

2. Zusammenfassung

Die Kirschfruchtfliege, *Rhagoletis cerasi* Loew (Diptera: Tephritidae), ist der Hauptschädling im europäischen Kirschenanbau. Die Bekämpfungsmöglichkeiten sind jedoch beschränkt. Für den Öko-Anbau stehen bisher keine effizienten Bekämpfungsmethoden zur Verfügung und die integrierte Produktion steht vor dem Problem, dass die gängigen Insektizide (Dimethoate) wegen Rückstands- und Nebenwirkungsproblemen vom Markt genommen werden. Neue Lösungen sind also gefragt! Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung einer Bekämpfungsstrategie auf der Basis von entomopathogenen Pilzen.

In einem ersten Schritt wurden mehrere Laborexperimente durchgeführt, um die Wirkung verschiedener Pilzstämme auf verschiedene Lebensstadien von *R. cerasi* zu untersuchen. Dabei erwiesen sich alle geprüften Pilzstämme als pathogen für Larven und Adulte. Diese Ergebnisse sind der erste Nachweis, dass eine Infektion von *R. cerasi* durch Hyphomyceten möglich ist. Obwohl alle Pilzstämme pathogen waren, gab es beträchtliche Unterschiede in der Virulenz, wie auch bezüglich der Anfälligkeit der verschiedenen Lebensstadien von *R. cerasi*. L₃ Larven waren kaum anfällig: nur 25% der Larven starben nach der Infektion. Im Gegensatz dazu erwiesen sich adulte Fliegen als hochanfällig für alle geprüften Pilzstämme (*Metarhizium anisopliae* 714, *M. anisopliae* 786, *Isaria fumosorosea* 531, *I. fumosorosea* Apopka 97 and *Beauveria bassiana* ATCC 74040), außer *Isaria farinosa* 954. Die hohe pilzbedingte Mortalität (90 bis 100%) der Fliegen hatte eine signifikant reduzierte Eiablage zur Folge. Höhere Konidienkonzentrationen führten zu einer höheren Mortalität, wobei *B. bassiana* bei niedrigen Konzentrationen tendenziell am besten wirkte. Bei jüngeren Fliegen wurden geringere Mortalitätsraten beobachtet, als bei älteren. Die Wirkung auf die Eifertilität war jedoch bei jüngeren Fliegen (0-1 Tag alt) am ausgeprägtesten. Bodenbehandlungen gegen schlüpfende Fliegen brachten ebenfalls vielversprechende Ergebnisse: die Mortalität der geschlüpften Fliegen war signifikant erhöht, was zu einer reduzierten Eiablage führte.

In einem zweiten Schritt wurden verschiedene Anwendungsstrategien für den Freilandein-satz geprüft: Bodenbehandlungen gegen schlüpfende Fliegen, die Anwendung einer Attract&Kill-Strategie, sowie die Behandlung der Bäume mit Pilzsporen. Da neben *R. cerasi* die beiden amerikanischen Kirschfruchtfliegenarten, *Rhagoletis indifferens* und *Rhagoletis cingulata*, in Europa beobachtet wurden und da die selektierten Pilzstämme möglicherweise eine schlechtere Wirkung gegen diese Arten zeigen, wurden die Freilandversuche von einem vierjährigen Überwachungsprogramm für diese Arten begleitet. Bisher ist der Besatz mit amerikanischen Kirschfruchtfliegen in den Obstanlagen der Nordwestschweiz jedoch sehr gering (<0.001%).

Bodenbehandlungen gegen schlüpfende Fliegen können nur erfolgreich sein, wenn die Migration der Kirschfruchtfliegen gering ist. Um die grundsätzliche Wirksamkeit von Bodenbehandlungen zu erfassen, wurden Freilandversuche mit Netzabdeckungen am Boden unter den Kirschbäumen durchgeführt. In beiden Versuchsanlagen, sowie in beiden Versuchsjahren reduzierte die Bodenabdeckung die Flugaktivität signifikant. Zudem zeigte sich, dass die Fliegen innerhalb einer Obstanlage nur sehr kurze Distanzen wandern (<5 m). Der Befall mit Maden wurde durch die Bodenabdeckung um 91% gesenkt. Ausgehend von diesen Resultaten wurde die Wirkung von Bodenbehandlungen mit entomopathogenen Pilzen gegen schlüpfende Fliegen in Halbfreilandversuchen untersucht. Die auf Gerstenkörnern formulier-

ten Pilzstämmen erhöhten die Mortalität der geschlüpften Fliegen, was eine zu 90% reduzierte Eiablagerrate zur Folge hatte. Diese Versuche zeigen zwar erstmals, dass eine Regulierung der Kirschfruchtfliege über Bodenbehandlungen mit entomopathogenen Pilzen unter Freilandbedingungen möglich ist, da die Resultate nur auf einem Versuchsjahr und einem Standort beruhen, sind verallgemeinernde Schlussfolgerungen verfrüht. Eine weitere Prüfung dieser Strategie wäre jedoch lohnend.

Ein weiterer Ansatz, um die Fliegen unter Freilandbedingungen in Kontakt mit den Pilzsporen zu bringen, ist die Anwendung einer Attract&Kill-Strategie. Da für die Anlockung der Fliegen hochattraktive Köder notwendig sind, wurde die Wirkung verschiedener Fallen und Köder über drei Jahre in fünf verschiedenen Versuchsanlagen untersucht. Obwohl einige Köder die Fangzahlen der gelben Leimfallen verdoppeln konnten, ist die Wirkung für einen effizienten Massenfang oder für funktionierendes Attract&Kill-Verfahren zu gering.

Die Behandlung der Bäume mit Sporensuspensionen von entomopathogenen Pilzen ist eine weitere Möglichkeit, um die Fliegen im Freiland zu infizieren. Regelmäßige Spritzungen (alle sieben Tage) von *B. bassiana* (Produkt Naturalis-L) konnten den Befall der Früchte mit Maden um 60 bis 70% reduzieren. Die mit Leimfallen überwachte Flugaktivität ging nach der Behandlung leicht zurück. An den gefangenen Fliegen konnten Pilzinfektionen nachgewiesen werden. Die Versuche in zwei Jahren und in fünf verschiedenen Obstanlagen konnten zeigen, dass diese Wirkung auch unter verschiedenen Wetterbedingungen und bei verschiedenen Befallsstärken der Kirschfruchtfliege gegeben ist. Die anderen geprüften Verfahren (Behandlung mit *I. fumosorosea*, Produkt: PreFeRal®WG, sowie extensive Applikationsstrategie von Naturalis-L) zeigten weniger befriedigende Resultate.

Da die Konidien von *B. bassiana* im Produkt Naturalis-L in einer öligen Formulierung vorliegen, wurden die Nebenwirkungen der Formulierungshilfsstoffe und anderer Ölprodukte auf die Eiablage von *R. cerasi* untersucht. Die Beobachtungen im Labor zeigten, dass Ölprodukte die Eiablage der Fliegen verhindern: Die Fliegen landeten zwar wiederholt auf behandelten Früchten und versuchten Eier zu legen, fanden aber auf der öligen, rutschigen Oberfläche nicht genügend Halt, um mit ihrem Legeapparat die Fruchthaut zu penetrieren. Die Anzahl abgelegter Eier war daher deutlich reduziert. Bei den Halbfreiland- und Freilandversuchen zeigte sich jedoch, dass Ölprodukte auf der Fruchtoberfläche recht schnell abgebaut werden und daher nur sehr kurzzeitig Schutz bieten. Für das Produkt Naturalis-L deuten diese Ergebnisse auf einen dualen Wirkungsmechanismus hin: einerseits werden die Fliegen durch die Pilzinfektion abgetötet, andererseits wird den sublethal geschädigten Individuen die Eiablage durch den Belag auf den Früchten zusätzlich erschwert.

Zusammenfassend kann man sagen, dass mit der Applikation von Naturalis-L (*Beauveria bassiana*) eine wirksame Strategie zur Bekämpfung von *R. cerasi* zur Verfügung steht. Naturalis-L ist seit 2008 für diese Indikation in der Schweiz und Italien zugelassen. Für eine gute Wirkung gegen die Kirschfruchtfliege, sollte Naturalis-L beginnend fünf bis zehn Tage nach Flugbeginn bis sieben Tage vor der Ernte in 7-tägigen Abstand mit einer Konzentration von 0.25% (1000 l Wasser pro Hektar) appliziert werden. Bei Hochstammbäumen, wo eine gute Benetzung der oberen Baumkrone bei der Spritzung oft nicht möglich ist, bleibt die Bekämpfung der Kirschfruchtfliege jedoch weiterhin schwierig. Um auch für diese Situationen eine Lösung zu finden, sind weitere Versuche zur Bodenbehandlung mit entomopathogenen Pilzen gegen schlüpfende Fliegen notwendig.