
Sektion 6

Ackerbau II

o6-1 - Überprüfung verschiedener Methoden zur gezielten Infektion mit *Alternaria solani* an der Kartoffel im Feld

*Examination of different methods for targeted infection with *Alternaria solani* on potato in the field*

Nicole Metz, Hans Hausladen

Technische Universität München, Lehrstuhl für Phytopathologie, 85354 Freising-Weihenstephan, nicole.metz@tum.de

Neben der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) nimmt auch die die Alternaria-Dürrfleckenkrankheit an der Kartoffel (*Solanum tuberosum* L.) im europäischen Raum in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung zu (Runno-Paurson et al., 2015). Die ausgeprägten Symptome sind hauptsächlich auf die Progression des Pathogens *Alternaria solani* zurückzuführen. Der Erreger hat eine hohe wirtschaftliche Bedeutung, da Ertragsverluste von bis zu 30 % nachweisbar sind (Leiminger und Hausladen, 2012). Die aktuellen Versuche werden im Feld meist unter natürlichen Infektionsbedingungen durchgeführt, was eine starke Abhängigkeit von Witterung und vorhandenem Inokulum-Potential bedeutet. Eine gezielte Infektion mit dem Erreger *Alternaria solani* im Feld kann Wissenschaftler bei epidemiologischen Fragestellungen unterstützen. Daher wurden in dieser Arbeit reproduzierbare Infektionsmethoden für das Versuchswesen entwickelt und getestet.

Um neue und vergleichbare Daten anhand von Freilandversuchen mit *Alternaria solani* zu generieren, werden Methoden gesucht, die eine einheitliche Infektion mit dem Pilz im Feld hervorrufen. Ziel dabei war auch den natürlichen Infektionsweg des Erregers möglichst gut nachzustellen. Dazu wurden in dieser Arbeit zum einen mit dem Erreger infizierte Körner zwischen die Kartoffeldämme gestreut und zum anderen eine Sporenlösung auf die Pflanzen gesprüht. Bei den Körnern war ein deutlicher Infektionserfolg sichtbar. Daher kann diese Methode gut eingesetzt werden um mit *Alternaria solani* im Feld zu arbeiten. Ein weiterer Vorteil dieser Methode liegt in der guten Vergleichbarkeit des Infektionswegs mit der natürlichen Infektion, da beide vom Boden ausgehen. So bleibt auch der typische Krankheitsverlauf von den unteren Blättern zu den oberen Blättern erhalten. Bei der zweiten Infektionsmethode konnte in diesem Feldversuch kein Erfolg nachgewiesen werden. Die Ursachen für die nicht erfolgreiche Infektion können sehr vielfältig sein.

Insgesamt zeigte sich bei der Körnerinokulation ein schnellerer Befallsanstieg, verbunden mit einem höheren Endbefall und höheren rAUDPC-Werten.

Die Anwendung der Körnerinokulation kann Grundlage sein für:

- Epidemiologische Studien
- Reproduzierbare und vergleichbare Versuche zur Anfälligkeit verschiedener Genotypen (als Grundlage für integrierten Pflanzenschutz)
- Studien mit unterschiedlichen Isolaten (z.B. Fitness, Sensitivität)
- Fungizid-Versuche

Literatur

Leiminger, J. H., H. Hausladen, 2012: Early blight control in potato using disease-orientated threshold values. Plant Disease 96 (1), 124-130.

Runno-Paurson, E., K. Loit, M. Hansen, B. Tein, I. H. Williams, M. Mändl, 2015: Early blight destroys potato foliage in the northern Baltic region. ACTA AGR SCAND B-S P 65 (5), 422-432.

o6-2 - Gezielte Bekämpfung der *Alternaria*-Dürrfleckenkrankheit an Kartoffeln

Integrated control of early blight (Alternaria solani) on potatoes

Hans Hausladen

Technische Universität München, Lehrstuhl für Phytopathologie, 85354 Freising-Weißenstephan, h.hausladen@lrz.tum.de

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

In Deutschland kann das Auftreten des Schaderregers hohen wirtschaftlichen Schaden im Kartoffelanbau anrichten. Die gezielte und effektive Bekämpfung der Dürrfleckenkrankheit ist somit ein wichtiger Baustein der integrierten Kartoffelproduktion.

Derzeit basiert die gezielte Bekämpfung der *Alternaria*-Dürrfleckenkrankheit im Wesentlichen auf Fungiziden und Fungizidmischungen aus den beiden Wirkstoffgruppen Strobilurine (QoI) und Carboxamide (SDHI). Die Strobilurine wirken an einer sehr definierten Stelle in der mitochondrialen Atmungskette (Komplex III, Quinone outside Inhibitoren). Die Carboxamide haben den Wirkort ebenfalls in der Atmungskette am Komplex II (Succinatdehydrogenase-Inhibitoren).

Aktuelle Studien von Leiminger et al. (2013) zeigen, dass es in zahlreichen Regionen Deutschlands zum Auftreten von Mutationen von *Alternaria solani* Populationen gegenüber der Gruppe der Strobilurine kommt. Mutationen im Targetgen (cyt b) werden als ein Grund für geringere fungizide Sensitivität beschrieben. Die Untersuchung zum aktuellen Auftreten der F129L Mutation ermöglicht eine Analyse der Anpassungsdynamik sowie eine Abschätzung künftiger Entwicklungen. Isolate mit F129L Mutation wurden erstmals 2009 in Deutschland nachgewiesen. Seitdem ist eine zunehmende Verbreitung von F129L Mutanten in Deutschland festzustellen.

Ferner sind in Deutschland seit dem Jahr 2013 Isolate vorzufinden die eine Mutation im SdhB-Gen und im SdhC-Gen aufweisen. GUDMESTAD et al. (2013) konnte nachweisen, dass diese Mutationen ebenfalls zu Minderwirkungen von einigen SDHI-Fungiziden im Feld führen.

Ziel eines effektiven Fungizidmanagements im integrierten Pflanzenschutz ist dauerhaft wirksame Fungizide aus unterschiedlichen Wirkstoffklassen zur Verfügung zu haben, um die Dürrfleckenkrankheit effektiv zu kontrollieren, wenn acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen (Sortenanfälligkeit, Verhinderung von Nährstoff- und Wassermangel, Reduktion von biotischen Stress durch saugende und beißende Insekten) nicht ausreichen. Eine wesentliche Unterstützung der gezielten Fungizid-Maßnahme sind witterungsbasierte Entscheidungsmodelle, die die Anzahl der Fungizidapplikationen optimieren und meist reduzieren. Dies stellt die Basis für ein effektives Fungizid-Resistenzmanagement dar.

Literatur

Leiminger J., B. Adolf, H. Hausladen, 2013: Occurrence of the F129L mutation in *Alternaria solani* populations in Germany in response to QoI application and its effect on sensitivity. Plant Pathology 63, 640-650

Gudmestad, N. C., S. Arabiat, J. Miller S., J. S. Pasche, 2013: Prevalence and impact of SDHI fungicide resistance in *Alternaria solani*. Plant Disease, 97(7), 952-960.

o6-3 - Auftreten, Kontrolle und Ertragsbedeutung von *Microdochium* Arten im Getreide

Occurrence, control and impact on yield of Microdochium species in cereals

Michael Hess, Katharina Hofer

Technische Universität München, Lehrstuhl für Phytopathologie, m.hess@tum.de

Der Blattbefall mit *Microdochium* Arten wird immer mehr als Ertragsrisiko im Getreideanbau wahrgenommen. Während es unter den Witterungsbedingungen 2013 in vielen Regionen Deutschlands zu einem starken Auftreten kam, wurde unter den trockenen Bedingungen in den Jahren 2014 und 2015 eher selten Befallsverdacht geäußert. Trotzdem konnte die Erreger in Proben aus verschiedenen Regionen und aus unterschiedlichen Getreidekulturen nachgewiesen und sogar isoliert werden. Es handelt sich hier um kein regionales Problem, zahlreiche weltweite Untersuchungen und Berichte beschreiben das Auftreten oft in Zusammenhang mit Fusariumbefall an der Ähre oder Fungizidresistenz. Der ursprünglich als *Fusarium nivale* beschriebene Pilz wird in die Arten *M. nivale* und *M. majus* unterteilt, die neben Blattbefall auch die bekannte Auflaufkrankheit „Schneeschemmel“ und partielle Taubährigkeit verursachen. Über den Zusammenhang der unterschiedlichen Symptome ist kaum etwas bekannt. Obwohl es sich um eigenständige Arten mit Unterschieden in der Biologie und Epidemiologie handelt, treten sie meist vergesellschaftet auf. Während gegenüber einigen Fungiziden Sensitivitätsverluste festgestellt wurden, zeigt der Wirkstoff Prochloraz eine stabile Wirkung. Die gezielten Versuche der letzten Jahre konnten zeigen, wie *Microdochium* Arten vor allem bei Wirkungslücken in den Vordergrund treten und dementsprechend in einer optimalen Krankheitskontrolle berücksichtigt werden sollten. In dem aktuellen Projekt werden durch Exaktversuche, Monitoringuntersuchungen und den gezielten Einsatz molekularer und klassischer Diagnostik die Grundlagen für eine integrierte Bekämpfung erarbeitet. Aktuelle Ergebnisse werden präsentiert und die Konsequenzen für Sortenwahl und Fungizideinsatz diskutiert.

o6-4 - *Ramularia collo-cygni*, Biologie und Bekämpfung eines weltweit aufstrebenden Krankheitserregers

Ramularia collo cygni, biology and control of a worldwide uprising plant pathogen

Michael Hess¹, Hind Sghyer¹, Johann Hausladen¹, Ralph Hückelhoven¹, Stephan Weigand²

¹Technische Universität München, Lehrstuhl für Phytopathologie, m.hess@tum.de

²Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz IPS 3a

Ramularia collo cygni, ein pilzliches Pathogen, welches die *Ramularia* Blattfleckenkrankheit in der Gerste verursacht, konnte weltweit nachgewiesen werden (Havis et al. 2015). Es ist aufgrund der regelmäßigen, wirtschaftlich bedeutenden Epidemien ein in Wissenschaft und Praxis vielbeachteter Krankheitserreger. Diese neue Herausforderung wurde basierend auf Monitoring und langjährigen Untersuchungen zur gezielten Kontrolle durch Blattfungizide in den letzten Jahren in enger Zusammenarbeit zwischen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und der Technischen Universität München erfolgreich in das bewährte Bekämpfungskonzept Gerstenmodell Bayern integriert. Trotz der bisher sicheren Kontrolle bleibt die Biologie dieses klassisch, mykologisch schwierig zu bearbeitenden Erregers eine Herausforderung. Mehrere fungizide Wirkstoffe zeigen Sensitivitätsverluste und es fehlen nutzbare Sortenresistenzen. Die Sequenzierung des Genoms eröffnet neue Möglichkeiten

der Untersuchung und des Verständnisses der Erregerbiologie. Vergleiche auf Genomebene zu verschiedenen, gut untersuchten Modelpathogenen und populationsgenetische Studien mit 19 sequenzierten *Ramularia*-stämmen von verschiedenen Wirtspflanzen und weltweiter Herkunft sollen Einblicke in den Erregerzyklus, dem Umschalten von der endophytischen Phase zur Pathogenität und die Bedeutung verschiedener Ausbreitungswege geben. Es werden die Ergebnisse aus den aktuellen Feldversuchen zur Kontrolle gezeigt und über die Fortschritte in den genetischen Untersuchungen berichtet.

Literatur

Havis N, Clemente G, Brown J, Frei P, Jedryczka M, Kaczmarek J, Kaczmarek M, Matusinsky P, McGrann G, Pereyra S, Piotrowska M, Sghyer H, Tellier A, Hess M. (2015) *Ramularia collo-cygni* - an emerging pathogen of barley crops. *Phytopathol.* 105 :895-904.

o6-5 - *Fusarium* species an Gerste: Epidemiologie und Auswirkungen auf Malzqualität

Fusarium species on barley: Epidemiology and impact on malt quality

Katharina Hofer, Michael Hess, Ralph Hückelhoven

Technische Universität München, Lehrstuhl für Phytopathologie, katharina.hofer@mytum.de

Ährenfusariosen an Gerste führen, ähnlich wie an Weizen, zu Ertragseinbußen sowie Qualitätsreduktionen und Mykotoxinkontaminationen. Wird befallende Gerste zu Fütterungszwecken genutzt spielen v. a. Ertrags-minimierung und Mykotoxinbelastung eine zentrale Rolle, während bei der Verwendung zur Malz- und Bierherstellung noch negative Effekte auf spezifisch festgelegte Qualitätskriterien hinzukommen. Gestörte Lösungseigenschaften im Mälzungsprozess und auch das spontane Überschäumen von Bier (sog. Gushing) werden mit erhöhtem *Fusarium*-Besatz in Verbindung gebracht.

Als Verursacher von Ährenfusariosen wird ein Erregerkomplex angesehen, wobei *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *F. tricinctum*, *F. langsethiae*, *F. sporotrichioides* und *F. poae* dominierende Arten auf Gerste sind. Einzelne *Fusarium*-Arten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Morphologie, ihres Toxinspektrums und ihrer Epidemiologie (Verbreitungswege, Infektionszeitpunkte, Wirt-Parasit-Interaktion), sind aber z.T. noch unzureichend beschrieben.

Im vorliegenden Projekt wurde der Erregerkomplex studiert und näher charakterisiert. Dazu wurde in Gewächshaus- und Feldversuchen v.a. der Einfluss von Sortenwahl und Stickstoffdüngung auf die Epidemiologie einzelner Pathogene untersucht. Die Effekte von *Fusarium*-Kontaminationen auf Malzqualität konnten in Mälzungs- und Brauversuchen mit künstlich infiziertem Material festgestellt werden. Genexpressions- sowie Toxinmonitoring-Studien gaben dabei Aufschluss über spezies-spezifische Auswirkungen im Produktionsprozess.

Die hervorgebrachten Ergebnisse sind vielversprechend im Hinblick auf eine Integration in zukünftige notwendige Pflanzenschutzstrategien.

o6-6 - Welche Anbaufaktoren beeinflussen das Auftreten von Fusarien und Mykotoxinen in Schweizer Gerste- und Hafer

Which cropping factors influence the occurrence of Fusarium species and mycotoxins in Swiss barley and oats?

Torsten Schöneberg¹, Charlotte Martin², Fabio Mascher², Thomas D. Bucheli¹, Mario Bertossa², Tomke Musa¹, Felix E. Wettstein¹, Beat Keller³, Susanne Vogelgsang¹

¹Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften, CH-8046 Zürich,

torsten.schoeneberg@agroscope.admin.ch ²Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, CH-1260 Changins / CH-6593 Cadenazzo

³Universität Zürich, Institut für Pflanzen- und Mikrobiologie, CH-8008 Zürich

Getreideerzeugnisse bilden bei der europäischen Bevölkerung einen grossen Anteil der Kalorienzufuhr und tragen zu einer ausgewogenen Ernährung bei. Besonders weniger häufig angebaute Getreidearten, wie Gerste und Hafer, können für den Menschen gesundheitsfördernde Stoffe enthalten.

Jedoch muss Getreide nicht nur gesund, sondern auch sicher sein und daher frei von gesundheitsschädlichen Substanzen. Die gefährlichsten pilzlichen Erreger von Getreidekrankheiten gehören zur Gattung *Fusarium*. Fusarien-Infektionen führen bei Getreide zur partiellen Taubährigkeit, die durch verschiedene Fusarienarten ausgelöst werden kann, wobei bei Weizen *Fusarium graminearum* (SCHWABE) die weltweit dominanteste ist. Die Getreidearten unterscheiden sich in ihrer Anfälligkeit gegenüber den verschiedenen Fusarien und zusätzlich haben Anbaufaktoren, wie Bodenbearbeitung und Vorfrüchte, sowie das Wetter einen grossen Einfluss auf den Fusarien-Befall. Neben den Ertragsverlusten ist die Bildung verschiedener Pilzgifte (Mykotoxine) weitaus gefürchteter, da sie die menschliche und tierische Gesundheit gefährden. Die Fusarienarten unterscheiden sich in der Bildung der Mykotoxin-Substanzen und diese kann zusätzlich durch die oben genannten Faktoren beeinflusst werden.

Um das Artenspektrum und die Mykotoxinbelastung in Gerste und Hafer beurteilen zu können, wurden zunächst Ernteproben aus der gesamten Schweiz gesammelt und analysiert. Zudem wurden verschiedene Anbaufaktoren erhoben, um deren Einfluss auf den Befall zu eruieren. In den Jahren 2013-2015 waren die vorherrschenden Fusarienarten in Gerste *F. graminearum* und in Hafer *F. poae*. Die Analyse der Mykotoxine zeigte in Gerste vor allem eine Kontamination mit Deoxynivalenol (DON), welches durch *F. graminearum* gebildet wird. Hingegen waren in Hafer die Toxine T-2/HT-2 dominant, welche durch *F. langsethiae* (dritthäufigste Art) gebildet werden. Die Untersuchung der Anbaufaktoren hat gezeigt, dass die Kombination aus Vorfrucht Mais und reduzierter Bodenbearbeitung das Risiko einer Infektion mit FG und einer DON-Belastung in Gerste erhöht. Bei Hafer wiesen Winterhafersorten eine stärkere Infektion mit *F. poae* und *F. langsethiae*, sowie eine höhere T-2/HT-2-Belastung auf. Weiterhin erhöhte sich das Risiko einer T-2/HT-2-Kontamination durch den Anbau von kleinkörnigen Getreiden (z.B. Dinkel, Gerste, Weizen) vor Hafer.

Derzeit werden die aus dem Gerste- und Hafermonitoring erhaltenen Daten zusammen mit Ergebnissen aus epidemiologischen Studien genutzt, um das Prognosemodell „FusaProg“ für Weizen und DON auf Gerste und Hafer sowie deren Mykotoxine zu erweitern.

o6-7 - Zum Fusarium- und Mykotoxinspektrum im deutschen Haferanbau

Occurrence of Fusarium species and relevant mycotoxins in German oats

Paulina Georgieva, Andreas von Tiedemann, Mark Winter

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzen-wissenschaften, Abteilung für Allgemeine Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz, Grisebachstr. 6, 37077 Göttingen, pgeorgi@gwdg.de

Hafer gilt unter den Getreidearten als vergleichsweise gesunde Kultur. In den vergangenen Jahren häufen sich aber auf Europäischer Ebene Befunde zu Erntepartien mit stärkerer Kontamination mit Mykotoxinen diverser Fusariumarten. Neben den gewöhnlichen Fusariumtoxinen wie Deoxynivalenol (DON) ist Hafer in Nordeuropa häufig mit den im Verhältnis zu DON weitaus toxischeren Typ-A Trichothecenen T-2 und HT-2 Toxin belastet (Langseth & Rundberget 1999, Edwards 2009, Edwards et al. 2009, Pettersson 2010). Als Hauptverursacher für Mykotoxinkontaminationen im Hafer werden *F. graminearum* (DON-Produzent) und die wenig erforschte Fusariumart *F. langsethiae* (T-2 und HT-2 Produzent) angesehen. Die Primärinfektion entsteht während der Blüte (Divon, 2012). Bislang ist aber wenig über die Verbreitung und Zusammensetzung des Fusariumarten- und Mykotoxinspektrums im deutschen Haferanbau bekannt.

Daher wurde der Befall mit Fusarium spp. in den Organen Halmbasis, Rispe und reifem Korn von Hafer (Sorte Max) an 13 verschiedenen Standorten in Deutschland bestimmt. Zusätzlich wurde das Mykotoxinspektrum im reifen Haferkorn untersucht.

In den bislang untersuchten Korn- und Pflanzenproben lag die Befallshäufigkeit von Fusarium spp. bei bis zu 36%. Es wurden neun verschiedene Fusariumarten gefunden: *F. poae*, *F. equiseti*, *F. culmorum*, *F. langsethiae*, *F. sporotrichioides*, *F. avenaceum*, *F. tricinctum*, *F. cerealis* und *F. oxysporum*. Es zeigte sich, dass die Verteilung der Fusariumarten in den betrachteten Kornproben stark zwischen den verschiedenen Orten variierte. Hauptsächlich konnte aber an fast allen Standorten *F. poae* und *F. equiseti* nachgewiesen werden. An fünf Standorten wurde der T-2/HT-2 Produzent *F. langsethiae* nachgewiesen. In diesem Beitrag soll ein Überblick zum aktuellen Stand der Verbreitung von Schimmelpilzarten und zur Höhe und zum Spektrum an Mykotoxinkontaminationen im deutschen Haferanbau gegeben werden.

Literatur

- Edwards, S. G., 2009: Fusarium mycotoxin content of UK organic and conventional oats. *Food Addit Contam.* 26:1063–1069
- Edwards, S. G., B. Barrier-Guillot, P. E. Clasen, V. Hietaniemi, H. Pettersson, 2009: Emerging issues of HT-2 and T-2 toxins in European cereal production. *World Mycotoxin J.* 2:173–179.
- Divon, H.H., J. Razzaghian, H. Udnés-Aamot, S.S., Klemsdal, 2012: Fusarium langsethiae (Torp and Nirenberg), investigation of alternative infection routes in oats. *European Journal of Plant Pathology* 132: 147-161.
- Langseth, W., T. Rundberget, 1999: The occurrence of HT-2 toxin and other trichothecenes in Norwegian cereals. *Mycopathologia* 147:157–165.
- Pettersson, H., 2010: T-2 and HT-2 toxins in oats and oat products. In: Proceedings of the Seventh Fusarium Toxin Forum, 1-2nd February 2010. European Commission, Brussels, Belgium.

o6-8 - T-2 und HT-2 Toxine an Hafer in Deutschland – Interpretationen von mehrjährigen Versuchsergebnissen

T-2 and HT-2 toxins in oats in Germany – An interpretation of first time field studies

Ruben Gödecke¹, Sandy Falk², Esther Grüner³, Mark Winter⁴, Daniela Christ⁵

¹Regierungspräsidium Gießen, Pflanzenschutzdienst Gießen, ruben.goedecke@rpgi.hessen.de

²Landesbetrieb Hessisches Landeslabor

³Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen

⁴Georg-August-Universität Göttingen

⁵Institut für Zuckerrübenforschung

Am 27. März 2013 wurden erstmals EU weite Richtwerte für die Belastung von Getreideprodukten mit T-2/HT-2 Toxinen verabschiedet. Hafer stellt hier die gefährdetste Getreideart dar, daher wurden in einer Kooperation des Instituts für Zuckerrübenforschung, der Universität Göttingen und des Pflanzenschutzdienstes Hessen in den vergangenen drei Jahren (2013 - 2015) mehrere Feldversuche angelegt, um eine Risikoabschätzung für eine Belastung des in Deutschland produzierten Hafers abgeben zu können. Für die Feldversuche wurden gezielt Isolate ausgewählt, die in vorangegangenen Inokulationsversuchen im Gewächshaus an Hafer Symptome und messbare T-2/HT-Mengen produzierten. In den Jahren 2013-2015 führten künstliche Inokulationen vor allem mit *F. sporotrichioides* zu den höchsten Belastungen im Erntegut, wohingegen Inokulationen mit *F. langsethiae* im Feld nahezu symptomlos und ohne erhöhte Mykotoxinwerte blieben. Erste Versuche der Etablierung einer visuellen Bonitur von Mykotoxinbelastungen wurden im Versuchsjahr 2014 in sechs verschiedenen Hafersorten durchgeführt und ein an Hafer angepasstes spezifisches Befallschema entwickelt. Ein Vergleich der Witterungsparameter der vergangenen drei Versuchsjahre führte zu der Schlussfolgerung, dass T-2/HT-2 Mykotoxinbelastungen unabhängig von den Niederschlagsmengen während der Versuche auftreten, vielmehr scheinen vor allem hohe Tagesdurchschnittstemperaturen diese zu fördern und zu Richtwertüberschreitungen von mehr als 1000 µg kg⁻¹ T-2/HT-2 Toxinen zu führen.