

Minderwirkungen von Glyphosat bei Mäuseschwanz-Federschwingel (*Vulpia myuros*)

Reduced efficacy of glyphosate against annual fescue (Vulpia myuros)

Bernd Augustin^{1*}, Klaus Gehring²

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

²Bayrische Landesanstalt für Bodenkunde u. Pflanzenschutz, Lange Point 10, 85354 Freising

*Korrespondierender Autor, baugustin@t-online.de



DOI 10.5073/jka.2020.464.055

Zusammenfassung

Im Rahmen der alljährlichen Untersuchung von Verdachtsproben auf Herbizidresistenz aus Rheinland-Pfalz wurde 2018 eine Population des Mäuseschwanz-Federschwingels (*Vulpia myuros* L.) in einem Weinbaubetrieb in Rheinhessen gesammelt. Er wandert regelmäßig aus den Feldrainen in die herbizidbehandelten Rebzeilen ein. In mehreren Biotesten am Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (Bad Kreuznach) und an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Freising) konnte in den Jahren 2018 und 2019 nur eine unzureichende Wirkung von Glyphosat erzielt werden. Es besteht der begründete Verdacht auf eine nachlassende Sensitivität bzw. beginnende Resistenz gegenüber Glyphosat in der untersuchten Population aufgrund des langjährigen und wiederholten Einsatzes von Glyphosat. Weitere Untersuchungen sind erforderlich um die Ursache für die Minderwirkungen zu ermitteln.

Stichwörter: Biotest, Dosis-Wirkungs-Test, Glyphosat, Herbizidwirkung, *Vulpia myuros* L.

Abstract

In 2018, numerous weed seed samples were taken from fields within Rhineland-Palatinate (Germany) where herbicide resistance was suspected. One sample of annual fescue (*Vulpia myuros* L.) was collected in a wine-growing estate in Rhinehessen. Annual fescue frequently emigrates from the field margins into the wine rows. By conducting several bioassays at the Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (Bad Kreuznach, Rhineland-Palatinate) and at the Landesanstalt für Landwirtschaft (Freising, Bavaria) a poor efficacy of glyphosate was observed. There is a reasonable suspicion that repeated, long-time use of glyphosate might be the reason for a decreasing sensitivity or an evolving resistance in the *V. myuros* population investigated. Additional investigations are necessary to determine potential mechanisms involved in reduced herbicide sensitivity.

Keywords: Bioassay, dose response assays, herbicide efficacy, glyphosate, *Vulpia myuros* L.

Einleitung

In den letzten Jahren wurden nur einzelne Proben mit Verdacht auf Glyphosatresistenz (*Epilobium*, *Bromus* spp.) zur Untersuchung am Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum in Bad Kreuznach eingereicht. Die im Feld beobachtete Minderwirkung war nicht auf eine Glyphosat-Resistenz zurückführbar, sondern muss andere Ursachen gehabt haben. Im Jahre 2018 wurde eine Probe von Mäuseschwanz-Federschwingel (*Vulpia myuros* L.) aus einem Weinbaubetrieb in Rheinhessen mit Resistenzverdacht eingeschendet und mit Hilfe von Biotests auf eine mögliche Glyphosatresistenz untersucht.

Material und Methoden

In vorausgegangenen Biotests wurde die Probe von Mäuseschwanz-Federschwingel bereits mit unterschiedlichen Substraten (rheinhessischem Lösslehm im Vergleich mit Einheitserde) und höherer Wasseraufwandmenge (400 l/ha, IDKN 12004, 3,3 Km/h, 3,6 bar) mit vergleichbaren Ergebnissen geprüft. Daher wurde der nachfolgend beschriebene Biotest im Winterhalbjahr 2018/19 im Gewächshaus in dreifacher Wiederholung in 9 cm Töpfen in Torfkultursubstrat (Stender E510) 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) wurde die Herbizidbehandlung im 2-Blattstadium durchgeführt. Die Behandlung erfolgte mit einer Schachtner Karrenspritze mit 200 l/ha Wasseraufwandmenge (3,6 Km/h; 1,75 bar an der Düse IDK

12002) mit anschließender Rückliterung. Eine Glyphosat-sensitive Herkunft war für den Biotest in Bad Kreuznach nicht verfügbar. In der Tabelle sind die Herbizide aufgeführt, die zum Einsatz kamen.

Tab. 1 Herbizidvarianten des Biotestes.

Tab. 1 *Herbicides used in the bioassay.*

Nr.	Herbizid	Wirkstoff (g/l bzw. kg)	Aufwandmenge/ha	HRAC-Gruppe
1	Kontrolle	-	-	-
2	Glyphos Supreme	Glyphosat (450)	4,0 l	G
3	Glyphos Supreme	Glyphosat (450)	8,0 l	G
4	Glyphos Supreme	Glyphosat (450)	12,0 l	G
5	Broadway + FHS	Pyroxulam + Florasulam + Cloquintocet-Mexyl (68,3+22,8+68,3)	275 g + 1,0 l	B

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.

Tab. 2 Einteilung der Resistenzklassen.

Tab. 2 *Classification of herbicide resistance.*

Einteilung der Resistenzklassen	
Klasse	Wirkungsgrad (%)
5	83,4-100
1	66,5-83,3
2	50-66,6
3	33,3-49,9
4	16,6-33,2
5	0-16,5

In Ergänzung zu den Biotesten am Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum wurde an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft eine Dosis-Wirkungsprüfung durchgeführt. Neben der Verdachtsherkunft VLPMY aus Rheinland-Pfalz wurde eine handelsübliche Herkunft des Mäuseschwanz-Federschwingels (Appels Wilde Samen) als sensitive Referenz geprüft. Die Samenproben wurden mit einem Saugluft-Stufensichter (Fab. Pelz, Typ 2) aufbereitet. Anschließend wurde die Keimfähigkeit nach ISTA-Methode ermittelt (ISTA, 2015). Die Aussaat erfolgte flächig mit einem Mikrolöffel auf Pflanztopfträgerplatten (Töpfe mit 4,5 cm Durchmesser). Die Saatstärke wurde so eingestellt, dass nach der Samengröße und Keimfähigkeit der jeweiligen Herkunft ein relativ gleichmäßiger Pflanzenbestand im Vergleich der im Test befindlichen Prüferkulturen erreicht wurde. Als Substrat wurde ein natürlicher Mineralboden vom Standort Freising (Parabraunerde aus Lösslehm, 2,8 % OS, pH 7,2) in Mischung mit einem Torf-Kultursubstrat Mischungsverhältnis 3:1) und das reine TK-Substrat (tonhaltiges Torfsubstrat, Typ Höfter Humaton Standard, 80 % OS, pH 5,8, nährstoffangereichert) verwendet. Die Bewässerung erfolgte durch regelmäßiges Gießen und im Wechsel im Anstauverfahren zur gleichmäßigen Durchfeuchtung der Pflanztöpfe. Im Laufe der Anzuchtperiode wurde eine einmalige Düngemaßnahme mit Flüssigdünger (Wuxal® 8-8-6, 100 ml/10 l Gießwasser) mit der Bewässerung vorgenommen. Die Anzucht und Wirkungsperiode (21 Tage) fand in einer Starklichtklimakammer (Typ York® 520284) statt. Bei einer Tag-Nacht-Phase von 12:12 Stunden wurde die Temperatur in einem Bereich von 20 °C am Tag bzw. 12 °C in der Nachtperiode und die Lichtintensität in der Tagesperiode auf 70000 Lux (Lampen Typ Phillips® MT400LE/U, Weißlicht mit tageslichtähnlichem Vollspektrum, 400 µmol PAR/m²*s) geregelt. Die relative Luftfeuchtigkeit wurde auf konstant 85 % gehalten.

Die Applikation erfolgte nach einer Anzuchtperiode von 15 Tagen im Entwicklungsstadium BBCH 12-13. Hierfür wurde eine linearangetriebene Laborspritzbahn (Fab. Schachtner) verwendet. Die Applikationskabine war mit Flachstrahldüsen vom Typ TeeJet® 8001EVS ausgestattet. Bei einem

Spritzdruck von 2,5 bar und einer Geschwindigkeit von 2,0 km/h betrug die Wasseraufwandmenge 200 l/ha. Dabei erfolgte neben der unbehandelten Kontrolle die Anwendung von Roundup PowerFlex (Glyphosat) in fünf Dosisstufen.

Tab. 3 Herbizidvarianten der Dosis-Wirkungsprüfung.

Tab. 3 *Herbicides used in the dose-response test.*

Nr.	Behandlung/Herbizid	Wirkstoff (g/l)	Standard-Dosis (l/ha) (= 100 %)	Dosisstufen (% der Standard-Dosis)
1	Unbehandelte Kontrolle	-	-	-
2	Roundup PowerFlex	Glyphosat (480)	3,75	25 / 50 / 100 / 200 / 400

Die Herbizidwirkung wurde 21 Tage nach der Applikation durch visuelle Bonitur im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle und durch Wiegung des Frischmasseaufwuchses erhoben. Für die Bewertung der Boniturergebnisse wurde eine Resistenzklassifikation verwendet (CLARKE et al., 1994). Das Bewertungssystem beruht auf der Ermittlung von fünf Resistenzklassen. Die Klassengrenzen werden individuell für den durchgeführten Test ermittelt (CLARKE et al., 1994). Diese ergeben sich aus dem Wirkungsunterschied zwischen einer sensitiven Vergleichsherkunft und der resistenzverdächtigen Prüferkunft. Die statistische Analyse der Frischmasseergebnisse erfolgte durch eine nichtparametrische Rangvarianzanalyse nach Kruskal-Wallis (UNISTAT LTD., 2015) und eine Log-Logistic-Analyse (SEEFELDT et al., 1995) mit der NLIN-Anwendung durch SAS/STAT Software. Die Ermittlung eines Resistenzfaktors beruht auf dem Dosisunterschied zwischen der sensitiven und resistenzverdächtigen Herkunft auf dem Wirkungsniveau von 50 % bzw. bei ED₅₀.

Ergebnisse

Die Verdachtsprobe aus Rheinhessen zeigte eine deutliche dosisabhängige Reaktion gegenüber Glyphosat. Allerdings war auch mit hoher Dosierung (5400 g Wirkstoff/ha) keine ausreichende Wirkung zu erreichen. Dagegen erzielte die maximale Aufwandmenge von Broadway (275 g/ha) eine vergleichsweise hohe Wirkung. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um zu klären, ob es sich bei der schwachen Glyphosatwirkung um ein eingeschränktes Wirkungsspektrum oder um Resistenz handelt.

Tab. 4 Herbizidwirksamkeit bei einer Herkunft des Mäuseschwanz-Federschwingels aus Rheinland-Pfalz.

Tab. 4 *Herbicide efficacy of a Rattail Fescue population collected in Rhineland-Palatinate.*

Ergebnis des Biotestes (% Wirkungsgrad)							
Nr.	Art	Herkunft	Wirkstoff (g/ha)			Pyroxulam + Florasulam 18,8 + 6,3	
			Glyphosat 1800	3600	5400		
VU 1	<i>Vulpia myuros</i>	67586 Hillesheim	37	57	75	83	

Bei der Dosis-Wirkungsprüfung ergab die Bewertung der Boniturergebnisse für die Verdachtsherkunft des Mäuseschwanz-Federschwingels aus Rheinland-Pfalz gegenüber Roundup PowerFlex die Resistenzklasse 2 bzw. R nach der Nomenklatur von CLARKE et al. (1994). Diese Resistenzeinstufung war unabhängig von dem verwendeten Anzuchtsubstrat.

Eine erste Analyse der Frischmasseergebnisse mittels einer Kruskal-Wallis One-Way ANOVA (95 % Dunn interval) ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den verwendeten Anzuchtsubstraten. Für die weitere Analyse wurden daher die Frischmasseergebnisse beider Substrate gemeinsam verrechnet. Die Überprüfung der Dosis-Wirkungsreaktion gegenüber Roundup PowerFlex anhand der Log-Logistic-Funktion nach SEEFELDT et al. (1995) ergab für die Verdachtsherkunft aus Rheinland-Pfalz einen Resistenzfaktor von 1,9 (Abb. 1).

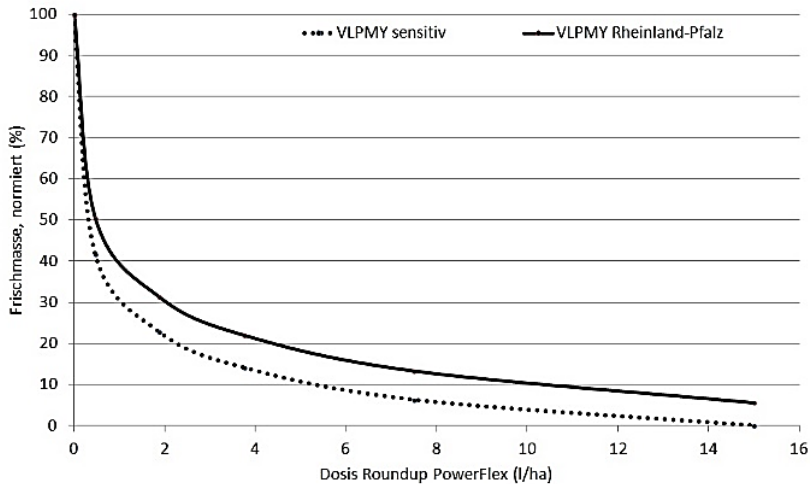


Abb. 1 Dosis-Wirkungsverlauf der Behandlung von zwei Herkünften des Mäuseschwanz-Federschwingels mit Roundup PowerFlex (Glyphosat).

Fig. 1 Dose-Response of two rattle tail fescue biotypes treated with Roundup PowerFlex (glyphosate).

Diskussion

Der Mäuseschwanz-Federschwingel entwickelt sich, wie auch die Trespenarten, zu einem typischen Ungras auf Flächen mit pflugloser Bearbeitung. Dies gilt für den Ackerbau, ebenso wie für Sonderkulturen. Daher ist die Effektivität von Glyphosat gegen dieses Ungras von besonderem Interesse. Erschwerend kommt hinzu, dass der Mäuseschwanz-Federschwingel mit den selektiven Ungras herbiziden nur schwer zu bekämpfen ist. Die ACCase-Hemmer zeigen generell eine sehr geringe Wirksamkeit. Die ALS-Hemmer wirken je nach Wirkstoff sehr unterschiedlich. Frühere Versuchsergebnisse zeigen, dass Trespenarten von geeigneten ALS-Wirkstoffen deutlich sicherer erfasst werden, als der Mäuseschwanz-Federschwingel. Bodenherbizide entwickeln in Abhängigkeit vom Wirkstoff nur im Voraufbau eine akzeptable Wirkung.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen einen möglichen Anpassungsprozess des Mäuseschwanz-Federschwingels auf regelmäßige Anwendungen von Glyphosat durch nachlassende Sensitivität bzw. beginnende Resistenz. Daher sind sowohl im pfluglosen Ackerbau, als auch in Obst- und Weinbau, alternative Verfahren erforderlich, um den Mäuseschwanz-Federschwingel weiterhin ausreichend kontrollieren zu können.

Literatur

- 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.
- ISTA, 2015: International Rules for Seed Testing 2015. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- LAWRENCE, N.C., I.C. BURKE, 2014: Control of Rattle Tail Fescue (*Vulpia myuros*) in No-Till Winter Wheat. *Weed Technology* **28**(3), 471-478.
- MATHIASSEN, S.K., 2016: Strategies for control of *Vulpia myuros*. Proceedings of the IWSC 2016, Prague (CZ).
- SAS® VISUAL ANALYTICS 7.2, 2015: User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 706 p.
- SEEFELDT, S.S., J.E. JENSEN, E.P. FUERST, 1995: Log-Logistic Analysis of Herbicide Dose-Response Relationships. *Weed Technology* **9**(2), p. 218-227.
- DI TOMASO, J.M., G.B. KYSER, 2013: Rattle tail fescue weed report. In: *Weed Control in Natural Areas in the Western United States*. Weed Research and Information Center, University of California. 544 p.
- UNISTAT® LIMITED, 2015: User's Guide, Version 6.5. London, UK, 1244 p.