, PRI-07 en PRI-10, opgelost in 1% Luxan H, geeft een betrouwbare reductie ($p < 0.05$) van het aantal droge mollen ten opzichte van de onbehandelde en geïnfecteerde controle (Tabel 5). Echter de tweemaalige toepassing geeft bij alle getoeste plantenextracten geen betrouwbare hogere reductie van het aantal droge mollen.

Alleen bij PRI-06 geeft de tweemaalige toepassing een hogere (niet betrouwbare) reductie van het aantal droge mollen (Tabel 5a).

De berekende opbrengst bij de eenmalige toepassing van PRI-10 (1% bij afdekken) resp. de tweemaalige toepassing (2% bij afdekken + 1% voor opruwen) is betrouwbaar lager dan de gezonde controle. Bij de overige de geteste PRI-extracten wijkt de berekende opbrengst van de een- of tweemaalige toepassing niet betrouwbaar af van de gezonde controle. De berekende opbrengsten van de een- of tweemaalige toepassingen in de geteste doseringen verschillen onderling ook niet betrouwbaar.

Verder kan nog opgemerkt worden dat, behalve extract PRI-06 (1% na afdekken) en PRI-07 (2% na afdekken), alle geteste extracten en toepassingstijdstippen een betrouwbaar lagere beoordeling van de myceliumgroei in de dekgrond, ten opzichte van de onbehandelde gezonde controle, vertoonden.

Tabel 5. Weergegeven is de gemiddelde opbrengst van champignons en het aantal droge mollen per behandeling in het experiment met toepassingstijdstippen van plantenextracten. De opbrengst is weergegeven als berekende gemiddelde van gezonde en aangetaste paddestoelen met voetjes in gram per behandeling en kg/m² zonder voetjes. Legenda: * : p < 0,05. Droge mollen: s.e.d.: 14,23, l.s.d.: 28,34. Opbrengsten: s.e.d.: 327,80, l.s.d.: 652,80

Experiment PPO-26710

Behandeling	Afdekken Concentratie actief extract (ml per m ²)	Voor opruwen Concentratie actief extract (ml per m ²)	Aantal droge mollen (per behandeling)	Opbrengst per behandeling (gram)	Opbrengst kg/m ²
Extract PRI-01 op dekgrond	5,0		94,20*	7933	33,72
	5,0	5,0 ml	86,80*	8188	34,80
	10,0 ml		71,60*	8009	34,04
	10,0 ml	5,0 ml	71,40*	8250	35,06
	10,0 ml	10,0 ml	57,80*	8115	34,49
Extract PRI-06 op dekgrond	5,0 ml		100,00*	8007	34,03
	5,0 ml	5,0 ml	79,60*	7954	33,80
	10,0 ml		100,00*	8198	34,84
	10,0 ml	5,0 ml	74,00*	7835	33,30
	10,0 ml	10,0 ml	72,80*	8349	35,48
Extract PRI-07 op dekgrond	10,0 ml		123,60*	7863	33,42
	10,0 ml	5,0 ml	111,40*	8112	34,48
	10,0 ml	10,0 ml	117,40*	7999	34,00
Extract PRI-10 op dekgrond	5,0 ml		104,00*	7584*	32,23
	5,0 ml	5,0 ml	101,60*	8178	34,76
	10,0 ml		107,60*	8156	34,66
	10,0 ml	5,0 ml	84,60*	7688*	32,67
	10,0 ml	10,0 ml	86,80*	7853	33,38
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml		33,80*	8409	35,74
Onbehandeld (zieke controle)	0 ml		159,40	7778	33,06

Zie Tabel 5a voor procentuele verschillen tussen de gemeten waarden.

Effect combinaties van verschillende plantenextracten

Alle geteste combinaties van de plantenextracten (PRI-01, PRI-06, PRI-07 en PRI-10) toegepast direct na het afdekken, opgelost in 1% Luxan H, geven een betrouwbare reductie (p < 0.05) van het aantal droge mollen ten opzichte van de onbehandelde en geïnfecteerde controle (Tabel 6). Binnen de geteste combinaties geven PRI-03 + PRI-06 en PRI-03 + PRI-10 betrouwbaar minder droge mollen dan de combinatie PRI-03 + PRI-07

De toepassing van alleen het extract PRI-01 in een 4% of 6% dosering geeft onderling geen betrouwbare verschillen in reductie van het aantal droge mollen. Ook van toepassing van alleen extract PRI-06 in een 2 of 4% dosering geeft onderling geen betrouwbare verschillen in reductie.

De combinatie PRI-01 + PRI-06 (2 % dosering) geeft met 67,0 % reductie in dit experiment een hogere reductie dan PRI-01 (2 % dosering) in het eerste experiment met 49,0 %.

Echter de combinatie PRI-03 + PRI-06 (2 % dosering) geeft met 65,0 % reductie in dit experiment een lagere reductie dan PRI-06 (2 % dosering) in het eerste experiment met 71,0 %.

Tabel 5-a. Weergegeven is de gemiddelde aantal en het % droge mollen per behandeling plus de reductie in het experiment met toepassingstijdstippen van plantenextracten. Het % droge mollen is weergegeven als een % van het totaal aantal paddestoelen.

Experiment PPO-26710

Behandeling	Afdekken Concentratie actief extract (ml per m ²)	Voor opruwen Concentratie actief extract (ml per m ²)	Aantal droge mollen (per behandeling)	% Droge mollen per behandeling	Reductie % t.o.v. de zieke controle
Extract PRI-01 op dekgrond	5,0		94,20*	17,8	40,9
	5,0	5,0 ml	86,80*	15,9	45,5
	10,0 ml		71,60*	13,4	55,1
	10,0 ml	5,0 ml	71,40*	13,0	55,2
	10,0 ml	10,0 ml	57,80*	10,7	63,7
Extract PRI-06 op dekgrond	5,0 ml		100,00*	18,7	37,3
	5,0 ml	5,0 ml	79,60*	15,0	50,1
	10,0 ml		100,00*	18,3	37,3
	10,0 ml	5,0 ml	74,00*	14,2	53,6
	10,0 ml	10,0 ml	72,80*	13,1	54,3
Extract PRI-07 op dekgrond	10,0 ml		123,60*	23,6	22,5
	10,0 ml	5,0 ml	111,40*	20,6	30,1
	10,0 ml	10,0 ml	117,40*	22,0	26,3
Extract PRI-10 op dekgrond	5,0 ml		104,00*	20,6	34,8
	5,0 ml	5,0 ml	101,60*	18,6	36,3
	10,0 ml		107,60*	19,8	32,5
	10,0 ml	5,0 ml	84,60*	16,5	46,9
	10,0 ml	10,0 ml	86,80*	16,6	45,5
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml		33,80*	6,0	
Onbehandeld (zieke controle)	0 ml		159,40	30,7	

Alleen bij de combinatie PRI-03 +PRI-07 is de berekende opbrengst betrouwbaar lager dan de gezonde controle. Ook is deze berekende opbrengst betrouwbaar lager dan van de combinatie PRI-03 + PRI-06 en van de combinatie PRI-03 + PRI-10. Bij alle overige combinaties is er geen betrouwbaar effect op de berekende opbrengst. Ook bij de toepassing van alleen het plantenextract PRI-01(4 of 6 % dosering) resp. PRI-06 (2 of 4 % dosering) is er geen effect op de berekende opbrengst.

Verder kan nog opgemerkt worden dat er bij de combinaties PRI-01 + PRI-06 (alle doseringen), PRI-01 + PRI-07, PRI-01 + PRI-10, PRI-03 + PRI-06, PRI-06 + PRI-10, PRI-7 + PRI-10 een betrouwbaar lagere beoordeling van de myceliumgroei in de dekgrond, ten opzichte van de onbehandelde gezonde controle, vertoonden.

Ook de toepassing van alleen PRI-01 (4 en 6 % dosering) resp. PRI-06 (2 en 4% dosering) vertoonden een betrouwbaar lagere beoordeling van de myceliumgroei in de dekgrond, ten opzichte van de onbehandelde gezonde controle.

Tabel 6. Weergegeven is de gemiddelde opbrengst van champignons en het aantal droge mollen per behandeling in het experiment met combinaties van plantenextracten. De opbrengst is weergegeven als berekende gemiddelde van gezonde en aangetaste paddestoelen met voetjes in gram per behandeling en kg/m² zonder voetjes.

Legenda: * : p < 0,05. Droge mollen: s.e.d.: 13,66, l.s.d.: 27,20. Opbrengsten: s.e.d.: 302,40, l.s.d.: 602,30

Experiment PPO-26730

Behandeling	Afdekken Concentratie actief extract (ml per m ²)	Aantal droge mollen (per behandeling)	Opbrengst per behandeling (gram)	Opbrengst kg/m ²
Extract PRI-01 + PRI-06 op dekgrond	5,0 + 5,0	57,00*	8679	36,89
	7,5 + 7,5	46,80*	8660	36,81
	10,0 + 10,0	36,20*	8486	36,07
	15,0 + 15,0	30,00*	8694	36,95
Extract PRI-01 + PRI-03 op dekgrond	10,0 + 10,0	63,80*	8701	36,98
Extract PRI-01 + PRI-07 op dekgrond	10,0 + 10,0	57,40*	8320	35,36
Extract PRI-01 + PRI-10 op dekgrond	10,0 + 10,0	41,00*	8631	36,68
Extract PRI-03 + PRI-06 op dekgrond	10,0 + 10,0	37,80*	8948	38,03
Extract PRI-03 + PRI-07 op dekgrond	10,0 + 10,0	78,80*	7941*	33,75
Extract PRI-03 + PRI-10 op dekgrond	10,0 + 10,0	47,60*	8672	36,86
Extract PRI-06 + PRI-07 op dekgrond	10,0 + 10,0	71,00*	8778	37,31
Extract PRI-06 + PRI-10 op dekgrond	10,0 + 10,0	49,40*	8622	36,64
Extract PRI-07 + PRI-10 op dekgrond	10,0 + 10,0	81,80*	8264	35,12
Extract PRI-01 op dekgrond	20,0	27,00*	8215	34,91
	30,0	25,60*	8958	38,07
Extract PRI-06 op dekgrond	10,0	50,80*	8614	36,61
	20,0	62,40*	8830	37,53
Luxan H op dekgrond	5,0	114,40	8616	36,62
Onbehandeld (gezonde controle)	0	11,00*	8602	36,56
Onbehandeld (zieke controle)	0	109,60	8511	36,17

Zie Tabel 6a voor procentuele verschillen tussen de gemeten waarden.

Tabel 6-a. Weergegeven is de gemiddelde aantal en het % droge mollen per behandeling plus de reductie in het experiment met de combinaties van plantenextracten. Het % droge mollen is weergegeven als een % van het totaal aantal paddestoelen.

Experiment PPO-26730

Behandeling	Afdekken Concentratie actief extract (ml per m ²)	Aantal droge mollen (per behandeling)	% Droge mollen per behandeling	Reductie % t.o.v. de zieke controle
Extract PRI-01 + PRI-06 op dekgrond	5,0 + 5,0	57,00*	9,9	48,0
	7,5 + 7,5	46,80*	8,1	57,3
	10,0 + 10,0	36,20*	6,4	67,0
	15,0 + 15,0	30,00*	5,2	72,6
Extract PRI-01 + PRI-03 op dekgrond	10,0 + 10,0	63,80*	11,0	41,8
Extract PRI-01 + PRI-07 op dekgrond	10,0 + 10,0	57,40*	10,3	47,6
Extract PRI-01 + PRI-10 op dekgrond	10,0 + 10,0	41,00*	7,1	62,6
Extract PRI-03 + PRI-06 op dekgrond	10,0 + 10,0	37,80*	6,3	65,5
Extract PRI-03 + PRI-07 op dekgrond	10,0 + 10,0	78,80*	14,9	28,1
Extract PRI-03 + PRI-10 op dekgrond	10,0 + 10,0	47,60*	8,2	56,6
Extract PRI-06 + PRI-07 op dekgrond	10,0 + 10,0	71,00*	12,1	35,2
Extract PRI-06 + PRI-10 op dekgrond	10,0 + 10,0	49,40*	8,6	54,9
Extract PRI-07 + PRI-10 op dekgrond	10,0 + 10,0	81,80*	14,8	25,4
Extract PRI-01 op dekgrond	20,0	27,00*	4,9	75,4
	30,0	25,60*	4,3	76,6
Extract PRI-06 op dekgrond	10,0	50,80*	8,8	53,6
	20,0	62,40*	10,6	43,1
Luxan H op dekgrond	5,0	114,40	19,9	- 4,4
Onbehandeld (gezonde controle)	0	11,00*	1,9	
Onbehandeld (zieke controle)	0	109,60	19,3	

5. Discussie

Uit de resultaten van het eerste experiment met de PRI-plantenextracten ter bestrijding van droge mollen kwam naar voren dat alleen het extract PRI-06 een voldoende reductie van het aantal droge mollen realiseerde, namelijk 71,8 %. Ter vergelijking kan vermeld worden dat Sporgon een reductie geeft van 73%.

Uit dit experiment kwam verder naar voren dat bij een éénmalige toepassing er een hogere dosering dan 2% noodzakelijk is om betrouwbaar ($p < 0.05$) een voldoende reductie van het aantal droge mollen te realiseren. Het bij de champignonvlieg meest perspectiefvolle plantenextract (2A) bleek in de eenmalige toepassing geen betrouwbare reductie van het aantal droge mollen te geven.

De berekende opbrengsten van de zes geteste plantenextracten (PRI-01, PRI-03, PRI-06, PRI-07, PRI-10 en 2A) weken, behalve bij plantenextract 2A in de laagste dosering, niet betrouwbaar af.

In het tweede experiment is plantenextract 2A niet verder getoetst en werden PRI-plantenextracten (PRI-01, PRI-03, PRI-06, PRI-07 en PRI-10) als een- of tweemaalige toepassing getest op hun effectiviteit bij droge mollen. Al deze extracten gaven in een eenmalige of tweemaalige toepassing in een dosering van 1 of 2 % een betrouwbare reductie van het aantal droge mollen. De tweemaalige toepassing (na afdekken en voor opruwen) gaf slechts een geringe verbetering van de reductie t.o.v. de éénmalige toepassing. De plantenextracten PRI-01 resp. PRI-06 (2 % dosering) behaalden in de tweemaalige toepassing in dit experiment bij een zwaar aantastingsniveau de beste reductie van het aantal droge mollen, namelijk 63,7 resp. 54,3 %.

De berekende opbrengsten bij de eenmalige toepassing van PRI-10 (1% bij afdekken) resp. de tweemaalige toepassing (2% bij afdekken + 1% voor opruwen) zijn betrouwbaar lager dan die van de gezonde controle. Bij de overige plantenextracten is er bij de in dit tweede experiment geteste plantenextracten geen betrouwbare afwijking van de berekende opbrengst.

In het derde experiment geven combinaties plantenextracten PRI-01 + PRI-06, PRI-01 + PRI-10 en PRI-3 + PRI-06 reducties tot maximaal 72,6 %. Het plantenextract PRI-01 (in een 4 en 6% dosering) geeft eveneens een voldoende reductie van het aantal droge mollen, namelijk 75,4 resp. 76,6 %.

De berekende opbrengsten bij de combinatie van PRI-03 + PRI-7 zijn betrouwbaar lager dan die van de gezonde controle. Bij de overige geteste (combinaties) plantenextracten is in dit derde experiment geen betrouwbare afwijking van de berekende opbrengst.

Uit deze drie experimenten bleek dat met name PRI-01 en mogelijk PRI-06 perspectief bieden voor ontwikkeling tot een gewasbeschermingsmiddel ter bestrijding van droge mollen.

Voor een voldoende reductie van het aantal droge mollen is een dosering van minimaal 4 % aan te bevelen.

Als referentiewaarden is de reductie van het aantal droge mollen door formaline resp. Sporgon (69 % resp. 73 %) uit proeven van het Proefstation voor de Champignoncultuur gebruikt.

De plantenextracten, PRI-01 en PRI-06, bieden perspectief voor verdere ontwikkeling tot een bestrijdingsmiddel van droge mollen. Wel is het noodzakelijk dat met name de formulering en mogelijk de toepassingstechniek van deze plantenextracten nog verder geoptimaliseerd wordt.

Voor de verdere ontwikkeling van deze plantenextracten tot een bestrijdingsmiddel van ziekten in de champignoncultuur is het van belang om de effectiviteit bij andere ziekten, zoals natte mollen, spinnewebsschimmel en Trichoderma (als infectie in de compost en als infectie op champignons (Trichoderma-spot)), verder te onderzoeken. Immers in PPO- project 32 62025100 bleek dat met name het plantenextract PRI-01 ook perspectief bood ter bestrijding van natte mollen.

6. Conclusies

Uit dit onderzoek kwam het volgende naar voren:

- Alleen het plantenextract PRI-06 verminderde bij éénmalige toepassing in lagere doseringen van 0,5 tot 2 % het aantal droge mollen in significante en voldoende mate.
- Het plantenextract PRI-01 verminderde bij éénmalige toepassing in lagere doseringen van 0,5 tot 2 % het aantal droge mollen in significante, maar onvoldoende mate.
- Het plantenextract 2A, met een uitstekende insecticide werking, geeft in lagere doseringen van 0,5 tot 2 % geen significante reductie van het aantal droge mollen.
- De verschillende plantenextracten hebben bij éénmalige toepassing in doseringen van 0,5 tot 2 % geen significante invloed op de opbrengst.
- De tweemaalige toepassing, direct na afdekken en voor het opruwen in 1 of 2 % dosering, geeft geen betrouwbaar hogere reductie van droge mollen dan alleen de toepassing direct na het afdekken.
- De tweemaalige toepassing, direct na afdekken en voor het opruwen, geeft evenals de eenmalige toepassing geen significante invloed op opbrengst.
- De combinaties van de plantenextracten PRI-01+PRI-06, PRI-01 + PRI-10 en PRI-3 +PRI-06 geven een betrouwbare reductie van het aantal droge mollen. Echter deze reductie is onvoldoende to.v. Sporgon.
- Bijna alle combinaties van de geteste plantenextracten hebben bij éénmalige toepassing in doseringen van 1 tot 3 % geen significante invloed op de opbrengst. Alleen de combinatie PRI-03 + PRI-07 geeft een betrouwbaar lagere opbrengst.
- De beste reductie van het aantal droge mollen geeft PRI-01 (4 of 6 % dosering) met 75,4 resp. 76,6 %.

Concluderend kan worden vastgesteld dat de resultaten van dit project aangeven dat de geteste plantenextracten, PRI-01 resp. PRI-6, geschikt blijken om verder te ontwikkelen tot een commercieel middel om droge mollen te bestrijden. De kans dat dit lukt hangt sterk af van de vraag of de beoogde plantenextracten geplaatst zijn op de Annex 1 lijst (Behorende bij Richtlijn 91/414; betreffende het op de markt brengen van Gewasbeschermingsmiddelen).

Een oriënterend vooronderzoek heeft uitgewezen dat één van deze plantenextracten als repellent is aangemeld voor de Annex 1 lijst. Het andere plantenextract is als bestanddeel aanwezig in deze reeds geplaatste stof.

Beide plantenextracten worden ook genoemd in de Richtlijn 98/8. Deze richtlijn heeft betrekking op het op de markt brengen van biociden. Biociden worden ook wel NIET Landbouwbestrijdingsmiddelen genoemd met een algemenere toepassing. Dossiergegevens ten behoeve van Richtlijn 98/8 kunnen worden uitgebreid om vervolgens in de procedure voor de Annex 1 van Richtlijn 91/414 als Gewasbeschermingsmiddel te worden opgenomen.

In vervolg onderzoek dient te worden nagegaan op welke wijze een of beide van de perspectief biedende plantenextracten ontwikkeld kunnen worden tot een bestrijdingsmiddel tegen droge mollen en eventueel andere ziekten. Van beide extracten is nog geen dossier voor een Nederlandse toelating opgebouwd.

Op grond van bovenstaande conclusies wordt toch voorgesteld om een vervolg-traject in te gaan, waarin de mogelijkheden om te komen tot een commercieel middel voor de bestrijding van droge mollen en eventueel andere ziekten. Met een vermarkter wordt momenteel reeds gewerkt aan een te verwachten succesvolle registratie van een plantenextract ter bestrijding van de champignonvlieg.

7. Suggesties voor verder onderzoek

Ook al lijken een tweetal plantenextracten geschikt voor verdere ontwikkeling tot een bestrijdingsmiddel voor droge mollen en eventueel andere ziekten, toch zullen er nog verschillende vragen beantwoord moeten worden voordat plantenextracten toepasbaar zijn in de praktijk.

Welke concentraties van plantenextracten en formulering zijn nodig om het gewenste effect te verkrijgen?

Daartoe dient onderzocht te worden wat de optimaal werkzame concentratie en formulering is van de plantenextracten die in dit project als geschikt naar voren zijn gekomen.

Wat zijn de effecten van plantenextracten op de ontwikkeling van de champignons?

Een mogelijk gevaar schuilt in de verandering van de smaak van de champignons door de dampen afkomstig uit de plantenextracten. In nader onderzoek zal onderzocht worden of de plantenextracten de smaak en de kwaliteit van de champignons niet nadelig beïnvloeden.

Wat zijn de effecten op andere pathogenen van de champignon?

Uit de literatuur is bekend dat plantenextracten zoals die in het onderzoek gebruikt zijn een toxisch effect kunnen hebben op micro-organismen (Srivastava-Anil et al., 2000). Het lijkt zinvol om te onderzoeken of plantenextracten mogelijk de ontwikkeling van andere pathogenen van de champignon, zoals bacterievlekken en of groene schimmel kunnen beïnvloeden.

Welke variant is het snelst beschikbaar voor toepassing in de praktijk ?

Het ligt voor de hand om te onderzoeken of van beide plantenextracten gegevens bekend zijn die procedures en de vorming van een dossier positief kunnen beïnvloeden.

Wat zijn de noodzakelijke gegevens voor een nieuw dossier ?

- a) Is er een vermarkter die interesse heeft in de ontwikkeling van een product op basis van de gevonden plantenextracten
- b) Gegevens voor opname op Annex 1.
- c) Deugdelijkheids- en ander noodzakelijk onderzoek t.b.v. de Nederlandse toelating.
- d) Beïnvloeding van de smaak van de champignons.
Een mogelijk gevaar schuilt in de verandering van de smaak van de champignons door de dampen afkomstig uit de plantenextracten. In nader onderzoek zal onderzocht worden of het betreffende plantenextracten de smaak van de champignons niet nadelig beïnvloeden.
- e) Teelthandelingen, zoals CAC-en en opruwen.
Uit voorgaand onderzoek (Baar et al, 2003) bleek dat plantenextracten of componenten daarvan geen nadelige invloed hebben op de opbrengst. De invloed van bijvoorbeeld CAC-en of opruwen op het strakke teeltschema in de praktijk is echter nog niet onderzocht.
- f) Champost.
Zijn er op het einde van de teelt, na het doodstomen, nog restanten van het toegepaste plantenextract aanwezig die een probleem kunnen vormen bij de afzet van champost.

8. Literatuur

Baar J. & A.J. Rutjens. 2006. Onderzoek naar de optimalisatie van concentraties van plantenextracten ter bestrijding van droge mollen (*Verticillium fungicola*). PPO-Publicatienummer 2006-11.

Baar J. & A.J. Rutjens. 2004. Bestrijding van de ziekten in de paddestoelenteelt met behulp van plantenextracten. PPO-Publicatienummer 2004-29.

Baar J., W.J. de Kogel & A.J. Rutjens. 2004. Bestrijding van de champignonvlieg *Megaselia halterata* met behulp van plantenextracten of componenten daarvan. PPO-Publicatienummer 2004-28.

Baar J. & W.J. de Kogel. 2003. Bestrijding van de champignonvlieg *Megaselia halterata* met behulp van plantenextracten of componenten daarvan. PPO-Publicatienummer 2003-9.

Glamoclija J., M. Sokovic, J. Vukojevic, J. Milenkovic & L.J.L.D. Van Griensven. 2006. Chemical composition and antifungal activities of essential oils of *Satureja thymbra* L. and *Salvia pomifera* ssp *calycina* (Sm.) Hayek. Journal of essential oil research 18: 115-117.

Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop protection 19: 603-608.

Kogel, W.J. de, C.G. Conijn, M.A. Jongsma, R.W.H.M. van Tol, J.H. Visser & J.J. de Vlieger. 2002. Signaalstoffen en waardplantresistentie voor duurzame beheersing van plaaginsecten. Gewasbescherming 33: 7.

Scheepmaker, W.A. 1999. Biological control of the mushroom sciarid *Lycoriella auripila* and the phorid *Megaselia halterata* by entomopathogenic nematodes. Proefschrift, Katholieke Univesiteit van Nijmegen, pp. 127.

Scheepmaker J.W.A., P.H. Smits & F.P. Geels. 1994. Nematoden ter bestrijding van de champignonmug (*Lycoriella auripila*) en de champignonvlieg (*Megaselia halterata*). De Champignoncultuur 38: 147-159.

Scheepmaker J.W.A., P.H. Smits & F.P. Geels. 1993. Bestrijding van insectenplagen in de champignonteelt. De Champignoncultuur 37: 387-395.

Sokovic M. and Van Griensven L.J.L.D. 2006. Antimicrobial activity of essential oils and their components against the three major pathogens of the cultivated button mushroom, *Agaricus bisporus*. European Journal of Plant Pathology 116, 211-224.

Srivastava-Anil, Shukla Y.N. & Kumar-Sushil. 2000. Recent development in plant derived antimicrobial constituents: a review. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences 22: 349-405.