

Adjuvants in preemergence application

– influence on diflufenican efficacy and quality of winter wheat grain

Adiuwanty w zabiegach przedwschodowych

– wpływ na skuteczność diflufenikanu i jakość ziarna pszenicy ozimej

Mariusz Kucharski, Jerzy Sadowski, Renata Kieloch

Summary

The aim of the studies was to determine the influence of adjuvants applied preemergence with herbicide on weed control efficacy, residues and quality parameters of winter wheat grain. Field experiment was conducted in years 2009–2011. Chemical weed control in winter wheat was carried by commercial formulation of diflufenican (herbicide Legato 500 SC). Herbicide was applied separately at recommended and reduced doses and at reduced dose in mixture with three different adjuvants. Herbicide and its mixtures were applied preemergence after winter wheat sowing. Phytotoxicity and efficacy of herbicide and its mixtures with adjuvants were evaluated in the experiments. Moreover, the residue of diflufenican in grain of winter wheat and wheat grain quality parameters as: thousand grain weight, seed grading, weight of hectoliter, falling number, sedimentation rate and the content of ash, protein and gluten were analysed. No phytotoxic effects of used herbicide (separately and jointly with adjuvant) on winter wheat were stated. The addition of adjuvants caused a significant increase in the weed control and the herbicide residues in grain samples as compared to the variants with herbicide was used separately (at reduced dose). Application of herbicide with adjuvant did not influence quality parameters of grain and allowed to reduce a herbicide dose (without loss of weed control efficacy).

Key words: diflufenican, winter wheat, quality of grain, residue, adjuvant, preemergence application

Streszczenie

Celem prowadzonych badań była ocena skuteczności chwastobójczej oraz wpływu herbicydu zawierającego diflufenikan, stosowanego w mieszaninie z adiuwantami, w zabiegach przedwschodowych na pozostałości i jakość ziarna pszenicy ozimej. Badania prowadzono w latach 2009–2011 na polach produkcyjnych pszenicy ozimej. Herbicyd zawierający diflufenikan (Legato 500 SC) stosowano samodzielnie w dawce pełnej (0,25 l/ha) i zredukowanej (0,15 l/ha) oraz w dawce zredukowanej łącznie z adiuwantem. Zabiegi herbicydowe wykonano jesienią, przed wschodem roślin pszenicy ozimej. W ziarnie przeprowadzono analizy, określające podstawowe parametry jakościowe surowca (MTZ, masa hektolitra, wyrównanie ziarna, wskaźnik sedymentacji, liczba opadania, zawartość białka, popiołu i glutenu) oraz pozostałości substancji aktywnej herbicydu. Badany herbicyd i jego mieszaniny z adiuwantami były selektywne dla roślin pszenicy ozimej. Dodatek adiuwantów pozwolił na obniżenie dawki badanego herbicydu o 40%, zachowując jego wysoką skuteczność chwastobójczą. Herbicyd i jego mieszaniny z adiuwantami nie wpłynęły na jakość plonu ziarna pszenicy ozimej. Łączne stosowanie herbicydu z adiuwantami powodowało wzrost stężenia pozostałości diflufenikanu w ziarnie.

Słowa kluczowe: diflufenikan, pszenica ozima, jakość ziarna, pozostałości, adiuwant, aplikacja przedwschodowa

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli
Orzechowa 61, 50-540 Wrocław
m.kucharski@iung.wroclaw.pl

Wstęp / Introduction

Zmiany w ochronie roślin, zmierzające do racjonalnego ograniczenia stosowania środków chwastobójczych, składają plantatorów do poszukiwania rozwiązań proekologicznych. Jednym ze sposobów umożliwiających obniżenie dawki środka ochrony roślin, przy jednoczesnym zachowaniu jego skuteczności działania, jest stosowanie substancji wspomagających (adiuwantów). Wykorzystując dotychczasową wiedzę oraz poznane właściwości adiuwantów, które są stosowane w zabiegach nalistnych, można rozszerzyć ich zastosowanie o aplikację przedwzchodową (Kucharski i Domaradzki 2008). Dodatek adiuwanta może ograniczać mobilność herbicydu w profilu glebowym, co wpływa korzystnie na wydłużenie czasu jego działania na chwasty (McMullan i wsp. 1998).

Celem prowadzonych badań była ocena skuteczności chwastobójczej oraz wpływu herbicydu zawierającego diflufenikan stosowanego w mieszaniu z adiuwantami, w zabiegach przedwzchodowych na pozostałości i jakość ziarna pszenicy ozimej.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania prowadzono w latach 2009–2011 (dwa sezony wegetacyjne), na polu produkcyjnym pszenicy ozimej zlokalizowanym w okolicy Wrocławia (gleba o pH = 5,5; C_{org} = 1,12%; udział frakcji ilowej/pyłowej/piaskowej = 32/26/42%; przedplon – rzepak ozimy). Doświadczenia zakładano metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 20 m². W obu sezonach wegetacyjnych wysiano tą samą odmianę pszenicy ozimej – Zawisza. Herbicyd zawierający diflufenikan (Legato 500 SC) stosowano samodzielnie w dawce pełnej (0,25 l/ha) i zredukowanej (0,15 l/ha) oraz w dawce zredukowanej łącznie z adiuwantem. W mieszaniu z herbicydem zastosowano trzy adiuwanty różnego typu: olejowy (Atpolan 80 EC), surfaktantorganosilikonowy (Slippa) i wieloskładnikowy (BackRow), przeznaczony do zabiegów przedwzchodowych. Zabiegi herbicydowe wykonano jesienią, przed wschodem roślin pszenicy ozimej (chwasty w fazie BBCH 05–10).

Fitotoksyczność zastosowanych mieszanin oceniano bonitacyjnie (w skali 1:9) 3–4 tygodnie po aplikacji oraz wiosną po ruszeniu wegetacji. Ponadto wiosną wykonano ocenę skuteczności chwastobójczej, wykorzystując metodę szacunkową, określającą procentowe zniszczenie chwastów. Plon pszenicy ozimej zbierano kombajnem poletkowym. W pobranym w czasie zbioru ziarnie przeprowadzono analizy, określające podstawowe parametry jakościowe surowca (MTZ, masa hektolitra, wyrównanie ziarna, wskaźnik sedymentacji, liczba opadania, zawartość białka, popiołu i glutenu) oraz pozostałości substancji aktywnej herbicydu. Analizy jakościowe ziarna wykonano zgodnie z metodyką opisaną w Polskich Normach (PN-68/R-74017; BN-69/9131-02; PN-ISO 7971-2; PN-ISO 3093). Zawartość popiołu, białka, glutenu i wskaźnik sedymentacji określono za pomocą urządzenia INSTALAB 600, wykorzystującego technikę bliskiej podczerwieni

NIR. Pozostałości diflufenikanu oznaczono techniką chromatografii gazowej GC/EC (PN-92/R-04100).

W statystycznym opracowaniu wyników użyto metody analizy wariancji dla doświadczeń w układzie losowanych bloków. Istotność różnic testowano wykorzystując półprzedział ufności Tukeya, a najmniejszą istotną różnicę podano dla poziomu ufności wynoszącego 0,05. Obliczenia wykonane zostały w programie Statgraphics Centurion.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Badany herbicyd stosowany samodzielnie, jak też w mieszaniu z adiuwantami, był selektywny dla roślin pszenicy ozimej (tab. 1). W obu sezonach wegetacyjnych, na plantacjach pszenicy dominowały gatunki chwastów takie, jak: *Apera spica-venti*, *Brassica napus*, *Galium aparine*, *Tripleurospermum inodorum*, *Stellaria media*, *Viola arvensis* i *Thlaspi arvense*. Zastosowany herbicyd w dawce pełnej powodował 90% zniszczenie chwastów (średnia dla gatunków dominujących). Obniżenie dawki o 40% (0,15 l/ha) spowodowało spadek skuteczności do 80%. Zastosowanie herbicydu w dawce zredukowanej z dodatkiem adiuwantów poprawiło skuteczność herbicydu, a uzyskane średnie zniszczenie chwastów (89–90%) kształtowało się na poziomie porównywalnym z tym, jakie uzyskano dla herbicydu stosowanego samodzielnie w dawce pełnej (tab. 1). Podobną zależność otrzymano w stosunku do plonu ziarna (tab. 2, 3). Możliwość obniżenia dawki herbicydu w łącznej aplikacji z adiuwantami w zabiegach powschodowych zostało szeroko opisane w wielu publikacjach (Krogh i wsp. 2003; Foster i wsp. 2006). Odpowiedni dobór adiuwanta, w większości przypadków umożliwiał redukcję dawki herbicydu bez znaczącego wpływu na skuteczność chwastobójczą herbicydu (Adamczewski i Matysiak 2005; Kucharski i wsp. 2009). Łączne stosowanie herbicydów z adiuwantami w zabiegach przedwzchodowych może ograniczać przemieszczanie herbicydu w głąb profilu glebowego, co wpływa korzystnie na wydłużenie czasu, w którym herbicyd może działać na wschodzące chwasty (Bayer i Foy 1982; McMullan i wsp. 1998; Kucharski i Domaradzki 2008).

Próbki ziarna pszenicy ozimej pobrane w czasie zniw, poddano analizie jakościowej. Stosowanie herbicydu samodzielnie, jak też w mieszaniu z adiuwantami, nie wpłynęło istotnie na podstawowe parametry jakościowe plonu takie, jak: masa tysiąca nasion, wyrównanie ziarna, masa hektolitra, liczba opadania, wskaźnik sedymentacji oraz zawartość białka, glutenu i popiołu (tab. 2, 3). Wpływ stosowania herbicydu na parametry jakościowe plonu są badane już w procesie rejestracji nowego środka. Stosowanie herbicydu może wpływać na występowanie objawów fitotoksycznych (np. przebarwienia liści, zahamowanie wzrostu). Jednak objawy te są zwykle przemijające i nie wpływają na parametry plonu (Kieloch i Rola 2008; Kieloch i wsp. 2008, 2009).

W ziarnie pszenicy ozimej wykonano również badania na obecność pozostałości diflufenikanu. W próbkach ziarna pochodzących z obiektów, na których zastosowano

Tabela 1. Ocena skuteczności działania diflufenikanu (Legato 500 SC) w zależności od dawki i zastosowanego adiuwanta (średnia z lat 2009–2011)

Table 1. Evaluation of diflufenican (Legato 500 SC) efficacy depending on the dose and applied adjuvant (mean from 2009–2011)

Obiekt Treatment	Dawka Dose [l/ha]	F (1:9)	Zniszczenie chwastów – Weed control [%]						
			APESV	STEME	MATIN	GALAP	VIOAR	BRSNX	THLAR
Kontrola – Untreated	–	1	6*	9*	7*	5*	17*	8*	6*
Legato 500 SC	0,25	1	90	94	90	96	90	78	92
Legato 500 SC	0,15	1	78	85	82	86	74	70	84
Legato 500 SC + Atpolan 80 EC	0,15 1,0	1	88	90	92	93	86	80	94
Legato 500 SC + Slippa	0,15 0,15	1	90	95	90	96	88	84	90
Legato 500 SC + BackRow	0,15 0,5	1	94	92	87	94	92	85	88

F – fitotoksyczność – wrażliwość roślin na herbicyd w skali 1:9, gdzie: 1 – zniszczenie chwastów, brak działania na roślinę uprawną, 9 – brak działania na chwasty, zniszczenie rośliny uprawnej

F – phytotoxicity – susceptibility of plants to herbicide in scale 1:9 where: 1 – complete weeds control – no reaction of crop, 9 – no reaction of weeds – crop damaged

*dla kontroli podano liczbę chwastów na m² – for untreated the number of weeds per m² is given

APESV – *Apera spica-venti*, STEME – *Stellaria media*, MATIN – *Tripleurospermum inodorum*, GALAP – *Galium aparine*, VIOAR – *Viola arvensis*, BRSNX – *Brassica napus*, THLAR – *Thlaspi arvense*

Tabela 2. Pozostałości i parametry jakościowe ziarna pszenicy ozimej (sezon 2009/2010)

Table 2. Residues and quality parameters of winter wheat grain (season 2009/2010)

Obiekt Treatment	Dawka Dose [l/ha]	Pozostałości Residues [mg/kg]	Parametry jakościowe – Quality parameters								
			plon yield [t/ha]	białko protein [%]	gluten gluten [%]	popiół ash [%]	MTN [g]	SR [%]	WN [%]	LO [s]	hL [kg/hl]
Kontrola – Untreated	–	–	3,34	10,7	24,8	0,80	39,8	34,6	98,1	305	80,5
Legato 500 SC	0,25	0,0006	5,61	11,3	26,9	0,86	38,4	34,1	97,6	312	81,7
Legato 500 SC	0,15	0,0002	4,82	10,2	25,3	0,72	38,0	33,2	98,3	298	81,1
Legato 500 SC + Atpolan 80 EC	0,15 1,0	0,0004	5,54	11,0	24,6	0,94	39,6	34,8	97,8	302	80,2
Legato 500 SC + Slippa	0,15 0,15	0,0004	5,37	10,9	26,0	0,90	39,2	35,6	96,9	310	79,6
Legato 500 SC + BackRow	0,15 0,5	0,0002	5,49	10,5	25,8	0,75	38,9	33,8	97,3	304	81,3
NIR (0,05) – LSD (0,05)		0,00018	0,387	1,26	3,18	0,384	2,68	3,06	1,95	22,6	2,94

MTN – masa tysiąca nasion – thousand grain weight [g], SR – wskaźnik sedymentacji – sedimentation rate [%], WN – wyrównanie ziarna – seed grading [%], LO – liczba opadania – falling number [s], hL – masa hektolitra – weight of hectoliter [kg/hl]

Tabela 3. Pozostałości i parametry jakościowe ziarna pszenicy ozimej (sezon 2010/2011)

Table 3. Residues and quality parameters of winter wheat grain (season 2010/2011)

Obiekt Treatment	Dawka Dose [l/ha]	Pozostałości Residues [mg/kg]	Parametry jakościowe – Quality parameters								
			plon yield [t/ha]	białko protein [%]	gluten gluten [%]	popiół ash [%]	MTN [g]	SR [%]	WN [%]	LO [s]	hL [kg/hl]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kontrola – Untreated	–	–	4,29	11,5	27,8	1,65	42,0	28,5	95,2	285	75,4
Legato 500 SC	0,25	0,0012	7,16	11,2	27,2	1,61	41,7	27,8	95,6	268	75,8
Legato 500 SC	0,15	0,0004	6,44	11,3	27,5	1,64	41,3	27,3	95,4	262	74,9
Legato 500 SC + Atpolan 80 EC	0,15 1,0	0,0008	6,89	11,3	27,6	1,59	41,8	28,0	95,1	274	75,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Legato 500 SC + Slippa	0,15 0,15	0,0008	6,98	11,6	27,1	1,68	41,1	27,7	95,7	280	75,5
Legato 500 SC + BackRow	0,15 0,5	0,0006	7,02	11,2	27,4	1,62	41,6	27,5	95,3	289	76,2
NIR (0,05) – LSD (0,05)		0,00028	0,432	1,04	1,62	0,256	2,12	1,86	1,32	31,4	2,11

MTN – masa tysiąca nasion – thousand grain weight [g], SR – wskaźnik sedymentacji – sedimentation rate [%], WN – wyrównanie ziarna – seed grading [%], LO – liczba opadania – falling number [s], hL – masa hektolitra – weight of hectoliter [kg/hl]

herbicyd w dawce pełnej, stwierdzono pozostałości diflufenikanu na poziomie 0,0006–0,0012 mg/kg (tab. 2, 3). Redukcja dawki herbicydu powodowała również obniżenie stężenia pozostałości, które kształtowało się na poziomie 0,0002–0,0004 mg/kg. W przypadku zastosowania herbicydu w dawce zredukowanej z dodatkiem adiuwanta obserwowano wzrost pozostałości, jednak ich poziom był niższy od tego, jaki stwierdzono na obiektach z pełną dawką herbicydu (tab. 2, 3). Dotychczasowe wyniki badań wskazują, że stosowanie herbicydów z adiuwantami może wpływać na dynamikę zanikania, jak też wzrost pozostałości herbicydów w glebie i materiale roślinnym (Swarcewicz i wsp. 1998; Kucharski i Sadowski 2006; Kucharski 2008; Kucharski i Domaradzki 2008). Wykryte w badaniach pozostałości diflufenikanu w ziarnie pszenicy ozimej, niezależnie od dawki i sposobu aplikacji herbicydu, były znacząco niższe od wartości dopuszczalnych (Rozporządzenie 2007).

Wnioski / Conclusions

1. Diflufenikan (Legato 500 SC) stosowany doglebowo oraz jego mieszaniny z adiuwantami były selektywne dla roślin pszenicy ozimej odmiany Zawisza.
2. Dodatek adiuwantów pozwolił na obniżenie dawki badanego herbicydu o 40% zachowując jego wysoką skuteczność chwastobójczą.
3. Diflufenikan i jego mieszaniny z adiuwantami nie wpłynęły na jakość plonu ziarna pszenicy ozimej.
4. Łączne stosowanie herbicydu z adiuwantami wpływało na wzrost stężenia pozostałości diflufenikanu w ziarnie, jednak uzyskane wartości były niższe od tych, które stwierdzono w ziarnie z obiektów, na których stosowano pełną dawkę herbicydu.
5. Poziom oznaczonych pozostałości (we wszystkich próbkach ziarna) był znacząco niższy od wartości dopuszczalnych, określonych w normach.

Literatura / References

- Adamczewski K., Matysiak R. 2005. Znaczenie i korzyści wynikające ze stosowania adiuwantów z herbicydami sulfonilomocznikowymi. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 45 (1): 17–24.
- Bayer D.E., Foy C.L. 1982. Action and fate of adjuvants in soils. *Weed Sci.* 34: 84–92.
- BN-69/9131-02. 1969. Oznaczanie wyrównania ziarna.
- Foster D.K., Taylor W.A., Parsons R.G. 2006. Effects of adjuvants on the deposition, retention and efficacy of pesticides. *Aspects Appl. Biol.* 77 (1): 127–132.
- Kieloch R., Rola H. 2008. Ocena działania herbicydu Gold 450 EC na odmiany pszenicy ozimej na podstawie ich plonowania i wartości użytkowej ziarna. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 48 (2): 617–620.
- Kieloch R., Rola H., Sumińska J., Marczewski K. 2009. Chemiczna ochrona zbóż przed chwastami a jakość ziarna. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 49 (2): 938–945.
- Kieloch R., Sumińska J., Rola H. 2008. Wpływ pochodnych fenylomocznika na przydatność ziarna odmian pszenicy ozimej do celów młynarskich i piekarniczych. *Fragm. Agron.* 1 (97): 157–166.
- Krogh K.A., Halling-Sorensen B., Mogensen B.B., Vejrup K.V. 2003. Environmental properties and effects of nonionic surfactant adjuvants in pesticides: a review. *Chemosphere* 50: 871–901.
- Kucharski M. 2003. Influence of herbicide and adjuvant application on residues in soil and plant of sugar beet. *J. Plant Prot. Res.* 43 (3): 225–232.
- Kucharski M., Domaradzki K. 2008. Stosowanie adiuwantów z metamitronem w zabiegach przedwschodowych – wpływ na skuteczność chwastobójczą oraz pozostałości herbicydu w glebie. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 48 (1): 281–286.
- Kucharski M., Naraniecki B., Domaradzki K. 2009. Oksyetylowana frakcja glicerynowa z instalacji biodiesla – surowiec ekologicznych adiuwantów dla herbicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 49 (2): 900–903.
- Kucharski M., Sadowski J. 2006. Effect of adjuvants on herbicide residues level in soil and plant. *J. Plant Dis. Prot.* 20: 971–975.
- McMullan P.M., Thomas J.M., Volgas G. 1998. HM9679 – A spray adjuvant for soil-applied herbicides. p. 285–290. In: *Proc. 5th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals*. Memphis, Tennessee USA, 17–21 August 1998, 519 pp.
- PN-68/R-74017. 1968. Oznaczanie masy 1000 ziarn.
- PN-92/R-04100. 1992. Gleba i materiał roślinny. Oznaczanie pozostałości herbicydów. Substancja aktywna – diflufenikan.
- PN-ISO 3093. 1996. Oznaczanie liczby opadania.
- PN-ISO 7971-2. 1998. Oznaczanie gęstości w stanie zsypanym, zwanej „masą hektolitra”.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 maja 2007 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub na ich powierzchni (Dz. U. Nr 119, poz. 817 z późn. zm.).
- Swarcewicz M., Muliński Z., Zbieć I. 1998. Influence of spray adjuvants on the behavior of trifluralin in the soil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 60: 569–574.