
Sektion 6

Ackerbau II

06-4 - Untersuchungen zur Knockdown-Resistenz (*kdr*) beim Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata* (SAY)) in Deutschland

Studies on knockdown resistance (kdr) of Colorado potato beetle (Leptinotarsa decemlineata (SAY))

Claudia Tebbe, Ralf Nauen², Corinna Schorn², Paolo Racca, Birgit Breckheimer, Benno Kleinhenz

Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz, Rüdeshheimer Straße 60-68, 55545 Bad Kreuznach, Deutschland

²Bayer CropScience AG, Alfred Nobel Str. 50, 40789 Monheim, Deutschland

Bereits seit Jahren sind Resistenzen des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* (SAY)) gegenüber Insektiziden aus der Klasse der Pyrethroide bekannt. Dieser Unempfindlichkeit können verschiedene Resistenzmechanismen zugrunde liegen. Ein wichtiger Mechanismus ist dabei die Knockdown-Resistenz (*kdr*) (Soderlund und Knipple 2003). Sie beruht auf einer Punktmutation (L1014F) im Gen für den spannungsabhängigen Natriumkanal, der den Wirkort von Pyrethroiden darstellt (Lee et al. 1999).

Um die Verbreitung der *kdr* in deutschen Kartoffelkäferpopulationen zu untersuchen, wurde im Jahr 2013 ein deutschlandweites Monitoring durchgeführt. Hierfür wurden jeweils fünf Larven oder adulte Käfer von 139 Standorten mit Hilfe der Pyrosequenzierungsmethode auf das Vorhandensein der Mutation L1014F untersucht. Zusätzlich wurde der Resistenzstatus einzelner Kartoffelkäferpopulationen gegenüber dem Pyrethroid Karate Zeon (Wirkstoff: Lambda-Cyhalothrin) nach der Methode 007 des „Insecticide Resistance Action Committee“ (IRAC) bestimmt und mit dem Resistenzniveau sowohl einer sensiblen als auch einer resistenten Laborpopulation verglichen.

Die *kdr* konnte in 92 % der untersuchten Proben nachgewiesen werden. Da bei der Verbreitung kaum regionale Trends erkennbar waren, ist davon auszugehen, dass die Mutation L1014F deutschlandweit in Kartoffelkäferpopulationen auftritt. Etwa 70 % der untersuchten 678 Einzeltiere konnten als Träger der *kdr*-Mutation identifiziert werden. Ein Einfluss der Bewirtschaftungsweise (konventionell oder ökologisch) auf die Häufigkeit der *kdr* in einer Population konnte nicht festgestellt werden.

Im Biotest nach IRAC-Methode 007 lagen die LD₅₀-Werte der untersuchten Freilandpopulationen zwischen 0,128 ppm und 4,522 ppm, während die LD₉₀-Werte zwischen 3,513 ppm und 138,117 ppm schwankten. In fünf von acht Fällen überstieg die LD₉₀ die Feldrate von 18,75 ppm. Diese Werte sind im Vergleich zur sensiblen Laborpopulation erhöht und vergleichbar mit der resistenten Referenzpopulation. In allen untersuchten Freilandpopulationen wurde die *kdr*-Mutation L1014F nachgewiesen, sodass das Auftreten der *kdr* in den Zusammenhang mit einem erhöhten Resistenzniveau gebracht werden kann.

Literatur

LEE, S. H., J. B. DUNN, J. M. CLARK, D. M. SODERLUND, 1999: Molecular Analysis of *kdr*-like Resistance in a Permethrin-Resistant Strain of Colorado Potato Beetle. *Pestic. Biochem. Phys.* **63** (2), 63-75.

SODERLUND D.M., D.C. KNIPPLE, 2003: The molecular biology of knockdown resistance to pyrethroid insecticides. *Insect. Biochem. Molec.* **33** (6), 563-577.

06-5 - Krautfäulebekämpfung mit Kaliumphosphonat und Pflanzenextrakt

Heinz Krebs, Tomke Musa, Susanne Vogelgsang, Laure Weisskopf

Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften

Ausgangslage

Gemäss Richtlinien 2009/37/EG der EU-Kommission vom 23. April 2009 sind Kupferverbindungen als Pflanzenschutzmittelwirkstoff bis 30. November 2016 unter der Auflage zugelassen, dass die Mitgliedländer Massnahmen zur Reduzierung der Anwendung ergreifen.

Agroscope hat in den letzten Jahren zum gezielten und minimalen Kupfereinsatz das Prognosesystem Bio-PhytoPRE implementiert (Musa *et al.* 2005). Ausserdem wurden in Labor- und Freilandversuchen Kupfer-Alternativen wie Pflanzenextrakte und Pflanzenstärkungsmittel als mögliche Kupfer-Ersatzstoffe gegen den Erreger der Kraut- und Knollenfäule *Phytophthora infestans* geprüft (Krebs *et al.* 2013; Dorn *et al.* 2007).

Material und Methode

Organe pflanzlicher Drogen (Wurzeln, Rinden, Blätter) wurden auf 0.25 mm zerkleinert, dann während zwei Stunden in einer zehnpromzentigen Ethanol-Lösung suspendiert und anschliessend extrahiert. Die Filtrate wurden *in vitro* auf ihre Hemmwirkung beim Myzelwachstum, bei der Sporangienkeimung und *in vivo* auf die Schutzwirkung gegen den Krankheitserreger auf Kartoffelblättern (*detached-leaf-tests*) geprüft. Die wirksamsten Extrakte oder ihre Kombinationen wurden in Feldversuchen getestet.

Aufgrund der guten Erfahrung im Rebbau gegen den Falschen Mehltau der Weinrebe *Plasmopara viticola* mit dem vormals als Pflanzenstärkungsmittel und neu als Pflanzenschutzmittel registrierten Frutogard[®] wurde Kaliumphosphonat als Blattdünger unter dem Handelsnamen Phosfik[®] auf seine Wirksamkeit gegen den Krautfäule-Erreger und auf die Phosphit-Rückstände in den Knollen geprüft.

Resultate und Diskussion

Die *in vitro*- und *detached-leaf-tests* sind geeignete Screening-Methoden, um wirksame Stoffe gegen *Phytophthora infestans* zu ermitteln. Bei den indoor-Experimenten war die Wirksamkeit der besten Extrakte meist reproduzierbar und mit Kupfer vergleichbar. Unter Feldbedingungen eingesetzt war die Schutzwirkung statistisch oft nachweisbar, aber mit zunehmender Vegetationsdauer lagen sie meist hinter der Kupferanwendung zurück. Bei den wöchentlichen Faulbaumrinde-Behandlungen, als dreiprozentiges Extrakt appliziert, wurde oft eine mit 3 kg/ha Kupfer vergleichbare Wirkung erreicht, die jedoch nicht, wie bei der Kupfer-Variante, zu einem Mehrertrag führte. Im Jahr 2013 gelang es, mit einer Kombination von Faulbaumrinde *Fragulae cortex*, Wiesenknopfwurzel *Sanguisorbae radix* und Meerrettichwurzel *Armoraciae radix*, bei der Sorte Agria im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle einen gesicherten Ertragseffekt von 15 Prozent zu erzielen. Aktuelle Ergebnisse zeigen, dass mit einer Mischung von Faulbaumrinde, Wiesenknopfwurzel und Meerrettichblatt *Moringa oleifera* die Schutzwirkung und die Pflanzenverträglichkeit weiter erhöht werden kann.

Dreijährige Ergebnisse haben gezeigt, dass mit den Phosfik[®]-Behandlungen, 1.5 l/ha, eine zu Kupfer (3 kg Cu/ha) vergleichbare Schutzwirkung möglich ist. Untersuchungen des Ernteguts haben jedoch ergeben, dass ab 4 Behandlungen erhöhte Phosphit-Rückstände in den Knollen nachzuweisen sind. Bei Feldexperimenten mit unterschiedlicher Behandlungshäufigkeit wurde ein Zusammenhang zwischen dem Phosphonat-Eintrag und den in den Knollen vorgefundenen Rückstandsmengen nachgewiesen. Vorausgesetzt, dass der Phosphonat-Einsatz von den Öko-Verbänden als Hilfsstoff akzeptiert würde, bilden diese Verbindungen aufgrund ihrer Rückstände in den Knollen keinen vollwertigen Kupferersatz im Öko-Kartoffelbau.

Fazit

Ohne unerwünschte Rückstände in den Knollen zu erhalten, könnten im Öko-Kartoffelbau mit Kaliumphosphonat Produkten höchstens zwei bis drei Kupferanwendungen eingespart werden. Mit geeigneten Kombinationen von Pflanzenextrakten liesse sich der Kupfereinsatz zumindest reduzieren - sofern es gelingt, die Auszüge zu einem erschwinglichen Preis herzustellen. Es besteht durchaus Einsparpotenzial - nicht nur bei der weiteren Optimierung der Extrakt-Zusammensetzung - sondern auch bei der Beschaffung der pflanzlichen Rohstoffe, um die Herstellungskosten zu senken.

In der Grundlagenforschung könnten aus den Extrakt-Kombinationen allenfalls chemisch wirksame Strukturen für die Entwicklung neuer Wirkstoffe gegen *Phytophthora infestans* ermittelt werden.

Literatur

- Dorn B., Musa T., Krebs H., Padruot M.F., Forrer H.R. (2007). Control of late blight in organic potato production: evaluation of copper-free preparations under field, growth chamber and laboratory conditions. Eur J Plant Pathol 119: 217-240.
- Musa-Steenblock T., Forrer H.R. (2005). Bio-PhytoPRE- ein Warn- & Prognosesystem für den ökologischen Kartoffelanbau in der Schweiz. 8. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau, Kassel, Deutschland, 133-136.
- Krebs H., Musa T., Vogelgsang S. und Forrer H.R., 2013. Kupferfreie Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule im Bio-Kartoffelbau? Agrarforschung Schweiz 4 (5): 238-242.

06-6 - Untersuchungen zur gezielten Bekämpfung der *Alternaria*-Dürrfleckenkrankheit an Kartoffeln im Feld

Integrated control of early blight on potatoes

Hans Hausladen

Der Verursacher der Dürrfleckenkrankheit der Kartoffel *Alternaria solani* ist weltweit in allen Kartoffelanbaugebieten vorzufinden.

In Deutschland kann das Auftreten des Schaderreger hohen wirtschaftlichen Schaden im Kartoffelanbau anrichten. Die gezielte und effektive Bekämpfung der Dürrfleckenkrankheit ist somit ein wichtiger Baustein der integrierten Kartoffelproduktion. Die Kontrolle der Krankheit basiert bislang vor allem auf den Einsatz von Fungiziden die in die Atmungskette eingreifen.

Aktuelle Studien von Leiminger *et al.* zeigen, dass es in zahlreichen Regionen Deutschlands zum Auftreten von Mutationen von *Alternaria solani* Populationen gegenüber der Gruppe der Strobilurine kommt.

Für die Praxis stellt sich die Frage der nachhaltigen und zielgerichteten Bekämpfung unter dieser Situation. In Rahmen eines mehrjährigen Forschungsvorhabens werden integrierte Bekämpfungsansätze überprüft. In dem Vortrag werden Fungizid-Strategien zur effizienten Kontrolle aufgezeigt und diskutiert.

06-7 - Integrierte Bekämpfung der *Alternaria*-Dürrflecken an Kartoffeln

Integrated control of early blight in potatoes

Andrea Volz, Tongle Hu, Hans Hausladen

Technische Universität München

Die Dürrfleckenkrankheit an Kartoffeln wird durch das peritrophe Pathogen *Alternaria solani* verursacht und hat in den letzten 20 Jahren in Süddeutschland an Bedeutung gewonnen. Dürrflecken verursachen Ertragsverluste von bis zu 30% (Hausladen, 2006). Auch wenn bisher noch wirksame protektive Fungizide beispielsweise aus der Gruppe der Strobilurine zur Verfügung stehen, hat der intensive Einsatz von Azoxystrobin in den USA schon wenige Jahre nach der Einführung

des Wirkstoffs zum Auftreten von weniger sensitiven *Alternaria solani*-Isolaten gegenüber diesem Wirkstoff geführt (Pasche et al., 2004). Auch in Deutschland wurden schon Isolate mit der für den Sensitivitätsverlust verantwortlichen F129L-Mutation gefunden (Leiminger et al., 2013). Um in Europa zukünftig die Wirksamkeit der Fungizid-Anwendung im Feld sicher zu stellen, sollten gemäß einer guten fachlichen Praxis verschiedene Wirkstoffe zum Einsatz kommen. Darüber hinaus gilt es weitere Bekämpfungsmöglichkeiten zu erforschen, um im Rahmen des „Integrierten Pflanzenschutzes“ die Anwendung von chemischen Präparaten auf ein Minimum reduzieren.

In einem vierjährigen Projekt der TU München wurden in Feld- und Laborversuchen alternative bzw. unterstützende Maßnahmen zur Bekämpfung der Dürffleckenkrankheit an Kartoffeln untersucht. Da *Alternaria solani* an abgestorbenem Pflanzenmaterial im Boden überdauert, wurde im aktuellen Projekt die Minimierung des Primärinokulums im Boden fokussiert. Zu diesem Zweck wurde der Einfluss zweier verschiedener Vorfrüchte - Gerste und Kartoffeln - auf den Epidemieverlauf der Dürffleckenkrankheit im Kartoffelbestand des Folgejahres beobachtet. In beiden untersuchten Versuchsjahren wurden in den Parzellen mit Vorfrucht Kartoffel die ersten Symptome zwei Wochen früher bonitiert als in den Parzellen mit Vorfrucht Gerste. Diese Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung einer weiten Fruchtfolge als präventive Pflanzenschutzmaßnahme gegenüber der Dürffleckenkrankheit an Kartoffeln.

In vier Versuchsjahren (2010-2013) konnte im Vergleich von Kalkammonsalpeter und Kalkstickstoff die fungizide Nebenwirkung von Kalkstickstoff gegenüber *A. solani* dokumentiert werden. Dass die verbesserte Pflanzengesundheit nicht nur auf der Düngerwirkung beruht, wurde im Labor durch die Inhibition der Konidienkeimung durch Kalkstickstoff nachgewiesen.

Außerdem wurde die Wirkung der Biofumigation (Kirkegaard et al., 1993) auf *A. solani* in Feld und Labor untersucht. Während durch die verschiedenen Einflussfaktoren im Feldversuch nicht in jedem Jahr ein klarer Effekt der biofumigativen Maßnahmen gegeben war, konnte die inhibierende Wirkung der Isothiocyanate und weiterer volatiler Stoffe auf die Konidienkeimung von *A. solani* im Labor nachgewiesen werden.

Literatur

- HAUSLADEN, H., 2006: Potato early blight (*Alternaria* spp.) in Germany. In: PPO-Special Report no. 11. Westerdijk, C. E. und H. T. A. M. Schepers (Hrsg.), Wageningen, DLO Foundation, 313 – 318.
- KIRKEGAARD J. A., P. A. GARDNER, J. M. DESMACHELIER, J. F. ANGUS, 1993: Biofumigation – using *Brassica* species to control pests and diseases in horticulture and agriculture. In: 9th Australian Research Assembly on Brassicas. BRATTEN, N. und R. J. MAILER (Hrsg.), Agricultural Research Institute, Wagga Wagga, 77-82.
- LEIMINGER, J. H., B. ADOLF, H. HAUSLADEN, 2014: Occurrence of the F129L mutation in *Alternaria solani* populations in Germany in response to QoI application, and its effect on sensitivity. *Plant Pathol.* **63** (3), 640-650.
- PASCHE, J. S., C. M. WHARAM, N. C. Gudmestad, 2004: Shift in sensitivity of *Alternaria solani* in responses to QoI fungicides. *Plant Dis.* **88** (2), 181–187.

06-8 - Biofumigation zur Kontrolle des Erregers der Dürffleckenkrankheit *Alternaria solani*

Biofumigation for early blight control in potatoes

Elisabeth Kitzeder, Andrea Volz, Hans Hausladen

Technische Universität München

Die Dürffleckenkrankheit an der Kartoffel wird durch den Pilz *Alternaria solani* verursacht. Derzeit wird die Krankheit im integrierten Anbau durch die Anwendung von Fungiziden, die den Elektronentransport in der Atmungskette hemmen (sog. QoI-Fungizide) bekämpft. Nach Arbeiten von Leiminger et al. (2012) sind jedoch schon resistente Isolate im Feld vorzufinden, die eine Minderwirkung dieser Fungizidklasse erwarten lassen. Aus diesem Grund werden im Rahmen eines Forschungsvorhabens alternative Bekämpfungsmöglichkeiten erarbeitet. In vitro Assays zeigen, dass zahlreiche biofumigative Stoffe (v.a. Allyl-Isothiocyanat) eine Hemmung des Pilzwachstum und der Hyphenbildung verursachen.