
Sektion 9

Pflanzenschutzmittel und –wirkstoffe I

09-1 - Konzepte zum Resistenzmanagement von SDHI-Fungiziden im Getreide

Concepts for resistance management of SDHI fungicides in cereals

Andreas Mehl

Bayer Crop Science AG, Monheim

Inhibitoren des Enzyms Succinatdehydrogenase innerhalb der mitochondrialen Atmungskette phytopathogener Pilze (SDHI-Fungizide) werden seit über 10 Jahren zur Bekämpfung von Getreidekrankheiten in Deutschland verwendet. Aufgrund der zunehmenden Anzahl und Verwendung SDHI-haltiger Produkte sowie Detektion resistenter Isolate wichtiger Krankheitserreger werden nachhaltige Resistenzmanagement-Strategien für SDHI-Fungizide immer wichtiger, und werden somit auch von FRAC (dem 'Fungicide Resistance Action Committee') intensiv diskutiert und kommuniziert.

Die von Bayer über mehrere Jahre erhobenen Sensitivitätsdaten solcher Krankheitserreger, wie z. B. von *Zymoseptoria tritici* und *Pyrenophora teres*, werden vorgestellt und aktuelle Konzepte von SDHI-Resistenzmanagement-Strategien im Getreide diskutiert.

09-2 - Langjähriges Monitoring der Sensitivitäten bei Getreidekrankheiten als Basis für Wirkstoffstrategien im Resistenzmanagement

Monitoring data of cereal pathogen sensitivities in Europe as basis for sustainable fungicide strategies

Stefano Toriani¹, Helge Sierotzki¹, Marina Mellenthin²

¹Syngenta AG; Basel, Schweiz

²Syngenta Agro GmbH Deutschland/Österreich/Schweiz

Syngenta führt seit vielen Jahren europaweit Monitoring Programme bei allen wesentlichen Getreidekrankheitserregern gegenüber Fungizidwirkstoffen durch. Die Analyse der Sensitivitätsveränderungen in Verbindung mit der genetischen Analyse der ursächlichen Mutationen sind eine wesentliche Grundlage zur Abschätzung der Resistenzrisiken und Basis für die Entwicklung von nachhaltigen Resistenzmanagementstrategien. In der Präsentation werden ein Überblick der Sensitivitätsänderungen bei Getreidekrankheiten in Europa gegeben und Maßnahmen zur Minimierung von Resistenzbildung vorgestellt.

09-3 - Aktueller Stand der Fungizid-Sensitivität gegenüber Succinat-Dehydrogenase Inhibitoren in der europäischen Getreideproduktion

Update on the fungicide sensitivity towards succinate dehydrogenase inhibitors in European cereal production

Alexandra Rehfus¹, Dieter Strobel¹, Rosie Bryson¹, Ralf T. Voegelé², Gerd Stammler¹

¹BASF SE, Agricultural Center, Speyerer Strasse 2, 67117 Limburgerhof, Germany

²University of Hohenheim, D-70599 Stuttgart, Germany

In European cereal production, mainly three single-site fungicide classes, DMIs (C14-demethylase inhibitors), Qols (quinone outside inhibitors) and SDHIs (succinate dehydrogenase inhibitors), are used to control a broad range of phytopathogenic fungi. In 2012, first single SDHI resistant isolates were observed in *Zymoseptoria tritici*, the causal agent of Septoria tritici blotch of wheat (Dooley et al., 2016; Rehfus et al., 2018) and *Pyrenophora teres*, the causal agent of net blotch of barley (Stammler et al., 2014; Rehfus et al., 2016). SDHI resistant isolates of a third cereal pathogen, *Ramularia collo-cygni* which causes Ramularia leaf spot of barley, were discovered in 2014. Several mutations in the target genes of SDHIs (*Sdh* genes), which are leading to amino acid exchanges in the SDH enzyme, were discovered to cause SDHI resistance. Distinct levels of resistance are expressed by the different mutations. Each pathogen species has evolved a diverse pattern of mutations and shows a specific dynamic of evolution of SDHI resistance. Nowadays, SDHI resistance is prevalent in *P. teres* populations in France, Germany, and Belgium. *R. collo-cygni* shows a heterogenous pattern of resistant isolates in countries such as Germany, France, the UK, and Ireland. In *Z. tritici*, a significant increase of SDHI resistant isolates was observed since 2015 in countries such as Ireland, some parts of the UK, and the Netherlands, however, still at low frequencies overall Europe compared to both barley pathogens. Mutation C-H152R in *Z. tritici*, which causes a higher impact on SDHIs than any other mutation detected in the field, is thought to have a low competitiveness in nature as it was not detectable in early spring sampling in 2016 and 2017 in Ireland and the UK.

Further monitoring is needed to be able to describe the evolution of fungicide resistances in these pathogens and to initiate proper counter measures.

Literatur

DOOLEY, H., M. W. SHAW, J. MEHENNI-CIZ, J. SPINK, S. KILDEA 2016: Detection of *Zymoseptoria tritici* SDHI-insensitive field isolates carrying the SdhC-H152R and SdhD-R47W substitutions. Pest Manag Sci. **72**, 2203-2207.

REHFUS, A., S. MIESSNER, J. ACHENBACH, D. STROBEL, R. BRYSON, G. STAMMLER, 2016: Emergence of succinate dehydrogenase inhibitor resistance of *Pyrenophora teres* in Europe. Pest Manag Sci. **72**, 1977-1988.

REHFUS, A., D. STROBEL, B. BRYSON, G. STAMMLER 2018: Mutations in *sdh* genes in field isolates of *Zymoseptoria tritici* and impact on the sensitivity to various succinate dehydrogenase inhibitors. Plant Pathol. **67**, 175-180.

STAMMLER, G., A. REHFUS, J. PROCHNOW, R. BRYSON, D. STROBEL, 2014: New findings on the development of insensitive isolates of *Pyrenophora teres* towards SDHI fungicides. Julius-Kühn-Archiv **447**, 568.

09-4 - Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Botrytis-Monitoring der letzten 10 Jahre

Andreas Mosbach, Dominique Edel, Gabriel Scalliet

Syngenta Crop Protection AG, Schweiz

Botrytis cinerea ist ein bedeutendes Pathogen, das zahlreiche Kulturpflanzen befällt und jährlich erhebliche Schäden in der Landwirtschaft verursacht. Wir berichten aus unserem europäischen Monitoring der vergangenen Jahre und diskutieren die Wirkung verschiedener fungizider Wirkstoffe in unterschiedlichen Kulturen, mit einem Schwerpunkt auf Weintrauben.

Das Resistenzverhalten von *B. cinerea* wurde mithilfe moderner Techniken untersucht, die exakte Rückschlüsse auf die zugrundeliegenden Mechanismen ermöglichen. Unsere molekulare Charakterisierung umfasst dabei sowohl die zielstrukturbasierten Resistenzen gegenüber den Wirkstoffklassen der SDHIs (Komplex II), Qols (Komplex III) und Anilinopyrimidine, als auch zielstrukturunabhängige Resistenzmechanismen wie MDR (multi-drug resistance). Wir geben einen Überblick über die Häufigkeit unterschiedlicher Genotypen und zugehöriger Phänotypen im Feld, welche in manchen Fällen im Zusammenhang mit den beobachteten Fitnessnachteilen steht. Abschließend demonstrieren wir anhand unserer Monitoringergebnisse die anhaltende Wirksamkeit von SWITCH®, das auch mehr als 20 Jahre nach Markteinführung noch eine exzellente *Botrytis*-Kontrolle und Robustheit gegenüber Resistenzentwicklung zeigt.

09-5 - Multiple Resistenzen in phytopathogenen Pilzen

Multiple resistance in plant pathogenic fungi

Alexandra Rehfus, Eva Büttner, Anna Huf, Gerd Stammler

BASF SE, Agricultural Center, Speyerer Strasse 2, 67117 Limburgerhof, Germany

Examples for multiple resistance can be found in different plant pathogenic species such as *Botrytis cinerea*, *Zymoseptoria tritici*, *Venturia inaequalis* and others. Frequency of resistance is mainly driven by selection pressure on the one hand and fitness penalties on the other. Since targets site mutations concern often highly conserved amino acids (aa), it could be postulated that aa exchanges reduce enzyme efficiency, which has been previously shown e.g. for SDH aa exchanges. Reduced enzyme efficiency could be relevant for the fitness of resistant strains in the field and thus, depending on presence or absence of selection pressure, have an impact on the effectiveness of resistance management strategies. Fitness costs of multiple resistances might accumulate in individual strains and have a negative influence on their competitiveness with wild type strains as indicated in studies with *B. cinerea*, *Z. tritici* and *V. inaequalis*. However, in multiple resistant strains, resistance to a specific mode of action (MoA) can be co-selected by application of other MoAs. This was found in *B. cinerea*, where AP resistance was selected by KRI applications in presence of double (AP+KRI) resistant strains. This can be a challenge to the effectiveness of conventional resistance management strategies. Therefore, strategies should focus on the reduction on disease and selection pressure, namely on phytosanitary measures, limitation of number of applications and the use of biological agents. Also alternation and mixing of fungicides with appropriate MoAs, including multi sites offer efficient management strategies.

09-6 - Revysol® – Das erste Isopropanol-Azol mit besonderer fungizider Leistung

Revysol® – The first isopropanol-azole: Designed to outperform

Martin Semar, Dieter Strobel, Jochen Prochnow

BASF SE, Agrarzentrum Limburgerhof

Revysol® ist ein innovatives Triazol-Fungizid für den Pflanzenschutz. Bereits in der Entwicklungsphase wurde auf ein hohes Niveau der Krankheitsbekämpfung, auch bei angepasster Pathogen-Population, und auf ein vorteilhaftes regulatorisches Profil geachtet.

Im Vergleich zu anderen Azolen im Markt verfügt Revysol® über eine einzigartige Molekülstruktur mit breitem Spektrum, hoher Wirksamkeit und ausgezeichneter Selektivität. Durch die Isopropanol-Gruppe ist das Revysol®-Molekül besonders flexibel, was eine hohe Anpassungsfähigkeit und damit höhere Binde-Affinität am Wirkort im Vergleich zu vielen etablierten Azolen zur Folge hat – insbesondere, wenn dieser durch aktuelle Resistenzentwicklungen bereits Mutationen aufweist. Somit wird Revysol® eine wichtige Rolle im Resistenzmanagement und beim Schutz weiterer Wirkstoffe spielen.

Revysol® ist für den präventiven als auch kurativen Einsatz geeignet. Die hohe Leistungsfähigkeit gegenüber phytopathogenen Pilzen in einer Vielzahl von Kulturen machen Revysol® zu einem wertvollen Baustein für zukünftige Fungizidlösungen weltweit. Der Wirkstoff ist zur Registrierung eingereicht.

09-7 - Revysol® – Eine neue Basis für die integrierte Krankheitsbekämpfung im Getreide

Revysol® – The new backbone for integrated disease management in cereals

Jochen Prochnow, Sarah Graf, Dieter Strobel

BASF SE, Agrarzentrum Limburgerhof

Durch seine umfassende Wirkung gegen viele wichtige Getreidepathogene bietet Revysol® breite Einsatzmöglichkeiten zur umfassenden und flexiblen Krankheitskontrolle. Revysol® besitzt eine einzigartige Molekülstruktur und bietet unter anderem die Möglichkeit, auch Septoriestämme zu kontrollieren, die bereits umfangreiche Mutationen am Wirkort aufweisen und nur schwer mit DMIs kontrolliert werden können.

Die herausragende Leistungsfähigkeit von Revysol® wird durch optimierte Formulierungen abgerufen, welche eine äußerst schnelle Wirkstoffaufnahme ermöglichen. Das Besondere daran ist die Bildung von Wirkstoff-Reservoirs im Blattinneren – hervorragend geschützt vor Umwelteinflüssen wie Regen oder UV-Strahlung. Aus diesem Wirkstoff-Vorrat erfolgt langsam aber stetig eine systemische Verlagerung über das Xylem, was eine überraschend langanhaltende Dauerwirkung zur Folge hat.

Revysol® ist für den präventiven als auch kurativen Einsatz geeignet. Die hohe Leistungsfähigkeit gegenüber phytopathogenen Pilzen in einer Vielzahl von Kulturen machen Revysol® zu einem wertvollen Baustein für zukünftige Fungizidlösungen im Getreide.

09-8 - Revytrex® – Die flexible Lösung für eine breite Schaderregerkontrolle

Revytrex® – The flexible solution for broad spectrum disease control

Sarah Graf, Dieter Strobel, Jochen Prochnow

BASF SE, Agrarzentrum Limburgerhof

Revytrex® ist eine Kombination aus dem bekannten fungiziden Wirkstoff Xemium® (Fluxapyroxad) aus der Stoffklasse der SDHIs und dem neuen Wirkstoff Revysol® (Mefentrifluconazol) aus der Gruppe der SBIs (DMIs). In dieser Formulierung wurden die besonderen Eigenschaften beider Wirkstoffe berücksichtigt und auf ihre Bioverfügbarkeit optimiert. Beide Wirkstoffe ergänzen und verstärken sich in ihrem Wirkungsprofil, so dass relevante Pilzkrankheiten in Weizen, Gerste, Roggen und Triticale besonders sicher und sehr langanhaltend erfasst werden. Seit Einführung der DMIs ist eine Anpassung von Pathogenen hin zu einer verringerten Sensitivität zu beobachten (shifting). Revysol® zeigt

eine hohe Aktivität auf viele *Zymoseptoria tritici* Stämme mit verringerter DMI-Sensitivität. Im Vergleich zu anderen DMIs scheint die hohe Flexibilität des Revysol[®]-Moleküls die Bindung selbst in geänderten Bindestellen von adaptierten Isolaten zu ermöglichen. Revysol[®] hat auf verschiedene pilzliche Stadien eine hohe Aktivität, sowohl auf der Blattoberfläche als auch innerhalb des Blattgewebes. Der Wirkstoff wird nach der Applikation schnell vom Blatt aufgenommen und sehr langsam kontinuierlich apikal in der Pflanze verteilt. Die Bildung von Reservoirs innerhalb des Blattes führen zu einer langanhaltenden systemischen Aktivität.

Die lipophilen, hydrophilen und wasserlöslichen Eigenschaften von Xemium[®] ermöglichen eine ausgeglichene systemische Verteilung des Wirkstoffes innerhalb der Pflanze. Nach der Applikation bilden sich Wirkstoffdepots an der Wachsschicht, was zu einer kontinuierlichen und aktropetalen Verteilung führt.

Durch die Doppel-Depot-Funktion der Wirkstoffe Revysol[®] und Xemium[®] konnte eine außergewöhnliche Dauerwirkung erreicht werden. Darüber hinaus kann durch die hohe Wirkstoffverfügbarkeit eine besonders schnelle, kurative Leistung erzielt werden, was zu einer beeindruckenden Stoppleistung führt. Damit ist Revytrex[®] eine neue, besonders flexible Möglichkeit für die Kontrolle pilzlicher Krankheiten im Getreide. Hervorzuheben ist die besonders breite und sichere Wirkung gegenüber bedeutenden Schaderregern wie Septoria (*Zymoseptoria tritici*, *Septoria* sp.), Roste (*Puccinia* spp.), Netzflecken (*Pyrenophora teres*), Blattflecken (*Rhynchosporium secalis*) und Ramularia (*Ramularia collo-cygni*).