

Einatz entomopathogener Pilze gegen die Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi* – Erste Feldresultate

Claudia Daniel^{1,2}, Siegfried Keller³ & Eric Wyss¹

¹ Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Schweiz

² Department für Pflanzenwissenschaften, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München

³ Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Schweiz

Abstract: Field efficacy of entomopathogenic fungi to control *Rhagoletis cerasi*.

Two myco-insecticides, Naturalis-L (*Beauveria bassiana*) and PreFeRal®WG (*Paecilomyces fumosoroseus*), were applied against adult *R. cerasi* LOEW (Diptera: Tephritidae) in two orchards in north-western Switzerland in summer 2006. Both products were able to cause mycosis on adult flies under field conditions. However, only Naturalis-L significantly reduced the number of damaged fruits (efficacy: 69-74%), whereas damaged fruits were not significantly reduced with PreFeRal (efficacy: 27%). For *B. bassiana* living fungal propagules were still detectable seven days after application while the fungal propagules of *P. fumosoroseus* remained only three days. A control of *R. cerasi* with myco-insecticides seems possible under field conditions; however, the application regime still has to be improved.

Key words: Diptera, Tephritidae, *Rhagoletis cerasi*, biocontrol, entomopathogenic fungi, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Beauveria bassiana*.

C. Daniel, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ackerstrasse, 5070 Frick, Schweiz; claudia.daniel@fibl.org

Die Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi* LOEW (Diptera: Tephritidae) ist der wichtigste Schädling im Süßkirschenanbau in Europa. Bei unbehandelten Bäumen können bis zu 100% der Kirschen Madenbefall aufweisen. Da Handel und Verbraucher nur einen Befall von maximal 2% tolerieren, sind effiziente Bekämpfungsmaßnahmen gefragt. Der bisher verwendete Wirkstoff Dimethoate könnte im Zuge der Re-Evaluation von Pflanzenschutzmitteln in der EU seine Zulassung verlieren. Danach stünde die gesamte Kirschenproduktion in Europa vor der gleichen Situation wie derzeit der ökologische Landbau: eine Regulierung der Kirschfruchtfliege wäre nur noch über Leimfallen oder durch den Einsatz von Netzen möglich. Beide Methoden sind sehr arbeitsintensiv und oft nicht ausreichend wirksam. Im Labor wurden mehrere Pilzstämme gegen verschiedene Entwicklungsstadien der Kirschfruchtfliege geprüft, mit dem Ergebnis, dass nur adulte Fliegen befallen werden. Dabei zeigten die Pilze *Beauveria bassiana* und *Paecilomyces fumosoroseus* die beste Wirkung. Diese beiden Pilze, die bereits in kommerziellen Produkten formuliert sind, wurden 2006 in zwei Feldversuchen gegen adulte Kirschfruchtfliegen appliziert.

Material und Methoden

Die Versuche wurden im Sommer 2006 in zwei Obstanlagen (Pflanzjahr 2000) in der Nordwestschweiz (Sissach und Wintersingen) durchgeführt. Beide Obstanlagen wurden ökologisch bewirtschaftet, wobei in den letzten sechs Jahren nur gelbe Leimfallen zur Kontrolle der Kirschfruchtfliegen verwendet wurden. Die Obstanlage in Wintersingen bestand aus 30 etwa 3,5m hohen Bäumen (Sorten: 16 Bäume Dolleseppler, 6 Bäume Schauenburger, 4 Bäume Wölflsteiner, 2 Bäume Hollinger und 2 Bäume Waadt; etwa 2-2,5kg Ertrag/Baum). Die Obstanlage in Sissach bestand aus 21 etwa 3m hohen Bäumen (Sorten: 18 Bäume Dolleseppler, 3 Bäume Wölflsteiner; etwa 0,5-1kg Ertrag/Baum). Diese Obstanlage wurde am 26. Mai 2006 mit Schwefel behandelt, ansonsten kamen in beiden Anlagen keine Pestizide zum Einsatz. Die Versuche wurden in einem randomisierten Blockdesign mit 5 Wiederholungen in Wintersingen (3 Bäume pro Parzelle) und 7 Wiederholungen in Sissach (1 Baum pro Parzelle) angelegt.

Das Produkt Naturalis-L (*Beauveria bassiana* Stamm ATCC74040; Intrachem Bio Italia S.p.A.; Lot.-nr. 6001 14/03/06) wurde in beiden Anlagen eingesetzt, PreFeRal®WG (*Paecilomyces fumosoroseus* Stamm Apopka 97; Biobest, Belgien; Lot.-nr. 52806.2) wurde nur in Sissach appliziert. Beide Produkte wurden auf Tropfnäse (3l/Baum) in einer Konzentration von 5.75×10^4 CFU/ml (250ml Naturalis-L pro 100l; 2,88g PreFeRal®WG pro 100l) ausgebracht. Die vier Behandlungen erfolgten in wöchentlichem Abstand am 05., 12., 19. und 26. Juni 2006. Der Flug von *R. cerasi* wurde mit je einer gelben Leimfalle pro Baum überwacht. An den Fallen gefangene Fliegen wurden auf Pilzbefall untersucht. Blattproben wurden unmittelbar nach der ersten Behandlung, sowie 1, 3 und 7 Tage später entnommen. Die Anzahl lebender Konidien wurde im Labor mit der Methode von PILZ (2005) erfasst. Der Befall mit Maden wurde bei der Ernte (06. Juli 2006) erhoben. Pro Parzelle wurden 50 (Sissach) bzw. 225 (Wintersingen) Früchte geerntet, aufgeschnitten und auf Befall untersucht.

Die statistischen Auswertungen erfolgten für beide Anlagen separat. Normalverteilung (Shapiro-Wilk-W-Test) und Homogenität der Varianzen (Levene-Test) wurden geprüft. Die Anzahl Fliegen pro Gelbfalle wurde mit einer 2-way-ANOVA, der Befall der Kirschen mit Maden mit einer one-way-ANOVA ausgewertet. Die Mittelwerte wurden mit Tukey HSD post hoc Tests ($\alpha=0.05$) verglichen.

Resultate und Diskussion

In Abbildung 1 sind die Klimabedingungen, der Flugzeitraum und die Behandlungstermine dargestellt. Die relative Luftfeuchte schwankte im Versuchszeitraum (05. Juni bis 06. Juli 2006) zwischen 30,3% und 100% (Mittelwert 66,3%), wobei vor allem während der Nacht hohe Werte gemessen wurden und es am Morgen teilweise zu Taubildung kam. Die Temperatur befand sich in einem für die Pilzentwicklung geeigneten Bereich. Mit den vier Behandlungen wurde der gesamte Flugzeitraum der Kirschfruchtfliege gut abgedeckt.

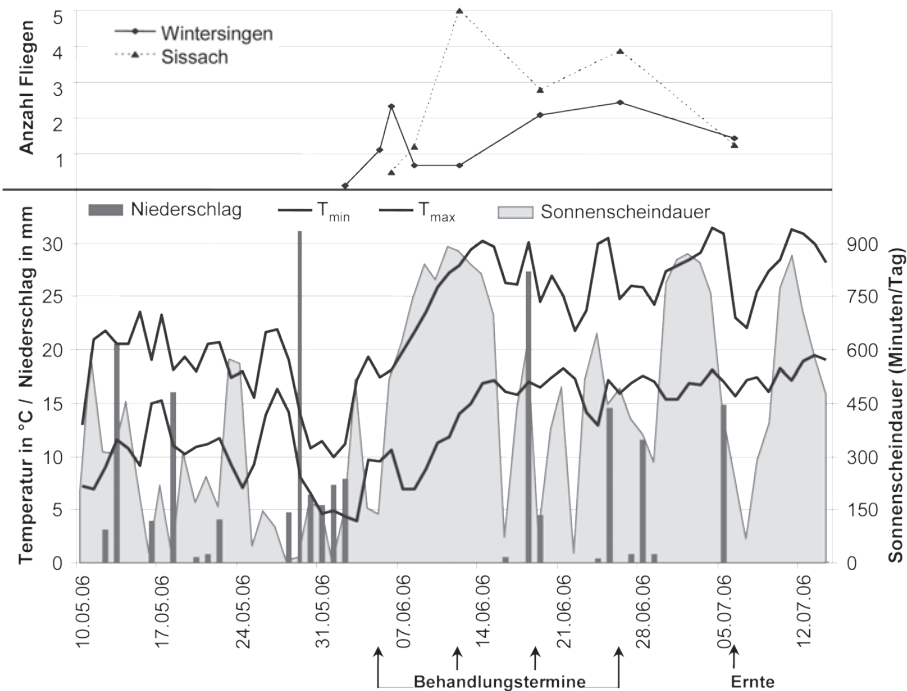


Abb. 1: Klimabedingungen (Temperatur in °C, Niederschlag in mm, Sonnenscheindauer in Minuten/Tag aufgezeichnet von der offiziellen Wetterstation Basel-Binningen) und durchschnittliche Anzahl Kirschfruchtfliegen pro 10 Fallen und Tag in Wintersingen und Sissach 2006.

Die Resultate der Blattproben sind in Tabelle 1 dargestellt: auf den PreFeRal®WG behandelten Blättern fanden sich bei der ersten Probenahme 275mal weniger aktive Sporen als auf den Naturalis-L behandelten Blättern. Drei Tage nach der Applikation war *P. fumosoroseus* nicht mehr aktiv. *B. bassiana* hingegen konnte auch sieben Tage nach der Applikation noch nachgewiesen werden, wobei auch hier ein starker Abbau beobachtet wurde. Da es nach der Applikation am 05.06.2006 niederschlagsfrei blieb, kann die beobachtete Reduktion nicht auf Abwaschung zurückgeführt werden, sondern spiegelt den UV-bedingten Abbau wieder. Wiederholte Applikationen im Abstand von sieben Tagen sind daher angebracht. Die Unterschiede zwischen PreFeRal®WG und Naturalis-L sind wahrscheinlich auf die Formulierung der Produkte zurückzuführen: Naturalis-L enthält Konidien von *B. bassiana* in einer öligen Formulierung, PreFeRal®WG enthält Blastosporen von *P. fumosoroseus* formuliert als wasserdispergierbares Granulat.

Tab. 1: Anzahl CFU (colony forming units) pro g Blattmasse und Anzahl Fliegen pro Falle.

Anlage	Behandlung	Blattproben: CFU / g Blätter ± se; (% lebende Konidien im Vergleich zur ersten Probenahme)				Fliegen/ Falle ± se ¹ (% Wirkungsgrad) ²
		Direkt nach Behandlung	1 Tag nach Behandlung	3 Tage nach Behandlung	7 Tage nach Behandlung	
Sissach	Kontrolle	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	11,00 ± 2,32 –
	Naturalis-L	9,2 ± 0,93 x 10 ⁴ (100%)	1,4 ± 0,21 x 10 ⁴ (15.2%)	4,3 ± 1,42 x 10 ³ (4.7%)	0,5 ± 0,35 x 10 ³ (0.5%)	6,00 ± 0,82 (45.5%)
	PreFeRal®WG	3,3 ± 3.33 x 10 ²	3,3 ± 3.33 x 10 ²	0 ± 0	–	7,57 ± 3,99 (31.2%)
Wintersingen	Kontrolle	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	7.33 ± 0.82 –
	Naturalis-L	11,6 ± 2,41 x 10 ⁴ (100%)	2,4 ± 0,23 x 10 ⁴ (20.7%)	5.2 ± 0.44 x 10 ³ (4.5%)	2.0 ± 0.61 x 10 ³ (1.7%)	4.06 ± 1.08 (35.1%)

1 Kumulative Anzahl Fliegen pro Falle während des gesamten Versuchszeitraumes (± se); (Statistik: **Wintersingen**: 2-way ANOVA (Block, Verfahren) Block: $F_{4,4} = 3,2530, p = 0,1399$, Verfahren: $F_{1,4} = 7,6845, p = 0,0502$; **Sissach**: 2-way-ANOVA (Sorte, Verfahren), Sorte: $F_{1,17} = 1,1114, p = 0,3065$, Verfahren: $F_{2,17} = 2,3700, p = 0,1236$).

2 Wirkungsgrad nach Abbott (ABBOTT, 1925).

Die kumulative Anzahl gefangener Fliegen pro Falle ist ebenfalls in Tabelle 1 dargestellt. Die Unterschiede zwischen den behandelten Bäumen und der Kontrolle waren nicht signifikant. Diese Beobachtung ist nicht überraschend, da die Fliegen nach einer Infektion noch einige Tage aktiv bleiben und in dieser Zeit an den Fallen gefangen werden können. Tendenziell fingen die Fallen in den behandelten Bäumen etwas weniger Fliegen als die Fallen in der Kontrolle. Der Nachweis einer Pilzinfektion bei den gefangenen Fliegen, war nicht immer zweifelsfrei möglich. Bei 7-23% der Fliegen, die in behandelten Bäumen gefangen wurden, konnte eine Pilzinfektion nachgewiesen werden.

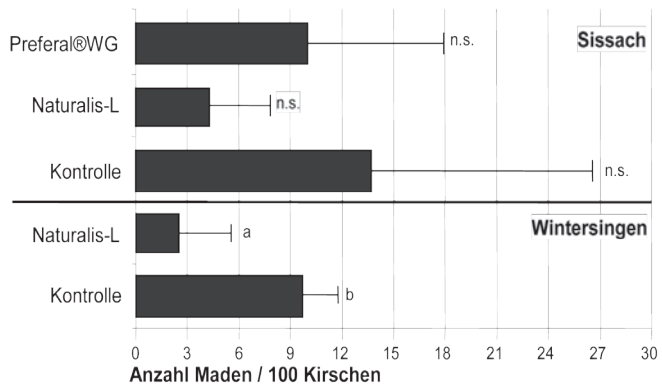


Abb. 2: Anteil madiger Kirschen (± se) in Sissach and Wintersingen. (Statistik: **Wintersingen**: Anzahl befallener Früchte pro 225 Früchte, One-way ANOVA; $F_{1,8} = 19,2292, p = 0.0023$, Tukey HSD test ($\alpha = 0.05$); **Sissach**: Anzahl befallener Früchte pro 50 Früchte, One-way ANOVA; $F_{2,18} = 1,9754, p = 0,1677$).

Durch die Fangmethode (Leimfallen) und den damit verbundenen raschen Tod der Fliegen ist es jedoch wahrscheinlich, dass der Anteil infizierter Fliegen unterschätzt wird. In der Kontrolle wurde bei weniger als 2% der gefangenen Fliegen ein Pilzbefall beobachtet. Aufgrund der recht kleinräumigen Versuchsanlage, ist es möglich, dass diese Fliegen aus den benachbarten, behandelten Parzellen eingewandert sind.

Der Erntebefall mit Maden ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Wirkungsgrade (Abbott) lagen bei 73.9% (Naturalis-L Wintersingen), 68,8% (Naturalis-L Sissach) und 27,1% (PreFeRal®WG Sissach). In Wintersingen waren diese Unterschiede signifikant, während in Sissach – aufgrund der starken Schwankungen in der Kontrolle – keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden konnten. Der Befall der behandelten Bäume lag in allen Verfahren über der Toleranzgrenze von 2 Maden pro 100 Kirschen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass eine Infektion von adulten *R. cerasi* mit entomopathogenen Pilzen unter Feldbedingungen möglich ist. Die Öl-Formulierung von Naturalis-L war für die Klimabedingungen im Feld besser geeignet als PreFeRal®WG. Trotz des recht guten Wirkungsgrades von Naturalis-L lag der Befall in beiden Anlagen noch über der Schadensschwelle von 2% (Wintersingen 2,5%; Sissach 4,3%). In weiteren Versuchen muss geprüft werden, ob sich der Befallsdruck durch eine regelmäßige, jährliche Bekämpfung unter die Schadensschwelle senken lässt.

Weiterhin müssen die Nebenwirkungen von anderen eingesetzten Pflanzenschutzmitteln, insbesondere von Fungiziden, auf die Pilzprodukte abgeklärt werden. Im Ökoanbau wird in der relevanten Periode nur Schwefel und Neemöl eingesetzt. Diese beiden Produkte sind kompatibel mit der Verwendung von entomopathogenen Pilzen (Depieri et al., 2005; Tamai et al., 2002), so dass eine Integration von Myco-Insektiziden in das Pflanzenschutzprogramm im Ökoanbau möglich sein sollte. Die Kombination von entomopathogenen Pilzen und synthetischen Fungiziden im integrierten und konventionellen Anbau könnte jedoch eine Herausforderung darstellen.

Danksagung: Für die finanzielle Unterstützung der Arbeit danken wir dem Landwirtschaftlichen Zentrum Ebenrain (LZE, Sissach, Schweiz). Weiterer Dank geht an Prof. Dr. D. Treutter (Technische Universität München) für die Betreuung der Doktorarbeit, B. Graf & P. Benninger für die Bereitstellung der Versuchsflächen, Intrachem Bio Italia S.p.A. und Andermatt Biocontrol AG für die Bereitstellung der Produkte Naturalis-L, PreFeRal®WG und der gelben Leimfallen (Rebell® amarillo).

Literatur

- ABBOTT, W.S. (1925): A method for computing the effectiveness of an insecticide. – J. Econ. Entomol. **18**: 265-267.
- DEPIERI, R.A., MARTINEZ, S.S. & MENEZES, A.O. (2005): Compatibility of the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycetes) with extracts of neem seeds and leaves and the emulsible oil. – Neotrop. Entomol. **34**: 601-206.
- PILZ, C. (2005): Natürliches Auftreten insektenpathogener Pilze beim Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*) und Versuche der Eignung von *Metharhizium anisopliae* zur mikrobiellen Bekämpfung. – Diploma Thesis. Universität für Bodenkultur Wien, 106 pp.
- TAMAI, M.A., ALVES, S.B., LOPES, R.B., FAION, M. & PADULLA, L.F.L. (2002): Toxicidade de produtos fitossanitarios para *Beauveria bassiana* (Bals.)Vuill. – Arq. Inst. Biol. **69**: 89-96.