

Genetische Variation in der Resistenzinduktion gegenüber *Phytophthora infestans* bei Tomaten

Sharma, K.¹, Butz, A. F.¹ und Finckh, M.R.¹

Keywords: tomato, late blight, induced resistance, genetic variation, BABA.

Abstract

There are numerous instances in which induced plant resistance responses (IR) have been demonstrated. However, before IR can be made use of in practice it is important to understand as much as possible the ecology and genetics of the inducing agents and their interactions with plants and pathogens. Effects of host genetic background were tested with thirteen tomato varieties and two isolates of *Phytophthora infestans*. Isolate effects on inducibility were tested with six varieties and six pathogen isolates. Leaf disks of plants that had been treated with BABA (DL-3-aminobutyric acid) or water were inoculated seven days later with 20 μ l sporangial solutions of 5×10^4 sporangia ml⁻¹. All experiments were repeated three times with six replications each. Disease reductions due to induction ranged from 43 to 100% and were independent of the susceptibility of the variety to the isolates when not induced. The interactions between isolate and variety with respect to inducibility were highly significant.

Einleitung und Zielsetzung

Die Möglichkeit, induzierte Resistenz zum Pflanzenschutz einzusetzen hat in den letzten Jahren mehr und mehr Beachtung gefunden (Walters et al. 2005). Die Forschung hat sich vor allem den Mechanismen der Induktion gewidmet. Trotz der vielfältig dokumentierten Möglichkeiten der Resistenzinduktion hat diese noch fast nicht den Weg in die praktische Landwirtschaft oder Gartenbau gefunden (Ausnahme Viruskrankheiten). Ein Grund dafür dürfte sein, dass Induzierbarkeit der Resistenz von Züchtern nicht als Zuchtziel einbezogen wird. Um solch ein Zuchtziel in die Selektion zu integrieren, muss genetische Variation für die Eigenschaft vorliegen. Allerdings liegt so gut wie kein systematisches Wissen über die genetische Variation der Induzierbarkeit von Resistenzen vor.

Ein wichtiges Modellsystem zur Erforschung der Induzierbarkeit von Resistenzen ist die Tomate. Auch Induzierbarkeit gegen Befall mit *Phytophthora infestans*, dem Erreger der Krautfäule wird vielfach beforscht (z.B. Cohen 1994, Portz et al. 2008). In den verschiedenen Studien wurden unterschiedliche Tomatensorten verwendet, bei denen auch das Ausmaß der Befallsreduktion durch Induktion unterschiedlich war. Allerdings wurden fast nie mehrere Sorten in einer Studie verwendet und so ist es nicht möglich, festzustellen, ob die Unterschiede durch die Verwendung verschiedener Induktoren, Sorten, oder einfach auch experimenteller Bedingungen zu begründen sind. In einer Vorstudie mit 32 Tomatensorten konnten wir hoch signifikante Unterschiede in der Induzierbarkeit von Resistenzen zwischen Sorten feststellen. Zusätzlich legten die Daten nahe, dass auch das verwendete Pathogenisolat eine Rolle spielen könnte (Sharma und Finckh 2007). Dies widerspräche der gängigen Lehre, dass Induzierbarkeit generell und nicht rassenspezifisch ist (z.B. Agrios, 2005)

¹ Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Uni Kassel, Nordbahnhofstrasse 1a, 37213 Witzenhausen, Germany. mfinckh@uni-kassel.de

Ziel dieser Arbeit war es, in wiederholten Versuchen das Ausmaß der genetischen Variation der Induzierbarkeit zu dokumentieren und zu klären, ob die Induzierbarkeit gegenüber unterschiedlichen Isolaten tatsächlich variiert.

Methoden

Dreizehn Tomatensorten wurden auf Induzierbarkeit von Resistenz gegenüber zwei Pathogenisolaten getestet. Die Pflanzen wurden in Standard E0 Erde angezogen und einmal wöchentlich mit Mineraldünger (8:8:6 NPK) gedüngt. Vier Wochen alte Pflanzen wurden mit 1 g l^{-1} demin. H_2O BABA (DL-3-amino butyric acid), einem Resistenzinduktor vollständig besprüht. Kontrollpflanzen wurden mit Wasser behandelt. Um Isolateffekte auf das Ausmaß der induzierten Resistenz zu testen wurde ein zweiter Versuch mit sechs Sorten (Balkonzauber, Berner Rose, Marmande, Zuckertraube, C1131, Super Marmande) und sechs Isolaten durchgeführt. Alle Versuche wurden drei Mal mit jeweils sechs Wiederholungen durchgeführt.

Die Pathogenisolate wurden im Jahr 2004 von Tomaten und Kartoffeln aus Feldversuchen isoliert und in einem Vorversuch auf ihre Virulenz gegenüber den Tomatensorten getestet. Isolate, die alle benutzten Sorten befallen konnten, wurden ausgewählt.

Sieben Tage nach der Behandlung mit BABA wurden ausgestanzte Blattstücke (\varnothing 18mm) der beiden ersten Fiederblätter der jeweils jüngsten voll entwickelten Blätter auf feuchtem Filterpapier in Plastikschaalen mit $20 \mu\text{l}$ einer Sporangienlösung mit einer Konzentration von $5 \cdot 10^4 \text{ ml}^{-1}$ inokuliert (Blattunterseite). Die Plastikschaalen wurden 24 Stunden dunkel und dann bei 16/8 h licht/dunkel bei 17°C gehalten und alle 2 Tage mit sterilem demineralisiertem Wasser besprüht, um die Feuchtigkeit zu halten. Prozent Befall wurde am Tag 4 und 5 nach Inokulation bestimmt. Danach waren die meisten Blattstücke zu 100% befallen.

Die Datenanalyse wurde mit SAS durchgeführt. Die Fläche unter der Befallskurve (FUDBK), die den Befall über die Zeit integriert wurde berechnet. Wegen fehlender Normalverteilung wurden die FUDBK Daten log-transformiert. Eine Varianzanalyse über die wiederholten Experimente ergab keine Unterschiede zwischen den Experimenten. So wurden die Daten gepoolt zu insgesamt 18 Wiederholungen. Mittelwertvergleiche wurden mit dem Tukey-Kramer Test durchgeführt.

Ergebnisse

Resistenz gegenüber den beiden getesteten Isolaten 75 und 108 konnte auf allen dreizehn getesteten Sorten mit BABA induziert werden. Die Induzierbarkeit erschien unabhängig vom Grad der Anfälligkeit der Sorten (Abb. 1). Die Induzierbarkeit der Sorten war jedoch abhängig vom genutzten Pathogenisolat (signifikante Interaktion $F=17.65$, $P<0.01$).

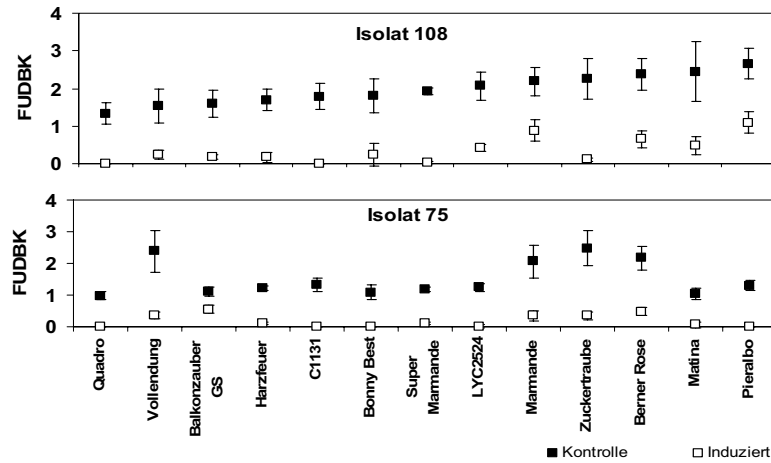


Abbildung 1: Resistenzinduktion durch BABA (offene Symbole) im Vergleich zu einer wasserbehandelten Kontrolle (geschlossene Symbole) gegenüber Befall mit *P. infestans* bei 13 Tomatensorten nach Inokulation mit Isolat 108 (oben) oder 75 (unten). Die Fläche unter der Befallskurve (FUDBK) 5 Tage nach Inokulation von abgetrennten Blattstücken ist dargestellt (nicht transformierte Werte). Mittelwerte von 3 Versuchen mit jeweils 6 Wiederholungen mit Standardabweichungen. Alle Induktionen waren hoch signifikant ($P < 0.001$, lineare Kontraste).

Auch im Versuch mit sechs Sorten und sechs Isolaten interagierte die Induzierbarkeit der Sorten mit den Isolaten hoch signifikant ($F=52.07$, $P < 0.001$). Die Befallsreduktionen variierten zwischen 43 und 100% je nach Sorte und Isolatkombination. Die Befallsreduktion durch Induktion war insgesamt nicht von der Stärke der Anfälligkeit einer Sorte abhängig (Abb. 2). Sowohl bei hoch anfälligen Interaktionen als auch bei deutlich weniger anfälligen wurden hohe und niedrige Befallsreduktionen durch die Induktion mit BABA erreicht. So war der Befall (FUDBK) der Sorten C1131, Balkonzauber und Berner Rose mit Isolat 85 ohne Induktion mit 3,05, 3,05 und 3,07 fast identisch. Durch Induktion wurde die FUDBK jedoch auf 0,09, 0,33, bzw. 1,74 reduziert (mit Pfeilen in Abb. 2 markiert)

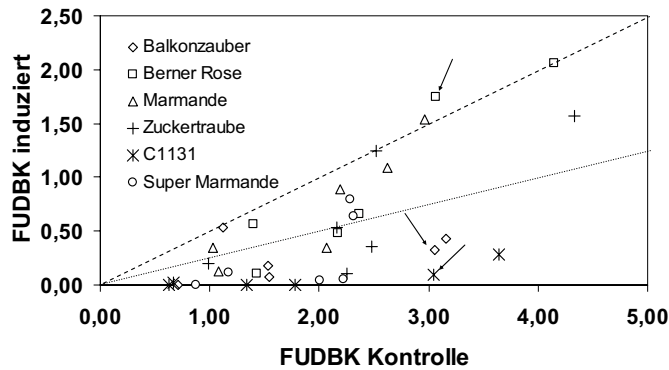


Abbildung 2: Das Ausmaß der Resistenzinduktion durch BABA in Abhängigkeit des Befalls der Kontrolle. Es wurden sechs Sorten mit 6 Isolaten getestet. Auf der x-Achse ist die Fläche unter der Kurve (FUDBK) für nicht-induzierte Pflanzen und auf der y-Achse die FUDBK nach Induktion mit BABA aufgetragen. Die gestrichelte Linie zeigt 50% Befallsreduktion, die gepunktete 25%. Alle Induktionen waren hoch signifikant ($P < 0.001$, lineare Kontraste). Die drei mit Pfeilen markierten Punkte wurden mit demselben Isolat inokuliert (siehe Text).

Diskussion

Die beobachteten sortenspezifischen Effekte könnten zur Selektion besserer Induzierbarkeit genutzt werden. Allerdings legen die Interaktionen mit den Isolaten nahe, dass die Induzierbarkeit der Resistenz nicht gegen alle Isolate gleich wirkt. Die rassenspezifischen Interaktionen legen nahe, dass unterschiedliche Mechanismen der Resistenz gegen diese Rassen wirksam sind, die nicht alle gleichermaßen von BABA induziert werden. Diese Hypothese bedarf der Überprüfung.

Da unter Feldbedingungen immer verschiedene Rassen eines Pathogens nebeneinander auftreten, ist die Inokulation mit einzelnen Isolaten allerdings nicht einer Situation im Feld gleichzusetzen. Es wird notwendig sein, die Induzierbarkeit auch gegenüber Mischungen von Isolaten zu testen. Wenn bei Mischinokulationen Sortenunterschiede sichtbar bleiben und von der Zusammensetzung der Mischinokulation unabhängig sind, könnte eine solche Methode zur Selektion robuster induzierbarer Genotypen genutzt werden.

Literatur

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Elsevier Academic Press, London.
- Cohen Y. (1994): Local and systemic control of *Phytophthora infestans* in tomato plants by DL-3-amino-n-butanoic acid. *Phytopathology* 84:55-59.
- Portz D., Koch E., Slusarenko A.J. (2008): Effects of garlic (*Allium sativum*) juice containing allicin on *Phytophthora infestans* and downy mildew of cucumber caused by *Pseudoperonospora cubensis*. *Eur J Plant Pathol* 122:197-206
- Sharma K., Finckh M.R. (2007): Genetic variation in inducibility of resistance in tomatoes against *Phytophthora infestans*. Proceedings of the XVI International Plant Protection Congress, 15-18 October 2007, Glasgow, UK 330-331. Hampshire, UK: The British Crop Protection Council.
- Walters D., Walsh D., Newton A., Lyon G. (2005): Induced resistance for plant disease control: maximizing the efficiency of resistance elicitors. *Phytopathology* 95:1368-1373.