AG-FDP1-433 SC – Ein neues breit wirksames Herbizid für Herbstanwendungen in Wintergetreide gegen wichtige Ungräser und einjährige Unkräuter

AG-FDP1-433 SC – A new cereal herbicide for autumn application with a broad spectrum of efficacy against important grass weeds and dicotyledonous weeds

Marie Rischen[1*], Ewald Schenke[1], Dörte Goertz[2]

[1]ADAMA Deutschland GmbH, Edmund-Rumpler-Straße 6, 51149 Köln
[2]SCC Scientific Consulting Company GmbH, Am Grenzgraben 11, 55545 Bad Kreuznach
*Korrespondierende Autorin, marie.rischen@adama.com

DOI 10.5073/jka.2020.464.024

Zusammenfassung

Mit der Formulierung AG-FDP1-433 SC hat ADAMA Deutschland GmbH ein breit wirksames Herbizid für den Herbsteinsatz im Wintergetreide entwickelt, welches sehr flexibel im Vorauflauf (BBCH-Stadium 00-09) oder Nachauflauf (BBCH-Stadium 10-29) angewendet werden kann. Das Produkt ist ein Suspensionskonzentrat (SC), und enthält die drei bekannten Wirkstoffe Flufenacet (80 g/L), Diflufenican (20 g/L) und Pendimethalin (333 g/L). Die Aufwandmenge, ermittelt in 69 GEP Feldversuchen in Deutschland, Belgien, Nord-Frankreich und dem Vereinigtem Königreich in den Jahren 2014 und 2015, beträgt für die Kontrolle von Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*), Gemeinem Windhalm (*Apera spica-venti*), einjährigem Rispengras (*Poa annua*) sowie einjährigen dikotylen Unkräutern 3,0 L/ha. Eine geringere Aufwandmenge von 2,25 L/ha AG-FDP1-433 SC ist ebenfalls sehr gut wirksam gegen Gemeinen Windhalm, einjähriges Rispengras und zahlreiche einjährige dikotyle Unkräuter.

Die Kulturpflanzenverträglichkeit von AG-FDP1-433 SC wurde in 106 zulassungsrelevanten Selektivitätsversuchen (51 Vor- und 55 Nachauflaufversuchen) und in 69 Wirksamkeitsversuchen (32 Vor- und 37 Nachauflaufversuche) in Winterweichweizen (42 Sorten), Wintergerste (21 Sorten), Winterroggen (11 Sorten) und Wintertriticale (9 Sorten) getestet. In Fällen, in denen leichte phytotoxische Symptome wie Chlorosen oder Stauchungen beobachtet wurden, verschwanden diese Symptome im Verlauf der Wachstumsperiode ohne Einfluss auf den Ertrag oder die Qualität zu nehmen.

Die Formulierung AG-FDP1-433 SC kombiniert die Wirkstoffe Pendimethalin (HRAC: K1), Flufenacet (HRAC: K3) und Diflufenican (HRAC: F1), welche sich durch drei verschiedene Wirkungsmechanismen auszeichnen. Die sehr geringe Zahl berichteter Resistenzen in Europa lässt auf ein mittleres Resistenzrisiko der drei Wirkstoffe schließen. Durch die Kombination dieser drei Wirkstoffe mit ihren unterschiedlichen Wirkmechanismen, kann für die Formulierung AG-FDP1-433 SC eine weitere Reduktion des Resistenzrisikos angenommen werden, was AG-FDP1-433 SC zu einem wichtigen Baustein im Herbizid-Resistenzmanagement in der maritimen Zone macht.

Stichwörter: Herbizid, Herbstanwendung, Unkräuter, Ungräser, Wintergetreide

Abstract

AG-FDP1-433 SC, developed by ADAMA Deutschland GmbH, is a cereal herbicide with a broad spectrum of efficacy that can be applied in autumn from pre-emergence (BBCH Stage 00-09) to post-emergence (BBCH Stage 10-29) under a large range of environmental conditions. The product is a suspension concentrate (SC) containing the active substances flufenacet (80 g/L), diflufenican (20 g/L) and pendimethalin (333 g/L). 69 GEP field trials, done in Belgium, Germany, Northern France and UK in 2014 and 2015, allow adjusting the application rate to key target weeds. For very good to excellent control of black-grass (*Alopecurus myosuroides*), loose silky bent (*Apera spica-venti*), annual meadowgrass (*Poa annua*) and annual dicotyledonous weeds 3.0 L/ha are required, whereas a lower application rate of 2.25 L/ha AG-FDP1-433 SC is still very effective against loose silky bent, annual meadowgrass and many annual dicotyledonous weeds.

Crop selectivity of AG-FDP1-433 SC was determined in 106 selectivity trials (51 pre- and 55 post-emergence) and in 69 efficacy trials (32 pre- and 37 post-emergence) in winter cereals: wheat (42 varieties), barley (21 varieties), rye (11 varieties) and triticale (9 varieties). When minor phytotoxicity symptoms, e.g. chlorosis or stunting, had been observed, these were only transient and had no effect on yield or quality.

The formulation AG-FDP1-433 SC combines the active substances pendimethalin (HRAC: K1), flufenacet (HRAC: K3) and diflufenican (HRAC: F1), which are characterized by three different modes of action. Currently a very low number of resistance cases has been reported for these active substances in Europe, which is why their resistance risk is classified as medium. By combining these three active substances with their different modes of

action, a further reduction of the resistance risk of the formulation can be assumed, making AG-FDP1-433 SC an important tool for reducing the further spread of herbicide resistance in the maritime zone.

Keywords: Autumn application, broadleaved weeds, grass weeds, herbicide, winter cereals

Einleitung

ADAMA hat mit der Formulierung AG-FDP1-433 SC ein neues Herbizid entwickelt, welches erstmalig die drei Wirkstoffe Flufenacet, Diflufenican und Pendimethalin kombiniert. Das neue Produkt ist wirksam gegen dikotyle Unkräuter und gegen Gräser wie Acker-Fuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*), Gemeinen Windhalm (*Apera spica-venti*) und einjähriges Rispengras (*Poa annua*). Es kann im Vorauflauf oder Nachauflauf im Wintergetreide eingesetzt werden. Der Applikationszeitraum erstreckt sich für eine einmalige Anwendung von September bis Dezember und einem BBCH-Stadium von BBCH 00 - 09 oder BBCH 10 – 29.

Tab. 1 Produktprofil der Formulierung AG-FDP1-433 SC.

Tab. 1 *Product profile of the formulation AG-FDP1-433 SC.*

Formulierung	Formulierungstyp	Wirkstoffe	Klassifizierung (HRAC) der Wirkstoffe
AG-FDP1-433 SC	SC	Flufenacet (80 g/L) Diflufenican (20 g/L) Pendimethalin (333 g/L)	K3 F1 K1

Tab. 2 Anwendungsprofil der Formulierung AG-FDP1-433 SC.

Tab. 2 *Use profile of the formulation AG-FDP1-433 SC.*

Formulierung	AG-FDP1-433 SC	AG-FDP1-433 SC
Aufwandmenge	3 L/ha	2,25 L/ha
Wirkstoff 1	Flufenacet (240 g/ha)	Flufenacet (180 g/ha)
Wirkstoff 2	Diflufenican (60 g/ha)	Diflufenican (45 g/ha)
Wirkstoff 3	Pendimethalin (999 g/ha)	Pendimethalin (749 g/ha)
Applikationszeitpunkt	BBCH 00 - 09 oder BBCH 10 - 29 September - Dezember	BBCH 00 - 09 oder BBCH 10 - 29 September - Dezember
Anwendungen	einjährige dikotyle Unkräuter, *Alopecurus myosuroides* (Acker-Fuchsschwanz), *Apera spica-venti* (Gemeiner Windhalm), *Poa annua* (einjähriges Rispengras) Winterweizen, Winterroggen, Wintergerste, Wintertriticale	einjährige dikotyle Unkräuter, *Apera spica-venti* (Gemeiner Windhalm), *Poa annua* (einjähriges Rispengras) Winterweizen, Winterroggen, Wintergerste, Wintertriticale
Anzahl der Anwendungen	1	1

Material und Methoden

69 Feldversuche wurden durchgeführt, um die Wirksamkeit und die minimale Aufwandmenge von AG-FDP1-433 SC zur Kontrolle von dikotylen Unkräutern und Gräsern im Wintergetreide zu bestimmen. Die Versuche wurden über einen Zeitraum von zwei Jahren von 2014 bis 2015 in Belgien, Deutschland, Nordfrankreich und dem Vereinigten Königreich von GEP-akkreditierten Versuchsstationen nach den relevanten EPPO-Standards durchgeführt. In 32 Versuchen wurde AG-FDP1-433 SC im Vorauflauf angewendet, in 37 Versuchen im Nachauflauf. Die Wirksamkeit (% zur unbehandelten Kontrolle) von AG-FDP1-433 SC wurde ebenfalls nach EPPO-Standards bonitiert. Unkräuter, deren Dichte in den Kontrollflächen unter 5% oder deren Anzahl unter 5 Pflanzen/m² lag, wurden nicht in eine weitere Analyse der Versuche mit einbezogen.

Phytotoxische Effekte von AG-FDP1-433 SC wurden bei der Zieldosierung von 3,0 L/ha und der doppelten Zieldosierung von 6,0 L/ha im Wintergetreide (Gerste, Weizen, Hafer, Roggen, Triticale) in 106 Selektivitätsversuchen mit 51 Versuchen im Vorauflauf und 55 Versuchen im Nachauflauf untersucht. Alle Versuche wurden nach EPPO-Standards durch GEP-zertifizierte Versuchsstationen in den Jahren 2014 – 2015 durchgeführt.

Ergebnisse

Wirkungsspektrum von AG-FDP1-433 SC

Tab. 3 Wirksamkeit (%), geschätzt oder berechnet nach Abbott) von AG-FDP1-433 SC bei einer Aufwandmenge von 3,0 L/ha bzw. 2,25 L/ha zum 2. Boniturtermin (BBCH 21-32) bei einer Vorauflauf- und Nachauflaufbehandlung. Angegeben sind der Mittelwert [%], Minimum (Min) und Maximum (Max), (n ≥ 3).

Tab. 3 *Efficacy (%), estimated or calculated according to Abbott) of AG-FDP1-433 SC after a single application (pre- and post-emergence) of the target dose rate of 3.0 L/ha or 2.25 L/ha at 2nd assessment date (BBCH 21-32). Mean (Mittelwert [%]), Minimum (Min) and Maximum (Max), (n ≥ 3).*

Unkraut	Vorauflauf						Nachauflauf					
	3,0 L/ha			2,25 L/ha			3,0 L/ha			2,25 L/ha		
	Mittelwert	Min	Max	Mittelwert	Min	Max	Mittelwert	Min	Max	Mittelwert	Min	Max
Alopecurus myosuroides	93,1	75,0	100				90,1	74,0	100			
Apera spica-venti	99,6	98,0	100	99,4	97,5	100	97,4	90,0	100	97,4	90,0	100
Capsella bursa-pastoris	99,7	99,0	100	99,7	99,0	100						
Galium aparine	96,6	95,0	98,0	93,5	90,0	96,8	96,7	95,0	100	95,7	93,3	100
Lolium multiflorum							75,8	51,3	88,5	71,2	52,5	89,8
Lolium perenne	93,4	72,5	100	94,0	83,8	100	91,0	81,3	100	76,5	33,8	100
Matricaria chamomilla	97,8	96,0	100	97,1	94,3	100	85,9	67,5	99,0	82,4	57,5	99,0
Papaver rhoeas	99,3	99,0	100	99,3	99,0	100	97,9	96,8	99,0	98,5	98,0	99,0
Poa annua							92,9	76,3	99,5	89,2	62,5	100
Stellaria media	99,8	99,0	100	99,6	98,8	100	94,1	71,3	100	87,5	61,3	100
Viola arvensis/tricolor	99,4	98,0	100	99,4	98,0	100	97,3	87,5	100	98,6	95,5	100

Eine optimale Kontrolle wird bei einer Aufwandmenge von 3,0 L/ha AG-FDP1-433 SC erreicht. Ergebnisse von Grenzaufwandversuchen zeigen, dass für die Kontrolle von *A. myosuroides* eine minimale Aufwandmenge von 3,0 L/ha nötig ist (Tab. 4). Wenn niedrigere Aufwandmengen getestet wurden, war die Wirksamkeit gegen *A. myosuroides* verringert, insbesondere dann, wenn AG-FDP1-433 SC als Herbizid im Nachauflauf getestet wurde.

In der Europäischen Union wurden 2014 auf circa 58 Millionen Hektar Getreide angebaut, im Jahr 2018 waren es etwa 55 Millionen Hektar (Tab. 5). Im Vergleich zur weltweiten Produktion beträgt diese Fläche ca. 8 % der weltweiten Getreideproduktion (2014). Sowohl in der EU als auch in Deutschland ist Weizen das am häufigsten angebaute Getreide, gefolgt von Gerste.

Die Kulturverträglichkeit von AG-FDP1-433 SC für die Anwendung in Getreide wurde in insgesamt 106 Selektivitätsversuchen als Anwendung im Vorauflauf (n = 51) und als Nachauflauf (n = 55) und im Rahmen von 69 Wirksamkeitsversuchen nach EPPO-Standards von GEP-akkreditierten Versuchsstationen in den Jahren 2014 bis 2015 getestet. Diese Versuche wurden in Winterweizen (42 Sorten), in Wintergerste (21 Sorten), in Winterroggen (11 Sorten) und in Wintertriticale (9 Sorten) durchgeführt.

Tab. 4 Wirksamkeit von AG-FDP1-433 SC bei einer Aufwandmenge von 1,5 L/ha, 2,25 L/ha sowie 3,0 L/ha zum 2. Boniturtermin (BBCH 21-32) gegen *Alopecurus myosuroides* in Wintergetreide (Roggen und Weizen) bei einer Vorauflauf- bzw. Nachauflaufbehandlung. Angegeben sind der Mittelwert [%], Minimum (Min.) und Maximum (Max.) sowie die Anzahl der Versuche [n].

Tab. 4 *Efficacy of AG-FDP1-433 SC at application rates of 1.5 L/ha, 2.25 L/ha or 3.0 L/ha at 2nd assessment date (BBCH 21-32) against Alopecurus myosuroides in winter cereals (rye and wheat) in trials with pre- and post-emergence applications. Mean (Mittelwert [%]), Minimum (Min.) und Maximum (Max.), and number of trials [n].*

Behandlung	Getreide	n	1,5 L/ha			2,25 L/ha			3,0 L/ha		
			Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert	Min.	Max.	Mittelwert	Min.	Max.
Vorauflauf	Winterroggen	7	86,5	68,0	100	91,4	76,0	100	93,6	75,0	100
Vorauflauf	Winterweizen	4	79,1	67,5	89,5	85,0	73,0	95,0	92,1	83,8	96,5
Nachauflauf	Winterroggen	7	71,1	11,0	90,8	84,2	45,0	96,5	90,7	74,0	98,0
Nachauflauf	Winterweizen	5	73,7	53,8	88,0	85,0	67,5	94,8	89,4	78,8	96,8

Kulturverträglichkeit von AG-FDP1-433 SCC mit allen wichtigen Getreidearten und -sorten

Tab. 5 Anbauflächen von Getreide [1000 ha] in der Europäischen Union und Deutschland (Daten von 2014[1] und 2018[2]).

Tab. 5 *Agricultural area of cereals [1000 ha] in European Union and Germany (data of 2014[1] and 2018[2]).*

Getreide	Europäische Union (gesamt)[3]		Deutschland	
	2014	2018	2014	2018
Gerste	12.370,9	12.278,52	1.573,7	1.662,00
Hafer	2.550,7	2.717,82	123,8	140,40
Roggen	2.120,9	1.942,15	629,9	- [4]
Triticale	2.910,8	2.630,31	418,2	357,70
Weizen	26.706,7	- [4]	3.219,7	3.036,30
Getreide (gesamt)	58.258,6	55.075,65	6.460,7	6.148,90

[1] … http://faostat3.fao.org/home/E (Abfrage: November 2016)
[2] … https://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database (Abfrage: Mai 2019)
[3] … Aggregierte Daten, die offizielle, halb-offizielle, geschätzte oder berechnete Daten enthalten können
[4] … keine Daten vorhanden zum Zeitpunkt der Abfrage

Vorübergehend wurden phytotoxische Symptome im Vorauflauf und Nachauflauf beobachtet.

Im Vorauflauf wurden in 21 von 51 Selektivitätsversuchen bei der Zieldosierung einzeln oder in Kombination folgende Symptome beobachtet: Chlorosen, Stauchungen, Ausdünnung oder Ausbleichen. Diese verschwanden im Verlauf der Wachstumsperiode mit Ausnahme eines Versuches. Bei doppelter Zieldosierung wurden in lediglich 3 von 51 Versuchen andauernde Effekte festgestellt. Ein negativer Einfluss auf die Erntemenge und die Qualität des Erntegutes wurde bis auf eine Ausnahme nicht beobachtet.

Im Nachauflauf wurden in 15 von 55 Selektivitätsversuchen bei der Zieldosierung einzeln oder in Kombination folgende Symptome beobachtet: Chlorosen, Stauchungen, Ausdünnung, Wachstumsdepressionen, Ausbleichen oder Farbveränderungen. Diese verschwanden in allen Versuchen im Verlauf der Wachstumsperiode. Bei doppelter Zieldosierung wurden lediglich in 3 von 55 Versuchen andauernde Effekte festgestellt. Ein negativer Einfluss auf die Erntemenge wurde nicht beobachtet.

Ein negativer Einfluss auf die Qualität des Erntegutes wird als unwahrscheinlich erachtet, da in 93 von 96 Selektivitätsversuchen, in denen Qualitätsparameter erfasst wurden, keine negativen Effekte ermittelt wurden.

Resistenz

Die Formulierung AG-FDP1-433 SC enthält die drei Wirkstoffe Pendimethalin (333 g/L), Flufenacet (80 g/L) und Diflufenican (20 g/L), welche sich durch drei verschiedene Wirkungsmechanismen auszeichnen und drei verschiedenen Resistenzklassen zugehörig sind.

Pendimethalin ist ein Dinitroanilin und Inhibitor des Mikrotubuli-Aufbaus (HRAC Gruppe K1), der Zellteilung und -streckung, welches über Wurzeln, Keimling und Blätter aufgenommen wird. Pendimethalin wirkt gegen die meisten einjährigen Gräser und Unkräuter (TOMLIN, 2003; European Food Safety Authority, 2016). In Europa wurden drei Fälle (*Echinochloa crus-galli var. crus-galli* und *Alopecurus myosuroides*) von Resistenz gegen Pendimethalin berichtet (HEAP, 2019).
Flufenacet ist ein Oxyacetamid mit einer unspezifischen Inhibition der Zellteilung und des Zellwachstums. Flufenacet wird als Fettsäureinhibitor in die HRAC Gruppe K3 eingeordnet (TOMLIN, 2003; CONRAD et al., 2014). In Europa sind bisher drei Resistenzfälle gegen *Alopecurus myosuroides* und *Lolium perenne* ssp. *multiflorum* bekannt (HEAP, 2019).
Diflufenican ist ein Pyridincarboxamid, welches die Carotinoid-Biosynthese durch die Hemmung der Phytoene-Desaturase blockiert und damit die Chlorophyllbildung verhindert. Diflufenican wirkt als selektives Kontaktherbizid, welches über die Triebe der keimenden Sämlinge aufgenommen wird. (TOMLIN, 2003; EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2007). Diflufenican wird in die HRAC-Gruppe F1 eingeordnet. In Europa wurde bis jetzt noch kein Fall von Resistenz gegen diesen Wirkstoff berichtet (HEAP, 2019).
Die geringe Zahl berichteter Resistenzen lässt auf ein mittleres Resistenzrisiko der drei Wirkstoffe schließen. Durch die Kombination dieser drei Wirkstoffe mit ihren unterschiedlichen Wirkmechanismen kann für dieses Produkt eine weitere Reduktion des Resistenzrisikos angenommen werden. Das AG-FDP1-433 SC stellt somit ein weiteres wichtiges Tool im Resistenzmanagement dar.

Literatur

CONRAD, M., M. HAMM, K. HARTMANN, E.M. HEIN, U. KÖLZER, M. WEILE, L. BÜRKLE, T. ANFT, 2014: Document N2 - Listing of endpoints for Flufenacet, M-482361-01-1, 2014-03-28, Bayer CropScience AG, Monheim, Germany.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2007: Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance Diflufenican, EFSA Scientific Report (2007) **122**, 1-84.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2016: Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance Pendimethalin, EFSA Journal 2016;**14**(3**),** 4420, 212 pp.

HEAP, I., 2019: The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Available: www.weedscience.org (October 9, 2019).

TOMLIN, C. (EDT.), 2003: The Pesticide Manual; Thirteenth Edition; British Crop Protection Council, Farnham, United Kingdom.