

Herbizidresistenz von Flughaferherkünften aus Rheinland-Pfalz

Herbicide resistance of Wild Oat (Avena fatua) populations from Rhineland-Palatinate

Bernd Augustin^{1*} und Hubert J. Menne²

¹Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen, Nahe, Hunsrück, Rüdeshheimerstr. 60, 55545 Bad Kreuznach, Germany

²Bayer CropScience AG, Industriepark Höchst, H872, 65926 Frankfurt am Main, Germany

*Korrespondierender Autor, bernd.augustin@dlr.rlp.de



DOI 10.5073/jka.2014.443.041

Zusammenfassung

2011 wurden in Rheinland-Pfalz zwei und 2012 acht Flughafer-Samenproben (*Avena fatua*) von Flächen mit unzureichender Herbizidwirkung gesammelt. In zwei aufeinander folgenden Biotests wurden sie auf Herbizidresistenz getestet. Durch Behandlung mit Gibberellinsäure konnte die Entwicklung der Pflanzen vereinheitlicht werden. Geprüft wurden verschiedene ACCase-Hemmer (Ralon Super, Topik 100, Axial 50, Traxos, Focus Ultra) und ein ALS-Inhibitor (Husar OD). Bei drei der 10 Herkünfte waren Kreuzresistenzen gegen ACCase-Inhibitoren nachweisbar. Focus Ultra (Cycloxydim) war nicht betroffen. In zwei Herkünften war die gesamte Population betroffen, während sich Resistenzen bei der dritten Herkunft nur bei einzelnen Pflanzen zeigten. Die genetische Untersuchung ergab bei zwei Herkünften (2011) eine I1781L Target-Site-Mutation. Eine Population (2012) zeigte darüber hinaus die weiteren Target-Site-Mutationen W1999C, I2041V und C2088N. Die Minderwirkungen des ALS-Inhibitors bedürfen weiterer Untersuchungen mit abgestufter Aufwandmenge.

Stichwörter: ACCase, ALS, *Avena fatua*, Biotest, Target-Site

Abstract

In Rhineland-Palatinate two seed samples of Wild Oat (*Avena fatua*) were collected in 2011 and eight samples followed in 2012. They derived from fields with inadequate herbicide performance. In order to harmonise plant development, seeds were treated with gibberellic acid. Herbicide resistance was tested by means of two successive biotests using different ACCase-inhibitors (Ralon Super, Topik 100, Axial 50, Traxos, Focus Ultra) and one ALS-inhibitor (Husar OD). Three samples showed cross-resistance against ACCase-inhibitors, with the exception of Focus Ultra (Cycloxydim). Within two populations resistance was well established. Only single plants expressed resistance in a third sample. Genetic analysis found an I1781L target-site-mutation in two samples. One population showed additional mutations: W1999C, I2041V and C2088N. Further investigations, including different application rates, are necessary to explain the poor performance of the ALS-inhibitor.

Keywords: ACCase, ALS, *Avena fatua*, biotest, target site

Einleitung

Bis 2003 waren in Rheinland-Pfalz kaum Wirkungsprobleme von Ungras herbiziden zu beobachten. Daher wurden nur sporadisch Acker-Fuchsschwanzproben von Verdachtsflächen gesammelt und auf Resistenz getestet. Ab 2006 wurden von der amtlichen Beratung jährlich Ungrassamenproben von Getreideflächen mit Verdacht auf nachlassende Herbizidwirkung gesammelt. Bereits unter den Proben des Jahres 2006 konnte die erste ausgeprägte Resistenz gegen Blattherbizide (ACCCase-Hemmer) bei Acker-Fuchsschwanz nachgewiesen werden. Ab 2007 wurde die Probenahme auf den Gemeinen Windhalm ausgedehnt. Im Jahre 2008 konnte auf einem Standort eine ausgeprägte multiple Herbizidresistenz bei Gemeinen Windhalm festgestellt werden.

In Rheinland-Pfalz ist ein vergleichsweise hoher Anteil an Sommerungen in den Fruchtfolgen vorhanden (Sommergerste, Zuckerrüben, Kartoffeln, Mais). Das stark schwankende Flughaferaufkommen wurde bislang auf die Jahreswitterung und biologische Eigenschaften des Ungrases zurückgeführt. 2011 wurden erstmals zwei Flughaferherkünfte und 2012 acht weitere auf mögliche Herbizidresistenz getestet.

Material und Methoden

Die Kultivierung der Flughaferpflanzen erfolgte im Gewächshaus 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). Da der Flughafener trotz Konditionierung und Schälens der Samen nicht gleichmäßig genug keimte, wurden die geschälten Samen zusätzlich mit 200 mg Gibberellinsäure/l Wasser behandelt und anschließend 2-3 Tage im Kühlschrank vorgekeimt. Jeweils fünf angekeimte Samen wurden in Töpfe (11x11x12) mit Einheitserde (Stender E510) in dreifacher Wiederholung ausgelegt und mit 1 cm Erde-Sandgemisch abgedeckt. Die Herbizidbehandlung wurde im 2-(max. 3-) Blattstadium durchgeführt. Die Applikation erfolgte mit einer Schachtner Karrenspritze mit 4,0 km/h; 2,0 bar an der Düse (IDKN 12004), entsprechend 400 l/ha Wasseraufwand mit anschließender Rückklüftung. Es wurden nacheinander zwei verschiedene Biotests durchgeführt. Die im ersten Test nicht vollständig von den Herbiziden erfassten Herkünfte wurden anschließend erneut ausgesät und einer weiteren Testung unterworfen. In Tabelle 1 sind die Herbizide aufgeführt, die zum Einsatz kamen.

Tab. 1 Herbizidvarianten der aufeinanderfolgenden Bioteste.

Tab. 1 Herbicides used in the biotests.

Herbizidvarianten der Bioteste						
Test 1				Test 2		
Nr.	Herbizid	Aufw./ha	HRAC	Herbizid	Aufw./ha	HRAC
	Kontrolle			Kontrolle		
	Ralon Super Power Plus	1,2 l + 0,4 l*	A	Ralon Super Power Plus	1,2 l + 0,4 l*	A
	Ralon Super Power Plus	2,4 l + 0,4 l*	A	Ralon Super Power Plus	2,4 l + 0,4 l*	A
	Husar Power Set	0,1 + 1,0 l*	B	Ralon Super Power Plus	4,8 l + 0,4 l*	A
	Husar Power Set	0,2 + 1,0 l*	B	Topik 100	1,2 l	A
				Axial 50	1,2 l	A
				Axial 50	2,4 l	A
				Traxos	1,2 l	A
				Focus Ultra	2,5 l	A
				Husar OD + Mero	0,1 l + 1,0 l*	B
* Tankmischung mit Additiv gemäß Gebrauchsanweisung						

Drei und vier Wochen nach der Behandlung wurde eine Wirkungsbonitur durchgeführt. Die Einstufung von Sensitivität bzw. Resistenz erfolgte entsprechend dem in Tabelle 2 aufgeführten Schema. Abschließend wurde Pflanzenmaterial der Herkünfte, die als resistent eingestuft waren, mittels Pyrosequenzierung (MENNE *et al.*, 2008) durch die Firma Bayer CropScience auf vorhandene Target-Site-Mutationen untersucht.

Tab. 2 Einteilung der Resistenzklassen.

Tab. 2 Classification of herbicide resistance.

Einteilung der Resistenzklassen			
	Klasse	Wirkungsgrad (%)	
Einstufung	5	100	83,4
	+	1	83,3
		2	66,6
	++	3	49,9
		4	33,2
+++	5	16,5	0

Ergebnisse

Bei den Herkünften F1 und F2/2011 und F8/2012 waren Kreuzresistenzen zwischen den eingesetzten ACCase-Inhibitoren feststellbar. Lediglich Focus Ultra (Cycloxydim) war noch voll wirksam. Die Herkunft F2/2011 zeigte einen fortgeschrittenen Resistenzgrad mit einer Abstufung von Ralon Super (Fenoxaprop-p-ethyl) zum Axial (Pinoxaden). Bei der Herkunft F1/2011 beschränkte sich die Resistenz auf Einzelpflanzen. Die Probe F8/2012 zeigte gegen alle geprüften ACCase-Einzelwirkstoffe einen hohen Resistenzgrad. Lediglich das Kombinationspräparat Traxos (Clodinafop + Pinoxaden) war in der angewendeten Dosierung noch voll wirksam.

Tab. 3 Einstufung der Herbizidresistenz bei Flughäferherkünften aus Rheinland-Pfalz.

Tab. 3 Classification of herbicide resistance of Wild Oat populations collected in Rhineland-Palatinate.

Einstufung Flughäfer Herbizidresistenz							
- Probenherkünfte RLP 2011 und 2012 -							
		Ralon Super Power Plus	Topik	Axial	Traxos	Focus Ultra	Husar Power Set
F1/2011	Fürfeld	(+)	(+)	(+)	(+)	s	0
F2/2011	Mainz-Bretzenheim	++	++	+	+	s	0
F1-7/2012		s	s	s	s	s	s
F8/2012	Hochborn	+++	+++	+++	s	s	0
s sensitiv, Herbizid voll wirksam (+) Einzelpflanzen überleben + schwache Resistenz ++ mittlere Resistenz +++ hohe Resistenz 0 Testung noch nicht abgeschlossen							

Die anschließende genetische Untersuchung ergab bei den beiden Herkünften des Jahres 2011 eine I1781L Target-Site-Mutation. Die Population F8/2012 zeigte darüber hinaus die weiteren Target-Site-Mutationen W1999C, I2041V und C2088N. Alle Mutationen waren heterozygot, unterschiedlich stark ausgeprägt (13-100 %) und auf einer unterschiedlichen Anzahl von Allelen vorhanden. Zur Beurteilung der beobachteten Minderwirkung der ALS-Hemmer bedarf es weiterer Untersuchungen mit abgestuften Aufwandmengen.

Diskussion

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die in der Praxis beobachteten Minderwirkungen von Herbiziden bei Flughafel teilweise auf Resistenz beruhen. Der Flughafel reagiert einerseits auf einseitigen Herbizideinsatz vergleichbar wie Acker-Fuchsschwanz und Gemeiner Windhalm. Andererseits ist aufgrund der Hexaploidie des Genoms eine Abschätzung des Resistenzgrades in Abhängigkeit von dem Vorkommen von Target-Site Mutationen auf den einzelnen Allelen zurzeit noch spekulativ. Untersuchungen von Yu *et al.* (2013) haben gezeigt, dass die Auswirkungen von Einzelmutationen bei Flughafel geringer ausfallen als in diploiden Arten, wie Acker-Fuchsschwanz und Deutsches Weidelgras. Das Vorkommen von Doppel- und Dreifachmutationen erhöht jedoch die Resistenzausprägung. Besonderheiten in der Keimbologie des Flughafels können möglicherweise die Resistenzentwicklung verzögern. Dazu gehören die Lebensdauer und Keimruhe der Samen, die Tiefenkeimung und ein verstärkter Auflauf in Sommerungen.

Literatur

- MENNE, H.J., J. WAGNER, C. SCHLEICH-SAIDFA, J.H. HOPPE, B. ZANGE und M. BARTELS, 2008: Target-Site-Resistenz in Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.) gegenüber ACCase Inhibitoren in Norddeutschland – Gibt es korrelierende Faktoren in den unterschiedlichen Produktionssystemen? *Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue XXI*, 31-36.
- YU, Q., M.S. AHMAD-HAMDANI, H. HAN, M.J. CHRISTOFFERS und S.B. POWLES, 2013: Herbicide resistance-endowing ACCase gene mutations in hexaploid wild oat (*Avena fatua*): Insights into resistance evolution in a hexaploid species. *Heredity* **110**, 220-231.