

## REAKCJA SORGA ZWYCZAJNEGO (*SORGHUM BICOLOR* L. MOENCH) NA WYBRANE HERBICYDY STOSOWANE NALISTNIE

SYLWIA KACZMAREK, KINGA MATYSIAK, ROMAN KIERZEK

*Instytut Ochrony Roślin-Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu*

s.kaczmarek@iiorpib.poznan.pl

**Synopsis.** W latach 2010–2011 w Instytucie Ochrony Roślin-PIB wykonano ściśle doświadczenia polowe, które miały na celu określenie przydatności wybranych herbicydów w uprawie sorga zwyczajnego odmiany Sucrosorgo 505. W doświadczeniach oceniano skuteczność chwastobójczą zastosowanych substancji aktywnych oraz ich selektywność w odniesieniu do rośliny uprawnej na podstawie wykonanych analiz obsady roślin, wysokości roślin oraz ich świeżej masy. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że wszystkie zastosowane herbicydy skutecznie zwalczały *Echinochloa crus-galli*, natomiast gatunek *Chenopodium album* był bardzo wrażliwy na stosowanie mieszaniny bromoksynil + terbutylazyna + mezotriol, mezotriol + terbutylazyna oraz fluroksypir + mezotriol. Odnotowano istotny przyrost świeżej masy roślin sorga na wszystkich obiektach, w których stosowano herbicydy, w większości przypadków stwierdzono również zwiększenie obsady sorga, natomiast istotne zwiększenie wysokości roślin potwierdzono dla obiektów, w których aplikowano mieszaniny: bromoksynil + terbutylazyna, terbutylazyna + mezotriol + s-metolachlor, s-metolachlor + mezotriol oraz prosulfuron + dikamba.

**Słowa kluczowe** – *key words*: herbicydy – *herbicides*, selektywność – *selectivity*, skuteczność chwastobójcza – *weed control efficacy*, *Sorghum bicolor* L. Moench

### WSTĘP

Sorgo zwyczajne (*Sorghum bicolor* L. Moench.) jest diploidalnym gatunkiem pochodzącym z Afryki, należącym do rodziny wiechlinowatych. Zaliczane jest do roślin typu C4 a spośród odmian sorga występują takie, które zostały wyselekcjonowane z uwagi na wysoką produkcję biomasy [Redfean i in. 2000, Rooney i in. 2007]. Sorgo może być wykorzystywane zarówno na cele energetyczne, jak i do produkcji włókna, papieru, syropu, czy w żywieniu zwierząt [Steduto i in. 1997]. Uważane jest za roślinę niezbyt wymagającą, uprawianą głównie na rolniczo marginalnych powierzchniach. Nawet w krajach wysoko rozwiniętych, jak na przykład w Stanach Zjednoczonych czy Australii, sorgo jest często uprawiane na terenach, w których panują zbyt gorące i suche warunki dla uzyskania zadowalających plonów przez kukurydzę lub też inne rośliny uprawne [Laidlaw i Godwin 2008]. Jako zaletę sorga podaje się, że korzenie tej rośliny mogą przenikać głębiej i głębiej niż w przypadku systemu korzeniowego kukurydzy, co zdecydowanie ułatwia pobieranie większej ilości wody oraz składników pokarmowych [Squire 1990].

Często spotykaną odmianą sorga w naszym kraju jest węgierska odmiana Sucrosorgo 506, która uprawiana jest między innymi w technologii „mix cropping” z kukurydzą. W Polsce wprawdzie nie ma zarejestrowanych odmian sorga, jednakże można do uprawy wykorzystać odmiany zarejestrowane w innych krajach, których lista dostępna jest we Wspólnym Katalogu Odmian Roślin Rolniczych [Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 14.12.2010]. W kata-

logu tym w roku 2010 wpisanych było ponad 170 odmian sorga zwyczajnego zarejestrowanych między innymi w takich krajach, jak: Hiszpania, Francja, czy Włochy.

W Polsce nie ma środków zalecanych do zwalczania chwastów w uprawie sorga, dlatego też celem podjętych badań była ocena przydatności wybranych substancji aktywnych dla tej rośliny uprawnej. Hipoteza badawcza pracy zakładała, że substancje aktywne zarejestrowane w uprawie kukurydzy okażą się selektywne również dla sorga zwyczajnego.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia nad wrażliwością sorga zwyczajnego odmiany Sucrosorgo 506 przeprowadzone zostały w latach 2010–2011 na terenie Polowej Stacji Doświadczalnej w Winnej Górze (52°12' N; 17°27' E), należącej do Instytutu Ochrony Roślin-PIB w Poznaniu. Poletka doświadczalne rozmieszczone w układzie bloków losowanych miały powierzchnię 16,5 m<sup>2</sup>. Założone zostały na glebie biellicowej klasy bonitacyjnej IVa o odczynie pH = 5,8 i zawartości substancji organicznej 1,35% w roku 2010 oraz na glebie płowej klasy bonitacyjnej IIIa, o odczynie gleby pH = 4,8 i zawartości substancji organicznej 1,14% w roku 2011. Przedplonem dla sorga w pierwszym roku badań był łubin żółty, a w drugim pszenica ozima. Zabiegi herbicydowe wykonano w fazie 12–14 BBCH opryskiwaczem plecakowym, przy ciśnieniu roboczym 2 bar, wydatku cieczy opryskowej 200 l·ha<sup>-1</sup> oraz prędkości roboczej 5 km·h<sup>-1</sup>. Charakterystykę zastosowanych substancji aktywnych przedstawiono w tabeli 1. W trakcie prowadzonych badań

Tabela 1. Charakterystyka herbicydów stosowanych w uprawie *S. bicolor*  
Table 1. Specification of herbicides applied in *S. bicolor* cultivation

Substancja aktywna <i>Active substance</i>	Herbicyd <i>Herbicide</i>	Dawka herbicydu <i>Herbicide dose</i> (1,kg·ha <sup>-1</sup> )	Mechanizm działania herbicydu* <i>Herbicide mode of action</i>
bromoxynil + terbuthylazine	Zeagran 340 SE	1,8	IBF/IBF
bromoxynil + terbuthylazine + mesotrione	Zeagran 340 SE + Callisto 100 SC	1,0 + 1,0	IBF/IBF/IBK
terbuthylazine + mesotrione + S-metolachlor	Lumax 537,5 SE	3,0	IBF /IBK/ IBL
S-metolachlor + mesotrione	A 12807J	2,0	IBL/ IBK
mesotrione + terbuthylazine	A 13726E	1,25	IBK/IBF
prosulfuron + dicamba + adjuwant (ethoxylated isodecyl alcohol – 90%)	A 14031E	0,3	IBA/RW
fluroxypyr + mesotrione	Starane 250 EC + Callisto 100 SC	1,0 + 1,0	RW/IBK

\*IBF – inhibitory fotosyntezy – *photosynthesis inhibitors* (HRAC:C1)

IBK – inhibitory biosyntezykarotenoidów – *carotenoid biosynthesis inhibitors* (HRAC:F2)

IBL – inhibitory biosyntezy lipidów – *lipids biosynthesis inhibitors* (HRAC:K3)

RW – regulatory wzrostu – *growthregulators* (HRAC:0)

oceniano skuteczność chwastobójczą herbicydów wykonaną 3–4 tygodnie po zabiegu. Na każdym poletku kontrolnym w czterech losowo wybranych miejscach wyznaczonych ramką o powierzchni 50 cm x 25 cm policzono wszystkie chwasty z podziałem na gatunki, natomiast skuteczność działania herbicydów na obiektach zabiegowych określono metodą wizualną wyrażoną w procentach (100% – całkowite zniszczenie, 0% – brak działania herbicydu), w porównaniu do obiektu kontrolnego.

Ocenę wrażliwości sorga zwyczajnego na aplikowane substancje aktywne określono w porównaniu do obiektu kontrolnego na podstawie wykonanych analiz: obsady, wysokości oraz świeżej masy roślin. Obsada oraz świeża masa roślin określona została dla środkowego rzędu natomiast wysokość roślin dla 15 losowo wybranych roślin na poletku. Obsadę roślin przeliczono następnie na powierzchnię 1 m<sup>2</sup>, świeżą masę roślin na t·ha<sup>-1</sup>, a wysokość roślin na 1 roślinę.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej dla doświadczeń jednoczynnikowych metodą analizy wariancji na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI I DISKUSJA

W latach prowadzonych badań w uprawie *S. vulgare* dominującymi gatunkami chwastów, które pojawiły się na poletkach doświadczalnych były *Echinochloa crus-galli* L. (5–20 szt.·m<sup>2</sup>) oraz *Chenopodium album* L. (5–10 szt.·m<sup>2</sup>), gatunkami towarzyszącymi były natomiast *Viola arvensis* L., *Geranium pusillum* L. oraz *Brassica napus* L. Na podstawie danych zawartych w tabeli 2. można stwierdzić, że gatunek *E. crus-galli* był wrażliwy na wszystkie mieszane substancje aktywne. Drugi dominujący gatunek – *Ch. album* był w najwyższym stopniu zwalczony na obiektach, w których stosowano mieszaninę bromoksynil + terbuthylazyna + mezotrion oraz fluroksypyr + mezotrion. Wpływ stosowanych w doświadczeniu herbicydów na rośliny

Tabela 2. Skuteczność chwastobójcza herbicydów stosowanych w uprawie *S. bicolor* (ocena wizualna)  
Table 2. Efficacy of herbicides applied in *S. bicolor* cultivation (visual assessment)

Substancja aktywna <i>Active substance</i>	Dawka herbicydu na 1 ha <i>Herbicide dose per 1 ha</i>	Zniszczenie chwastów % <i>Weed control %</i>	
		<i>E. crus-galli</i>	<i>Ch. album</i>
bromoxynil + terbuthylazine	1,8	100	40
bromoxynil + terbuthylazine + mesotrione	1,0 + 1,0	100	95
terbuthylazine + mesotrione + S-metolachlor	3,0	100	75
S-metolachlor + mesotrione	2,0	97	70
mesotrione + terbuthylazine	1,25	100	97
prosulfuron + dicamba + adjuvant (ethoxylated isodecyl alcohol – 90%)	0,3	96	40
fluroksypyr + mesotrione	1,0 + 1,0	100	94

*S. vulgare* określono na podstawie obsady roślin, świeżej masy roślin na poletku oraz średniej wysokości roślin.

Średnio z lat badań wykazano istotne różnice w obsadzie roślin sorga pomiędzy obiektami doświadczalnymi (tab. 3). W większości obiektów, za wyjątkiem tych, w których stosowano mieszaninę bromoksynil + terbutylazyna + mezotrion oraz prosulfuron + dikamba, odnotowano istotne zwiększenie obsady roślin sorga w porównaniu do obiektu kontrolnego. Największą obsadę odnotowano w obiektach, na których aplikowano mieszaninę terbutylazyna + mezotrion + s-metolachlor oraz s-metolachlor + mezotrion. W roku 2010 na obiekcie, w którym stosowano mieszaninę prosulfuron + dikamba nie wykazano istotnych różnic względem obiektu kontrolnego, natomiast w roku 2011 istotne zwiększenie obsady roślin sorga obserwowano na poletkach, na których aplikowano dwie mieszaniny: s-metolachlor + mezotrion oraz fluroksypyr + mezotrion.

Tabela 3. Wpływ ocenianych herbicydów na obsadę roślin *S. bicolor* (szt.·m<sup>-2</sup>)

Table 3. Effect of tested herbicides on *S. bicolor* density (no.·m<sup>-2</sup>)

Substancja aktywna <i>Active substance</i>	2010	2011	Średnio <i>Average</i>
Kontrola – <i>Control</i>	8,7	19,4	14,1
bromoxynil + terbuthylazine	9,8	19,3	14,5
bromoxynil + terbuthylazine + mesotrione	10,6	17,7	14,2
terbuthylazine + mesotrione + S-metolachlor	10,7	19,0	14,9
S-metolachlor + mesotrione	10,5	19,9	15,2
mesotrione + terbuthylazine	9,5	19,0	14,2
prosulfuron + dicamba + adjuvant (ethoxylated isodecyl alcohol – 90%)	9,5	18,7	14,1
fluroxypyr + mesotrione	9,3	19,9	14,7
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,1	0,3	0,1

Niezależnie od lat badań istotne zwiększenie wysokości roślin sorga potwierdzono dla obiektów, na których stosowano mieszaniny: bromoksynil + terbutylazyna, terbutylazyna + mezotrion + s-metolachlor, s-metolachlor + mezotrion, oraz prosulfokarb + dikamba (tab. 4). Najwyższe rośliny sorga zebrano z obiektu, na którym aplikowano mieszaninę herbicydów terbutylazyna + mezotrion + s-metolachlor a wysokość tych roślin przewyższała rośliny z obiektu kontrolnego o około 12%.

Najsilniejszy efekt stosowanych herbicydów uwidocznił się w odniesieniu do świeżej masy sorga zwyczajnego (tab. 5). W każdym z ocenianych obiektów herbicydowych oraz w każdym roku prowadzonych obserwacji stwierdzono istotne zwiększenie masy roślin względem kontroli. Najwyższy przyrost świeżej masy roślin (o około 93–114%) wykazano dla obiektów, w których aplikowano mieszaniny: bromoksynil + terbutylazyna, terbutylazyna + mezotrion + s-metolachlor, s-metolachlor + mezotrion.

Tabela 4. Wpływ ocenianych herbicydów na wysokość roślin *S. bicolor* (cm)Table 4. Effect of tested herbicides on *S. bicolor* height (cm)

Substancja aktywna <i>Active substance</i>	2010	2011	Średnio <i>Average</i>
Kontrola – <i>Control</i>	242	278	260
bromoxynil + terbuthylazine	249	316	283
bromoxynil + terbuthylazine + mesotrione	228	276	252
terbuthylazine + mesotrione + S-metolachlor	278	307	292
S-metolachlor + mesotrione	265	292	279
mesotrione + terbuthylazine	238	284	261
prosulfuron + dicamba + adjuvant (ethoxylated isodecyl alcohol – 90%)	247	296	271
fluroxypyr + mesotrione	222	278	250
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	4	2	3

Tabela 5. Wpływ ocenianych herbicydów na świeżą masę roślin *S. bicolor* (t·ha<sup>-1</sup>)Table 5. Effect of tested herbicides on *S. bicolor* fresh biomass (t·ha<sup>-1</sup>)

Substancja aktywna <i>Active substance</i>	2010	2011	Średnio <i>Average</i>
Kontrola – <i>Control</i>	25,3	40,1	32,7
bromoxynil + terbuthylazine	45,2	82,3	63,8
bromoxynil + terbuthylazine + mesotrione	31,3	42,5	36,9
terbuthylazine + mesotrione + S-metolachlor	51,6	88,1	69,8
S-metolachlor + mesotrione	37,4	88,4	62,9
mesotrione + terbuthylazine	36,0	72,2	54,1
prosulfuron + dicamba + adjuvant (ethoxylated isodecyl alcohol – 90%)	31,0	63,7	47,3
fluroxypyr + mesotrione	31,1	59,9	45,5
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	2,0	1,8	0,8

Stosowanie mieszanin substancji aktywnych jest często stosowanym rozwiązaniem, które umożliwia regulację szerszego spektrum gatunków chwastów występujących w łanie rośliny uprawnej. Przykładem badań prowadzonych nad możliwością wymienionego sposobu aplikacji są doświadczenia wykonane w kukurydzy [Drzewiecki i Pietryga 2010, Skrzypczak i in. 2007, Woźnica i Idziak 2010] oraz we wcześniejszych badaniach w sorgo [Kaczmarek i in. 2012, Snarska i Konecki 2010].

Jak wynika z dotychczas prowadzonych badań [Abit i in. 2009, Skrzypczak i in. 2008] mezotrion aplikowany po wschodach sorga może powodować przejściowe uszkodzenia rośliny.

ny uprawnej, nie mające jednak ujemnego wpływu na wysokość plonów sorga. Korzystnym rozwiązaniem w celu uniknięcia przejściowych objawów działania mezotrionu, należącego do grupy inhibitorów biosyntezy karotenoidów (prowadzący do bielienia roślin) jest aplikacja tej substancji w mniejszej dawce łącznie z innymi substancjami. Dowodem na możliwość nalistnej aplikacji mezotrionu w kukurydzy z innymi substancjami (np. nikosulfuron, dikamba, chloryralid) prezentują badania Jamesa i in. [2006] oraz Skrzypczaka i in. [2011]. W badaniach własnych bardzo wysoką selektywnością względem rośliny uprawnej charakteryzowała się mieszanina mezotrionu z: terbutylazyną i metolachlorem-s lub z samym metolachlorem-s.

Na podstawie obserwacji prowadzonych w latach 2010–2011 można stwierdzić, że w grupie substancji, które należały do wysoce selektywnych w stosunku do sorga, znalazły się również bromoksynil + terbutylazyna. Możliwość nalistnego zastosowania wskazanej mieszaniny w uprawie sorga potwierdzają również doświadczenia wykonane przez Pannaciego i in. [2010]. Autorzy potwierdzili w swojej pracy przydatność innego powszchodowego rozwiązania z udziałem substancji terbutylazyna, jakim było jej zastosowanie z substancją metolachlor-s.

## WNIOSKI

1. Każda z zastosowanych mieszanin substancji aktywnych charakteryzowała się wysoką skutecznością w stosunku do *E. crus-galli*, natomiast gatunek *Ch. album* był w najwyższym stopniu wrażliwy na mieszaniny herbicydów bromoksynil + terbutylazyna + mezotrion, mezotrion + terbutylazyna oraz fluroksypyr + mezotrion.
2. Istotne zwiększenie obsady roślin *S. bicolor* w stosunku do obiektu kontrolnego stwierdzono w większości ocenianych obiektów doświadczalnych, za wyjątkiem tych na których aplikowano mieszaninę bromoksynil + terbutylazyna + mezotrion oraz prosulfuron + dikamba.
3. Na obiektach, w których zastosowano mieszaninę herbicydów bromoksynil + terbutylazyna, terbutylazyna + mezotrion + s–metolachlor, s–metolachlor + mezotrion oraz prosulfuron + dikamba wykazano istotne zwiększenie wysokości roślin *S. bicolor*.
4. W każdym z ocenianych obiektów doświadczalnych odnotowano istotny przyrost świeżej masy roślin *S. bicolor* w porównaniu do obiektu kontrolnego.

## PIŚMIENNICTWO

- Abit M.J.M., Al-Khatib K., Regehr D.L., Tuinstra M.R., Claassen M.M., Geier P.W., Stahlman P.W., Gordon B.W., Currie R.S. 2009. Differential response of grain sorghum hybrids to foliar-applied mesotrione. *Weed Technol.* 23: 28–33.
- Drzewiecki S., Pietryga J. 2010. Efektywność działania herbicydów w dawkach dzielonych, obniżonych, zastosowanych łącznie z adiuwantami w uprawie kukurydzy. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 50(1): 297–302.
- Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 14.12.2010 C 337 A/1. Komunikaty instytucji, organów i jednostek organizacyjnych Unii Europejskiej. Komisja Europejska. Wspólnotowy Katalog Odmian Roślin Rolniczych 29. pełne wydanie (2010/C 337 A/01) (<http://eur-lex.europa.eu>).
- James T. K., Rahman A., Hicking J. 2006. Mesotrione – a new herbicide for weed control in maize. *New Zel. Plant Prot.* 59: 242–249.
- Kaczmarek S., Matysiak K., Kierzek R. 2012. Ocena wrażliwości *Sorghum vulgare* L. na wybrane substancje aktywne herbicydów. *Nauka Przyr. Technol.* 6(2), #27.
- Laidlaw H.K. Godwin I.D. 2009. Sorghum. *Compendium of transgenic crop plants. Transgenic cereals and forage grasses.* Ch. Kole, T.C. Hall (eds.). Blackwell Publishing Ltd.: 157–176.

- Pannacci E., Bartolini S., Covarelli G. 2010. Chemical weed control in biomass sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. Agric. Segm. 1(1) AGS/1516 (<http://www.segmentjournals.com>).
- Redfearn D., Venuto B., Twidwell E., Hogan A., Wicke G., Shields T. 2000. Growing summer annuals as a forage option. Louisiana Cattleman 33: 8–1
- Rooney W.L., Blumenthal J., Bean B., Mullet J.E. 2007. Denirhas a diadbioerfedtck. VBioful Bod. Bio-ref. 1:147–157.
- Skrzypczak G., Sobiech Ł., Waniorek W. 2011. Evaluation of the efficacy of mesotrione plus nicosulfuron with additives as tank mixtures used for weed control in maize (*Zea mays* L.). J. Plant Prot. Res. 51(3): 300–305.
- Skrzypczak G.A., Pudelko J.A., Waniorek W. 2007. Assessment of the tank mixture of mesotrione and pethoxamid plus terbuthylazine efficacy for weed control in maize (*Zea mays* L.). J. Plant Prot. Res. 47(4): 375–381.
- Skrzypczak W., Szulc P., Waligóra H. 2008. Efektywność zwalczania chwastów w sorgu. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 48(2): 665–668.
- Snarska K., Konecki R. 2010. Ocena skuteczności wybranych herbicydów stosowanych do ograniczania chwastów w sorgu. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 50(3): 1405–1409.
- Squire G. R. 1990. Effects of changes in climate and physiology around the dry limits of agriculture in the tropics. Jackson M., Ford-Lloyd B.V., Parry M.L. (eds). Climatic changes and plant genetic resources. Belhaven Press, London: 116–147.
- Steduto P., Katerji N., Puertos-Molina H., Unlu M., Mastrorilli M., Rana G. 1997. Water use efficiency of sweet sorghum under water stress conditions: gas exchange investigations at leaf and canopy scales. Field Crop Res. 54: 221–234.
- Woźnica Z., Idziak R. 2010. Skuteczność chwastobójcza mieszanin herbicydów z adiuwantami w uprawie kukurydzy. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 50(2): 845–848.

S. KACZMAREK, K. MATYSIAK, R. KIERZEK

#### RESPONSE OF *SORGHUM BICOLOR* L. MOENCH TO THE SELECTED POSTEMERGENCE HERBICIDES

##### Summary

In the years 2010–2011 at the Institute of Plant Protection-National Research Institute field experiments were conducted which aimed to determine the suitability of selected herbicides in sorghum cultivation var. Sucrosorgo 506. Efficacy of herbicide active substances and their selectivity to sorghum plants, based on analysis of plant density, plant height and their fresh biomass were described in experiments. The results indicate that all applied herbicides successfully controlled *Echinochloa crus-galli* but *Chenopodium album* was very sensitive only to mixtures of: bromoxynil + terbuthylazine + mesotrione and mesotrione + terbuthylazine. Significant increase in fresh weight of sorghum plants was noticed at all combinations where herbicides were used. In most cases increase in sorghum density was also observed. A significant increase in plant height was confirmed for the objects, in which following mixtures were used: bromoxynil + terbuthylazine, mesotrione + terbuthylazine + s-metolachlor, s-metolachlor + mesotrione and prosulfuron + dicamba.