

in allen Versuchsjahren von 2007 bis 2010 auf. Schäden durch Weizengallmückenbefall waren aber in allen Versuchsjahren teilweise schwer von Thripsschäden oder Schäden am Korn mit ungeklärter Ursache zu trennen.

## Sektion 39 – Herbizide I

39-1 - Ruiz-Santaella, J.P.  
Bayer CropScience AG

### Herbicide resistance in grasses in Europe

Herbicide resistance has become a major threat in modern agriculture due to the intensive use of herbicides to control weeds. Some of the most troublesome grasses in Europe are blackgrass (*Alopecurus myosuroides*), Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*), rigid ryegrass (*Lolium rigidum*), and silky-bent grass (*Apera spica-venti*) and they have developed resistance against ACCase- (FOPs, DIMs and DENs) and ALS-inhibitors (sulfonylureas, imidazolinones, etc.). These species are extremely difficult to control with alternative herbicides. In these species, cross- and multiple-resistance have been observed due to metabolism or changes in the target protein by genetic mutations or both. Target site-based resistance (TSR) is the most commonly reported mechanism of resistance for these herbicides and the distribution and prevalence of different mutations is species and country dependent. Although metabolic resistance has been less-studied than the previous one, it also plays a crucial role in the deactivation of herbicides, conferring partial resistance to a wide range herbicides. To help farmers to manage the sustainable use of these herbicides, Bayer CropScience has developed accurate and sophisticated methods to assess which mechanisms of resistance are present in those problematic grasses managing herbicide resistance by using this information to generate the best recommendations to delay/reduce the spread of resistance.

39-2 - Klingenhagen, G.  
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

### Sensitivitätsvergleich verschiedener Ackerfuchsschwanzpopulationen (*Alopecurus myosuroides*) gegenüber Herbiziden unter Freilandbedingungen

Comparison of different black-grass populations (*Alopecurus myosuroides*) against herbicides under field conditions

In diesem Freilandversuch wurden am 29.09.2009 auf einem lehmigen Sandboden Ackerfuchsschwanzherkünfte aus den Kreisen Warendorf, Coesfeld, Bonn, der West- und Ostküste Schleswig-Holsteins sowie einer sensitiven Vergleichsvariante (Appel) ausgedrillt. Je Herkunft wurden 30 m<sup>2</sup> zusammen mit Weizen bestellt.

Die Aussaat erfolgte mit doppelter Überfahrt. Die Saattiefe betrug in der ersten Überfahrt 2,5 in der zweiten Überfahrt 1,5 cm. Quer zu den Sähstreifen wurden am 14.10.2009 in EC 00-10 die Herbizide CADOU SC, HEROLD, STOMP AQUA, BOXER und IPU appliziert. Am 18.11.2010 in EC 12-13 erfolgte eine Behandlung mit KERB FLO. Die Frühjahrsprodukte ATLANTIS OD, ROUNDUP ULTRA MAX, TARGA SUPER, FOCUS ULTRA, SELECT 240 EC und MOTIVELL kamen am 27.04.2010 in EC 29 zur Anwendung.

Bei der Untersuchung ging es in erster Linie um folgende Frage: Gibt es zwischen Ackerfuchsschwanzherkünften bei gleichen Umweltbedingungen deutliche Unterschiede in der Empfindlichkeit gegenüber Bodenherbiziden. Besondere Bedeutung auch im Rahmen eines Resistenzmanagements kommt hier den Wirkstoffen Flufenacet (CADOU SC) und Propyzamid (KERB FLO) zu.

Der Auflauf in den Parzellen war gleichmäßig. Auch die Anzahl an Pflanzen je m<sup>2</sup> war über die Versuchsfläche und zwischen den Herkünften vergleichbar. Die Ergebnisse der Abschlussbonitur sind der folgender Tabelle aufgeführt. In der KERB FLO Variante waren ausgangs Winter sämtliche Ackerfuchsschwanzherkünfte zu 100 % bekämpft. Im Laufe der Vegetation kam mangels Kulturbedeckung zu Neulauf. Dieser wurde bei der Auswertung außer Acht gelassen.

Tab. Wirkungsgrade der Behandlungen gegen verschiedene Ackerfuchsschwanzherkünfte am 16.06.2010

Varianten mit Aufwandmengen je ha	Appel	Warendorf	Westküste	Ostküste	Coesfeld	Bonn
Kontrolle (Anzahl Ähren je m <sup>2</sup> )	300	430	380	430	380	400
Cadou SC 0,5 l	100	90	90	80	90	100
Herold SC 0,6 l	100	95	97	85	97	100
Stomp Aqua 4,0 l	80	0	10	10	10	60
Boxer 4,0 l	80	0	0	0	0	70
IPU 3,0 l	70	0	70	50	40	60
Kerb Flo 1,5 l	100	100	100	100	100	100
Atlantis OD 1,2 l	98	40	80	85	75	98
Roundup Ultra Max 2,0 l	100	100	100	100	100	100
Targa Super 1,0 l	100	98	65	85	95	100
Focus Ultra 2,5 l	100	100	75	15	99	100
Select 240 + Öl 0,5 + 1,0 l	100	100	85	70	100	100
Motivell 1,0 l	100	95	98	95	100	100

Neben der der sensitiven Herkunft Appel waren auch die Ackerfuchsschwanzpflanzen der Herkunft Bonn noch einfach zu kontrollieren. Der Standort (sL) wird extensiv bewirtschaftet. Zur Ungrasbekämpfung wurde bislang zumeist Kombinationen aus IPU + STOMP SC genutzt.

Bei den Standorten Warendorf, Westküste, Ostküste und Coesfeld handelt es sich im schwere Ton- bzw. Marschböden. In der Fruchtfolge dominiert Getreide, und Fuchsschwanz ist auf diesen Standorten seit mehreren Jahrzehnten zu Haus. Bei Fuchsschwanz des Standortes Warendorf wurde in 2009 eine methabolische Resistenz gegenüber ATLANTIS festgestellt. Auch gegenüber Flufenacet zeigte die Population in Topfversuchen von Herrn Prof. Dr. Petersen eine geringe Empfindlichkeit. Am Standort Coesfeld lag der Wirkungsgrad von Flufenacetvarianten in der Saison 2008/2009 bei 20 % und selbst mit der Nachlage von 500 g/ha ATLANTIS + 30 l/ha AHL gelang keine 100%ige Bekämpfung.

Am Standort Ostküste wurde aufgelaufener Fuchsschwanz in der Vergangenheit vornehmlich mit ACC-Hemmern (Fops und Dims) bekämpft. Auf diesem Standort wurde ATLANTIS bislang nicht eingesetzt. Die Herkünfte Warendorf, Westküste, Ostküste und Coesfeld zeigten sich gegenüber Flufenacet weniger empfindlich. Zudem war festzustellen, dass „kräftige“ Herkünfte Wirkstoffe unterschiedlicher Wirkklassen abbauen, auch dann wenn sie bislang nicht damit in „Kontakt“ gekommen sind.

Die Resultate des vorgestellten Feldversuches stehen in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Moss und Hull (2009).

#### Literatur

- [1] Moss, S.R. und Hull, R. 2009. The value of pre-emergence herbicides for combating herbicide-resistant *Alopecurus myosuroides* (black-grass). Aspects of Applied Biology 91, 2009 Crop Protection in Southern Britain.

39-3 - Gehring, K.; Thyssen, S.; Festner, T.  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

### **Herbizidresistenz bei *Alopecurus myosuroides* Huds. (Ackerfuchsschwanz) und *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv. (Windhalm) in Bayern**

Herbicide resistance of *Alopecurus myosuroides* Huds. (Black-grass) and *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv. (Loose silky-bent) in Bavaria

Die Selektion von herbizidresistenten Unkrautbiotypen ist ein spezifisches Problem für den konventionellen Ackerbau. Seit den 1990er Jahren zeichnet sich die Entwicklung von resistenten Ungraspopulationen bei Ackerfuchsschwanz und Windhalm in Bayern ab. An der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft werden diese Probleme mit Herbizid-programmen für die Entwicklung von Bekämpfungsmöglichkeiten gegen widerstandsfähige Ungraspopulationen aufgegriffen. Seit 2004 werden systematische Resistenztests von Verdachtsherkünften beider Ungräser vorgenommen. Im Rahmen seines gesetzlichen Auftrags führte der Bayerische Pflanzenschutzdienst zudem ein Monitoringprogramm in den Jahren 2008 und 2009 durch.

Bei Ackerfuchsschwanz wurden Samenproben von 69 repräsentativen Herkünften im Biotest auf das Resistenzniveau gegenüber 12 verschiedenen Herbiziden untersucht. Hierbei wurden die derzeit verfügbaren vier unterschiedlichen Wirkungsmechanismen der Gräserherbizide im Getreidebau auf mögliche Resistenzerscheinungen überprüft. Die Samenherkünfte wurden in der Klimakammer bis zur Behandlung im BBCH-Stadium 09-10 bei Bodenherbiziden bzw. in BBCH 12-13 bei blattaktiven Herbiziden angezogen. Die Behandlung erfolgte in einer Laborapplikationskabine (Marke: Schachtner) in einfacher, doppelter und teilweise halber Dosis der registrierten

Standardaufwandmenge. Die Herbizidwirkung wurde nach etwa 21 Tagen Wirkungsdauer anhand der gebildeten Sprossfrischmasse bewertet. Die Resistenzeinstufung erfolgte im Vergleich zu sensitiven und bekannt resistenten Herkünften in fünf Klassen nach CLARKE et al. (1994). Bei Ackerfuchsschwanz ist die Herbizidgruppe der ACCase-Hemmer (HRAC: A) am stärksten bei ca. 40 % der Herkünfte von Resistenz betroffen. Hierbei ist eine Abstufung über RALON SUPER® (Fenoxaprop-P) > TOPIK® (Clodinafop) > AXIAL® (Pinoxaden) vorhanden. Als weitere Herbizidgruppe sind Zellteilungshemmer (HRAC: K) bei etwa 25 % der Herkünfte durch Resistenz beeinträchtigt. Dies trifft allerdings nur auf STOMP® (Pendimethalin) zu. Gegenüber CADOU® (Flufenacet) waren alle Ackerfuchsschwanz-Herkünfte voll sensitiv. Herbizide aus der Gruppe der ALS-Hemmer (HRAC: B; Präparate: ATLANTIS®, ATTRIBUT®, LEXUS®) und PSII-Hemmer (HRAC: C; Präparate: ARELON TOP®, LENTIPUR®) zeigten nur in Einzelfällen eine unterschwellige Resistenz.

Bei Windhalm wurden 68 repräsentative Herkünfte mit derselben Methodik untersucht. Das Set der geprüften Herbizide wurde in 2009 um die neuen Präparate BROADWAY® (Pyroxulam + Florasulam) und FALKON® (Diflufenican + Penoxsulam) erweitert. Gegen Windhalm waren nur Herbizide aus der Gruppe der ALS-Hemmer und PSII-Hemmer von Resistenz betroffen. Gegenüber Zellteilungshemmern (Präparate: CADOU®, BACARA®) und ACCase-Hemmern (Präparat: Axial®) waren alle Herkünfte sensitiv. Etwa 15 % der Herkünfte zeigten Resistenz gegen ALS-Hemmer. Die Präparate HUSAR® (Iodosulfuron), LEXUS® (Flupyrsulfuron), MONITOR® (Sulfosulfuron) und FALKON® waren nahezu gleichwertig betroffen. Gegenüber BROADWAY® traten nur in Einzelfällen unterschwellige Resistenzen auf. Auffällig war die unterschiedliche Resistenz gegenüber PSII-Hemmern. Während 10 % der Herkünfte gegenüber ARELON TOP® (Isoproturon) resistent sind, ist LENTIPUR® (Chlortoluron) in keinem Fall betroffen.

Herbizidresistenz bei den Leitungsräsern Ackerfuchsschwanz und Windhalm ist ein ernst zu nehmendes Problem im bayerischen Ackerbau. Die Resistenz tritt sehr spezifisch je nach Herbizid-Wirkmechanismus und -Wirkstoff auf. Als Abwehrreaktion ist ein standortspezifisches Herbizidmanagement erforderlich.

Literatur:

- [1] Clarke, J.H., A.M. Blair & S.R. Moss (1994): The testing and classification of herbicide resistant *Alopecurus myosuroides* (black-grass). *Aspects of Applied Biology*, 37: 181-188.

39-4 - Augustin, B.

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück

## **Windhalm-Herkunft aus Rheinland-Pfalz mit multipler Herbizidresistenz**

Multiple herbicide resistance of *Apera spica venti* found in Rhineland-Palatinate

In den vorausgegangenen Jahren war in Rheinland-Pfalz keine Herbizidresistenz bei Windhalm nachweisbar und auch aus der Praxis wurden keine Minderwirkungen beklagt.

2008 wurden von insgesamt acht Windhalmflächen Samenproben gesammelt und wie folgt geprüft. Die verschiedenen Herkünfte wurden im Winterhalbjahr 2008/2009 im Gewächshaus in dreifacher Wiederholung in 9 cm Töpfen in rheinhessischen Lösslehm von einem Ungras-freien Standort (pH 7,46; 2,1 % org. S.) ausgesät. Nach Kultivierung mit Zusatzbeleuchtung (Hortilux HPA 400, PAR 100-200  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) und Temperatursteuerung (20 °C/14 Stunden und 10 °C/10 Stunden) erfolgte die Herbizidbehandlung im 2- (max. 3-) Blattstadium auf einer Laborspritzbahn mit Air Mix 11005 und 3,0 bar (an der Düse) mit 6 km/h, entsprechend 400 l/ha Wasseraufwand. Die folgenden Herbizide wurden mit der maximal zugelassenen Aufwandmenge eingesetzt: FOCUS ULTRA (100 g/l Cycloxydim), RALON SUPER (63,6 g/l Fenoxaprop-P), AXIAL+ADIGOR (100 g/l Pinoxaden), LEXUS (463 g/l Flupyrsulfuron) und ATTRIBUT (664 g/l Propoxycarbazone). ARELON TOP (500 g/l Isoproturon) und ATLANTIS WG (Iodosulfuron + Mesosulfuron 5,6 + 29,2 g/l) wurden in reduzierter Aufwandmenge von 1,5 l/ha bzw. 300 g + 0,6 l/ha angewendet.

Vier Wochen nach der Behandlung erfolgte die visuelle Bonitur des Wirkungsgrades. Erstmals konnte der Nachweis von Herbizidresistenz bei Windhalm geführt werden. Die Herkunft W2/08 zeigte eine ausgeprägte Resistenz gegen IPU, FOP's, AXIAL und alle geprüften Sulfonylharnstoffe. Bei zwei weiteren Herkünften war eine Minderwirkung gegen LEXUS feststellbar.

Im Jahre 2009 wurden 20 neue Windhalm-Herkünfte auf Herbizidresistenz überprüft. Die Herkunft W2/08 aus dem Vorjahr wurde nochmals zur Überprüfung mitgeführt. Da die Laborspritzbahn nicht verfügbar war, erfolgte die Behandlung mit einer Schachtner Karrenspritze mit 4,0 km/h; 2,0 bar an der Düse (IDKN 12004), entsprechend 400 l/ha Wasseraufwand mit anschließender Rückkliterung. Die im Test 1 unvollständig bekämpften Herkünfte wurden nochmals ausgesät und anschließend in einem zweiten Test überprüft.

Bei der Herkunft W2/08 bestätigt sich die breite Herbizidresistenz. Darüber hinaus wurden drei weitere Herkünfte mit ausgeprägter Resistenz gegen Sulfonylharnstoffe gefunden.

Windhalm-Resistenztest 2009						
Nr.	Vgl.	Test 1 Aufw./ha	HRAC	Vgl.	Test 2 Aufw./ha	HRAC
	Kontr.			Kontrolle		
	IPU	1,5 l	C	IPU	3,0 l	C
	Focus Ultra	2,5 l	A	Ralon S.+ Monfast	1,2 l + 0,2 %	A
	Ralon Super	1,2 l	A	Axial + Adigor	0,6 + 1,8 l	A
	Axial + Adigor	0,6 + 1,8 l	A	Falcon	1,0	B
	Lexus	20 g	B	Husar OD + Mero	0,1 l + 1,0	B
	Attribut	100 g	B	Monitor + Monfast	12,5 g + 0,2 %	B
	Atlantis + FHS	300 g + 0,6	B	Broadway + FHS	220 g + 1,0 l	B

Schema zur Bewertung der Herbizid-resistenz bei Windhalm			
Resistenz-bewertung	Resistenz-klasse	Wirkung (%)	
		von	bis
ohne	Sensibel	100	83,4
schwach: +	1	83,3	66,5
	2	66,6	50
mittel: ++	3	49,9	33,3
	4	33,2	16,6
hoch: +++	5	16,5	0

Einstufung der Resistenzuntersuchung bei Windhalm – Probenherkünfte 2008							
Nr.	Ort	FOP	Axial/Traxos	IPU	Lexus	Attrib.	Atlantis
W1	Gommersheim						
W2	Münstermaifeld	++	++	+	+++	++	+
W3	Moselsürsch				+		
W4	Lehmen						
W5	Dockendorf			+			
W6	Altrich						
W7	Meilbrück						
W8	Enkenbach Alsenborn				++		

Einstufung der Resistenzuntersuchung bei Windhalm – Probenherkünfte 2009											
		FOP	Axial	IPU	Lexus	Attribut	Atlantis	Falcon	Husar	Monitor	Broadway
									+ Mero	+ Monf.	+ FHS
W1	Neuwied										
W2	Barbelroth										
W3	Kandel			+							
W4	Bin.- Gaulsheim				+++	+++	+++	+	+++	+++	+
W5	Appenheim										
W6	Gutenberg										
W7	Dockendorf	+									
W9	Ernzen										
W10	Arneldingen										
W11	Feilsdorf										
W12	Altrich			+							
W13	Metternich										
W14	Wolsfeld										
W15	Mertloch				+++	+++	+++		+++	+++	+++
W16	Mertloch				+++	++					
W18	Mörz										
W19	Nickenich										
W20	Gondershausen										
W2/08		+++	+++		+++	+++	++	+++	+++	+++	++

39-5 - Krato, C.; Petersen, J.  
Fachhochschule Bingen

## **Situation der Herbizidresistenz bei Ungräsern in Deutschland** Situation of herbicide resistance of monocotyledon weeds in Germany

Der Ackerfuchsschwanz (*Alopercurus myosuroides*) und der gemeine Windhalm (*Apera spica-venti*) zählen zu den bedeutendsten Ungräsern im deutschen Ackerbau. Durch einen Fokus auf reduzierte Bodenbearbeitung, enge Fruchtfolgen mit hohem Getreideanteil und den überbetrieblichen Einsatz von Maschinen nehmen beide Ungräser sowohl in Dichte als auch in Ausbreitung zu. Um massive Ertragsverluste zu vermeiden, müssen sie dementsprechend kontrolliert werden, was vornehmlich durch selektive Herbizide geschieht. Das vermehrte Auftreten von resistenten Ackerfuchsschwanz- und Windhalmbiotypen ist demzufolge ein großes Problem in der pflanzlichen Produktion. Seit einigen Jahren werden vermehrt Resistenzen gegen Herbizide aus den Wirkstoffgruppen der Acetyl-CoA-Carboxylase-Inhibitoren, Aceto-Lactat-Synthase-Inhibitoren und Photosystem-II-Inhibitoren beobachtet.

In einem breit angelegten Monitoring im Herbst 2009 sollte zunächst anhand von Zufalls- (Windhalm) und Verdachtsproben (Ackerfuchsschwanz) die geographische Ausbreitung und die Entwicklung spezifischer Kreuzresistenzmuster in Abhängigkeit des Biotyps erfasst werden. Insgesamt wurden 68 Ackerfuchsschwanzbiotypen und 113 Windhalmbiotypen in das Screening einbezogen. Die Proben wurden im Gewächshaus ausgesät, angezogen und mit unterschiedlichen Herbiziden behandelt. Die Herbizide AXIAL (Pinoxaden), ATLANTIS WG (Mesosulfuron + Iodosulfuron), TRAXOS (Pinoxaden + Clodinafop) und TOPIK EC 100 (Clodinafop) wurden zur Bekämpfung des Ackerfuchsschwanzes und die Herbizide AXIAL 50 (Pinoxaden), HUSAR OD (Iodosulfuron), MONITOR (Sulfosulfuron) und ARELON TOP (Isoproturon) zur Bekämpfung des Windhalms eingesetzt. Alle Herbizide wurden mit drei Aufwandmengen appliziert.

94 % der untersuchten Ackerfuchsschwanzbiotypen zeigten eine verminderte Sensitivität gegen zumindest eines der eingesetzten Herbizide bei zugelassener Aufwandmenge. Die meisten Resistenzfunde zeigten AXIAL 50 (89 % der untersuchten Biotypen), TRAXOS (81 %) und TOPIK (81 %). Die Herbizide FOCUS ULTRA und ATLANTIS WG zeigten nur in 25 % bzw. 12 % der Behandlungen eine Minderwirkung. Bei einer Herkunft wurde eine kombinierte Target-site Resistenz sowohl gegen ALS- als auch ACCase-Inhibitoren nachgewiesen (ALS Pro197 zu Thr; ALS Trp574 zu Leu; ACCase Ile1781 zu Leu) nachgewiesen. Auch in 2009 war eine quantitative Zunahme von Resistenzfunden bei den eingesetzten Herbiziden zu beobachten.

Im Vergleich zum Ackerfuchsschwanz zeigten nur 34 % der untersuchten Windhalmproben eine verminderte Sensitivität gegen mindestens einen der eingesetzten Herbizide. Die meisten Resistenzfunde wurden bei den Herbiziden HUSAR OD (27 %) und MONITOR (23 %) gefunden, wobei eine große Anzahl der Proben eine Resistenz gegen beide Wirkstoffe aus der Gruppe der ALS-Inhibitoren aufwies. Zwei Herkünfte mit einer Resistenz gegen Sulfonylharnstoffe zeigten zusätzlich eine Resistenz gegen AXIAL. 15 % der Proben wiesen eine Resistenz gegen IPU auf, welche in ca. der Hälfte der Fälle mit einer Resistenz gegen einen oder beide Sulfonylharnstoffe einherging. Ausgewählte Proben wurden einer genetischen Analyse unterzogen, wobei nur zwei Herkünfte eine Veränderung des Zielgens, welches für die ALS codiert, aufwiesen (Pro197 zu Thr; Pro197 zu Ser). Eine Veränderung der ACCase wurde nicht detektiert. Ferner kann in den meisten Fällen eine metabolische Resistenz vermutet werden. Es wird angenommen, dass Herbizide mit einer ausgewiesenen Bodenwirkung den Ackerfuchsschwanz sicher bekämpfen und nicht von einer Resistenzentwicklung betroffen sind. Sechs Ackerfuchsschwanz-Biotypen wurden im Gewächshaus mit steigenden Aufwandmengen des Herbizids CADOU SC (Flufenacet) im Voraufbau behandelt. Die Kalkulation von Dosis-Wirkungs-Kurven zeigte jedoch das eine Minderwirkung im Vergleich zur sensitiven Referenzherkunft vorlag. Eine Reduktion der Sprossfrischmasse um 90 % war mit Aufwandmengen zwischen 0,79 und 4,45 l/ha möglich. Kalkulierte Resistenzfaktoren auf Basis der ED<sub>90</sub>-Werte lagen zwischen 8,8 und 49,5.

Eine Behandlung ausgewählter Ackerfuchsschwanzbiotypen aus den zurückliegenden Versuchsjahren mit Glyphosat (TAIFUN FORTE) und die Berechnung spezifischer Dosis-Wirkungs-Kurven führte zu dem Ergebnis, das alle 52 getesteten Biotypen mit weniger als 3,0 l/ha vollständig bekämpft werden konnten, wobei 77 % der Proben mit Aufwandmengen < 1,5 l/ha zu 100 % kontrolliert wurden. Die Variation zwischen den ED<sub>90</sub> Werten betrug 0,09 bis 2,65 l/ha in Abhängigkeit des Biotyps.

39-6 - Raffel, H.<sup>1)</sup>; Petersen, J.<sup>2)</sup>; Gorniak, J.<sup>1)</sup>; Kaundun, D.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Syngenta Agro Deutschland; <sup>2)</sup> Fachhochschule Bingen; <sup>3)</sup> Syngenta Crop Protection AG

## **Ungrasresistenz – was müssen wir tun um die Leistungsfähigkeit von Wirkstoffen zu erhalten?**

Grass weed resistance – How do we maintain the performance of active ingredients?

Einseitige Fruchtfolgen bis hin zur Monokultur in Verbindung mit dem Verzicht auf eine wendende Bodenbearbeitung sowie frühere Aussaattermine im Herbst und ein einseitiger Einsatz von Produkten mit gleichem Wirkmechanismus führen zu immer größeren Problemen hinsichtlich einer sicheren Ungras- und Unkrautbekämpfung in Getreide. Eine Folge hiervon ist, dass sich über die Zeit die Ungras- und Unkrautzusammensetzung verändern kann, wie beispielsweise die Zunahme von Trespens zeigt. Ebenso ist eine flächenmäßige Ausbreitung von Ungräsern, das Auftreten von Mischverungrasungen und das Auftreten schwer bekämpfbarer Ackerfuchsschwanz- und Windhalm-biotypen zu beobachten. In absehbarer Zeit ist kein neuer Wirkmechanismus zu erwarten. Somit muss das oberste Ziel einer jeden Bekämpfungsstrategie sein, die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Wirkstoffe und der Wirkmechanismen zu erhalten. Da Resistenzen nicht an Landesgrenzen gebunden sind und nicht nur in Deutschland beobachtet werden, hat Syngenta ein europäisches Monitoring-Netzwerk und eine länderübergreifende „Anti-Resistenz Initiative“ ins Leben gerufen. Die Aktivitäten erstrecken sich auf Deutschland, Tschechien, Polen, Frankreich, Italien, England und Skandinavien. Neben der bereits recht gut beschriebenen Ackerfuchsschwanzproblematik wird ein verstärktes Augenmerk auf die Resistenzentwicklung bei Windhalm, aber auch bei Weidelgras gelegt.

Um die geografische Ausbreitung und die Entwicklung von Resistenzen besser zu verstehen, wurde in Deutschland ein breites, über mehrere Jahre angelegtes Monitoring auf Verdachtsproben bei Ackerfuchsschwanz und ein Zufallsmonitoring bei Windhalm begonnen. Diese Proben werden an der Fachhochschule Bingen einem Gewächshaustest mit unterschiedlichen Herbiziden und Aufwandmengen unterzogen. Da alle bisher bekannten und etablierten Testmethoden auf der Beprobung von Samen, der Aufzucht von Pflanzen beruhen und damit die Ergebnisse erst nach einer Saison zur Verfügung stehen, wurde von Syngenta ein Test entwickelt, der vor der Anwendung mit jungen, aus dem Feld entnommenen Pflanzen beruht und somit eine Vorhersage von Nachauflauferbiziden vor der Applikation erlaubt und die Möglichkeit einer gezielten Herbizidauswahl zur effektiven Ungraskontrolle eröffnet. Dieser Test wird derzeit in unterschiedlichen Ländern an unterschiedlichen Ungräsern auf Anwendbarkeit in der Praxis geprüft. Gleichzeitig werden großflächige Langzeit Praxisversuche mit verschiedenen Fruchtfolgen und Bodenbearbeitungsverfahren unter Einbeziehung unterschiedlicher Herbizidstrategien und gezieltem Management von Wirkmechanismen zur Bekämpfung von Windhalm durchgeführt.

Neben diesen herbizidbetonten Fragestellungen muss dennoch klar betont werden, dass sich ein Anti-Resistenz-Management aus vielen unterschiedlichen Bausteinen zusammensetzt und nur durch ein komplettes ackerbauliches Gesamtsystem gewährleistet werden kann. Neben agronomischen Anpassungen auf der Betriebsebene, wie beispielsweise die Änderung der Fruchtfolge oder des Bodenbearbeitungsverfahrens oder einer optimierten Anwendungstechnik bilden folgende Maßnahmen eine Grundlage zum Erhalt der Leistungsfähigkeit von Wirkstoffen bzw. Produkten:

- Gezielter Einsatz und konsequenter Wechsel unterschiedlicher Wirkmechanismen innerhalb der Fruchtfolge.
- Kein mehrmaliger Einsatz von Produkten mit gleichem Wirkmechanismus in einem Kulturjahr.
- Einsatz von leistungsfähigen Produkten oder Lösungen.
- Keine Reduktion der Aufwandmengen.
- Produkteinsatz zum optimalen Zeitpunkt und bei optimalen Bedingungen.
- Richtige Applikationstechnikverfahren wählen (Wassermenge, Düse, Druck, Geschwindigkeit), um optimale Benetzung sicher zu stellen.
- Sofern Tankmischungen eingesetzt werden, sollte darauf geachtet werden, dass sich die Wirkstoffe in ihrem Spektrum sinnvoll ergänzen.
- Informationen der Wirkmechanismen auf der Gebrauchsanleitung genau beachten.

Ebenso muss sich die Beratung zum Ziel setzen, durch langfristige und sinnvolle Strategien eine sichere Ungrasbekämpfung zu gewährleisten und diese der Praxis zu vermitteln. Dabei ist es wichtig, dass Empfehlungen betriebs- wenn nicht sogar schlagbezogen durchgeführt werden. Nur das konsequente Umsetzen dieser Bausteine und Strategien führt langfristig zum Erhalt der Leistungsfähigkeit wichtiger Wirkstoffe.

39-7 - Kerlen, D.  
Bayer CropScience Deutschland GmbH

## **Resistenzmanagement und Ursachenanalyse am Beispiel von Ackerfuchsschwanz und Gemeinem Windhalm in Deutschland**

Resistance management and analysis on resistance in case of black-grass and loose silky-bent grass in Germany

Die Ausbreitung der Herbizidresistenzen beim Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) und beim Gemeinen Windhalm (*Apera spica-venti*) schreitet voran.

Im Bereich der Acker-Fuchsschwanzresistenzen sind vor allem die ACCase-Inhibitoren und die ALS-Inhibitoren von Minderwirkungen gegen den Ackerfuchsschwanz betroffen. Auch neuere ALS-Inhibitoren zeigen schon vereinzelt Minderwirkungen im Resistenztest. Beim Gemeinen Windhalm sind vornehmlich die ALS-Inhibitoren von den Minderwirkungen betroffen.

Als Resistenzursachen bei beiden Ungräsern sind vor allem der fehlende Wirkstoffwechsel, die engen Fruchtfolgen mit vornehmlich Getreideanbau oder ein zunehmend früher Saattermin zu nennen. Auch die verstärkte Ausbreitung von Direktsaatverfahren ohne vorherige wendende Bodenbearbeitung scheint der Ausbreitung resistenter Biotypen Vorschub zu leisten. Mit einem konsequenten Wechsel der Wirkstoffklassen, einem späteren Saattermin bzw. einem Einbau von Sommerfrüchten in der Fruchtfolge kann der Ausbreitung der Resistenzen Einhalt geboten werden.

39-8 - Petersen, J.<sup>1)</sup>; Gehring, K.<sup>2)</sup>; Gerowitt, B.<sup>3)</sup>; Menne, H.<sup>4)</sup>; Nordmeyer, H.<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Fachhochschule Bingen; <sup>2)</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; <sup>3)</sup> Universität Rostock; <sup>4)</sup> Bayer CropScience AG; <sup>5)</sup> Julius Kühn-Institut

## **Ergebnisse eines Ringtestes zur Feststellung der Herbizidresistenz beim Ackerfuchsschwanz**

Results of a ring trial to evaluate herbicide resistance in black-grass (*Alopecurus myosuroides*)

Herbizidresistente Ackerfuchsschwanz-Populationen treten in Deutschland in fast allen Bundesländern und in anderen Ländern Westeuropas verstärkt auf. Ein Vergleich von Biotests verschiedener Institutionen zur Feststellung von Herbizidresistenz bei diesem Ungras sollte zeigen, ob die unterschiedlichen verwendeten Testparameter zu vergleichbaren Bewertungen der Resistenzsituation führen. Der Ringtest wurde im Rahmen des Fachausschusses Herbizidresistenz im Julius Kühn-Institut (JKI) organisiert und in zwei Versuchen durchgeführt. Insgesamt haben sich 12 Institutionen beteiligt. Ein vollkommen einheitliches Vorgehen bei der Umsetzung von derartigen Biotests ist schwierig, da entweder die entsprechenden technischen Voraussetzungen in der jeweiligen Prüfeinrichtung nicht einheitlich gegeben sind oder sich die teilweise aufwendigen Prüfverfahren je Institution parallel aber unabhängig voneinander entwickelt haben, so dass nur ungern von den eigenen Systemen und den damit gemachten Erfahrungen abgewichen wird. Damit die zum Teil langjährig generierten Daten vergleichbar bleiben und die unterschiedlichen technischen Voraussetzungen weiterhin so effizient wie möglich genutzt werden, wollen die Institutionen ihre Methode nicht wesentlich verändern. Umso wichtiger war es für die Beteiligten zu klären, wie weit die Ergebnisse voneinander abweichen, wo doch erhebliche Konsequenzen für Beratungsaussagen, Marktgeschehen oder sogar Zulassungsfragen von den Ergebnissen abhängen können.

Für den Test wurden jeweils acht Ackerfuchsschwanzherkünfte mit unterschiedlichen Resistenzeigenschaften ausgewählt und die Saatgutproben anonymisiert an die 12 Institutionen versandt. Es wurden die Herbizide ARELON TOP® (Wirkstoff: Isoproturon); ATLANTIS WG® (Mesosulfuron + Iodosulfuron) + Formulierungshilfsstoff (FHS); AXIAL 50® (Pinoxaden); FOCUS ULTRA® (Cycloxydim); LEXUS® (Flupyrsulfuron) + TREND (FHS) und RALON SUPER® (Fenoxaprop-P) jeweils in zugelassener Standardaufwandmenge und in einer um 50 % verminderten Aufwandmenge eingesetzt. Allen Institutionen wurden Portionen der gleichen Herbizidchargen für die Prüfbehandlungen zur Verfügung gestellt. Als einzige weitere Vorgabe wurde die Behandlung zum 2-Blattstadium (BBCH 12) des Ungrases vorgegeben. Neben einer Wirkungsbonitur 21 bis 28 Tagen nach der Applikation erfolgte eine Bewertung des Resistenzgrades je Herbizid und Herkunft. Im zweiten Ringtestdurchgang wurde neben einer Wirkungsbonitur auch die Sprossfrischmasse als Bewertungsparameter erhoben und mit der Wirkungsbonitur verglichen.

Trotz unterschiedlicher Herangehensweisen zeigte sich, dass resistente Populationen zumeist sicher erkannt wurden. Dies galt ganz besonders für Biotypen, die eine Wirkort-Resistenz (Target-Site-Resistenz) oder bei metabolisch begründeter Resistenz einen hohen Resistenzfaktor aufwiesen. Bei einigen Herbiziden – insbesondere bei niedrigen Resistenzfaktoren – gab es widersprüchliche Resultate. Gerade in diesen Fällen wurde deutlich, dass die Umweltbedingungen in den Testsystemen einen Einfluss auf die einzelne Herbizidwirkung besitzen. Insbesondere waren hier die Herbizide ARELON TOP® und LEXUS® betroffen. Vor allem die Faktoren Jahreszeit, Temperatur in Gewächshaus oder Klimakammer und Lichtbedingungen (Intensität der Zusatzbeleuchtung) hatten einen deutlichen Einfluss auf die Variabilität der Herbizidwirkung. Der Einfluss dieser Faktoren bedeutet, dass je nach Testbedingung (Jahreszeit bzw. technische Ausstattung) Interaktionen zwischen Resistenzgrad und Aufwandmenge der eingesetzten Herbizide bestehen. Je nach Testbedingung/Testsystem müssten die Prüfaufwandmengen testortspezifisch gewählt werden, um niedrige Resistenzfaktoren sicher diagnostizieren zu können. Der Parameter Sprossfrischmasse führte im Vergleich zur Bonitur zu keiner grundlegend anderen Bewertung der Herbizidresistenzsituation.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Befund Resistenz gegenüber einem Herbizid in einer einzustufenden Herkunft vorhanden oder nicht, unabhängig von den beteiligten Institutionen, sicher eingestuft wurde. Wenn Abweichungen in der Bewertung vorlagen, bezog es sich auf den Resistenzgrad und hierbei vor allen auf die Herbizide ARELON TOP® und LEXUS®. Sehr niedrige Resistenzgrade wurden nicht immer sicher erkannt, obwohl auch diese Resistenzen durchaus eine praktische Relevanz besitzen können.

## Sektion 40 – Gentechnik / Biologische Sicherheit

40-1 - Schiemann, J.  
Julius Kühn-Institut

### **Risikoanalyse gentechnisch veränderter Pflanzen für Nicht-Nahrungsmittel/Futtermittel-Anwendungen**

Risk assessment of genetically modified plants used for non-food or non-feed purposes

In seiner Stellungnahme zu "Guidance for the risk assessment of genetically modified plants used for non-food or non-feed purposes" diskutiert das GMO Panel der EFSA Aspekte der Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Pflanzen für Nicht-Nahrungsmittel/Futtermittel-Anwendungen und definiert spezifische Anforderungen, die Antragsteller und Bewerter zu beachten haben. Hiermit wird das „EFSA Guidance Document for the risk assessment of GM plants and derived food and feed“, das für die Sicherheitsbewertung gentechnisch veränderter Pflanzen für Nahrungs- und Futtermittel-Anwendungen konzipiert wurde, ergänzt. Gentechnisch veränderte Pflanzen für Nicht-Nahrungsmittel/Futtermittel-Anwendungen können für vielfältige Zwecke benutzt werden, u. a. für die Herstellung von industriellen Enzymen, Ausgangsprodukten für industrielle Prozesse sowie von pharmazeutischen Produkten, als Energiepflanzen, urbanes Grün oder für Umweltsanierungen (phytoremediation). Der Vortrag beschreibt spezifische Nicht-Nahrungsmittel/Futtermittel-Anwendungen gentechnisch veränderter Pflanzen und sich daraus ergebende Aspekte der Sicherheitsbewertung. Darüber hinaus werden neue Techniken zur genetischen Veränderung von Pflanzen vorgestellt und im Vergleich zu transgenen Techniken kommentiert.

40-2 - Albers, M.-C.; Pagel-Wieder, S.; Niemeyer, J.; Gessler, F.  
Georg-August-Universität Göttingen

### **Sorption multipler Cry-Proteine (Bt-Mais) in Böden einer Freisetzungsfäche**

Adsorption of multiple cry proteins (Bt-corn) in soils of a release area

In Mais (*Zea mays*) können sowohl Gene für insektizide Proteine aus dem Bakterium *Bacillus thuringiensis* (Bt) (z. B. Cry1Ab, Cry2Ab2, Cry3Bb1) als auch Kombinationsgene (z. B. Cry1A.105) übertragen werden, so dass der gentechnisch veränderte Bt-Mais Toxine (Cry-Proteine) mit hoher Spezifität für bestimmte Zielorganismen (z. B. Maiszünsler, Maiswurzelbohrer) exprimieren kann. Diese Cry-Proteine können über Pollen, Ernterückstände und Wurzelexsudate in Böden gelangen und dort an Bodenpartikel sorbieren. Im Gegensatz zu den bisher untersuchten transgenen Maispflanzen, die jeweils ein Cry-Protein exprimierten, produziert die Bt-Maislinie MON89034 x MON88017 drei verschiedene Cry-Proteine (Cry1A.105, Cry2Ab2, Cry3Bb1), die simultan freigesetzt werden. Wir