



Onderzoek naar de optimalisering van de toepassing van plantenextracten ter bestrijding van de champignonvlieg

Dr. J. J. P. Baars, Ing. A.J. Rutjens, en Dr. W.J. de Kogel

© 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: 3262025600

PT projectnummer 12423

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	2
3. Materiaal en methode.	4
Kweek van de champignonvlieg	4
Experimenten in proefbedrijf PRI-Paddenstoelen	4
Curatief effect op compost en dekgrond	4
Preventieve en curatieve effecten op champignonvlieg	5
a. Preventief effect	5
b. Curatief effect	6
Curatief effect bij verschillende doseringen	7
Statistische analyse van de resultaten	8
4. Resultaten	9
Curatief effect op compost en dekgrond	9
Preventieve en curatieve effect op compost	10
Curatief effect bij verschillende doseringen	10
5. Discussie	12
6. Conclusies	13
7. Suggesties voor verder onderzoek	14
8. Literatuur	15

1. Samenvatting

Champignonvliegen, *Megaselia halterata* (Diptera: Phoridae), vormen een continu probleem in de paddenstoelenteelt, met name in de champignonenteelt. De champignonvliegen kunnen ziekten verspreiden, die aanzienlijke schade kunnen toebrengen aan de teelt van champignons. Veelal worden de champignonvliegen met chemische gewasbeschermingsmiddelen bestreden. Echter, het gebruik van chemische middelen staat in toenemende mate onder druk. Er wordt verwacht dat het gebruik van chemische middelen binnen enkele jaren niet meer is toegestaan. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat er bovendien geen chemische middelen meer beschikbaar zijn.

In dit project is onderzocht op welk teelttijdstip en bij welke dosering een tweetal plantenextracten een optimale reductie van het aantal champignonvliegen realiseerden. Bovendien is onderzocht of de beide plantenextracten met een vergelijkbare actieve stof een vergelijkbare effectiviteit bezitten. Omdat beide onderzochte plantenextracten een toxisch effect hebben op de champignonvliegen vormen ze een potentieel milieuvriendelijk alternatief voor de ontwikkeling tot een commercieel gewasbeschermingsmiddel. Een dergelijk gewasbeschermingsmiddel van natuurlijke oorsprong past in het streven naar een chemische middelenvrije teelt.

De resultaten van dit project laten zien dat de toediening van de beide geteste plantenextracten effectief en vergelijkbaar is. Vooral de curatieve toepassing gemengd door de doorgroeide compost, bleek het aantal champignonvliegen dat zich nog ontwikkelde met 99% te reduceren. Verder bleek in een experiment in het proefbedrijf van de sector Paddenstoelen van Plant Research International (PRI-Paddenstoelen) dat een preventieve toepassing van beide plantenextracten, gedurende een korte periode en bij een lage infectiedruk, op doorgroeide compost, het aantal champignonvliegen dat zich dan nog ontwikkelde met meer dan 98 % te reduceren. Deze afstotende werking is in voorgaand onderzoek ook in kleinschalige experimenten waargenomen.

Uit dit project komt naar voren dat beide plantenextracten geschikt zijn voor de verdere ontwikkeling tot een commercieel gewasbeschermingsmiddel tegen de champignonvlieg. Van een van de geteste plantenextracten is al een dossier voor een Nederlandse toelating voor een andere toepassing aanwezig.

2. Inleiding

Het (herstellende) champignonmycelium van doorgroeide compost is bij uitstek het medium waar champignonvliegen eitjes willen afzetten. Deze vliegen vormen een probleem omdat ze ziekteverwekkers door en tussen champignonteeltbedrijven kunnen verspreiden en bovendien hinderlijk zijn voor champignonplukkers (Scheepmaker, 1999).

Champignonvliegen, *Megaselia halterata* (Diptera: Phoridae), vormen een continue plaag en bedreiging voor de Nederlandse champignonteler. De schade die champignonvliegen kunnen veroorzaken is tweeledig. In de eerste plaats is er een directe opbrengstderiving door vraatschade van de larven, die bij een zware infectie kan oplopen tot 10% van de potentiële opbrengst. In de tweede plaats is er vaak het nog grotere probleem van de overbrenging van ziekten. Champignonvliegen kunnen als vector optreden bij het verspreiden van de sporen van een aantal schimmels die in de champignonteelt problemen kunnen veroorzaken. De schade veroorzaakt door bijvoorbeeld droge mollen (*Verticillium fungicola* var. *fungicola*) in de Nederlandse champignonteelt wordt geschat op 10 miljoen Euro. Naast de belangrijke ziekteverwekker droge mollen komen in de champignonteelt ook andere ziekteverwekkers voor zoals natte mollen (*Mycogone perniciosā*) en spinnenwebschimmel (*Cladobotryum dendroides*). Ook deze ziekteverwekkers leiden tot schade met als gevolg naar schatting een inkomstenderiving van 1-2 miljoen Euro per genoemde schimmel. Door de teeltintensivering als gevolg van het vullen van de teeltbedden met doorgroeide compost is het infectierisico door de champignonvlieg aanzienlijk toegenomen.

Tot op heden proberen de telers via hygiënische maatregelen en het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen de champignonvliegen preventief dan wel curatief, te onderdrukken. Echter, het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen in de paddenstoelenteelt staat in toenemende mate onder druk. Er zijn momenteel nog slechts twee insecticiden toegelaten in de champignonteelt namelijk: deltamethrin en diflubenzuron. De toelating van malathion is met ingang van 6 december 2007 ingetrokken. (College voor de Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en biociden). Malathion is namelijk niet opgenomen in bijlage I bij Richtlijn 91/414/EEG. Voor dit middel is inmiddels een opgebruiktermijn vastgesteld tot 6 december 2008. Dit is een uiterst risicovolle ontwikkeling omdat er in de nabije toekomst onvoldoende middelen beschikbaar zijn om de champignonvlieg te bestrijden.

Scheepmaker (1999) heeft onderzocht of het mogelijk is om champignonvliegen te bestrijden met insectparasitaire nematoden. Tegen de champignonmug zijn insectparasitaire nematoden effectief gebleken (Scheepmaker *et al.*, 1994). De insectparasitaire nematoden kunnen de larven van de champignonmug penetreren via de relatief grote mondopening. Echter, deze nematoden bleken niet toepasbaar tegen champignonvliegen. De mondopening van de larven van de champignonvliegen was zo klein dat de insectparasitaire nematoden deze larven niet kunnen binnendringen.

Het is noodzakelijk dat er op korte termijn middelen beschikbaar komen die ingezet kunnen worden ter bestrijding van de champignonvlieg. Uit eerder onderzoek is gebleken dat verschillende plantenextracten, of componenten daarvan, activiteit vertonen tegen insecten. Die activiteit kan bestaan uit een toxische werking waardoor insecten gedood worden. Ook kan het effect een afstotende (repellente) werking tegen insecten zijn (Tol *et al.*, 2001; Kogel *et al.*, 2002).

In 2002 is een oriënterend onderzoek uitgevoerd, waarin bleek dat verschillende plantenextracten het aantal vliegen met meer dan 70 % reduceerden (Baar *et al.*, 2003). In 2003 en 2004 is vervolgonderzoek uitgevoerd en hieruit kwam naar voren dat plantenextracten ook een afstotende werking bleken te hebben.

Een van de geteste plantenextracten gaf een reductie tot zelfs 90% als het extract na eiafzetting (curatief) aan de doorgroeide compost werd toegevoegd. Ook is uit dit onderzoek gebleken, dat de geteste plantenextracten geen negatief effect hebben op de opbrengst.

Het doel van dit project is om te onderzoeken of de concentratie, het toepassingstijdstip en toedieningstechniek van het geselecteerde PRI-plantenextract verder geoptimaliseerd kan worden. Verder wordt onderzocht of een chemische variant van het PRI-plantenextract een bestrijdend effect heeft op de champignonvlieg. Van deze chemische variant bestaat voor Nederland al een toelatingsdossier voor een andere toepassing.

Vertegenwoordigers van vermarktende bedrijven staan positief ten opzichte van de mogelijkheden om plantenextracten in te zetten ter bestrijding van insecten in de champignonteelt.

3. Materiaal en methode.

Kweek van de champignonvlieg

Kisten gevuld met doorgroeide compost werden bij de preventieve toepassing gedurende 4 uur in een (oogst)teeltcel van een speciaal geselecteerd champignonteeltbedrijf geplaatst. Het champignonteeltbedrijf was geselecteerd op de aanwezigheid van een vliegenpopulatie. Voor de curatieve toepassing bedroeg de periode van plaatsen in een (oogst)teeltcel op het geselecteerde champignonteeltbedrijf vier dagen. In deze periode zetten de champignonvliegen de eitjes af in de met doorgroeide compost gevulde kisten. Doorgroeide compost is aantrekkelijk voor de champignonvlieg, omdat champignonvliegen fourageren op de (herstellende) champignonmycelia in de compost (Scheepmaker *et al.*, 1993).

Nadat de kisten waren teruggebracht naar het proefbedrijf van PRI-Paddenstoelen werd de doorgroeide compost met de vliegeneitjes overgebracht naar emmers.

Deze procedure heeft drie maal plaatsgevonden ten behoeve van de experimenten bij PRI-Paddenstoelen.

Experimenten in proefbedrijf PRI-Paddenstoelen

Curatief effect op compost en dekgrond

Het doel van het curatieve experiment in het proefbedrijf van PRI-Paddenstoelen was om te onderzoeken of de twee geselecteerde plantenextracten toegepast na de eileg van de champignonvlieg, op compost en/of dekgrond een bestrijdend effect hebben.

Kisten met doorgroeide compost, zonder eitjes van de champignonvlieg werden, gedurende vier dagen geplaatst in een oogstcel van het geselecteerde champignonteeltbedrijf. Gedurende deze dagen was het mogelijk voor de champignonvliegen om de eitjes af te zetten in de met doorgroeide compost gevulde kisten.

Nadat de kisten waren teruggebracht naar het proefbedrijf van PRI-Paddenstoelen werd de doorgroeide compost per behandeling verzameld en behandeld met de plantenextracten. De formulering bestond uit 1 (= 8 ml actief extract per m²) of 2 % plantenextract geformuleerd in Luxan H olie. Steeds werd 0,5 kg van de geïnfecteerde en vervolgens met een plantenextract behandelde doorgroeide compost samen met 1 kg schone doorgroeide compost in een emmer (volume 10 l) overgebracht en tenslotte afgedekt met standaard dekgrond. Een overzicht van de verschillende behandelingen is te vinden in Tabel 1.

Op de dekgrond in de emmers werden plakstroken gelegd. Vervolgens werden de emmers afgedekt met kaasdoek dat om de emmers werd geklemd met behulp van elastiek. In de emmers met deze (doorgroeide) compost ontwikkelden de larven zich tot volwassen champignonvliegen bij een gemiddelde lucht- en composttemperatuur van 24 °C. De champignonvliegen in de emmers werden gevangen met plakstroken .

Na drie en een halve week werd aangenomen dat vrijwel alle larven zich tot volwassen champignonvliegen hadden ontwikkeld en werden de plakstroken uit de emmers verwijderd. De ontwikkeling van ei tot volwassen champignonvlieg duurt bij 24°C, 3 weken. Het aantal champignonvliegen per plakstrook werd voor alle behandelingen vastgesteld.

Voor experiment PRI-26400 werden in totaal 120 emmers (10 liter) gevuld met 1,5 kg doorgroeide compost, die bestond uit 1,0 kg gezonde doorgroeide compost, aangevuld met 0,5 kg geïnfecteerde doorgroeide compost. Vervolgens werd de doorgroeide compost afgedekt met een laagje standaard dekgrond. Elke behandeling bestond uit acht herhalingen en de proefzet was volgens een gewarde blokkenproef.

Na drie en een halve week werd aangenomen dat alle afgezette eitjes zich tot champignonvliegen hadden ontwikkeld en werden de plakstroken verzameld voor het vaststellen van de aantallen champignonvliegen

Tabel 1. Voor het eerste curatieve experiment zijn de verschillende behandelingen weergegeven. Dit experiment is aangeduid met PRI-26400.

<i>Experiment PRI-26400</i>	
Behandeling	Compost Concentratie actief extract (ml per m ²)
a. Mengen door compost	
Extract PRI-02	8 ml 16 ml
Extract 02-A	8 ml 16 ml
b. Op compost	
Extract PRI-02	8 ml 16 ml
Extract 02-A	8 ml 16 ml
c. Op dekgrond	
Extract PRI-02	8 ml 16 ml
Extract 02-A	8 ml 16 ml
d. Op dekgrond en diep opruwen	
Extract PRI-02	16 ml
Onbehandeld (ziekte controle)	0 ml
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml

Preventieve en curatieve effecten op champignonvlieg

Het doel van dit experiment in het proefbedrijf van PRI-Paddenstoelen was om het effect van preventieve en/of curatieve toediening van de plantenextracten op de champignonvlieg te onderzoeken.

a. Preventief effect

Testen of de preventieve toepassing van de twee geselecteerde plantenextracten zodanig afstotend of toxisch werken dat de eileg en/of de ontwikkeling tot champignonvliegen gereduceerd wordt.

Per behandeling werden vier kisten met doorgroeide compost zonder vliegenuitjes gedurende 4 uur geplaatst in een oogstcel van het geselecteerde champignonteeltbedrijf. Per behandeling (= per plantenextract) werden de kisten in een andere oogstcel geplaatst om onderlinge beïnvloeding te verhinderen. Gedurende deze periode was het voor de champignonvliegen mogelijk om de eitjes af te zetten in met doorgroeide compost gevulde kisten. Steeds waren twee kisten behandeld met het betreffende plantenextract, terwijl twee kisten onbehandeld bleven. De formulering bestond in dit preventieve experiment uit 2% plantenextract geformuleerd in 1% Luxan-H (= 16 ml actief extract/m²). Een overzicht van de behandelingen wordt gegeven in Tabel 2.

Nadat de kisten waren teruggebracht naar het proefbedrijf van PRI-Paddenstoelen werd de doorgroeide compost per behandeling verzameld. Steeds werd 0,5 kg van de geïnfecteerde doorgroeide compost samen met 1 kg schone doorgroeide compost in een emmer (volume 10 l) overgebracht en tenslotte afgedekt met standaard dekgrond.

Op de dekgrond in de emmers werden plakstroken gelegd. Vervolgens werden de emmers afgedekt met kaasdoek dat om de emmers werd geklemd met behulp van elastiek. In de emmers met doorgroeide compost ontwikkelden

de larven van de champignonvliegen zich tot volwassen champignonvliegen bij een gemiddelde lucht- en composttemperatuur van 24 °C. De champignonvliegen in de emmers werden gevangen met plakstroken. Na drie en een halve week werd aangenomen dat vrijwel alle larven zich tot volwassen champignonvliegen hadden ontwikkeld en werden de plakstroken uit de emmers verwijderd. Het aantal champignonvliegen per plakstrook werd voor alle behandelingen vastgesteld.

b. Curatief effect

De curatieve toepassing van de twee geselecteerde plantenextracten werd, als vervolg op experiment PRI-26400, op twee verschillende wijzen toegediend (op de compost resp. mengen door compost). Kisten met doorgroeide compost zonder vliegenuitjes werden gedurende vier dagen geplaatst in een oogstcel van het geselecteerde champignonteeltbedrijf. Gedurende deze dagen was het mogelijk voor de champignonvliegen om de eitjes af te zetten in de met doorgroeide compost gevulde kisten.

Nadat de kisten waren teruggebracht naar het proefbedrijf van PRI-Paddenstoelen werd de doorgroeide compost per behandeling verzameld en behandeld met de plantenextracten. De formulering bestond uit 1 of 2 % plantenextract geformuleerd in Luxan H olie. Steeds werd 0,5 kg van de geïnfecteerde en vervolgens met een plantenextract behandelde doorgroeide compost samen met 1 kg schone doorgroeide compost in een emmer (volume 10 l) overgebracht en tenslotte afgedekt met standaard dekgrond. Een overzicht van de behandelingen wordt gegeven in Tabel 2.

Op de dekgrond in de emmers werden plakstroken gelegd. Vervolgens werden de emmers afgedekt met kaasdoek dat om de emmers werd geklemd met behulp van elastiek. In de emmers met doorgroeide compost ontwikkelden de larven van de champignonvliegen zich tot volwassen champignonvliegen bij een gemiddelde lucht- en composttemperatuur van 24 °C. De champignonvliegen in de emmers werden gevangen met plakstroken.

Na drie en een halve week werd aangenomen dat vrijwel alle larven zich tot volwassen champignonvliegen hadden ontwikkeld en werden de plakstroken uit de emmers verwijderd. Het aantal champignonvliegen per plakstrook werd voor alle behandelingen vastgesteld.

Tabel 2. Voor het preventieve en curatieve effectiviteitsexperiment zijn de verschillende behandelingen weergegeven. Dit experiment is aangeduid als PRI-26420.

Experiment PRI-26420.

Behandeling	Compost Concentratie actief extract (ml per m ²)
a. Preventieve toepassing	
Onbehandeld (zieke controle)	
Extract PRI-02	16 ml
Onbehandeld (zieke controle)	
Extract 02-A	16 ml
b. Curatieve toepassing; mengen door compost	
Extract PRI-02	8 ml
	16 ml
Extract 02-A	8 ml
	16 ml
c. Curatieve toepassing; op compost	
Extract PRI-02	8 ml
	16 ml
Extract 02-A	8 ml
	16 ml
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml
Onbehandeld (zieke controle)	0 ml

Voor experiment PRI-26420 werden in totaal 112 emmers (10 liter) gevuld met 1,5 kg doorgroeide compost, die bestond uit 1,0 kg gezonde doorgroeide compost, aangevuld met 0,5 kg geïnfecteerde doorgroeide compost. Vervolgens werd de doorgroeide compost afgedekt met een laagje standaard dekgrond. Elke behandeling bestond uit acht herhalingen en de proefzet was volgens een gewarde blokkenproef.

Na drie en een halve week werd aangenomen dat alle afgezette eitjes zich tot champignonvliegen hadden ontwikkeld en werden de plakstroken verzameld voor het vaststellen van het aantal champignonvliegen.

Curatief effect bij verschillende doseringen

Het doel van het doseringsexperiment in het proefbedrijf van PRI-Paddenstoelen was om vast te stellen of de twee geselecteerde plantenextracten in diverse (lagere) doseringen een voldoende bestrijdend effect hebben.

Kisten met doorgroeide compost, zonder vliegeneitjes, werden gedurende vier dagen geplaatst in een oogstcel van het geselecteerde champignonteeltbedrijf. Gedurende deze dagen was het mogelijk voor de champignonvliegen om de eitjes af te zetten in de met doorgroeide compost gevulde kisten.

Nadat de kisten waren teruggebracht naar het proefbedrijf van PRI-Paddenstoelen werd de doorgroeide compost per behandeling verzameld en behandeld met de plantenextracten. De formulering bestond uit doseringen van 0,1 tot 2 % plantenextract geformuleerd in Luxan H olie. Steeds werd 0,5 kg van de geïnfecteerde en vervolgens met een plantenextract behandelde doorgroeide compost samen met 1 kg schone doorgroeide compost in een emmer (volume 10 l) overgebracht en tenslotte afgedekt met standaard dekgrond. Een overzicht van de behandelingen wordt gegeven in Tabel 3.

Op de dekgrond in de emmers werden plakstroken gelegd. Vervolgens werden de emmers afgedekt met kaasdoek dat om de emmers werd geklemd met behulp van elastiek. In de emmers met doorgroeide compost ontwikkelden de larven van de champignonvliegen zich tot volwassen champignonvliegen bij een gemiddelde lucht- en composttemperatuur van 24 °C. De champignonvliegen in de emmers werden gevangen met plakstroken.

Na drie en een halve week werd aangenomen dat vrijwel alle larven zich tot volwassen champignonvliegen hadden ontwikkeld en werden de plakstroken uit de emmers verwijderd. Het aantal champignonvliegen per plakstrook werd voor alle behandelingen vastgesteld.

Tabel 3. Voor het experiment met verschillende doseringen zijn de verschillende behandelingen weergegeven. Dit experiment is aangeduid met PRI-26630.

Experiment PRI-26630

Behandeling	Compost Concentratie actief extract (ml per m ²)
a. Mengen door compost	
Extract PRI-02	16,0 ml 8,0 ml 4,0 ml 2,0 ml 0,8 ml
Extract 02-A	16,0 ml 8,0 ml 4,0 ml 2,0 ml 0,8 ml
Luxan H	8,0 ml
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml
Onbehandeld (zieke controle)	0 ml

Voor experiment PRI-26630 werden in totaal 104 emmers (10 liter) gevuld met 1,5 kg doorgroeide compost, die bestond uit 1,0 kg gezonde doorgroeide compost, aangevuld met 0,5 kg geïnfecteerde doorgroeide compost. Vervolgens werd de doorgroeide compost afgedekt met een laagje standaard dekgrond. Elke behandeling bestond uit acht herhalingen en de proefzet was volgens een gewarde blokkenproef.

Na drie en een halve week werd aangenomen dat alle afgezette eitjes zich tot champignonvliegen hadden ontwikkeld en werden de plakstroken verzameld voor het vaststellen van het aantal champignonvliegen.

Statistische analyse van de resultaten

Bij de resultaten van de experimenten is het verschil in aantal champignonvliegen per behandeling getoetst ten opzichte van de zieke controle behandeling met ANOVA (Genstat).

De data van de preventieve behandelingen in experiment PRI-26420 zijn, vanwege de opzet van de proef, niet statistisch geanalyseerd.

4. Resultaten

Curatief effect op compost en dekgrond

In experiment PRI-26400 reduceerden de twee geselecteerde plantenextracten gemengd door de compost het aantal champignonvliegen significant ($p < 0.05$) ten opzichte van onbehandelde zieke controle (zie Tabel 4). Het plantenextract PRI-02 in de 1% dosering reduceerde het aantal champignonvliegen met 98 % en in de 2 % dosering zelfs met 99 %. Bij plantenextract 02-A is de reductie bij 1% dosering 97 % en bij 2 % dosering ook 99 %. Worden de beide plantenextracten toegepast op de compost, dan is er bij beide nauwelijks of geen reductie (1,9 tot 22,3 %). Bij een toepassing op de dekgrond is er zelfs sprake van stimulering van het aantal tot ontwikkeling gekomen vliegen. De toepassing op de dekgrond en vervolgens diep opruwen heeft wel een verbetering van de reductie tot gevolg, namelijk van een stimulerend effect naar een geringe reductie (15%). De effectiviteit van de geteste plantenextracten PRI-02 en 02-A, toegepast op compost en dekgrond, is vergelijkbaar. Zie verder tabel 4.

Tabel 4. Weergegeven is het gemiddeld aantal champignonvliegen per behandeling in het curatieve experiment op compost en dekgrond.

Experiment PRI-26400

Behandeling	Compost Concentratie actief extract (ml per m ²)	Aantal champignon vliegen per behandeling	Reductie
a. Mengen door compost			
Extract PRI-02	8 ml	0,5 *	98,5 %
	16 ml	0,1 *	99,6 %
Extract 02-A	8 ml	0,9 *	97,3 %
	16 ml	0,1 *	99,6 %
b. Op compost			
Extract PRI-02	8 ml	27,5	15,4 %
	16 ml	29,2	10,0 %
Extract 02-A	8 ml	31,9	1,9 %
	16 ml	25,2 *	22,3 %
c. Op dekgrond			
Extract PRI-02	8 ml	35,5	- 9,2 %
	16 ml	36,9	- 13,5 %
Extract 02-A	8 ml	35,8	- 10,0 %
	16 ml	33,0	- 1,5 %
d. Op dekgrond en diep opruwen			
Extract PRI-02	16 ml	27,9	14,6 %
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml	0,0	
Onbehandeld (zieke controle)	0 ml	32,5	

* : $p < 0,05$

s.e.d. : 2,81

l.s.d. : 5,59

Preventieve en curatieve effect op compost

In experiment PRI-26420 gaven de twee geselecteerde plantenextracten als preventieve toepassing in een 2 % dosering op de compost en vervolgens gedurende 4 uur in een geïnfecteerde oogstcel geplaatst in een reductie van 98 tot 100 %. Beide plantenextracten gemengd door de compost reduceerden het aantal champignonvliegen significant ($p < 0.05$) ten opzichte van onbehandelde zieke controle (zie Tabel 5). Het plantenextract PRI-02 in de 1% dosering reduceerde het aantal champignonvliegen met 85 % en in de 2 % dosering zelfs 98 %. Bij plantenextract 02-A is de reductie bij 1% dosering 93 % en bij 2 % dosering 96 %. Worden de plantenextracten echter toegepast op de compost dan is er bij beide spraken van een veel geringere reductie (43 tot 49 %). Ook in dit experiment is de effectiviteit van extract PRI-02 en extract 02-A vergelijkbaar. Zie verder tabel 5.

Tabel 5. Weergegeven is het gemiddeld aantal champignonvliegen per behandeling in het preventieve en curatieve experiment op compost.

Experiment PRI-26420

Behandeling	Compost Concentratie actief extract (ml per m ²)	Aantal champignon vliegen per behandeling	Reductie
a. Preventieve toepassing			
Onbehandeld (zieke controle)		6,4	
Extract PRI-02	16 ml	0,1	
Onbehandeld (zieke controle)		8,4	
Extract 02-A		0,0	
b. Curatieve toepassing; mengen door compost			
Extract PRI-02	8 ml	10,5 *	85,4 %
	16 ml	1,6 *	97,7 %
Extract 02-A	8 ml	5,2 *	92,7 %
	16 ml	3,0 *	95,8 %
c. Curatieve toepassing; op compost			
Extract PRI-02	8 ml	40,4 *	43,9 %
	16 ml	36,6 *	49,1 %
Extract 02-A	8 ml	40,9 *	43,2 %
	16 ml	36,7 *	49,1 %
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml	1,0	
Onbehandeld (zieke controle)	0 ml	72,0	

* : $p < 0,05$ s.e.d. : 3,63 l.s.d. : 7,26

Curatief effect bij verschillende doseringen

In experiment PRI-26630 gaven de twee geselecteerde plantenextracten gemengd door de compost een significante ($p < 0.05$) reductie van het aantal champignonvliegen ten opzichte van onbehandelde zieke controle (zie Tabel 6). Het plantenextract PRI-02 geeft in de 0,25 % dosering (= 2 ml actief extract per m²) al een voor de praktijk acceptabele reductie van het aantal champignonvliegen met 73 %. Het plantenextract 02-A geeft in de 0,25 % dosering een niet acceptabele reductie. Bij een 0,50 % dosering is dit 80 % en wel voldoende voor een toepassing in de praktijk. De reductie van extract PRI-02 resp. 02-A in de 1 en 2 % dosering zijn evenals in de experimenten PRI-26400 resp. 26420 vergelijkbaar. Zie verder tabel 6.

Tabel 6. Weergegeven is het gemiddeld aantal champignonvliegen per behandeling in het curatieve experiment met diverse doseringen gemengd door de compost.

Experiment PRI-26630

Behandeling	Compost Concentratie actief extract (ml per m ²)	Aantal champignon vliegen per behandeling	Reductie
a. Mengen door compost			
Extract PRI-02	16,0 ml	4,0 *	86,7 %
	8,0 ml	2,0 *	93,3 %
	4,0 ml	8,0 *	73,3 %
	2,0 ml	8,0 *	73,3 %
	0,8 ml	17,0 *	43,3 %
Extract 02-A	16,0 ml	1,0 *	96,7 %
	8,0 ml	5,0 *	83,3 %
	4,0 ml	6,0 *	80,0 %
	2,0 ml	13,0 *	56,7 %
	0,8 ml	15,0 *	50,0 %
Luxan H	8,0 ml	15,0 *	50,0 %
Onbehandeld (gezonde controle)	0 ml	0,0	
Onbehandeld (zieke controle)	0 ml	30,0	

* : p < 0,05 s.e.d. : 2,71 l.s.d. : 5,39

5. Discussie

Uit de resultaten van het experiment met de preventieve werking van de geselecteerde plantenextracten kan worden afgeleid dat de omvang van de hieruit voortkomende generatie champignonvliegen verminderd wordt. Het effect is vastgesteld in slechts een experiment en wel bij een lage infectiedruk en een korte infectieperiode (4 uur). Deze toepassing geeft aan dat de geteste plantenextracten, in principe, een preventieve werking hebben. Dat betekent dat de champignonvliegen minder eitjes afzetten en/of dat de eitjes zich niet ontwikkelen tot volwassen champignonvliegen. Dit kan worden veroorzaakt door een afstotende werking dan wel een toxisch effect van de plantenextracten.

De resultaten van de experimenten, in het proefbedrijf van PRI-Paddenstoelen, met een curatieve toepassing van de geselecteerde plantenextracten laten een duidelijke reductie van het aantal champignonvliegen zien. Dit geeft aan dat deze plantenextracten potentiële gewasbeschermingsmiddelen vormen tegen de champignonvlieg. Ook voor andere insecten blijken dit soort stoffen een toxische of afstotende werking te hebben zoals voor bladluizen en galmuggen (Isman, 2000; Tol *et al.*, 2001; Kogel *et al.*, 2002).

Uit de resultaten van de drie experimenten met curatieve toepassingen blijkt dat de beide geteste plantenextracten, namelijk PRI-02 resp. 02-A, een zeer duidelijke reductie van het aantal champignonvliegen laten zien. Het reducerende effect wordt in belangrijke mate bepaald door het toepassingsmoment. De hoogste reductie, tot zelfs 99 %, wordt verkregen als de plantenextract-oplossingen na de eiafzetting door de doorgroeide compost worden gemengd. Worden de geteste plantenextract-oplossingen, na de eiafzetting, echter *op* de doorgroeide compost toegepast dan neemt de reductie aanzienlijk af en wel tot maximaal 49 %.

Bij de toepassing van de genoemde plantenextract-oplossingen, na de eiafzetting, op de dekgrond is er geen reducerend effect meer en is er zelfs sprake van een stimulering van het aantal tot ontwikkeling komende champignonvliegen.

Het is blijkbaar van belang dat de plantenextract-oplossing ook daar wordt toegepast waar de eitjes worden afgezet, namelijk in de doorgroeide compost. Verder is het blijkbaar van belang dat de plantenextract-oplossing goed in contact wordt gebracht met deze doorgroeide compost. Dit betekent in geval er voor een toepassing wordt gekozen, ook al de te vullen doorgroeide compost in contact moet komen met het middel. Om een voldoende reducerend effect te hebben is, afhankelijk van het plantenextract, een minimumdosering van 0,25 % ofwel 2 ml actief extract per m² nodig.

Technisch gezien zijn er mogelijkheden, voor een noodzakelijke toepassing, bij het verladen op het tunnelbedrijf of het vullen van de doorgroeide compost in de teeltcellen. De bepaling van de noodzaak tot een toepassing moet met een goede en continue bedrijfsmonitoring gebeuren. Immers na het vullen (en gelijktijdig afdekken) van de doorgroeide compost is er geen mogelijkheid meer om nog een plantenextract-oplossing met een bestrijdend effect toe te passen. Mogelijk kan onder praktijkomstandigheden een acceptabele reductie worden behaald door de plantenextract-oplossing alleen door de bovenlaag van de doorgroeide compost te mengen.

Bij de toepassing van plantenextracten blijkt ook de formulering van belang, omdat daarmee de verdampingssnelheid van de veelal vluchtige verbindingen en de oplosbaarheid dan wel mengbaarheid in de waterige formulering bepaald worden. Zowel het oplosmiddel Luxan-H in dit project als ook Triton-X 100 hebben in meer of mindere mate een effect op de champignonvliegen (Baar & De Kogel, 2003). Vergelijkbare effecten zijn ook bij andere insecten waargenomen. Echter, het toevoegen van de plantenextracten heeft een duidelijke meerwaarde: het reducerend effect van de geselecteerde plantenextracten op de champignonvliegen was aanzienlijk groter dan dat van oplosmiddel alleen.

Beide geselecteerde en geteste plantenextracten passen in het kader van een chemisch middelenrije teelt.

6. Conclusies

Uit dit onderzoek kwam het volgende naar voren:

- De curatieve toepassing van de onderzochte plantenextracten, PRI-02 en O2-A, resulteerde in een significante reductie van het aantal champignonvliegen, tot zelfs 99 %.
- De reductie van het aantal champignonvliegen door het plantenextract PRI-02 en O2-A met een chemische variant van de actieve stof is vergelijkbaar.
- De optimale toedieningswijze is het mengen van de plantenextract-oplossing door de doorgroeide compost.
- Voor een voldoende reductie van het aantal champignonvliegen is afhankelijk van het plantenextract minimaal een dosering van 0,25 % ofwel 2 ml actief extract per m² nodig.
- De plantenextracten PRI-02 resp. O2-A reduceerden bij een preventieve toepassing, gedurende een korte periode en bij een lage infectiedruk, het aantal tot ontwikkeling komende champignonvliegen tot zelfs 100%. Blijkbaar hebben beide extracten een afstotende werking op champignonvliegen.

Concluderend kan worden vastgesteld dat de resultaten van dit project aangeven dat de geteste plantenextracten, PRI-02 resp. O2-A, geschikt blijken om verder te ontwikkelen tot een commercieel middel om champignonvliegen te weren of te bestrijden. Van extract O2-A kan nog opgemerkt worden, dat hiervan al een dossier voor een Nederlandse toelating voor een andere toepassing bestaat.

Op grond van bovenstaande conclusies wordt voorgesteld om een vervolgtraject in te gaan, waarin de mogelijkheden om te komen tot een commercieel middel voor de bestrijding van de champignonvlieg worden nagegaan. Het bedrijfsleven heeft al interesse getoond en vooral ook voor plantenextract O2-A.

7. Suggesties voor verder onderzoek

Ook al bleken beide geselecteerde plantenextracten effectief te zijn tegen de champignonvlieg in de experimenten in dit project, toch zullen er nog verschillende vragen beantwoord moeten worden voordat een van deze plantenextracten als gewasbeschermingsmiddel beschikbaar is voor de praktijk.

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

Het ligt voor de hand om in eerste instantie te onderzoeken of het van plantenextract O2-A bestaande dossier mogelijkheden biedt. In geval dit niet mogelijk is zal onderzocht moeten of plantenextract PRI-02 mogelijkheden heeft om tot een commercieel gewasbeschermingsmiddel te ontwikkelen.

Wat is de acceptabele concentratie van plantenextracten onder praktijkomstandigheden?

Daartoe dient onderzocht te worden wat de meest acceptabele concentratie is van een van twee geselecteerde plantenextracten die in dit project als veelbelovend naar voren zijn gekomen.

Wat is de meest acceptabele toedieningsmethodiek in de praktijksituatie?

Een toedieningswijze waarbij het extract werd gemengd door de doorgroeide compost geeft een optimale reductie. De vraag is echter of een toepassing gemengd door de bovenlaag van de compost of op de compost onder praktijkomstandigheden een acceptabele reductie geeft.

Wat zijn de noodzakelijke aanvullingen voor het bestaande dossier of eventueel voor een nieuw dossier?

Voor aanvulling van het bestaande dossier kan hierbij gedacht worden aan:

a. Beïnvloeding van de smaak van de champignons en aanwezigheid residue.

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 betreffende plantenextracten de smaak van de champignons niet nadelig beïnvloeden. Ook zal de aan- of afwezigheid van residue in de paddenstoelen aangetoond moeten worden.

b. 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, opruwen op het strakke teeltschema in de praktijk is niet onderzocht.

c. 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. 2004. Bestrijding van ziekten in de paddestoelenteelt met behulp van plantenextracten. PPO Publicatienummer 2004-29.

Baar, J. & W.J. de Kogel. 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.

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

Janmaat, A.F., W.J. de Kogel & E.J. Woltering. 2002. Enhanced fumigant toxicity of p-cymene against *Frankliniella occidentalis* by simultaneous application of elevated levels of carbon dioxide. *Pest Management Science* 58: 167-173.

Kogel, W.J. de, C.G. Conijn, M.A. Jongasma, 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.

Shaaya, E, M Kostjukovski, J Eilberg & C. Sukprakarn. 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Product Research* 33: 7-15.

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 champignonenteelt. *De Champignoncultuur* 37: 387-395.

Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. *Biometry*. 3rd edition. Freeman and Company, New York.

Tol, R.W.H.M. van 2004. Met vieze geuren luizen verdrijven. *Vakblad voor de Bloemisterij* 7: 50-51.

Tol, R.W.H.M. van, J.H. Visser & M.W. Sabelis. 2002. Olfactory responses of the vine weevil *Otiorhynchus sulcatus* to tree odours. *Physiological Entomology* 27: 213-222.

Tol, R.W.H.M. van, C. Conijn, W.J. de Kogel, J.H. Visser & J. de Vlieger. 2001. Application of insect-repellent odours in agriculture. *International Society of Chemical Ecology*, 18th Annual Meeting, Lake Tahoe, USA.