

## WPLYW DAWKI ORAZ TERMINU STOSOWANIA MIESZANINY MEZOTRIONU Z NIKOSULFURONEM I ADIUWANTAMI NA EFEKTYWNOŚĆ ODCHWASZCZANIA KUKURYDZY

ROBERT IDZIAK<sup>1</sup>, ZENON WOŹNICA

*Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań*

**Synopsis.** Doświadczenie polowe prowadzono w latach 2010–2011 w celu wykazania, że mieszanina herbicydów mezotrion + nikosulfuron stosowana w obniżonych dawkach z dodatkiem adiuwantów może skutecznie kontrolować zachwaszczenie w kukurydzy i wpływać na zwiększenie plonu ziarna oraz opłacalności zwalczania chwastów. Herbicyd zawierający mezotrion i nikosulfuron (Elumis 105 OD) stosowano jednokrotnie w dawce zalecanej ( $75,0 + 30,0 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i w dawkach zredukowanych ( $56,25 + 22,5$ ;  $37,5 + 15,0 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) bez lub z dodatkiem metylowanych estrów kwasów tłuszczowych z wbudowanym buforem pH (Atpolan BIO 80 EC) i saletrą amonową w fazie 3-5 liści kukurydzy oraz dwukrotnie, w dawkach dzielonych ( $37,5 + 15,0$  i  $18,5 + 7,5 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) z adiuwantami – w fazie chwastów od liścieni do 1. pary liści, a następnie po kolejnych ich wschodach. W kukurydzy dominowały *Chonopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Viola arvensis*, *Capsella bursa-pastoris* i *Echinochloa crus-galli*. Mieszanina mezotrionu z nikosulfuronem w dawkach obniżonych z adiuwantami dobrze zwalczała chwasty, a aplikowana dwukrotnie w dawkach  $37,5 + 15,0$ , a nawet w  $18,5 + 7,5 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  (25% dawki rekomendowanej) bardzo efektywnie kontrolowała zachwaszczenie, wpłynęła na wzrost plonu ziarna kukurydzy i jej zastosowanie było najbardziej opłacalne.

**Słowa kluczowe:** herbicydy, adiuwanty, kukurydza, dawki obniżone, skuteczność chwastobójcza, termin zabiegu

### WSTĘP

Kukurydza jest jedną z najczęściej uprawianych roślin w Polsce [GUS 2015]. Niewielka konkurencyjność roślin uprawnych, w tym kukurydzy, w stosunku do chwastów sprawia, że jest ona szczególnie narażona na straty wynikające z ich obecności w łanie [Idziak i Woźnica 2013, Naeem i in. 2012]. W okresie krytycznym, od fazy 1 do 15 liści, chwasty mogą powodować, zależnie od ich presji, spadek plonu od 12 do nawet 70% [Ghanizadeh i in. 2010, Isik i in. 2006, Rola i Rola 1987, Zystro i in. 2012]. Zwalczanie chwastów w kukurydzy jest zatem niezbędne i w głównej mierze opiera się na stosowaniu herbicydów. W Polsce chemiczne zwalczanie chwastów ogranicza się zwykle do jednokrotnego zabiegu herbicydowego w trakcie wegetacji kukurydzy [ZOR 2012]. Działanie preparatów jest wówczas ograniczone w czasie i najczęściej niewystarczające w przypadku pojawienia się zachwaszczenia wtórnego, które zadaniem Vaehdi i in. [2013] może wpływać na znaczne straty plonu. Kudsk [2002] zwraca szczególną uwagę na właściwy dobór herbicydów w zależności od zbiorowiska chwastów. Najczęściej dobór ten powinien uwzględniać kilka uzupełniających się substancji czynnych, możliwie o zróżnicowanych mechanizmach działania. Jest to szczególnie ważne, w celu ograniczenia selekcji i rozwoju populacji biotypów chwastów odpornych [Price i in. 2011]. Badania Woźnicy i Idziaka

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address*: robertid@up.poznan.pl

[2015] wskazują ponadto na celowość stosowania mieszanin substancji aktywnych w dwóch zabiegach, w czasie gdy chwasty są najbardziej wrażliwe na ich działanie. Jednak dwukrotne stosowanie mieszanin substancji czynnych o różnych mechanizmach działania, co prawda jest bardziej skuteczne i zapobiega selekcji biotypów chwastów odpornych na herbicydy [Rola i Rola 2002], ale jest obciążone dodatkowymi kosztami i działaniami organizacyjnymi. Zwalczanie chwastów w kukurydzy powinno być ponadto zoptymalizowane nie tylko w celu ograniczenia kosztów zabiegów i rozwoju odporności chwastów na herbicydy, ale również w celu zredukowania obciążenia środowiska.

W hipotezie badawczej założono, że aplikacja herbicydów w zredukowanych dawkach, w dwóch zabiegach z dodatkiem adiuwanta umożliwi skuteczną kontrolę zachwaszczenia w łanie kukurydzy, choć wiąże się z dodatkowymi kosztami i działaniami organizacyjnymi. Celem badań było wykazanie, że dwukrotne stosowanie mieszaniny herbicydów mezotrion + nikosulfuron, z dodatkiem estrów metylowych kwasów tłuszczowych i adiuwanta mineralnego może skutecznie ograniczać zachwaszczenie łanu kukurydzy i korzystnie wpływać na jej plonowanie oraz opłacalność zabiegów.

## MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 2010–2011 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 1,2 do 1,4% materii organicznej, o pH na poziomie 6,4–6,6.

Kukurydzę odmiany P8000 (2010 r.) i P8100 (2011 r.) wysiewano w III dekadzie kwietnia w ilości 80000 ziaren na 1 ha, na poletkach o powierzchni 12,5 m<sup>2</sup> (5 m × 2,5 m), obejmujących 4 rzędy roślin w rozstawie 70 cm. Przedplonem dla kukurydzy w 2010 roku była pszenica ozima a w 2011 jęczmień jary. Nawożenie P i K w wysokości 60 kg·ha<sup>-1</sup> wykonano jesienią przed orką przedzimową. Azot w ilości 140 kg·ha<sup>-1</sup> zastosowano dwukrotnie: przed siewem (80 kg·ha<sup>-1</sup>) i w fazie 2-3 liści kukurydzy (60 kg·ha<sup>-1</sup>).

Kombinacje doświadczalne obejmowały mieszaninę herbicydów mezotrion + nikosulfuron (M + N) zawartych w formulacji herbicydu Elumis 105 OD (Syngenta Crop Protection AG, Bazylea, Szwajcaria) aplikowanego jednokrotnie po wschodach w fazie 3-5 liści kukurydzy (A) bez adiuwanta, w dawkach M + N, 75 + 30 g·ha<sup>-1</sup>, M + N, 56,25 + 22,5 g·ha<sup>-1</sup>, M + N, 37,5 + 15,0 g·ha<sup>-1</sup> oraz z mieszaniną adiuwantów w dawkach zredukowanych M + N, 56,25 + 22,5 g·ha<sup>-1</sup> i M + N, 37,5 + 15,0 g·ha<sup>-1</sup>. W skład mieszaniny adiuwantów wchodziły estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego z buforem pH (Atpolan BIO 80 EC, Z.P.H. Agromix, Niepołomice, Polska; 1,0 l·ha<sup>-1</sup>) i saletra amonowa (2,0 kg·ha<sup>-1</sup>).

Dwukrotne stosowanie mieszaniny herbicydów M + N w dawkach 37,5 + 15,0 g·ha<sup>-1</sup> i 18,5 + 7,5 g·ha<sup>-1</sup> z estrami metylowymi i saletrą amonową rozpoczynano w fazie chwastów od liścieni do 1. pary liści (B) i powtarzano po kolejnym pojawieniu się chwastów w fazie od liścieni do 1. pary liści (C).

Zabiegi w obu latach wykonano opryskiwaczem taczkowym na sprężone powietrze wyposażonym w dysze płaskostrumieniowe-Lurmark 02 110 o wydatku 230 l·ha<sup>-1</sup>, przy ciśnieniu 0,22 MPa.

Ocenę skuteczności chwastobójczej zastosowanych kombinacji wykonano po ok. 4 tygodniach po ostatnim zabiegu herbicydowym, na podstawie redukcji świeżej masy chwastów na obiektach odchwaszczanych chemicznie, w porównaniu z kontrolą, posługując się przekształceniem Hendersona-Tiltona [Bailey i in. 2013]. Określono ponadto wpływ badanych kombinacji na plon ziarna kukurydzy (przy 15% wilgotności) oraz na efekt ekonomiczny, wyliczony

na podstawie wartości przyrostu plonów ziarna kukurydzy odchwaszczanej chemicznie w odniesieniu do kombinacji kontrolnej, a wartością zastosowanych herbicydów i adiuwantów, z uwzględnieniem kosztów ich aplikacji. Podstawą do szacunków ekonomicznych były przeciętne ceny ziarna kukurydzy oraz środków ochrony roślin i koszty ich aplikacji w rejonie prowadzenia badań w roku 2011.

Doświadczenie założono w układzie bloków kompletnie zrandomizowanych, w czterech powtórzeniach. Kombinację kontrolną, na której nie zwalczano chwastów rozlosowano w obrębie każdego z 4 powtórzeń. 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 DYSKUSJA

W skład zbiorowiska chwastów w obu latach badań wchodziły przede wszystkim komosa biała (*Chenopodium album* L.), rdestówka powojowata (*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve), fiołek polny (*Viola arvensis* Murr.), tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) oraz w mniejszym nasileniu przetacznik bluszczowy (*Veronica hederifolia* L.), maki (*Papaver* sp.), samosiewy rzepaku (*Brassica napus* L.), bodziszek drobny (*Geranium pusillum* L.), przytulia czepna (*Galium aparine* L.), mniszek pospolity (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.), rdest ptasi (*Polygonum aviculare* L.), psianka czarna (*Solanum nigrum* L.), iglica pospolita (*Erodium cicutarium* (L.) L'Her) i ostrożeń polny (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Gatunki chwastów, których obecność stwierdzono w łanie kukurydzy w trakcie prowadzenia badań należy uznać za typowe dla tej rośliny uprawnej [Kierzek i in. 2011, Tański i Idziak 2009].

Nalewaja i Matysiak [1993] wskazują, że nie tylko dobór herbicydów i skład zbiorowiska chwastów oraz ich faza rozwojowa, ale także przebieg warunków pogodowych w trakcie i po zabiegu, wpływają na efektywność zabiegu, któremu sprzyja wyższa wilgotność powietrza i temperatura powietrza w granicach 10–25°C [Matzenbacher i in. 2014, Woźnica 2012]. Warunki pogodowe w trakcie prowadzenia badań własnych w latach 2010–2011 w dużej mierze sprzyjały zarówno działaniu herbicydów, jak i rozwojowi kukurydzy [Woźnica i Idziak 2015].

Zastosowanie mieszaniny mezotrionu z nikosulfuronem w pojedynczym zabiegu, w dawce zalecanej przez producenta (75 + 30 g·ha<sup>-1</sup>) zapewniało w obu latach kontrolę występujących gatunków chwastów w kukurydzy na poziomie od 87–100% (tab. 1). Zredukowanie dawek herbicydów o 25% (M + N, 56,25 + 22,5 g·ha<sup>-1</sup>) wpłynęło na spadek skuteczności chwastobójczej w stosunku do chwastnicy jednostronnej (w obu latach) oraz rdestówki powojowatej (w 2011 roku) i fiołka polnego (w 2010 roku). Mieszanina herbicydów stosowana w silnie zredukowanych dawkach (M + N, 37,5 + 15 g·ha<sup>-1</sup>), poza komosą białą i tasznikiem pospolitym, była wyraźnie mniej skuteczna w stosunku do pozostałych występujących gatunków chwastów. Umieszczenie w cieczy roboczej odpowiednio dobranego adiuwanta lub mieszaniny różnych adiuwantów wpływa korzystnie na działanie herbicydów [Tu i in. 2001]. W badaniach własnych wykazano, że dodatek estrów metylowych kwasów tłuszczowych oraz saletry amonowej do mieszaniny herbicydów-aplikowanych w dawce zredukowanej o 25% (M + N, 37,5 + 15 g·ha<sup>-1</sup>) pozwala na uzyskanie takiej samej skuteczności, jaką uzyskano w przypadku stosowania pełnej dawki bez adiuwantów. Chwastobójcze działanie mieszaniny herbicydów stosowanej jednorazowo w zredukowanej o 50% dawce (M + N, 37,5 + 15 g·ha<sup>-1</sup>) z dodatkiem adiuwantów wykazało również wysoką skuteczność chwastobójczą w stosunku większości chwastów (88-100%), z wyjątkiem rdestówki powojowatej, której masa ograniczona została jedynie o 71–75%.

Tabela 1. Wpływ dawek i terminów stosowania mieszanki mezotrionu + nikosulfuron na jej skuteczność chwastobójczą  
Table 1. Impact of rates and time of application of mesotrione + nicosulfuron mixture on its efficacy

Kombinacje Treatments	Dawka na ha Rate per ha	Termin zabiegu Time of application	Skuteczność chwastobójcza – Weed control (%)											
			CHEAL		POLCO		VIOAR		CAPBP		ECHCG			
			2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011		
1	Kontrola Untreated (g m <sup>-2</sup> ) –	–	469	2871	313	156	163	27	628	8	28	84		
2	Mezotrion + nikosulfuron 75 g + 30 g	A	100 a	99 a	99 a	89 ab	94 a	94 a	100 a	95 a	96 ab	87 abc		
3	Mezotrion + nikosulfuron 56,25 g + 22,5 g	A	100 a	98 a	97 a	81 ab	72 b	89 a	100 a	94 a	72 bc	79 bc		
4	Mezotrion + nikosulfuron 37,5 g + 15 g	A	100 a	80 b	80 bc	60 c	28 c	62 b	97 a	93 a	65 c	75 c		
5	Mezotrion + nikosulfuron + MSO + AN 56,25 g + 22,5 g 1,01 + 2,0 kg	A	100 a	99 a	98 a	95 ab	99 a	96 a	100 a	100 a	97 ab	87 abc		
6	Mezotrion + nikosulfuron + MSO + AN 37,5 g + 15 g 1,01 + 2,0 kg	A	100 a	99 a	71 c	75 bc	96 a	96 a	100 a	100 a	88 abc	92 ab		
7	Mezotrion + nikosulfuron + MSO + AN 37,5 g + 15 g 1,01 + 2,0 kg	BC	100 a	99 a	99 a	99 a	99 a	100 a	100 a	100 a	99 a	99 a		
8	Mezotrion + nikosulfuron + MSO + AN 18,5 g + 7,5 g 1,01 + 2,0 kg	BC	100 a	99 a	92 ab	86 ab	99 a	100 a	100 a	100 a	96 ab	97 a		

MSO – estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego z wbudowanym buforem pH (Atpolan BIO 80 EC) – methyleted seed oil adjuvant with build-in pH buffer (Atpolan BIO 80 EC); AN – saletra amonowa – ammonium nitrate

CHEAL – *Chenopodium album*; POLCO – *Fallopia convolvulus*; VIOAR – *Viola arvensis*; CAPBP – *Capsella bursa-pastoris*; ECHCG – *Echinochloa crus-galli*;

A – po wschodach w fazie 3-5 liści kukurydzy, chwasty dwuliścienne w fazie 2-4 liści – after emergences at the stage of 3-5 maize leaves, dicotyledonous weeds at the stage of 2-4 leaves; B – pierwszy zabieg wykonano na chwasty w fazie liści do 1. pary liści – the first application was made on weeds at the stage from cotyledons to the first pair of leaves; C – drugi zabieg wykonano po pojawieniu się kolejnych chwastów w fazie liści do 1. pary liści – the second application was made after appearance of succeeding weeds at the stage from cotyledons to the first pair of leaves

Średnie w kolumnach z tymi samymi literami nie różnią się statystycznie zgodnie z testem Tukeya ( $p \leq 0,05$ ) – Means within a columns followed by the same letter are not significantly different according to Tukey's test ( $P \leq 0,05$ )

Mieszanina herbicydów stosowana dwukrotnie w dawkach silnie zredukowanych (M + N, 37,5 + 15 oraz 18,5 + 7,5 g·ha<sup>-1</sup>) z dodatkiem estrów metylowych kwasów tłuszczowych i saletry amonowej, okazała się bardzo skuteczna, ograniczając masę poszczególnych gatunków chwastów odpowiednio o 99–100 i 86–100%. Należy dodać, że dwukrotne stosowanie herbicydów z badanymi adiuwantami pozwoliło w pełni kontrolować nie tylko chwasty występujące w czasie zabiegów, ale także zapobiec wystąpieniu zachwaszczenia wtórnego, przy braku jakiegokolwiek uszkodzeń roślin kukurydzy.

Ogólna skuteczność chwastobójcza mieszaniny badanych herbicydów stosowanych jednorazowo w dawce maksymalnej była wysoka i wyniosła 96%. Obniżanie dawki mieszaniny herbicydów o 25% wiązało się z ograniczeniem skuteczności chwastobójczej, jednak do akceptowalnego poziomu 87%. Natomiast dalsza jej redukcja (do poziomu 50% dawki pełnej) spowodowała spadek skuteczności chwastobójczej do 75% (tab. 2). Wyraźny wzrost skuteczności chwastobójczej badanej mieszaniny herbicydów stwierdzono natomiast po umieszczeniu w cieczy opryskowej adiuwantów, bez względu na sposób aplikacji (jedno- czy dwukrotnie). Należy zwrócić uwagę na bardzo wysoką skuteczność chwastobójczą (94%) mieszaniny herbicydów stosowanej dwukrotnie w dawce zredukowanej do poziomu 25% dawki zalecanej (w każdym zabiegu). Na korzyści wynikające z dwukrotnej aplikacji silnie zredukowanych dawek herbicydów w kukurydzy wskazują również Kierzek i in. [2013], Idziak i Woźnica [2014] oraz Woźnica i Idziak [2015].

Zastosowanie herbicydów wpłynęło korzystnie na plon ziarna kukurydzy, który w zależności od badanych obiektów odchwaszczania był wyższy o 5,7 do 9,4 t·ha<sup>-1</sup> w stosunku do obiektu kontrolnego (tab. 2). Plon ziarna z obiektów, na których stosowano mieszaninę herbicydów M + N jednokrotnie w dawkach 75 + 30 lub 56,25 + 22,5 g·ha<sup>-1</sup> oraz w dawkach 56,25 + 22,5 i 37,5 + 15 g·ha<sup>-1</sup>, ale z dodatkiem adiuwantów, wahał się od 10,1 – 10,6 t·ha<sup>-1</sup>. Z kolei dwukrotna aplikacja mieszaniny M + N (37,5 + 15 lub 18,5 + 7,5 g·ha<sup>-1</sup> w każdym zabiegu) z dodatkiem estrów metylowych i saletry amonowej, która umożliwiła bardzo skuteczne zniszczenie chwastów w kukurydzy, wpłynęła na dalszy wzrost plonu ziarna o 0,6-1,2 t·ha<sup>-1</sup>. Koszty zwalczania chwastów (aplikacja + koszt środków) w przypadku rozwiązań standardowych obejmujących aplikację mieszaniny M + N w dawce zalecanej (75 + 30 g·ha<sup>-1</sup>) i obniżonych (56,25 + 22,5 i 37,5 + 15 g·ha<sup>-1</sup>) wahały się od 92 do 184 zł·ha<sup>-1</sup>. Dodatek adiuwantów do mieszaniny M + N stosowanej jednokrotnie w dawkach zredukowanych, a także w przypadku dwukrotnego zabiegu M + N w dawce 37,5 + 15 g·ha<sup>-1</sup>, spowodował wzrost kosztów zabiegu. Koszt zwalczania chwastów mieszaniną M + N stosowaną dwukrotnie w dawkach silnie zredukowanych do 18,5 + 7,5 g·ha<sup>-1</sup> był natomiast najniższy (tab. 2). Opłacalność stosowania mieszaniny M + N w dawkach 75 + 30 i 56,25 + 22,5 g·ha<sup>-1</sup> była porównywalna do osiągniętej po jednokrotnym zastosowaniu mieszaniny M + N z adiuwantami, ale wyraźnie wyższa niż po zastosowaniu mieszaniny w dawce 37,5 + 15 g·ha<sup>-1</sup>. Najwyższą opłacalność odchwaszczania stwierdzono w przypadku dwukrotnego stosowania mieszaniny zawierającej mieszaninę herbicydów i adiuwanty, mimo że koszty zabiegu były najwyższe. Należy zatem stwierdzić, że z punktu widzenia efektów ekonomicznych najkorzystniejsze okazało się dwukrotne aplikowanie mieszaniny M + N z adiuwantami, nawet wówczas, gdy koszty mieszaniny (37,5 + 15 g·ha<sup>-1</sup>) były bardzo wysokie. Zwraca uwagę fakt, że z punktu widzenia zarówno efektów biologicznych, ekonomicznych, jak i środowiskowych za najkorzystniejsze rozwiązanie należy uznać dwukrotną aplikację mieszaniny herbicydów M + N w silnie zredukowanych dawkach (18,5 + 7,5 g·ha<sup>-1</sup>) wraz z adiuwantem opartym na estrach metylowych kwasów tłuszczowych oraz z saletrą amonową.

Na silne zachwaszczenie rośliny kukurydzy reagują bardzo wyraźnym spadkiem plonu [Idziak i Woźnica 2013]. Wykorzystana w doświadczeniu mieszanina M + N aplikowana jednokrotnie w dawce zalecanej przez producenta oraz w dawce zredukowanej o 25% wykazała

Tabela 2. Wpływ terminów stosowania herbicydu na plon ziarna i opłacalność odchwaszczania kukurydzy (średnia z lat 2010–2011)  
Table 2. Influence of time application of herbicide on grain yield and profitability of weed control in maize (means of 2010–2011)

Kombinacje Treatments	Dawka na ha Rate per ha	Termin zabiegu Time of application	Skuteczność chwastobójcza* Weed control (%)	Plon ziarna Grain yield (t·ha <sup>-1</sup> )	Wartość zwwyżki plonu Value of grain yield enhancement (PLN·ha <sup>-1</sup> )	Koszt zwalczania chwastów Cost of weed control (PLN·ha <sup>-1</sup> )	Opłacalność zwalczania chwastów Net return (PLN·ha <sup>-1</sup> )
1 Kontrola Untreated (g·m <sup>-2</sup> )	–	–	3057 (g·m <sup>-2</sup> )	1,9 c	–	–	–
2 Mezotrion + nikosulfuron	75 g + 30 g	A	96 a	10,6 ab	5300	184	5116
3 Mezotrion + nikosulfuron	56,25 g + 22,5 g	A	87 b	10,2 ab	5100	138	4962
4 Mezotrion + nikosulfuron	37,5 g + 15 g	A	75 c	7,6 b	3800	92	3708
5 Mezotrion + nikosulfuron + MSO + AN	56,25 g + 22,5 g 1,01 + 2,0 kg	A	97 a	10,6 ab	5300	159	5141
6 Mezotrion + nikosulfuron + MSO + AN	37,5 g + 15 g 1,01 + 2,0 kg	A	90 ab	10,1 ab	5050	113	4937
7 Mezotrion + nikosulfuron + MSO + AN	37,5 g + 15 g 1,01 + 2,0 kg	BC	98 a	11,3 a	5650	226	5424
8 Mezotrion + nikosulfuron + MSO + AN	18,5 g + 7,5 g 1,01 + 2,0 kg	BC	94 ab	11,0 a	5500	88	5412

MSO – estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego z wbudowanym buforem pH (Apolan BIO 80 EC) – metyletylet seed oil adjuvant with build-in pH buffer (Apolan BIO 80 EC); AN – saletra amonowa – ammonium nitrate

A – po wschodach w fazie 3-5 liści kukurydzy, chwasty dwuliścienne w fazie 2-4 liści – after emergences at the stage of 3-5 maize leaves, dicotyledonous weeds at the stage of 2-4 leaves; B – pierwszy zabieg wykonano na chwasty w fazie liścieni do 1. pary liści – the first application was made on weeds at the stage from cotyledons to the first pair of leaves; C – drugi zabieg wykonano po pojawieniu się kolejnych chwastów w fazie liścieni do 1. pary liści – the second application was made after appearance of succeeding weeds at the stage from cotyledons to the first pair of leaves

Średnie w kolumnach z tymi samymi literami nie różnią się statystycznie zgodnie z testem Tukeya ( $p \leq 0,05$ ) – Means within a columns followed by the same letter are not significantly different according to Tukey's test ( $P \leq 0,05$ )

\* w odniesieniu do wszystkich gatunków występujących w doświadczeniach polowych ( $p \leq 0,05$ ) – based on all weed species occurring during field studies ( $P \leq 0,05$ )

dobrą skuteczność chwastobójczą. Dalsze obniżenie dawki (o 50% w stosunku do dawki zalecanej) było mniej efektywne. Skutecznymi i opłacalnymi okazały się natomiast mieszanki herbicydów M + N stosowane szczególnie dwukrotnie, pod warunkiem że aplikowano je na chwasty w okresie ich największej wrażliwości z mieszaniną adiuwantów – estrem metylowym kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego z wbudowanym buforem pH oraz saletry amonowej,

## WNIOSKI

1. Skuteczność mieszaniny mezotrion + nikosulfuron stosowanej jednorazowo w zredukowanych dawkach ( $56,25 + 22,5$  i  $37,5 + 15$  g·ha<sup>-1</sup>) w zalecanych terminach, w stosunku do komosy białej i tasznika polnego była wysoka, ale niedostateczna w zwalczaniu rdestówki powojowatej, fiołka polnego i chwastnicy jednostronnej.
2. Dwukrotne stosowanie mieszaniny mezotrion + nikosulfuron w dawkach obniżonych do  $37,5 + 15$  g·ha<sup>-1</sup>, a także  $18,5 + 7,5$  g·ha<sup>-1</sup> w każdym zabiegu z adiuwantem zawierającym ester metylowy kwasów tłuszczowych i bufor pH oraz dodatkowo z saletrą amonową ( $1,0$  l·ha<sup>-1</sup> +  $2$  kg·ha<sup>-1</sup>) zapewniało wysoką skuteczność chwastobójczą (powyżej 94%) i wysoką opłacalność odchwaszczania.

## PIŚMIENNICTWO

- 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.
- 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.
- GUS 2015. Rolnictwo w 2014 r. Główny Urząd Statystyczny. Departament Rolnictwa. Warszawa: 181 ss.
- Idziak R., Woźnica Z. 2013. Effect of nitrogen fertilizers and oil adjuvants on nicosulfuron efficacy. Turk. J. Field Crops 18: 174–178.
- Idziak R., Woźnica Z. 2013. Skuteczność chwastobójcza mieszaniny nikosulfuronu, rimsulfuronu i dikamby stosowanej z adiuwantami w kukurydzy. Prog. Plant Prot. 53(4): 735–739.
- Idziak R., Woźnica Z. 2014. Impact of tembotrione and flufenacet plus isoxaflutole application timings, rates, and adjuvant type on weeds and yield of maize. Chil. J. Agr. Res. 74: 129–134.
- 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., 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.
- Kierzek R., Paradowski A., Pietryga J., Kaczmarek S. 2013. Skuteczność zwalczania chwastów w kukurydzy z użyciem dwóch zabiegów nalistnych. Prog. Plant Prot. 53(3): 471–476.
- Kudsk P. 2002. Optimising herbicide performance. In: Weed management handbook. Naylor R.E.L. (ed.), Blackwell Publishing: 323–344.
- Matzenbacher F.O., Vidal R.A., Merotto J.R.A., Trezzi M.M. 2014. Environmental and physiological factors that affect the efficacy of herbicides that inhibit the enzyme protoporphyrinogen oxidase: a literature review. Planta Daninha 32(2): 457–463.
- Naeem M., Cheema Z.A., Ahmad A.H., Wahid A., Kamaran M., Arif M. 2012. Weed dynamics in wheat-canola intercropping systems. Chil. J. Agr. Res. 72: 434–439.
- Nalewaja J.D., Matysiak R. 1993. Influence of diammonium sulfate and other salts on glyphosate phytotoxicity. Pestic. Sci. 38: 77–84.
- 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.

- Rola H., Rola J. 2002. Teoria i praktyka uodparniania się chwastów segetalnych na herbicydy stosowane w Polsce. *Prog. Plant Prot.* 41(1): 375–382.
- Rola J., Rola H. 1987. Dynamika chwastów segetalnych na polach uprawnych. *Mat. Symp. „Dynamika zachwaszczenia pól uprawnych”*. Wrocław, 25–26 czerwca 1987: 131–148.
- Tański M., Idziak R. 2009. Wpływ terminów regulacji zachwaszczenia na skuteczność chwastobójczą herbicydów i plon kukurydzy. *Prog. Plant Prot.* 49(1): 349–352.
- Tu M., Hurd C., Randall J.M. 2001. Chapter 8. Adjuvants. In: *Weed control methods handbook: tools and techniques for use in natural areas*. The Nature Conservancy: 8.1–8.24.
- Vahedi A., Bakhshi Z., Fakhari R., Vahidipour H.R. 2013. Evaluation of competitiveness of corn and pigweed in nitrogen levels under pigweed densities by corn yield converse relations. *Int. J. Agric. Crop Sci.* 5: 1442–1444.
- Woźnica Z. 2012. Aplikacja, skuteczność chwastobójcza i selektywność herbicydów. W: *Herbologia, podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów*. PWRiL Poznań: 286–297.
- Woźnica Z., Idziak R. 2015. Wpływ obniżonych dawek herbicydów stosowanych z adiuwantami w różnych terminach na zachwaszczenie i plonowanie kukurydzy. *Fragm. Agron.* 32(2): 111–118.
- ZOR 2012. *Kukurydza. Zalecenia Ochrony Roślin na lata 2012/13*. Cz. II. Rośliny rolnicze. Wyd. IOR-PIB Poznań: 102–110.
- Zystro J.P., de Leon N., Tracy W.F. 2012. Analysis of traits related to weed competitiveness in sweet corn (*Zea mays* L.). *Sustainability* 4: 543–560.

R. IDZIAK, Z. WOŹNICA

#### WEED CONTROL EFFICACY OF NICOSULFURON PLUS MESOTRIONE IN MAIZE AS INFLUENCED BY RATE, APPLICATION TIME, AND ADJUVANTS

##### Summary

Field experiments were conducted in 2010–2011 to prove that the mesotrion plus nicosulfuron mixture applied at reduced rates with adjuvants can be used for effective and profitable weed control in maize. A herbicide containing mesotrion plus nicosulfuron (Elumis 105 OD) was applied as a single treatment at recommended rate ( $75.0 + 30.0 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) and at reduced rates ( $56.25 + 22.5$ ;  $37.5 + 15.0 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) with or without methylated seed oil adjuvant containing also pH buffer (Atpolan BIO 80 EC) plus ammonium nitrate fertilizer at 3–5 leaves of maize and sequentially at  $37.5 + 15.0$  and  $18.5 + 7.5 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  with adjuvants – first time at the weed stage of cotyledon to one pair of leaves and the second time after the next flush of weeds. Maize was infested mainly by *Chonopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Viola arvensis*, *Capsella bursa-pastoris* and *Echinochloa crus-galli*. Mesotrion plus nicosulfuron mixture applied at reduced rates with adjuvants, particularly split applied at  $37.5 + 15.0$  or even at  $18.5 + 7.5 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  (25% of recommended rate) was very efficacious, increased grain yield of maize and was the most profitable treatment.

**Key words:** herbicides, adjuvants, maize, reduced rates, weed control, time of application

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 10.02.2016

Do cytowania – *For citation*:

Idziak R., Woźnica Z. 2016. Wpływ terminu stosowania mieszaniny mezotrionu z nikosulfuro-nem i adiuwantami na efektywność odchwaszczania kukurydzy. *Fragm. Agron.* 33(1): 30–37.