

WPLYW ADIUWANTÓW DOGLEBOWYCH I RSM NA SKUTECZNOŚĆ DZIAŁANIA MIESZANINY TIENKARBAZONU METYLU Z IZOKSAFLUTOLEM STOSOWANEJ W KUKURYDZY

ROBERT IDZIAK¹, ZENON WOŹNICA¹, ANGELIKA SOBCZAK¹, BARTŁOMIEJ NASKRENT²

¹Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań,
²Katedra Użytkowania Lasu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 71A,
60-625 Poznań

Synopsis. Kukurydza w pierwszych tygodniach po siewie wymaga zwalczania chwastów, które można wykorzystać herbicydami stosowanymi doglebowo. Ich działanie może być modyfikowane przez specjalne adiuwanty. Doświadczenia polowe prowadzono w centralno-zachodniej Polsce w latach 2015 i 2016 w celu oceny skuteczności herbicydów doglebowych aplikowanych samodzielnie i z adiuwantami oraz roztworem saletrzano-mocznikowym (RSM). Tienkarbazon + izoksaflutol (T+I) aplikowano w dawkach zalecanych 36 + 90 g·ha⁻¹ i obniżonych do 22,5 + 56,3 g·ha⁻¹ bez adiuwanta, oraz w dawkach obniżonych z dodatkiem RSM 100 l/ha, mieszaniny rafinowanego oleju parafinowego z etoksylovanym alkoholem i kwasami tłuszczowymi zawartych w formulacji adiuwanta (G) i mieszaniny rafinowanego oleju mineralnego z estrem metylowym oleju roślinnego (ASM). T+I w dawce pełnej skutecznie zwalczał *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album* i *Fallopia convolvulus*, jednak słabiej w dawce obniżonej. RSM, jako część cieczy opryskowej, wpływał korzystnie na działanie T+I w dawce obniżonej, ale nie tak wyraźnie jak adiuwanty. Adiuwant G i AMS zwiększał skuteczność działania T+I, zarówno w obecności, jak i przy braku RSM. Mieszanina T+I, niezależnie od dodatku RSM, G lub ASM, była w pełni bezpieczna dla roślin kukurydzy. Mieszanina herbicydów T+I, zarówno w pełnej, jak i zredukowanej dawce z adiuwantami i/lub UAN, dzięki skutecznej eliminacji chwastów, korzystnie wpływała na wysokość plonu ziarna kukurydzy.

Słowa kluczowe: adiuwanty i herbicydy doglebowe, kukurydza, zwalczanie chwastów

WSTĘP

Kukurydza jest jednym z najczęściej uprawianych gatunków roślin. Pod względem powierzchni uprawy na świecie zajmuje drugie miejsce po pszenicy (FAOSTAT 2016), a w Polsce trzecie, po pszenicy i pszenżycie (GUS 2017). Kukurydza ze względu na rzadki siew oraz wolny początkowy wzrost jest mało konkurencyjna w stosunku do chwastów, dlatego konieczna jest jej ochrona przy pomocy herbicydów [Idziak i Woźnica 2013a, Naeem i in. 2012]. Chwasty w kukurydzy pojawiają się jeszcze przed jej wschodami, wywierając negatywny wpływ na roślinę uprawną już od jej wschodów. Ich obecność w fazie od 1 do 15 liścia kukurydzy może powodować spadek plonu przekraczający 70% [Chikoye i in. 2004, 2008, Ghanizadeh i in. 2010, Isik i in. 2006]. Stosowanie herbicydów doglebowych jest rozwiązaniem zapobiegającym temu zjawisku, a skuteczne ograniczenie rozwoju i występowania roślin niepożądanych uzyskuje się między innymi dzięki doborowi substancji czynnych o zróżnicowanym mechanizmie działania [Price i in. 2011]. Z reguły tylko niewielka część zastosowanej dawki herbicydu wywołuje efekt chwastobójczy [Woźnica 2012, Zabkiewicz 2005]. W celu poprawy efektywności zabiegu

¹ Adres do korespondencji – Corresponding address: robertid@up.poznan.pl

konieczne jest zastosowanie adiuwantów, w tym do herbicydów stosowanych doglebowo. Ich zadaniem jest poprawa równomierności pokrycia powierzchni gleby przez ciecz opryskową, a także wnikanie herbicydu do strefy kiełkowania nasion chwastów w powierzchniowej warstwie gleby. Adiuwanty przeznaczone do herbicydów doglebowych zawierają najczęściej odpowiednio dobraną mieszaninę olejów i substancji powierzchniowo-czynnych, których zadaniem jest również zabezpieczenie przed wymywaniem substancji aktywnej do strefy korzeniowej rośliny uprawnej lub poza nią oraz ograniczenie jego rozkładu [Kucharski i Sadowski 2009, Kucharski i in. 2012]. W rezultacie adiuwanty poprawiają skuteczność chwastobójczą herbicydów doglebowych, szczególnie w warunkach suszy lub silnych opadów, zmniejszają ryzyko fitotoksyczności oraz skażenie środowiska [Kierzek i in. 2017].

Roztwór saletrzano-mocznikowy (RSM), częściowo lub całkowicie może być wykorzystywany jako nośnik herbicydów aplikowanych nalistnie za pomocą opryskiwaczy hydraulicznych i jest jednocześnie źródłem azotu. W badaniach w pszenicy ozimej Soltani i in. [2012] wskazują jednak na możliwość uszkodzeń rośliny uprawnej. Podobnie w kukurydzy wskazuje się na duże prawdopodobieństwo uszkodzeń roślin w przypadku stosowania RSM jako nośnika dla herbicydów stosowanych powschodowo, gdyż wzmaga on działanie herbicydów [Hartzler i Pringnitz 2001]. Wielkość uszkodzeń zależy od dawki RSM, fazy kukurydzy w momencie zabiegu i warunków pogodowych. W przypadku aplikacji z herbicydami doglebowymi istnieje ryzyko uszkodzeń wówczas, gdy aplikacja ma miejsce krótko przed wschodami kukurydzy, skutkując nierównomiernymi wschodami i utratą plonu [Owen i in. 2007]. RSM charakteryzuje się właściwościami higroskopijnymi [Gorbovskiy i in. 2017], czyli zdolnością do chłonięcia wody z powietrza, co ogranicza tempo wysychania kropeł opryskowych i krystalizację osadów [Woźnica 2012]. W przypadku herbicydów stosowanych doglebowo taka właściwość RSM może sprzyjać ich dłuższemu utrzymywaniu się w wierzchniej warstwie gleby oraz lepszej dostępności dla kiełkujących i wschodzących chwastów.

W hipotezie badawczej założono, że aplikacja herbicydu doglebowego w zredukowanej dawce z dodatkiem adiuwanta lub RSM, zastępującego częściowo wodę jako nośnik herbicydu, umożliwi skuteczną kontrolę zachwaszczenia w łanie kukurydzy.

Celem badań była ocena wpływu adiuwantów ASM (mieszanina rafinowanego oleju mineralnego z estrem metylowym oleju roślinnego) i G (mieszanina rafinowanego oleju parafinowego z etoksylovanym alkoholem i kwasami tłuszczowymi) oraz RSM na skuteczność chwastobójczą mieszaniny herbicydów tienkarbazon + izoksafutol aplikowanej doglebowo oraz plon ziarna kukurydzy.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2015–2016 w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym w Brodach (52°43' N, 16°30' E), należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Doświadczenia polowe założono na glebie płowej zaliczanej do klasy bonitacyjnej IIIb–IVa, zawierającej od 1,1 do 1,3% materii organicznej, o pH na poziomie 5,5–6,1. Kukurydzę odmiany PR39H32 wysiano 21 kwietnia 2015 i 26 kwietnia 2016 roku, w ilości 80000 ziaren na 1 ha, na głębokość 4 cm, na poletkach o powierzchni 15 m² (6 × 2,5 m), obejmujących 4 rzędy roślin w rozstawie 70 cm. Przedplonem dla kukurydzy w 2015 roku był jęczmień jary, a w 2016 pszenica jara. Nawożenie P i K w wysokości 60 kg·ha⁻¹ wykonano jesienią przed orką przedzimową. Azot w ilości 150 i 160 kg·ha⁻¹, odpowiednio w 2015 i 2016 roku, zastosowano dwukrotnie, przed siewem (80 kg·ha⁻¹) i w fazie 2–3 liści kukurydzy (70–80 kg·ha⁻¹). Kombinacje doświadczalne obejmowały mieszaninę herbicydów tienkarbazon metylu (inhibitor ALS - blokujący enzyma-

tyczną biosyntezę aminokwasów) i izoksaflutol (inhibitor syntezy barwników fotoaktywnych) zawarte w formułacji herbicydu Adengo 315 SC (Bayer CropScience, Niemcy) aplikowana jednokrotnie po siewie, ale przed wschodami kukurydzy. Tienkarbazon + izoksaflutol (T+I) stosowano w dawkach zalecanych ($36 + 90 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) i obniżonych ($22,5 + 56,3 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) bez adiuwanta oraz w dawkach obniżonych z RSM ($100 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$), zastępującego częściowo wodę w cieczy opryskowej, mieszaniną rafinowanego oleju parafinowego z etoksylovanym alkoholem i kwasami tłuszczowymi zawartych w formułacji adiuwanta Grounded – G ($732 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$, Grounded, Agrovista UK Ltd., Cambridge House, Nottingham Road, Stapleford) i mieszaniną rafinowanego oleju mineralnego z estrem metylowym oleju roślinnego w formułacji adiuwanta Atpolan Soil Maxx – ASM (Atpolan Soil Max, Agromix, Niepołomice).

Zabiegi wykonano 23 kwietnia 2015 i 27 kwietnia 2016 opryskiwaczem taczkowym na sprężone powietrze wyposażonym w dysze płaskostrumieniowe TeeJet 110 02 o wydatku $230 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ przy ciśnieniu $0,22 \text{ MPa}$. Ocena skuteczności chwastobójczej zastosowanych kombinacji wykonano po około 6 tygodniach po zabiegu, na podstawie redukcji świeżej masy chwastów, porównując masę chwastów z obiektów odchwaszczanych chemicznie z kontrolą (obiekt bez zwalczania chwastów), posługując się przekształceniem Hendersona-Tiltona [Bailey i in. 2013]. Ponadto określono wpływ badanych kombinacji badawczych na rośliny – fitotoksyczność (skala 0–100%, gdzie 0 – brak uszkodzeń rośliny uprawnej, 100 – roślina uprawna całkowicie zniszczona) i plon ziarna kukurydzy.

Doświadczenie założono w czterech powtórzeniach w układzie bloków zrandomizowanych. Przedstawione wyniki poddano analizie wariancji ANOVA, posługując się testem Tuckeya przy poziomie istotności $p=0,05$ wykonanym za pomocą programu STATISTICA 12 [StatSoft Polska, Kraków].

WYNIKI I DYKUSJA

Warunki meteorologiczne w obu latach badań w trakcie zabiegów oraz przez kolejne kilkanaście dni generalnie sprzyjały działaniu herbicydów doglebowych (tab. 1). Warunki wilgotnościowe w tym okresie były podobne w obu latach badań, ale stwierdzono różnice w przebiegu temperatury, która mogła wpływać na różnicowanie działania herbicydu. Średnia temperatura dobowo dwa tygodnie po zabiegu w roku 2015 wahała się od $6,9$ do $17,6^\circ\text{C}$, a w roku 2016 od $5,3$ do $17,1^\circ\text{C}$, przy czym temperatura minimalna w tym okresie w obu latach kształtowała się na poziomie, odpowiednio $0,3$ do $11,6$ i $-1,3$ do $8,3^\circ\text{C}$. Przebieg pogody w początkowym okresie wegetacji był korzystniejszy dla wzrostu i rozwoju roślin kukurydzy w roku 2016 niż 2015 (tab. 2).

Chwasty występujące w obu latach badań są typowymi gatunkami pojawiającymi się w uprawie kukurydzy [Kierzek i in. 2011]. W składzie dominowały przede wszystkim chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.), komosa biała (*Chenopodium album* L.) i rdestówka powojowata (*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve), a w mniejszym nasileniu występowały również rdest ptasi (*Polygonum aviculare*), fiołek polny (*Viola arvensis* Murr.), tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) oraz przetacznik bluszczykowy (*Veronica hederifolia* L.), maki (*Papaver* sp.), samosiewy rzepaku (*Brassica napus* L.) i bodziszek drobny (*Geranium pusillum* L.). Świeża masa chwastów różniła się w zależności od gatunku i roku badań, jednakże ich średnia masa ogółem była w obu latach badań zbliżona – odpowiednio 5804 i $5240 \text{ g}\cdot\text{m}^{-1}$ (tab. 3).

Skuteczność działania herbicydów stosowanych doglebowo zależy przede wszystkim od wilgotności gleby. Niski jej poziom ogranicza dostępność herbicydów do chwastów i przez

Tabela 1. Warunki meteorologiczne przed, w czasie i po zabiegach herbicydami
Table 1. Meteorological date before, during and after herbicides application

Data zabiegu/Application date	23.04.2015		27.04.2016											
Temperatura/Temperature (°C)	14,4		6,8											
Wilgotność powietrza/Air humidity (%)	39		63											
Opady/Rainfall (mm)	0,0		0,0											
Prędkość wiatru/Wind velocity (m/s)	2,1		3,1											
Kierunek wiatru/Wind direction	NE		SW											
Opady 14–7 dni przed zabiegiem/Rainfall 14–7 days before application (mm)	0,3		15,3											
Opady 7–1 dni przed zabiegiem/Rainfall 7–1 days before application	0,0		3,0											
Pierwsze opady po zabiegu, data/First rainfall after application, date	27.04.2015		03.05.2016											
Opady po zabiegu/Rainfall after application	2,1		4,4											
Opady 1–7 dni po zabiegu/Rainfall 1–7 days after application	6,7		4,4											
Opady 8–14 dni po zabiegu/Rainfall 8–14 days after application	6,3		1,4											
Opady 15–21 dni po zabiegu/Rainfall 15–21 days after application	16,3		13,1											
Opady 22–28 dni po zabiegu/Rainfall 22–28 days after application	2,3		3,4											
Temperatura 2 tygodnie po zabiegu w roku 2015/Temperature 2 weeks after application in 2015														
Data Date	23/04	24/04	25/04	26/04	27/04	28/04	29/04	30/04	01/05	02/05	03/05	04/05	05/05	06/05
Średnia Average	11,8	13,0	15,1	15,9	15,1	6,9	6,9	9,0	9,1	8,6	10,8	15,2	17,6	16,2
Min.	1,9	4,7	4,2	10,6	6,2	3,5	2,9	2,3	3,5	1,0	0,3	10,1	8,9	11,6
Temperatura 2 tygodnie po zabiegu w roku 2016/Temperature 2 weeks after application in 2016														
Data Date	27/04	28/04	29/04	30/04	01/05	02/05	03/05	04/05	05/05	06/05	07/05	08/05	09/05	10/05
Średnia Average	5,3	6,1	7,3	10,5	11,2	11,4	13,5	11,1	13,4	14,9	16,4	16,6	17,1	16,5
Min.	-0,9	1,6	-1,3	1,8	2,7	3,9	4,2	8,7	6,7	6,8	6,7	7,5	8,3	7,4

Tabela 2. Warunki pogodowe na początku wegetacji kukurydzy
Table 2. Weather conditions at the beginning of the growing season of maize

Miesiąc/Month	Temperatura/Temperature (°C)		Opady/Rainfall (mm)	
	2015	2016	2015	2016
IV	10,4	13,6	46,3	29,7
V	13,0	20,9	25,6	76,1
VI	15,5	23,5	85,3	94,8
VII	19,2	19,2	84,9	114,5
VIII	22,1	18,6	15,1	57,9
IX	14,7	18,0	40,6	9,8

Tabela 3. Wpływ adiuwantów doglebowych i RSM na skuteczność chwastobójczą mieszaniny herbicydów tienkarbazon + izoksafutol stosowanej w uprawie kukurydzy

Table 3. Impact of soil applied adjuvants and UAN on efficacy of herbicide mixture tienkarbazon + izoksafutol applied in maize

Lp. No	Kombinacja Treatment	Dawka na 1 ha Rate per 1 ha	Fitoto- ksyczość Phytotoxicity (%)	Gatunki i lata badań/Species and years of study									
				ECHCG		CHEAL		POLCO		Ogółem/Total*			
				2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016		
Skuteczność chwastobójcza/Weed control (%)													
1.	Kontrola/Untreated check (g·m ⁻²)	–	0 (186)	0 (2014)	0 (3404)	0 (2721)	0 (756)	0 (135)	0 (5804)	0 (5240)	0	0	
2.	Tienkarbazon + izoksafutol	36 g + 90 g	87	94	92	99	96	89	92	96	92	96	
3.	Tienkarbazon + izoksafutol	22,5 g + 56,3 g	85	82	86	95	87	82	82	82	82	89	
4.	Tienkarbazon + izoksafutol + RSM 28	22,5 g + 56,3 g + 100 l	86	91	87	84	90	83	87	87	87	85	
5.	Tienkarbazon + izoksafutol + G	22,5 g + 56,3 g + 0,5 l	83	89	89	82	82	86	87	87	87	87	
6.	Tienkarbazon + izoksafutol + ASM	22,5 g + 56,3 g + 0,5 l	96	90	88	91	91	89	90	90	90	90	
7.	Tienkarbazon + izoksafutol + RSM 28 + G	22,5 g + 56,3 g + 100 l + 0,5 l	91	90	94	82	93	85	94	85	94	85	
8.	Tienkarbazon + izoksafutol + RSM 28 + ASM	22,5 g + 56,3 g + 100 l + 0,5 l	95	90	92	89	95	91	93	93	93	89	
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}			r.n.	r.n.	r.n.	15,7	12,7	r.n.	10,7	7,6	r.n.	7,6	

G – rafinowany olej parafinowy + etoksylogowany alkohol + kwas tuzczowe/refined paraffin oil + ethoxylated alcohol + fatty acid; ASM – rafinowany olej mineralny z estrem metylowym oleju roślinnego/refined mineral oil + methyl ester of vegetable oil; RSM 28 – roztwór saletrzano-mocznikowy/urea-ammonium nitrate
 ECHCG – *Echinochloa crus-galli*; CHEAL – *Chenopodium album*; POLCO – *Fallopia convolvulus*
 *w tym także include also: *Capsella bursa-pastoris*, *Geranium pusillum*, *Papaver rhoeas*, *Viola arvensis*, *Polygonum aviculare*, *Capsella bursa-pastoris*, *Anchus arvensis*, *Elymus repens*, *Veronica persica*, *Thlaspi arvense*, *Brassica napus*, *Fumaria officinalis*
 r.n. – różnice nieistotne/no significant differences

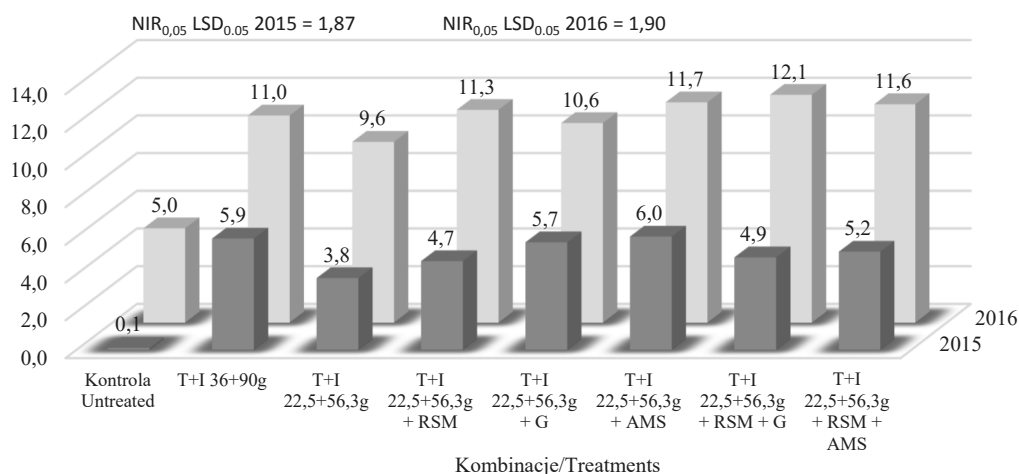
to ich skuteczność. Z drugiej jednak strony nadmierne odpady po zabiegu mogą przemieścić substancję aktywną w głąb profilu glebowego, poza strefę kiełkowania chwastów – do strefy korzeniowej roślin uprawnych, powodując ich uszkodzenia a nawet głębiej do wód gruntowych. Zależy to jednak od szybkości rozkładu substancji aktywnej. Soukup i in. [2004] wykazali, że izoksafutol i jego metabolity mogą przedostawać się w głąb profilu glebowego w warunkach wysokich opadów, ale jego szybki rozkład w warunkach połowych zmniejsza prawdopodobieństwo osiągnięcia poziomu wód gruntowych. Niższe temperatury w trakcie stosowania izoksafutolu wpływają korzystnie na trwałość tej substancji aktywnej, co prowadzi do dłuższej kontroli zachwaszczenia [Taylor-Lovell i in. 2002].

Według Santela [2012] mieszanina substancji tienkarbazon + izoksafutol (T+I) w handlowej formulacji zawiera również sejfner cyprosulfamid, odpowiedzialny za szybki metabolizm tych herbicydów w kukurydzy, dzięki czemu są one dla tej rośliny uprawnej w pełni bezpieczne. Wyniki badań własnych potwierdzają, że nawet włączenie adiuwantów, a także wykorzystanie RSM jako części cieczy roboczej, nie wpływa na zagrożenie bezpieczeństwa rośliny uprawnej ze strony herbicydów T + I (tab. 3).

Mieszanina T+I stosowana w dawce; zalecanej przez producenta ($36 + 90 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) dość skutecznie zwalczała chwastnicę jednostronną w obydwu latach badań (odpowiednio w 87 i 94%) i tylko nieco słabiej (w 85 i 82%) w dawce zredukowanej ($22,5 + 56,3 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$). Nie wykazano jednak istotnego wpływu badanych adiuwantów na skuteczność chwastobójczą mieszaniny T + I. Stwierdzono pewną tendencję do wzrostu skuteczności zwalczania tego gatunku chwastu (do poziomu 86 i 91%), jeśli badaną mieszaninę herbicydów stosowano z cieczą opryskową, w której woda została częściowo zastąpiona przez RSM. Bardziej wyraźną tendencję do wzrostu skuteczności zwalczania chwastnicy jednostronnej obserwowano natomiast po zastosowaniu T + I z adiuwantem doglebowym ASM, zarówno w obecności, jak i bez udziału w cieczy opryskowej nawozu RSM (odpowiednio do poziomu 95 i 90% oraz 96 i 90%).

Działanie mieszaniny T+I w dawce pełnej wykazało wysoką skuteczność chwastobójczą w stosunku do komosy białej, która w latach kształtowała się na poziomie 92 i 99% (tab. 3). Zmniejszenie dawki herbicydów spowodowało obniżenie skuteczności do 86 i 95%. Częściowe zastąpienie wody w cieczy opryskowej przez RSM nie poprawiło tej sytuacji (zwalczenie komosy białej jedynie w 87 i 84%). Wyniki badań wskazują, że dodatek adiuwanta G wywołał nieznaczny pozytywny efekt (wzrost z 86 do 89%) w pierwszym roku badań, a w drugim wyraźny spadek skuteczności z 95 do 82%. W przypadku dodatku adiuwanta AMS stwierdzono praktycznie nieznaczny wpływ na wzrost skuteczności w 2015 roku (z 86 do 89%), a w roku 2016 kilkuprocentowy spadek (z 95 do 91%). Adiuwant G w obecności RSM jako części cieczy opryskowej spowodował wzrost skuteczności mieszaniny T+I w pierwszym roku badań z 86 do 94%, spadek z 95 do 82%. W przypadku mieszaniny T+I z dodatkiem RSM i ASM tendencję do wzrostu stwierdzono jedynie w 2015 roku, z 86 do 92%, a roku 2016 obniżenie z 95 do 89%.

W przypadku rdestówki powojowej mieszanina T+I w dawce zalecanej ($36 + 90 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) skutecznie eliminowała ten gatunek w obu latach badań (96 i 89%), słabiej (87 i 82%) w dawce zredukowanej ($22,5 + 56,3 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) (tab. 3). Nie stwierdzono istotnego wpływu RSM na skuteczność chwastobójczą mieszaniny T+I, a jedynie pewną tendencję do wzrostu skuteczności zwalczania tego gatunku chwastu, do poziomu 90 i 83%, podobnie jak po dodaniu do mieszaniny adiuwanta ASM, odpowiednio z 87 do 91% i 82 do 89%. Tendencję do wzrostu skuteczności zwalczania rdestówki powojowej obserwowano po zastosowaniu T+I z adiuwantem G jedynie w drugim roku badań (z 82 do 86%), a w pierwszym spadek z 87 do 82%. Zastosowanie mieszaniny T+I w obecności RSM i adiuwanta G wpłynęło na tendencję do lepszego zwalczania rdestówki w obu latach, odpowiednio o 6 i 3%, a po dodaniu adiuwanta ASM, odpowiednio o 7 i 9%.



T+I – tienkarbazon + izoksafutol/thiencarbazone-methyl + isoxafutole; RSM 28 – roztwór saletrzano-mocznikowy w dawce 100 l·ha⁻¹/urea-ammonium nitrate at 100 l·ha⁻¹; G – mieszanina rafinowanego oleju parafinowego z etoksylovanym alkoholem i kwasami tłuszczowymi/mixture of refined paraffin oil with ethoxylated alcohol and fatty acids; AMS – mieszanina rafinowanego oleju mineralnego z estrami metylowymi olejnymi/mixture of refined mineral oil and methyl esters of vegetable oil

Rys. 1. Wpływ herbicydu Adengo 315 SC stosowanego z adiuwantami i RSM na plon ziarna kukurydzy (t·ha⁻¹)

Fig. 1. Impact herbicides Adengo 315 SC applied with adjuvants and UAN on grain yield of maize (t·ha⁻¹)

Mieszanina T+I stosowana w dawce zalecanej skutecznie zwalczała chwasty w obu latach badań, na poziomie 92–96% (tab. 3). Obniżenie dawki mieszaniny (T+I, 22,5 + 56,3 g·ha⁻¹) wpłynęło na spadek jej skuteczności chwastobójczej do 82 i 89%. Umieszczenie w cieczy opryskowej RSM w pierwszym roku badań wpłynęło na podniesienie skuteczności działania T+I z 82 do 87%, ale w drugim roku do niewielkiego spadku, z 89 do 85%. Wyniki badań wskazują na lepsze działanie mieszaniny T+I z dodatkiem adiuwantu ASM – 90% w obu latach, niż z dodatkiem G – 87% w obu latach. Skuteczność chwastobójcza mieszaniny T+I przygotowanej w roztworze cieczy opryskowej, której połowę stanowił RSM (100 l·ha⁻¹) była w przypadku adiuwantów G i ASM podobna w roku 2015 (94 i 93%). Wyniki z roku 2016 wskazują z kolei na nieco lepsze działanie herbicydu w obecności ASM niż G (85 i 89%).

Uzyskane wyniki wskazują na korzystny wpływ adiuwantów zalecanych do herbicydów stosowanych doglebowo oraz RSM na skuteczność mieszaniny T+I. Uzyskany efekt może wynikać z między innymi z poprawienia równomierności pokrycia powierzchni gleby przez ciecz użytkową, a także penetracji warstwy gruzelkowej gleby i dotarcia substancji czynnej herbicydu do kiełkujących chwastów.

Silne zachwaszczenie, zdaniem Idziaka i Woźnicy [2013b] oraz Amosun i in. [2015], wpływa na wyraźny spadek plonu kukurydzy. W badaniach własnych zastosowanie mieszaniny T+I przekładało się na bardzo wyraźny wzrost plonu na obiektach chronionych chemicznie, w porównaniu do kontroli, na której chwastów nie eliminowano (rys. 1). Przebieg warunków

pogodowych (tab. 2) sprzyjał bardziej rozwojowi kukurydzy w drugim roku badań, co jest znalazło potwierdzenie w wysokości plonu ziarna. Niezależnie od roku badań obserwowano bardzo korzystny wpływ efektywnego odchwaszczania na plon ziarna kukurydzy oraz jego spadek, na obiektach gdzie kontrolę zachwaszczenia prowadzono mieszaniną T+I w obniżonej dawce. Plon ziarna z obiektów, na których aplikowano mieszaninę T+I z dodatkiem RSM oraz adiuwantów G lub AMS w roku 2015 kształtował się na poziomie od 4,7 do 6,0 t·ha⁻¹, w roku 2016 od 10,6 do 12,1 t·ha⁻¹. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy obiektami badawczymi, ale przeliczając plon średni z lat można wskazać na nieco wyższe plonowanie kukurydzy po zastosowaniu mieszaniny T+I z AMS, niezależnie od dodatku czy braku RSM.

WNIOSKI

1. Skuteczność chwastobójcza mieszaniny tienkarbazon + izoksafutol (T+I) stosowanej w dawce zalecanej (36 g·ha⁻¹ + 90 g·ha⁻¹) w stosunku do chwastnicy jednostronnej, komosy białej i rdestówki powojowej była wysoka, odpowiednio 87–94%, 92–99% i 89–92%, a niższa po zredukowaniu dawki (T+I, 22,5 g·ha⁻¹ + 56,3 g·ha⁻¹), 82–85%, 86–95% i 82–87%.
2. Nie wykazano jednoznacznie korzystnego wpływu RSM (100 l·ha⁻¹) na skuteczność chwastobójczą mieszaniny T+I stosowanej w dawce zredukowanej, choć obserwowano tendencje do poprawy jej działania.
3. Wykazano tendencje do lepszego działania mieszaniny T+I z dodatkiem mieszaniny rafinowanego oleju mineralnego z estrem metylowym oleju roślinnego w formulacji Atpolan Soil Maxx (ASM) niż mieszaniny rafinowanego oleju parafinowego z etoksylovanym alkoholem i kwasami tłuszczowymi zawartych w formulacji adiuwanta Grounded (G), niezależnie od obecności lub braku RSM w cieczy roboczej.
4. Mieszanina T+I, niezależnie od dawki oraz dodatku lub braku RSM lub adiuwantów G i AMS, była bezpieczna dla roślin kukurydzy odmiany PR39H32.
5. Kontrola zachwaszczenia z wykorzystaniem mieszaniny T+I, w dawce pełnej, a także obniżonej, ale z dodatkiem adiuwantów i/lub RSM, dzięki skutecznemu wyeliminowaniu chwastów wpływało korzystnie na plon ziarna kukurydzy.

PIŚMIENNICTWO

- Amosun J.O., Aluko O.A., Adeniyani O.N. 2015. Effect of weed management strategies on maize yield. *Int. J. Agric. Agric. Sci.* 2(1): 17–20.
- Bailey K.L., Falk S., Derby J.A., Melzer M., Boland G.J. 2013. The effect of fertilizers on the efficacy of the bioherbicide, *Phoma macrostoma*, to control dandelions in turfgrass. *Biol. Control* 65: 147–151.
- Chikoye D., Lum A.F., Abaidoo R., Menkir A., Kamara A., Ekeleme F., Sanginga N. 2008. Response of corn genotypes to weed interference and nitrogen in Nigeria. *Weed Sci.* 56: 424–433.
- Chikoye D., Schulz S., Ekeleme F. 2004. Evaluation of integrated weed management practices for maize in the northern Guinea savanna of Nigeria. *Crop Prot.* 23: 895–900.
- Faostat 2016. Food and agriculture organization of the united nations: (<http://faostat.fao.org>).
- Ghanizadeh H., Lorzadeh S., Ariannia N. 2010. Critical period for weed control in corn in the south-west of Iran. *Asian J. Agric. Res.* 4(2): 80–86.
- Gorbovskiy K., Kazakov A., Norov A., Malyavin A., Mikhaylichenko A. 2017. Properties of complex ammonium nitrate-based fertilizers depending on the degree of phosphoric acid ammoniation. *Int. J. Ind. Chem.* 8: 315–327.

- GUS 2017. Podstawowe czynniki produkcji. Wyniki produkcji rolniczej. W: Rocznik Statystyczny Rolnictwa. Główny Urząd Statystyczny. ZWS Warszawa, 177–203.
- Hartzler R.G., Pringnitz B.A. 2001. Urea-ammonium nitrate as herbicide carrier in emerged corn. Integrated Crop Management News. 1989.
- Idziak R., Woźnica Z. 2013a. Effect of nitrogen fertilizers and oil adjuvants on nicosulfuron efficacy. Turk. J. Field Crops 18: 174–178.
- Idziak R., Woźnica Z. 2013b. Skuteczność chwastobójcza mieszaniny nikosulfuronu, rimsulfuronu i dikamby stosowanej w z adiuwantami w kukurydzy. Prog. Plant Prot. 53(4): 735–739.
- Isik D., Mannan H., Bukan B., Oz A., Ngauajiro M. 2006. The critical period for weed control in corn in Turkey. Weed Technol. 20: 867–872.
- Kierzek R., Grychowski R., Ratajkiewicz H., Miklaszewska K. 2017. Aktywność wybranych herbicydów z dodatkiem adiuwantów doglebowych w pszenicy ozimej. Prog. Plant Prot. 57(4): 312–318.
- Kierzek R., Miklaszewska K., Krawczyk R., Matysiak K. 2011. Wpływ terminu nalistnego stosowania w kukurydzy mieszanin herbicydów na ich efektywność chwastobójczą. Prog. Plant Prot. 51(4): 1836–1841.
- Kucharski M., Sadowski J. 2009. Influence of adjuvants on herbicide residues level in soil and plant. Pol. J. Agron. 1: 32–36.
- Kucharski M., Sadowski J., Kieloch R. 2012. Adiuwanty w zabiegach przedwiosennych – wpływ na skuteczność diflufenikanu i jakość ziarna pszenicy ozimej. Prog. Plant Prot. 52 (1): 51–54.
- Naeem M., Cheema Z.A., Ahmad A.H., Wahid A., Kamaran M., Arif M. 2012. Weed dynamics in wheat-corn intercropping systems. Chil. J. Agr. Res. 72: 434–439.
- Owen M.D., Sawyer J.E., Hartzler R.G. 2007. UAN and preemergence herbicide applications on emerged corn. Integrated Crop Management News. IC-498(7): 119–123.
- Price A.J., Balkcom K.S., Culpepper S.A., Kelton J.A., Nichols R.L., Schomberg H. 2011. Glyphosate-resistant Palmer amaranth: A threat to conservation tillage. J. Soil Water Conserv. 66: 265–275.
- Santel H.J. 2012. Thien-carbazone-methyl (TCM) and cyprosulfamide (CSA) – a new herbicide and a new safener for use in corn. Julius-Kühn-Archiv 434: 499–505.
- Soltani N., Shropshire C., Sikkema P.H. 2012. Urea ammonium nitrate as the carrier for herbicides in winter wheat. Am. J. Plant Sci. 3: 417–424.
- Soukup J., Jursík M., Hamouz P., Holec J., Krupka J. 2004. Influence of soil pH, rainfall, dosage, and application timing of herbicide Merlin 750 WG (isoxaflutole) on phytotoxicity level in maize (*Zea mays* L.). Plant Soil Environ. 50: 88–94.
- Taylor-Lovell S., Sims G.K., Wax L.M. 2002. Effects of moisture, temperature, and biological activity on the degradation of isoxaflutole in soil. J. Agric. Food Chem. 50: 5626–5633.
- Woźnica Z. 2012. Formułacje, nośniki i adiuwanty do herbicydów. W: Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów. Wyd. PWRiL Poznań, 227–257.
- Zabkiewicz J.A. 2005. Adjuvants and herbicidal efficacy – present status and future prospects. Weed Res. 40: 139–149.

R. IDZIAK, Z. WOŹNICA, A. SOB CZAK, B. NASKRENT

IMPACT OF SOIL-APPLIED ADJUVANTS AND UAN ON EFFECTIVITY OF THIENCARBAZONE PLUS ISOXAFLUTOLE APPLIED IN MAIZE

Summary

Maize needs early weed control including soil-applied herbicides. Their efficacy can be improve by special adjuvants. Field studies were carried out in west-central Poland from 2015 through 2016 to evaluate efficacy and tolerance of preemergence herbicides alone and with adjuvants and urea-ammonium nitrate (UAN) for weed control in field maize. Thien-carbazone-methyl plus isoxaflutole (T+I) alone at full 36 + 90 g·ha⁻¹ and at reduced rates 22.5 + 56.3 g·ha⁻¹, and with or without UAN at 100 L·ha⁻¹ and mixture

of refined paraffin oil with ethoxylated alcohol and fatty acids (G), or mixture of refined mineral oil and methyl esters of vegetable oil (AMS), were applied to control weeds. T+I at full rate efficacy control *Echinochloa crus-galli* but poorer at reduced rate. UAN as a part of herbicide carrier improved activity of T+I at reduced rates, but not as good as addition of adjuvants. Adjuvants G and AMS increased activity of T+I, both with and without UAN. Mixture T+I, regardless of UAN or G and AMS, was very high crop safety. Mixture T+I, at full but also reduced rates with adjuvants and/or UAN, due to effective weed control, favourably influences on yield of maize grain.

Key words: soil-applied adjuvants and herbicides, maize, weed control

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 30.01.2019

Do cytowania – *For citation*

Idziak R., Woźnica Z., Sobczak A., Naskrent B. 2019. Wpływ adiuwantów doglebowych i RSM na skuteczność działania mieszaniny tienkarbazonu metylu z izoksafłutolem stosowanej w kukurydzy. *Fragm. Agron.* 36(1): 35–44.