Induzierte Resistenz durch Stimulation der Phenolsynthese - am Beispiel Apfel

U. Mayr, D. Treutter, W. Feucht
Lehrstuhl für Obstbau der Technischen Universität München, D-85350 Freising-Weihenstephan

Der Schorf ist nach wie vor die gefährlichste Pilzkrankheit im Kernobstanbau. Im biologischen Obstbau ist nur durch prophylaktische Bekämpfungsmaßnahmen ein wirtschaftlicher Apfelanbau gewährleistet.
Der wirksamste Weg wäre der Anbau resistenter Sorten. Mittlerweile sind eine ganze Reihe schorfresistenter Sorten auf dem Markt. Jedoch Eigenschaften wie fehlende Geschmacksqualitäten, schlechte Lagerfähigkeit halten die Produzenten nach wie vor von einem Anbau ab. Auch von seiten der Verbraucher liegt eine gewisse Skepsis gegenüber neuen Sorten vor. Neue Sorten werden oftmals als "hochgezüchtet, hochempfindlich gegenüber Krankheiten usw." pauschal abgelehnt und alte Sorten ohne Differenzierung hochgelobt.

Aufklärung von Abwehrmechanismen:
Neben der Resistenzzüchtung kann uns in der Zukunft die Erforschung von pflanzlichen Abwehrmechanismen weiterhelfen.

Eine große Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang den Gerbstoffen zu (FEUCHT 1990). Die zu den Phenolen zählenden Gerbstoffe sind eine in Pflanzen weit verbreitete Substanzklasse, deren Vorkommen in unreifem Obst allgemein bekannt ist. Beim Verzehr unreifer Früchte verursachen sie das unangenehme Adstringenzempfinden im Mund des Konsumenten. Dieses zusammenziehende, pelzige Gefühl beruht auf einer Bindung der Phenole an Eiweißmoleküle und wirkt daher abschreckend auf "Pflanzenfresser." Das betrifft nicht nur Menschen und Tiere. Auch die Eiweißverbindungen, insbesondere die Enzyme, mit denen sich pilzliche Schadorganismen "Zugang zur Pflanze" verschaffen, können außer Gefecht gesetzt werden (TREUTTER und FEUCHT 1990b).

Gerbstoffe, präformierte Schutzstoffe in exponierten Gewebeschichten:
Diese Möglichkeit nutzen schorfresistente Apfelsorten, indem sie in besonders exponierten Geweben große Mengen an Gerbstoffen einlagern (TREUTTER und FEUCHT 1990a). Mit einer am Lehrstuhl für Obstbau der Technischen Universität München entwickelten Färbemethode werden genau die Gerbstoffe angefärbt, die bei der Pathogenabwehr eine Rolle spielen (FEUCHT et al.,1983). Das Nachweisreagenz heißt Dimethyl-Amino-Zimtaldehyd oder kurz DMAZA und färbt mit Gerbstoffen blau.

Sehr deutlich ist diese "Schutzschicht" aus Gerbstoffen bei Blättern und Früchten des Wildapfels Malus floribunda 821 ausgeprägt. Dieser Klon spielt bei der Züchtung schorfresistenter Apfelsorten eine wichtige Rolle. Gerade an für Infektionen prädestinierten Stellen ist die Gerbstoffanreicherung besonders stark, wie z. B im Bereich der Blattadern, wo sich das Regenwasser sammelt und am längsten verbleibt.

Reaktionsmechanismus der Pflanze nach einem Befall mit Schorf:
Der Pilz durchdringt die Cuticula, wächst subcuticulär und entzieht den Epidermiszellen auf bisher unbekannte Weise Nährstoffe. Von den "angezapften Zellen" breiten sich Signale in die Nachbargewebe aus und induzieren dort die Synthese von Gerbstoffen. Die Gerbstoffanreicherung erfolgt aber in der Regel zu langsam, um gegen den Schaderreger ausreichend schnell wirksam werden zu können. Die Art der ausgesandten Signale ist derzeit noch unbekannt. Abbauprodukte von pflanzlichen Zellwände werden als mögliche Induktoren diskutiert (BAILEY 1982).

Als ein frühzeitiges, biochemisches Ereignis wurde an unserem Institut der Stärkeabbau im infizierten Blatt festgestellt. Unklar ist bisher, ob die Pflanze die Stärke metabolisiert, um Abwehrreaktionen einzuleiten oder ob sich der Pilz von den Kohlenhydraten ernährt. Jedenfalls finden bereits in einem sehr frühen Stadium enorme Veränderungen im Stoffwechsel statt, obwohl der Befall makroskopisch noch kaum sichtbar ist.

Im weiteren Verlauf kommt es zur Teilung der Palisadenzellen. Zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt ein Zusammenbruch der Epidermiszellen und eine starke Akkumulation der Gerbstoffe im oberen abgeteilten Bereich der Palisadenzelle.

Prophylaktische Induktion von Phenolen - eine Chance für den biologischen Pflanzenschutz?

Untersuchungen ergaben, daß Obstgehölze auf verschiedene Arten von Streß, die Verletzungen von Zellen hervorruft (FEUCHT et al. 1985), mit einer gleichartigen Gerbstoffsynthese reagieren.

Diese Tatsache deutet darauf hin, daß es sich um eine unspezifische Reaktion der Pflanze handelt. Es wird also kein spezielles Toxin gegen den Schorfpilz gebildet.

Vor diesem Hintergrund entstand die Idee, den Abwehrmechanismus in exponierten Gewebeschichten künstlich durch Reizung der Zellen auszulösen. In der Tat führten oberflächige Behandlungen mit Carborund und Kieselsäure zu den gewünschten Resultaten (KOCH 1989, MAYR 1989).

Gerade im biologischen Obstanbau werden "aggressive" Mittel wie Netzschwefel, Kupfer, kieselsäurehaltige Präparate usw. eingesetzt (KIENZLE und STRAUB 1990), die im Extremfall zu sichtbaren Pflanzenschäden führen, in entsprechend niedriger Dosierung jedoch lediglich eine "mikroskopische" Reizung bewirken. Eine genaue Kenntnis der biochemischen Vorgänge könnte helfen, den Einsatz und den Wirkungsgrad der Pflanzenschutzmittel zu optimieren.

Stimulation der Gerbstoffsynthese durch Pflanzenschutzmittel:
In einem Feldversuch wurde festgestellt, daß es durch den Einsatz der im ökologischen Landbau zugelassenen Pflanzenschutzmittel zu einer Stimulation der Gerbstoffsynthese im Blatt und in der Frucht kommt (Abb.: 1)

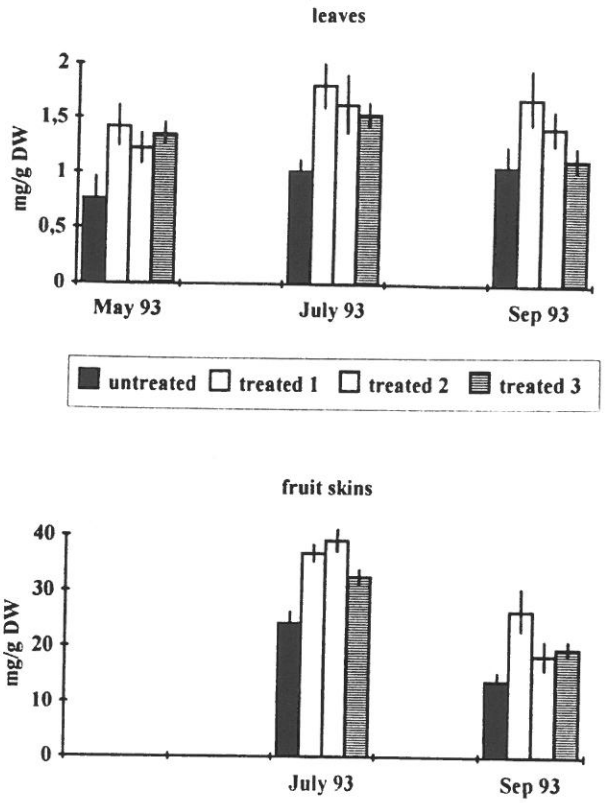

Abb. 1: Stimulation der Gerbstoffsynthese durch Pflanzenschutzmittel (n = 5)
(1) übliche Mittelkonzentration (2) zweifache (3) dreifache Konzentration

Eine Zunahme der Gerbstoffanreicherung durch Erhöhung der Mittelkonzentrationen konnte nicht nachgewiesen werden. Ein beruhigendes Ergebnis, da es zeigt, daß die niedrigen Konzentrationen für eine Stimulation der Gerbstoffsynthese ausreichend sind. Die behandelten Parzellen waren frei von Schorfinfektionen, in der Kontrolle lag ein mittelstarker Befall der Früchte und Blätter vor. In der Parzelle mit dem höchsten Mitteleinsatz war die Berostung der Früchte am stärksten. Da die Gerbstoffe zu einer Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Pflanze führen, wäre für diese Mittel die Bezeichnung Pflanzenpflege- bzw. Pflanzenstärkungsmittel durchaus angebracht.

Offene Fragen:
-Wie schell entsteht diese Schutzschicht aus Gerbstoffen nach Applikation der Pflanzenpflegemittel und wie lückenlos ist sie?
-Wie lange bleibt sie erhalten?

Eine auschlaggebende Frage ist aber in diesem Zusammenhang die Prädisposition der Pflanze: Ist das Pflanzengewebe jederzeit bereit, auf einen Wundreiz mit einer Gerbstoffbildung zu reagieren?

Wachstumsfaktoren und Kulturmaßnahmen, wie Belichtung, Düngung, Fruchtausdünnung usw. beeinflußen die Prädisposition der Pflanze. Wenn z. B. das Angebot von anorganischen Stickstoff hoch ist, läuft der Primärstoffwechsel auf vollen Touren. Die Bildung von Sekundärprodukten, wie die der Gerbstoffe ist dann gering.

Wir haben also ein kompliziertes biologisches System vor uns und wir dürfen nicht den Fehler begehen, den Pflanzenschutz unabhängig von den anderen Kulturmaßnahmen zu sehen. Wenn wir auf pflanzeneigene Abwehr spekulieren, dürfen wir keinen Wachstumsfaktor außer acht lassen.

Literaturverzeichnis:

BAILEY, J. A. 1982: Physiological and biochemical events associated with the expression of resistance to disease. *In: Wood R.K.S. (Hrsg.), Active defense mechanisms in plants, Plenum New York* , S. 39-65

FEUCHT, W. 1990: Phenolische Substanzen und Resistenz gegen Schädlinge. *Erwerbsobstbau* **32**, S. 188-189

FEUCHT, W. UND P. P. S. SCHMID 1983: Selektiver histochemischer Nachweis von Flavanen (Catechinen) mit p-Dimethylaminozimtaldehyd in Sprossen einiger Obstgehölze. *Gartenbauwiss.* **48**, S. 119-124

KIENZLE, J. UND M. STRAUB 1990: Versuchsprojekt "Alternativen im Apfelanbau". *Versuchsbericht 1990, Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Obst- u. Weinbau, Weinsberg*

KOCH, S. 1991: Flavanole der Apfelschale. *Diplomarbeit, Lehrstuhl für Obstbau, Technische Universität München*

MAYR, U. 1991: Catechine in Apfelblättern. *Diplomarbeit, Lehrstuhl für Obstbau, Technische Universität München*

TREUTTER, D. UND W. FEUCHT 1990: Accumulation of flaval- 3-ols in fungus-infected leaves of Rosaceace. *Z. Pflanzenkr. Pflanzensch.* **97** (**6**), S. 634-641

TREUTTER, D. UND W. FEUCHT 1990: The pattern of flavan-3- ols in relation to scab resistance of apple cultivars. *J. Hort. Sci.* **65**, S. 511-517

Abstract

Tannins have been found to accumulate in cells of apple leaves and fruits surrounding the infection zones caused by *Venturia inaequalis*. Since tannins are well-known as antimicrobial agents, they may contribute to the restriction of the fungus. This idea was supported by the finding that field resistance of apple cultivars against scab is correlated with their high level of tannins.

Several chemical stressors, such as anorganic fungicides (containing copper or sulphur), were found to induce a wound reaction and to elicite the accumulation in epidermal and subepidermal cell layers.

Apple trees, treated with the above mentioned chemicals, were not infected by the fungus under field conditions. One may hypothesize that resistance had been induced by stimulating synthesis of the tannins.