BIBLIOTHEEK
PPO sector Bloembollen
Postbus 85
2160 AB Lisse
0252 462121

ISN 944728
P-12-B
50

Nadruk of vertaling, ook van gedeelten, is alleen geoorloofd na schriftelijke toestemming van de directie van het Boomteeltpraktijkonderzoek. Het Boomteeltpraktijkonderzek stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen, ontstaan door het gebruik van de gegevens die in deze uitgave zijn gepubliceerd. Het Boomteeltpraktijkonderzoek vindt plaats op het Proefstation voor de Boomkwekerij in Boskoop en de proeftuinen in Noordbroek, Lienden en Horst en het proefveld in Zundert.

INHOUD

	Samenvatting	7
	Summary	8
1.	Inleiding algemeen	10
2.	Chemische bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever	12
2.1.	Inleiding	12
2.2.	Materiaal en methoden	12
2.2.1.	Bestrijding larven	12
2.2.2.	Bestrijding kevers	13
2.3.	Resultaten	14
2.3.1.	Bestrijding larven	14
2.3.2.	Bestrijding kevers	17
2.4.	Conclusies	18
2.5.	Advies	19
3.	Biologische bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever in pot- en veldproeven	20
3.1.	Inleiding	20
3.2.	Materiaal en methoden	20
3.3.	Resultaten	22
3.4.	Conclusies	23
3.5.	Advies	24
4.	Invloed bodemtemperatuur op biologische bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever	25
4.1.	Inleiding	25
4.2.	Materiaal en methoden	25
4.3.	Resultaten	28
4.4.	Conclusies	32
4.5.	Advies	32
5.	Invloed van gastheer en plantenwortels op de migratie van *Heterorhabditis* sp. in veengrond	33
5.1.	Inleiding	33
5.2.	Materiaal en methoden	33
5.3.	Resultaten	34
5.4.	Conclusies	35
5.5.	Advies	36
6.	Geïntegreerde bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever in de boomkwekerij	37
6.1.	Inleiding	37
6.2.	Materiaal en methoden	37
6.3.	Resultaten	38
6.4.	Conclusies	39

6.5. Advies 39

7. Publikaties 41

Bijlage: Richtlijnen voor geintegreerde bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever 43

SAMENVATTING

Voor de bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever (*Otiorhynchus sulcatus*) zijn in totaal 34 chemische middelen en 12 biologische middelen getoetst op hun werking. Op grond van dit onderzoek zijn uiteindelijk de middelen Curater, Asepta suSCon10, Orthene, Actellic en Condor SC toegelaten voor de bestrijding van deze plaag. Van de biologische middelen is het schimmelpreparaat BIO1020 (*Metarhizium anisopliae*) uitgebreid getoetst en loopt nog steeds een aanvraag voor toelating. Deze aanvraag heeft echter geen praktische betekenis aangezien de fabrikant verder afziet van de productie van deze schimmel. De productiekosten bleken voor deze kleine markt te hoog. De overige biologische middelen getest bestonden uit verschillende stammen van de insecteparasitaire aaltjes *Heterorhabditis* sp. en *Steinernema* sp. Deze middelen hebben geen wettelijke toelating nodig om te worden gebruikt in Nederland.

Van de chemische middelen zijn inmiddels Curater granulaat, Actellic en Condor SC niet meer toegelaten in de boomkwekerij. Curater vlb. staat op de nominatie om verboden te worden. De strengere milieueisen zijn debet aan het verdwijnen van deze middelen in de boomkwekerij. Er loopt op dit moment nog slechts onderzoek naar 1 chemisch middel dat perspectief biedt voor de bestrijding van deze plaag. Het kan echter nog wel enkele jaren duren voordat dit middel toegelaten wordt. Dit betekent dat er qua chemische middelen in de nabije toekomst een knelpunt ontstaat. Alleen Orthene en Asepta suSCon10 blijven voorlopig beschikbaar. Orthene wordt ingezet tegen de volwassen kevers en suSCon10 ter bestrijding van larven in potten in een meerjarige teelt. Voor de bestrijding van larven in de vollegrond zijn dan geen chemische middelen meer beschikbaar.

Van de biologische middelen zijn er drie aaltjesproducten (Larvanem, Nemapack en Exhibit) die verkocht worden voor de bestrijding van de larven van de gegroefde lapsnuitkever. Zoals uit het onderzoek is gebleken zijn alleen de producten Larvanem en Nemapack (*Heterorhabditis* sp.(NWE)) effectief genoeg in buitenteelten om de larven goed te bestrijden. De minimum werkingstemperatuur van deze twee aaltjesproducten bedraagt 12°C. Deze beide aaltjesstammen hebben deze temperatuur slechts enkele dagen nodig om de larven maximaal te bestrijden. In potten is met deze aaltjes een bestrijding van 80 tot 100% haalbaar. In de vollegrond is een bestrijding van 60 tot 80% mogelijk. Daarmee zijn deze aaltjes even goed (potten) tot beter (vollegrond) dan Curater vlb. Probleem blijft echter dat aaltjes alleen curatief kunnen worden ingezet op het moment dat de larven groot genoeg zijn. Dit betekent dat, rekening houdend met de minimum bodemtemperatuur van 12°C en de schadedrempel door larvenvraat, deze biologische middelen in het najaar (september/oktober) voor kleinere planten en in het voorjaar (april/mei) voor grotere gewassen (moerhoeken, heggen e.d.) kunnen worden ingezet. Een groter probleem dan het toepassingstijdstip vormt de prijs van het product op dit moment. De kosten zijn nog dusdanig hoog dat het onbetaalbaar is om de gehele kwekerij te behandelen met aaltjes.

Naast temperatuur blijkt ook de aanwezigheid van planten een rol te spelen bij de effectiviteit van de aaltjes. Uit onderzoek is gebleken dat in ieder geval voor een stam van *Heterorhabditis* sp. de verplaatsing in veengrond afhankelijk is van de aanwezigheid van planten. De aaltjes gebruiken de wortels als leidraad om dieper de grond in te gaan om uiteindelijk bij de larven terecht te komen. Eerste aanwijzingen dat planten met een verschillend type/grootte wortelstelsel invloed hebben op het percentage parasitering van de larven zijn gevonden. In het vervolgproject 4105 wordt hier o.a. naar gekeken.

Voorlopig lijkt een integratie van maatregelen (waarnemen, plaatselijke toepassing van chemische en biologische middelen, cultuurmaatregelen) de beste oplossing om deze plaag onder controle te houden. Een geintegreerde bestrijdingsstrategie is inmiddels ontwikkeld en met succes toegepast bij meerdere boomkwekerijbedrijven. Deze strategie staat beschreven in hoofdstuk 5 (5.3.2.) van dit rapport. Desondanks blijft deze strategie relatief bewerkelijk en legt een grote verantwoordelijkheid van consequent waarnemen bij zowel kweker als begeleiders. De arbeidskosten van het waarnemen zijn dan ook hoog. De ontwikkeling van betere hulpmiddelen bij het waarnemen zijn van groot belang. In project 4105 wordt aandacht besteed aan de ontwikkeling van lokstoffen en de epidemi-

ologie van de plaag in verschillende gewassen.

SUMMARY

For the control of black vine weevil (*Otiorhynchus sulcatus*) 34 chemicals and 12 biological means have been tested for their efficacy. Only the chemicals Curater, suSConGreen, Orthene, Actellic and Condor SC were approved for use in nursery stock in the Netherlands.
Of the biological means the fungus *Metarhizium anisopliae* was very effective but although a registration procedure has been started it will not be produced by the company because of the high costs of production compared to the small market where this product could be used. The other biological means were insect-parasitic nematodes of the species *Heterorhabditis* sp. and *Steinernema* sp. These nematodes do not have to be registered for use in the Netherlands.

The chemicals Curater granular, Actellic and Condor SC recently lost their registration in the Netherlands. Curater lq. is about to lose its registration in the next few months or years. The environmental regulations in the Netherlands are the reason for the termination of the registration of these chemicals. At the moment there is only one chemical that shows good properties for the control of black vine weevil. It will take however a few years before this chemical will be registered in nursery stock. Therefore problems for control of vine weevil because of lack of chemicals available will increase in the near future. Only Orthene and suSConGreen will then be available as chemicals. Orthene is used for control of the adult weevils and suSConGreen can only be used to control the larvae in pots. For control of larvae in the field there will be no more chemicals available when Curater lq. loses its registration.

From the biological means three nematode products are commercially available for control of larvae of black vine weevil (Larvanem, Nemapack and Exhibit). As research has shown in this report only the products Larvanem and Nemapack (*Heterorhabditis* sp.(NWE)) are effectively controlling this pest in nurseries outdoors. These nematodes are effective down to 12°C soil temperature. Only a few days at this minimum temperature are enough to give maximum control. In pots a control of 80 to 100% is possible with these nematode strains. In the field a control of 60 to 80% is possible. With these results it is clear that biological control of larvae is as good (pots) or better (field) than chemical control with Curater lq. Still a problem is that nematodes can only be used in a curative way to control larvae. Considering the minimum temperature of 12°C and the damage thresholds by larval feeding on the roots these biological means have to be applied in autumn (September/October) for smaller plants and in spring (April/May) for larger plants (hedges and stock plants) to prevent damage and control the larvae effectively. A more serious problem is the high costs of the nematode products at this moment. These costs make it economically impossible to apply these products on the whole nursery.

Not only temperature but also the presence of hostplants plays a role in the efficacy of the nematodes. Research has shown this at least for one strain of *Heterorhabditis* sp. in peat. The nematodes use the roots as a medium to find their way down in the soil in search for the larvae. First indications are found that plant type and root size play a role in the efficacy of control of the larvae. In the new project 4105 this influence will be tested.

At the moment a integration of actions (observation, local application of chemical and biological means, preventive actions) is the best solution to control this pest. Guidelines for integrated control of this pest have been developed and tested successfully on several nurseries. The strategy is described in chapter 5 (section 5.3.2.) of this report. Despite these guidelines the control strategy is laborious and puts a lot of responsibility on a regular scouting schedule by grower and advisor. The costs of labour are high. Development of better tools for registration of this pest are needed to reduce these cost aspects and make the system more reliable. In the project 4105 we will look for kairomones and study the epidemiology of this pest in different crops.

1. INLEIDING ALGEMEEN

In de boomkwekerij is de gegroefde lapsnuitkever één van de grootste plagen. Deze kever zorgt ook wereldwijd voor veel schade in gewassen als druif, aardbei, hop, veenbessen, blauwbessen en diverse bloemisterijgewassen als cyclamen en fuchsia. Het insekt is polyfaag en geeft schade aan zeer vele houtige maar ook niet-houtige gewassen. De kevers geven vraatschade aan de bladeren van de planten. Deze schade is economisch van weinig belang. De larven daarentegen veroorzaken belangrijke schade aan de wortels van de planten. De meeste chemische middelen zijn óf onvoldoende werkzaam óf zijn vanuit milieu-oogpunt ontoelaatbaar. In de vollegrond is alleen carbofuran toegelaten als bestrijdingsmiddel tegen de keverlarven. Dit middel is zeer persistent en wordt regelmatig in hogere concentraties gemeten in het oppervlakte water. Op korte termijn zal dit middel dan ook zijn toelating verliezen in Nederland.
De gegroefde lapsnuitkever (*Otiorhynchus sulcatus;* triviale naam is Taxuskever) kent twee zich sterk onderscheidende levensfasen en daarmee samenhangend twee verschijningsvormen.

Kevers.
De volwassen kevers leven bovengronds en hebben een grijszwarte tot zwarte kleur. De dekschilden van de kevers zijn vergroeid en erop zijn meerdere groepjes korte geelbruine haren geplaatst die met het blote oog lijken op kleine vlekjes. De snuit van de kever heeft een kenmerkende lange smalle vorm. Deze snuitvorm is kenmerkend voor het geslacht van de lapsnuitkevers. De gegroefde lapsnuitkever kan niet vliegen en kent alleen de vrouwelijke verschijningsvorm. De kever is ongeveer 1,5 cm groot en onderscheidt zich door grootte en kleur van de andere soorten.

Vanaf juni/juli kunnen de eerste kevers buiten gevonden worden. Eind september gaan de kevers schuilplaatsen zoeken om te overwinteren. In verwarmde kassen kunnen het hele jaar door kevers gevonden worden. In onverwarmde kassen zullen de kevers eerder worden gevonden dan buiten en langer doorgaan met eten en eieren afzetten in het najaar. Als er geen kunstmatige belichting in de gewassen plaatsheeft in de winter zullen de kevers ook in kassen onder invloed van korte dag stoppen met eten en eieren afzetten.

De kevers zijn lichtschuw en verschuilen zich overdag in de strooisellaag op de grond of kruipen weg onder planken en in of onder andere voorwerpen in de nabijheid van het gewas. 's Nachts kruipen de kevers het gewas in en eten van de bladeren van vele soorten planten. De kenmerkende halfronde happen uit de rand van bladeren is een aanwijzing voor de aanwezigheid van deze kever in het veld. Happen midden uit het blad en/of happen vanuit de rand die tot de middennerf van het blad lopen worden niet door deze kevers veroorzaakt maar zijn schadebeelden die passen bij slakken- en rupsenvraat.

Larven.
De kevers leggen eieren op de grond waaruit na enkele dagen de larven komen gekropen. De larven kruipen de grond in en eten in eerste instantie van de kleine wortels. Als de larven groter worden eten ze van de grotere wortels van de planten. Uiteindelijk kunnen ze de wortelhals van de planten aanvreten waarna deze verdroogt. De larven kunnen afhankelijk van de ouderdom enkele mm tot maximaal 1,5 cm groot worden. De jonge larven zijn glazig wit gekleurd en hebben een bruin kopkapsel. De oudere larven worden ondoorzichtig en hebben een witte kleur. Het grootste deel van de larve bestaat uit een grof geribbeld zacht lichaam waarop op regelmatige afstand ongekleurde haren staan geplaatst. Vanaf augustus kunnen buiten kleinere larven gevonden worden in de grond. De grotere witte larven kunnen vanaf oktober tot april/mei buiten worden gevonden in de wortelstelsels in de grond. In kassen kunnen het hele jaar door verschillende larvenstadia worden aangetroffen in de grond.

Gevoelige gewassen en schadedrempel

Kevers.
Het is een polyfaag insect en kan aldus de meeste gewassen aantasten. Wel zijn er verschillen in gevoeligheid (schade) van verschillende plantensoorten en hebben kevers bij keuze uit meerdere gewassen soms voorkeur voor bepaalde gewassen boven andere. Een belangrijk gegeven is dat de kevers niet of slechts mondjesmaat van de meeste coniferen eten (uitgezonderd *Taxus*).

Larven.
Hoewel er dus verschillen zijn in bovengrondse vraat van gewassen blijkt dit niet altijd uit de aantastingsverschillen van de wortels door de larven. Zelfs bij coniferen kan de aantasting en schade door larvenvraat enorm zijn, terwijl de kevers nauwelijks van de bovengrondse delen eten. De grootte van de planten en het gemak waarmee plantensoorten adventiefwortels kunnen vormen bepaalt veelal of een gewas meer of minder larven kan verdragen voordat er duidelijk zichtbare schade optreedt in het gewas. De schadedrempel voor een conifeer in een potje van minder dan een liter ligt vaak al bij een tot twee larven per plant terwijl een *Astilbe* nog bij vijf tot zes larven per plant geen duidelijke schadesymptomen laat zien. Het is belangrijk om ook aan gewassen die geen duidelijke bovengrondse aantasting en/of schadesymptomen geven aandacht te besteden bij de bestrijding van kevers en larven omdat dit broedplaatsen zijn voor deze plaag en de rest van het bedrijf kunnen bedreigen. Met name in de vollegrond moet er aandacht zijn voor beheersing van deze plaag in moerhoeken, ook al zal hier doorgaans geen schade te verwachten zijn.

Gevoelige gewasgroepen.
Taxus sp. (kevers en larven), coniferen (larven; met name *Thuja*, *Picea*), *Rhododendron* (kevers en larven), *Cornus* sp. (kevers en larven), *Euonymus* sp. (kevers en larven), *Viburnum* (kevers en larven), *Astilbe* sp. (larven), *Rosaceae* (kevers en larven; met name geslachten als *Fragaria*, *Waldsteinia*, *Rubus*), *Vitaceae* (kevers en larven; met name *Vitis*, *Parthenocissus*), *Primula* en *Sedum*.

Doelstelling project
De belangrijkste doelstelling van dit project is om enerzijds voldoende bestrijdingsmiddelen ter beschikking te hebben voor de beheersing van deze plaag en anderzijds om een algemene bestrijdingsstrategie te ontwikkelen waarbij bestrijdingsmiddelen zo efficient mogelijk kunnen worden ingezet.

Naast chemische middelen (hoofdstuk 2) is in dit project gekeken naar de werkzaamheid van enkele biologische middelen (hoofdstuk 3), de factoren die een rol spelen bij werking van deze biologische middelen (hoofstuk 4 en 5) en de mogelijkheden voor een geïntegreerde aanpak van deze plaag (hoofdstuk 6).

2. Chemische bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever

2.1. INLEIDING

Voor de bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever zijn in Nederland slechts enkele middelen toegelaten. In dit project zijn zeer vele middelen getoetst op hun werking tegen zowel de larven als de volwassen kevers. Ondanks dat er meerdere middelen een werking hebben zijn er slechts enkele die uiteindelijk een toelating hebben gekregen op basis van dit onderzoek. Voor de larven betreft dit het middel carbofuran (Curater) en chloorpyrifos (Asepta suSCon10) en voor de volwassen kevers de middelen acefaat (Orthene), pirimifos-methyl (Actellic) en parathion-methyl (Condor). Uiteindelijk zijn de strengere milieucriteria van de laatste paar jaar de reden dat diverse middelen inmiddels verboden zijn voor deze toepassing of op de nominatie staan om te worden verboden. Inmiddels zijn de middelen Actellic, Condor en Curater grn. niet meer toegelaten voor betreffende toepassing in de boomkwekerij. Curater vlb. zal op korte termijn ook zijn toelating verliezen. Daarvoor in de plaats zijn nog geen nieuwe middelen toegelaten. Wel zijn er enkele middelen, in dit project getoetst, waarvoor een aanvraag voor toelating binnenkort wordt ingediend.

Dit hoofdstuk behandelt de voornaamste chemische middelen die een werking vertoonden tegen zowel kevers als larven. In totaal zijn er in dit project 20 chemische middelen getoetst tegen de kevers en 14 chemische en 12 biologische middelen tegen de larven van de gegroefde lapsnuitkever.

2.2. MATERIAAL EN METHODEN

Voor de bestrijdingsproeven werden afhankelijk van het te bestrijden stadium van deze plaag een verschillende proefopzetten gehanteerd. Het betreft een drietal standaard proefopzetten. Dit zijn een proefopzet voor bestrijding van de larven in potten, voor larven in de vollegrond en voor bestrijding van de volwassen kevers.

2.2.1. Bestrijding larven

In de potproeven werd *Thuja occidentalis* 'Brabant' als proefplant gebruikt in 1 liter potten in 1991 en 1992. Vanaf 1993 werd deze vervangen door *Waldsteinia ternata* vanwege een geringere natuurlijke mortaliteit (sterfte). Deze natuurlijke mortaliteit was in *Thuja* in potjes zodanig hoog dat deze de proefresultaten (grote variantie) sterk beïnvloedde. Diverse gewassen werden getoetst op de mate van natuurlijke mortaliteit alvorens tot de keuze van dit nieuwe gewas werd overgegaan (zie intern verslag 4102-16). De planten werden in mei opgepot. In 1991 en 1992 werden de planten om de 14 dagen drie maal geïnoculeerd met 15 eitjes per pot. Vanaf 1993 werd standaard om de drie weken twee maal geïnoculeerd met 20 eitjes per pot. In 1995 konden door tekort aan eitjes slechts een maal 20 eitjes worden toegediend, begin augustus. Uit onderzoek uitgevoerd naar de invloed van de hoeveelheid eitjes per pot en de natuurlijke mortaliteit is gebleken dat er een sterke toename in sterfte is bij een te hoge inoculatie per pot. In het algemeen was de natuurlijke mortaliteit constant bij inoculatieniveau's tot 30 eitjes per pot (1 liter). Vanaf 40 eitjes per pot liep de natuurlijke mortaliteit hoog op. Zelfs bij lagere inoculatie is er desondanks standaard een hoge natuurlijke mortaliteit van rond de 80%. De oorzaak is onbekend maar is niet oorzakelijk verbonden met de proefopzet aangezien dit in de praktijk ook normaal voorkomt. De strategie van dit insect is een kwantitatieve eiafzet gevolgd door hoge mortaliteit (selectie) voor de uitkomende eieren. De hoogste sterfte treedt overigens op bij de oudere larvenstadia. Hoewel voedseltekort en kannibalisme worden aangevoerd als oorzaak spreken de resultaten uit de proeven over meerdere jaren dat eerder tegen dan dat ze dat bevestigen. Op de resultaten uit dit onderzoek zijn de latere

inoculatieschema's gebaseerd (intern verslag 4102-26). De inoculaties met eitjes werd halverwege juli gestart. Dit als simulatie van de werkelijke situatie in de praktijk, waar kevers hun eileg ook rond deze tijd starten.
Elke behandeling werd in viervoud herhaald met acht planten per blok (een rij randplanten als afscheiding tussen de verschillende behandelingen en een rij randplanten als afscheiding van de buitenrand van het containerbed). Alle chemische middelen, met uitzondering van ethoprofos (Mocap 20GS) en chloorpyrifos (Asepta suSCon10), werden een week voor en een week na de laatste inoculatie met eitjes aangegoten bij de planten. De vloeibare middelen werden in 25 ml water met een suspensor op de potgrond aangebracht. Ethoprofos werd over de potgrond uitgestrooid. Asepta suSCon10, een slow-release formulering van chloorpyrifos, werd door de potgrond gemengd in het voorjaar ten tijde van het oppotten van de proefplanten. De aanhan-gende grond tussen de wortels van de planten werd verwijderd voordat de planten in het mengsel van potgrond met suSCon10 werden opgepot. Uit diverse proeven in dit project bleek dat de afwezigheid van korrels met dit middel in de kluit vlak rond de wortelhals tot slechte bestrijdingsresultaten leidde. Het vrijkomende middel verplaatst zich dan onvoldoende naar dit deel van de kluit waardoor larven daar overleven kunnen en veel schade aanrichten. In november wordt de proef geoogst. Alle proefplanten worden dan uitgeschud en gecontroleerd op de aanwezigheid van larven.

In de veldproeven werd evenals in de potproef de proefplant *Thuja occidentalis* 'Brabant' vervangen vanaf 1993. In de vollegrond werd gekozen voor *Taxus baccata* als proefplant (zie intern verslag 4102-16). De proeven werden uitgevoerd op een venige grond in Boskoop. Elke behandeling werd in drievoud herhaald met vijf planten per blok (deze planten werden omringd door 12 randplanten; totaal 17 planten per m²). In 1991 en 1992 werd om de twee weken drie maal geïnoculeerd met 50 eitjes per plant. Vanaf 1993 werd om de vier weken geïnoculeerd. In 1993 werd twee maal 40 eitjes toegediend per plant, in 1994 een maal 40 en een maal 20 eitjes per plant en in 1995 twee maal 50 eitjes per plant. Deze variatie ontstond voornamelijk door gebrek aan eitjes in de jaren 1993 en 1994. Inoculaties startten eind juli. Alle vloeibare chemische middelen werden twee keer toegediend in drie liter water per veldje (1 m²). Ethoprofos en chloorpyrifos (suSCon10) werden toegediend zoals in de potproef opzet beschreven staat. SuSCon10 werd tot 10 cm diepte door de grond gemengd.
In een tweejarige proef werd tevens de effectiviteit van suSCon10 op bestrijding getest bij aan- dan wel afwezigheid van dit middel in de wortelkluit. De planten werden of direct in het veld geplant met suSCon10 in de grond of opgepot met/zonder suSCon10 en na een jaar in de pot uitgeplant in de vollegrond. De inoculatie met eitjes werd pas in het tweede jaar, in de vollegrond, uitgevoerd zoals voor 1993 beschreven staat. *Thuja occidentalis* 'Brabant' werd in deze proef als proefplant gebruikt. De overige bepalingen werden gedaan conform de beschrijving in de potproeven. Alle vollegrondsproeven werden eind februari geoogst.

Van twee producten die een toelating in Nederland hebben gekregen (Curater vlb., a.s.= carbofuran, 37,5 l(20%a.s.)/ha; Asepta suSCon10, a.s.= chloorpyrifos, 375 of 750 g(10%a.s.)/m³) en een product (a.s.= fipronil, 12,5 of 25 of 50 g(80%a.s.)/ha) waarvoor toelating in 1996 zal worden aangevraagd staan de resultaten weergegeven in figuur 1. De werking van enkele andere geteste producten is kort weergegeven bij de resultaten.

2.2.2. Bestrijding kevers

Voor de middelentoetsing tegen de kevers is het niet mogelijk om een toets uit te voeren waarbij de kevers vrij rond lopen in de bespoten veldjes. Enerzijds vertoont de kever een actief verspreidingsgedrag waardoor het niet mogelijk is om kevers binnen de behandelingseenheden te houden en anderzijds zijn de kevers 's nachts actief en schuilen overdag in de grond of op andere plekken (strooisellaag, planken etc.). Doordat de kevers schuilen

zijn ze niet gemakkelijk te tellen in de veldjes en kan de sterfte als gevolg van de behandeling niet goed bepaald worden. Bovendien zullen stervende kevers zich al snel verstoppen in schuilplaatsen en kan niet direct de mortaliteit door de behandeling worden vastgesteld. Als oplossing voor deze problematiek worden de kevers in bekers/emmers gehouden en krijgen zij bladeren van de bespoten veldjes gevoerd, waarna de sterfte kan worden vastgesteld. Door op verschillende tijdstippen na spuiten bladeren te voeren aan kevers ontstaat tevens een beeld van de nawerking van de middelen. Aangezien de kevers alleen gevoelig zijn voor middelen die ze via vraat binnen krijgen (contactwerking afwezig omdat kevers pas 's nachts het gewas in kruipen en de kwekers overdag/namiddag spuiten) en niet d.m.v. contactwerking uitwendig is deze proefopzet geen belemmering voor een reële vertaling van de werking van de middelen naar de praktijksituatie.
De middelen werden verspoten over *Rhododendron* 'Catawbiense Grandiflorum'. Op dag 0 (enkele uren na verspuiting als het gewas weer is opgedroogd), dag 3 en dag 7 na spuiten worden topjes met enkele bladeren geknipt van de verschillende behandelingen en gevoerd aan kevers in de bekers/emmers. De topjes werden in een tube met water geklemd om uitdrogen te voorkomen wat een invloed zou kunnen hebben op het vraatpatroon van de kevers. Elke beker/emmer bevatte 10 kevers. Elke behandeling werd in vier herhalingen ingezet (vier maal 10 kevers per behandeling). De temperatuur werd op 20°C gehouden. Op dag 1, 3, 7 en 21 na voeren aan de kevers werd de mortaliteit van de kevers bepaald in elke beker/emmer. Alleen de middelen die een werking hadden tegen de kevers zijn in tabel 1 genoemd. Condor SC (methyl-parathion) werd op een afwijkende wijze getoetst vanwege voortdurende dampwerking door de slow-release formulering. In een voorgaand onderzoek werd de werkingsduur van Condor SC zwaar overschat door de dampwerking in kleine bekertjes. In de hier weergegeven resultaten werd bij de opzet rekening gehouden met deze dampwerking door een meer natuurlijke situatie na te bootsen. De kevers werden in open bakjes gedaan waarvan de randen waren ingesmeerd met Fluon zodat de kevers er niet uit konden kruipen. Een afdak boven de bakjes zorgde ervoor dat het gewas niet nat regende. Een eventuele sterfte door dampwerking in deze opzet zal dan ook een reëel beeld geven van de sterfte in de praktijk.

Tabel 1: Chemische middelen met een werking tegen de volwassen kevers van de gegroefde lapsnuitkever.

Middel	Productnaam	Dosis	a.s.
acefaat	Orthene	0.75	80%
benfuracarb	Oncol 200EC	1 ml/l	200 g/l
carbofuran	Curater Iq.	1 ml/l	200 g/l
furathiocarb	Delthanet	1 ml/l	400 g/l
methamidifos	400EC	3 ml/l	228 g/l
methyl-parathion	Tamaron	1 ml/l	240 g/l
pirimifos-methyl	Condor SC	1 ml/l	500 g/l
	Actellic-50		

2.3. RESULTATEN

2.3.1. Bestrijding larven

Vanaf 1986 tot 1995 zijn diverse chemische middelen getoetst op hun werking tegen de larven van de gegroefde lapsnuitkever. Middelen als benfuracarb, carbofuran, etrimfos, fonofos, furathiocarb, tefluthrin en terbufos gaven variabele resultaten over meerdere jaren onderzoek. In potten was er of volledige bestrijding of in het geheel geen bestrijding te

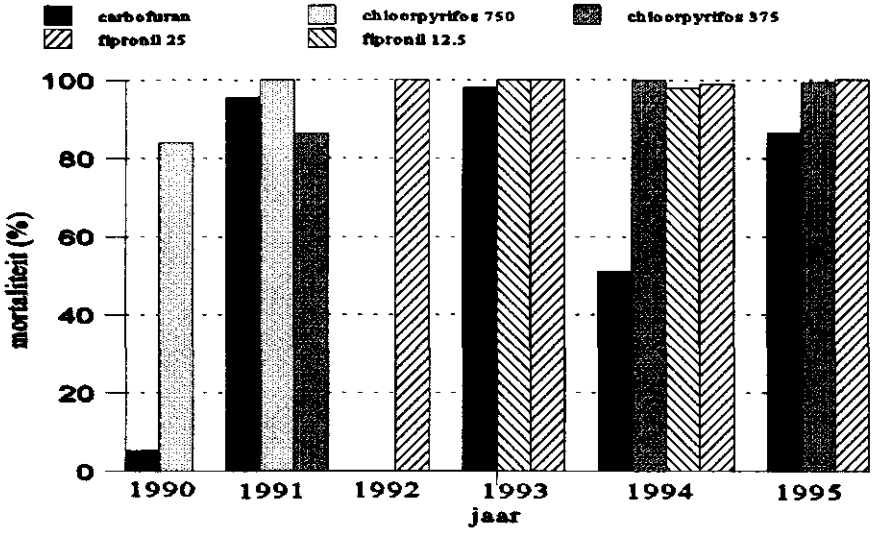
constateren. In de vollegrond was er een matige bestrijding of geheel geen bestrijding met deze middelen. Het onderzoek naar deze middelen werd gestaakt vanwege deze wisselende resultaten en, veel belangrijker, vanwege de ernstige milieuverontreinigende en persistente eigenschappen van deze middelen. Alleen voor carbofuran is in het verleden een toelating verkregen, die nu overigens zwaar ter discussie staat.

Toepassing van ethoprofos (Mocap 20GS) was succesvol in potten tegen de larven maar in de vollegrond was de werking onvoldoende. Hetzelfde gold voor het middel imidacloprid (Admire). Voor beide middelen hebben de fabrikanten daarom afgezien van het indienen van een aanvraag voor toelating in de boomkwekerij.

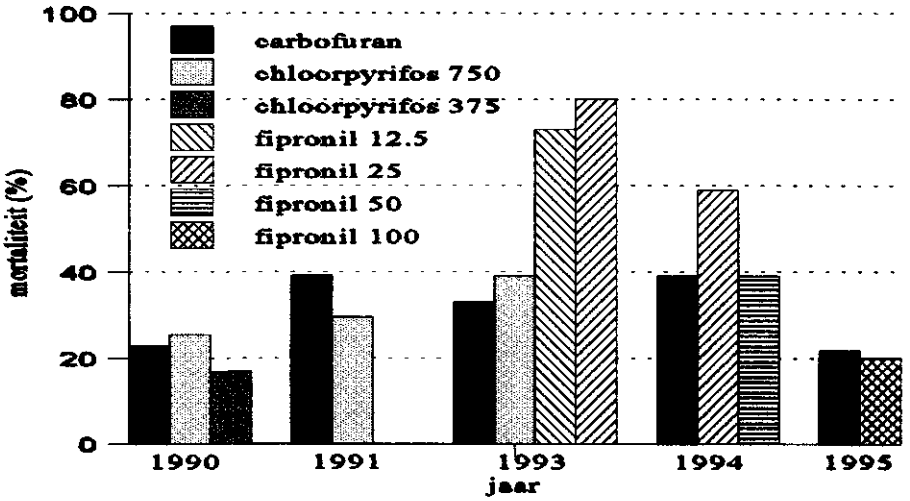
Flucycloxuron (Andalin SC), in 1991 beproefd, had geen enkele werking tegen de larven.

Van het middel suSCon10 (Asepta), dat inmiddels is toegelaten in de boomkwekerij, en het veelbelovende middel fipronil (Rhône-Poulenc) staan de resultaten van de potproeven weergegeven in figuur 1 en van de veldproeven in figuur 2. In potten was suSCon10 werkzaam bij een concentratie van 375 g/m³. In de vollegrond was er onvoldoende bestrijding bij alle geteste concentraties. Fipronil is in potten effectief bij zeer lage concentraties. In de vollegrond is het effect variabel (40 tot 80%) met een negatieve uitschieter in 1995. Desalniettemin is er doorgaans een beter bestrijdingseffect dan met suSCon10 of Curater vlb...

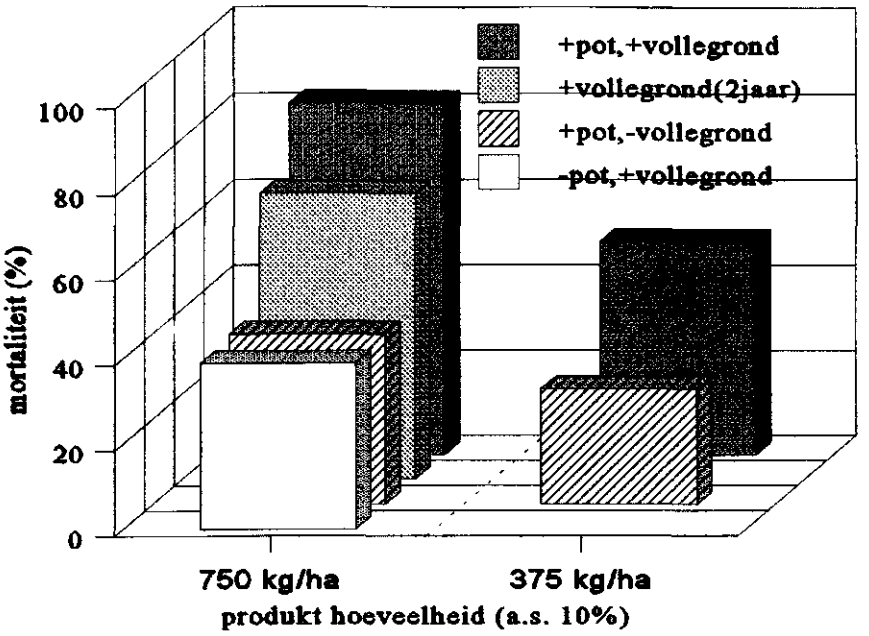
De invloed van de aan- of afwezigheid van suSCon10 korrels in wortelkluit (dichtbij de stengel) op de mortaliteit van de larven is zichtbaar in figuur 3. Als de korrels van suSCon10 door de bovenste grondlaag in het veld wordt gemengd in een concentratie van 750 g/m³ (maar niet in in de potkluit in het voorgaande jaar) of als de korrels in het potgrondmengsel waren gemengd bij het oppotten in het eerste jaar (maar niet in het veld in het tweede jaar) als de planten met kluit en al in de vollegrond worden uitgeplant, dan is de bestrijding van de larven gemiddeld minder dan 30%. SuSCon10 door de bovenlaag van de vollegrond gemengd in het eerste jaar met daarin direct planten geplaatst waar suSCon10 goed door de kluit is gemengd (750 g/m³) geven een gemiddeld bestrijdingseffect van 60% in het tweede jaar. De beste bestrijding (80%) wordt bereikt als de planten in de potjes in het eerste jaar suSCon10 bevatten in de kluit (750 g/m³) en in het tweede jaar worden uitgeplant in een veld waarin in de toplaag suSCon10 is gemengd (750 g/m³) vlak voordat de planten uit de pot hierin worden uitgeplant. Toepassing van 375 g/m³ suSCon10 gaf in het algemeen onvoldoende bestrijding.



Figuur 1: **Mortaliteit van de larven van de gegroefde laspnuitkever (*O.sulcatus*) na toepassing van verschillende chemische middelen in 1-liter potten met *T.occidentalis* 'Brabant' in veenmosveen. Fipronil 12.5 = 12,5 g/ha (1993 en 1994); fipronil 25 = 25 g/ha (1992 tm. 1995); chloorpyrifos 375 = 375 g/m³ (1991, 1994 en 1995) en chloorpyrifos 750 = 750 g/m³ (1990 en 1991) suSCon10.**



Figuur 2: **Mortaliteit van de larven van de gegroefde laspnuitkever na toepassing van verschillende chemische middelen in de vollegrond met *T.occidentalis* 'Brabant' in veengrond. Fipronil 12.5 = 12,5 g/ha (1993); fipronil 25 = 25 g/ha (1993 en 1994); fipronil 50 = 50 g/ha (1994 en 1995); fipronil 100 = 100 g/ha (1995); chloorpyrifos 375 = 375 g/m³ (1990 en 1991) en chloorpyrifos 750 = 750 g/m³ (1990 tm. 1993) suSCon10.**

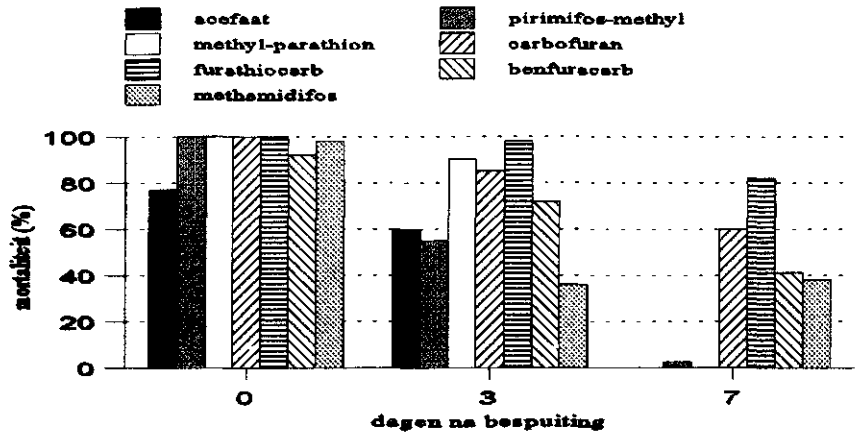


Figuur 3: **Invloed van aanwezigheid (+) of afwezigheid (-) van chloorpyrifos (suSCon10) in de wortelkluit van *Thuja occidentalis* 'Brabant' op de mortaliteit van de larven van de gegroefde lapsnuitkever in het tweede jaar in de vollegrond (= na een jaar pot en een jaar vollegrond of twee jaar vollegrond)**

2.3.2. Bestrijding kevers

De chemische middelen broomofos, chloorpyrifos, chloorfenvinvos, fonofos, fosalon, isofenvos, mercaptodimethur, propoxur en tefluthrin waren niet effectief bij de bestrijding van de kevers. Ethofenprox, carbaryl en etrimfos gaven gemiddeld 30 tot 50% bestrijding op de eerste dag na spuiten maar geen bestrijding meer op drie dagen na de laatste bespuiting.

De overige resultaten staan in figuur 4 weergegeven. Acefaat, pirimifos-methyl en methamidifos gaven 80 tot 100% bestrijding van de kevers op de eerste dag na spuiten. De effectiviteit nam daarna echter snel af (dag 3) en was 0% op dag 7 na spuiten. Methylparathion in de vorm van een slow-release formulering (Condor) gaf nog 90 tot 100% bestrijding drie dagen na de laatste bespuiting. Na zeven dagen was er echter ook geen bestrijdingseffect meer. Carbofuran, furathiocarb en benfuracarb waren de enige drie middelen die een langere werkingsduur vertoonden. Na zeven dagen was er nog een bestrijding van 40 tot 80%.



Figuur 4: **Mortaliteit van de volwassen kevers van *Otiorhynchus sulcatus* in de tijd na verspuiting van chemische middelen over *Rhododendron catawbiense***

2.4. CONCLUSIES

Op grond van de resultaten van dit onderzoek zijn ter bestrijding van de larven de middelen Curater en suSCon10 toegelaten in de boomkwekerij. Curater grn. is inmiddels verboden voor betreffende toepassing en Curater vlb. staat op de nominatie om verboden te worden in het kader van de herbeoordeling van middelen op hun milieubelastende en persistente eigenschappen. Voor het nieuwe middel fipronil is de verwachting dat een aanvraag voor toelating in de boomkwekerij in 1997 zal worden ingediend.

Voor de bestrijding van de volwassen kevers zijn op grond van dit onderzoek de middelen Orthene, Actellic, Curater vlb. en Condor SC toegelaten in de boomkwekerij. Inmiddels zijn Condor SC en Actellic niet meer toegelaten en staat ook hier Curater vlb. op de nominatie verboden te worden.

Enkele nieuwe middelen tegen de volwassen kever worden in het nieuwe project (4105) getoetst (fipronil en imidacloprid). Het zal echter duidelijk zijn dat het aantal beschikbare middelen in de boomkwekerij op dit moment zeer gering is. Zonder uitbreiding van het middelenpakket blijven slechts twee middelen beschikbaar voor bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever. Voor de kevers is dat Orthene en voor de larven alleen in een meerjarige teelt in potten het middel suSCon10. In de vollegrond is er dus bij het wegvallen van Curater vlb. geen chemisch middel meer beschikbaar voor bestrijding van de larven. Het blijft daarom van groot belang om in de toekomst alert te blijven op potentieel interessante nieuwe middelen die werkzaam kunnen zijn tegen deze plaag en deze z.s.m. in het onderzoek op te nemen.

Om de afhankelijkheid van chemische middelen voor de bestrijding van deze plaag te verminderen zijn er inmiddels ook enkele goede biologische middelen beschikbaar (zie hoofdstuk 2) en is het van groot belang om met waarnemen en een geïntegreerd bestrijdingsprogramma deze plaag te beheersen (zie hoofdstuk 5). Daarnaast zal er in het nieuwe vervolgproject 4105 gewerkt worden aan het benutten van lokstoffen als waarnemingshulpmiddel en een lokvalontwikkeling. Tevens worden in dit vervolgproject nog diverse nieuwe chemische middelen getoetst op hun effectiviteit.

2.5. ADVIES

Larven.
Toepassing van Curater vlb. in potten is doorgaans effectief bij de aanbevolen dosering. Voor de bestrijding in de vollegrond is duidelijk dat met name op venige gronden er slechts een maximale bestrijding van 40% haalbaar is met Curater vlb. Het verdient dan ook aanbeveling om in de vollegrond of biologisch te bestrijden met aaltjes (60 tot 80% bestrijding) of om af te zien van een bodemtoepassing en gedurende het zomerseizoen de volwassen kevers regelmatig te bestrijden.

Bij meerjarige teelt in pot kan gebruik worden gemaakt van Asepta suSCon10. Dit middel bevat de actieve stof chloorpyrifos. Het product bestaat uit korrels die de werkzame stof langzaam vrij laten komen. Daardoor kan dit middel niet curatief worden toegepast maar moet het preventief door de grond worden gemengd. Het is van groot belang om deze korrels tot bij de wortelhals van de planten te brengen omdat de werking anders onvoldoende is. Het advies is dan ook om dit middel vanaf de stekfase toe te passen en bij verpotten de nieuwe grond met dit middel te mengen.

Kevers.
Het middel Orthene en Curater vlb. mogen gebruikt worden bij de bestrijding. Vanwege de persistentie en toxiciteit van Curater vlb. wordt het gebruik hiervan als gewasbespuiting afgeraden. Het verdient aanbeveling om Orthene te gebruiken. De nawerking van dit middel is vrij kort. Aangezien de kevers enkele weken nodig hebben om na uitkomst uit de grond eieren te kunnen afzetten is een herhaling van bespuiting binnen twee weken na de voorgaande bespuiting niet nodig. De beste strategie is om na bespuiting met lokplanten en planken vast te stellen of er weer kevers aanwezig zijn en de bespuitingen op deze waarnemingen af te stemmen.

3. Biologische bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever in pot- en veldproeven

3.1. INLEIDING

Begin jaren tachtig verschenen de eerste biologische bestrijdingsmiddelen tegen de gegroefde lapsnuitkever. Gezien het geringe aantal chemische middelen dat werkzaam is tegen deze plaag en de milieubelastende problemen die diverse middelen, ondanks een goede werking, met zich meebrachten is er een sterke behoefte om naar alternatieven te zoeken voor chemische middelen.

De eerste biologische middelen waren aaltjes tegen de larven van de gegroefde lapsnuitkever. Deze aaltjes leven in symbiose met een bacterie. Het infectieuze stadium van dit aaltje kan alleen overleven en zich voortplanten als het een geschikte gastheer (insektenlarve) in de grond kan vinden. De aaltjes dringen het insekt binnen via lichaamsopeningen en sommige soorten zijn ook in staat actief de cuticula van het insekt te doorboren om op deze wijze in het insekt terecht te komen. In het insekt spuugt de aal de bacterien uit die het insekt uiteindelijk doden en de inhoud van de larve geschikt maken voor consumptie en voortplanting van de aaltjes. Zonder bacterie kan de aal zich niet vermeerderen in de larve en de bacterie kan zich niet in de grond handhaven en verspreiden zonder de aal. In dit onderzoek zijn zeer vele alenstammen getest op hun werkzaamheid in zowel potten als in de vollegrond. In dit verslag worden alleen de resultaten van de commercieel beschikbare stammen (*Heterorhabditis* sp.(NWE) en *Steinernema carpocapsae*) besproken. Voor de overige stammen verwijs ik naar de diverse interne verslagen en de gepubliceerde artikelen (zie hoofdstuk 7). Een meer gedetailleerd onderzoek naar de relatie bodemtemperatuur en werkzaamheid van diverse alenstammen wordt in hoofdstuk 4 besproken.

Naast insekteparasitaire aaltjes is er tevens een schimmel die effectief is tegen de larven. Het betreft de schimmel *Metarhizium anisopliae*. Deze schimmel is gedurende meerdere jaren getest op het proefstation. De firma Bayer had deze schimmel tot een product (gedroogd mycelium granulaat) verwerkt met de bedoeling om dit middel, bij gebleken efficiëntie tegen deze plaag, op de markt te brengen. Uiteindelijk is het product niet gecommercialiseerd vanwege de te hoge productiekosten in relatie tot de potentiele afzetmarkt.

3.2. MATERIAAL EN METHODEN

In de potproeven werd *Thuja occidentalis* 'Brabant' als proefplant gebruikt in 1- liter potten in 1991 en 1992. Vanaf 1993 werd deze vervangen door *Waldsteinia ternata* vanwege een geringere natuurlijke mortaliteit. Deze natuurlijke mortaliteit was in *Thuja* in potjes zodanig hoog dat deze de proefresultaten (grote variantie) sterk beïnvloedde (zie toelichting bij Hoofdstuk 1.2.1. Materiaal en methoden). De planten werden in mei gepot. In 1991 en 1992 werden de planten om de 14 dagen drie maal geïnoculeerd met 15 eitjes per pot. Vanaf 1993 werd standaard om de drie weken twee maal geïnoculeerd met 20 eitjes per pot. In 1995 konden door tekort aan eitjes slechts een maal 20 eitjes worden toegediend, begin augustus (voor toelichting over natuurlijke mortaliteit en hoeveelheid eitjes toe te dienen in proeven zie Hoofdstuk 1.2.1). De inoculaties met eitjes startten halverwege juli. Dit als simulatie van de werkelijke situatie in de praktijk, waar kevers hun eileg ook rond deze tijd starten.
Elke behandeling werd in viervoud herhaald met acht planten per blok (een rij randplanten

als afscheiding tussen de verschillende behandelingen en een rij randplanten als afscheiding van de buitenrand van het containerbed). BIO1020 (een commercieel product van de schimmel *M.anisopliae*) werd in het voorjaar door de grond gemengd in een concentratie van 0,5 of 1,0 gram product per liter veenmosveen en gedurende 14 dagen afgedekt met plastic geïncubeerd bij 20°C. Vervolgens werden de planten in dit mengsel opgepot. Carbofuran (Curater vlb.; a.s. = 200 g/l) werd aangegoten bij de plant op de grond, een week voor de eerste inoculatie met eitjes en een week na de laatste inoculatie in een concentratie van 0,75 g a.s./m². De aaltjes werden in de laatste week van september aangegoten per pot in een concentratie van 500.000 per m². In tabel 2 staan de biologische producten omschreven die in de proeven zijn getest. Alle middelen (chemisch en biologisch) werden in 25 ml water met een suspensor op de potgrond per plant aangebracht. In 1991 en 1992 werden de aaltjes een tweede keer toegediend in oktober. In de jaren eropvolgend is volstaan met een maal aanbrengen in september omdat een extra toepassing in oktober niet zinvol is uit het oogpunt van bodemtemperatuur en vanwege de hoge kosten van dit middel. De bodemtemperatuur werd voortdurend gemeten met een datalogger (Rologg NT1). Eind november werd de proef geoogst. Het aantal larven per pot en het ontwikkelingsstadium van de gevonden larven werd geregistreerd. De resultaten zijn statistisch verwerkt met ANOVA.

In de veldproeven werd evenals in de potproef de proefplant *Thuja occidentalis* 'Brabant' vervangen vanaf 1993. In de vollegrond werd gekozen voor *Taxus baccata* als proefplant (zie intern verslag 4102-16). De proeven werden uitgevoerd op een venige grond in Boskoop. Elke behandeling werd in drievoud herhaald met vijf planten per blok (deze planten werden omringd door 12 randplanten; totaal 17 planten per m²). In 1991 en 1992 werd om de twee weken drie maal geïnoculeerd met 50 eitjes per plant. Vanaf 1993 werd om de vier weken geïnoculeerd. In 1993 werd twee maal 40 eitjes toegediend per plant, in 1994 een maal 40 en een maal 20 eitjes per plant en in 1995 twee maal 50 eitjes per plant. Deze variatie ontstond voornamelijk door gebrek aan eitjes in de jaren 1993 en 1994. Inoculaties startten eind juli. Zowel Curater als de aaltjes werden toegediend in drie liter water per veldje (1 m²) met behulp van een gieter. Per m² werden 1 miljoen aaltjes toegediend en 0,75 g a.s. Curater vlb. per m². BIO1020 werd voorgemengd in potgrond met een concentratie van 10 g product per liter veenmosveen en gedurende 14 dagen geincubeerd bij 20°C. Vervolgens werd 10 liter van dit mengsel door de bovenste 10 cm grond per m² gemengd alvorens de proefplanten erin werden uitgeplant. De wortelkluiten van het pootgoed werd van tevoren goed uitgeschud, zodat de schimmel goed verdeeld tussen de wortels en bij de wortelhals aanwezig is. De bodemtemperatuur werd voortdurend gemeten met een datalogger (Rologg NT1). Eind februari werd de proef geoogst. Het aantal larven per pot en het ontwikkelingsstadium van de gevonden larven werd geregistreerd. De resultaten zijn statistisch verwerkt met ANOVA.

Tabel 2: Biologische middelen getest op werking tegen larven van de gegroefde lapsnuitkever.

Middel	Productnaam	Firma	Dosis pot	Dosis vollegrond
Heterorhabditis sp. (NWE); *NL-H-F85*	Larvanem	Koppert	$0{,}5\times10^6$	$1{,}0\times10^6$ per m²
Heterorhabditis sp. (NWE); UK-H-211	Nemapack H	Brinkman	$0{,}5\times10^6$	$1{,}0\times10^6$ per m²
Steinernema carpocapsae; US-S-25	Exhibit	Ciba-Geigy	$0{,}5\times10^6$	$1{,}0\times10^6$ per m²
Metarhizium anisopliae	BIO1020	Bayer	0,5 of 1 g/l	1 g/l

3.3. RESULTATEN

In tabel 3 staan de belangrijkste resultaten weergegeven van de commercieel beschikbare aaltjesstammen en het schimmelproduct. De resultaten in deze tabel laten zien dat er variatie is in de werking per jaar voor de verschillende aaltjesstammen. Deze variatie wordt niet aange-troffen bij het schimmelproduct BIO1020. De oorzaak is zeer waarschijnlijk gelegen in de samenstelling van de diverse larvenstadia op het moment van toediening aaltjes (zie tabel 4). In 1993, 1994 en 1995 zijn er relatief meer kleine larvenstadia (L2 en L3) aanwezig in de potten dan in 1991 en 1992. Kleinere larven worden relatief minder goed geparasiteerd door de aaltjes. Enerzijds komt dat door afwijzing van de gastheer door de aaltjes en anderzijds door een afname van de vindkans van de gastheer door de aaltjes. De variatie in de samenstelling van de larvenpopulatie per jaar onstaat hoofdzakelijk door de overstap van het proefgewas *Thuja occidentalis* 'Brabant' naar *Waldsteinia ternata*. De ontwikkelingssnelheid is in dit laatste gewas een stuk langzamer. Daarnaast spelen temperatuur en inoculatietijdstip een belangrijke rol in de optredende variatie per jaar. In de vollegrond werd geen grote variatie in effectiviteit tussen de jaren vastgesteld. Dit komt waarschijnlijk doordat de ontwikkelingssnelheid hier minder varieerde (overstap van *Thuja* naar *Taxus* geeft geen vertraagde ontwikkeling (zie intern verslag 4102-16)). BIO1020 werd in het voorjaar door de grond gemengd en de gevormde sporen zijn in staat om zowel eieren als kleine en grote larven te infecteren. Daar-door is er hier geen invloed van de populatiesamenstelling op het bestrijdingseffect terug te vinden.

Carbofuran toegepast als een aangietbehandeling geeft variabele resultaten per jaar (0 tot 98% bestrijding) in potten en vrij constant laag bestrijdingseffect in de vollegrond (22 tot 40% bestrijding). De insekteparasitaire aaltjes Larvanem en Nemapack bestrijden de larven in pot en vollegrond goed, mits de stadia van de larven niet te klein zijn op het moment van toepassing van de aaltjes. In potten is het product Larvanem beter dan Nemapack. De aaltjes van het product Exhibit geven slechts een matige bestrijding in potten en geen bestrijding in de vollegrond. BIO1020 werkt goed in potten en is ongevoelig voor de populatiesamenstelling van de larven bij de werking. In de vollegrond is dit product in de toegepaste concentratie van 1 g product per liter grond (10 cm toplaag) redelijk werkzaam (~50 tot 60% bestrijding). Opmerkelijk is het goede bestrijdingseffect in de vollegrond van de combinatie aaltjes met BIO1020 (86% bestrijding). In dit geval is de schimmel in het voorjaar door de grond gemengd en zijn de aaltjes in september toegediend. In deze resultaten niet weergegeven maar wel getest is het meerjarige effect van BIO1020 na toepassing. Daarbij bleek dat bij toepassing van BIO1020 in de pot in het eerste jaar gevolgd door uitplanten in de vollegrond in het tweede jaar, waarbij niet door de kluit maar wel door de 10 cm toplaag van de proefveldjes de schimmel werd gemengd vlak voor het uitplanten in het tweede jaar, er 75% bestrijding bereikt werd.

Tabel 3: Percentage reductie van de larven van *Otiorhynchus sulcatus* vergeleken met onbehandeld in pot- en veldproeven van 1991 tm. 1995.

	1991		1992	1993		1994		1995	
behandeling*	pot	veld	pot	pot	veld	pot	veld	pot	veld
onbehandeld	0 a	0 a	0 a	0 ab	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
carbofuran	95 cd	40 ab	0 a	98 f	33 b	51 bc	39 b	87 c	22 ab
Nemapack H	96 cd	73 c	88 c	55 c	72 c	63 c	40 b	60 b	53 b
Larvanem	99 d	-	99 c	78 d	60 bc	88 d	94 c	85 c	55 b
Exhibit	69 b	-	56 b	38 b	0 a	-	-	-	-
BIO1020[1]	85 c	52 b	89 c	92 ef	62 bc	-	-	-	-
BIO1020[2]	-	-	93 c	72 cd	-	-	-	-	-
BIO1020[2] + Nemapack H	-	-	-	91 ef	86 d	-	-	-	-

[1]-Toepassing in een concentratie van 1 g/l veenmosveen potgrond
[2]-BIO1020 werd toegediend in een concentratie van 0.5 g/l veenmosveen potgrond
*-In 1991 and 1992 werd *Thuja* als proefplant gebruikt en in 1993, 1994 en 1995 *Waldsteinia* in potten en *Taxus* in de vollegrond

Tabel 4: Samenstelling van de populatie van de larven van *Otiorhynchus sulcatus* bij de oogst van potproeven in november.

Jaar	n[1]	%L2[2]	%L3[2]	%L4[2]	%L5[2]
1991	2,2	8	24	31	37
1992	2,4	7	21	21	52
1993	7,7	63	34	3	3
1994	3,3	32	38	30	0
1995	8,3	34	35	23	8

[1]- n is het aantal larven gevonden per pot in onbehandeld.
[2]- larvenstadia genoteerd zijn ei, L1 tm. L5, pop, adult.

3.4. CONCLUSIES

De biologische bestrijding van de larven van de gegroefde lapsnuitkever kan zowel in potten als in de vollegrond op effectieve manier worden uitgevoerd. Belangrijk blijft het om het juiste product voor de juiste omstandigheden te gebruiken. In de vollegrond leidt het gebruik van aaltjes in het algemeen tot betere bestrijdingsresultaten dan met Curater vlb. In potten is de bestrijding gelijk of beter dan met Curater vlb. Belangrijk is het om zo laat mogelijk in het najaar dan wel laat in het voorjaar de aaltjes toe te dienen. Dit met het oog op de grootte van de larven (te kleine larven worden niet geparasiteerd), de bodemtemperatuur (onder de 12°C werken zelfs de beste aaltjes niet meer) en de eiafzet van de kevers

in het najaar. In de hoofdstukken 4 en 5 worden de aspecten van temperatuur en geïntegreerde bestrijding nader besproken die tot de uiteindelijke richtlijn voor de praktijk (hoofdstuk 5) hebben geleid.

De twee getoetste *Heterorhabditis* stammen (Nemapack en Larvanem) zijn werkzaam bij bodemtemperaturen tot 12 à 13°C. In potten geeft Larvanem gemiddeld 20% meer bestrijding dan Nemapack. In de vollegrond zijn deze verschillen niet zo groot of zelfs afwezig. De stam van *Steinernema carpocapsae* (Exhibit) is niet geschikt voor toepassing in de boomkwekerij onder buitenomstandigheden in de toepassing zoals hier beschreven en geadviseerd voor de praktijk. In potten is er een matige bestrijding haalbaar en in de vollegrond geen bestrijding. Een praktijkproef bij een kweker met beide producten Nemapack en Exhibit bevestigde deze proefresultaten. Met Nemapack werd 75% bestrijding bereikt tegen 0% met Exhibit. De aaltjes kunnen slechts curatief worden ingezet omdat ze niet langer dan 3 tot 4 weken kunnen overleven in de grond zonder larven.

Halvering van de concentratie toegediende aaltjes in potten en in de vollegrond leidt in veel gevallen tot een verlaging van de bestrijding en kan daarom niet worden geadviseerd. In potten blijft de geadviseerde toepassing daarom 500.000 aaltjes per m² en in de vollegrond 1.000.000 aaltjes per m².

De schimmel *Metarhizium anisopliae* als een granulair product (BIO1020) geeft een zeer goede en betrouwbare bestrijding van larven in potten. Het bestrijdt zowel eieren als larven en kan preventief worden toegepast aan het begin van het seizoen. Nadeel is dat het middel door gehele kluit moet zitten en in principe niet veel langer dan een seizoen werkzaam is. Het op de grond aanbrengen van deze schimmel als curatieve bestrijding is niet zinvol. In de vollegrond is dit middel minder effectief (50 tot 60% bestrijding). In combinatie met een najaarstoepassing van aaltjes is er echter een zeer hoge bestrijding mogelijk (80 tot 90%). Hoewel een aanvraag voor toelating wel is ingediend door de fabrikant zal het voorlopig niet op de markt verkrijgbaar zijn. Vanwege de hoge productiekosten in relatie tot de kleine afzetmarkt ziet de fabrikant geen financiele mogelijkheden om de kosten eruit te halen.

3.5. ADVIES

In de vollegrond is biologische bestrijding met insecteparasitaire aaltjes van het geslacht *Heterorhabditis* effectiever (60 tot 80% bestrijding) dan met Curater vlb. (max. 40% bestrijding). In potten is de bestrijding gelijkwaardig (80 tot 100% bestrijding). De aaltjessoort *Steinernema carpocapsae* leent zich niet voor bestrijding van de larven in de vollegrond en is slechts matig effectief tegen larven in potten (max. 60% bestrijding).

Voor een effectieve bestrijding van de larven van de gegroefde lapsnuitkever met aaltjes dienen deze buiten te worden toegepast in de maand september bij kleiner plantgoed dat weinig schade kan tolereren van vraat door larven en in september of mei in heggen en moerhoeken waar de planten door hun grootte relatief weinig schade op lopen door vraat van de larven. Aangezien de aaltjes slechts korte tijd in de bodem kunnen overleven is preventieve inzet van aaltjes niet mogelijk.

Om een optimale bestrijding te bereiken geldt voor toepassing in de vollegrond dat er 1 miljoen aaltjes per m² grondopppervlak met veel water wordt ingeregend en in potten 0,5 miljoen aaltjes per m² potoppervlak. De aaltjes zijn gevoelig voor uitdroging en UV-licht. Daarom verdient het aanbeveling om ze in de avonduren toe te passen en een dag later onder droge veldomstandigheden nogmaals de bodem na te beregenen.

4. Invloed bodemtemperatuur op biologische bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever

4.1. INLEIDING

Een groot probleem voor de effectiviteit van insecteparasitaire aaltjes tegen de gegroefde lapsnuitkever vormt de bodemtemperatuur. De larven van de kever zijn pas in het najaar groot genoeg om te worden geparasiteerd door insecteparasitaire aaltjes. De kevers stoppen pas bij lagere temperaturen en korte dag met eileg. De aaltjes zijn tot maximaal vier weken na toepassing nog werkzaam in de praktijksituatie. Het is daarom niet mogelijk om de aaltjes preventief toe te dienen in voorjaar of zomer. Dit betekent dat de aaltjes curatief moeten worden ingezet op een zo laat mogelijk tijdstip in het najaar of vroeg in het voorjaar. Een toepassing in het voorjaar is alleen mogelijk als het om grote planten gaat die relatief weinig schade ondervinden van de vraat in najaar en winter. In alle overige gevallen is het najaar het enige tijdstip, in een buitenteelt althans, waarop de larven met aaltjes effectief kunnen worden bestreden. In het najaar zakt de bodemtemperatuur, hetgeen consequenties heeft voor de toe te passen aaltjes. In de jaren '80 lag de minimum werkingstemperatuur van de beschikbare stammen boven de 15°C. Dit is te hoog voor een toepassing in september/oktober in Nederland. Daar-door was het jarenlang alleen een optie voor bestrijding van de plaag in kassen. Vanaf 1990 kwamen echter steeds meer koudetolerante stammen beschikbaar. In dit onderzoek werd gekeken naar de minimum bodemtemperatuur waarbij deze aaltjes nog maximaal hun werking konden doen. Tevens werd onderzoek gedaan naar de tijd die de aaltjes bij lagere temperaturen nodig hebben om hun gastheer te vinden en infecteren. Dit is voor kwekers van belang om te weten wanneer ze de aaltjes kunnen toepassen en of na toepassing er verwacht kan worden dat de periode met een bepaalde minimum bodemtemperatuur lang genoeg heeft geduurd om een optimaal bestrijdingseffect te kunnen verwachten. In enkele klimaatcelproeven en een pot- en veldproef zijn de factoren temperatuur en tijdsduur op de parasitering voor de commercieel beschikbare stammen nader onderzocht.

4.2. MATERIAAL EN METHODEN

Vijf verschillende stammen zijn in dit project in diverse proeven getest in relatie tot bodemtemperatuur. In tabel 5 staan de diverse aaltjesstammen genoemd, inclusief de proeven waarin ze zijn uitgetest. Proeven I (1991), II (1992), III (1992) en IV (1995) zijn gedaan in klimaatcellen en temperatuurkasten en proef V (1993) is een pot- en veldproef met nauwkeurige temperatuursregistratie in de bodem. De potgrond bestond uit een veenmosveen mengsel en de veldproeven werden in Boskoop uitgevoerd op een venige grond. De proeven I en II werden met *Thuja occidentalis* 'Brabant' als proefplant uitgevoerd. Proef III is een labproef zonder planten maar de larven werden wel gevoed met afgesneden wortels van *Thuja occidentalis* 'Brabant'. Proef IV is met *Waldsteinia ternata* gedaan en de veldproef V met *Taxus baccata*.

Tabel 5: Aaltjesstammen getoetst in diverse temperatuursproeven

Aaltjessoort	Herkomst	Aaltjesstam	Proeven *
*Heterorhabditis*sp. (NWE)	Engeland	UK-H-211	I, II, III, IV en V
Heterorhabditis sp. (NWE)	Nederland	NI-H-F85	II, IV en V
Heterorhabditis sp.	Duitsland	D-H-SH	I, II en III
Heterorhabditis sp.	Duitsland	D-H-D	I
Steinernema carpocapsae	Verenigde Staten	US-S-25	III

* proeven waar betreffende aaltjesstammen in zijn gebruikt

I - Klimaatcel proef 1991
Naast een controlebehandeling werden in deze proef drie aaltjesstammen getest (zie tabel 5) bij drie verschillende temperaturen van de bodem. Alle behandelingen werden in viervoud uitgevoerd met vier planten per behandeling per herhaling. Planten in 1-liter potten werden geïnoculeerd met 30 eitjes per plant en gedurende twee maanden geïncubeerd bij 20°C in een klimaatcel. Op 14 januari worden de planten verdeeld over drie klimaatcellen met resp. een temperatuur van 9, 12 en 15°C. Twee dagen later wordt elke pot geïnoculeerd met 15.000 nematoden van de betreffende alenstammen in 25 ml water per pot (= 500.000 alen per m² grondoppervlak; alen met dispensor toegediend). De potten staan op schotels geplaatst om eventuele migratie van de alen naar andere potten te voorkomen. 41 dagen na het inoculeren met aaltjes wordt de proef geoogst. Elke pot met plant wordt doorzocht op de aanwezigheid van gezonde larven.

II - Klimaatcel proef 1992
Deze proef is een vervolg van proef I. Het doel van deze proef was om vast te stellen hoelang de aaltjes nodig hebben bij de minimum werkingstemperatuur van 12°C om het maximale bestrijdingseffect te bereiken. Daartoe werd het aantal uren 12°C gevarieerd. De proef werd nog niet direct geoogst na deze periode maar gedurende enkele weken bij 9°C weggezet om een situatie na te bootsen zoals deze in het najaar na een temperatuurval in oktober vaak voorkomt in Nederland. De verwachting is dat de bacteriën in de aaltjes nog wel een dodende werking hebben bij deze lage temperatuur als ze maar eenmaal door de alen in de larven terecht zijn gekomen.
Drie verschillende alenstammen (zie tabel 5) en een onbehandeld werden aan vijf verschillende temperatuurreeksen blootgesteld. Alle behandelingen werden in viervoud uitgevoerd met vier planten per behandeling per herhaling. Planten in 1-liter potten werden geïnoculeerd met 30 eitjes per plant en gedurende twee maanden geincubeerd bij 20°C in een klimaatcel. Op 2 november worden de planten verdeeld over drie klimaatcellen met resp. een temperatuur van 9, 12 en 12°C. Twee dagen later wordt elke pot geinoculeerd met 15.000 nematoden van de betreffende alenstammen in 25 ml water per pot (met dispensor toegediend). De potten staan op een rooster geplaatst om eventuele migratie van de alen naar andere potten te voorkomen. Van twee behandelingen werd de temperatuur continu op 9 dan wel 12°C gehouden. Van de andere behandelingen werd na inoculatie bij 12°C met aaltjes resp. na 6, 18 of 96 uur de behandeling verplaatst naar de klimaatcel met 9°C. 42 dagen na het inoculeren met aaltjes wordt de proef geoogst. Elke pot met plant wordt doorzocht op de aanwezigheid van gezonde larven.

III - Labproef 1992
In een labproef werd als ondersteuning van de potproef II het infectieverloop in de tijd gevolgd van de larven in een petrischaal bij vergelijkbare temperatuurreeksen als in proef II.

Drie aaltjesstammen in een mengsel en een onbehandeld mengsel werden bij vijf verschillende temperatuurreeksen getest. Elke behandeling werd in tienvoud uitgevoerd. Potjes van 50 ml werden gevuld met een mengsel van veenmosveen en wortels van *Thuja occidentalis* 'Brabant'. In elk potje werd vervolgens een larve (L4 en L5 stadium) geplaatst. De bodemvochtigheid werd in alle behandelingen constant gehouden. De potjes werden vervolgens gedurende enkele uren weggezet bij 9 of 12°C in klimaatkasten. De aaltjessuspensies werden eveneens bij deze temperaturen gezet om op de juiste temperatuur te komen voor inoculatie. Vervolgens werden de potjes geinoculeerd met 500 aaltjes in 1 ml water per potje. Twee behandelingen bleven continu bij 9 of 12°C staan. De andere behandelingen bleven resp. 6, 12 (alleen stammen D-H-SH en US-S-25) of 18 uur bij 12°C staan en werden vervolgens in de klimaatkast van 9°C geplaatst tot het eind van de proef. Om de drie tot vier dagen werden de larven waargenomen. Dode larven werden direct verwijderd, afgespoeld en bij 20°C weggezet in een petrischaal met vochtig filtreerpapier om te incuberen. Na enkele dagen kon worden vastgesteld of de larven gestorven waren door parasitering door de alen.

IV - Klimaatcel proef 1995
In deze proef werd alleen bij 12°C in een klimaatcel de werking getoetst van twee commerciële en drie experimentele aaltjesstammen. In de resultaten worden alleen de werking van de twee commerciële stammen getoond en gerelateerd aan de resultaten van 1991 en 1992 (proef I, II en III). De planten werden een maal geïnoculeerd met 20 eitjes per pot. Vervolgens werden de planten in potten gedurende een maand gehouden op een containerveld buiten. Eind september werden de planten in een klimaatcel bij 20°C gezet. Eind oktober werd de temperatuur verlaagd tot 12°C. Een dag later werden de aaltjes aangebracht in 25 ml water met een dispensor (zie tabel 5; 500.000 aaltjes per m²). Met een Rologg NT1 datalogger werd elk uur de bodemtemperatuur gemeten. Gemiddeld bedroeg de temperatuur aan het eind van de proef vanaf het tijdstip dat de aaltjes werden aangebracht gemeten 12,5°C. Eind november werd de proef geoogst. Het aantal levende larven per pot werd geteld. Van elke larve werd het stadium genoteerd en of de larve geparasiteerd was door *Heterorhabditis* sp. Alle larven werden direct na het verwijderen uit de potten gespoeld met water en in een petrischaal met vochtig filtreepapier bij 20°C geïncubeerd voor enkele dagen waarna vastgesteld kon worden of er nog larven geparasiteerd waren.

V - Pot- en veldproef 1993
In deze proef werd gekeken of de resultaten van de klimaatcel- en labproeven met verschillende temperatuurreeksen ook in de praktijksitatie tot de verwachte resultaten leiden. Aangezien de temperatuur buiten niet gestuurd kan worden is besloten tot het opzetten van een inoculatiereeks in de maanden september/oktober. In oktober vind doorgaans de temperatuuromslag van 15 naar temperaturen ver onder de 12°C plaats.

De planten in de potten werden twee maal geïnoculeerd met een tijdsinterval van drie weken, met 20 eitjes per pot. De inoculatie startte eind juli. Twee aaltjesstammen (zie tabel 5) en een onbehandeld werden in viervoud uitgevoerd met acht planten per herhaling per behandeling. Elke aaltjesstam werd geïnoculeerd op resp. 22 september, 5, 14, 21 en 28 oktober in een concentratie van 500.000 alen per m² potoppervlak. De alen werden in 25 ml water met de juiste concentratie alen per pot met een dispensor aangebracht. De bodemtemperatuur werd continu gemeten met een datalogger (Rologg NT1). Eind november werd de proef geoogst. Per pot werd het aantal levende larven geteld en de stadia van de larven.

In de veldproef werden de planten twee maal geïnoculeerd, met een tijdsinterval van vier weken, met 40 eitjes per plant. De inoculatie startte eind juli. Twee aaltjesstammen (zie tabel 5) en een onbehandeld werden in drievoud uitgevoerd met vijf planten per herhaling

per behandeling. Elke aaltjesstam werd geïnoculeerd op resp. 22 en 27 september en 5, 14 en 21 oktober in een concentratie van 1000.000 alen per m² grondoppervlak. De alen werden met een gieter in drie liter water op veldjes van 1 m² aangebracht. De bodemtemperatuur werd continu gemeten met een datalogger (Rologg NT1). Eind februari werd de proef geoogst. Per plant werd het aantal levende larven geteld en de stadia van de larven.

4.3. RESULTATEN

De resultaten van proef I, II en IV staan weergegeven in tabel 6 en de resultaten van proef III in de figuren 5 en 6.

Uit de proeven van 1991 blijkt dat er duidelijk verschillen bestaan tussen verschillende stammen van *Heterorhabditis* wat betreft koude tolerantie. De D-H-D stam was zelfs bij 15°C niet in staat de larven te bestrijden. De stam D-H-SH doet het duidelijk beter en heeft een minimum werkingstemperatuur die boven de 12 en op of nog onder de 15°C ligt. De stam UK-H-211 (produkt Nemapack) doet het nog weer beter dan de D-H-SH stam en heeft zelfs bij 12°C nog een redelijke werking tegen de larven, alhoewel in deze proef de werking bij 15°C een stuk beter is.

Uit de proef van 1992 (II) blijkt dat 12°C onvoldoende is voor de D-H-SH stam. Verder valt op dat beide andere stammen (UK-H-211 en NL-H-F85) al aan 6 uur 12°C voldoende hebben om uiteindelijk een zelfde bestrijdingseffect te geven als bij continu 12°C.

De labproef (III) bevestigt de resultaten van de potproef II. In figuur 5 is voor de alenstam UK-H-211 te zien dat een aantal uren 12°C tot een vertraging van de mortaliteit in de tijd leidt maar uiteindelijk een zelfde maximale mortaliteit geeft als continu 12°C. Hier valt op dat zelfs bij 9°C er een mortaliteit is van uiteindelijk 50%. Een verklaring hiervoor is dat waarschijnlijk de minimumtemperatuur voor het vinden van larven door de aaltjes hoger ligt dan de minimumtemperatuur voor het penetreren en doden van de larven. In de labproef werden de aaltjes bijna direct bij de larve geplaatst in een klein volume grond (50 ml) terwijl in de potproef de alen in 1 liter grond de larven moesten zien te vinden. De stammen D-H-SH en US-S-25 (produkt Exhibit) zijn niet bij 9°C werkzaam en zelfs een aantal uren 12°C geeft geen bestrijding (zie figuur 6). Alleen bij 12°C continu geeft D-H-SH nog enige bestrijding (55% mortaliteit). De *Steinernema carpocapsae* (US-S-25) is ook bij 12°C niet effectief.

In proef IV die enkele jaren later is uitgevoerd in een klimaatcel blijkt dat de stam UK-H-211 enorm achteruit is gegaan in koudetolerantie. Bij de gemiddelde temperatuur van 12,5°C is de werking nog slechts 35% terwijl NL-H-F85 met 92% bestrijding nog vergelijkbaar goed werkt als in 1992 bij een temperatuur van net boven de 12°C.

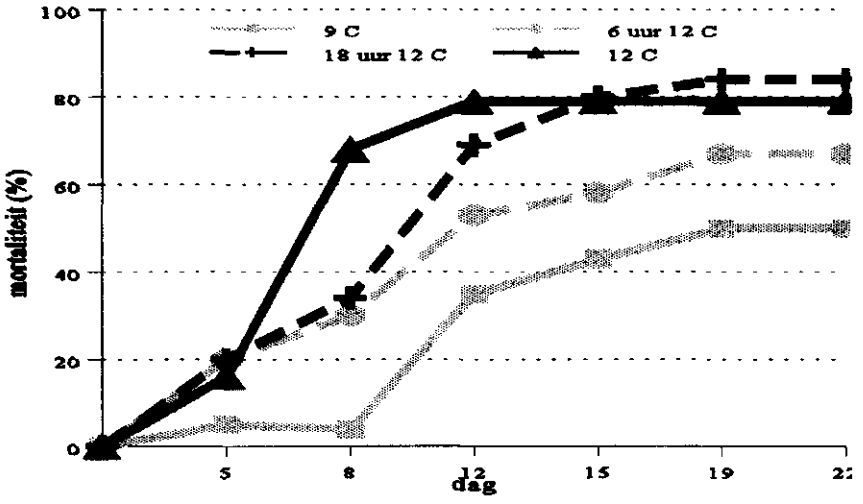
Tabel 6: **Relatieve mortaliteit van de larven van de gegroefde lapsnuitkever (*O.sulcatus*) t.o.v. de mortaliteit in onbehandeld na toediening van verschillende stammen van *Heterorhabditis* sp. en *Steinernema carpocapsae* bij verschillende temperatuurreeksen.**

jaar	temperatuur @	n*	onbehandeld	UK-H-211	NI-H-F85	D-H-SH	D-H-D
1991 (I)	9°C	4,5	0 a •	29 a	-	14 a	4 a
	12°C	2,9	0 a	57 b	-	28 ab	11 ab
	15°C	2,6	0 a	90 b	-	93 a	29 a
1992 (II)	9°C	1,9	0 a	16 a	0 a	0 a	-
	6 uur 12°C	2,7	0 a	100 b	82 b	44 a	-
	18 uur 12°C	2,4	0 a	79 c	63 bc	38 ab	-
	96 uur 12°C	1,3	0 a	100 c	85 bc	39 ab	-
	12°C	0,5	0 a	100 b	100 b	40 ab	-
1995 (III)	12,5°C	15,2	0 a	35 b	92 c	-	-

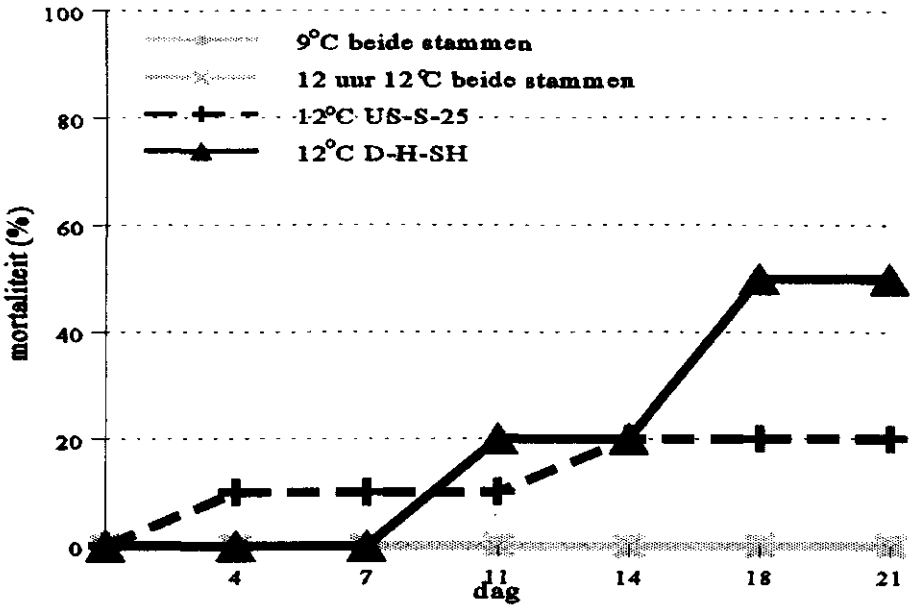
@ bodemtemperatuur gedurende de proef. Bij de behandelingen 6, 18 en 96 uur 12°C werd de temperatuur na deze periode op 9°C gezet tot het einde van de proef

* gemiddeld aantal larven per pot in onbehandeld

• getallen in dezelfde rij gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar (γ = 0,05)

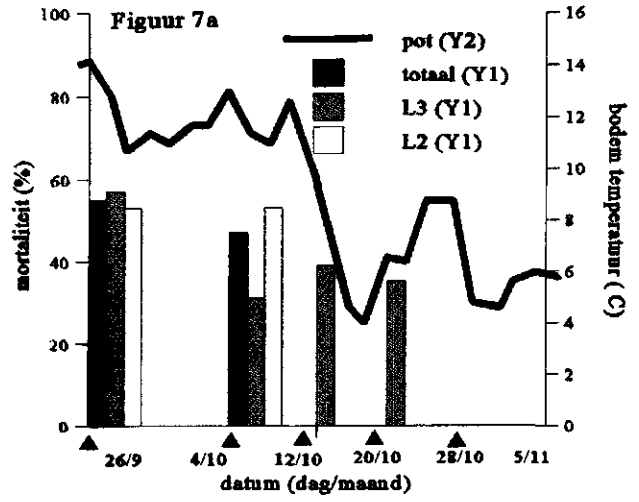


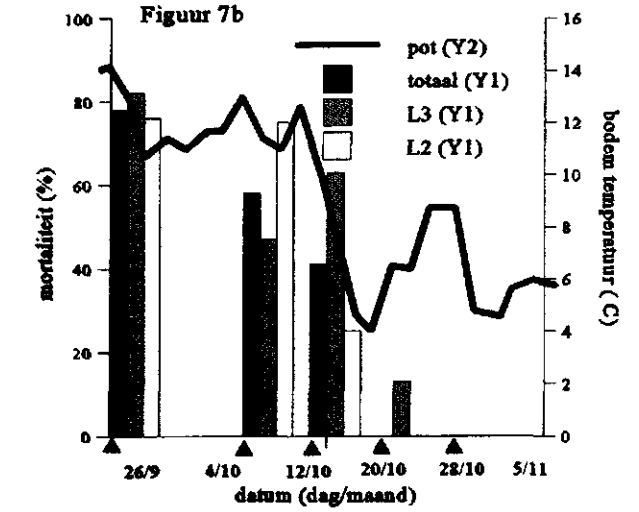
Figuur 5: **Percentage mortaliteit van de larven van *O.sulcatus* in de tijd na toepassing van *Heterorhabditis* sp.(NWE), stam UK-H-211**

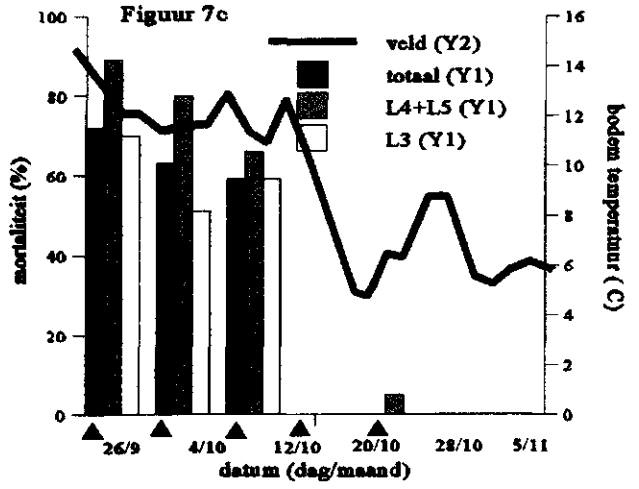


Figuur 6: **Percentage mortaliteit van de larven van *O.sulcatus* in de tijd na toepassing van *Steinernema carpocapsae* (US-S-25) of *Heterorhabditis* sp. (D-H-SH)**

De resultaten van de pot- en veldproef in1993 uitgevoerd staan weergegeven in figuur 7. In deze proef werden aaltjes van de beide *Heterorhabditis*-stammen UK-H-211 en NI-H-F85 toegediend op verschillende tijdstippen. De resultaten zijn in overeenstemming met de verwachting volgens de resultaten gevonden in de verschillende klimaatcel- en labproeven zoals eerder beschreven. Zo gauw de temperatuur onder de 12°C zakt is er geen bestrijding meer. Toediening van de aaltjes op de dag waar de temperatuur binnen 12 uur na toepassing onder de 12°C zakt is voldoende om een groot deel van de larven in de potten te bestrijden met de stam NI-H-F85 (produkt Larvanem; zie figuur 7b). De stam UK-H-211 (produkt Nemapack) heeft iets meer tijd nodig (figuur 7a). Of dit enkele dagen of slechts een dag is is niet zichtbaar in deze proef omdat de laatste behandeling voor de temperatuurval zes dagen ervoor werd uitgevoerd. In elk geval zijn beide stammen in staat om de oudere larvenstadia (L3) te bestrijden als de temperatuur minder dan een dag na toepassing hoger dan 12°C is. In de veldproef (figuur 7c) gebeurt hetzelfde als in de potproef. In deze proef ligt het totale bestrijdingsresultaat hoger dan in de potproef. Dit hangt waarschijnlijk samen met de tragere ontwikkeling van de larven in het gewas *Waldsteinia ternata* in de potten in vergelijk met de ontwikkeling in *Taxus baccata* in de vollegrond. Grotere larven worden makkelijker gevonden en geparasiteerd door de aaltjes. Een ander aspect dat hier een rol kan spelen is het type wortelstelsel en vooral de grootte van het wortelstelsel dat een invloed heeft op de vindkansen van de larven door de aaltjes. In project 4105 wordt hier nader onderzoek aan gedaan. In het volgende hoofdstuk wordt al wel de invloed van wortels op het zoekgedrag van aaltjes beschreven.







Figuur 7: **Mortaliteit van de larven van *O.sulcatus* na toediening van 7a) *Heterorhabditis* sp. (NWE)(UK-H-211) in potten buiten en 7b) *Heterorhabditis* sp. (NWE)(NI-H-F85) in potten buiten en 7c) *Heterorhabditis* sp. (NWE)(UK-H-211) in de volle-grond. ▲ = dag waarop aaltjes worden toegediend. L2 tot L5 zijn de verschillende larvenstadia (schaal = ei, L1 tot L5, pop, adult). De balken geven de mortaliteit van de larven weer en de lijnen de bodemtemperatuur.**

4.4. CONCLUSIES

Voor de bestrijding van de larven van de gegroefde lapsnuitkever met insecteparasitaire aaltjes is het resultaat van de bestrijding afhankelijk van de koudetolerantie van de toe te passen aaltjesstammen. De beste stammen hebben een minimum werkingstemperatuur van rond de 12°C.

De stammen van *Heterorhabditis* sp.(NWE) die in de handel zijn onder de namen Larvanem (stam NI-H-F85) en Nemapack (stam UK-H-211) hebben na toediening aan de grond slechts enkele uren tot enkele dagen nodig om een maximaal bestrijdingsresultaat te bereiken die even goed is als bij hogere temperaturen.

De aaltjesstam UK-H-211 van *Heterorhabditis* sp.(NWE) is na enkele jaren minder koudetolerant geworden. Dit geeft aan dat een voortdurende controle op deze biologische produkten van belang is voor de praktijk en de producent.

Het aaltje *Steinernema carpocapsae* (stam US-S-25) dat in de handel is onder de naam Exhibit heeft zelfs bij 15°C nog nauwelijks effect op de bestrijding van de larven. Naast temperatuur speelt hierbij een rol dat dit type aaltje geen actief zoekgedrag heeft en dus slechts blijft wachten op de passage van een geschikte gastheer op de plaats waar het aaltje is uitgezet. Dit betekent dus dat bij aangieten op de grond de dieper gelegen insecten, zoals o.a. de gegroefde lapsnuitkever, niet worden geparasiteerd.

In relatie tot bodemtemperatuur speelt de grootte van de larve (stadium) en het wortelstelsel van de plant ook een belangrijke rol. Voor de larvenstadia geldt dat kleinere larven minder makkelijk bij lage temperaturen worden geparasiteerd dan grotere larvenstadia. Voor de invloed van wortels zijn aanwijzingen gevonden in deze proef. In het vervolgproject 4105 wordt hier meer aandacht aan besteed.

4.5. ADVIES

Toepassing van insecteparasitaire aaltjes moet gebeuren bij bodemtemperaturen van 12°C of hoger. In de praktijk betekent dit voor vollegrondsteelten dat deze biologische middelen niet later dan eind september en/of niet voor eind april mogen worden toegepast. De aaltjes hebben vanaf 12°C, na toediening aan de grond, slechts enkele dagen nodig om een optimaal bestrijdingsresultaat te bereiken.

Vanuit temperatuursoogpunt is alleen de aaltjessoort *Heterorhabditis* sp. (in de producten Larvanem en Nemapack aanwezig) geschikt voor toepassing in de boomkwekerij.

5. INVLOED VAN GASTHEER EN PLANTENWORTELS OP DE MIGRATIE VAN *HETERORHABDITIS* SP. IN VEENGROND

5.1. INLEIDING

Voor een snelle toetsing van de effectiviteit van aaltjes tegen de larven van de gegroefde lapsnuitkever (*Otiorhynchus sulcatus*) zou een goede biotoets veel tijd en moeite besparen van uitgebreide pot- en veldproeven die pas na enkele maanden tot een jaar resultaat geven. De belangrijkste factoren die een rol spelen bij de infectie zijn de penetratie van de larven en het zoekgedrag van de alen in de grond. Zoals in het voorgaande hoofdstuk bleek speelt o.a. temperatuur van de bodem een belangrijke rol bij de snelheid van penetratie en het vinden van de larven in de grond. Een andere factor die waarschijnlijk een grote rol speelt bij het zoekgedrag van de aaltjes is de aanwezigheid van wortels in de grond. De meeste biotoetsen zijn gebaseerd op het toetsen van de verplaatsing van de aaltjes onder invloed van de aanwezigheid van een larve in zandkolommen zonder planten. Daarbij bleek er een duidelijke lokking van de aaltjes door de larven te zijn. Echter de spaarzame proeven waarbij veengrond werd gebruikt in plaats van zandgrond lieten zien dat de aaltjes zich niet of nauwelijks naar beneden verplaatsten in grondkolommen, ook niet als er larven in de grond aanwezig waren. In dit hoofdstuk worden de eerste resultaten getoond van het zoekgedrag van *Heterorhabditis* sp. (NWE) in veengrond in de aanwezigheid van larven van de gegroefde lapsnuitkever en het belang van plantenwortels bij het zoekgedrag van de aaltjes in dit type grond bij lage temperaturen.

5.2. MATERIAAL EN METHODEN

Kolomproef zonder planten

Kolommen van PVC buizen (diameter 4,3 cm; 9 cm hoog) opgebouwd uit zes verwijderbare ringen werden gebruikt om de migratie van aaltjes te kunnen bepalen. Op de bodem van de kolom, in de onderste ring, werden een of vier larven van *O.sulcatus*, geplaatst. Om te vermijden dat de larven de onderste ring verlaten werd deze afgedekt door een zeef die wel aaltjes doorlaat maar geen larven. De kolommen werden geheel gevuld met veenmosveen en geïncubeerd bij 9, 12 en 15°C in klimaatkasten. Twee aaltjesstammen van *Heterorhabditis* sp. (NWE) werden uitgetest op migratievermogen, nl. de stammen NI-H-F85 en UK-H-211. Deze twee stammen worden in Nederland verkocht door resp. Koppert (produktnaam Larvanem) en Brinkman (produktnaam Nemapack (voorheen Nemasys H). De aaltjes worden op de grond van de bovenste ring aangebracht (200 aaltjes per kolom in 0,5 ml). Na aanbrengen van de aaltjes worden de kolommen geïncubeerd bij de verschillende temperaturen gedurende 7, 24 of 72 uur. De volgende behandelingen werden ingezet:

UK-H-211: 7 uur 9 of 12°C met en zonder 1 larve; 24 uur 12°C met 1, 4 of geen larve; 72 uur 15°C met 4 of geen larve.

NI-H-F85: 72 uur 15°C met 4 of geen larve

Na de incubatieperiode werd de grond van elke ring op een nematodenzeef uitgespreid met daarin twee nematodenfilters geplaatst. De zeven met filters en grond werden op een schaal geplaatst met daarin 100 ml water. Door een verhoging van de bodem van de zeef staat deze iets boven de bodem van de plaat, maar wel in contact met het water in de schaal. Na twee dagen wordt het water in de schalen verzameld en het aantal aaltjes van *Heterorhabditis* sp. (NWE) erin geteld.

Kolomproef met planten

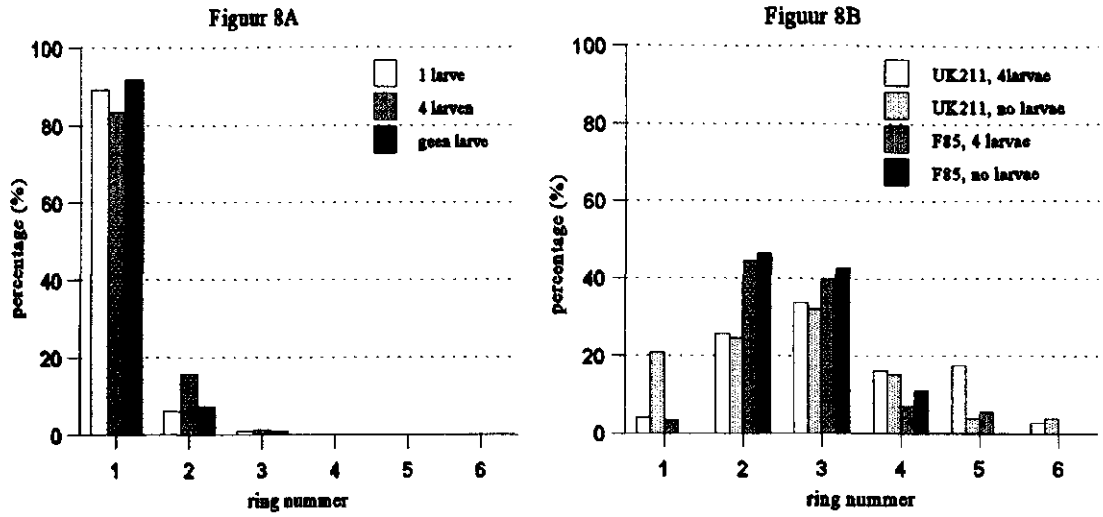
Kolommen (4x4x20 cm) worden gevuld met veenmosveen. Een zeef wordt op 1 cm van de bodem geplaatst om migratie van larven naar boven te vermijden. Op een deel van de kolommen wordt een stek van *Waldsteinia ternata* geplaatst. Alle kolommen worden

vervolgens bij 20°C geïncubeerd gedurende een maand. Na een maand incubatie hebben de eerste wortels van de stekken de bodem van de kolommen bereikt. Het vochtpercentage van de grond in de kolommen varieerde tussen de 30 en 40% gedurende de proef als gevolg van behandelingsverschillen (temperatuur, planten). Op de bodem van elke kolom (onderkant kolommen kan geopend worden) wordt een larve (L4 stadium) van *O.sulcatus* geplaatst onder de zeef in elke kolom. Vervolgens worden de kolommen bij 12 of 15°C in klimaatkasten geplaatst om ze op de juiste temperatuur te laten komen. De aaltjesstammen UK-H-211 en NI-H-F85 van *Heterorhabditis* sp. (NWE) worden op een concentratie van 1600 aaltjes per ml water gebracht en gedurende enkele uren op de juiste temperatuur (12 of 15°C) gebracht in dezelfde klimaatkasten als waar de kolommen staan. Per kolom wordt vervolgens 1 ml van deze alensuspensie op de toplaag van de grond aangebracht. Deze concentratie stemt overeen met een toepassing van 1.000.000 alen per m² zoals deze in de praktijk in de vollegrond wordt geadviseerd. Na 2, 6, 8, 12, 16, 21 en 28 dagen na toepassing van de aaltjes wordt elke kolom gecontroleerd op de aanwezigheid van een levende larve. Dode larven worden verwijderd, afgespoeld onder kraanwater en gedurende 24 uur geïncubeerd bij 20°C in een petrischaal met op de bodem een vochtig filtreerpapiertje. De larven worden visueel gecontroleerd op parasitering (roodverkleuring larven) en vervolgens opengesneden om te zien hoeveel aaltjes er in elke larve aanwezig zijn.

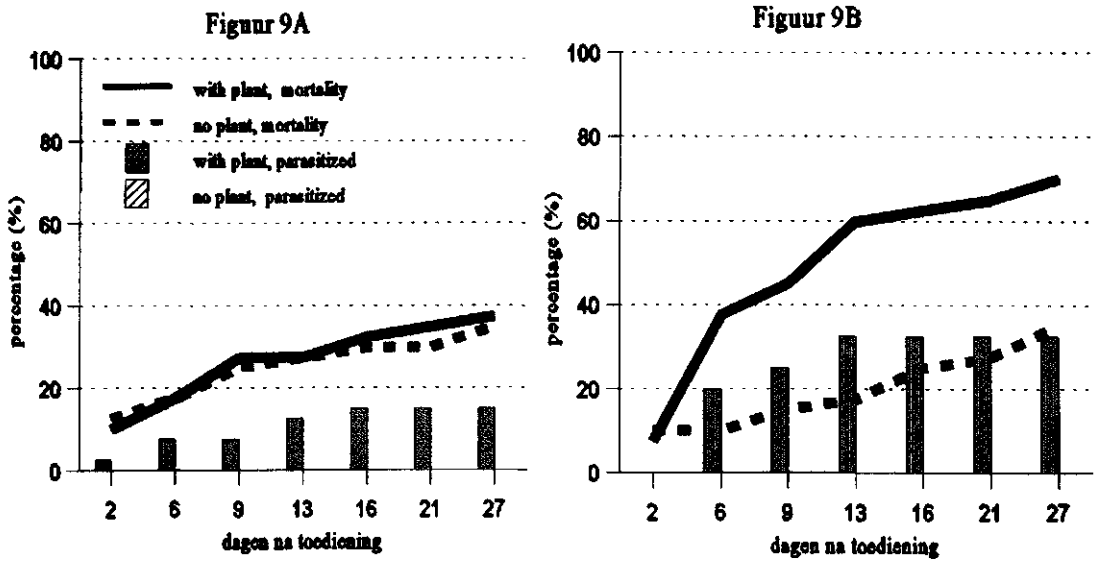
5.3. RESULTATEN

De resultaten van de kolomproef met ringen en zonder planten staan in figuur 8 weergegeven. De incubatie gedurende zeven uur bij 9 en 12°C laat dezelfde verdeling (migratie patroon) zien als de behandeling 24 uur 12°C met de stam UK-H-211 zoals in figuur 8A is te zien. Meer dan 99% van de aaltjes toegediend blijft in de bovenste 3 cm van de kolom zitten bij deze behandelingen. Zoals figuur 8A laat zien was er geen actieve migratie van de aaltjes naar beneden binnen 24 uur na toediening van de aaltjes van de stam UK-H-211. De aanwezigheid van larven van de gegroefde lapsnuitkever is niet van invloed op het migratiepatroon van de aaltjes in deze behandelingen. Na 72 uur bij 15°C zijn de alen voor een deel naar diepere lagen in de kolom gemigreerd (figuur 8B). Er is echter geen duidelijk verschil in migratie van de alen als gevolg van de aanwezigheid van larven op de bodem in de kolommen. Wel lijkt het alsof de aanwezigheid van vier larven op de bodem van de kolom tot gevolg heeft dat er meer aaltjes van de stam UK-H-211 in de laagste twee ringen van de kolom aanwezig zijn dan in de behandeling zonder larven. De "recovery" van het totale aantal aaltjes toegediend per kolom varieerde in afhankelijkheid van de alenstam, de temperatuur en de incubatieduur. Voor de stam UK-H-211 varieerde deze tussen de 70 en 90% bij temperaturen van 9 en 12°C en een incubatieduur van 7 of 24 uur. Er was geen verschil tussen deze behandelingen. Bij 15°C was de recovery slechts 27 tot 37% voor de stam UK-H-211 en 70% voor de stam NI-H-F85 na 72 uur incubatie.

De invloed van plantenwortels op de mortaliteit en infectie van de larven in de kolommen door de aaltjes *Heterorhabditis* sp. (NWE), stam UK-H-211, wordt getoond in figuur 9. Hier is te zien dat de mortaliteit van de larven in de tijd als gevolg van toediening van aaltjes niet beïnvloed wordt door plantenwortels bij 12°C. Bij 15°C is er wel een duidelijk verschil in mortaliteit van de larven als gevolg van de aan- of afwezigheid van plantenwortels. Deze verschillen in mortaliteit bij 15°C zijn significant. In de aanwezigheid van wortels werden meer larven gedood dan in de behandeling zonder plantenwortels. Als we alleen kijken naar de parasitering van de larven dan blijkt dat geen enkele larve wordt geparasiteerd in de behandelingen zonder planten. In de behandelingen met planten wordt bij 12°C, 21 dagen na toediening van de aaltjes het maximum parasiteringspercentage van 15% bereikt en in de behandeling bij 15°C, 13 dagen na toediening van de aaltjes een maximaal percentage parasitering van 33%.



Figuur 8: **Verdeling van twee stammen van het aaltje *Heterorhabditis* sp.(NWE) in kolommen gevuld met veenmosveen in de aan- of afwezigheid van larven van *O.sulcatus* na 8A) 24 uur incubatie bij 12°C met de stam UK-H-211 en 8B) 72 uur incubatie bij 15°C met de stammen UK-H-211 en NI-H-F85**



Figuur 9: **Invloed van wortels van *Waldsteinia ternata* op de mortaliteit en parasitering van de larven van *O.sulcatus* in kolommen met veenmosveen in de tijd na toediening van de aaltjesstam UK-H-211 van *Heterorhabditis* sp.(NWE) bij 9A) 12°C bodemtemperatuur en 9B) 15°C bodemtemperatuur**

5.4. CONCLUSIES

Er is geen actief zoekgedrag van het aaltje *Heterorhabditis* sp. (NWE) in veenmosveen zonder plantenwortels naar de larven van de gegroefde lapsnuitkever bij een bodemtemperatuur van 9 of 12°C, 24 uur na toediening van de aaltjes op de grond. Bij een tempera-

tuur van 15°C migreert een deel van de aaltjes naar diepere lagen in de grond. De meeste aaltjes blijven echter in de bovenlaag zitten. Het zoekgedrag van de aaltjes word niet gestimuleerd door de aanwezigheid van larven van de gegroefde lapsnuitkever op een diepte van 9 cm.

Bij zowel 12 als 15°C zijn de aaltjes van *Heterorhabditis* sp. (NWE) in aanwezigheid van plant met wortels in veenmosveen in staat de larven van de gegroefde lapsnuitkever te vinden en te parasiteren. Bij 12°C leidt dit niet tot een duidelijk verhoogde mortaliteit maar bij 15°C wel. De aaltjes gebruiken de wortels als leidraad om naar beneden te migreren om zodoende de larven te vinden. Zonder wortels vindt geen parasitering plaats en komen de aaltjes door passieve migratie bij temperaturen van 15°C of lager binnen een periode van 27 dagen na toepassing niet bij de larven op een diepte van 20 cm.

Een effectiviteitsproef met grondkolommen zonder planten met wortels geeft geen juist beeld van de capaciteit van het te onderzoeken aaltje in de praktijk. Een biotoets zal zowel rekening moeten houden met temperatuur als plantenwortels. De interactie temperatuur - alenstam - plantenwortel speelt een belangrijke rol bij de werking van insecteparasitaire aaltjes tegen een insect als de gegroefde lapsnuitkever in venige gronden.

5.5. ADVIES

Het toepassen van aaltjes op een veld zonder planten (bv. na het oprooien van planten) heeft weinig nut omdat de aaltjes zich op veengrond nauwelijks naar beneden verplaatsen zonder aanwezigheid van plantenwortels. Op zandige gronden zal dit probleem niet zo groot zijn door passieve verplaatsing naar diepere lagen.

In de normale najaarstoepassing van aaltjes tegen de gegroefde lapsnuitkever zullen aaltjes na het verspuiten over de grond de wortels van de planten gebruiken om zich naar beneden te verplaatsen. De bestrijding is dus vooral effectief als de aaltjes vlak bij de basis van de planten terecht komt. Als men vanwege hoge kosten dus zo effectief mogelijk aaltjes wil inzetten bij de bestrijding van de larven of als er een grote plantafstand (rijen) is kan men een goede bestrijding bereiken door alleen aaltjes toe te passen op het grondoppervlak rond de basis van de planten. De diameter van het bovengronds groeiende gewas is een goede maat voor de oppervlakte onder de plant die met de aaltjes kan worden behandeld.

6. GEÏNTEGREERDE BESTRIJDING VAN DE GEGROEFDE LAPSNUITKEVER IN DE BOOMKWEKERIJ

6.1. INLEIDING

Voor de introductie van geïntegreerde bestrijding in de boomkwekerij is het van belang dat er geen standaard bespuitingen meer over de gehele kwekerij worden uitgevoerd voor de bestrijding van diverse insectenplagen. Op een kwekerij waar de gegroefde lapsnuitkever *(Otiorhynchus sulcatus)* een plaag is is het moeilijk om deze plaag te bestrijden zonder de gehele kwekerij of grote delen ervan te bespuiten met chemische middelen. De enige mogelijkheid is een intensieve waarneming van deze plaag op meerdere delen van de kwekerij. Er zijn nog geen ervaringen met het plaatselijk bestrijden van deze plaag, gebaseerd op waarnemingen. Alleen de larven van deze kever bestrijden met insecteparasitaire aaltjes en bespuitingen tegen de kevers vermijden is weliswaar een theoretische mogelijkheid maar praktisch niet uitvoerbaar vanwege de hoge kosten van dit biologische middel. Breedschalige chemische bestrijding van de larven is uit het oogpunt van milieu en volgens de doelstelling van geïntegreerde bestrijding geen optie. In dit onderzoek zijn de mogelijkheden van een geïntegreerde bestrijding van deze plaag onderzocht op een vollegrondsbedrijf in Boskoop.

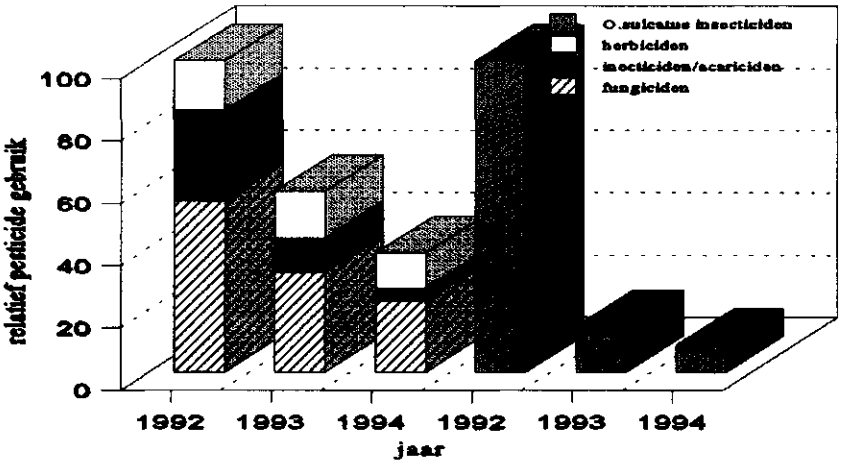
6.2. MATERIAAL EN METHODEN

In 1993 is het project geïntegreerde bestrijding in de boomkwekerij gestart bij een vollegronds -boomkweker in Boskoop. Dit bedrijf is 1,2 ha groot en er worden meer dan 200 verschillende plantensoorten en -cultivars geteeld. Elke week (vanaf maart) wordt het bedrijf bezocht door een begeleider. Samen met de kweker wordt er in ongeveer twee uur tijd over het bedrijf gelopen en worden ziekten en plagen waargenomen en geregistreerd. Vervolgens wordt in overleg met de kweker vastgesteld welke maatregelen genomen moeten worden. De kweker noteert wekelijks wat, wanneer en waar hij gespoten heeft. In onze bestrijdingsstrategie werd zoveel mogelijk gebruik gemaakt van chemische middelen die geen of slechts beperkt neveneffecten hadden op natuurlijke vijanden van de diverse plagen. Indien dergelijke middelen niet voorhanden waren werd gekozen voor middelen die een korte nawerking hebben en volgens de milieumeetlat de minste belasting geven.

Voor de bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever gebruikten we houten planken en de lokplant *Euonymus fortunei* 'Dart's Blanket' als hulpmiddel bij het waarnemen van de volwassen kevers. De planken en de lokplant stonden over het gehele bedrijf verspreid. Daar waar kevers werden gevonden en/of de typische bladvraat aan de lokplant werd geconstateerd werd plaatselijk gespoten met acefaat (Orthene; a.s. 80%), soms in combinatie met diflubenzuron (Dimilin vlb.; a.s. 480 g/l). Dimilin doodt de kevers niet maar maakt ze voor een langere periode steriel. In september werden de insecteparasitaire aaltjes *Heterorhabditis* sp. (product Larvanem; stam NI-H-F85) aangegoten bij heggen, moerplanten en op plaatsen waar gedurende het afgelopen seizoen meerdere malen kevers en/of vraat werd waargenomen. In het eerste jaar werd ter demonstratie van de werkzaamheid van de aaltjes op plaatsen waar larven werden verwacht een bemonstering uitgevoerd, een week na toediening van de aaltjes. De aldaar gevonden larven werden na afspoelen enkele dagen bewaard in een petrischaal bij kamertemperatuur.

6.3. RESULTATEN

Na twee jaar geïntegreerde bestrijding op dit bedrijf was er geen toename in aantal kevers gevonden. Tevens is er nergens schade op de kwekerij ontstaan als gevolg van deze plaag. In 1994 kwamen de kevers massaal uit de grond binnen enkele weken in juni door het warme weer in voorjaar en zomer. In 1993 was de uitkomst meer gespreid over het jaar. Daardoor moest er in 1993 vaker gespoten worden dan in 1994. De totale reductie in middelengebruik tegen deze plaag was 85% in 1993 en 92% in 1994 t.o.v. het referentiejaar 1992 (=jaar voor start geïntegreerde bestrijding). Als er in de maanden september en oktober kevers werden gevonden en/of vraat aan de lokplanten werd doorgaans niet meer gespoten tegen de kevers. In 1992 spoot de kweker de gehele kwekerij acht maal met verschillende chemische middelen om deze plaag te bestrijden. In 1993 en 1994 werd even vaak gespoten maar alleen plaatselijk daar waar kevers en of vraat werd geconstateerd.



Figuur 10: Relatief pesticide gebruik voor (1992) en na (1993 en 1994) introductie van geïntegreerde bestrijding op een vollegronds boomkwekerij op veengrond. Relatief pesticide gebruik: 1992 is op 100 gesteld. Eerste drie staven in figuur = totale pesticide gebruik; laatste drie staven = pesticide gebruik voor bestrijding *O.sulcatus*

Door het beperkte gebruik van chemische middelen op dit bedrijf nam het aantal natuurlijke vijanden van diverse plagen sterk toe. In 1993 moest er nog regelmatig worden gespoten tegen verschillende bladluizen. In 1994 waren er inmiddels dusdanig veel natuurlijke vijanden van deze plaag dat er nauwelijks meer chemisch ingegrepen hoefde te worden. Dit resulteerde in een reductie van 81% van middelengebruik tegen bladluis in vergelijk met 1993. Rupsen werden bestreden met *Bacillus thuringiensis*. Voor de bestrijding van bonespint (*Tetranychus urticae*) werd gebruik gemaakt van de selectieve bestrijdingsmiddelen fenbutatinoxide en hexythiazox. Deze middelen doden wel de spint maar niet de natuurlijke vijanden. Deze strategie resulteerde in 1994 in een toename van roofmijten als *Amblyseius potentillae* en *Phytoseiulus* sp., de roofwants *Anthocoris* sp. en een spintetende galmug *Feltiella acarisuga* (syn. *Therodiplosis persicae*). Bij diverse plantensoorten was in 1994 geen chemische ingreep tegen bonespint meer nodig.

Het relatieve insecticidengebruik tegen de gegroefde lapsnuitkever stabiliseert zich op dit bedrijf rond de 40 tot 50% van het totale insecticidengebruik. Een verdere daling van het totale insecticiden gebruik komt door een nog voortdurende afname van gebruik van chemische middelen tegen plagen als bladluis en bonespint. Er is nog steeds een toename

van het aantal natuurlijke vijanden op dit bedrijf in het tweede jaar van geïntegreerde bestrijding. In 1993 werd 66% bespaard op het gebruik van insecticiden en in 1994 87% vergeleken met 1992 (zie figuur 10). De totale reductie in middelengebruik bedroeg in 1993 42% en in 1994 61% t.o.v. het referentiejaar 1992 op deze kwekerij.

Na toediening van de insecteparasitaire aaltjes werd een parasitering van 75% vastgesteld onder de opgegraven larven. De roodverkleuring van de larven maakt herkenning van de parasitering eenvoudig zichtbaar voor begeleider en kweker.

De kosten van gewasbescherming bedroegen in 1992 1,5% van de totale omzet. In 1994 was dit percentage 2,6% van de totale omzet. De belangrijkste kostenpost voor gewasbescherming in geïntegreerde bestrijding is de arbeid, met name de arbeid van waarnemen door een begeleider zorgt voor een verdubbeling van deze kosten. De directe kosten van middelen stijgen niet in de geïntegreerde bestrijding op dit bedrijf. De belangrijkste uitgave aan middelen bestond uit het toepassen van insecteparasitaire aaltjes tegen de gegroefde lapsnuitkever (meer dan 50% van de middelenkosten).

Na enkele jaren ervaring met de gevoerde strategie is een richtlijn voor geïntegreerde bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever in de boomkwekerij opgesteld. Deze richtlijn zal steeds worden aangepast aan de actuele situatie en nieuwe ervaringen zullen jaarlijks hierin worden verwerkt. In de bijlage staat de laatste versie van oktober 1996 weergegeven. Deze richtlijn is in eerste instantie bedoeld als hulpmiddel voor de begeleiders van bedrijven. Later zal deze richtlijn verder worden uitgewerkt als onderdeel van het handboek voor geïntegreerde bestrijding in de boomkwekerij. Dit boek zal zowel voor begeleiders als kwekers een hulpmiddel zijn bij het opzetten en uitvoeren van geïntegreerde bestrijding.

6.4. CONCLUSIES

Een geïntegreerde bestrijdingsstrategie voor beheersing van de gegroefde lapsnuitkever op een boomkwekerij is goed mogelijk, maar vereist een relatief intensieve waarneming om de plaag onder controle te houden. De arbeidskosten voor geïntegreerde bestrijding op dit bedrijf stegen met 100%. De totale kosten van de gewasbescherming bedroegen 2,6% van de omzet met geintegreerde bestrijding tegen 1,5% zonder geïntegreerde bestrijding. De kosten van middelengebruik stijgen niet.

Besparing van 80 tot 90% op het gebruik van insecticiden tegen de gegroefde lapsnuitkever is mogelijk met de toegepaste bestrijdingsstrategie.

De waarnemingshulpmiddelen (planken en lokplanten) geven geen directe relatie weer tussen het aantal gevonden kevers, vraatschade en de werkelijke besmettingsgraad op een bedrijf. Bovendien kost het waarnemen veel tijd en dus zijn er relatief hoge kosten verbonden aan deze strategie. Het ontwikkelen van betere waarnemingshulpmiddelen is een belangrijke voorwaarde om deze plaag goed te kunnen beheersen en de kosten te beperken. In het project 4105 wordt hieraan aandacht besteed.

6.5. ADVIES

Het advies voor geïntegreerde bestrijding van de gegroefde lapsnuitkever staat weergegeven in de bijlage. Deze richtlijn voor geïntegreerde bestrijding is bedoeld als hulpmiddel voor begeleiders en kwekers. Met deze richtlijn zijn reducties in het gebruik van insecticiden tegen deze plaag van 80 tot 90% mogelijk. De essentie van de richtlijn is gebaseerd op regelmatige waarneming op de kwekerij en intensief gebruik van de lokplant *Euonymus fortunei* 'Dart's Blanket' en planken waaronder de kevers overdag kunnen schuilen. Voor de bestrijding van de volwassen kevers wordt alleen gebruik gemaakt van de middelen

Orthene en Dimilin. De bestrijding van de larven wordt niet met chemische middelen uitgevoerd. De larven worden uitsluitend plaatselijk bestreden met insecteparasitaire aaltjes van het geslacht *Heterorhabditis*.

7. PUBLICATIES

Dolmans, N.G.M. & R.W.H.M. van Tol (1996)
Prospects for chemical control of black vine weevil (*Otiorhynchus sulcatus*) in nursery stock.
Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Heft **316**, 108-112.

Horst van der, M.J. & R.W.H.M. van Tol (1994)
Kansen voor geïntegreerde bestrijding in vollegrond.
De Boomkwekerij 15, 16-17.

Horst van der, M.J. & R.W.H.M. van Tol (1995)
Integrated Pest Management in nursery stock in the Netherlands.
Med. Fac. Landbouww.Univ.Gent. 60/3a, 759-762.

Van Tol, R.W.H.M. (1991)
Condor effectief tegen lapsnuitkever.
De Boomkwekerij 20/21, 27

Van Tol, R.W.H.M. (1992)
Taxuskever te lijf met aaltjes en schimmel.
Vakblad voor de Bloemisterij 36, 40-41.

Van Tol, R.W.H.M. (1992)
Biologische bestrijding taxuskever heeft kinderziektes overwonnen.
De Boomkwekerij 34, 28-31.

Van Tol, R.W.H.M. (1993)
Control of the black vine weevil (*Otiorhynchus sulcatus*) with different isolates of *Heterorhab*ditis sp. and *Metarhizium anisopliae* in nursery stock.
Proc. Exper. & Appl. Entomology, N.E.V. Amsterdam 4, 181-186.

Van Tol, R.W.H.M. (1993)
Efficacy of control of the black vine weevil (*O. sulcatus*) with strains of *Heterorhabditis* sp., *Steinernema* sp. and the fungus *Metarhizium anisopliae* in nursery stock.
Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 58/2a, 461-467.

Van Tol, R.W.H.M. (1994)
Influence of temperature on the control of the black vine weevil with strains of some insect-parasitic nematodes.
IOBC/WPRS Bulletin 17(3), 116-119.

Van Tol, R.W.H.M. (1994)
Aaltjes werken beter dan chemische middelen (larven van taxuskever bestrijden in de vollegrond.
De Boomkwekerij 44, 22-25.

Van Tol, R.W.H.M. (1996)
Influence of host and plant roots on the migration of *Heterorhabditis* sp. in peat. Application and Persistence of entomopathogenic nematodes.
Proceedings of COST 819 Workshop, Todi, Italy, May 16-20 1995. In press.

Van Tol, R.W.H.M. (1996)
Prospects for biological control of black vine weevil (*Otiorhynchus sulcatus*) in nursery stock.
Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft 316, 69-75.

Van Tol, R.W.H.M. (1996)
A strategy for control of black vine weevil (*Otiorhynchus sulcatus*) in an Integrated Pest Management programme in nursery stock.
Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft **316**, 76-80.

BIJLAGE

RICHTLIJNEN VOOR GEÏNTEGREERDE BESTRIJDING VAN DE GEGROEFDE LAPSNUITKEVER IN DE BOOMTEELT

1. Herkennen

De gegroefde lapsnuitkever (*Otiorhynchus sulcatus*; triviale naam is Taxuskever) kent twee zich sterk onderscheidende levensfasen en daarmee samenhangend twee verschijningsvormen.

kevers
De volwassen kevers (~1,5 cm) leven bovengronds en hebben een grijszwarte tot zwarte kleur. Op de dekschilden staan meerdere groepjes korte geelbruine haren geplaatst die met het blote oog lijken op kleine vlekjes. De snuit van de kever heeft een kenmerkende lange smalle vorm.

Vanaf juni/juli kunnen de eerste kevers buiten gevonden worden. Eind september gaan de kevers schuilplaatsen zoeken om te overwinteren. In verwarmde kassen kunnen het hele jaar door kevers gevonden worden.

De kevers zijn lichtschuw en verschuilen zich overdag in de strooisellaag op de grond of kruipen weg onder planken en in of onder andere voorwerpen in de nabijheid van het gewas. De kenmerkende halfronde happen uit de rand van bladeren is een aanwijzing voor de aanwezigheid van deze kever in het veld. Happen midden uit het blad en/of happen vanuit de rand die tot de middennerf van het blad lopen worden niet door deze kevers veroorzaakt maar zijn schadebeelden die passen bij slakken- en rupsenvraat.

Er zijn twee hulpmiddelen om vast te stellen of er kevers aanwezig zijn op het bedrijf.
1) *Euonymus fortunei* cv. 'Dart's Blanket'. De karakteristieke vraatpatronen op de bladeren zijn makkelijk te herkennen. Deze lokplant is erg aantrekkelijk voor de kevers en heeft de voorkeur boven de meeste andere gewassen aanwezig.
2) Planken. Bij gebrek aan goede schuilplaatsen tussen de gewassen zullen de kevers onder deze planken kruipen. Het heeft weinig zin om planken uit te leggen in kassen, op containervelden of tussen gewassen in de vollegrond die dicht op elkaar staan of waar er een strooisellaag aanwezig is.

larven
De jonge larven zijn glazig wit gekleurd en hebben een bruin kopkapsel. De oudere larven worden ondoorzichtig en hebben een witte kleur. Het grootste deel van de larve bestaat uit een grof geribbeld zacht lichaam waarop op regelmatige afstand ongekleurde haren staan geplaatst. Vanaf augustus kunnen buiten kleinere larven gevonden worden in de grond. De grotere witte larven kunnen vanaf oktober tot april/mei buiten worden gevonden in de wortelstelsels in de grond. In kassen kunnen het hele jaar door verschillende larvenstadia worden
aangetroffen in de grond.

2. Gevoelige gewassen en schadedrempel

kevers
Het is een polyfaag insect en kan aldus de meeste gewassen aantasten. Wel zijn er verschillen in gevoeligheid (schade) van verschillende plantensoorten en hebben kevers bij keuze uit meerdere gewassen soms voorkeur voor bepaalde gewassen boven andere. Een belangrijk gegeven is dat de kevers van de meeste coniferen niet of slechts mondjesmaat eten (uitgezonderd *Taxus*). Het

bespuiten van deze gewassen met chemische middelen is dan ook nauwelijks zinvol. Er zijn twee gewassen die een belangrijke rol kunnen spelen bij de beheersing van deze plaag, nml.:
Euonymus fortunei cv. 'Dart's Blanket'
Dit gewas is aantrekkelijk voor kevers om van te eten. Daardoor leent dit gewas zich goed als hulpmiddel bij het waarnemen van de aanwezigheid van kevers en door het bespuiten van deze gewassen met chemische middelen is er mogelijk een beter bestrijdingseffect te behalen.
Taxus sp.
De kevers leggen gemiddeld tweemaal zoveel eieren als ze regelmatig kunnen eten van *Taxus*naalden. Tevens beginnen de kevers enkele weken eerder met het leggen van eieren. Het percentage eieren dat uitkomt is groter en de periode van eiafzet langer dan bij de andere gewassen. De plaagontwikkeling kan worden afgeremd door of geen *Taxus* te telen of door de teelt van dit gewas duidelijk te scheiden van de rest van het bedrijf (bv. apart perceel, scheiding door sloot of grasland).

larven
De meeste gewassen zijn gevoelig. Het is belangrijk om ook aan gewassen die geen duidelijke bovengrondse aantasting en/of schadesymptomen geven aandacht te besteden bij de bestrijding van kevers en larven omdat dit broedplaatsen zijn voor deze plaag en de rest van het bedrijf kunnen bedreigen. Met name in de vollegrond moet er aandacht zijn voor beheersing van deze plaag in moerhoeken.

gevoelige gewasgroepen
Taxus sp. (kevers en larven), coniferen (larven; met name *Thuja*, *Picea*), *Rhododendron* (kevers en larven), *Cornus* sp. (kevers en larven), *Euonymus* sp. (kevers en larven), *Viburnum* (kevers en larven), *Astilbe* sp. (larven), *Rosaceae* (kevers en larven; met name geslachten als *Fragaria*, *Waldsteinia*, *Rubus*), *Vitaceae* (kevers en larven; met name *Vitis*, *Parthenocissus*), *Primula* en *Sedum*.

3. Biologische bestrijding

Biologische bestrijding is alleen mogelijk voor de larven van de kever. Momenteel zijn er een drietal insecteparasitaire aaltjes beschikbaar in productvorm die werkzaam zijn bij de bestrijding van de larven (zie tabel). Algemeen geldt dat alleen de producten met aaltjes van het geslacht *Heterorhabditis* sp. effectief genoeg zijn in de boomkwekerij. In het kort gelden de volgende regels voor toepassing:
- toepassen van aaltjes in moerhoeken, heggen en op plaatsen waar gedurende de zomer regelmatig kevers zijn aangetroffen danwel bovengronds vraat is waargenomen.
- in buitenteelten toedienen in het najaar of in het voorjaar (alleen moerhoeken, heggen en grote planten in de vollegrond):
  tussen 1 en 30 september (najaarstoepassing)
  tussen 1 en 31 mei (voorjaarstoepassing)
- minimum bodemtemperatuur nodig van 12°C.
- in kassen (met name gesloten en verwarmde kassen) eerst de kevers goed bestrijden en vervolgens tweemaal, met een tussenpauze van twee maanden, aaltjes toepassen. Hier gelden niet de genoemde seizoenstoepassingen als in de vollegrond. Het enige criterium is de minimale bodemtemperatuur van 12°C en de aanwezigheid van larven en kevers.
- de aaltjes toedienen op een vochtige grond en goed inregenen. Toedienen als de zon niet schijnt. Bij voorkeur toedienen in de namiddag of avond op een bewolkte dag.
- de normale spuitapparatuur kan gebruikt worden om de aaltjes toe te dienen. Zorg wel dat alle filters uit de tank en spuitapparatuur zijn verwijderd en houd een spuitdruk van maximaal 2 bar aan en spuitdoppen met grote opening.

4. Chemische bestrijding

kevers (zie ook tabel)
Alleen Orthene gebruiken. Orthene heeft een maximale nawerking van zeven dagen. Een ander middel dat een tijdelijke oplossing kan bieden om de biologische bestrijding van andere insecten niet te verstoren is de toepassing van Dimilin. Dimilin zorgt ervoor dat de kevers geen vruchtbare eieren meer leggen. De kevers gaan er echter zelf niet dood van! Pas dit middel niet als standaard bestrijding toe, maar alleen als ondersteuning bij de bestrijding. Bespuiting om de 14 dagen herhalen. Voor de chemische bestrijding gelden de volgende richtlijnen binnen de geïntegreerde bestrijding:

- spuiten van gedeelten waar kevers worden waargenomen en/of vraat aan lokplanten wordt geconstateerd.
- verwijder enkele dagen na bespuiting de aangevreten blaadjes van de lokplanten om verwarring met vervolgwaarnemingen te vermijden.
- als er binnen drie tot vier weken na bespuiting nieuwe vraat in het bespoten deel van het perceel wordt waargenomen dan wordt er niet eerder gespoten dan vier weken na de voorgaande bespuiting, tenzij de visuele schade aan het gewas van economisch belang is.

larven (zie ook tabel)
In de geïntegreerde bestrijding maken we geen gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen tegen de larven. Een uitzondering vormt de toepassing van Asepta suSCon10 in de teelt van stek en jonge planten in potten in de kas. De risico's van schade kunnen in sommige van deze teelten te groot zijn. Dit geldt met name bij bedrijven waar de infectiedruk hoog is.
Het product moet vooraf door de potgrond worden gemengd. Dankzij de slow-release formulering is het een heel jaar werkzaam. Het is alleen zinvol te gebruiken als het vanaf de stekfase wordt toegepast. Er zijn enkele gewassen die gevoelig zijn voor dit middel. Raadpleeg het etiket!

5. Overige natuurlijke vijanden

Krielkippen, vogels, egels, mollen, **salamanders, padden/kikkers, loopkevers,** oorwurm, spinnen, **schimmels (*Metarhizium anisopliae* en *Beauveria bassiana*),** aaltjes, bacteriën *(Bacillus cereus)* .

De belangrijkste bijdrage van natuurlijke vijanden zal in de vollegrond worden geleverd. Voor de meeste natuurlijke vijanden zijn de condities en teeltomstandigheden in kassen en containerteelt buiten ongeschikt om een wezenlijke bijdrage te leveren aan de natuurlijke bestrijding. De grootste bijdrage van natuurlijke vijanden komt voor de bestrijding van de kevers in venige gebieden van loopkevers, salamanders, padden/kikkers en krielkippen. In de overige gebieden zullen met name egels, loopkevers en kippen een bijdrage kunnen leveren. De bestrijding van de larven komt vooral van de diverse schimmelsoorten, aaltjes, bacteriën en kippen.

Tabel: Overzicht van bestrijdingsmiddelen tegen de gegroefde lapsnuitkever (*Otiorhynchus sulcatus*) te gebruiken in de geïntegreerde bestrijding in de boomkwekerij.

	biologische middelen					chemische middelen	
	kevers	larven				kevers	larven
		product	alensoort	effectiviteit	toepassing stijdstip		
kas	geen	Larvanem Nemapack Exhibit	*Heterorhabditis* *Heterorhabditis* *Steinernema*	100% 100% 60%	variabel variabel variabel	Orthene en Dimilin	Asepta suSCon10
potten buiten	geen	Larvanem Nemapack Exhibit	*Heterorhabditis* *Heterorhabditis* *Steinernema*	80 - 100% 70 - 90% 50 - 60%	1/9 - 30/9 1/9 - 30/9 1/9 - 30/9	Orthene	geen
vollegrond	geen	Larvanem Nemapack	*Heterorhabditis* *Heterorhabditis*	60 - 80% 60 - 80%	1/9 - 30/9 1/9 - 30/9	Orthene	geen

Dimilin is als tijdelijke ondersteuning van de biologische bestrijding in de kas inzetbaar. De kevers worden tijdelijk onvruchtbaar maar gaan niet dood. Elke 14 dagen toepassen om kevers onvruchtbaar te houden. Asepta suSCon10 alleen toegestaan voor gebruik in meerjarige teelt. Vanaf stekfase door de grond mengen bij oppotten. Werkzaamheid onvoldoende als centrum van wortelkluit (rond wortelhals) het middel niet bevat.
In potten 0,5 miljoen alen per m² toedienen en in de vollegrond 1 miljoen alen per m².

6. Literatuur

Alford, David
Pests of ornamental trees, shrubs and flowers, pag. 135-136.
Moorhouse, E.R., Charnley, A.K. & A.T. Gillespie
A review of the biology and control of the vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae); Ann. appl. Biol. (1992), 121, pag. 431-454.
Van Tol, R.W.H.M.
Aaltjes werken beter dan chemische middelen (larven van taxuskever bestrijden in de vollegrond); De Boomkwekerij (1994), 44, pag. 22-25.