

Canada. The experience has been that chloronicotiny insecticides (imidacloprid, acetamiprid) are moderately effective adulticides with some systemic effects on larvae inside infested fruit; but cause spider mite problems. Imidacloprid worked well in Utah, and in Washington State is ranked as similar to dimethoate in effectiveness. In Washington State, acetamiprid resulted in excellent control when applied at 10-day intervals at 160 g ha⁻¹ but may not work as well as imidacloprid.

GF-120® NF Naturalyte® Fruit Fly Bait was recently registered in the USA and Canada for control of multiple species of *Rhagoletis*. The active ingredient, at 0.2 g L⁻¹, is spinosad, a mixture of naturally occurring metabolites found in soil, in a bait composed of hydrolyzed protein of corn, with feeding stimulants, adjuvants, auxiliary attractants, conditioners and ingredients including ammonium acetate, propylene glycol, polysorbate 60, soybean oil, invert sugar, xanthum gum and water, consisting of 12.3% protein and 29.7% sugars. In GF-120, the bait arrests foraging *Rhagoletis* spp., resulting in increased uptake of spinosad with two benefits: small amounts of spinosad provide efficacy with minimal toxicity of the product (0.033 g – 0.120 g spinosad ha⁻¹ on cherry, compared to its use without bait at 87.4 g ha⁻¹ of Success or Entrust; and uniform coverage is not critical. It is recommended to target the top internal half of the tree foliage providing fruit flies with product closer to the places where they normally move, and that the product is applied in relatively high concentrations in large droplets (ca. 5 mm). The low toxicity, a pre-harvest interval of 0 days (compared with up to 21 days for older materials), fast application using low-pressure technology, and its registration for organic use, has led to rapid uptake by a wide range of growers.

In many trials in well-managed commercial orchards with low fly populations, both spinosad and the GF120 formulation have provided excellent results and no detectable CFF larvae at harvest. However, in situations with very high pressure from cherry fruit flies, GF120 bait spray cannot provide 100% control. Experience with GF120 has shown that it requires earlier application timing than expected, requires frequent re-application (after each rain), and produces some phytotoxicity when applied to the underside of leaves of cherry and walnut. With general use of GF120, edge effects are now a problem in some orchards when fertile flies arrive from elsewhere and lay eggs. This suggests that treatment of border rows with other chemicals may be necessary. Also, we anticipate future injury from other insects (e.g. *Grapholitha packardii*, cherry fruitworm) which are common and were very important pests prior to the general use of insecticides cover sprays. Such damage has not yet been observed. Alternatively, we may be able to optimize bait sprays by an understanding of bait placement, drop size, and change in formulation with attractants or to make it more rain-fast.

At the same time, there is interest in the development of an area-wide program using “soft” techniques. In experiments and molecular studies within the mixed urban-rural landscapes that are common in Canada, new information is being gathered on the importance of alternate host plants, and on fruit fly trapping, flight, and movement. This information will be combined with experience with the new pesticides to provide a strategy of minimal pesticide use at the borders and within the central parts of orchards.

Experiences with Spinosad bait (Spintor cebo®) to control *Ceratitis capitata* and *Bactrocera oleae* in Spain

Elisa ViÑUELA

Protección de Cultivos, E.T.S.I. Agrónomos, Madrid, Spain

Spinosad is a microbial pesticide isolated by fermentation from a soil actinomycete, with a new mode of action on the nervous system (prevention of closing of the nicotinic acetylcholine receptors) and a good environmental performance, so it has been authorized in EU organic agriculture in 2008. A new formulation which incorporates the active ingredient in low concentration (0.024%) plus a bait (mixture of several components), has got an exceptional permission from the Ministry of Agriculture until 2017, and is currently used in Spain for the control of two economically important fruit flies, the medfly, *Ceratitis capitata*, in citrus orchards and the olive fruit fly, *Bactrocera oleae*. The insecticide is applied as ultra low volume bait spraying (water amount under 10 l/ha) to the top of the canopy of trees aiming at controlling adults, and the percentage of the treated surface varies from 25–50% depending on the crop and the way of application, aerial or terrestrial. Spinosad is slightly slower acting than former active ingredients used for the control of these two fruit flies (organophosphates and pyrethroids), but its efficacy after 72 h application is comparable and the pre-harvest intervals are very short: 1 day in citrus orchards and 7 days in olive groves, because it degrades quickly. The insecticide is compatible with many natural enemies, mainly predators belonging to different orders and families. It possesses a risk to many parasitoids, but age residues are usually not harmful because photolysis is the main way of degradation. Based on its good environmental performance and efficacy against tephritids, it is a good candidate to be used in the control of *Ceratitis capitata* in citrus orchards in substitution of malathion, which has not been included in annex I of the directive 91/414/EEC, and for the control of the *Bactrocera oleae* as alternative to dimethoate, deltamethrin and alpha-cypermethrin, all included in annex I, especially in organic agriculture where only natural insecticides are permitted.

Erfahrungen beim Einsatz entomopathogener Nematoden zur Bekämpfung der Kirschfruchtfliege

Annette HERZ^{1,2}, Kirsten KÖPPLER², Peter KATZ³, Arne PETERS⁴, Heidrun VOGT²

¹ JKI, Institut für biologischen Pflanzenschutz, Darmstadt

² JKI, Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau, Dossenheim

³ Katz Biotech AG, Baruth

⁴ e-Nema GmbH, Ralsdorf

In einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekt wurden umfangreiche Versuche zum Einsatz entomopathogener Nematoden für eine biologische Bekämpfung der Kirschfruchtfliege unter praxisähnlichen Bedingungen durchgeführt. Die Eignung verschiedener Nematodenarten zur erfolgreichen Infektion von Kirschfruchtfliegenmaden, die sich im Boden vor Ausbildung ihres Pupariums befinden, war zuvor in einem vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau geförderten Forschungsvorhaben gezeigt worden. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse lieferten die Basis für die nachfolgenden Freilandversuche in Versuchsanlagen und Obstbaubetrieben. Die Behandlung mit dem Präparat nemaplus® (e-nema GmbH, Ralsdorf) in einer Aufwandmenge von 250 000 oder 500 000 Nematoden (*Steinernema feltiae*) pro m² erfolgte je nach regionaler Kirschreife Ende Juni bis Anfang Juli ein- bis mehrfach gegen die abwandernden Maden. Die Ausbringung erfolgte je nach Versuchsanstellung mittels Gießkanne, Spritzbalken oder einer Mikrosprinkleranlage. In allen Fällen wurden die tatsächliche Aufwandmenge und die Qualität der Nematoden nach der Ausbringung überprüft. Zum Nachweis einer Wirkung wurde die Schlupfdichte adulter Fliegen im folgenden Frühjahr mit Hilfe von Fangtrichtern (Boden-Fotoelekktoren) auf behandelten und unbehandelten Teilflächen der Testanlagen erfasst.

Außerdem wurden bei einigen Versuchen zur direkten Erfolgskontrolle Kirschfruchtfliegenmaden im Freiland exponiert und anschließend auf eine Infektion mit Nematoden untersucht. Auch bei hohen Aufwandmengen, mehrfacher Behandlung und z.T. regelmäßiger Zwischenbewässerung der Versuchsflächen lag die Infektionsrate dieser Maden im Biotest unter 50%. In einem Praxisversuch in einer ökologisch bewirtschafteten Süßkirschanlage im Ostharz waren die Schlupfdichten adulter Fliegen (Kff) in insgesamt 60 auf der Anlage verteilten Fangtrichtern sowohl bei niedriger (2006) als auch hoher (2007) Populationsdichte nahezu identisch (2006: Unbehandelt/Behandelt: 0.8/1.9 Kff/m², 2007: Unbehandelt/Behandelt: 8.0/8.3 Kff/m²). Auch in anderen Versuchen hatten die ausgebrachten Nematoden offensichtlich keinerlei Effekt auf die Populationsentwicklung der Kirschfruchtfliege. Eine Anwendung ist daher nicht zu empfehlen.

Wirksamkeit entomopathogener Pilze gegenüber Entwicklungsstadien der Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi* L.

Helga SERMANN, Ali ALI, Julia LIEBETRAU

Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, FG Phytomedizin

In vorangegangenen Versuchen konnte die Wirksamkeit entomopathogener Pilze (EPP) und im Besonderen von *Lecanicillium muscarium* gegenüber wichtigen Schädlingen sowohl am Blatt als auch am Boden nachgewiesen werden. Auf Grund bestehender Erfahrungen aus zurückliegenden Versuchen mit EPP bei Miniierfliegen und der derzeit schwierigen Situation bei der Bekämpfung der Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi*, sollte die Wirksamkeit von EPP bei den bodengebundenen Entwicklungsstadien einschließlich der am Boden schlüpfenden Fliegen geprüft werden. Es kamen Konidien suspensionen ohne Zusätze von *Paecilomyces fumosoroseus* (Stamm P 6), *Beauveria bassiana* (Stamm B 412) und *Lecanicillium muscarium* (Stamm V 24) in den Konzentrationen 6, 5 × 10⁴, 10⁵, 10⁶, 10⁷ Konidien/ml zur Anwendung. Für die Versuche wurden natürlich abgewanderte Altlarven von *R. cerasi* aus befallenen Kirschen (Ökoanbau) gewonnen bzw. die gebildeten Puppen bis zu ihrer Verwendung 4 Monate bei 4°C gelagert. Im Tauchversuch wurden Fliegen 24 h nach dem Schlupf in 10 ml Suspension der jeweiligen Konzentration getaucht (n = 50 Fliegen/Variante). Anschließend wurden sie in Käfige (Göttinger Modell) verbracht, mit Futter versorgt und bei 21°C, 75% rel. LF, sowie 16 h Beleuchtung in der Klimakammer aufbewahrt. Die toten Fliegen wurden täglich gezählt und in Feuchtekammern inkubiert. Nach 6 Tagen wurden die verpilzten Fliegen gezählt. Die gerade abgewanderten Larven wurden nach der gleichen Vorgehensweise in die Suspension getaucht und anschließend auf ein Erd-Sandgemisch in Plastikdosen überführt (n = 50 Altlarven/Variante). Die Inkubation fand bei 21°C, 75% rel. LF statt. Nach 22 Wochen erfolgte die Begutachtung der Puppen. Für die Ermittlung der Wirkung der EPP auf die schlüpfenden Fliegen am Boden wurden 10 schlupfbereite Puppen in einer Plastikdose mit 30 g Erde (1 cm) bedeckt (5fache Wiederholung). Anschließend wurde die Bodenoberfläche mit jeweils 3 ml Sporensuspension der jeweiligen Konzentration bzw. Wasser in der Kontrolle besprüht. Die geschlüpften Fliegen wurden in Käfige überführt und mit Futter versorgt. Tote Fliegen wurden registriert und zur Inkubation in Feuchtekammern überführt. Nach 8 Tagen erfolgte die Bewertung der Verpilzung an den Fliegen.

An den getauchten Fliegen hafteten auch nach 24 Stunden bei 6,5 × 10⁶ Sp./ml noch mehr als 20 Sporen an einer Fliege. Selbst bei den geringeren Konzentrationen konnten noch Sporen an den Tierkörpern gefunden werden. Das hatte zur Folge,

dass bei allen drei geprüften Konzentrationen tote verpilzte Fliegen festzustellen waren. Sowohl bei 6,5 × 10⁶ als auch bei 10⁵ Sp./ml waren bei *B. bassiana* und bei *L. muscarium* nach 10 Tagen alle Fliegen tot und die Mehrzahl von ihnen mit dem typischen Myzel für den jeweiligen Pilz überzogen. Die hohe Mortalität und der hohe Verpilzungsgrad der Fliegen bei vergleichsweise geringer Sporendichte in der Suspension sowie die gute Haftung der Sporen am Wirtskörper deuten auf eine hohe Empfindlichkeit der Fliegen gegenüber den EPP hin.

Nach dem Tauchen der Larven in der Suspension konnte die Wirkung erst nach längerer Zeit begutachtet werden. Es war festzustellen, dass nur in der höheren Sporendichte von 6,5 × 10⁷ Sp./ml eine spürbare Wirkung zu erzielen war. Diese äußerte sich in der Verringerung des Anteils schlupffähiger Puppen. So waren bei *B. bassiana* nur noch 25% der Puppen lebensfähig und bei *L. muscarium* noch 58%. Offensichtlich ist die Zeitspanne, die der Pilz für die Infektion zwischen Larvenfall und fertiger Puppe zur Verfügung hat sehr kurz und nur die schnell keimenden Sporen können hier erfolgreich die Infektion abschließen. Eine spätere Wirkung der Pilze, die noch in der Puppe zum Absterben der Fliege führt, ist denkbar, muss aber noch in weiteren Versuchen geprüft werden.

Die Kontamination des Bodens vor dem Schlupf der Adulten kann bei den Fliegen, die die Puppenhülle verlassen und zur Bodenoberfläche streben, eine Infektion verursachen, die zum Tod der Tiere führt. Die Fliegen laden sich am Boden ausreichend Sporen auf, bevor sie flugfähig sind und auf die Wirtspflanze fliegen. Von den im Versuch schlüpfenden Individuen wurde ein schnelleres Absterben beobachtet als in der Kontrolle. Bis zum Ende der Versuche starben bei *B. bassiana* 72,2%, bei *P. fumosoroseus* 84,6% und bei *L. muscarium* sogar 100% der geschlüpften Tiere (signifikant zur Kontrolle). Der hohe Verpilzungsgrad bestätigte die Todesursache durch die jeweiligen Pilze. Diese Ergebnisse unterstreichen die hohe Empfindlichkeit der Fliegen gegenüber den geprüften EPP. Bei ausreichender rel. Luftfeuchte kommt es an den verpilzten Kadavern der Fliegen zur Sporulation, was insbesondere bei der Kopulation, zur Weitergabe der Sporen in der Population führen kann.

Fazit der Laboruntersuchungen

- Die geprüften EPP zeigten alle eine Wirkung gegenüber den Larven und Fliegen von *R. cerasi*.
- Die Differenzen in der Pathogenität zwischen den EPP waren relativ gering, besonders bei den Fliegen.
- Die Höhe der Mortalität war abhängig von der Konzentration der Sporen in der Suspension. In den Versuchen konnte schon mit einer Sporendichte von 10⁶ Sp./ml eine hohe Mortalität erreicht werden.
- Die Fliegen erwiesen sich als besonders empfindlich, da die Wirkung schon bei niedriger Sporendichte eintrat und die Sporen gut an den Tieren haften.

Ausblick

Für eine endgültige Beurteilung sind weitere Untersuchungen erforderlich und sollten sich auf die Prüfung der Wirksamkeit der EPP als Bodenapplikation unter Freilandbedingungen gegen die Altlarven und gegen die schlüpfenden Fliegen konzentrieren. Zu favorisierende EPP sind z.Z. *B. bassiana* (B 412) und *L. muscarium* (V 24).

Regulierung der Kirschfruchtfliege mit entomopathogenen Pilzen

Claudia DANIEL

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick, Schweiz