



Pflanzenschutzmittelversuche gegen Feuerbrand 2018

Im Jahr 2018 wurden am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof in Wintersingen (BL) zwei Feuerbrandversuche mit alternativen Pflanzenschutzmitteln durchgeführt. Erstmals wurde die Wirksamkeit verschiedener Mittel auf der feuerbrandrobusten Sorte «Ladina» mit der standardmässig in Wirksamkeitsversuchen gegen Feuerbrand eingesetzten hoch anfälligen Sorte «Gala Galaxy» verglichen.

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

Agroscope führt jährlich Feuerbrandversuche in einer total eingezäunten Freilandparzelle am Steinobstzentrum Breitenhof durch (Abb. oben). In der quergeteilten Parzelle werden Pflanzenschutzmittel (PSM) und PSM-Strategien gegen Feuerbrand getestet, damit die Branche von neuen Ansätzen und Erkenntnissen profitieren kann. Ein erster Versuchsdurchlauf erfolgte 2018 zur Zeit der natürlichen Apfelblüte Ende April; ein zweiter Versuch fand im Juni mit zuvor im Kühler gelagerten Bäumen statt.

Versuchsaufbau

Der erste Versuch diente dem Vergleich von PSM gegen Feuerbrand mit der robusten Sorte «Ladina» im Gegensatz zur hoch anfälligen Sorte «Gala Galaxy». Hier wurden die Mittel LMA, das Hefe-basierte Mittel Blossom Protect™ (*Aureobasidium pollulans*) und erstmals das bakterielle antagonistische Mittel Pomavita (*Pantoea agglomerans*) getestet. Im zweiten Versuch, der ausschliesslich auf «Gala Galaxy» durchgeführt wurde, lag der Fokus einerseits auf dem Vergleich zwischen drei verschiedenen LMA-Aufwandmengen. Andererseits wurden vier antagonistische Präparate getestet: Blossom Protect™, Pomavita, die bei Agroscope auf ihre Wirksamkeit gegenüber Feuerbrand im Labor



selektierte Hefe *Metschnikowia pulcherrima* und eine weitere Testsubstanz. *Metschnikowia* wurde im diesjährigen Versuch in einer neuen Vermiculit-basierten Formulierung und beim Brüheansatz zusätzlich mit der zitronensäurehaltigen Komponente A von Blossom Protect™ gemischt, um den gewünschten pH-Wert in der Spritzbrühe zu erreichen. Eine unbehandelte Kontrolle wurde in beiden Versuchen mitgeführt.

Jedes Versuchsverfahren wurde sechsmal zufällig über die Parzelle verteilt wiederholt und bestand jeweils aus sieben dreijährigen Topfbäumen (Abb. 1). Der mittlere Baum jeder Wiederholung war ein sogenannter primärer Baum, d.h. er wurde zur Vollblüte mit dem Feuerbranderreger *Erwinia amylovora* in einer Konzentration von 1×10^9 (1. Versuch) respektive 1×10^8 Zellen (2. Versuch) direkt eingesprüht. Mittels Hummeln, die für die Versuche in der Parzelle eingesetzt wurden, fand eine natürliche Verbreitung des Bakteriums von den primären Bäumen auf die geöffneten Blüten der sogenannten sekundären Versuchsbäume statt. Die PSM-Behandlungen auf den sekundären Versuchsbäumen erfolgten bei jedem Versuchsverfahren dreimal im Abstand von je zwei Tagen mit einer Motor-Rückenspritze (Abb. 2 und Tab. 1). Pro Versuchsbäum und Behandlungstermin wurden 150 ml Spritzbrühe ausgebracht. Dies entspricht bei diesen Topfbäumen einer ausgebrachten Wassermenge von 500 L/ha.

Alle antagonistischen Hefen und bakteriellen Antagonisten wurden jeweils bereits drei Stunden nach der Inokulation appliziert, hingegen LMA erst am fol-

genden Tag. Die Berechnung von Befalls- und Wirkungsgraden erfolgte über folgende Formeln (nach ABBOTT), wobei zu Beginn beider Versuche alle Blütenbüschel jedes Baums gezählt wurden. Nach Ausprägung der Symptome (4 ½ Wochen im ersten und 3 Wochen im zweiten Versuch) wurden alle Blütenbüschel mit Symptomen notiert:

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

Für die statistische Auswertung wurden die Daten mittels Quadratwurzel transformiert. Die Auswertung erfolgte anhand eines lme (linear mixed effects model) und anschließender ANOVA (Varianzanalyse). Im ersten Versuch wurden die statistischen Berechnungen zusätzlich separat pro Sorte durchgeführt.

«Ladina» bestätigt Robustheit

Der Befall in der unbehandelten Kontrolle belief sich im ersten Versuch auf 14.3% bei «Gala Galaxy» und 6.4% bei «Ladina». Die Feuerbrandrobustheit der Sorte an sich führte in Kombination mit den eingesetzten PSM im Vergleich zu «Gala Galaxy» zu einem signifikant geringeren Befall und im Umkehrschluss zu höheren Wirkungsgraden (Abb. 3). Im zweiten Versuch wurde ein Befall von 16.4% verzeichnet (Tab. 2).

Der Befall bei «Ladina» war für alle getesteten PSM signifikant geringer als in der Kontrolle, wogegen



Abb. 1: Versuchsvorbereitungen – Aufstellen der dreijährigen Versuchsbäume am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof.

bei «Gala Galaxy» nur das Verfahren mit Blossom Protect™ den Befall signifikant senken konnte. Bei «Ladina» lagen die Wirkungsgrade zwischen 87% und 98% – bei «Gala Galaxy» hingegen nur zwischen 17% und 46%. Auf beiden Sorten zeigte Blossom Protect™ den höchsten Wirkungsgrad (98% auf «Ladina» und 46% auf «Gala Galaxy»). LMA zeigte bei «Ladina» mit 95% eine vergleichbare Wirkung wie Blossom Protect™. Der Wirkungsgrad von Pomavita (87%) war bei Ladina signifikant niedriger als die Wirkungsgrade von LMA und Blossom Protect™. Auf «Gala Galaxy» hingegen unterschieden sich die Wirkungsgrade der getesteten Mittel nicht signifikant; alle zeigten in diesem Versuch nur geringe Wirksamkeit, womöglich aufgrund des hohen Feuerbranddrucks.

Im zweiten Versuch unterschied sich statistisch lediglich der Befall der Variante mit 6.6% LMA (das

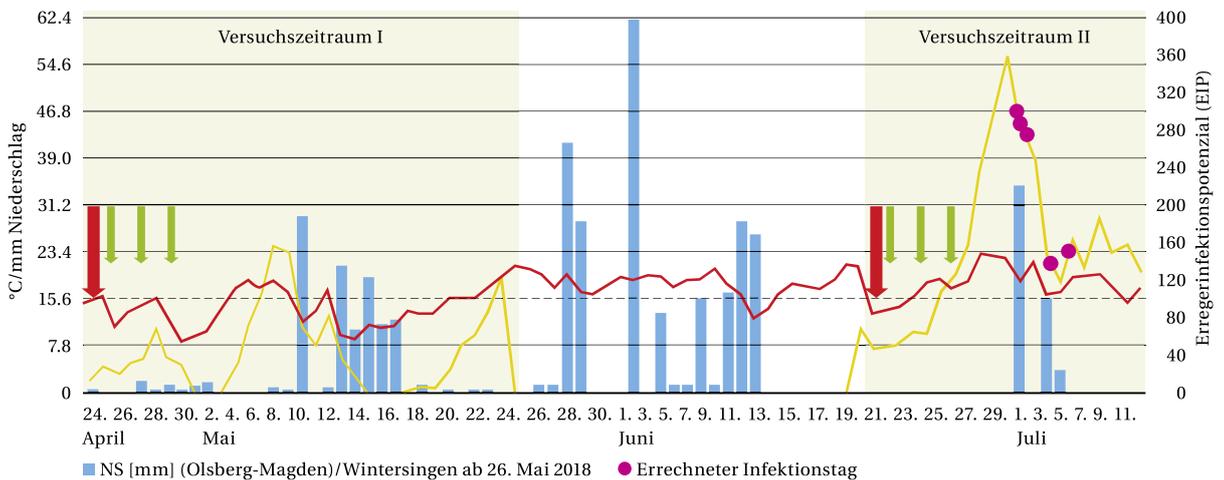


Abb. 2: Temperatur- (rot) und Niederschlagsbedingungen (NS, blau) am Breitenhof (NS-Werte zwischen 24. April und 24. Mai 2018 von der Wetterstation Olsberg-Magden). Das berechnete Erregerinfektionspotenzial (EIP) ist gelb dargestellt und jeweils ab Versuchsbeginn (Inokulation mit *E. amylovora*) bis zur Blütenbüschelbonitur gerechnet. Rote Pfeile signalisieren die Inokulation mit *E. amylovora*, grüne die Behandlungen mit PSM.

	Inokulation mit <i>E. amylovora</i>	1. Behandlung	2. Behandlung	3. Behandlung
Versuch I	24. April (1×10^9)	25. April	27. April	29. April
Versuch II	21. Juni (1×10^8)	22. Juni	24. Juni	26. Juni

Tab. 1: Behandlungsprotokolle für beide Versuche 2018. Die Behandlungen erfolgten jeweils nach der Probenahme für die Zellzahlbestimmung mittels real-time PCR. Erste Behandlung mit Antagonisten am Inokulationstag (3 h nach Inokulation): Blossom Protect™, Metschnikowia, Pomavita und Testsubstanz (24. April bzw. 21. Juni 2018).

entspricht 35 kg LMA/ha/10'000 m³ Baumvolumen) von der unbehandelten Kontrolle. Dieses Verfahren wurde an der Versuchsvorbereitung am JKI Dossenheim (D) mit den deutschen Versuchsanstellern festgelegt. Die anderen Verfahren unterschieden sich weder untereinander noch von der Kontrolle, wobei die Testsubstanz im Durchschnitt mehr Befall als die Kontrolle zeigte (Tab. 2). Wie schon in den Vorjahren festgestellt, zeigte Blossom Protect™ im zweiten Versuchsdurchgang im Vergleich zum ersten eine vergleichbare Wirksamkeit (30%) wie die LMA-Varianten (31–37%). Die Hefe Metschnikowia sowie das Präparat Pomavita zeigten eine geringe Teilwirkung von 18% bzw. 12.5%.

Wie in den Vorjahren ist zu beachten, dass der hohe Befallsdruck durch die künstliche Feuerbrandinokulation und die günstigen Witterungsbedingungen 2018 zu deutlich niedrigeren Wirkungsgraden führen konnten, als sie unter Praxisbedingungen in gut sanierten Parzellen in einem sanierten Umfeld zu erwarten wären. Demnach sind in diesen zwei Versuchen die Wirkungsgrade relativ zueinander zu betrachten und nicht als absolute Werte zu interpretieren.

Zellzahl auf Blüten deckt sich mit Befallsdaten

Um den Verlauf der Anzahl an Feuerbrandbakterien auf den Blüten während des Versuchs zu bestimmen, wurden Blütenproben entnommen und die Menge an DNA sowohl lebender als auch bereits abgestorbener *E. amylovora*-Zellen mit real-time PCR analysiert. Der jeweils erste Wert in Abbildung 4 spiegelt die sogenannte Baseline wider, d.h. die Menge an Inokulum, die vor der ersten PSM-Behandlung auf den Blüten der

sekundären Versuchsbäume (ca. 3 Stunden nach Inokulation) nachgewiesen wurde. Die anschliessenden Beprobungen erfolgten jeweils direkt vor der nächsten PSM-Behandlung; demnach stellen sie das Ergebnis der vorangegangenen Behandlung bei entsprechender Witterung dar. Die Zelldichte auf den Blüten deckt sich mit den Blütenbüschelbonitur-Ergebnissen. Im ersten Versuch waren auf «Gala Galaxy» je nach Beprobungszeitpunkt deutlich mehr *E. amylovora*-Zellen zu finden als auf «Ladina», was für den geringeren Feuerbrandbefall bei der Sorte «Ladina» mitverantwortlich sein könnte. Im zweiten Versuch deckt sich die geringe Zellzahl auf den Blüten des Verfahrens mit 6.6% LMA am 27. Juni (nach der 3. Behandlung) mit dem signifikant geringeren Befall in dieser Variante. Insgesamt stieg die Zelldichte im zweiten Versuch stärker an als im ersten, wobei die Ausgangszelldichte auf den Bäumen am 21. Juni bis zu 15-fach geringer war als im ersten Versuch (24. April, Baseline). Dieser rasche Zellanzstieg kann auf die höheren Temperaturen im zweiten Versuchszeitraum zurückgeführt werden (Abb. 2) und könnte eine Erklärung für die unzureichenden Wirkungsgrade im zweiten Versuch in allen geprüften Verfahren sein.

Schlussfolgerung

Die Sorte «Ladina» hat ihre Robustheit gegen Feuerbrand auch im Freilandversuch 2018 bestätigt und im Vergleich zu «Gala Galaxy» geringere Befalls- und höhere Wirkungsgrade bei den geprüften Mitteln gezeigt. Die Zellzahlen auf den Blüten während der beiden Versuche spiegelten ebenfalls die Ergebnisse der Blütenbüschelbonitur wider. Auf der robusten Sorte «Ladina» konnten sich die Feuerbrandbakterien weniger stark vermehren als auf der anfälligen Sorte «Gala Galaxy». Die dazu beitragenden Faktoren sind ungeklärt und müssten untersucht werden; eventuell ist das Milieu in den Blüten der Sorte «Ladina» nicht so förderlich für Feuerbrandbakte-

rien wie bei «Gala Galaxy». Die Sorte «Ladina» zeigte aufgrund ihrer Robustheit höhere Wirkungsgrade bei allen getesteten Pflanzenschutzmitteln als «Gala Galaxy». Für die Praxis bedeutet dies, dass sich grundsätzlich der Anbau robuster Sorten in Kombination mit einer angepassten Pflanzenschutzstrategie lohnt.

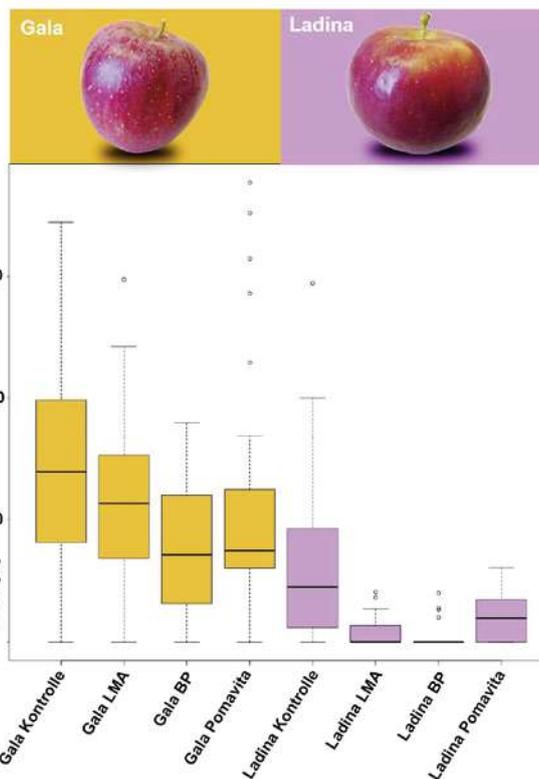


Abb. 3: Befall auf den Sorten «Gala Galaxy» und «Ladina» im ersten Versuch (April 2018). BP = Blossom Protect™. Die Sorte «Gala Galaxy» ist in Ockergelb und die Sorte «Ladina» in Violett dargestellt.

	ID	Sorte	Präparat	Wirkstoff	Produktmenge*	Befall/Wirkungsgrad (WG)
Versuch I	V 1	Gala	Unbehandelte Kontrolle	–	–	14.3% Befall
	V 2	Gala	LMA	Kaliumaluminiumsulfat (80%)	10 kg	16.9% WG (a)
	V 3	Gala	Blossom Protect™	<i>Aureobasidium pullulans</i> (5 × 10 ⁹ kbE/g)	6 kg	46% WG (a)
	V 4	Gala	Pomavita	<i>Pantoea agglomerans</i>	1.5 g/6 L**	22.6% WG (a)
	V 5	Ladina	Unbehandelte Kontrolle	–	–	6.4% Befall
	V 6	Ladina	LMA	Kaliumaluminiumsulfat (80%)	10 kg	94.8% WG (a)
	V 7	Ladina	Blossom Protect™	<i>Aureobasidium pullulans</i> (5 × 10 ⁹ kbE/g)	6 kg	97.8% WG (a)
	V 8	Ladina	Pomavita	<i>Pantoea agglomerans</i>	1.5 g/6 L**	87.3% WG (b)
Versuch II	V 1	Gala	Unbehandelte Kontrolle	–	–	16.4% Befall
	V 2	Gala	LMA	Kaliumaluminiumsulfat (80%)	10 kg	33.8% WG (a)
	V 3	Gala	LMA	Kaliumaluminiumsulfat (80%)	15 kg	30.8% WG (a)
	V 4	Gala	LMA	Kaliumaluminiumsulfat (80%)	35 kg	37.4% WG (a)
	V 5	Gala	Blossom Protect™	<i>Aureobasidium pullulans</i> (5 × 10 ⁹ kbE/g)	6 kg	29.3% WG (a)
	V 6	Gala	Metschnikowia	<i>Metschnikowia pulcherrima</i> Stamm APC 1.2 15 (2 × 10 ¹⁰ kbE/g)	0.5 kg**	18.8% WG (ab)
	V 7	Gala	Pomavita	<i>Pantoea agglomerans</i>	1.5 g/6 L**	12.5% WG (ab)
	V 8	Gala	Testsubstanz	Antagonist	Keine Angaben	–8.1% WG (b)

Tab. 2: Verfahren, zugehörige Präparate, Befalls- und Wirksamkeitsdaten für die beiden Feuerbrand-Pflanzenschutzmittelversuche 2018. Die Behandlungen erfolgten bei jedem Verfahren dreimal nach Inokulation mit *E. amylovora* (s. Tab. 1). Verschiedene Buchstaben hinter den Wirkungsgraden geben statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren nach Tukey's HSD an (Signifikanzlevel p ≤ 0.05). * Eingesetzte Produktmenge bei dreijährigen Topfbäumen/ha. ** Diese Menge entspricht der aktiven Substanz.

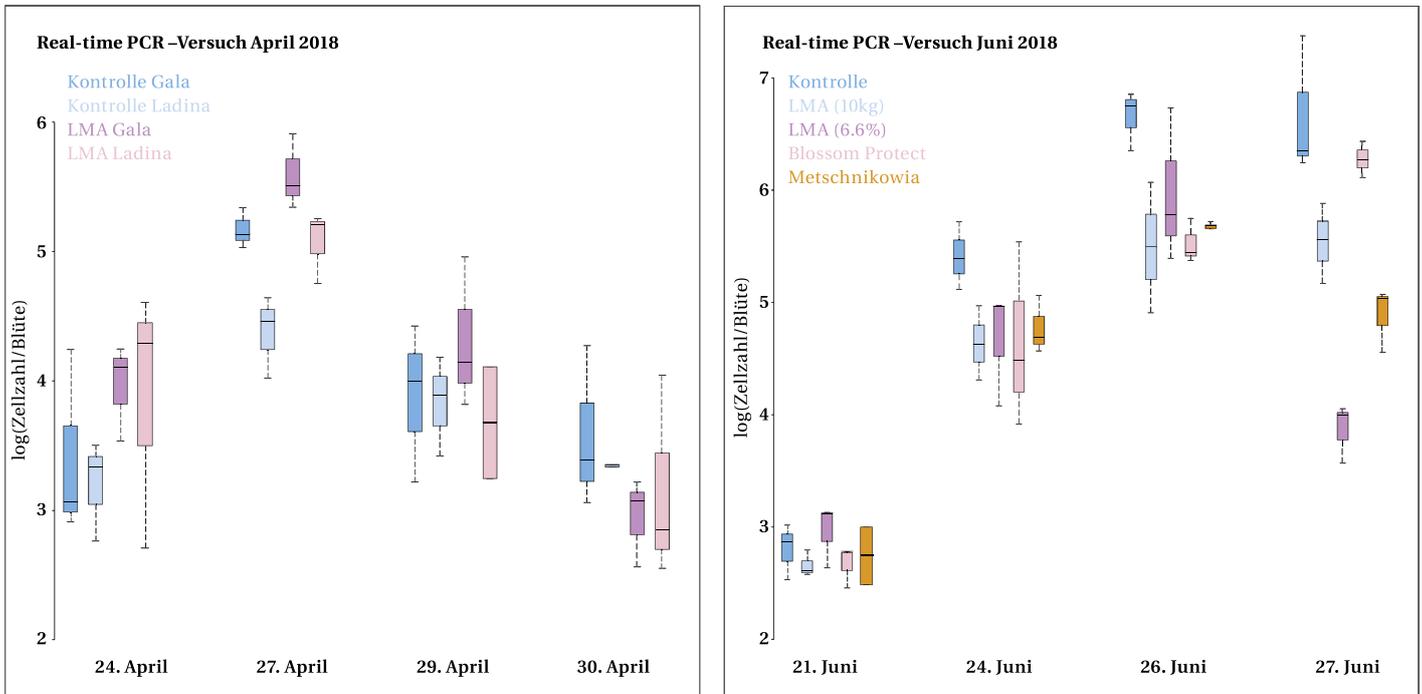


Abb. 4: Anzahl der bereits abgestorbenen und lebenden *E. amylovora*-Zellen in den Blüten der sekundär infizierten Versuchsbäume in beiden Versuchen in Abhängigkeit von den Versuchspräparaten, analysiert mittels real-time PCR. Die Inokulation mit *E. amylovora* fand am 24. April bzw. 21. Juni 2018 statt.

Das Präparat LMA zeigte zum wiederholten Mal vergleichbare Wirkungsgrade wie das für den integrierten und biologischen Anbau zugelassene Blossom Protect™, das auf einer antagonistischen Hefe basiert. Die getesteten LMA-Konzentrationen unterschieden sich nicht signifikant. Pomavita zeigte eine Teilwirkung. Die Testsubstanz wirkte unter dem hohen Feuerbranddruck in den diesjährigen Versuchen nicht. Die Hefe Metschnikowia erzielte eine Teilwirkung, hier könnte die Weiterentwicklung der Formulierung eine Wirkungsverbesserung bringen.

Obwohl mit LMA und Blossom Protect™ im integrierten und biologischen Anbau wirksame Mittel zur Feuerbrandbekämpfung zur Verfügung stehen, bleibt die Auswahl an verlässlichen Alternativen bei hohem prognostiziertem Infektionsrisiko und hohem Angebot an Feuerbrandbakterien nach wie vor gering. Daher werden 2019 weitere Strategieveruche zur Optimierung der Feuerbrandbekämpfung in der Schweiz durchgeführt. Robuste Sorten sind in jedem Fall es-

sentiell für ein modernes nachhaltiges Feuerbrandmanagement, weshalb auch hier die Forschung 2019 weitergeführt wird. Am Feuerbrand 5-Länder-Treffen in Südtirol im November 2018 – ein Anlass, an dem sich Feuerbrandfachleute der angrenzenden Länder jährlich treffen – werden die Forschenden die Ergebnisse austauschen und Handlungsempfehlungen für die Praxis diskutieren.

Dank

Wir danken unseren Projektpartnern von «Gemeinsam gegen Feuerbrand» (BLW, SOV, Kt. AG, VariCom) und «HERAKLES Plus» (CAVO-Stiftung, IP-SUISSE, Kantone AG, BE, LU, SG, TG, ZH) für die Finanzierung der Versuche. Allen Mitwirkenden, insbesondere den Teams der Agroscope Versuchsbetriebe am Breitenhof unter der Leitung von Thomas Schwizer sowie in Wädenswil unter der Leitung von Matthias Schmid, danken wir für ihre tatkräftige Unterstützung bei den Arbeiten. ■

Tests de produits phytosanitaires pour la lutte contre le feu bactérien 2018

Deux essais ont été menés en 2018 au Centre Agroscope de fruits à noyau Breitenhof avec des produits phytosanitaires pour la lutte contre le feu bactérien. Pour la première fois, l'efficacité des produits phytosanitaires (PPS) a été testée en comparant leur effet sur «Ladina», une variété robuste qui résiste bien au feu bactérien et sur «Gala Galaxy», beaucoup moins résistante. Sur les fleurs de «Ladina», le nombre de bactéries du feu bactérien identifiées était inférieur à celles dénombrées sur les fleurs de «Gala Galaxy». Tous les PPS se sont avérés plus efficaces sur «Ladina» que sur «Gala Galaxy». Pour la pratique, cela signifie

RÉSUMÉ

qu'il vaut la peine de combiner la culture de variétés robustes avec des stratégies alternatives de lutte phytosanitaire. Le produit LMA a affiché comme lors de précédents essais une efficacité comparable à celle du produit Blossom Protect™, un produit à base de levure antagoniste qui est admis pour la culture biologique. Bien que les deux modes de culture disposent ainsi de produits efficaces pour la protection des cultures, la palette des alternatives fiables reste très restreinte lorsque les prévisions laissent présager un risque d'infection élevé ou que les bactéries du feu bactérien sont présentes en grandes quantités.