

Bestrijding van de slawortelboorder *Hepialus lupulinus* met de insectenpathogene schimmel *Beauveria bassiana*

Praktijkproeven Pioenroos 2004 - 2005

Bertin Boertjes

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, 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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit onderzoek is gefinancierd door:



Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Projectnummer: 41201691
PT: 36127

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Glastuinbouw

Adres : Linnaeuslaan 2a, 1431 JV, Aalsmeer
Tel. : 0297 - 35 25 25
Fax : 0297 - 35 22 70
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
1.1 Probleemstelling	7
1.1.1 Spuittijdstip	7
1.1.2 Dosering	7
1.1.3 Toepassingswijze.....	8
1.2 Doelstelling	8
2 MATERIAAL EN METHODEN	9
2.1 Proefveld en objecten	9
2.2 Smitmoment.....	9
2.3 Waarnemingen.....	10
3 PROEF IN ABBENES	13
3.1 Proefveld en toepassing	13
3.2 Resultaten Abbenes	14
4 PROEF IN ANDIJK.....	15
4.1 Proefveld en toepassing	15
4.2 Resultaten.....	16
5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	19
5.1 Conclusies	19
5.2 Aanbevelingen voor onderzoek	19
LITERATUURLIJST.....	21

Samenvatting

In 2001 en 2002 werd, gefinancierd door het Productschap Tuinbouw, in twee praktijkproeven onderzoek gedaan naar het bestrijdende effect van de insectenpathogene schimmel *Beauveria bassiana* op rupsen van de slawortelboorder *Hepialus lupulinus* L.

Naast de *Beauveria bassiana* die gevonden was op het PPO, werd ook een commercieel product met gedroogde sporen getest. Onderzocht werd of beide formuleringen (verse sporen en gedroogde sporen (geformuleerd Product Z)) een werking hebben op de rupsen van de slawortelboorder en wat het beste toepassingstijdstip is. Vanwege een lage aantasting op het ene proefperceel, het aantreffen van beschimmelde rupsen in de onbehandelde controle velden op beide proefpercelen, en het afnemen van de aantasting in de controle velden, konden in dat onderzoek geen harde conclusies over de werking van *Beauveria bassiana* getrokken worden. Er lagen daardoor nog een aantal vragen open over de toepassing van *Beauveria bassiana* tegen de rupsen van de slawortelboorder; zoals het optimale spuitstijdstip en de toe te passen dosering.

In 2004 werd nieuw onderzoek gestart op twee praktijkpercelen met het gewas Pioenroos, in Abbenes en Andijk. Experimenteel Product Z, actieve stof *Beauveria bassiana*, werd in twee doseringen toegediend: 5 kg of 10 liter per hectare ($\sim 2.2 \times 10^{10}$ sporen/m²) en 10 kg per hectare ($\sim 4.4 \times 10^{10}$ sporen/m²) per toepassing. Bespuitingen vonden plaats op drie weken, vijf weken of drie en vijf weken na aanvang van de vlucht van de slawortelboorder. Als maat voor de beginaantasting werd in de middelste rij van elk veldje het aantal open poppen, de achtergebleven pophuidjes, geteld. Ook gaten in de grond zonder pophuidje, uitvliegopeningen, werden geteld als zeker was dat de gaten veroorzaakt waren door de slawortelboorder. Op het proefperceel in Abbenes werd gestart met een lage aantasting, minder dan één uitgevlogen vlinder (pophuidje) en uitvliegopening per plant. Op het perceel in Andijk werden gemiddeld tussen de twee en vijf pophuidjes en uitvliegopeningen per plant geteld. In het najaar van 2004 werden pioenplanten uitgegraven. De grond werd met de hand doorzocht op actieve rupsen, op beschimmelde rupsen en op de aanwezigheid van restanten van beschimmelde rupsen. De resultaten laten geen duidelijke verschillen tussen de behandelingen zien. Op beide percelen werden ook in de controle veldjes beschimmelde rupsen of restanten van beschimmelde rupsen (schimmelpluis) aangetroffen. Op beide percelen werd gemiddeld minder dan 1 rups per plant aangetroffen. Mei 2005 werd in Andijk nogmaals het aantal pophuidjes en uitvliegopeningen in de grond geteld. Gemiddeld per plant werden minder dan 0.5 pophuidjes en uitvliegopeningen aangetroffen. Er waren geen duidelijke verschillen tussen de behandelingen.

Uit het onderzoek kan geconcludeerd worden dat *Beauveria bassiana* een goede bestrijder is van de slawortelboorder *Hepialus lupulinus* L. Door de schimmel aangetaste rupsen zijn makkelijk aan te treffen in en buiten het behandelde perceel.

Doordat in deze proeven *Beauveria bassiana* ook werd aangetroffen in de onbehandelde veldjes en de aantasting bij alle behandelingen sterk daalde, kunnen uit deze proeven geen conclusies worden getrokken over het optimale spuitstijdstip en de toe te passen dosering. De beste strategie op dit moment is het opsplitsen van de dosering over meerdere bespuitingen met een interval van één tot twee weken. De bespuitingen moeten worden uitgevoerd op het moment dat de larven boven in de grond aanwezig zijn, op een bij voorkeur vochtige grond. Na de bespuiting het perceel beregenen om de sporen in de bovenste laag van de grond te spoelen.

Het onderzoek naar de bestrijding van de slawortelboorder met de insectenpathogene schimmel *Beauveria bassiana* werd gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

In 2001 en 2002 werd in twee praktijkproeven, gefinancierd door het Productschap Tuinbouw, onderzoek gedaan naar het bestrijdende effect van de insectenpathogene schimmel *Beauveria bassiana* op rupsen van de slawortelboorder *Hepialus lupulinus* L. (Boertjes et al., 2003).

Naast de *Beauveria bassiana* die gevonden was op het PPO, werd ook een commercieel product (Product Z) met gedroogde sporen getest. Onderzocht werd of beide formuleringen (verse sporen en gedroogde sporen) een werking op de rupsen van de slawortelboorder hebben en wat het beste toepassingstijdstip is. De resultaten duiden op een werking van *Beauveria bassiana* tegen de slawortelboorder. Vanwege een lage aantasting op het ene proefperceel, het aantreffen van beschimmelde rupsen in de onbehandelde controle velden op beide proefpercelen, en het afnemen van de aantasting in de controle velden, konden in dat onderzoek geen harde conclusies over de werking van *Beauveria Bassiana* getrokken worden. Er liggen nog een aantal vragen open over de toepassing van *Beauveria bassiana* tegen de rupsen van de slawortelboorder. In het onderzoek in 2004-2005 zijn een aantal van deze vragen verder onderzocht, met financiering door het Productschap Tuinbouw.

1.1.1 Spuittijdstip

Uit de literatuur blijkt dat na een bespuiting van sporen van een insectenpathogene schimmel op de grond, de afname van het aantal sporen in de grond gedurende de eerste dagen hoog kan zijn. Daarnaast blijven de meeste sporen in de bovenste 5 cm van de grond (Vanninen et al., 2000). Het is dus van belang om op het juiste tijdstip te spuiten. Vindt de toepassing te vroeg plaats dan zijn waarschijnlijk al veel sporen dood op het moment dat de eieren worden afgezet of de rupsen uit het ei komen. Wordt er te laat gespoten dan zitten de rupsen, afhankelijk van de diepte van worteling van het gewas, te diep in de grond. De bodemtemperatuur in het voorjaar is van invloed op de ontwikkelingssnelheid van de slawortelboorder en bepaald daarmee wanneer er vlinders van de slawortelboorder aanwezig zijn.

Van een aantal vlindersoorten is bekend welk stadium het meest gevoelig is voor een bespuiting met *Beauveria bassiana*. Voor de slawortelboorder ontbreekt deze informatie. Een bespuiting in het vroege voorjaar op de kale grond tegen uit de ondergrond omhoogkomende rupsen zal waarschijnlijk niet / minder werkzaam zijn vanwege de lage bodemtemperatuur.

Ook in de herfst zou nog een bespuiting uitgevoerd kunnen worden. De bodemtemperatuur is dan relatief hoog en de grond is vochtiger dan 's zomers. Nadeel is dat de rupsen in een perceel met pioenroos dan diep in de grond zitten. Bij een oppervlakkig wortelend gewas zitten de rupsen misschien minder diep in de grond. Uit onderzoek is bekend dat toegediende sporen vooral in de bovenste laag van de grond blijven (Vanninen et al., 2000). Dit pleit voor het uitvoeren van de bespuiting op het moment dat de rupsen bovenin de bodem zitten, dus in juni in plaats van in de herfst. In het onderzoek beschreven in dit rapport is daarom afgezien van een bespuiting in de herfst.

1.1.2 Dosering

In het door PPO uitgevoerde onderzoek in 2001 en 2002 werd Product Z gespoten in een dosering van 10 kg per hectare voor aanvang van de vlucht van de slawortelboorder, met eventueel een tweede bespuiting na eileg. Of éénmaal toepassen na eileg (begin juni), een lagere dosering begin juni of tweemaal spuiten in een lagere dosering te starten na eileg ook voldoen, zou onderzocht moeten worden.

1.1.3 Toepassingswijze

Uit onderzoek blijkt dat de toegediende sporen vooral in de bovenste grondlaag aanwezig blijven (Vanninen et al., 2000). Beregenen na bespuiting zal de indringing in de grond waarschijnlijk kunnen verbeteren, maar dit is afhankelijk van de bodemsoort. Gegevens over de juiste toepassingswijze ontbreken momenteel; met hoeveel liter water per hectare moet er gespoten worden, en moet de spuitvloeistof na toediening ingeregend worden? In het onderzoek van 2004-2005 werd er vanuit gegaan dat inregenen van de sporen of het toedienen met veel vloeistof, de indringing van de sporen in de bodem en daarmee de werking tegen de slawortelboorder verbetert.

Uit onderzoek blijkt dat verse koemest schadelijk is voor *Beauveria bassiana*. Een hoge dosering compost is gunstig. Ureum had geen effect op de schimmel (Rosin et al., 1996). Het is belangrijk hiermee rekening te houden tijdens de proef.

1.2 Doelstelling

Het onderzoek in dit verslag werd uitgevoerd om het optimale toepassingstijdstip en de te gebruiken dosering van Product Z tegen de slawortelboorder *Hepialus lupulinus* L. te bepalen.

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefveld en objecten

Op twee bedrijven is een proef uitgevoerd in het gewas Pioenroos. Op beide percelen was vorig jaar schade door slawortelboorder aanwezig. De proef werd in 4 herhalingen uitgevoerd. De toegepaste objecten staan in tabel 1.

Tabel 1. Objecten voor het bepalen van de dosering, spuitmoment en aantal benodigde bespuitingen.

Object	Spuitmoment (weken na aanvang van de vlucht)	Dosering	Inregenen
B Controle inregenen		-	Ja
C Product Z, WP, 2 maal 5 kg	3 en 5 weken	5+5 kg	Ja
D Product Z, WP, 2 maal 10 kg	3 en 5 weken	10+10 kg	Ja
E Product Z, WP, 1 maal 5kg	3 weken	5 kg	Ja
F Product Z, WP, 1 maal 5 kg	5 weken	5 kg	Ja
G Product Z, WP, 1 maal 10 kg	3 weken	10 kg	Ja
H Product Z, WP, 1 maal 10 kg	5 weken	10 kg	Ja
J* Product Z, ES, 2 maal 10 l	3 en 5 weken	10 l	Ja

* De hoeveelheid actieve stof in 10 liter ES is ongeveer gelijk aan de hoeveelheid in 5 kg WP. Dit object werd alleen op het proefperceel in Andijk getest.

Het onderzoek in het verleden (Boertjes et al., 2003) is altijd met een dosering van 10 kg per hectare uitgevoerd. Die dosering liet redelijke resultaten zien. Verwacht wordt dat 2 toepassingen van 10 kg (dus totaal 20 kg) een dure toepassing wordt. In deze proef werd daarom naast 10 kg per hectare ook een dosering van 5 kg getest.

Naast de WP-formulering (poeder) was er ook een ES-formulering (vloeistof) beschikbaar. Deze werd ter vergelijking in de proef in Andijk meegenomen. De hoeveelheid actieve stof in 10 liter ES-formulering is ongeveer gelijk aan de hoeveelheid in 5 kg WP-formulering. Een bespuiting met 5 kg WP of 10 liter ES per hectare komt ongeveer overeen met 2.2×10^{10} sporen/m² per toepassing, een bespuiting met 10 kg WP met 4.4×10^{10} sporen/m² per toepassing.

Inregenen lijkt een handeling die de effectiviteit ten goede komt. Dit werd daarom zoveel mogelijk standaard toegepast als het gewas het toe liet en er geen regen op korte termijn werd voorspeld.

2.2 Spuitmoment

In 1999 heeft in een kas onderzoek plaatsgevonden naar de biologie van de slawortelboorder. De eerste poppen werden begin april waargenomen. Van half april tot eind april werden vlinders waargenomen. De vlinders leefden 5 dagen. 20 mei werd voor het eerst in de grond waargenomen en toen werden rupsen in de bovenste 5 cm van de grond aangetroffen. 2 juni waren rupsen van het tweede larvenstadium aanwezig in de bodemlaag 5-10 cm. In de kas werden de eerste larven in de grond dus ongeveer drie weken na de piek in de vlucht van de vlinders aangetroffen. Buiten zal de vlucht enkele weken later in het seizoen zijn, afhankelijk van de bodemtemperatuur (Jilesen et al., 2000 (deel 1 in dit rapport)).

De waarnemingen duiden erop dat de periode waarin er vlinders vliegen redelijk beperkt is, slechts twee weken. Eén week na de start van de vlucht zullen waarschijnlijk de meeste vlinders vliegen. Als drie weken

na de piek in de vlucht de eerste larven in de grond worden gevonden, dan is dat het moment waarop een enkele bespuiting uitgevoerd moet worden. Dat moment zou dan 4 weken na aanvang van de vlucht van de vlinders zijn. Aan de hand van open poppen (pophuidjes die uit de grond steken) werd de vlucht van de slawortelboorder bepaald.

De twee bespuitingen in de proef werden als volgt getimed: de eerste bespuiting 3 weken na aanvang van de vlucht, de tweede bespuiting 2 weken later, dus 5 weken na aanvang. Ook werden bespuitingen alleen op 3 en alleen op 5 weken na aanvang van de vlucht uitgevoerd (Tabel 1).

2.3 Waarnemingen

Het begin van de vlucht van de vlinders werd bepaald aan de hand van het uitkomen van poppen. Na het verpoppen, blijft het pophuidje namelijk half uit de grond steken.

Als maat voor de beginaantasting werd in de middelste rij van elk veldje het aantal dichte en open poppen, de achtergebleven pophuidjes (Figuur 1), geteld. Ook gaten in de grond zonder pophuidje werden geteld als uitvliegopening (Figuur 2), wanneer zeker was dat de gaten veroorzaakt waren door de slawortelboorder. De slawortelboorder maakt mooie ronde gaten in de bodem en bekleed de binnenzijde van de gang met spinseldraden. Het aantal vlinders dat per veldje vliegt was niet te bepalen omdat een deel van de vlinders van het ene naar het andere veldje vliegt en een deel het perceel binnen komt vliegen / waaien. Op het moment van de eerste bespuiting waren de larven nog maar net uit het ei. Het nemen van grondmonsters uit elk veld en het tellen van het aantal rupsen daarin zou erg veel tijd kosten omdat het eerste larvenstadium slechts enkele millimeters groot is. Het budget was hiervoor ontoereikend.



Figuur 1. Een pophuidje van de slawortelboorder dat uit de grond steekt.



Figuur 2. Uitvliegopening van de slawortelboorder.

Om een indruk te verkrijgen van het aanwezige larvenstadium tijdens de eerste bespuiting werd steekproefsgewijs de bovenste laag grond rond enkele planten (uitgegraven en) doorzocht op rupsen. Alleen het eerste larvenstadium werd aangetroffen op het moment van de eerste bespuiting.

In september (Abbenes) en oktober (Andijk) werden per veld drie pioenplanten uitgegraven. De grond en de wortels werden met de hand doorzocht op actieve rupsen, op beschimmelde rupsen en op de aanwezigheid van schimmelpluis. Schimmelpluis is het restant van een geïnfecteerde rups, te zien aan een witte plek met schimmeldraden in de grond. De rups zelf is dan niet meer herkenbaar.



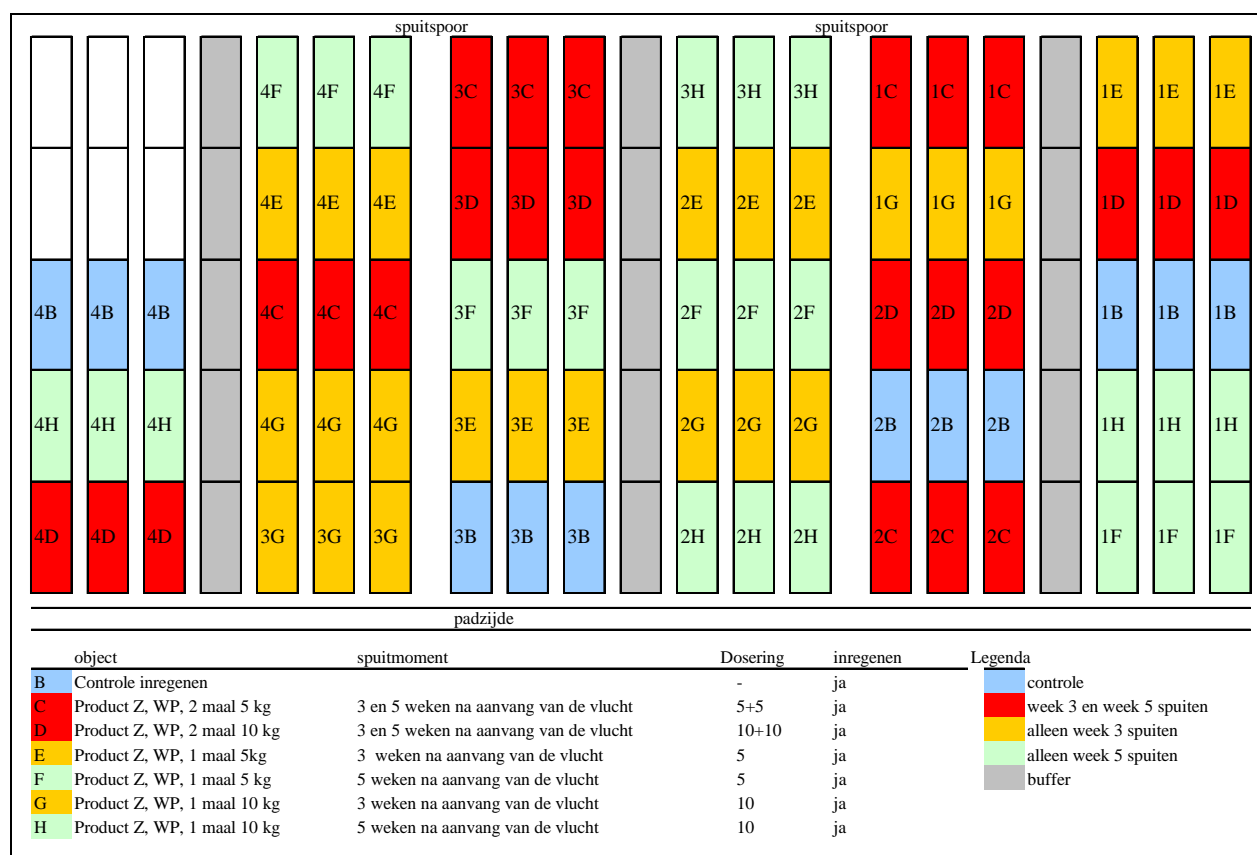
Figuur 3. Larve van de slawortelboorder in een wortel van Pioenroos.

19 mei 2005 werd op het perceel in Andijk in de middelste rij van elk veldje het aantal achtergebleven pophuidjes en uitvliegopeningen in de grond geteld. Het nadeel van de telling in het voorjaar van 2005 is de lange tijdsduur tussen bespuiting en waarneming. Het voordeel is dat het aantal pophuidjes en uitvliegopeningen in de grond bij meerdere planten per veldje geteld kan worden, en dat dit relatief weinig tijd kost ten opzichte van het nemen van grondmonsters.

3 Proef in Abbenes

3.1 Proefveld en toepassing

De proef vond plaats in het gewas Pioen cv. 'Red Charme', 5 jaar oud, op lichte kleigrond. Het proefperceel bestond uit drie blokken van 12 meter breed (=7 bedden) en 50 meter lang. Tussen elk blok lag een spuitspoor. Over het proefperceel werden 28 veldjes verloot volgens een blokstructuur (Figuur 4). Elk veldje was 3 bedden breed en 10 meter lang. In elk bed stonden steeds drie planten naast elkaar. De middelste rij van elk blok werd van beide kanten bespoten en diende als buffer. Bij de eerste en laatste twee rijen planten van een veldje zijn geen tellingen verricht. De bespuitingen werden met de veldspuit van de teler uitgevoerd, waarbij met 1 boomheft zes meter breed (3.5 bedden) in één keer gespoten werd.



Figuur 4. Schema proefveld Abbenes.

Op 19 mei werden de eerste pophuidjes die uit de grond staken, gevonden. Dit was het begin van de vlucht van de slawortelboorder. Op 9 juni werd in het middelste bed van elk veld het aantal uitvliegopeningen, zichtbare poppen en pophuidjes die uit de grond staken, geteld. Door regen waren oude uitvliegopeningen deels verdwenen. Alleen de 'zekere' gaatjes werden geteld. 11 juni (3 weken na aanvang van de vlucht) werd de eerste bespuiting uitgevoerd. Direct na de bespuiting is er 10 mm beregend. Ook is er de dag van bespuiting en de dag erna in totaal nog 4 mm regen gevallen.

De tweede bespuiting werd 22 juni uitgevoerd. Het gewas was nog nat van de dauw. Na de bespuiting begon het te regenen. De beregening werd niet aangezet omdat voor de dagen na bespuiting veel regen voorspeld werd. Op 22 juni heeft het minder dan 1 mm geregend, op 23 juni 25 mm en op 24 juni 8 mm. De bespuitingen werden uitgevoerd met 1660 liter spuitvloeistof per hectare.

3.2 Resultaten Abbenes

Tabel 2. Aantal pophuidjes, poppen en uitvliegopeningen in de grond. Geteld werd in het middelste bed van elk veld op 9 juni 2004. Het totaal van deze rij wordt weergegeven. STD staat voor de standaardafwijking, een maat voor de spreiding binnen de herhalingen.

Object	Spuitmoment (weken na aanvang van de vlucht)	Aantal	STD
B	Controle inregenen	9.5	5.0
C	Product Z, WP, 2 maal 5 kg	13.3	8.6
D	Product Z, WP, 2 maal 10 kg	10.8	5.4
E	Product Z, WP, 1 maal 5kg	12.5	9.9
F	Product Z, WP, 1 maal 5 kg	10.5	3.4
G	Product Z, WP, 1 maal 10 kg	9.0	8.2
H	Product Z, WP, 1 maal 10 kg	11.3	7.4

De verschillen in beginaantasting tussen de veldjes waren gering.

Tabel 3. Aantal actieve en beschimmelde rupsen en plekken met schimmelpluis per plant, 3-5 september 2004. STD staat voor de standaardafwijking, een maat voor de spreiding binnen de herhalingen.

Object	Spuitmoment (weken na aanvang van de vlucht)	Rups actief	STD	Rups beschim- meld	STD	Schimmel- pluis	STD
B	Controle inregenen	0.5	1.3	0.5	1.0	0.0	0.0
C	Product Z, WP, 2 maal 5 kg	1.1	1.5	0.3	1.2	0.0	0.0
D	Product Z, WP, 2 maal 10 kg	1.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
E	Product Z, WP, 1 maal 5kg	1.1	2.8	0.8	2.1	0.0	0.0
F	Product Z, WP, 1 maal 5 kg	1.1	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
G	Product Z, WP, 1 maal 10 kg	0.8	3.9	0.8	5.0	0.0	0.0
H	Product Z, WP, 1 maal 10 kg	0.5	3.0	0.3	1.5	0.1	0.2

De behandelingen laten geen significante verschillen zien in aantal levende rupsen. De aangetroffen beschimmelde rupsen waren rupsen van het vierde larvenstadium, dus grote exemplaren. Terwijl bij de bespuiting rupsen van het eerste larvenstadium aanwezig waren. Dit duidt erop dat de schimmel lang in de bodem aanwezig blijft. Rupsen die in een jong stadium worden aangetast en doodgaan, worden waarschijnlijk niet teruggevonden. In de velden die 3 weken na aanvang van de vlucht bespoten waren lijken meer beschimmelde rupsen aanwezig te zijn dan in de velden bespoten 5 weken na aanvang van de vlucht: object E vs. F, en object G vs. H. Onverklaarbaar is waarom zowel bij de zwaarste dosering (2 maal 10 kg) als de lichtste dosering (1 maal 5 kg) geen beschimmelde rupsen aangetroffen werden. Ook in drie van de vier controle veldjes werden beschimmelde rupsen aangetroffen.

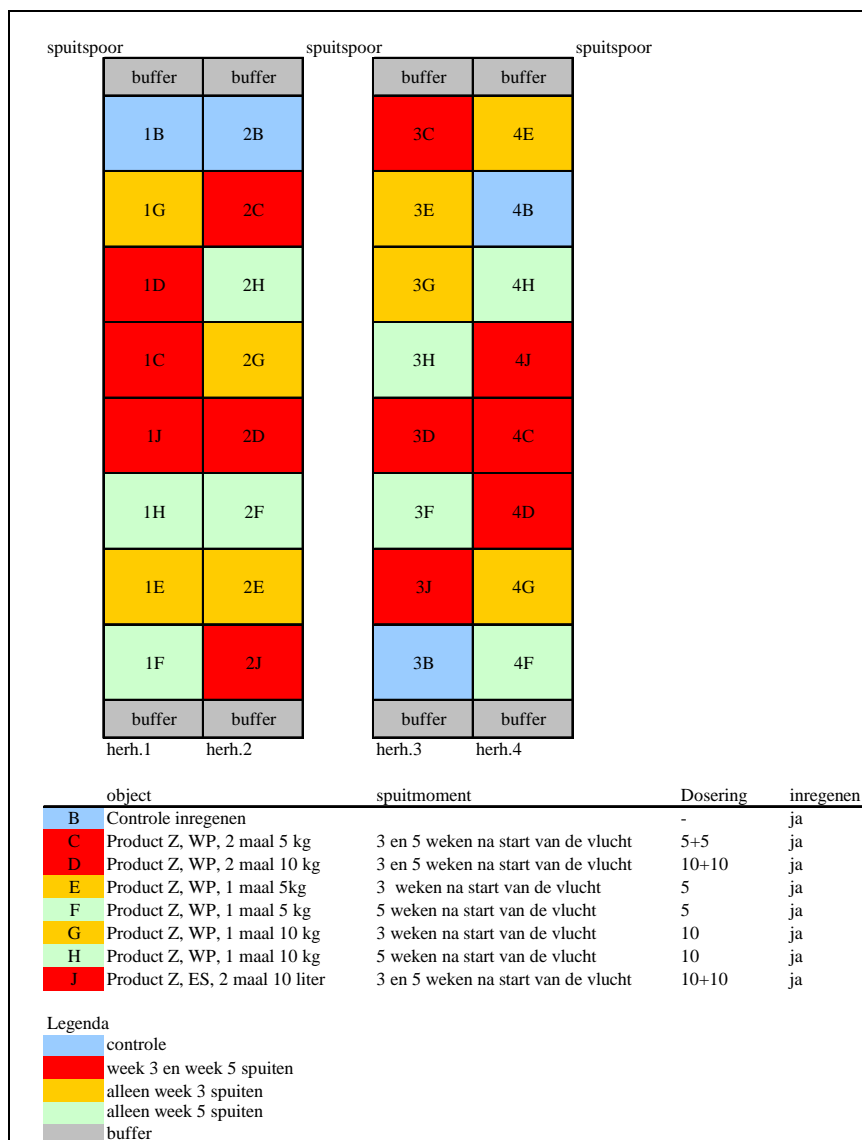
Na het beoordelen van de planten in september werd het perceel gerooid, waardoor verdere waarnemingen in voorjaar 2005 niet mogelijk waren.

4 Proef in Andijk

4.1 Proefveld en toepassing

De proef vond plaats in Andijk in het gewas Pioenroos op zware kleigrond. Het plantverband bestond uit 75 cm afstand tussen de rijen en 50 cm in de rij. Na elke 20 rijen was er een spuitspoor. Over het proefperceel werden 32 veldjes verloot in een blokstructuur (Figuur 5). Elk proefveldje was 9 meter lang (= 18 planten) en 10 rijen breed. De proef werd in 4 herhalingen uitgevoerd, herhaling 1-3 in de cultivar 'Monsieur Jules Elie' en herhaling 4 in 'Sarah Bernhardt'.

De bespuitingen werden met de veldspuit van de teler uitgevoerd. Aan de horizontale spuitboom waren verticaal koperen pijpen gemonteerd, die in elk pad hingen. Vlak boven de grond zaten drie Teejet spleetdoppen; één rode dop met een afgifte van 1.8 l/min die op de grond in het pad spoot, en twee witte doppen met een afgifte van 3.6 l/min. die zijwaarts waren gericht en spoten op de grond onder het gewas. De spuitvloeistof kwam zo rechtstreeks onder het gewas op de bodem van de planrij terecht (Figuur 6 & 7).



Figuur 5. Schema proefveld Andijk.

Op 30 april werden de eerste pophuidjes gevonden die uit de grond staken. Dit was het begin van de vlucht van de slawortelboorder. Op 21 mei is in de middelste rij van elk veld het aantal uitvliegopeningen, poppen en pophuidjes die uit de grond steken geteld. Door regen zijn oude gaatjes deels verdwenen. Alleen de 'zekere' gaatjes werden geteld. Bij de eerste en laatste twee planten van een veldje zijn geen tellingen verricht. Per veld werd dus bij 1 rij van 14 planten de telling uitgevoerd.

Op 21 mei (3 weken na aanvang van de vlucht) is de eerste bespuiting uitgevoerd met 8600 à 8900 liter per hectare, op een vochtige grond. Op 22 mei is er 10 mm beregend. Daarnaast is er in de eerste drie dagen na bespuiting in totaal ook 4 mm regen gevallen.

De tweede bespuiting werd 4 juni uitgevoerd met 4350 liter per hectare. De grond was nat door de gevallen regen van die nacht. Op 3 en 4 juni heeft het in totaal ongeveer 12 mm geregend. Tijdens de bespuiting was het 17°C en bewolkt. 's Middags was het zonnig. Na deze bespuiting is er niet beregend. De eerste dagen na bespuiting heeft het minder dan 1 mm geregend.



Figuur 6. Bespuiting Andijk.



Figuur 7. De spuitdoppen hingen vlak boven de grond.

4.2 Resultaten

Tabel 4. Aantal pophuidjes, poppen en uitvliegopeningen in de grond. Geteld op 21 mei 2004 in de middelste rij van elk veld. Aantallen per 14 planten. STD staat voor de standaardafwijking, een maat voor de spreiding binnen de herhalingen.

Object	Spuitmoment (weken na aanvang van de vlucht)	Aantal	STD
B	Controle inregen	34	14,5
C	Product Z, WP, 2 maal 5 kg	75	12,1
D	Product Z, WP, 2 maal 10 kg	50	10,9
E	Product Z, WP, 1 maal 5kg	66	8,5
F	Product Z, WP, 1 maal 5 kg	54	23,4
G	Product Z, WP, 1 maal 10 kg	57	22,7
H	Product Z, WP, 1 maal 10 kg	44	8,6
J	Product Z, ES, 2 maal 10 l	64	20,2

Op het perceel was een zware aantasting aanwezig. De gemiddelde aanvangsaantasting varieerde van 33 tot 75 pophuidjes, poppen en uitvliegopeningen per 14 planten.

Tabel 5. Aantal actieve en beschimmelde rupsen en plekken met schimmelpluis per plant, 5 oktober 2004.

Object	Spuitmoment (weken na aanvang van de vlucht)	Rups actief	Rups beschim- meld	Schimmel- pluis		
B	Controle inregen	0.2	ba	0.0 a	0.3 a	
C	Product Z, WP, 2 maal 5 kg	3 en 5 weken	0.8	c	0.8 a	0.3 a
D	Product Z, WP, 2 maal 10 kg	3 en 5 weken	0.2	ab	0.0 a	0.6 a
E	Product Z, WP, 1 maal 5kg	3 weken	0.2	ab	0.1 a	0.8 a
F	Product Z, WP, 1 maal 5 kg	5 weken	0.3	abc	0.3 a	0.9 a
G	Product Z, WP, 1 maal 10 kg	3 weken	0.8	bc	0.4 a	1.3 a
H	Product Z, WP, 1 maal 10 kg	5 weken	0.3	abc	0.5 a	1.4 a
J	Product Z, ES, 2 maal 10 l	3 en 5 weken	0.1	a	0.3 a	0.6 a

Gemiddelden in dezelfde kolom gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant ($p=0.05$).

Opvallend is het lage aantal rupsen per plant in vergelijking met de zware aantasting in het voorjaar van 2004. In het voorjaar werden gemiddeld meerdere pophuidjes en uitvliegopeningen per plant aangetroffen, tegen hooguit één rups per plant in het najaar. Ook in de controle veldjes werden slechts lage aantallen rupsen aangetroffen.

Bij alle objecten, inclusief het controle object, werden door *Beauveria bassiana* beschimmelde rupsen of schimmelpluis aangetroffen. Mogelijk heeft de schimmel zich over het perceel verspreid, wellicht als gevolg van gewaswerkzaamheden, of was *Beauveria bassiana* van nature al in de bodem aanwezig was.

Tabel 6. Aantal pophuidjes, poppen en uitvliegopeningen in de grond. Geteld op 4 juni 2004 en 19 mei 2005 in de middelste rij van elk veld. Aantallen per 14 planten. STD staat voor de standaardafwijking, een maat voor de spreiding binnen de herhalingen.

Object	Spuitmoment (weken na aanvang van de vlucht)	19 mei '05	STD	4 juni '04	STD	
B	Controle inregen	1.8	2,0	34	14,5	
C	Product Z, WP, 2 maal 5 kg	3 en 5 weken	3.5	3,5	75	12,1
D	Product Z, WP, 2 maal 10 kg	3 en 5 weken	6.5	6,5	50	10,9
E	Product Z, WP, 1 maal 5kg	3 weken	3.3	1,5	66	8,5
F	Product Z, WP, 1 maal 5 kg	5 weken	1.0	1,0	54	23,4
G	Product Z, WP, 1 maal 10 kg	3 weken	2.0	1,2	57	22,7
H	Product Z, WP, 1 maal 10 kg	5 weken	2.5	1,1	44	8,6
J	Product Z, ES, 2 maal 10 l	3 en 5 weken	2.5	3,8	64	20,2

Er zijn op 19 mei 2005 geen duidelijke verschillen tussen de objecten in het aantal pophuidjes en uitvliegopeningen per rij. De aantallen in mei 2005 liggen beduidend lager dan in juni 2004. Eén van de objecten waar de minste aantasting werd waargenomen is het onbehandelde object. Bij het object met de zwaarste dosering, 2 maal 10 kg, werden de meeste pophuidjes en uitvliegopeningen waargenomen.

Ook elders op het perceel in Andijk, dus buiten het proefveld, werd op 19 mei een door *Beauveria bassiana* beschimmelde rups aangetroffen. Er is niet vastgesteld of het hier dezelfde *Beauveria bassiana* stam betreft die Product Z bevat.

Doordat ook in de onbehandelde veldjes de aantasting laag is, kan niet geconcludeerd worden dat de afname het gevolg is van de bespuiting met *Beauveria bassiana*. Wellicht is er een andere oorzaak. Is het klimaat tijdens de eileg ongunstig geweest waardoor weinig eieren zijn afgezet, veel eieren niet zijn uitgekomen of veel rupsen zijn gestorven? Ook kunnen er van nature al insectenpathogene schimmels in de

grond aanwezig zijn. Een andere mogelijkheid is dat *Beauveria bassiana* door gewaswerkzaamheden verspreid is tussen de veldjes en tevens naar de controle veldjes.

In een oriënterende proef zijn uit verschillende veldjes, 3B, 4D, 2J en elders op het perceel, grondmonsters genomen waaraan in een petrischaal 10 wasmotlarven zijn toegevoegd. De controle behandelingen waren wasmotlarven zonder grond, en wasmotlarven bespoten met Product Z. Na 10 dagen werd de sterfte van de larven bepaald. In de controle behandeling zonder grond leefden alle larven. Bespuiten met Product Z leidde tot 100% doding. Toevoeging van larven aan de genomen grondmonsters gaf een sterfte van 70 – 100%. Op een aantal dode larven groeide een *Beauveria bassiana*. Van deze beschimmelde larven zou bepaald moeten worden of dit de *Beauveria bassiana* stam is die in Product Z aanwezig is. In dit project was geen geld voor deze dure bepaling. Met de leverancier wordt overlegd of hij dat kan laten bepalen.



Figuur 8. Een door *Beauveria bassiana* aangetaste rups van de slawortelboorder.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Uit het onderzoek kan geconcludeerd worden dat *Beauveria bassiana* een goede bestrijder is van de slawortelboorder *Hepialus lupulinus* L. Door de schimmel aangetaste rupsen zijn makkelijk aan te treffen in en buiten het behandelde perceel.

Doordat in deze proeven *Beauveria bassiana* ook werd aangetroffen in de onbehandelde veldjes en de aantasting bij alle behandelingen sterk daalde, kunnen geen conclusies worden getrokken over het optimale spuitstip en de toe te passen dosering. De beste strategie op dit moment is het opsplitsen van de dosering over meerdere bespuitingen met een interval van één tot twee weken. De bespuitingen moeten worden uitgevoerd op het moment dat de larven boven in de grond aanwezig zijn, op een bij voorkeur vochtige grond. Na de bespuiting het perceel beregenen om de sporen in de bovenste laag van de grond te spoelen.

Perceel Abbenes

In de proef in Abbenes was de aantasting door slawortelboorder al bij aanvang van de proef gering. Aan het eind van de proef was de aantasting in alle velden laag, en werden ook in de onbehandelde velden door *Beauveria bassiana* beschimmelde rupsen aangetroffen. Het is niet mogelijk om conclusies te trekken over het toepassingstijdstip en de benodigde dosering van Product Z om de slawortelboorder te bestrijden.

Perceel Andijk

Ook in het controle object nam de aantasting door slawortelboorder gedurende de proef sterk af, en werd *Beauveria bassiana* aangetroffen. Ook was er geen duidelijk verschil in aantasting tussen de objecten. Het is daardoor niet mogelijk om conclusies te trekken over het beste toepassingstijdstip en de benodigde dosering van Product Z om de slawortelboorder te bestrijden.

5.2 Aanbevelingen voor onderzoek

In deze proef werd Product Z gespoten op het eerste larvenstadium, omdat dit stadium zich bovenin de grond ophoudt. De volgende larvenstadia houden zich in een teelt van Pioenroos dieper in de bodem op. Bij een oppervlakkig wortelend gewas zitten de rupsen minder diep in de grond.

Onbekend is welk larvenstadium het meest gevoelig is voor *Beauveria bassiana*. Als dat bekend is, dan zou voor oppervlakkig wortelende gewassen een bespuiting elders in het jaar wellicht tot betere resultaten kunnen leiden.

Beauveria bassiana kan ook saprofytisch leven. Toediening van compost aan de bodem heeft een positief effect op *Beauveria bassiana* (Rosin et al., 1996). Wellicht is het mogelijk om de schimmel via compost aan de bodem toe te dienen, en zo de schimmel dieper in de bodem in te brengen. En tevens via de compost ervoor te zorgen dat de schimmel langer in de bodem aanwezig blijft.

Schimmels van het type waartoe ook *Beauveria bassiana* behoort, infecteren vaak verzwakte individuen. Door gelijktijdig met het spuiten van de schimmel een lage dosering insecticide mee te spuiten kan de werking sterk verbeterd worden. Dit principe is aangetoond voor een vlinder in aardappels (Fedorinchik, 1977). Onderzocht zou kunnen worden of dit ook opgaat voor rupsen van de slawortelboorder. Een eerste vereiste is dan wel dat er een insecticide toegelaten is. Maar misschien zijn de larven ook op een andere manier te verzwakken.

Literatuurlijst

Boertjes, B.C., M. Boogaard, Th.J.M. van den Berg, L. Kok & B.A.M. Overdeest, 2003. Bestrijding van de slawortelboorder *Hepialus lupulinus* met de insectenpathogene schimmel *Beauveria bassiana*, en onderzoek naar insectenparasitaire aaltjes. Praktijkproeven Pioenroos en Campanula 2001-2002. Onderzoeksrapport Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, nr. 41201691.

Fedorinchik, N.S., 1977. Success from and outlook for the use of microorganisms for the biological control of harmful insects and disease organisms of plants in the non-blacj-soil zone. Trudy-Vsesoyuznogo-Nauchno-issledovatel'skogo-Instituta-Zashchity-Rastenii. 1977, No. 53, 19-29.

Jilesen, C., M. Boogaard & B. Weijers, 2000. *Hepialus lupulinus*, onderzoek naar biologie en bestrijding. Onderzoeksrapport Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente. nr. 41201691.

Rosin, F., D.I. Shapiro & L.C. Lewis. Effects of fertilizers on the survival of *Beauveria bassiana*. Journal of invertebrate pathology, 68(1996)2; 194-195.

Vanninen, I., J. Tyni-Juslin & H. Hokkanen, 2000. Persistence of augmented *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Finnish agricultural soils. BioControl 45(2000)2; 201-222.