

Phenole und Apfelschorf

-Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse, Schlußfolgerungen und Perspektiven -

U. Mayr, D. Treutter¹

Seit mehreren Jahren werden am Lehrstuhl für Obstbau der Technischen Universität München-Weihenstephan die Ursachen der Schorfanfälligkeit bzw. der Schorffresistenz von Apfelsorten untersucht. Im Frühjahr 1995 konnte nun die Beweiskette geschlossen werden, daß phenolische Substanzen Ursache der Schorffresistenz beim Apfel sind. In einem Rückblick werden die Ergebnisse der Strategien und Arbeitshypothesen zur Erforschung der Schorffresistenz dargestellt und konkrete Ansatzpunkte zur Umsetzung des gegenwärtigen Wissenstandes in die Obstbaupraxis diskutiert.

Phenole - bioaktive Sekundärstoffe der Pflanze

Das aktuelle Interesse an phenolischen Substanzen hat in den letzten Jahren aufgrund zahlreicher Berichte über die positiven Wirkungen auf die Gesundheit und Gesunderhaltung des Menschen, stark zugenommen. Für die Pflanze liegt die ökologische Bedeutung dieser Sekundärstoffe in deren Beitrag an der Abwehr von Schadpathogenen und Umweltbelastungen. Gerade die Gruppe der Catechine und Proanthocyanidine (Gerbstoffe) sind aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften, zu polymerisieren und rasch zu oxidieren, für die Pflanzenphysiologie und Phytopathologie von besonderem Interesse. Aufgrund fehlender analytischer Methoden war es aber bislang nicht möglich diese Phenolgruppe im Apfel genauer zu erfassen. Mit Hilfe einer am Lehrstuhl für Obstbau der Technischen Universität München entwickelten Methode wurden die Voraussetzungen geschaffen, die phenolischen Inhaltsstoffe, insbesondere die Catechine und Proanthocyanidine, in Apfelfrüchten und -blättern qualitativ und quantitativ zu bestimmen.

Schorffresistente/schorfanfällige Apfelsorten

Um der Natur auf die Schliche zu kommen war es naheliegend schorffresistente und -anfällige Apfelsorten auf mögliche Unterschiede hin

¹Dr. Ulrich Mayr und Dr. habil. Dieter Treutter, Lehrstuhl für Obstbau der Technischen Universität München-Weihenstephan, D-85350 Freising

zu untersuchen. Die Untersuchungen ergaben, daß die gegen Schorf resistenten Apfelsorten in exponierten Geweben große Mengen an Gerbstoffen enthalten, schorfanfällige Sorten dagegen nur sehr wenige. Anfällige Bäume sind aber in der Lage, sich gegen einen Schorfbefall zur Wehr zu setzen. Beim Kontakt des Pilzes mit den Pflanzenzellen übermitteln diese auf noch unbekannte Weise Signale (Elicitoren) und setzen im benachbarten Gewebe die Synthese von Gerbstoffen in Gang. Im Grenzbereich zwischen infiziertem und gesundem Gewebe kommt es daraufhin zu einer Anhäufung von Gerbstoffen. Anfällige Sorten reagieren aber viel zu spät, denn die Symptomausprägung und die Sporulation des Pilzes können nicht verhindert werden.

Studien zur Feldresistenz

Untersuchungen des Phenolgehalts von Blatt und Fruchtschale der Sorte *Golden Delicious* an verschiedenen Standorten ergaben eine negative Korrelation zwischen ihrem Gerbstoffgehalt und dem Schorfbefall. Bei niedrigen Gerbstoffgehalten der Blätter und Früchte war die Anfälligkeit gegenüber dem Schorferreger besonders hoch.

Der letzte Beweis, daß die Resistenz gegenüber Apfelschorf auf der Bildung von Phenolen beruht, wurde dieses Jahr in einem im Versuchsgarten des Lehrstuhl für Obstbau der Technischen Universität München-Weihenstephan durchgeführten Freilandversuch erbracht. Bei schorffresistenten Bäumen der Sorte *Sir Prize* wurde durch Einleitung eines Hemmstoffes in die Zweige, die Phenolsynthese in den Blättern gehemmt. Unter hohem Schorfdruck (zweimalige Inokulation) zeigten sich nach zwei Wochen an den Blättern der behandelten Zweigen Schorfsymptome. Nach Beendigung der Hemmstoffbehandlung stieg der Phenolgehalt in den Zellen um die Schorfläsionen stark an und die weitere Entwicklung des Schorfpilzes wurde gehemmt.

Steigerung der Widerstandsfähigkeit von Apfelbäumen gegenüber Schorf

In einem 1991 begonnenen Projekt wurde nach Möglichkeiten gesucht, den pflanzlichen Verteidigungsstoffwechsel im Vorfeld von Infektionen zu aktivieren, d. h., die Synthese von Phenolen sollte bereits eingesetzt haben, bevor überhaupt die erste Pilzspore des Schorferregers auf der Pflanze auftritt. Untersuchungen haben nun gezeigt, daß die Phenolsynthese keine speziell gegen den Schorf gerichtete Reaktion ist, sondern daß sie unspezifisch bei mancherlei Streß auftritt. Neben Verwundungen des Pflanzengewebes, die zu sichtbaren Symptomen führen, hat sich in Modellexperimenten herausgestellt, daß bestimmte Pflanzenschutzmittel oder schon allein die den Präparaten zugesetzten Netzmittel und auch bestimmte Pflanzenpflegemittel für die Bäume Streß genug sein können,

eine unspezifische Abwehrhaltung einzunehmen und Phenole zu produzieren.

Feldversuch in einem Praxisbetrieb

Um zu überprüfen, ob diese Reaktionskette, an dessen Ende die Phenolakkumulation steht, auch unter praxisüblichen Bedingungen ausgelöst werden könnte, wurde 1992 ein über zwei Jahre festgelegter Feldversuch in einem biologisch wirtschaftenden Betrieb in Schlanders (Vinschgau) gestartet.

Voraussetzung für derartige Versuche in Praxisbetrieben ist eine Versuchskonzeption, die ohne erheblichen Mehraufwand vom Bauern bewältigt werden kann. Eine Fläche mit *Golden Delicious* wurde in vier Parzellen unterteilt. In einer Parzelle wurden keinerlei Spritzmittel ausgebracht (Kontrollparzelle), die anderen Parzellen wurden behandelt. Der Betriebsleiter bestimmte nach seinen Erfahrungen den Mitteleinsatz und den Zeitpunkt der Ausbringung. In erster Linie waren es Kupfer- und Schwefelpräparate, die in der Anlage seit einigen Jahren gegen Schorf eingesetzt wurden. Der Mitteleinsatz wurde von Parzelle zu Parzelle stufenweise erhöht. Aus den Parzellen wurden repräsentative Bäume ausgewählt und die Phenolgehalte im Blatt und in der Fruchtschale untersucht. Das Ergebnis war, daß durch den Einsatz der Kupfer- und Schwefelpräparate eine Stimulation der Phenolsynthese im Blatt und in der Frucht hervorgerufen wurde. Interessanterweise manifestierte sich eine Erhöhung der Aufwandmengen nicht in einer verstärkten Phenolsynthese. Ein beruhigendes Ergebnis, da es zeigt, daß die niedrigen Konzentrationen für eine Stimulation der Phenolsynthese ausreichend sind. Als Negativfolge des hohen Mitteleinsatzes wurde festgestellt, daß in der Parzelle mit der höchsten Konzentration die Berostung der Früchte sehr stark war.

Schorfsituation der Vegetationsperioden 1992 und 1993

Vom Südtiroler Beratungsdienst für Obst- und Weinbau in Latsch wurden in der Vegetationsperiode 1992 drei schwere und zwei mittlere Infektionsperioden und für das Jahr 1993 sechs schwere und drei mittlere Infektionsperioden festgestellt. Die Ergebnisse der durchgeführten Schorfbonituren von Blatt und Frucht zeigten die ausreichende Effektivität der niedrigen Aufwandmengen, die in beiden Jahren die Bäume ausreichend vor einem Schorfbefall geschützt haben. Die Widerstandsfähigkeit der anfälligen Sorten gegenüber einem Befall mit Apfelschorf konnte durch eine Erhöhung des Phenolgehaltes meßbar gesteigert werden!

"Doppelwirkung" von Kupfer und Schwefelpräparaten

Aufgrund dieser Untersuchungen ist davon auszugehen, daß der fungizide Wirkungsmechanismus der Kupfer- und Schwefelpräparate neben der bekannten direkten toxischen Wirksamkeit auch auf das Auslösen der pflanzlichen Abwehrmechanismen des Apfels zurückzuführen ist. In Anbetracht der Tatsache, daß in Modellexperimenten die Resistenzinduktion auch durch ein Netzmittel ausgelöst werden konnte, ist von der Möglichkeit auszugehen, daß Präparate, denen Netzmittel beigemischt sind, ebenfalls solch eine "Doppelwirkung" besitzen. Ziel weiterer Untersuchungen im Interesse des ökologischen Obstbaus ist es, alternative Mittel für die Schorfbekämpfung aus der Gruppe der Pflanzenpflegemittel mit guter Induktionswirkung auf die Phenolsynthese zu finden.

Rahmenbedingungen für das Auslösen pflanzlicher Abwehrmechanismen

Die Vorstellung, den Phenolstoffwechsel mit bestimmten Mitteln nun nach Belieben "anschalten" zu können, wäre naiv. Gewisse Rahmenbedingungen sind Voraussetzung für die Phenolsynthese. Der Apfelbaum ist ein komplizierter Organismus, in dem die verschiedensten Stoffwechselwege miteinander konkurrieren. Eine wichtige Konkurrenz zum Phenolstoffwechsel ist der Stickstoffmetabolismus. Die Pflanze legt es offenbar darauf an, möglichst viel Stickstoff aufzunehmen und in organische Verbindungen einzubauen. Dabei braucht sie dieselben Stoffwechselbausteine, die auch für den Aufbau der phenolischen Abwehrstoffe benötigt werden. Der Stickstoffweg wird jedoch bevorzugt, so daß bei übermäßigem Stickstoffangebot und starkem Schnitt das Triebwachstum enorm ist, die Bildung von Phenolen dagegen gering. Dieses Verhalten der Pflanze scheint überaus logisch, da auf natürlichen Standorten der Stickstoff und andere bodenbürtige Nährstoffe immer begrenzt sind. Eine luxuriöse Nährstoffversorgung behindert also die Pathogenabwehr. Weitere wichtige Einflußfaktoren auf die Bildung von Phenolen sind ein ausgewogenes Blatt-Frucht-Verhältnis und eine gute Belichtung des Kronenbereiches. Insgesamt erscheinen kulturtechnische Maßnahmen wie Standortwahl, Düngung, Schnitt, Behangsregulierung in einem neuen Licht und erhalten einen höheren Stellenwert, als ihnen bislang im Hinblick auf den Pflanzenschutz beigemessen wurde.

Schlußfolgerungen und Perspektiven

Mit den genannten Rahmenbedingungen für das Auslösen pflanzlicher Abwehrmechanismen könnte die oft gemachte Beobachtung, daß manche Pflanzenschutzmittel in der einen Anlage wirken und in der anderen nicht, erklärt werden. Ferner wird deutlich, daß es zur Lösung der derzeitigen

Probleme im Pflanzenschutz nicht ausreichen wird, Präparate zur Vernichtung von Pilzen, Insekten usw. zu entwickeln und anzuwenden, sondern wir benötigen Verfahren, die die natürlichen Abwehrkräfte der Pflanze fördern und sie in die Lage versetzen, mit unvermeidbaren Belastungen besser fertig zu werden. Alle Faktoren, die Einfluß auf die Phenolsynthese haben, sind für die Widerstandsfähigkeit der Bäume von Bedeutung und müssen bei der Schorfbekämpfung berücksichtigt werden. In die bisherige Schorfbekämpfungsstrategie, die im wesentlichen nur den Infektionsdruck des Pilzes und die Witterungsbedingungen berücksichtigt, wäre also auch die Kondition des Baumes mit einzubeziehen. Darin liegt die Herausforderung an den zukünftigen Pflanzenschutz!

Literatur

Weiterführende Literatur zu den teilweise nur angeschnittenen Themen können bei den Autoren erfragt werden.

Abstract

Since many years the involvement of phenolic compounds in plant resistance is one of the main subject of the Institute of Fruit Growing (Technical University of Munich). The paper presents a survey of the knowledge on the role of phenolic compounds in scab resistance: high quantities of catechins and procyanidins in leaves and fruit skins of resistant cultivars, accumulation of these compounds in fungus-infected apple leaves, scab infection of resistant apple leaves after inhibition of the phenol synthesis, correlation between high levels of catechins and procyanidins and field resistance of apple trees against the scab fungus, the possibility to induce the synthesis of phenols by spraying inorganic fungicides..... Our particular aim was to show the way from basic scientific work to application of the scientific approaches to field-based studies.

Phenolanreicherung an einer Nekrose als natürliche Abwehrreaktion nach Verwundung und *Cytospora*-Infektion an Kirschlorbeertrieben

P. Schwalb, M. Gutmann und M. Geibel¹

1 Einleitung

Cytospora personii, der Erreger der Krötenhaut- oder *Valsa*-Krankheit, infiziert die Rindengewebe von Süßkirschen (*Prunus avium*) während der Winterruhe (GÖRING, 1975). Im Rindenbereich entwickelt sich im Laufe der Vegetationszeit eine eingesunkene Nekrose. Eine Infektion während der Vegetationszeit ist nicht üblich. Im Sommer werden Rindenwunden schon innerhalb von 2 Wochen durch Phenolanreicherung und Peridermbildung abgegrenzt (ZAHREN et al., 1994). Es stellte sich nun die Frage, wie im Vergleich dazu eine Wundreaktion im Frühjahr abläuft, und welchen Einfluß eine Infektion mit *Cytospora personii* auf diesen Vorgang ausübt.

2 Material und Methoden

30 einjährige Äste eines Süßkirschenbaumes der Sorte 'Frühe Meckenheimer' wurden am 11.3.94 mit einem Skalpell verwundet. Zur Inokulation wurde Agar mit *Cytospora personii*-Mycel, zur Kontrolle Agar ohne Pilz in die Wunde eingelegt. Die Wunde wurde in beiden Fällen mit einem Gewebepatch verschlossen.

Nach 5, 8, 12, 15, 19, 26, 32, 39 und 55 Tagen erfolgte die Probenahme (Versuchsdauer: 8 Wochen).

Die histologische Aufarbeitung nach GUTMANN und FEUCHT (1991) bestand aus Fixierung in Glutaraldehyd, Einbettung in Glycolmethacrylat und Färbung nach GUTMANN (1995) mit Toluidinblau + NaOCl (Schnittdicke: 2 mm) bzw. DMAZA (Dimethylaminozimtaldehyd; Schnittdicke: 5 mm).

Zusätzlich fand nach 5 Monaten eine visuelle Bonitur der Nekrosenentwicklung am Baum statt.

¹ Dipl. Ing. agr. Peter Schwalb, Dr. Markus Gutmann und Dr. Martin Geibel: Lehrstuhl für Obstbau, TU München-Weihenstephan, 85350 Freising