

Herbizideinsatz gegen schwer bekämpfbaren, herbizidresistenten Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.) in Winterweizen (*Triticum aestivum* L.)

*Herbicide treatments for the control of resistant black grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) in winter wheat (*Triticum aestivum* L.)*

Klaus Gehring* und Stefan Thyssen

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, Lange Point 10, 85354 Freising

* Korrespondierender Autor, klaus.gehring@lfl.bayern.de



DOI 10.5073/jka.2014.443.040

Zusammenfassung

In einer Serie von acht Feldversuchen wurden im Zeitraum von 2010 bis 2013 auf Standorten in Nordwesten Bayerns 12 unterschiedliche Behandlungsvarianten zur Bekämpfung von herbizidresistenten Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*, Huds.) getestet. Die Basis der Anwendungen lag bei dem Einsatz des Herbizides Atlantis (Mesosulfuron + Iodosulfuron + Mefenpyr) in Winterweizen. Neben der Kombination mit weiteren Herbiziden wurden unterschiedliche Anwendungstermine, Behandlungshäufigkeiten, Aufwandmengen und Ergänzungen mit Zusatzstoffen untersucht. Über alle Behandlungen wurde eine Abhängigkeit in der Bekämpfungsleistung von der Acker-Fuchsschwanz-Besatzdichte, von dem Resistenzniveau der einzelnen Population und von dem jeweiligen Anwendungsverfahren nachgewiesen. Im Vergleich der Behandlungsvarianten waren Behandlungsfolgen wirkungssicherer als Einfachbehandlungen. Die Anwendung eines Bodenherbizids im Herbst und die Folgebehandlung mit einer angepassten Atlantis-Aufwandmenge im Frühjahr ermöglichte die sicherste Bekämpfung. Reduzierte Atlantis-Aufwandmengen müssen durch eine Ergänzung mit Zusatzstoffen ausgeglichen werden. Mit der Zunahme des Resistenzniveaus von Acker-Fuchsschwanz wird die Umsetzung eines integrierten Resistenzmanagements für die Gewährleistung einer wirtschaftlichen Winterweizenproduktion unverzichtbar.

Stichwörter: Anwendungsverfahren, Bekämpfungsleistung, Flufenacet, Iodosulfuron, Mesosulfuron, integriertes Resistenzmanagement, Zusatzstoffe

Abstract

Different herbicide treatments were tested in the year 2010 – 2013 at eight locations in the north-west of Bavaria in Franken to control herbicide resistant black grass (*Alopecurus myosuroides*, Huds.). Application of Atlantis (Mesosulfuron + Iodosulfuron + Mefenpyr) was essential for the control of black grass in winter wheat. Combination with other herbicides was also in focus of the trial program as different treatment methods, application timing, application sequences, herbicide rate and the use of adjuvants. As a result of the trials sequence applications were more effective than single applications. The use of soil active herbicides in autumn and spring application of Atlantis was one of the best solutions to control resistant black grass in winter wheat. Reduced rate of Atlantis have to be compensated by addition of appropriate adjuvants. Higher level of resistance depends on implementation of integrated weed management to serve economic wheat production.

Keywords: Adjuvants, efficacy, flufenacet, integrated weed management, Iodosulfuron, mesosulfuron-treatment-programm

Einleitung

Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*, Huds.) gehört zu den wichtigsten Leitunggräsern im Ackerbau in Deutschland. Neben dem vorwiegenden Auftreten in Wintergetreide und Winterraps (*Brassica napus*) ist insbesondere auf Standorten mit hohen Besatzdichten Acker-Fuchsschwanz auch in Sommergetreide und Mais (*Zea mays*) ein ernst zu nehmendes Ungras. Durch eine erfolgreiche Bekämpfung wird in Wintergetreide regelmäßig eine Ertragsabsicherung im Bereich von 20 – 40 % des Standortertragspotenzials ermöglicht. Für die wirtschaftliche Produktion von Wintergetreide ist eine wirkungssichere chemische Bekämpfung von Acker-Fuchsschwanz unverzichtbar. Der regelmäßige Herbizideinsatz führt auf zunehmend mehreren Standorten zur Selektion von herbizidresistenten, schwer bekämpfbaren Acker-Fuchsschwanz-Populationen.

Aufgrund der häufig beschränkten Möglichkeiten in der Anpassung von ackerbaulichen Maßnahmen ist der gezielte und intensiviertere Herbizideinsatz die primäre produktionstechnische Reaktionsmöglichkeit gegenüber Acker-Fuchsschwanz-Populationen mit nachlassender Sensitivität gegenüber den verfügbaren Herbiziden.

In der Produktionspraxis tritt unter diesen Bedingungen die Frage nach bestmöglichen Behandlungskonzepten auf. Hierzu wurde an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Zusammenarbeit mit den Fachzentren für Pflanzenproduktion ein Versuchsprogramm im Zeitraum von 2010 bis 2013 durchgeführt. Durch die vergleichende Prüfung verschiedener Behandlungsvarianten sollten, für die Kontrolle von schwer bekämpfbaren, herbizidresistenten Acker-Fuchsschwanz, optimierte Herbizidbehandlungen entwickelt werden, um entsprechende Behandlungsempfehlungen für die Fachberatung zur Verfügung zu stellen.

Material und Methoden

In einer Serie von acht Feldversuchen wurden 2010 bis 2013 an den Standorten Ehingen a. Ries (10.560 ö.L., 48.966 n.B.; WSG84), Hattersdorf (10.820 ö.L., 50.188 n.B.; WSG84) und Roth (11.138 ö.L., 50.105 n.B.; WSG84) verschiedene Herbizide (Tab. 1) auf die Bekämpfungsleistung gegen herbizidresistenten Acker-Fuchsschwanz geprüft. Die Präparate wurden in unterschiedlichen Behandlungsvarianten in Form von Herbst- und Frühjahrsbehandlungen sowie als Einfach- und Spritzfolgebehandlungen eingesetzt. Weiterhin wurden die Möglichkeiten der Wirkungsabsicherung durch Splittingapplikation und die Ergänzung mit Zusatzstoffen untersucht (Tab. 2). Die Basis für alle Behandlungsvarianten war das Herbizid Atlantis (Mesosulfuron + Iodosulfuron + Mefenpyr), das als einziges Gräserherbizid im Getreidebau über eine Indikation gegen schwer bekämpfbaren Acker-Fuchsschwanz verfügt. Im ersten Versuchsjahr wurde Atlantis in der OD-Formulierung eingesetzt. Danach stellte sich heraus, dass der Zulassungsinhaber weiterhin nur Atlantis in der WG-Formulierung für den Einsatz gegen schwer bekämpfbaren Acker-Fuchsschwanz anbieten wird. Für die Versuchsjahre 2011 - 2013 erfolgte daher eine Umstellung von Atlantis OD auf Atlantis WG im Verhältnis von 1,5 l Atlantis OD zu 500 g Atlantis WG (Komponente A) + 1,0 l Formulierungshilfsstoff (Komponente B). Für eine bessere Übersichtlichkeit wurden in Tabelle 2 nur die vorwiegenden Anwendungen mit Atlantis in der WG-Formulierung dargestellt.

Die Versuchsstandorte liegen im nordöstlichen (Hattersdorf, Roth) und südwestlichen (Ehingen a. Ries) Gebiet des Boden-Klimaraums Nordwestbayern-Franken. Das Klima zeichnet sich durch eine Jahresmitteltemperatur von 8,7 - 9,2 °C und einen Jahresniederschlag in der Höhe von ca. 600 mm aus. Als Vorfrucht handelte es sich vorwiegend um Winterraps (5 x), neben Silomais (2 x) und Winterweizen (1 x). Die Grundbodenbearbeitung erfolgte am Standort Ehingen ausschließlich flach, nicht-wendend mit der Scheibenegge, während an den Standorten Hattersdorf und Roth in drei Jahren der Pflug eingesetzt wurde und nur im Jahr 2012 eine pfluglose Bearbeitung mit dem Grubber stattfand. Der Boden war in Ehingen a. Ries ein schwerer toniger Lehm und in Hattersdorf bzw. Roth ein lehmiger Ton. Neben einem mittleren bis hohen Besatz mit Acker-Fuchsschwanz (50 bis 550 Pflanzen/m² zum Vegetationsbeginn im Frühjahr) trat eine dikotyle Verunkrautung mit Kletten-Labkraut (*Galium aparine*), Persischer Ehrenpreis (*Veronica persica*), Acker-Stiefmütterchen (*Viola arvensis*) und Geruchslose Kamille (*Matricaria inodora*) nur in sehr geringem Umfang auf.

Die Durchführung der Feldversuche erfolgte gemäß EPP0 Richtlinie PP1/93 (3). Die Herbizidbehandlungen wurden mit einer getragenen Pressluftparzellenspritze (Fabrikat Schachtner) mit einer Geschwindigkeit von 3,9 km*h⁻¹, einem Arbeitsdruck von 2,0 bar und einer Wasseraufwandmenge von 300 l*ha⁻¹ mit AirMix® 11003 Luftinjektordüsen ausgebracht. Die Versuche wurden mit der Windows-Software PIAF (ZINK und SCHLÜTER, 1999) geplant, dokumentiert und ausgewertet.

Tab. 1 Eingesetzte Herbizide zur Kontrolle von schwer bekämpfbaren Acker-Fuchsschwanz.

Tab. 1 *Herbicides used in the field trials to treat hart to control black grass.*

Präparat	Wirkstoff, Konzentration (g a.i. *l-1 bzw. kg-1)	HRAC*- Gruppe
Arelon Top	Isoproturon 500	C2
Atlantis OD	Mesosulfuron 10 + Iodosulfuron 2 + Mefenpyr 30	B
Atlantis WG + FHS	Mesosulfuron 30 + Iodosulfuron 6 + Mefenpyr 90	B
Herbaflex	Isoproturon 500 + Beflubutamid 85	C2, F1
Herold SC	Flufenacet 400 + Diflufenican 200	K3, F1
Hoestar Super	Amidosulfuron 125 + Iodosulfuron 11	B
Lexus	Flupyrsulfuron 500	B
Malibu	Pendimethalin 300 + Flufenacet 60	K1, K3
Traxos	Clodinafop 25 + Pinoxaden 25	A
Zusatzstoff, Dünger	Inhaltsstoff	
Mero	Rapsölmethylester	
SSA	Schwefelsaurer Ammoniak	

*) Herbicide Resistance Action Committee

Tab. 2 Behandlungsvarianten zur Bekämpfung von Acker-Fuchsschwanz.

Tab. 2 *Treatments for control of black grass.*

Var. Nr.	Präparate	Aufwand (l bzw. kg *ha-1)	Termin	BI
1	Herold SC / Atlantis WG + FHS	0,5 / 0,5 + 1,0	NAK / NAF1	1,83
2	Herbaflex + Arelon Top / Atlantis WG + FHS	2,0 + 1,0 / 0,5 + 1,0	NAK / NAF1	2,33
3	Herold SC + Atlantis WG + FHS	0,5 + 0,3 + 0,6	NAH	1,67
4	Herold SC + Atlantis WG + FHS + SSA	0,5 + 0,3 + 0,6 + 10,0	NAH	1,67
5	Atlantis WG + FHS + Hoestar Super	0,5 + 1,0 + 0,15	NAF1	2,00
6	Atlantis WG + FHS + Hoestar Super	0,4 + 0,8 + 0,15	NAF1	1,83
7	Atlantis WG + FHS + Hoestar Super	0,3 + 0,6 + 0,15	NAF1	1,67
8	Atlantis WG + FHS + Hoestar Super + SSA	0,3 + 0,6 + 0,15 + 10,0	NAF1	1,67
9	Atlantis WG + FHS + Hoestar Super + Mero	0,3 + 0,6 + 0,15 + 1,0	NAF1	1,67
10	Atlantis WG + FHS + Hoestar Super + Mero / Atlantis WG + FHS + Hoestar Super + Mero	0,25 + 0,5 + 0,075 + 1,0 / 0,25 + 0,5 + 0,075 + 1,0	NAF1 / NAF2	2,00
11	Herold SC + Traxos + Mero / Atlantis WG + FHS	0,5 + 1,0 + 1,0 / 0,3 + 0,6	NAH / NAF1	2,33
12	Malibu + Lexus / Atlantis WG + FHS	2,5 + 0,02 / 0,3 + 0,6	NAK / NAF1	2,29

Legende: NAK = nach dem Auflaufen im Keimblattstadium von Acker-Fuchsschwanz,
 NAH = nach dem Auflaufen im Herbst, NAF-1 = nach dem Auflaufen im Frühjahr zum
 Vegetationsbeginn, NAF-2 = nach dem Auflaufen im Frühjahr nach Vegetationsbeginn;
 BI = Behandlungsindex = Summe der Standardaufwandmengen in einer Behandlung

Für die Analyse der visuellen Wirkungsbonituren wurden das nichtparametrische Rangfolgetestverfahren Kruskal-Wallis ANOVA mit der Windows Software OriginPro 9.1 verwendet. Eine Beerntung erfolgte nur einmalig im Jahr 2010 am Standort Hattersdorf. Die statistische Analyse der Ertragsdaten wurde mit Hilfe der in PIAF integrierten parametrischen SAS-Routinen vorgenommen.

Zur Abreife des Weizenbestandes wurden aus den unbehandelten Kontrollvarianten Acker-Fuchsschwanz Samenproben für die Bestimmung der Herbizidresistenz der jeweiligen Population entnommen. Die Herbizidresistenz wurde in einem standardisierten Biotest in der Klimakammer bzw. im Gewächshaus mit den derzeit am häufigsten zur Kontrolle von Acker-Fuchsschwanz eingesetzten Herbiziden untersucht (GEHRING *et al.*, 2012). Die Intensität der Herbizidresistenz wurde in einem Schema mit fünf Resistenzklassen bestimmt (CLARKE *et al.*, 1994).

Ergebnisse

Die an den Versuchsstandorten aufgetretenen Acker-Fuchsschwanz Populationen hatten Besatzdichten im niedrigen (50 – 100 Pflanzen/m² zum Vegetationsbeginn), mittleren (>100 - <300 Pflanzen/m²) bis hohen Bereich (> 300 Pflanzen/m²). Im Mittel über alle acht Standorte lag die Besatzdichte bei ca. 230 Pflanzen/m². Die im Versuchsjahr 2010 am Standort Hattersdorf vorgenommene Ertragsfeststellung ergab im Mittel über alle Behandlungsvarianten einen Relativvertrag von 154 % (148 – 162 %) im Verhältnis zur unbehandelten Kontrolle. Ertragsunterschiede zwischen den Behandlungen waren statistisch nicht absicherbar. Alle Behandlungsvarianten hatte eine signifikant höhere Ertragsleistung als die unbehandelte Kontrolle. Über alle Varianten ergab sich hieraus ein bereinigter Mehrerlös von durchschnittlich +278 €/ha. (+217 - +306 €/ha.). Die ökonomische Leistung der Herbizidbehandlungen war signifikant höher als die unbehandelte Kontrolle. Dieses Versuchsergebnis repräsentiert die hohe Wirtschaftlichkeit von effektiven Herbizidbehandlungen gegenüber nur mittleren Besatzdichten (100 Pflanzen/m²) mit Acker-Fuchsschwanz in Winterweizen.

Tab. 3 Ergebnisse der Herbizidresistenz-Untersuchungen.

Tab. 3 Results of the herbicide resistance tests.

Versuchsort	Jahr	HRAC*-Wirkgruppen			
		A	B	C2	K3
Resistenzklassen (von .. bis)					
Ehingen	2010	3 - 5	0 - 2	0 - 2	1
	2011	1 - 4	1 - 2	0 - 1	0
	2012	4 - 5	1 - 2	1	1
	2013	1 - 3	0 - 1	0	0
Hattersdorf	2010	2 - 3	2 - 4	2 - 3	1
	2011	2 - 5	2 - 4	2	0
	2012	3 - 5	3 - 4	0 - 2	0
Roth	2013	1 - 3	0 - 2	0 - 1	0

*) Herbicide Resistance Action Committee

Resistenzklassen 0 – 5 (sensitiv – hoch resistent)

Die Untersuchungen der Herbizidresistenz anhand der Samenproben aus den Acker-Fuchsschwanz Populationen der Versuchsstandorte ergab gegenüber Herbiziden aus der HRAC-

Gruppe K3 für alle Standorte und Versuchsjahr ein sehr niedriges Resistenzniveau (Tab. 3), das noch keine Bedeutung für die Anwendungssicherheit entsprechender Präparate aufweist. Auch das Resistenzniveau für Herbizide der C2-Gruppe lag im Wesentlichen in einem unkritischen Bereich; nur im Jahr 2010 wurde für den Standort Hattersdorf eine bis in den mittleren Bereich reichende Resistenzklasse für diese Wirkmechanismusgruppe festgestellt. Hinsichtlich der Resistenz gegenüber Herbiziden aus der A- und B-Wirkmechanismusgruppe zeigten die Standorte Ehingen a. Ries und Hattersdorf eine unterschiedliche Charakteristik. Der Standort Ehingen a. Ries war durch eine höhere Resistenz gegenüber Herbiziden der A-Gruppen geprägt, während sich der Standort Hattersdorf mehr oder weniger gleich intensiv resistent gegenüber Herbiziden der A- und B-Gruppe zeigte. Am Standort Roth war, wie in Ehingen a. Ries, die Resistenz gegenüber Herbiziden der A-Gruppe etwas stärker ausgeprägt, als gegenüber der B-Wirkmechanismusgruppe. Im Großen und Ganzen entspricht diese Resistenzcharakteristik der typischen Entwicklung in Bayern, indem sich vorrangig eine Resistenz gegenüber dem A-Wirkmechanismus entwickelt, die Resistenzentwicklung gegenüber B-Gruppen-Herbizide nachfolgt und der Prozess von einer unter-schweligen Resistenz gegen den C2-Wirkmechanismus begleitet wird. Die Ergebnisse der Biotest-Untersuchungen legten keinen Verdacht auf eine spezifische Wirkortresistenz nahe, so dass auf molekulargenetische Untersuchungen auf Target-Site-Resistenz verzichtet wurde.

Die in der Versuchsserie festgestellten Bekämpfungsleistungen der verschiedenen Behandlungsvarianten wurde neben der Analyse hinsichtlich der Effizienz der jeweiligen Anwendungen auch in Bezug auf die Wirksamkeit unter unterschiedlichen Resistenzniveaus, gegenüber verschiedenen Acker-Fuchsschwanz-Besatzdichten und für die einzelnen Anwendungsvarianten ausgewertet.

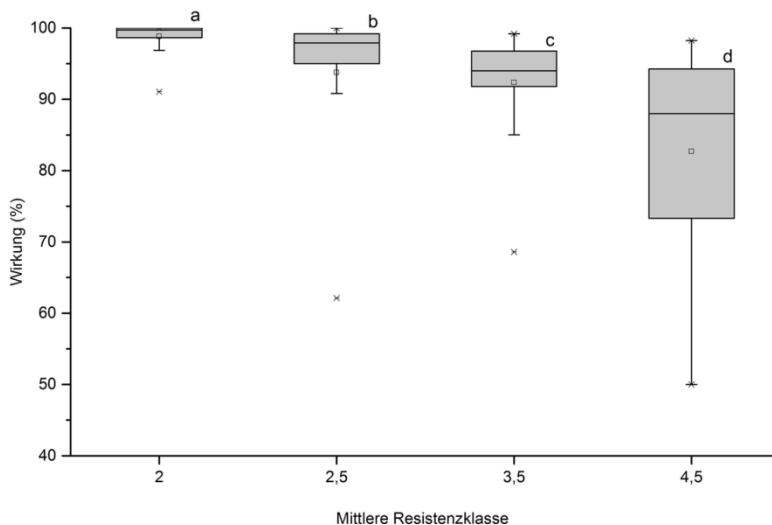


Abb. 1 Acker-Fuchsschwanz-Bekämpfungsleistung im Verhältnis zum Resistenzniveau; Box-Plot Verteilung und Rangvarianzanalyse (Signifikanzniveau: $\alpha = 0,05$).

Fig. 1 Black grass control in relation to the class of herbicide resistance.

Die Analyse der Wirkung gegen Acker-Fuchsschwanz mit unterschiedlich stark ausgeprägter Herbizidresistenz ergab eine eindeutige Abhängigkeit der Bekämpfungsleistung von der jeweiligen Resistenzintensität. Für diese Auswertung wurde der Mittelwert der maximal aufgetretenen Resistenz gegenüber dem A- und B-Wirkmechanismus in Relation zur jeweiligen Acker-Fuchsschwanz-Wirkung der Behandlungsvarianten gesetzt. Für die, aus den

Einzelergebnissen der Resistenzuntersuchungen, resultierenden mittleren Resistenzklassen von 2, 2,5, 3,5 und 4 ergab sich eine jeweils signifikant abnehmende Bekämpfungsleistung, die ab der Resistenzklasse 3,5 eine nur noch knapp befriedigende Wirkung erzielt und bei der Resistenzklasse 4,5 für eine ausreichend sicher Acker-Fuchsschwanz-Bekämpfung nicht mehr ausreichend war (Abb. 1).

Die Untersuchung der Bekämpfungsleistung in Abhängigkeit von der Besatzdichte mit Acker-Fuchsschwanz ergab ebenfalls einen signifikanten Leistungsunterschied, sobald eine niedrige Besatzdichte (50 – 100 Pflanzen/m²) überschritten wurde (Abb.2). Der Abfall der Bekämpfungsleistung von einer mittleren zu einer hohen Besatzdichte konnte zwar nicht signifikant abgesichert werden, zeigte aber in der Tendenz eine deutlich abnehmende Wirkungssicherheit bei hoher Besatzdichte mit Acker-Fuchsschwanz.

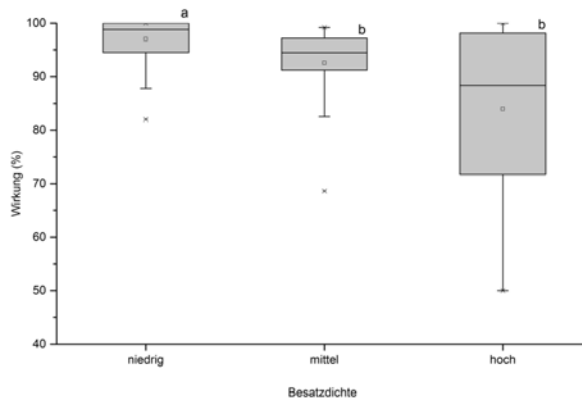


Abb. 2 Acker-Fuchsschwanz-Bekämpfungsleistung im Verhältnis zur Besatzdichte; Box-Plot Verteilung und Rangvarianzanalyse (Signifikanzniveau: $\alpha = 0,05$).

Fig. 2 Herbicide efficacy in relation to the category of infestation with black grass.

Die Bewertung der verschiedenen Behandlungsverfahren im Versuchsprogramm ergab einen deutlichen Vorteil in der Bekämpfungssicherheit für intensivere Behandlungsvarianten (Abb. 3). Im Vergleich der Anwendungsvarianten erzielten die Spritzfolgebehandlung aus dem frühen Herbizideinsatz im Herbst und einer Nachbehandlung zum Vegetationsbeginn im Frühjahr (NAK / NAF-1), sowie die Splittingapplikation im Frühjahr (NAF-1 / NAF-2) die signifikant vorzüglichste Bekämpfungsleistung. Die Spritzfolge aus einer späteren Nachaufarbeitungsbehandlung im Herbst und Folgebehandlung im zeitigen Frühjahr (NAH / NAF-1) erreichte zwar ebenfalls ein relativ hohes Wirkungsniveau, war gegenüber den vorstehenden Behandlungsverfahren allerdings leistungsschwächer. Einfache Behandlungen im Herbst bzw. Frühjahr konnten nur noch knapp befriedigende bzw. nicht mehr ausreichende Bekämpfungsleistungen erzielen.

Die Auswertung der verschiedenen Behandlungsvarianten ergab ein sehr differenziertes Bild von sehr sicheren bis vollkommen unzureichenden Varianten (Abb. 4). Neben dem Vergleichsstandard (Var. 1) die Varianten 10, 11 und 12 eine gleichwertig sichere Bekämpfungsleistung erzielen. Die Varianten 2, 4, 5 und 9 eine vergleichbare Acker-Fuchsschwanz-Wirkung wie die Spitzenvarianten. Ein abgeschlagenes Wirkungsniveau musste für die Varianten 3 (einfache Herbstbehandlung mit niedriger Atlantis-Aufwandmenge), Var. 6 und 7 (einfache Frühjahrsbehandlungen mit reduzierter Atlantis-Aufwandmenge) und die Var. 8 (einfache Frühjahrsbehandlung mit niedriger Atlantis-Aufwandmenge und SSA-Ergänzung) festgestellt werden. Im Verhältnis von Mittelaufwand, bzw. Behandlungsindex zur Bekämpfungsleistung erreichte die Vergleichsvariante 1 (NAK-NAF-1 Spritzfolge mit Herold SC und Atlantis WG) das relativ beste Ergebnis. Als nahezu gleichwertig konnten sich noch die Varianten 4 (einfache NAH-Behandlung mit Herold SC + Atlantis WG in

reduzierter Aufwandmenge) und Var. 9 (frühe NAF-Behandlung mit Hoestar Super + Atlantis WG in reduzierter Aufwandmenge und Zusatz von Mero) erweisen, wenngleich bei letzterer das Wirkungs-niveau bereits einen kritischen Bereich erreicht hat.

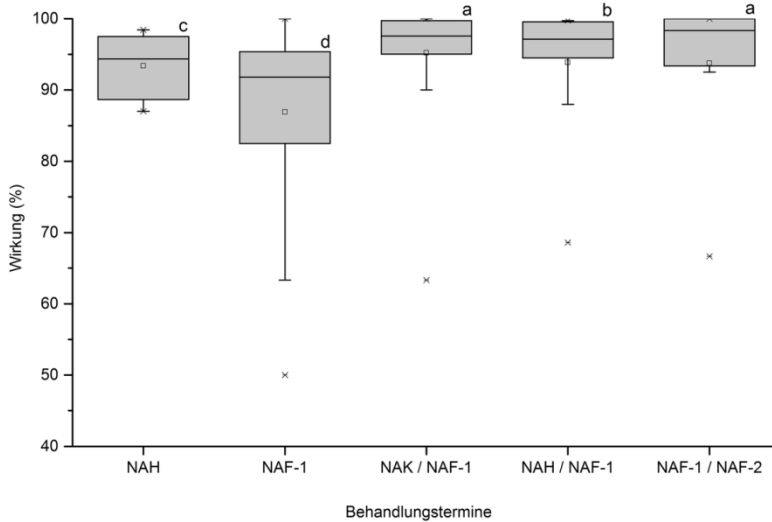


Abb. 3 Acker-Fuchsschwanz-Bekämpfungsleistung von unterschiedlichen Behandlungsverfahren; Box-Plot Verteilung und Rangvarianzanalyse (Signifikanzniveau: $\alpha = 0,05$).

Fig. 3 Black grass control in relation to different kind of treatments.

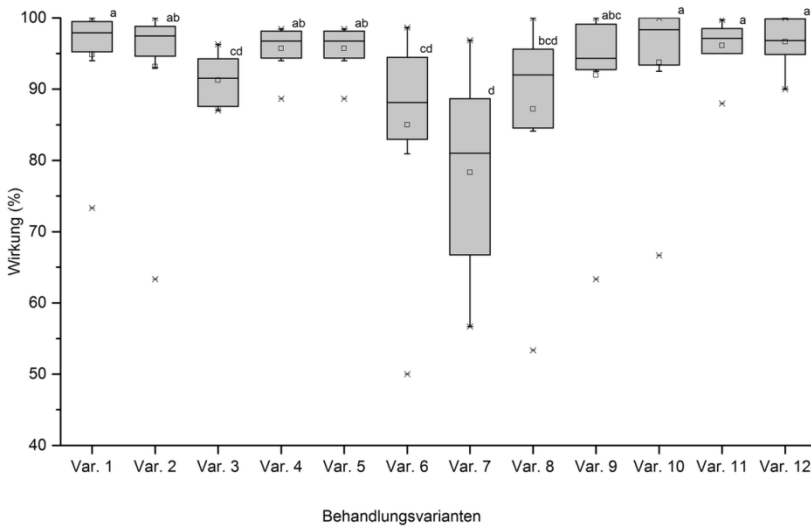


Abb. 4 Acker-Fuchsschwanz-Bekämpfungsleistung von unterschiedlichen Behandlungsvarianten; Box-Plot Verteilung und Rangvarianzanalyse (Signifikanzniveau: $\alpha = 0,05$).

Fig. 4 Black grass control in relation to different herbicide treatments.

Diskussion

Die Ergebnisse der Versuchsserie bestätigen einen deutlichen Zusammenhang in der Bekämpfung von Acker-Fuchsschwanz in Abhängigkeit von der Besatzdichte und dem Resistenzniveau der jeweiligen Population. Der Erfolg von Behandlungsvarianten gegenüber schwer bekämpfbaren Acker-Fuchsschwanz hängt, im Verhältnis zu den vorstehenden Kriterien im Weiteren, von der Intensität des Behandlungsverfahrens – Mehrfachbehandlungen sind grundsätzlich leistungsfähiger als Einfachbehandlungen – und vor allem der Wahl und Kombination der eingesetzten Herbizide ab. Die absolute Aufwandmenge bzw. die Höhe des Behandlungsindex ist noch kein Garant für die Wirkungssicherheit. Die Versuchsserie ergab mehrere erfolgreiche Behandlungsvarianten für die Bekämpfung von widerstandsfähigem Acker-Fuchsschwanz. Als ein zuverlässiges Konzept erwies sich hierbei Spritzfolge aus einer Herbstbehandlung (NAK oder NAH) und Frühjahrsbehandlung mit Atlantis. Die Atlantis-Aufwandmenge der Frühjahrsbehandlung zeigte hierbei eine gewisse Abhängigkeit von der Bekämpfungsleistung der vorausgehenden Herbstbehandlung (Var. 11 und 12 im Vergleich zur Var. 2). Bei reinen Frühjahrsbehandlungen war unter den gegebenen Versuchsbedingungen die maximale, registrierte Aufwandmenge von Atlantis erforderlich. Eine Reduzierung der Atlantis-Aufwandmenge muss durch den Zusatz von Mero ausgeglichen werden (Var. 9). Eine Splitting-Applikation (Var. 10) erreicht zwar auch ein sicheres Bekämpfungsniveau, ermöglicht aber keine zusätzliche Verbesserung der Wirkungssicherheit.

Anhand der zusammenfassenden Ergebnisse der Versuchsserie ist erkennbar, dass eine ausreichende Kontrolle von widerstandsfähigen, herbizidresistenten Acker-Fuchsschwanz relativ stark von der Anwendungsfähigkeit und Wirkungssicherheit weniger Herbizide (Flufenacet, Mesosulfuron + Iodosulfuron) abhängig ist. Hiermit werden neuere Untersuchungen zur optimierten Kombination von blatt- und bodenaktiven Herbiziden für die ausreichende Kontrolle von herbizidresistenten Acker-Fuchsschwanz bestätigt (BAILLY *et al.*, 2012). In Anbetracht der Tatsache, dass Landwirte wenig Interesse an der Abänderung ihrer gewohnten und, aufgrund der standortspezifischen Bedingungen, erforderlichen Anbauverfahren zeigen, besteht somit ein hoher Bedarf für ein angepasstes und möglichst effektives Herbizidmanagement für die nachhaltige Kontrolle von schwer bekämpfbaren Acker-Fuchsschwanz (CAVAN *et al.*, 2008). Die bestätigte Zunahme des Resistenzgrades und die Ausbreitung von herbizidresistenten Acker-Fuchsschwanz-Populationen (BAILLY *et al.*, 2012; GEHRING *et al.*, 2012) wird allerdings in Umsetzung eines integrierten Resistenzmanagements unumgänglich erfordern (ZWERGER *et al.*, 2002; BALGHEIM, 2006; GEHRING *et al.*, 2012). Die hohe Variabilität der Effekte von ackerbaulichen Maßnahmen (LUTMAN *et al.*, 2013) und die Notwendigkeit für ein, an den standortspezifischen Bedingungen optimiertes Herbizidmanagement werden hohe Herausforderungen an die landwirtschaftliche Praxis und Fachberatung zur Folge haben, um eine ökonomische Produktion von Winterweizen auf Acker-Fuchsschwanz-Standorten zu gewährleisten.

Literatur

- ANONYMOUS, 2007: Weeds in cereals - Efficacy evaluation of herbicides. European and Mediterranean Plant Protection Organization, EPPO Richtlinie PP 1/93 (3), 5 S.
- BAILLY, C.C., R.P. DALE, S.A. ARCHER, D.J. WRIGHT und S.S. KAUNDUN, 2012: Role of residual herbicides for the management of multiple herbicide resistance to ACCase and ALS inhibitors in a black-grass population. *Crop Protection* **34**, 96-103.
- BALGHEIM, R., 2006: Herbizidresistenzen vermeiden, Wirkstoffe erhalten – eine Gemeinschaftsaufgabe von Beratung, Forschung und Praxis am Beispiel des Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Journal of Plant Diseases and Protection* **XX**, 49-56.
- CAVAN, G., J. CUSSANS und S.R. MOSS, 2008: Modelling different cultivation and herbicide strategies for their effect on herbicide resistance in *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research* **40**(6), 561-568.
- CLARKE, J.H., A.M. BLAIR und S.R. MOSS, 1994: The testing and classification of herbicide resistant *Alopecurus myosuroides* (black-grass). *Aspects of Applied Biology* **37**, 181-188.
- CUMMINS, I., D.N. BRYANT und R. EDWARDS, 2009: Safener responsiveness and multiple herbicide resistance in the weed black-grass (*Alopecurus myosuroides*). *Plant Biotechnology Journal* **7**(8), 807-820.
- DÉLYE, C., J.A.C. GARDIN, K. BOUCANSAUD, B. CHAUVEL und C. PETIT, 2011: Non-target-site-based resistance should be the centre of attention for herbicide resistance research: *Alopecurus myosuroides* as an illustration. *Weed Research* **51**(5), 433-437.

- GEHRING, K., R. BALGHEIM, E. MEINLSCHMIDT und C. SCHLEICH-SAIDFAR, 2012: Prinzipien einer Anti-Resistenzstrategie bei der Bekämpfung von *Alopecurus myosuroides* und *Apera spica-venti* aus Sicht des Pflanzenschutzdienstes. Julius-Kühn-Archiv **434**, 89-101.
- GEHRING, K., S. THYSSEN und T. FESTNER, 2012: Herbizidresistenz bei *Alopecurus myosuroides* Huds. in Bayern. Julius-Kühn-Archiv, **434**, 127-132.
- HEAP, I., 2013: The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online – www.weedscience.org
- LUTMAN, P.J.W., S.R. MOSS, S. COOK und S.J. WELHAM, 2013: A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. Weed Research **53**(5), 299-313.
- ZINK, G. und H. SCHLÜTER, 1999: PIAF – Planing, Information and Analysis System for Field Trials. In: IT Applications for the Agricultural Extension Service with regard to the Federal Structure of the Administration Organization in Germany. Referate 20. GIL Jahrestagung & EFITA/99, Bonn, 26-41.
- ZWARGER, P., O. RICHTER und U. BÖTTCHER, 2002: Strategien gegen die Entwicklung von Einfach- und Mehrfach-Herbizidresistenzen bei Unkräutern. Journal of Plant Diseases and Protection **XVIII**, 383-390.