



© Markus Kellerhals, Agroscope

NEUE PERSPEKTIVEN DER BIOLOGISCHEN FEUERBRAND-BEKÄMPFUNG

Mit moderner Sequenzierertechnologie der Erbsubstanz (DNA) wurde die mikrobielle Gemeinschaft in den Apfelblüten einer Low-Input-Apfelanlage von Agroscope in Wädenswil analysiert. Trotz der unmittelbaren Nachbarschaft zu feuerbrandinfizierten Apfelbäumen wurde in dieser Anlage nie ein Befall festgestellt. Eine Analyse der mikrobiellen Gemeinschaft in den Blüten sollte klären, wie die Zusammensetzung von Mikroorganismen mit möglichem antagonistischem Potenzial gegen den Feuerbranderreger aussehen könnte.

Erwinia amylovora, der Erreger des Feuerbrands, befällt Pflanzen der Familie der Rosengewächse (Rosaceae), zu denen Äpfel, Birnen und Quitten zählen. Der Erreger wird von Bienen und anderen bestäubenden Insekten zur Blüte transportiert, wo er sich auf der Narbe vermehrt. Wenn die Zelldichte des Erregers durch Wachstum in der Blüte hoch genug ist, kann der Erreger ins Gewebe eindringen und das bekannte Krankheitsbild verursachen (Abb. 1). Neben dem Anbau weniger anfälliger Sorten zielt die Feuerbrandbekämpfung darauf ab, die Dichte des Erregers in der Blüte gering zu halten.

Mikrobielle Antagonisten des Feuerbrands

Mikroorganismen, die die Ansiedlung und das Wachstum von *E. amylovora* in der Blüte reduzieren, zählen zu den Antagonisten und sind eine attraktive Alternative zum Einsatz chemischer Pflan-

zensschutzmittel. Die Schwierigkeit besteht darin, dass die Aktivität eines Antagonisten, das heisst sein Wachstum und seine anschließende Wirksamkeit als biologisches Bekämpfungsmittel, je nach Umweltbedingung variiert. Sie hängt vom Standort und den lokalen Gegebenheiten ab, die sich stark unterscheiden können.

Biologische Schädlingsbekämpfung, die auf einem Mikrobiom, also einer Gemeinschaft von verschiedenen Mikroorganismen, basiert, könnte die Wirkungsschwankungen vielleicht ausgleichen. Doch aus welchen einzelnen Organismen soll eine mikrobielle Gemeinschaft zusammengesetzt sein, die die Vermehrung des Feuerbranderregers in der Blüte eindämmt? Dabei sollen die einzelnen Mitglieder einer solchen mikrobiellen Gemeinschaft nicht nur in der Lage sein, das Wachstum des Erregers zu verringern, sie dürfen sich auch gegenseitig nicht am Wachstum hindern.

Es ist ein Glücksfall, wenn Beobachtungen einen Hinweis auf eine solche Gemeinschaft liefern.



Abb. 1: Feuerbrandinfektion. (© Luzia Lussi)

Die Low-Input-Anlage

Bei Agroscope in Wädenswil wird die Low-Input-Obstanlage Parzelle 23 dazu genutzt, natürlich vorkommende Insekten- und Milbenpopulationen zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurden fünf Apfelsorten, Ariwa, Boskoop, Idared, Milwa/Diwa® und Golden Delicious gepflanzt, die ersten Bäume in den 1990er-Jahren. Bis 2015 wurden in dieser Obstanlage keine Pflanzenschutzmittel verwendet. Erst seit 2015 wird ein Low-Input-Verfahren angewendet. Ungefähr 100 m von dieser Obstanlage entfernt stand eine konventionell bewirtschaftete Anlage, die im November 2016 wegen wiederkehrendem Feuerbrandbefall getilgt wurde. In der Low-Input-Anlage konnte jedoch nie eine Feuerbrandinfektion festgestellt werden. Wieso fällt es dem Feuerbranderreger so schwer, sich in der Blüte anzusiedeln?

Neue Sequenzieretechniken, neue Möglichkeiten

Mit der Verfügbarkeit neuer DNA-Sequenzieretechniken und der bioinformatischen Verarbeitung grosser Datensätze hat sich die Möglichkeit ergeben, ganze mikrobielle Gemeinschaften zu charakterisieren. Ein solches modernes Verfahren wurde zur Charakterisierung des Mikrobioms in den Apfelblüten der Low-Input-Anlage eingesetzt (Gschwend et al. 2021). Je 25 Blüten von zwei Bäumen einer Sorte wurden nach dem Zufallsprinzip zur Hauptblütezeit im Jahr 2017 entnommen. Die Mikroorganismen wurden aus den Blüten herausgewaschen, ihre DNA isoliert und ein spezifischer Abschnitt der Bakterien- und der Pilz-DNA analysiert. Identische oder sehr ähnliche DNA-Abschnitte wurden in sogenannte OTUs (operational taxonomic units resp. operationelle taxonomische Einheiten) gruppiert. Viele dieser OTUs konnten durch Datenbankvergleiche bestimmten Bakterien- oder Pilzarten zugeordnet werden.

Die mikrobielle Gemeinschaft in den Apfelblüten

Die Studie ergab, dass das Mikrobiom dieser Apfelblüten von wenigen Bakterien- und Pilzarten dominiert wurde und dass die Apfelsorte keinen grossen Einfluss auf dessen Zusammensetzung hatte. Die Pilzgemeinschaft zeigte dabei eine etwas höhere Diversität im Vergleich zum bakteriellen Mikrobiom. *Metschnikowia pulcherrima* und *Aureobasidium pullulans* machten zusammen 40% der Pilzgemeinschaft aus (Abb. 2). Stämme von *M. pulcherrima* sind

vor allem für ihr Potenzial gegen Lagerkrankheiten bekannt, können aber auch das Wachstum von *E. amylovora* hemmen (Seibold et al. 2006). Zwei Stämme von *A. pullulans* werden zur biologischen Bekämpfung von Feuerbrand genutzt (Kunz 2004).

Dominiert wurden die mikrobiellen Gemeinschaften jedoch von *Erwinia tasmaniensis* (Abb. 2). *E. tasmaniensis* ist ein bakterieller Organismus, der wie der Feuerbranderreger der Gattung *Erwinia* zugeordnet wird. Beschrieben wurde er erstmals im Jahr 2006 (Geider et al. 2006), als er als dominantes Bakterium aus Apfel- und Birnenblüten in Australien (Tasmanien und Knoxfield, Victoria) isoliert wurde. Die Inokulation von unreifen Birnen oder Apfelsämlingen mit *E. tasmaniensis* führte zu keinen Nekrosen, obwohl der Stamm genetisch dem Feuerbranderreger sehr ähnlich ist. Versuche zeigten zudem das Potenzial von *E. tasmaniensis*, als Antagonist gegen *E. amylovora* (Jakovljevic et al. 2008) wirksam zu sein. Das Auftreten als dominante Art in Apfelblüten wurde bisher nur aus Australien berichtet. Weltweit wurden sonst nur einige Stämme isoliert.

In der untersuchten Low-Input-Anlage dominierten also potenzielle *E. amylovora*-Antagonisten die mikrobiellen Gemeinschaften in den Apfelblüten. Dies könnte ein Grund dafür sein, dass der Feuerbranderreger nie in der Lage war, eine Dichte in den Blüten zu erreichen, die zu Nekrosen führte, obwohl er in unmittelbarer Umgebung das bekannte Krankheitsbild verursachte.

Fazit

Die durchgeführte Studie trägt zu unserem Verständnis der einheimischen mikrobiellen Gemeinschaften in Apfelblüten bei. Sie erlaubt eine erste Einschätzung möglicher Komponenten einer synthetischen mikrobiellen Apfelblütengemeinschaft, die eine antagonistische Wirkung gegen Feuerbranderreger entwickeln könnte. Viele Fragen sind noch offen:

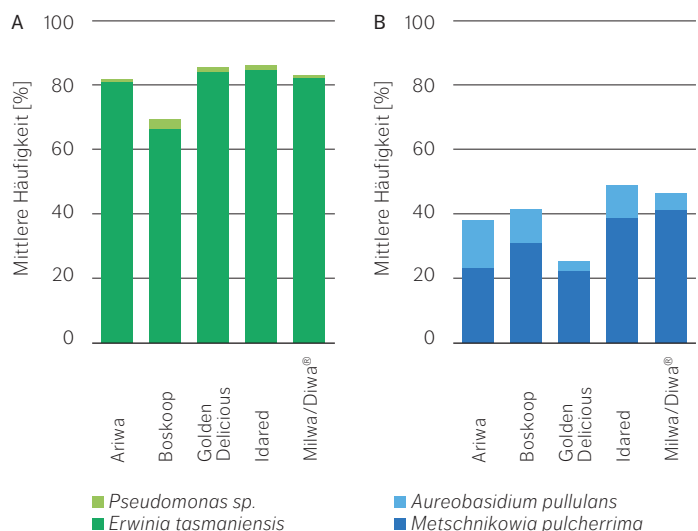


Abb. 2: Häufigkeit von identifizierten Bakterien- (A) und Pilzarten (B), die bereits als mögliche Antagonisten des Feuerbranderregers beschrieben wurden. Apfelblüten von fünf Apfelsorten der gleichen Low-Input-Anlage wurden untersucht. Auffallend ist insbesondere die Häufigkeit von *Erwinia tasmaniensis*, das mit dem Feuerbranderreger nahe verwandt ist. (© Cosima Pelludat)



- Warum liegt *E. tasmaniensis* so dominant in der Anlage vor?
- Wie weit verbreitet ist *E. tasmaniensis* in Schweizer Obstanlagen?
- Kann diese mikrobielle Gemeinschaft eine gute und konstante Wirkung gegen Feuerbrand erzielen?

Es wird noch viel Forschungsarbeit notwendig sein, um diese Fragen definitiv zu beantworten. ■



COSIMA PELLUDAT

Agroscope, Wädenswil
cosima.pelludat@agroscope.admin.ch

Florian Gschwend und Franco Widmer, Agroscope, Reckenholz

FEUERBRAND-5-LÄNDERTREFFEN

Am 9. November 2021 fand das diesjährige Feuerbrand-5-Ländertreffen statt. In der Inselhalle Lindau (D) trafen sich rund 30 Vertreterinnen und Vertreter aus der Schweiz, Österreich, Deutschland und der Region Südtirol-Trentino.

Nach der Begrüssung durch die Organisatorin Karin Wudler vom Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) Augsburg widmeten sich alle Teilnehmenden dem ersten Programmpunkt: die diesjährige Befallssituation in den Ländern. Es zeigte sich, dass sich diese überall sehr ähnlich präsentiert hat. In allen Gebieten gab es aufgrund der kalten Witterung während der Blüte sehr wenig Infektionstage und somit im Vergleich zu den Vorjahren wenig Befall. Das Erregerpotenzial erreichte vielerorts erst gegen Ende der Blüte Werte nahe dem Schwellenwert. Dieser konnte nur in wärmeren Regionen überschritten werden. Trotz der ungünstigen Witterung für das Feuerbrandbakterium wurde in den meisten Regionen vereinzelt Befall beobachtet. Dabei waren die positiven Fälle innerhalb der Regionen sehr homogen verteilt. Dies zeigt, wie verbreitet das Feuerbrandbakterium auch bei ungünstigen Witterungsbedingungen ist. Eine weitere Gemeinsamkeit der Länder war, dass der Grossteil des Feuerbrandbefalls an Neupflanzungen festgestellt wurde. Dies ist vermutlich auf die wärmeren Temperaturen während der späteren Blütezeit der Neupflanzungen zurückzuführen.

Ebenfalls wurden die Ergebnisse aus dem diesjährigen Blütenmonitoring vorgestellt. Mithilfe moderner Verfahren wird dabei der Feuerbranderreger in den Blüten nachgewiesen und bei positivem Befund zusätzlich quantifiziert. Dies kann für Berater eine weitere Entscheidungshilfe bei der Optimierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes sein und trägt generell zum Verständnis einer Feuerbrandinfektion bei.

In diesem Rahmen informierte Agroscope alle Teilnehmenden über die Neueinstufung des Feuerbranderregers als «geregelter

LITERATUR

- Gschwend F., Braun-Kiewnick A., Widmer F. and Pelludat C., 2021: Apple blossoms from a Swiss orchard with low-input plant protection regime reveal high abundance of potential fire blight antagonists. *Phytobiomes Journal*, 5(2), 145–155.
- Geider K., Auling G., Du Z., Jakovljevic V., Jock S. and Völksch B., 2006: *Erwinia tasmaniensis* sp. nov., a non-phytopathogenic bacterium from apple and pear trees. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 56, 2937–2943.
- Jakovljevic V., Jock S., Du Z. and Geider K., 2008: Hypersensitive response and acyl-homoserine lactone production of the fire blight antagonists *Erwinia tasmaniensis* and *Erwinia billingiae*. *Microb. Biotechnol.* 1, 416–424.
- Kunz S., 2004: Development of «Blossom-Protect» - A yeast preparation for the reduction of blossom infections by fire blight. In: 11th Int. Conf. Cultiv. Tech. Phytopathol. Probl. Org. Fruit-Grow. Vitic. Google Scholar.
- Seibold A., Viehrig M. and Jelkmann W., 2006: Yeast as antagonist against *Erwinia amylovora*. *Acta Hort.* 704, 367–370.

Nicht-Quarantäne-Organismus (GNQO)» und dem damit verbundenen Wegfall der Melde- und Bekämpfungspflicht in der Schweiz (Ausnahmen s. Richtlinie Nr. 3: Überwachung und Bekämpfung von Feuerbrand (BLW)).

Freilandversuche

Als Ergänzung zu den Vorträgen wurden die Ergebnisse zweier Feuerbrand-Pflanzenschutzmittel-Versuche im Freiland präsentiert. Die Gruppe Extension Obstbau von Agroscope präsentierte die Ergebnisse von Versuchen in der volleingezühten Apfelanlage am Breitenhof (Wintersingen, BL), die dieses Jahr mit vielen und teils sehr starken Frostnächten zu kämpfen hatte. Durch intensiven Frostkerzeneinsatz konnten starke Schäden bei den Blüten grösstenteils verhindert werden.

Aufgrund dieser Bedingungen ist es schwierig, aus den erzielten Ergebnissen die richtigen Schlüsse zu ziehen. Anders war dies beim Freilandversuch in Kirschgartshausen (Julius Kühn-Institut (JKI), Deutschland). Dort war das Klima während der Blüte milder. Einige der Produkte, die ein gutes bis sehr gutes Resultat ergaben, befanden sich zum ersten Mal in der Testung. Ob diese erfreulichen Ergebnisse wiederholt werden können, wird sich in den nächsten Jahren zeigen.

Mikrobiom-Studie

Zum abschliessenden Programmpunkt rückte noch einmal die Forschung in den Mittelpunkt. In einem Beitrag von Agroscope konnten interessante Ergebnisse einer Mikrobiom-Studie in einer unbehandelten Apfelanlage aus Wädenswil präsentiert werden (s. Artikel auf S. 10). Zur optimalen Anwendung geeigneter Antagonisten können Beobachtungen des natürlichen Mikrobioms wichtige Erkenntnisse liefern. In dieselbe Richtung ging auch der Beitrag vom JKI in Dossenheim (D). Auch dort versucht man über modernste Bestimmungs- sowie Sequenziertechnologien die Ausbreitung und Wirkungsweise zwischen Pathogen und möglichen Antagonisten zu verstehen. ■

LAURIN MÜLLER, AGROSCOPE ■