

Die Suche nach robusten Sorten für ein nachhaltiges Feuerbrandmanagement

Anita Schöneberg, Sarah Perren und Andreas Naef

Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, 8820 Wädenswil, Schweiz

Auskünfte: Anita Schöneberg, E-Mail: anita.schoeneberg@agroscope.admin.ch



Abb. 1 | Prüfparzelle zur Testung von Kernobstsorten auf ihre Feuerbrandanfälligkeit nach Blüteninokulation. (Foto: Agroscope)

Einleitung

Feuerbrand trat erstmals Ende der 80er Jahre in der Schweiz auf. Seitdem kam es immer wieder zu starken Ausbrüchen, zuletzt in den Jahren 2007 und 2012. Auch im vergangenen Jahr schlug die Krankheit, die durch das Bakterium *Erwinia amylovora* verursacht wird, vereinzelt wieder zu. Seit 2008 ist in der Schweiz der Einsatz des Antibiotikums Streptomycin zur Bekämpfung von *E. amylovora* in Kernobstanlagen unter strengen Auflagen erlaubt. Der Einsatz ist örtlich begrenzt und inzwischen auf maximal eine Applikation pro Jahr beschränkt. Da der Streptomycineinsatz kein nachhaltiger Lösungsansatz zur Feuerbrandproblematik ist, wird bei Agroscope

am Standort Wädenswil intensiv nach alternativen Ansätzen geforscht. Im Rahmen des Fremdmittelprojekts Herakles wurden neue Wirkstoffe und Pflanzenschutzmittelstrategien, Massnahmen zur fachgerechten Sanierung befallener Bäume und robuste Apfel- und Birnensorten für den Mostobstanbau getestet. Ziel des Projektes ist es, einen Beitrag zur Entwicklung eines wirksamen und nachhaltigen Feuerbrandmanagements zu leisten. Durch die Testung von bereits über 800 Apfel- und Birnensorten bei Agroscope in Wädenswil ist es gelungen, einige feuerbrandrobuste Sorten zu identifizieren (Perren *et al.* 2012, Szalatnay *et al.* 2008). Robuste Sorten werden bei starkem Infektionsdruck mit Feuerbrand zwar befallen, die Sanierung ist jedoch erfolgver-

sprechender als bei anfälligen Sorten, da der Befallsfortschritt im Pflanzengewebe langsamer ist (Aldwinckle und Preczewski 1976). Absolut resistente Kernobstsorten für den kommerziellen Anbau sind hingegen noch nicht gefunden worden. Die Prüfung der Sorten auf ihre Feuerbrandanfälligkeit kann mit zwei verschiedenen Methoden erfolgen: Die Triebinokulation im Quarantäne-Gewächshaus ist eine Methode, mit der die Sorten in relativ kurzer Zeit geprüft werden können. Haupteintrittspforte für den Feuerbrand-Erreger unter Feldbedingungen ist jedoch die offene Blüte, auf die das Bakterium durch Blütenbesucher, hauptsächlich Bienen, oder Regen gelangt (Thomson 2000). Bei der künstlichen Blüteninokulation im Freiland herrschen praxisnähere Bedingungen, dafür ist die Testmethode aber auch aufwändiger und teurer als die Triebinokulation. Auf einer schweizweit einmaligen, totaleingenetzten Prüfparzelle von Agroscope am Steinobstzentrum Breitenhof können diese Versuche seit 2013 durchgeführt werden und erste Ergebnisse liegen nun vor. Eine Gegenüberstellung beider Testmethoden soll aufzeigen, ob diese Ergebnisse zur Feuerbrandanfälligkeit vergleichbar sind.

Material und Methoden

Triebinokulation

Für die Triebinokulation wurden die Apfelreiser der zu testenden Sorten auf der Unterlage M9 T337 veredelt und in Rosentöpfen (Höhe 35,5 cm, Durchmesser 7 cm) während vier bis fünf Wochen im Gewächshaus unter optimalen Bedingungen angezogen (17–25 °C, 70 % relative Luftfeuchte). Bei Erreichen einer Triebblänge von mindestens 10 cm wurden die Pflanzen auf den stärksten Trieb reduziert und im Quarantäne-Gewächshaus in einer randomisierten vollständigen Blockanlage aufge-

Zusammenfassung ■ Robuste Apfel- und Birnensorten sind ein wichtiges Instrument im Feuerbrandmanagement. Zur Einstufung der Feuerbrandanfälligkeit einer Kernobstsorte nach künstlicher Inokulation werden zwei Methoden angewandt: die Triebinokulation und die Blüteninokulation. Seit 2013 kann Agroscope auf einer schweizweit einmaligen Prüfparzelle erstmals künstliche Blüteninokulationen im Freiland durchführen. Die beiden Methoden wurden mittels einer Korrelationsanalyse auf ihre Vergleichbarkeit getestet. Es konnte eine schwach positive Korrelation beobachtet werden, die jedoch nicht signifikant war. Sorten, die in der Triebinokulation im Gewächshaus bereits wenig anfällig waren, zeigten sich oft auch in der Blüteninokulation als robust. Bei einigen Sorten wurde die Anfälligkeit in der Triebinokulation im Vergleich mit der Blüteninokulation jedoch deutlich unter- oder auch überschätzt. Zur besseren Übertragbarkeit der Ergebnisse in die Praxis sollten die vielversprechenden Sortenkandidaten aus der Triebinokulation deshalb zusätzlich mittels künstlicher Blüteninokulation im Freiland geprüft werden. Durch die Kombination beider Testmethoden und den zusätzlichen Beobachtungen zur Anfälligkeit der Sorten aus der Praxis können verlässliche Empfehlungen feuerbrandrobuster Sorten für den Schweizer Kernobstbau gemacht werden.



Abb. 2 | Inokulation der Triebspitze mit *Erwinia amylovora*. Mittels einer Medizinalspritze wird die Triebspitze durchstochen und die Bakterienlösung injiziert. (Fotos: Agroscope)



Abb. 3 | Sichtbare Läsionslänge des Triebes drei Wochen nach der künstlichen Inokulation mit *Erwinia amylovora* bei der anfälligen Referenzsorte «Gala Galaxy» (links) und der robusten Referenzsorte «Rewena» (rechts). (Fotos: Agroscope)

stellt (10 Pflanzen pro Sorte). Das Feuerbrandbakterium *E. amylovora* (Stamm FAW610 Rif, Konzentration = 10^9 cfu/ml) wurde mittels einer Medizinalspritze direkt in die Triebspitze injiziert (Rezzonico und Duffy 2007). Mit der Spritze wird der Trieb 0,5 cm unterhalb des letzten Blattes durchstochen, sodass auf der gegenüberliegenden Seite ein Tropfen der Bakterienlösung haften bleibt (Abb. 2). Die Pflanzen wurden anschliessend für drei Wochen unter den gleichen Klimabedingungen wie in der Anzucht weiterkultiviert. Von der Einstichstelle aus verbreiten und vermehren sich die Bakterien im Trieb, der sich bei Befall grün-grau bis schwarz verfärbt. Diese sichtbare Läsionslänge (LL) wurde wöchentlich während drei Wochen ab der Triebspitze gemessen. Als Referenzsorten dienten «Gala Galaxy» (anfällig) und «Rewena»

(robust) (Abb. 3). Zur Beurteilung der Triebanfälligkeit wurde die LL in Prozent der Gesamtrieblänge drei Wochen nach der künstlichen Inokulation (LL3) ermittelt (in Anlehnung an Le Lezec und Paulin 1984) und in Relation zu der LL3 der anfälligen Referenzsorte gesetzt. Damit können die Resultate verschiedener unabhängiger Versuchsserien und Jahre verglichen werden (Tab. 1).

Blüteninokulation

Die Blüteninokulationen wurden in einer totaleingezäunten Prüfparzelle von Agroscope am Steinobstzentrum Breitenhof in Wintersingen (Kanton Basel-Landschaft) durchgeführt. Durch das insektendichte Netz wird gewährleistet, dass keine Vektoren ein- oder austreten können. Die Parzelle kann nur durch eine Schleuse

Tab. 1 | Einstufung der Triebanfälligkeit von Apfelsorten gegenüber Feuerbrand drei Wochen nach der künstlichen Inokulation der Triebspitze (LL3).

| Einschätzung der Feuerbrandanfälligkeit nach Triebinokulation für Apfel | |
|---|--|
| sehr niedrig | Läsionslänge (LL3) < 25 % verglichen mit der LL3 von «Gala Galaxy» |
| niedrig | Läsionslänge (LL3) 25-40 % verglichen mit der LL3 von «Gala Galaxy» |
| mittel | Läsionslänge (LL3) 40-60 % verglichen mit der LL3 von «Gala Galaxy» |
| hoch | Läsionslänge (LL3) 60-100 % verglichen mit der LL3 von «Gala Galaxy» |
| sehr hoch | Läsionslänge (LL3) > 100 % verglichen mit der LL3 von «Gala Galaxy» |



Abb. 4 | Inokulation der Blütenbüschel mit der *Erwinia amylovora*-Lösung an dreijährigen Topfpfäpfelbäumen im Freiland. (Foto: Agroscope)

betreten werden. Um eine Verschleppung der Feuerbrand-Bakterien zu verhindern, wird aus der Parzelle herausransportiertes Material dekontaminiert. Nach Abschluss der Versuche werden zudem jährlich Wirtspflanzen in einem Umkreis von 500 m um die Parzelle auf Feuerbrandbefall kontrolliert.

Die zu testenden Sorten wurden auf der Unterlage M9 T337 mit einer «Golden Delicious» Zwischenveredelung veredelt. Die zweijährigen Bäume wurden eingetopft (Topfvolumen: 10 l), ein weiteres Jahr kultiviert und anschliessend im Frühjahr in der Parzelle aufgestellt. Die Bäume der ersten Testserie eines Jahres beginnen mit

Tab. 2 | Boniturskala für die Blüteninfektion nach künstlicher Inokulation im Freiland. (Fotos: Agroscope)

| Klasse | Befallene Pflanzenteile | Beschreibung | Bild |
|--------|---|---|------|
| 1 | keine Infektion | <ul style="list-style-type: none"> keine optisch erkennbaren Symptome sortentypisches Abblühen | |
| 2 | unklare Symptome | <ul style="list-style-type: none"> Staub- und/oder Fruchtblätter braun-schwarz verfärbt Blütenboden, -kelch und -stiel grün Symptome nicht eindeutig als Feuerbrand einzustufen | |
| 3 | Blüteninfektion < 1/3 | <ul style="list-style-type: none"> Kelchblätter und/oder Blütenboden orange bis schwarz verfärbt Stiel ohne Nekrose oder < 1/3 Stiellänge nekrotisch verfärbt | |
| 4 | Blüteninfektion > 1/3 | <ul style="list-style-type: none"> Stiel ganz oder > 1/3 Stiellänge nekrotisch verfärbt Blütenstandstiel grün, klare Abtrennung | |
| 5 | Blütenbüschel und Blütenstandstiel | <ul style="list-style-type: none"> Blütenstandstiel dunkel verfärbt, Blätter gesund | |
| 6 | Blütenbüschel, Blütenstandstiel und Jungtrieb | <ul style="list-style-type: none"> vorhandene Jungtriebe krank sind keine Jungtriebe vorhanden, ganzer Büschel bis zum Holz krank (inkl. Blätter) keine Nekrose im Holz sichtbar | |
| 7 | Nekrose im Holz < 5 cm | <ul style="list-style-type: none"> Nekrose auch im Holz sichtbar (< 5 cm) | |
| 8 | Nekrose im Holz > 5 cm | <ul style="list-style-type: none"> Nekrose auch im Holz sichtbar (> 5 cm) | |
| 9 | Nekrose im Holz > 10 cm | <ul style="list-style-type: none"> Nekrose auch im Holz sichtbar (> 10 cm) | |

Tab. 3 | Einstufung der Feuerbrandanfälligkeit von Apfelsorten nach Blüteninokulation vier Wochen nach der künstlichen Blüteninokulation.

| Einschätzung der Feuerbrandanfälligkeit nach Blüteninokulation für Apfel | |
|--|--|
| sehr niedrig | < 25 % Blütenbüschel > Klasse 5 verglichen mit «Gala Galaxy» |
| niedrig | 25–40 % Blütenbüschel > Klasse 5 verglichen mit «Gala Galaxy» |
| mittel | 40–60 % Blütenbüschel > Klasse 5 verglichen mit «Gala Galaxy» |
| hoch | 60–100 % Blütenbüschel > Klasse 5 verglichen mit «Gala Galaxy» |
| sehr hoch | > 100 % Blütenbüschel > Klasse 5 verglichen mit «Gala Galaxy» |

dem Jahresverlauf zu blühen. Im Gegensatz dazu ist die Blüte in der zweiten Serie terminiert: Die Bäume werden im Kühlraum überwintert und zum gewünschten Zeitpunkt herausgenommen und so im Sommer zum Blühen gebracht. Pro Sorte wurden zwölf dreijährige Topfbäume in jeweils drei Wiederholungen zu je vier Bäumen aufgeteilt und in einer randomisierten vollständigen Blockanlage in der Parzelle aufgestellt. Die Bäume wurden über ein Einzel-Tropfbewässerungssystem mit Wasser versorgt. Während der Blüte sorgten innerhalb der totaleingegnetzten Parzelle zwei Bienenvölker für die Bestäubung. Für die Inokulation wurden pro Baum zehn Blütenbüschel in der Vollblüte (BBCH65) markiert und mithilfe eines Handsprühers mit einer *E. amylovora*-Lösung (Schweizer Stamm FAW610Rif, Konzentration = $3,5 \times 10^8$ cfu/ml) inokuliert (Abb. 4). Anschliessend wurden die Büschel im Versuchsjahr 2013 für sechs Tage in Plastikbeutel eingetütet, um einen Witterungsschutz und gute Infektionsbedingungen für die Bakterien zu schaffen. Im Versuchsjahr 2014 wurde auf diese Plastikbeutel verzichtet, da 2013 statistisch kein signifikanter Unterschied zwischen den Befallsergebnissen eingetüteter und nicht eingetüteter Blüten bestand (Daten hier nicht gezeigt). Die inokulierten Blütenbüschel wurden nach 7, 14, 21 und 28 Tagen auf Befall bonitiert. Als Referenzsorten dienten «Gala Galaxy» (anfällig) und «Enterprise» (robust). Das Boniturschema umfasst neun Klassen und reicht von keinen bzw. unklaren Symptomen über Infektionen einzelner Blüten und ganzer Blütenbüschel bis hin zu Nekrosen im Holz mit unterschiedlicher Ausprägung (Tab. 2). Für die Einschätzung der Feuerbrandanfälligkeit nach Blüteninokulation wurde der Anteil an Blütenbüscheln > Klasse 5 (in %) zum Boniturtermin 28 Tage nach Inokulation in Relation zu «Gala Galaxy» betrachtet (Tab. 3).

Statistik

Für die Korrelationsanalyse wurde für jede Sorte der Mittelwert der LL3 relativ zu «Gala Galaxy» aller Triebinokulationen zwischen den Jahren 2008–2014 gebildet. Dafür

wurden die Ergebnisse des Vorgängerprojektes «Sortenwahl für eine integrierte Feuerbrandstrategie im schweizerischen Mostapfelanbau – SOFEM» und der Projekte «Beschreibung von Obstgenressourcen – BEVOG I und II» mit einbezogen. Alle Sorten (ausgenommen «Grauer Hordapfel») wurden mindestens zweimal in unabhängigen Versuchsserien getestet. Bei der Blüteinokulation liegt bisher erst das Ergebnis je eines Versuchsjahres pro Sorte vor (Ausnahmen: die Referenzsorten «Gala Galaxy» mit drei Serien und «Enterprise» mit zwei Serien). Da die Daten nicht normalverteilt waren, wurde eine Spearman-Rangkorrelation mit nachfolgendem t-Test zur Bestimmung der Signifikanz mit dem Programm XLSTAT 2011 in Microsoft Excel 2010 berechnet ($\alpha = 0,05$).

Resultate

Im Projekt Herakles wurden in den Jahren 2012–2014 mehr als 150 Apfel- und Birnensorten auf ihre Feuerbrandanfälligkeit geprüft. Hier wurden Ergebnisse zu jenen Sorten ausgewählt, zu welchen bereits Daten zur Blütenanfälligkeit vorliegen.

Trieb- und Blüteninokulation

Für die Blüteninokulation wurden vor allem Sorten ausgewählt, die bereits in der Triebinokulation als gering anfällig eingestuft wurden und/oder im Anbau relevant sind. Daher überrascht es nicht, dass ein grosser Teil der getesteten Sorten auch in der Blüteninokulation als sehr gering bis mittel anfällig gegenüber Feuerbrand eingestuft wurden. Die robuste Referenzsorte «Enterprise» zeigte in zwei unabhängigen Versuchsserien keine Blütenbüschel mit Symptomen > Klasse 5. Die Sorten «Rubinola» und «Rewena» wiesen ebenfalls keine Nekrosen im Holz auf (Abb. 5). Als sehr gering anfällig, wurden auch die Sorten «Dalinette», «Empire» und «Grauer Hordapfel» sowie – mit etwas Abstand – «Santana» bewertet. Weitere vier Sorten wurden als «gering anfällig» eingestuft: «Reglindis», «Heimhofer», «Bittenfelder» und «Ingol». Eine

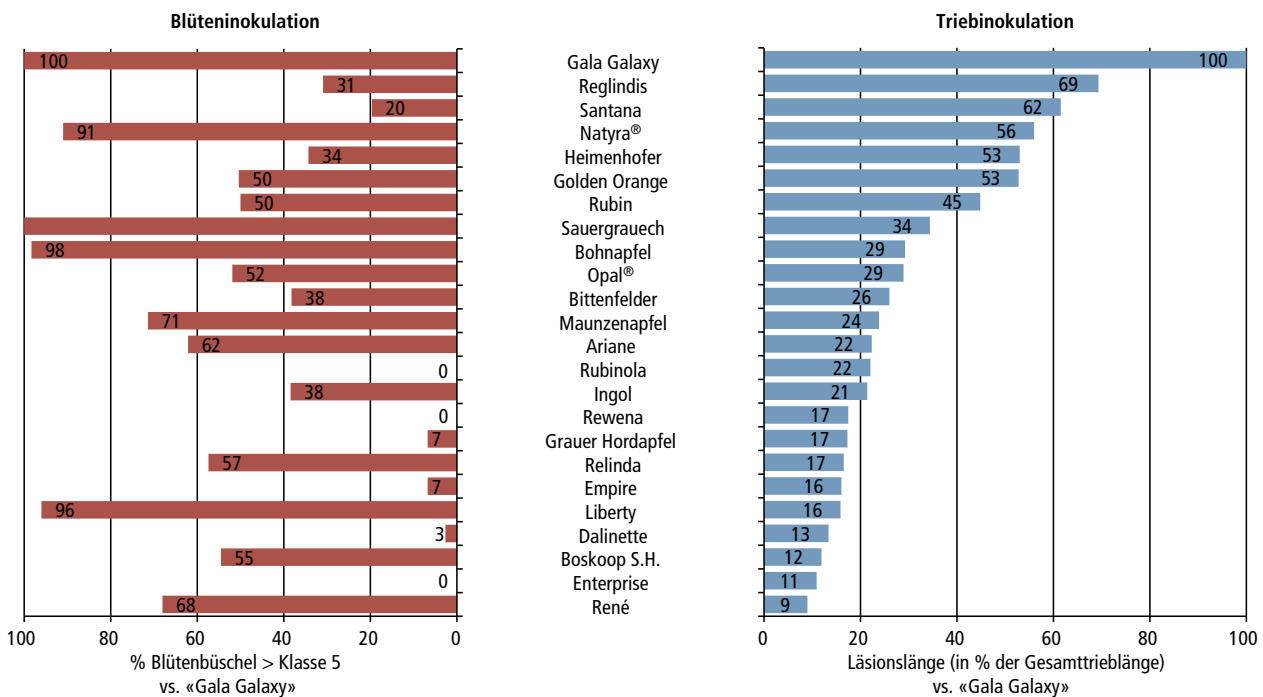


Abb. 5 | Ergebnisse der Blüteninokulation (links) in % Blütenbüschel > Klasse 5 vs. die anfällige Referenzsorte «Gala Galaxy» vier Wochen nach der Inokulation und der Triebinokulation (rechts), angegeben als Läsionslänge (in % der Gesamtrieblänge) vs. «Gala Galaxy» gemessen drei Wochen nach der Inokulation.

mittlere Anfälligkeit zeigten «Rubin», «Golden Orange», «Opal», «Boskoop S.H.» und «Relinda». Nur acht der insgesamt 24 getesteten Sorten wurden als hoch anfällig eingestuft. Dabei zeigten die Sorten «Ariane», «René» und «Maunzenapfel» eine deutlich geringere Anfälligkeit als «Natyra», «Liberty» und «Bohnapfel», welche mit der anfälligen Referenzsorte «Gala Galaxy» vergleichbar waren. Die Sorte «Sauergrauech» war leicht anfälliger als «Gala Galaxy». Es gilt jedoch zu beachten, dass diese Ergebnisse zu der Blüteninokulation aus bisher nur je einer Versuchsserie stammen.

Korrelation zwischen Trieb- und Blüteninokulation

Der errechnete Spearman-Korrelationskoeffizient von 0,3 weist auf eine schwach positive Korrelation zwischen Trieb- und Blüteninokulation hin. Der Zusammenhang ist nicht signifikant ($p = 0,231$) und das Bestimmtheitsmass beträgt 0,06. Betrachtet man die Daten graphisch (Abb. 5), wird schnell klar, dass es sich bei dem Zusammenhang zwischen den Ergebnissen beider Testverfahren eher um einen Trend mit einigen Abweichungen handelt als um einen klaren linearen Zusammenhang. Einige Sorten, die in der Triebinokulation eine niedrige Anfälligkeit zeigten, waren in der Blüteninokulation deutlich höher eingestuft, z.B. «Liberty» und «René». Umgekehrt jedoch sind die bisher getesteten mittel

anfälligen Sorten aus der Triebinokulation in der Blüteninokulation meist ebenfalls mittel bis hoch anfällig. Aber auch hier gibt es Ausnahmen, so wurden «Santana» und «Reglindis» nach der Blüteninokulation als «sehr gering» und «gering anfällig» bewertet, obwohl sie in der Triebinokulation «hoch anfällig» waren.

Diskussion

Die Methode der Triebinokulation erlaubt es, viele verschiedene Sorten in relativ kurzer Zeit auf ihre Feuerbrandanfälligkeit zu prüfen. Der wichtigste Infektionsweg im Feld ist jedoch über die Blüte (Thomson 2000). Die Methode der Blüteninokulation entspricht daher eher den natürlichen Infektionsbedingungen in der Praxis. Die Vorbereitung der Blütenbäume erfordert allerdings eine Vorlaufzeit von drei Jahren und die Versuchsdurchführung ist ebenfalls zeitaufwendig. Versuchswiederholungen sind aufgrund des grossen Einflusses der Witterung auf den Feuerbrandbefall unerlässlich. Sorten, die während günstigen Infektionsbedingungen blühen, haben ein grösseres Risiko infiziert zu werden als Sorten mit der Blüte in einer kühleren Periode.

Trotz der noch ausstehenden Wiederholungen der Sorten in der Blüteninokulation lässt die Korrelationsanalyse bereits erste Rückschlüsse zur Vergleichbarkeit

der beiden Testmethoden zu. Die mit den beiden Methoden festgestellte Feuerbrandanfälligkeit einer Sorte korreliert nur schwach und nicht signifikant. Auf der einen Seite deutet die schwach positive Korrelation in unserem Versuch darauf hin, dass Sorten mit einer hohen Anfälligkeit in der Triebinokulation tendenziell auch eher eine hohe Anfälligkeit in der Blüteninokulation aufweisen. Andererseits zeigt sich in unseren Untersuchungen auch, dass einige Sorten in der Triebinokulation deutlich robuster sind als in der Bewertung der Feuerbrandanfälligkeit nach der Blüteninokulation. Dies beobachteten auch Persen *et al.* (2011) und Horner *et al.* (2014) in ähnlichen Versuchen. Mit der Triebinokulationsmethode alleine kann die Feuerbrandrobustheit einer Sorte unter Feldbedingungen also über- oder unterschätzt werden. Horner *et al.* (2014) vermuten, dass die Ursache für diese unterschiedlichen Ergebnisse aus den beiden Methoden zur Feuerbrandanfälligkeit unter anderem daher rührt, dass die genetische Basis (Quantitative Trait Loci, QTLs) für den jeweiligen Resistenzmechanismus für die Anfälligkeit des Triebes und der Blüte verschieden ist.

Schlussfolgerungen

Die weniger arbeits- und kostenintensive Triebinokulation ist eine gute Methode, um das vorhandene Sortenmaterial vorzuselektieren. Eine in der Triebinokulation «hoch anfällig» eingestufte Sorte wird in der Blüteninokulation selten bedeutend besser abschneiden. Viel versprechende und im Anbau relevante Sorten sollten jedoch mit der Blüteninokulation weiter auf ihre Feuerbrandanfälligkeit hin untersucht werden. Mit der Methode der Blüteninokulation kann die Aussagekraft zur Feuerbrandanfälligkeit einer Sorte unter Feldbedingungen erhöht werden. Durch die Kombination beider Testmethoden und Beobachtungen zur Anfälligkeit der Sorten aus der Praxis können verlässliche Empfehlungen feuerbrandrobuster Sorten für den Schweizer Kernobstanbau gemacht werden. ■

Dank

Die Autoren danken der CAVO-Stiftung, der Quality Juice Foundation und den Kantonen Aargau, Luzern, St. Gallen, Thurgau und Zürich für die Finanzierung des Projektes Herakles sowie den Teams vom Steinobstzentrum Breitenhof und dem Obstbaubetrieb in Wädenswil für die technische Unterstützung bei der Durchführung der Versuche. Den Mitarbeitern der Projekte BEVOG I und II (Beschreibung von Obstgenressourcen) danken wir für die Weitergabe von Daten aus ihren Triebinokulationen.

Riassunto

La ricerca di varietà tolleranti per una gestione sostenibile del fuoco batterico

Le varietà di mele e pere tolleranti sono uno strumento importante nella gestione del fuoco batterico. Per classificare la sensibilità al fuoco batterico di una varietà di frutta a granella vengono impiegati due metodi: l'inoculazione nei germogli e l'inoculazione nei fiori. Dal 2013, per la prima volta Agroscope è in grado di eseguire inoculazioni artificiali nei fiori in pieno campo, su un lotto sperimentale unico in tutta la Svizzera. La comparabilità dei due metodi è stata testata tramite un'analisi di correlazione. Si è potuta osservare una debole correlazione positiva, comunque non significativa. Le varietà che con l'inoculazione dei germogli in serra erano già poco suscettibili alla malattia, si sono spesso rivelate resistenti anche con l'inoculazione nei fiori. Nel caso di alcune varietà, la suscettibilità alla malattia con l'inoculazione nei germogli è stata tuttavia notevolmente sotto- o anche sopravvalutata rispetto all'inoculazione nei fiori. Per meglio trasferire i risultati nella pratica, le varietà candidate più promettenti sottoposte all'inoculazione nei germogli dovrebbero dunque essere anche testate in pieno campo per mezzo dell'inoculazione artificiale nei fiori. Combinando entrambi i metodi di test e anche osservando nella pratica la propensione alla malattia delle varietà, è possibile raccomandare in maniera attendibile le varietà più tolleranti al fuoco batterico da impiegare nella coltivazione della frutta a granella.

Literatur

- Aldwinckle H. S. & Preczewski J. L., 1976. Reaction of terminal shoots of apple cultivars to invasion by *Erwinia amylovora*. *Phytopathology* **66**, 1439–1444.
- Horner M. B., Hough E. G., Hedderley D. I., How, N. M. & Bus V. G. M., 2014. Comparison of fire blight resistance screening methodologies. *New Zealand Plant Protection* **67**, 145–150.
- Le Zezec, M. & Paulin J. P., 1984. Shoot susceptibility to fireblight of some apple cultivars. *Acta Horticulturae* **151**, 277–281.
- Perren S., Egger S. & Kellerhals M., 2012. Mit robusten Sorten dem Feuerbrand trotzen. *Landfreund* **12**, 32–35.
- Persen U., Gottsberger R. & Reisenzein H., 2011. Spread of *Erwinia amylovora* in apple and pear trees of different cultivars after artificial inoculation. *Acta Horticulturae (ISHS)* **896**, 319–330.

Summary

The search for robust varieties for sustainable fireblight management

Robust apple and pear varieties are an important tool in sustainable fireblight management. Two artificial inoculation methods are used for assessing a pome-fruit cultivar's susceptibility to fireblight: shoot inoculation and blossom inoculation. Since 2013, Agroscope has for the first time been in a position to conduct artificial blossom inoculation tests on an outdoor trial plot that is unique in Switzerland. A correlation analysis was used to test both methods as to their comparability. A weakly positive correlation was detected, which was nevertheless not significant. Cultivars with low susceptibility in the shoot inoculation in the greenhouse also often proved to be robust in the blossom inoculation. With some cultivars, however, susceptibility in the shoot inoculation was markedly under- or overestimated compared to susceptibility in the blossom inoculation. For better transferability of the results to practice, the most promising candidate cultivars from the shoot inoculation should therefore also be tested outdoors by means of artificial blossom inoculation. The combination of the two test methods and the additional observations on the susceptibility of the cultivars from practice will allow us to make reliable recommendations of fireblight-tolerant varieties for Swiss pome-fruit production.

Key words: *Erwinia amylovora*, fire blight susceptibility, robust varieties, shoot inoculation, blossom inoculation.

- Rezzonico F. & Duffy B., 2007. The role of luxS in the fire blight pathogen *Erwinia amylovora* is limited to metabolism and does not involve quorum sensing. *Mol Plant-Microbe Interact* **20**, 1284–1297.
- Szalatnay D., Hunziker K., Kellerhals M. & Duffy B., 2008. Triebanfälligkeit alter Kernobstsorten gegenüber Feuerbrand. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* **9**, 8–10.
- Thomson S. V., 2000. Epidemiology of fire blight. In: Fire blight: The disease and its causative agent, *Erwinia amylovora*. (Ed. J.L. Vanneste). CAVI Publishing, Wallingford UK, 9–37.