

---

## Sektion 18

### Fungizide II

---

#### 18-1 - Punktmutationen am Zielgen der SDHI Fungizide – Relevanz für den Getreidebau?

*Point mutations in the target gene of SDHI fungicides - relevance for growing cereals?*

**Helena Schmitz, Andreas Mehl, Friedrich Kerz-Möhlendick**

Bayer CropScience AG

Die neue Generation der Succinat Dehydrogenase Inhibitoren (SDHIs) stellt einen wichtigen Bestandteil in der Kontrolle von Getreidekrankheiten dar. Seit 2003 werden flächendeckende Monitoring Studien durchgeführt.

Die SDH setzt sich aus vier Untereinheiten – SDHA, SDHB, SDHC und SDHD – zusammen. Die Untereinheiten SDHB, SDHC und SDHD sind direkt an der Ligandenbindung beteiligt. Mutationen in den zuständigen Genen haben strukturelle Auswirkungen auf das Protein und können zu einer komplexen und auch unvollständigen Kreuzresistenz führen.

Erste Feldstämme mit Punktmutationen am Zielgen der SDHIs wurden 2012 bei *Pyrenophora teres* und *Mycosphaerella graminicola* entdeckt. 2013 wurden im europaweiten Monitoring in Populationen von *P. teres* in Gerste weitere Mutationen nachgewiesen, während im Weizen bei *M. graminicola* nur SDH-Wildtypen gefunden wurden. Die Resistenzfaktoren im *in vitro* Test waren bei beiden Pathogenen gering bis moderat, während die Fungizidleistung im Feld nicht beeinträchtigt wurde.

Um Schlussfolgerungen für ein solides Resistenzmanagement bzw. der nachhaltigen Anwendung von SDHI-Fungiziden in der Praxis ziehen zu können, sind breit angelegte Monitoring- und Resistenzuntersuchungen essentiell. Dies schließt die Entwicklung von Szenarien mit Isolaten unterschiedlicher Genotypen und Sensitivitäten ein. Die Erzeugung SDHI resistenter *M. graminicola* Labormutanten mittels UV Mutagenese stellt dabei eine Möglichkeit dar, um bereits vor dem Auftreten von Mutationen im Feld Anhaltspunkte für deren möglichen Einfluss auf die Feldwirkung von Fungiziden zu erhalten.

In Untersuchungen mit verschiedenen Labormutanten von *M. graminicola* mit unterschiedlichen Punktmutationen konnten *in vitro* verminderte Sensitivitäten im Vergleich zu SDH-Wildtypen beobachtet werden, die auch *in vivo* bestätigt werden konnten. Gleichzeitig wurden Unterschiede in der Fitness der Isolate festgestellt, die Auswirkungen auf die Pathogenität zeigten.

#### 18-2 - Development of insensitive isolates of *Pyrenophora teres* towards SDHI fungicides – Potential impact on practical fungicide use in barley

*Die Sensitivitätsentwicklung bei Pyrenophora teres gegenüber SDHI Fungiziden - Auswirkungen auf den praktischen Fungizideinsatz in Gerste*

**J. Prochnow, G. Stammler, R. Bryson, D. Strobel**

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

Net blotch (*Pyrenophora teres*) is the most important leaf disease in barley in Germany. It can cause yield losses of 15 to 40% and can have a significant economic impact compared with other fungal pathogens. In the North and North-West of Germany, net blotch is the key driver for both the application timing and product choice in barley.

In the past there was a widespread use of a combination of azole and strobilurin fungicides. These are now complemented on a broad basis by new fungicides of the chemical class of SDHIs (Succinate-dehydrogenase-inhibitors). With the development of SDHI fungicides, farmers now possess a highly effective active ingredient combination to control this damaging disease. The use of this three-way combination not only provides very good performance against net blotch but in addition gives a broad range of efficacy against other fungal pathogens such as *Ramularia*, *Rhynchosporium* and Leaf Rust justifying the widespread use of this combination nationally.

In 2012, monitoring studies showed the first isolates of net blotch with reduced sensitivity to SDHI fungicides. In 2013, a country-wide spread of pathotypes was observed that show reduced sensitivity due to different mutations at the SDHI-target site. The dominant mutation was found to be C-G79R having a 70% share of pathotypes with changed sensitivity against SDHI.

In field tests, the influence of this mutation on performance of disease control and yield management of different fungicides was analyzed. The application was conducted under curative conditions. A combination of different fungicides containing SDHI+azole was compared to a combination of SDHI+azole+QoI to identify the performance contribution of QoI agents under these conditions.

Due to an increasing spread of mutation F129L within net blotch population in Germany, this gets more and more important. In other European countries, these pathotypes with limited sensitivity against many QoI fungicides already have a higher share of total population than in Germany.

Under the given practical conditions in 2014, a combination of the active ingredients SDHI+azole+QoI showed reliable and effective disease control irrespective to the site-specific sensitivity level. As a result, such a combination will remain the most powerful tool to combat net blotch and other diseases in barley in Germany.

In particular, the combination with pyraclostrobin showed an exceptionally strong performance in disease control of net blotch. As pyraclostrobin is not or only marginally affected by reduced sensitivity of the F129L net blotch mutation against QoI fungicides as compared with other strobilurin fungicides (Semar et al 2007); this combination will provide reliable and effective disease control in the field.

#### References

SEMAR, M., STROBEL, D., KOCH, A., KLAPPACH, K. AND STAMMLER, G., 2007: Field efficacy of pyraclostrobin against populations of *Pyrenophora teres* containing the F129L mutation in the cytochrome b gene. *J. Plant Dis. Prot.* **114**, 117-119.

## 18-3 - Resistenzmanagement bei Getreide – Nachhaltiger Anspruch zur Wirkungssicherung

*Fungicide resistance management in cereals - effect on sustainable performance*

**Helge Sierotzki, Jan Wunderle**

Die Kontrolle der Krankheiten in Getreide ist heute stark von ein paar wenigen Fungizidklassen abhängig. Die Hauptlast der Kontrolle wird, seit dem mehrheitlichen Wegfall der QoI-Fungizide von den DMI- und Kontaktfungiziden getragen. In letzter Zeit ist vermehrt die Klasse der SDHI-Fungizide zum Einsatz gekommen die einen wichtigen Teil der Krankheitsbekämpfung übernehmen wird. In Gerste steht daneben auch noch ein Vertreter der Anilinpyrimidine zur Verfügung. Insbesondere die SDHI stehen im Fokus, da in naher Zukunft weitere Fungizidprodukte auf den Markt kommen, die neue Substanzen aus dieser Klasse enthalten. In dem Beitrag soll die Situation der Resistenzentwicklung der Krankheitserreger auf Getreide gegenüber den verschiedenen Fungizidklassen aufgezeigt werden, damit ein möglichst breit abgestütztes Anti-Resistenz Konzept erarbeitet werden kann. Es wird gezeigt werden wie verschiedene Konzepte sich auf die Resistenzentwicklung auswirken und optimal zur Wirkungssicherung eingesetzt werden können. Hierbei werden die Konzepte die SDHI-, DMI-, QoI- und/oder Kontaktfungizide in Weizen, und in Gerste zusätzlich noch Anilinpyrimidine, enthalten untersucht. Dabei sollen die Stärke der Resis-

tenz, ihre Auswirkung auf die Produktwirkung, die Verbreitung, die Kreuzresistenz und auch mögliche zukünftige Entwicklungen berücksichtigt werden. Es zeigt sich immer mehr, dass Produkte, die verschiedenen Wirkmechanismen in ausgewogener Leistungstärke vereinen sollten, damit optimaler Resistenzschutz und Wirkung im Feld erzielt werden kann.

## **18-4 - Seguris Opti im Weizen - Erfahrungen aus der Praxis**

*Seguris Opti in wheat - experience from field trials*

**Jan Wunderle, Holger Weichert**

Syngenta Agro Deutschland

In 2014 sah sich die Praxis in Deutschland vielerorts mit einem in dieser Verbreitung und Intensität bis dato nicht gekannten Gelbrost-Druck konfrontiert. Es wurde einmal mehr deutlich, dass neben der richtigen Produktwahl auch weitere Faktoren wie ein optimales Applikations-Timing aber auch gut aufeinander abgestimmte Wirkstoffkombinationen einen signifikanten Einfluss auf den Erfolg einer Fungizidbehandlung im Weizen haben. Im Mittelpunkt der meisten Anwendungsstrategien werden hierbei auch in naher Zukunft Wirkstoffe aus der Gruppe der SDHI stehen, welche in der Regel in diversen Kombinationen mit Kontaktfungiziden (Chlorthalonil), Azolen aber auch QoI angewendet werden. Gerade letztgenannte haben jedoch über die vergangenen Jahre in vielen Teildisziplinen an Wirksamkeit eingebüßt.

Es wird zum einen der Einfluss unterschiedlicher Anwendungsstrategien dargestellt und die Frage beantwortet, welchen zusätzlichen Mehrwert die jeweiligen Wirkstoffgruppen bzw. Kombinationen aus Ihnen unter den Befallsbedingungen dieses Jahres (bzw. im 3-jährigen Mittel) an der Wirkung gängiger SDHI-Anwendungskonzepte hinsichtlich ihrer breiten Wirksamkeit gegen die wichtigsten Weizenpathogene und ihrer Dauerwirkung hatten. Wie bereits in den beiden vergangenen Saisons konnte auch in 2014 ein herausragender Effekt von Isopyrazam\*-haltigen Produkten auf die Dauerwirkung bonitiert werden, welcher in diesem Jahr besonders gut in Gelbrost-anfälligen Sorten zu beobachten war. Um diesen Vorteil so gut wie möglich zu nutzen, wurde in einigen Regionen neben Seguris Opti (Kombination aus Seguris und Amistar Opti) auch Seguris Bravo (Kombination aus Seguris und Bravo 500) zur frühen *Septoria*-Kontrolle vermarktet. Diese Lösung ermöglicht dem Anwender eine frühe Applikation eines Isopyrazam-haltigen Produktes ohne jedoch auf ein aktives Anti-Resistenzmanagement zu verzichten. Desweiteren wird aufgezeigt, dass auch die ausgewogenste Applikations-Strategie nur so gut ist wie Ihr Timing. Mit dem richtigen Einsatztermin wird bereits ein wichtiger Grundstein für eine optimale Pflanzenschutz-Leistung und für einen guten Ertrag gelegt. So kann ein verpasster Applikationstermin, neben einer generell verminderten Effektivität, die oben erwähnte ertragsrelevante Dauerwirkung aller SDHI bereits signifikant verkürzen.

\*Vertreter aus der Wirkstoffgruppe der SDHI

## **18-5 - Bontima und Seguris Opti in der Gerste – Neuartige Konzepte zum Einsatz von Carboxamiden**

*Bontima and Seguris Opti in barley – novel concepts including Carboxamides*

**Marina Mellenthin, Jan Wunderle**

Syngenta Agro GmbH Deutschland

Neben Seguris Opti hat sich seit der Einführung von Isopyrazam-haltigen Getreidefungiziden im Jahr 2013 auch Bontima als Gerstenspezialist in der Praxis bewährt. Sowohl mit Bontima als auch

mit Seguris Opti bietet Syngenta dem Anwender leistungsstarke und nachhaltige Konzepte zur Bekämpfung aller wichtigen Gerstenkrankheiten. Isopyrazam zeichnet sich durch eine hochgradige Wirksamkeit gegen alle wichtigen Blattkrankheiten aus, und bietet durch die Einlagerung in die Wachsschicht auf der Pflanzenoberfläche eine besonders lang anhaltende Dauerwirkung.

Bontima enthält mit Cyprodinil einen bis dato in der Gerste unverbrauchten Wirkstoff - den einzigen Vertreter aus der Gruppe der Anilinopyrimidine - und gewährleistet somit Wirkstoffvielfalt und Effektivität innerhalb gefahrener Spritzprogramme. Die Stärke von Cyprodinil als Partner zu Isopyrazam, insbesondere unter hohem Netzfleckenbefall, ist mit mehrjährigen Versuchsergebnissen belegt.

Seguris Opti kombiniert vier Wirkstoffe aus vier verschiedenen Wirkstoffgruppen miteinander. Die Wirkstoffkombination enthält neben Azoxystrobin aus der Gruppe der Strobilurine und dem Wirkstoff Epoxiconazol aus der Gruppe der Triazole den Wirkstoff Chlorthalonil aus der Gruppe der Phthalonitrile. Da der multi-site Kontaktwirkstoff Chlorthalonil als nicht resistenzgefährdet gilt, wird dieser in der Zukunft eine immer wichtigere Rolle als essentieller Baustein im nachhaltigen Antiresistenz-Management einnehmen (insbesondere bei der Bekämpfung von *Ramularia*). Das Epoxiconazol wirkt kurativ und stoppt dadurch bereits vorhandene Infektionen ab. Das Azoxystrobin ist breit wirksam gegen alle wichtigen Gerstenkrankheiten, es zeichnet sich aber insbesondere durch seine physiologische Wirkung in der Pflanze und die dadurch ausgelöste Ertragssteigerung aus. Zusammen mit Chlorthalonil bietet es einen langanhaltenden Begleitschutz des Carboxamids.

Der Wirkstoff Isopyrazam bietet auch im Gerstenanbau eine herausragende Dauerwirkung, die dem Anwender in den Kombinationspräparaten Bontima und Seguris Opti viel Flexibilität in der Praxis sowie eine hohe Ertragssicherheit bietet. Aktuelle Versuchsergebnisse der Jahre 2013 und 2014 belegen dies.

## 18-6 - Einfluss der Anwendungsintensität von SDHI-haltigen Fungiziden auf Krankheitsverlauf und Ertrag im Winterweizen

*Impact of SDHI intensity in spray systems on Disease development and yield in winter wheat*

**Gunter Meyer**

Bayer CropScience Deutschland GmbH

Im Rahmen der Diskussion in Deutschland um die Anwendungshäufigkeit von SDHI-Fungiziden vor dem Hintergrund einer möglichen Resistenzbildung bei Getreidepathogenen wurden in den Jahren 2011 bis 2014 interne und externe Versuche im Winterweizen mit unterschiedlicher SDHI-Intensität in Doppelspritzfolgen angelegt:

	SDHI-frei	1 x SDHI (spät)	1 x SDHI (früh)	2 x SDHI
Behandlung BBCH (30-37)	Input classic 1,0 + Talius 0,2	Input classic 1,0 + Talius 0,2	Aviator Xpro 1,0 + Talius 0,2	Aviator Xpro 1,0 + Talius 0,2
Behandlung BBCH (39-59)	Fandango + Input 0,75 + 0,75	Aviator Xpro Duo 0,75 + 0,75	Fandango + Input 0,75 + 0,75	Aviator Xpro Duo 0,75 + 0,75

Sowohl der Bekämpfungserfolg bei *S. tritici* als auch der Ertrag der Varianten stieg eindeutig mit der Zahl der SDHI-haltigen Anwendungen. Bei den einmaligen SDHI-Anwendungen zeigte der Gesamtwirkungsgrad der frühen Anwendung zu BBCH 30-37 eine überlegene Leistung gegen *S. tritici* mit geringerer Streuung, während die SDHI-Anwendung ab BBCH 39 in den meisten Fällen ertraglich im Vorteil war. Bei Braunrost hatte die Anwendungshäufigkeit von Bixafen keinen Einfluss auf den Bekämpfungserfolg, während bei DTR/HTR die Varianten mit später SDHI-Anwendung tendenziell etwas im Vorteil waren.

Parallel wurden aus sämtlichen Varianten Balttproben mit *S. tritici*-Befall für eine Resistenzuntersuchung entnommen, welche BCS-intern bzw. bei Epilogic erfolgte. In allen Jahren war die Sensitivität von *S. tritici* gegenüber Bixafen vollkommen stabil und es konnte kein Einfluss der SDHI-Intensität beobachtet werden. Auch die Azol-Sensitivität der unterschiedlichen Varianten unterschied sich weder innerhalb noch zwischen den Standorten, wobei die mittlere Sensitivität über die verschiedenen Jahre sich im Einklang mit dem allgemeinen Resistenzmonitoring veränderte.

Aufgrund dieser Daten und wirtschaftlichen Vorteile sollte im Weizen, in Abhängigkeit vom Krankheitsauftreten, ein zweimaliger SDHI-Einsatz in einer Saison weiterhin möglich sein.

## 18-7 - Untersuchungen zur Wirkungsdauer von Getreidefungiziden

*Studies on the lasting effect of fungicides in cereals*

**Sandra Greiner, Jeanette Jung, Paolo Racca, Benno Kleinhenz, Andreas von Tiedemann<sup>2</sup>**

Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP),  
Rüdesheimer Str. 60-68, 55545 Bad Kreuznach, Deutschland

<sup>2</sup>Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Grisebachstrasse 6, 37077 Göttingen, Deutschland

Im Rahmen der Erarbeitung eines Modells zur Prognose der Wirkungsdauer von Getreidefungiziden wurden Daten in umfangreichen Freilandversuchen (2012 - 2014) erhoben. Für die Untersuchungen zur Wirkungsdauer wurden drei Fungizide aus verschiedenen Wirkstoffklassen ausgewählt. Es wurden Befallsverläufe von *Septoria tritici* an Winterweizen für unbehandelte und behandelte Pflanzen an 100 markierten Pflanzen pro Versuchsglied für jede der drei oberen Blattteten wöchentlich bonitiert.

Für die Modellierung der Wirkungsdauer wurden nur Befallsverläufe mit protektiver Applikation der Fungizide verwendet. Für jeden Datensatz wurde der Zeitpunkt berechnet, an dem die Steigung bzw. der Befallsanstieg in der unbehandelten Kontrolle gleich der Steigung bzw. dem Befallsanstieg in der Fungizidvariante ist. Von diesem Datum wurde noch die Latenzzeit abgezogen, da die Fungizidwirkung bereits zu dem Zeitpunkt als beendet angenommen wurde. Die Latenzzeit wurde mit dem Modell SEPTRI1 berechnet.

Auf Basis dieser Methode wurde für jeden Datensatz die Fungizidwirkungsdauer berechnet. Dann wurde mit allen Datensätzen eine binäre logistische Regression mit den Parametern Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssumme ab dem Applikationstag durchgeführt. Mit der daraus resultierenden Funktion kann die Wirkungsdauer für jeden beliebigen Standort berechnet werden.

Für jede Fungizidgruppe wurde eine separate mathematische Anpassung entwickelt. So konnte die Wirkung aktueller praxisrelevanter Fungizide berechnet werden. Als Ergebnis wurde ein Modell formuliert, dass die protektive Wirkungsdauer als Funktion der Temperatur und relativen Luftfeuchte des Fungizids ausgibt.

Bei Fungiziden mit kurativer Wirkung wird zusätzlich berechnet, ob eine in der Vergangenheit liegende Infektion mit der durchgeführten Behandlung noch gestoppt werden konnte. Dazu wird die Latenzzeit von *S. tritici* ab dem Zeitpunkt der Applikation bis 30% abgelaufene Latenzzeit zurück gerechnet. Es wird davon ausgegangen, dass Infektionen die zur Applikation weniger als 30 % der Latenzzeit beendet haben mit Fungiziden noch erfolgreich bekämpft werden können. Mit diesem neuen Modul werden die Ergebnisse von Schaderregerprognosemodellen weiter vervollständigt (z.B. SEPTRI). Damit werden dem Landwirt alle notwendigen Informationen zur Verfügung gestellt werden, die er benötigt um eine Fungizidbehandlung möglichst ressourcen- und umweltschonend planen zu können.

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Projektträger-

schaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

## **18-8 - Fungizidleistung von Wirkstoffgruppen mit unterschiedlichen Mode of action gegen Braunrost (*Puccinia recondita* f.sp. *secalis* Rob.ex Desm.) in Winterroggen**

*Fungicide efficiency of groups of active substances with different mode of action against brown rust (*Puccinia recondita* f.sp. *secalis* Rob.ex Desm.) in winter rye*

**Stefania Kupfer, Gerhard Schröder**

Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Pflanzenschutzdienst des Landes Brandenburg, Steinplatz 1, 15806 Zossen – OT Wündsdorf, stefania.kupfer@lelf.brandenburg.de

Die wirtschaftlich wichtigste Krankheit in Winterroggen ist der Braunrost (*Puccinia recondita* f. sp. *secalis* Rob.ex Desm.). Der Braunrost kommt in allen Anbaulagen vor. Neben den Ertrag wird auch die Erntequalität beeinflusst. Der Braunrost entwickelt sich bei Tagestemperaturen von 20 bis 26°C und Nachttemperaturen nicht unter 12°C, sowie bei hoher Sonneneinstrahlung und entsprechendem Niederschlag bzw. Tauphasen.

Zur Bekämpfung stehen der landwirtschaftlichen Praxis Fungizide aus verschiedenen Wirkstoffgruppen zur Verfügung. In der Regel werden Mischungen verschiedener Wirkstoffe mit unterschiedlichem Mode of action zur Behandlung pilzlicher Schaderreger genutzt.

Seit 2009 wurden in Versuchen der amtlichen Pflanzenschutzdienste Brandenburg, Berlin, Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt Fungizide aus der Wirkstoffgruppe der Pyrazol-Carboxamide gegen verschiedene Getreidepathogene geprüft.

In den hier vorgestellten Versuchen wurde die Fungizidleistung von Pyrazol-Carboxamiden, Azolen und Strobilurinen als Einzelwirkstoffe im Vergleich zu Wirkstoffkombinationen, wie Azol-Strobilurin-, Azol-Carboxamid bzw. Azol-Strobilurin-Carboxamid-Mischung ermittelt. Geprüft wurde der Azolwirkstoff Epoxiconazol, der Strobilurinwirkstoff Pyraclostrobin und der Carboxamidwirkstoff Fluxapyroxad. In den insgesamt acht Parzellenversuchen der Jahre 2012 und 2013 erreichte der Wirkstoff Fluxapyroxad die höchsten Wirkungsgrade gegen *Puccinia recondita*. Der Strobilurinwirkstoff Pyraclostrobin bzw. die Kombination von Pyraclostrobin und Epoxiconazol erzielten an allen Versuchsstandorten höhere Wirkungsgrade als der Azolwirkstoff Epoxiconazol bzw. die Kombination von Epoxiconazol und Metconazol. In der Tendenz spiegeln sich die bonitierten Wirkungsgrade gegen *Puccinia recondita* auch in den Erträgen und im Tausendkorngewicht (TKG) wider. Für die Bekämpfung des Braunrostes in der landwirtschaftlichen Praxis sind die Azol-Strobilurin-Mischungen ebenso wie die Azol-Carboxamid- Mischungen geeignet. Um die Resistenzgefahr zu minimieren, sollten die Azol-Strobilurin- und Azol-Carboxamid-Mischungen alternierend eingesetzt werden.