



Feuerbrand: Pflanzenschutzmittelversuche 2016

Unter dem Dachprojekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand» und dem Projekt «HERAKLES Plus» wurden 2016 zwei Pflanzenschutzmittelversuche zur Wirksamkeitsprüfung alternativer Pflanzenschutzmittel gegen die Krankheit Feuerbrand in einer total eingezäunten Parzelle am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof in Wintersingen (BL) durchgeführt. In zwei Versuchen wurden vorrangig Strategien zu verschiedenen Einsatzzeitpunkten von LMA getestet. Auch eine biotaugliche Strategie mit Blossom Protect™ und Myco-Sin wurde geprüft. Zudem wurde versuchsweise das nicht bewilligte ANTINFEK®30P, das in ähnlicher Zusammensetzung im Interreg-IV Projekt zum Einsatz kam, erstmals in der Schweiz gegen Feuerbrand getestet.

VANESSA REININGER, ANITA SCHÖNEBERG, SARAH PERREN
UND EDUARD HOLLIGER, AGROSCOPE, WÄDENSWIL
vanessa.reininger@agroscope.admin.ch

Verursacht wird Feuerbrand durch das Bakterium *Erwinia amylovora*, einen Quarantäneorganismus der Stufe II. Im Jahr 2016 war das Antibiotikum Streptomycin gegen diese bedeutende Kernobst-Krankheit durch das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) nicht mehr zugelassen, nachdem der Einsatz seit 2008 nach dem verheerenden Feuerbrandjahr 2007 mit einer

jährlichen Allgemeinverfügung geregelt wurde. Umso wichtiger ist es daher, zuverlässige alternative Pflanzenschutzmittel (PSM)-Einsatzstrategien zu entwickeln. Unter dem Dach «Gemeinsam gegen Feuerbrand» wurden im Jahr 2016 zwei PSM-Versuche in einer total eingezäunten Parzelle durchgeführt. Pro Versuch wurden sieben beziehungsweise sechs verschiedene Behandlungsstrategien an zweijährigen Gala-Galaxy-Topfbäumen bei Vollblüte getestet. Der erste Versuch erfolgte zum Zeitpunkt der regulären Apfelblüte am Standort. Für den zweiten Versuch

wurde die Winterruhe der Bäume durch Kühlagerung bei 4 °C bis nach Abschluss des ersten Versuchs verlängert, sodass sie Ende Juni zur Vollblüte kamen. Auf diese Weise können der Praxis zwei Versuchsdatensätze pro Jahr zur Verfügung gestellt werden.

Nur sekundär inokulierte Bäume mit PSM behandelt

In beiden Versuchen wurde jeweils nur der mittlere von sieben Versuchsbäumen in einem Block mit einer Zelldichte von 5×10^8 pro ml mit dem Feuerbrandbakterium *E. amylovora* und einer Menge von 110 ml im ersten beziehungsweise 70 ml im zweiten Versuch inokuliert (primär inokulierte Bäume). Ein Hummelvolk verteilte in der total eingezetzten Parzelle das Inokulum auf die sekundären Versuchsbäume rechts und links der primären Bäume. Diese Blöcke wurden je sechsmal pro Verfahren wiederholt, sodass jedes Verfahren 36 sekundär inokulierte Bäume umfasste, und randomisiert über die Parzelle verteilt war (Abb. 1). Nur die sekundär inokulierten Versuchsbäume wurden im Folgenden mit PSM behandelt (Tab. 1 und Abb. 2). Ein LMA/Streptomycin-Verfahren wurde auch in diesem Jahr als Referenz mitgeführt.

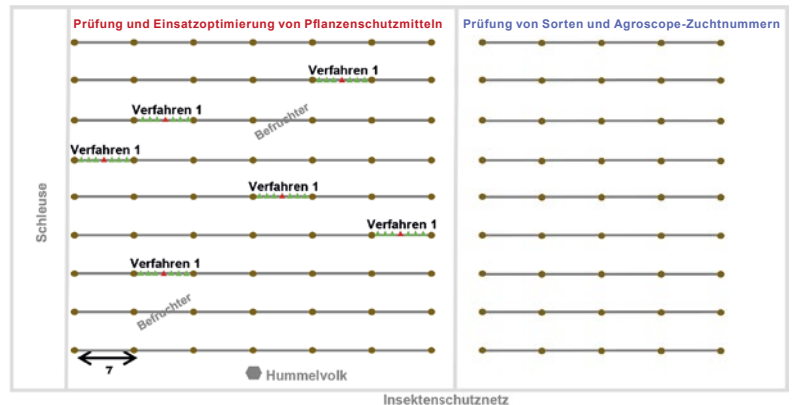


Abb. 1: Schematische Darstellung der Parzelle am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof mit primären (rot) und sekundären (grün) Versuchsbäumen.

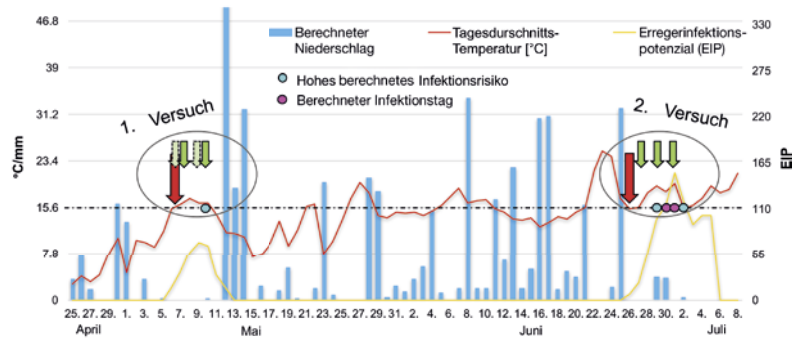


Abb. 2: Witterungsbedingungen und PSM-Einsatzzeitpunkte in Wintersingen (BL) während den beiden Versuchen am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof 2016. Rote Pfeile signalisieren Inokulation mit *E. amylovora*; dunkelgrüne Pfeile PSM-Hauptbehandlungen und hellgrüne Pfeile PSM-Zwischenbehandlungen.

Tab. 1: Verfahren, zugehörige Präparate sowie Befalls- und Wirksamkeitsdaten für die Feuerbrand-Pflanzenschutzmittelversuche 2016. Der obere Teil der Tabelle zeigt die Verfahren des ersten Versuchs, der untere Teil die Verfahren des zweiten. Verschiedene Buchstaben hinter den Wirkungsgraden zeigen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren nach Tukey's HSD an (Signifikanzlevel $P \leq 0.05$). *Basis: 10^4 000 m³ Baumvolumen/ha. Weitere Informationen zu den Wirkungsgraden im blauen Kasten unterhalb.

ID	Präparat	Wirkstoff	Mittelmenge*	Behandlungsabfolge	Befall/Wirkungsgrad (WG)
Versuch (Mai)					
V 1	unbehandelt	—	—	—	16% Befall
V 2	LMA Streptomycin	Kaliumaluminiumsulfat (80%) Streptomycinsulfat (21.6%)	20 kg 0.6 kg	1 × LMA und 1 × Strepto nach Inokulation mit <i>E. amylovora</i> (<i>E.a.</i>)	67% WG (a)
V 3	LMA	Kaliumaluminiumsulfat (80%)	20 kg	2 × LMA nach Inokulation mit <i>E.a.</i>	32% WG (b)
V 4	LMA «eng»	Kaliumaluminiumsulfat (80%)	20 kg	2 × LMA nach Inokulation mit <i>E.a.</i>	35% WG (b)
V 5	LMA mit Vorbehandlung	Kaliumaluminiumsulfat (80%)	20 kg	1 × LMA vor Inokulation mit <i>E.a.</i> 2 × LMA nach Inokulation mit <i>E.a.</i>	15% WG (b)
V 6	Blossom Protect™ Myco-Sin	<i>Aureobasidium pullulans</i> (5×10^9 kbE/g) 65% Schwefelsaure Tonerde, 0.2% Schachtelhalmextrakt	12 kg 8 kg	1 × Blossom Protect™ vor Inokulation 1 × Myco-Sin und 1 × Blossom Protect™ nach Inokulation	38% WG (b)
V 7	ANTINFEK®30P	1. Chlorhydrate Poly-Hexamethylene Biguanide (3.2%) 2. Silber-Ionen (0.01 mg/m ³)	5%	2 × ANTINFEK®30P nach Inokulation	82% WG (a)
Versuch (Juni/Juli)					
V 1	unbehandelt	—	—	—	9% Befall
V 2	LMA Streptomycin	Kaliumaluminiumsulfat (80%) Streptomycinsulfat (21.6%)	20 kg 0.6 kg	2 × LMA und 1 x Strepto nach Inokulation mit <i>E. amylovora</i>	78% WG (a)
V 3	LMA	Kaliumaluminiumsulfat (80%)	20 kg	2 × LMA nach Inokulation mit <i>E.a.</i>	6% WG (c)
V 4	LMA «eng»	Kaliumaluminiumsulfat (80%)	20 kg	3 × LMA nach Inokulation mit <i>E.a.</i>	50% WG (ab)
V 5	Blossom Protect™	<i>Aureobasidium pullulans</i> (5×10^9 kbE/g)	12 kg	1 × Blossom Protect™ vor Inokulation 2 × Blossom Protect™ nach Inokulation	34% WG (bc)
V 6	ANTINFEK®30P	1. Chlorhydrate Poly-Hexamethylene Biguanide (3.2%) 2. Silber-Ionen (0.01 mg/m ³)	2.5%	3 × ANTINFEK®30P nach Inokulation	61% WG (ab)

Die im vorliegenden Versuch ermittelten Wirkungsgrade der PSM-Strategien spiegeln nicht die Wirkungsgrade unter Praxisbedingungen wider. Aufgrund der künstlichen Inokulation steigt die Feuerbrandbakteriendichte in der Regel stärker und schneller an, als dies unter Praxisbedingungen der Fall wäre. Demnach sind die Wirkungsgrade niedriger und relativ zueinander zu betrachten (z.B. hat LMA im ersten Versuch einen vergleichbaren Wirkungsgrad wie die Strategie mit Blossom Protect™ und Myco-Sin).



Abb. 3: Pflanzenschutzmittelapplikation in der total eingezetzten Parzelle im Juni 2016.

PSM-Einsatz

Zu Versuchsbeginn (Vollblüte) wurden alle Blütenbüschel jedes Baums gezählt. Im ersten Versuch kamen sieben und im zweiten sechs PSM-Verfahren zur Anwendung (Tab. 1). Mit einer Motor-Rückenspritze wurden 150 ml PSM pro Baum appliziert (Abb. 3), dies entspricht einer ausgebrachten Brühmenge von 500 L/ha. Für die Berechnung der auszubringenden Brühmenge wurde aufgrund der kleinen zweijährigen Topfbäume mit 1 m Kronenhöhe und einer Anzahl von 3333 Bäumen pro Hektare gerechnet. Dies ergab eine eingesetzte Präparatmenge, die der Hälfte der bewilligten Menge entspricht (z.B. LMA 10 kg/ha, Tab. 1). Die Behandlungstermine sind in Tabelle 2 aufgeführt, wobei zu beachten ist, dass es im ersten Versuch eine Zwischenbehandlung für die eng gestaffelte LMA-Behandlung und für die Strategie mit Blossom Protect™ und Myco-Sin gab (9. Mai). Zudem konnte aufgrund von Niederschlägen und kühlen Temperaturen ab dem 12. Mai (Pfingsten) die dritte Behandlung im ersten Versuch nicht mehr durchgeführt werden (Tab. 2 und Abb. 2).

Blütenbüschel-Bonitur

Die Auswertung der Versuche erfolgte drei Wochen nach Inokulation, als die Feuerbrandsymptome deutlich ausgeprägt waren. Es wurden alle befallenen und nicht befallenen Blütenbüschel separat gezählt, um mittels folgender Formeln die Befallsraten und Wirkungsgrade der verschiedenen PSM-Verfahren zu berechnen:

1. Befall [%] = $(\text{Total Blütenbüschel mit Feuerbrand} \div \text{Total Blütenbüschel zur Vollblüte}) \times 100$
2. Wirkung [%] = $(\text{Befall Kontrolle} [\%] - \text{Befall Verfahren} [\%]) \div \text{Befall Kontrolle} [\%] \times 100$

Zellzahlbestimmung

Zu je vier Zeitpunkten pro Versuch wurden die Blüten der sekundären Bäume auf ihre Feuerbrand-Bakteriendichte hin beprobt (Abb. 4). Dies erlaubt eine Korrelation des Blütenbüschel-Befalls mit der Erregerdichte auf den Blüten. Hierzu wurden jeweils 24 Blütenproben aus je drei Wiederholungen der unbehandelten Kontrolle, des LMA/Streptomycin-Verfahrens und des reinen LMA-Verfahrens sowohl im Mai als auch im Juni/Juli (2x/3x LMA) genommen. Das Verfahren mit ANTINFEK®30P wurde lediglich im ersten Versuch beprobt. Die erste Probenahme spiegelt den Startwert der Zelldichte wider, das heisst er gibt die Baseline an. Sowohl die Zahl der lebenden als auch der bereits abgestorbenen Zellen auf den Blüten wurde bestimmt (real-time PCR).

Beste Wirkung: ANTINFEK®30P und LMA/Streptomycin

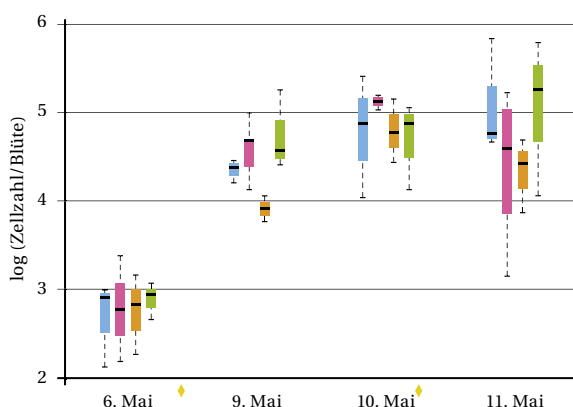
Der Blütenbüschel-Befall in der unbehandelten Kontrolle belief sich im ersten Versuch auf 16% und im zweiten auf 9%. Die höchsten Wirkungsgrade wurden durch ANTINFEK®30P und das LMA/Streptomycin-Verfahren erzielt. LMA alleine lieferte Wirkungsgrade bis zu 50% und die biotauglichen Verfahren mit Myco-Sin und Blossom Protect™ Wirkungsgrade bis zu 38% (Tab. 1). Insbesondere im zweiten Versuch hatte die eng gestaffelte LMA-Strategie einen deutlich höheren Wirkungsgrad als die LMA-Strategie mit einem grösseren zeitlichen Abstand nach der ersten Behandlung. Der Grund für den im Vergleich zu den anderen Strategien geringen Wirkungsgrad der Strategie mit Blossom Protect™ im zweiten Versuch liegt vermutlich ebenfalls im zu grossen zeitlichen Abstand zwischen der ersten und zweiten Behandlung.

Die Zellzahl auf den Blüten der sekundären Bäume startete mit einem Wert zwischen 100 und 1000 Zellen pro Blüte. Im Versuchsverlauf stieg die Zellzahl auf rund 500'000 Zellen pro Blüte an. Im ersten Versuch zeigte sich eine hemmende Wirkung im Zellwachstum

Tab. 2: Behandlungsprotokolle für beide Versuche 2016. Die Behandlungen erfolgten jeweils nach der Probenahme für die real-time PCR.

	Inokulation mit <i>E. amylovora</i> Vorbehandlungen: LMA, BP	Behandlung I	Zwischenbehandlung	Behandlung II	Behandlung III
Versuch I	6. Mai	7. Mai	9. Mai (LMA «eng», BP)	10. Mai	Keine Behandlung
Versuch II	26. Juni	27. Juni	Keine Behandlung	29. Juni	1. Juli

a. Real-time PCR – Versuch Mai 2016



b. Real-time PCR – Versuch Juni/Juli 2016

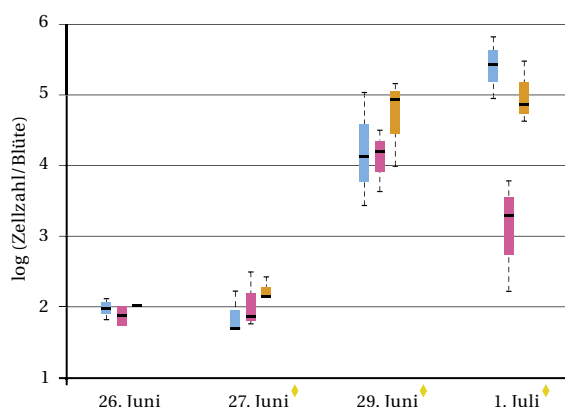


Abb. 4: Zellzahlen pro Blüte im (a) ersten und (b) zweiten Versuch 2016 ermittelt durch real-time PCR.

■ = unbehandelte Kontrolle (V1), ■ = LMA/Streptomycin-Verfahren (V2), ■ = reines LMA-Verfahren (V3/V4), ■ = ANTINFEK®30P (5%) (V7). ♦ = PSM Behandlungszeitpunkte (Behandlung jeweils nach Probennahme).

durch das reine LMA-Verfahren, insbesondere am 9. und 11. Mai. Im zweiten Versuch hingegen war eine hemmende Wirkung des Wachstums am 1. Juli nach der Streptomycin-Behandlung im LMA/Streptomycin-Verfahren zu verzeichnen (Abb. 4). Obwohl ANTINFEK®30P im ersten Versuch einen Wirkungsgrad von 82% hatte, blieben die Zellzahlen bis zum Ende der Beprobung auf hohem Niveau (Abb. 4a). Der Wirkstoff scheint die Zellen beziehungsweise deren DNA zu konservieren, sodass sie in der real-time PCR noch nachgewiesen werden können. Es handelt sich eventuell um abgestorbene Zellen, denn bei Kultivierung der Lösung aus mit ANTINFEK®30P behandelten Blüten wuchsen keine Zellen. Im zweiten Versuch wurden keine Proben von mit ANTINFEK®30P behandelten Blüten für die real-time PCR Analyse entnommen. Das Desinfektionsmittel ANTINFEK®30P ist in keinem Land gegen Feuerbrand zugelassen und verursachte in unseren Versuchen beachtliche phytotoxische Schäden.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Jahr 2016 herrschten in beiden Versuchsdurchgängen optimale Witterungsbedingungen für Feuerbrandinfektionen. Der Befall in der unbehandelten Kontrolle war hoch. Es zeigt sich, dass bei hohem

Feuerbrand-Infektionsdruck eine eng gestaffelte Behandlung mit LMA zu einer erhöhten Wirkung gegen Feuerbrand führte. Die Verbesserung der Wirkungssicherheit bei den alternativen PSM im Vergleich zu Streptomycin stellt nach wie vor eine grosse Herausforderung dar. Vergleichbare Wirkungsgrade zum LMA/Streptomycin-Verfahren lieferte nur das Desinfektionsmittel ANTINFEK®30P. Dieses ist in ähnlicher Zusammensetzung aus dem Interreg-IV Projekt bekannt und wurde nun erstmals in der Schweiz getestet, wobei die Ergebnisse in weiteren Versuchen untermauert werden müssen. Es zeigten sich jedoch beachtliche phytotoxische Schäden bei Behandlungen mit ANTINFEK®30P. Für 2017 sind zwei Wirksamkeitsversuche am Breitenhof geplant.

Dank

Unser Dank richtet sich an die Projektpartner von «Gemeinsam gegen Feuerbrand» (BLW, SOV und Kanton AG) und die Projektpartner von HERAKLES Plus (CAVO Stiftung, Kantone AG, BE, LU, SG, TG und ZH sowie IP-SUISSE), die diese praxisnahe Forschung finanziell unterstützen. ■

Feu bactérien: essais de produits phytosanitaires 2016

R É S U M É

Dans le cadre du projet intégré «Ensemble contre le feu bactérien» et du projet «HERAKLES Plus», deux essais de lutte phytosanitaire contre le feu bactérien ont été menés au Centre d'essai fruits à noyau Breitenhof d'Agroscope avec dans le point de mire une optimisation de stratégies alternatives en lieu et place de l'antibiotique streptomycine. En 2016, on a surtout testé différentes méthodes de déploiement du LMA. Il est apparu que des applications plus rap-

prochées de LMA donnaient un meilleur résultat dans la lutte contre le feu bactérien. Le désinfectant ANTINFEK®30P, déjà connu pour avoir été utilisé dans une formulation similaire dans le contexte du projet Interreg IV, a été testé pour la première fois en Suisse. Des degrés d'efficacité relativement élevés ont été obtenus lors des essais de terrain, mais au prix de dégâts phytotoxiques considérables. Il s'agit maintenant de valider ces résultats par d'autres essais.