

WPLYW OBNIŻONYCH DAWEK HERBICYDÓW STOSOWANYCH Z ADIUWANTAMI W RÓŻNYCH TERMINACH NA ZACHWASZCZENIE I PŁONOWANIE KUKURYDZY

ZENON WOŹNICA¹, ROBERT IDZIAK

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

Synopsis. Celem 2-letnich badań polowych było poszukiwanie efektywnego pod względem biologicznym i ekonomicznym chemicznego sposobu odchwaszczania kukurydzy. Jako obiekty standardowe do doświadczeń wprowadzono dwa herbicydy w zalecanych przez producentów terminach i dawkach – terbutyloazynę (Click 500 SC) stosowaną przed wschodami kukurydzy oraz nikosulfuron (Accent 75 WG) stosowany dolistnie z surfaktantem niejonowym Trend 90 EC. Kombinacje będące przedmiotem badań stanowiły mieszaniny tych herbicydów w dawkach zredukowanych aplikowane jednorazowo lub dwukrotnie, w odstępach 7–10 dniowych. Mieszaniny badanych herbicydów stosowano z surfaktantem Trend 90 EC, z adiuwantem olejowym zawierającym ester metylowy kwasów tłuszczowych z buforem pH (Atpolan BIO 80 EC) oraz dodatkowo z mieszaniną tego adiuwanta z azotanem amonowym. Dominującymi gatunkami chwastów w kukurydzy były komosa biała, chwastnica jednostronna oraz samosiewy rzepaku. Uzyskane wyniki wskazują, że skuteczność chwastobójcza herbicydów Click 500 SC oraz Accent 75 WG stosowanych w zalecanych dawkach i terminach była niedostateczna w stosunku do ogółu występujących chwastów (odpowiednio 68 i 24%). Zastosowanie mieszanin tych herbicydów w dawkach zredukowanych z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC, a zwłaszcza z jego mieszaniną z azotanem amonowym, niezależnie od terminu aplikacji, okazało się wysoce efektywne w stosunku do wszystkich występujących gatunków chwastów (skuteczność chwastobójcza od 91–95%) oraz przyczyniło się do zdecydowanie najsilniejszego wzrostu plonów ziarna kukurydzy i uzyskania największej opłacalności zastosowanej metody zwalczania chwastów.

Słowa kluczowe: kukurydza, zwalczanie chwastów, herbicydy, dawki dzielone, adiuwanty

WSTĘP

Ze względu na bardzo wolny początkowy wzrost i niską obsadę na jednostce powierzchni kukurydza zwyczajna (*Zea mays* L.) jest łatwo opanowywana przez chwasty, co z reguły prowadzi do silnej redukcji, a nawet całkowitej utraty plonu [Idziak i Woźnica 2013, Rola 1986, Sulewska i in. 2012]. Z tego powodu skuteczne odchwaszczanie kukurydzy, aktualnie oparte prawie wyłącznie na stosowaniu herbicydów, jest bezwzględnie konieczne. Okazuje się, że występowanie w kukurydzy nawet małej liczby chwastów odznaczających się dużą konkurencyjnością, a zwłaszcza komosy białej (*Chenopodium album* L.), szarłatu szorstkiego (*Amaranthus retroflexus* L.) czy chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) jest jedną z najczęstszych przyczyn uniemożliwiających wykorzystanie potencjalnie wysokiej zdolności plonotwórczej kukurydzy i pogorszenia opłacalności jej uprawy.

Dotychczasowe badania wskazują, że zmienny na ogół stan zachwaszczenia kukurydzy oraz warunków glebowo-klimatycznych zmuszają do bardziej precyzyjnego doboru herbicydów

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

oraz stosowania mieszaniny kilku uzupełniających się substancji aktywnych w jednym zabiegu [Kudsk 2002]. W przypadku stosowania herbicydów dolistnych ważny jest także dobór właściwych adiuwantów aktywujących do cieczy opryskowej w celu ograniczenia wpływu czynników utrudniających retencję kropeł opryskowych na powierzchni chwastów oraz pobieranie i transport substancji aktywnych herbicydów do miejsca działania [Nalewaja i in. 1986, Woźnica i Skrzypczak 1998, Woźnica i in. 2005]. Celowe może być również zastosowanie mieszaniny substancji aktywnych w dwóch zabiegach wykonywanych w kilkunastodniowych odstępach [Idziak i Woźnica 2009]. Zaletą takiej aplikacji mieszaniny herbicydów, zwłaszcza jeśli znajdują się w niej substancje aktywne o różnym mechanizmie działania, jest także hamowanie selekcji biotypów odpornych na herbicydy [Rola i Rola 2002, Woźnica i in. 1996]. Dwukrotne stosowanie herbicydów jest jednak obciążone dodatkowymi kosztami i niedogodnościami natury organizacyjnej, co może zniechęcać użytkowników do takiego sposobu odchwaszczania kukurydzy. Celem badań było stwierdzenie czy dwukrotne stosowanie mieszaniny herbicydów, z których jeden wykazuje działanie dogłębne (terbutyloazyna), a drugi dolistne (nikosulfuron), po wschodach kukurydzy w dawkach zredukowanych z odpowiednio dobranymi adiuwantami aktywującymi, może przyczynić się do zapewnienia wystarczającej skuteczności chwastobójczej, zwiększenia plonowania kukurydzy oraz poprawienia opłacalności jej uprawy.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2010–2011 w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym w Brodach koło Poznania (52°43' N, 16°30' E) na glebie płowej zaliczanej do klasy bonitacyjnej IIIB–IVa. Poletka o powierzchni 25 m² (2,5 m x 10 m) obsiewano kukurydzą odmiany P8100 w ilości 8 szt.·m⁻¹ i 70. cm rozstawie rzędów. Nawożenie mineralne kukurydzy zastosowano w ilości 140 kg N, 60 kg P i 60 kg K·ha⁻¹. Jako obiekty porównawcze chemicznego odchwaszczania kukurydzy badano dwa herbicydy aplikowane w zalecanych przez producentów terminach i dawkach – terbutyloazynę (Click 500 SC, 1,5 dm³·ha⁻¹) przed wschodami kukurydzy (BBCH 01) oraz nicosulfuron (Accent 75 WG, 80 g·ha⁻¹) dolistnie z surfaktantem niejonowym Trend 90 EC (0,1%) w fazie 3–5 liści kukurydzy (BBCH 15). Kombinacje będące przedmiotem badań stanowiły mieszaniny tych herbicydów aplikowane w dawkach zredukowanych jednorazowo w fazie wzrostu kukurydzy BBCH 15 lub dwukrotnie – pierwszy zabieg w fazie wzrostu kukurydzy BBCH 12, a kolejny w fazie BBCH 15. Mieszaniny badanych herbicydów stosowano z surfaktantem Trend 90 EC w stężeniu 0,1%, z adiuwantem olejowym zawierającym ester metylowy kwasów tłuszczowych z buforem pH (Atpolan BIO 80 EC) w dawce 1,5 dm³·ha⁻¹ oraz dodatkowo z mieszaniną tego adiuwanta z azotanem amonowym (2 kg·ha⁻¹). Zabiegi wykonano opryskiwaczem poletkowym zaopatrzoną w 4 rozpylacze szczelinowe Lurmark 02 110 o wydatku 200 dm³·ha⁻¹, przy ciśnieniu roboczym 0,3 MPa.

Skuteczność chwastobójczą zastosowanych sposobów odchwaszczania kukurydzy określono w III dekadzie czerwca (po około 4 tygodniach od ostatniego zabiegu chemicznego) na podstawie analizy wagowej zachwaszczenia i stwierdzenia ubytku świeżej masy występujących gatunków chwastów na poletkach odchwaszczanych chemicznie w stosunku do kombinacji kontrolnej (nieodchwaszczanej). Określono także wpływ badanych kombinacji herbicydowo-adiuwantowych na plon ziarna kukurydzy oraz na opłacalność jej odchwaszczania. Opłacalność odchwaszczania wyliczono z różnicy wynikającej z wartości przyrostów plonów ziarna kukurydzy odchwaszczanej określonymi kombinacjami herbicydowymi w stosunku do kombinacji kontrolnej, a wartości zastosowanych herbicydów, łącznie z kosztem ich aplikacji. Do obliczeń

przyjęto przeciętne ceny ziarna kukurydzy, herbicydów i adiuwantów, a także koszty aplikacji środków ochrony roślin w Wielkopolsce w 2011 r.

Doświadczenia zakładano metodą bloków losowanych kompletnie zrandomizowanych, w czterech powtórzeniach. Istotność zróżnicowania wyników oceniono na podstawie analizy wariancji i testu t-Studenta przy poziomie istotności $p = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

W obydwu latach badań przebieg pogody w początkowym okresie wegetacji kukurydzy był dość korzystny dla jej wzrostu, a także dla chwastobójczego działania zastosowanych herbicydów. Również warunki pogodowe w dalszym okresie wegetacji sprzyjały wzrostowi i rozwojowi kukurydzy. Jedynie w czerwcu 2010 r. zanotowano krótkotrwałe zahamowanie wzrostu kukurydzy spowodowane niskimi opadami i niedoborem wody w glebie. Dominującymi gatunkami chwastów, które występowały w kukurydzy były: komosa biała (*Chenopodium album* L.), chwastnica jednostronna (*Echinochloa-crus galli* (L.) P. Beauv.) i samosiewy rzepaku (*Brassica napus* ssp. *napus*). W obydwu latach badań liczba tych gatunków na poletkach kontrolnych była podobna i wynosiła średnio 48,3, 17,1 i 5,4 szt. \cdot m². Skuteczność chwastobójcza herbicydu Click 500 SC stosowanego dogłębowo oraz herbicydu Accent 75 WG stosowanego dolistnie – jednorazowo w dawkach zalecanych, była bardzo niska i wynosiła w stosunku do ogółu zachwaszczenia odpowiednio 68 i 24% (tab. 1). Herbicyd Accent 75 WG, pomimo, że dobrze zwalczał chwastnicę jednostronną, doprowadził do kompensacji gatunków dwuliściennych, głównie komosy białej. Natomiast niska skuteczność chwastobójcza preparatu Click 500 SC wynikała przede wszystkim z dużej tolerancyjności chwastnicy jednostronnej na terbutyloazynę zawartą w tym herbicydzie.

Działanie badanych herbicydów stosowanych jednorazowo w mieszaninie, pomimo zmniejszonej o 30% dawki terbutyloazyny i o 50% dawki nikosulfuronu, wykazało stosunkowo wysoką, jednak zróżnicowaną skuteczność chwastobójczą w stosunku do ogółu występujących chwastów. Skuteczność ta, w zależności od użytego adiuwanta wahała się od 75 do 94%. Najmniej efektywnym adiuwantem dla badanej mieszaniny herbicydów stosowanych w dawkach obniżonych okazał się surfaktant Trend 90 EC. Zdecydowanie korzystniejszym był natomiast adiuwant oparty na estrze metylowym kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego z wbudowanym buforem pH (Atpolan BIO 80 EC), zwłaszcza jeśli stosowano go dodatkowo w mieszaninie z azotanem amonowym.

Mieszaniny herbicydów Click 500 SC + Accent 75 WG stosowane dwukrotnie w dawkach 0,75 dm³ + 20 g \cdot ha⁻¹ w każdym zabiegu z surfaktantem Trend 90 EC (0,1%) lub adiuwantem olejowym Atpolan BIO 80 EC (1,5 dm³ \cdot ha⁻¹) oraz mieszaniną tego adiuwanta z azotanem amonowym (2 kg \cdot ha⁻¹) okazały się bardzo efektywne, obniżając masę występujących chwastów o 78–95%. Połączenie adiuwanta olejowego z mineralnym gwarantowało również wysoką skuteczność chwastobójczą (91%) silnie obniżonych dawek mieszaniny herbicydów Click 500 SC + Accent 75 WG (0,4 dm³ + 10 g \cdot ha⁻¹ w każdym zabiegu). W takich warunkach surfaktant Trend 90 EC zapewnił skuteczność badanej mieszaniny herbicydów jedynie na poziomie 64%. Dodać należy, że dwukrotne stosowanie mieszanin herbicydów łącznie z efektywną mieszaniną adiuwanta Atpolan BIO 80 EC z azotanem amonowym pozwoliło nie tylko na wyeliminowanie chwastów bardziej tolerancyjnych w stosunku do indywidualnych komponentów mieszaniny, ale zapobiegło jednocześnie wystąpieniu zachwaszczenia wtórnego kukurydzy. Pomimo wysokiej skuteczności chwastobójczej, żadna z testowanych mieszanin herbicydów stosowanych z adiuwantami nie wywołała jakichkolwiek uszkodzeń kukurydzy.

Tabela 1. Wpływ herbicydów na skuteczność chwastobójczą i plony ziarna kukurydzy
 Table 1. Efficacy of herbicides and grain yield of maize

Kombinacja Treatment	Dawka na 1 ha Rate per 1 ha	Łączna dawka substancji aktywnych herbicydów Total rate of herbicide active ingredients (g·ha ⁻¹)	Termin stosowania Time of application (BBCH)	Skuteczność chwastobójcza herbicydów Efficacy of herbicides (%)	Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)
Kontrola – Check	-	-	-	0 f	1,3 e
Click 500 SC*	1,5 dm ³	750	01	68 cd	6,5 c
Accent 75 WG** + Trend 90 EC	80 g + 0,1 %	60	15	24 e	3,1 d
Click 500 SC + Accent 75 WG + Trend 90 EC	1,0 dm ³ + 40 g + 0,1%	530	15	75 bcd	7,9 bc
Click 500 SC + Accent 75 WG + Atpolan BIO 80 EC	1,0 dm ³ + 40 g + 1 dm ³	530	15	88 abc	9,1 ab
Click 500 SC + Accent 75 WG + Atpolan BIO 80 EC + azofoan amonowy – ammonium nitrate	1,0 dm ³ + 40 g + 1 dm ³ + 2 kg	530	15	94 ab	10,0 a
Click 500 SC + Accent 75 WG + Trend 90 EC	0,75 dm ³ + 20 g + 0,1%	790	12/15	78 abcd	8,8 ab
Click 500 SC + Accent 75 WG + Atpolan BIO 80 EC	0,75 dm ³ + 20 g + 1 dm ³	790	12/15	88 abc	9,6 a
Click 500 SC + Accent 75 WG + Atpolan BIO 80 EC + azofoan amonowy – ammonium nitrate	0,75 dm ³ + 20 g + 1 dm ³ + 2 kg	790	12/15	95 a	10,3 a
Click 500 SC + Accent 75 WG + Trend 90 EC	0,4 dm ³ + 10 g + 0,1 %	415	12/15	64 d	7,8 bc
Click 500 SC + Accent 75 WG + Atpolan BIO 80 EC	0,4 dm ³ + 10 g + 1 dm ³	415	12/15	80 abcd	9,5 a
Click 500 SC + Accent 75 WG + Atpolan BIO 80 EC + azofoan amonowy – ammonium nitrate	0,4 dm ³ + 10 g + 1 dm ³ + 2 kg	415	12/15	91 ab	9,9 a

* terbuthylazyna – terbuthylazine, **nikosulfuron – nicosulfuron

Tabela 2. Wpływ herbicydów na opłacalność odchwaszczania kukurydzy
Table 2. Effect of herbicides on profitability of weed control in maize

Kombinacja Treatment	Dawka na 1 ha Rate per 1 ha	Termin stosowania Time of application (BBCH)	Wartość zwwyżki plonu ziarna Value of grain yield enhancement (PLN·ha ⁻¹)	Koszt zwalczania chwastów Cost of weed control (PLN·ha ⁻¹)	Opłacalność zwalczania chwastów Net return (PLN·ha ⁻¹)***
Kontrola – Check	-	-	-	-	-
Click 500 SC*	1,5 dm ³	01	3167	127	3040
Accent 75 WG ** + Trend 90 EC	80 g + 0,1 %	15	1096	248	852
Click 500 SC + Accent 75 WG + Trend 90 EC	1,0 dm ³ + 40 g + 0,1%	15	4019	201	3818
Click 500 SC + Accent 75 WG + Atpolan BIO 80 EC	1,0 dm ³ + 40 g + 1 dm ³	15	4750	212	4538
Click 500 SC + Accent 75 WG + Atpolan BIO 80 EC + azotan amonowy – ammonium nitrate	1,0 dm ³ + 40 g + 1 dm ³ + 2 kg	15	5298	215	5083
Click 500 SC + Accent 75 WG + Trend 90 EC	0,75 dm ³ + 20 g + 0,1%	12/15	4568	204	4364
Click 500 SC + Accent 75 WG + Atpolan BIO 80 EC	0,75 dm ³ + 20 g + 1 dm ³	12/15	5055	215	4840
Click 500 SC + Accent 75 WG + Atpolan BIO 80 EC + azotan amonowy – ammonium nitrate	0,75 dm ³ + 20 g + 1 dm ³ + 2 kg	12/15	5481	218	5263
Click 500 SC + Accent 75 WG + Trend 90 EC	0,4 dm ³ + 10 g + 0,1 %	12/15	3959	165	3794
Click 500 SC + Accent 75 WG + Atpolan BIO 80 EC	0,4 dm ³ + 10 g + 1 dm ³	12/15	4994	176	4818
Click 500 SC + Accent 75 WG + Atpolan BIO 80 EC + azotan amonowy – ammonium nitrate	0,4 dm ³ + 10 g + 1 dm ³ + 2 kg	12/15	5237	179	5058

*terbutyloazyna – terbuthylazine; **nikosulfuron – nicosulfuron; *** wyliczone na podstawie przeciętnych cen ziarna kukurydzy oraz kosztów herbicydów i adiuwantów oraz kosztów ich aplikacji w 2011 r. – calculations were done based upon average prices of grain of maize, herbicides, adjuvants and cost of their application in 2011

Dwukrotna aplikacja mieszaniny herbicydów Click 500 SC + Accent 75 WG ($0,75 \text{ dm}^3 + 20 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ w każdym zabiegu oraz $0,4 \text{ dm}^3 + 10 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ w każdym zabiegu) łącznie z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC i dodatkowo z azotanem amonowym, dzięki prawie całkowitej eliminacji chwastów, wpłynęła na wzrost plonów ziarna kukurydzy o $8,3\text{--}10,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w porównaniu do obiektu kontrolnego (tab. 1). Tymczasem wzrost plonów ziarna po jednorazowym zastosowaniu herbicydu Click 500 SC i Accent 75 WG w dawkach zalecanych i z zalecanym adiuwantem Trend 90 EC (w przypadku herbicydu Accent 75 WG) był zdecydowanie niższy i wyniósł odpowiednio $6,3$ i $1,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Ceny badanych mieszanin herbicydów z adiuwantami, łącznie z kosztem ich aplikacji, wahały się od $165\text{--}218 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$, wobec $127\text{--}248 \text{ zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ w przypadku jednorazowego stosowania herbicydów porównawczych (tab. 2). Biorąc pod uwagę wysoką skuteczność chwastobójczą i wynikający z niej znaczny wzrost wartości uzyskanego plonu ziarna, opłacalność stosowania mieszanin herbicydów z dodatkiem adiuwantów wahała się od $3794\text{--}5263 \text{ PLN}\cdot\text{ha}^{-1}$. Największą opłacalność ($5083\text{--}5263 \text{ PLN}\cdot\text{ha}^{-1}$), niezależnie od sposobu stosowania herbicydów (jednorazowo lub dwukrotnie) gwarantowały mieszaniny herbicydów zawierających terbutyloazynę i nikosulfuron z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC, łącznie z azotanem amonowym. Z punktu widzenia efektów biologicznych, ekonomicznych i środowiskowych można stwierdzić, że kombinacja herbicydów Click 500 SC + Accent 75 WG stosowana w dawce $0,4 \text{ dm}^3 + 10 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ w każdym zabiegu z adiuwantem Atpolan BIO 80 EC łącznie z azotanem amonowym okazała się najkorzystniejsza, gdyż zagwarantowała wysoką skuteczność chwastobójczą (91%) i wysoką opłacalność odchwaszczania ($5058 \text{ PLN}\cdot\text{ha}^{-1}$), przy jednocześnie niskim zużyciu substancji aktywnej na jednostkę powierzchni ($415 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Przeprowadzone badania potwierdzają, że kukurydza jest rośliną wyjątkowo wrażliwą na zachwaszczenie, gdyż zareagowała na występujące chwasty prawie całkowitą utratą plonów ziarna. Jednorazowe zastosowanie herbicydów Click 500 SC i Accent 75 WG w zalecanych dla praktyki rolniczej terminach i dawkach okazało się mało efektywne. Bardzo skuteczne okazały się natomiast mieszaniny tych herbicydów stosowane w dawkach silnie obniżonych, ale z odpowiednio dobranymi adiuwantami. Dobór co najmniej dwóch substancji aktywnych stosowanych dwukrotnie na chwasty w okresie największej ich wrażliwości, zwiększył ich aktywność biologiczną i poszerzył spektrum zwalczanych gatunków chwastów. Na podstawie dotychczas wykonanych badań można z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że dodatek estru metyloвого kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego z buforem pH (Atpolan BIO 80 EC), a zwłaszcza mieszaniny tego adiuwanta z azotanem amonowym przyczynił się do zwiększonej retencji kropeł opryskowych na powierzchni chwastów oraz do wzmożonej absorpcji substancji aktywnej do komórek roślinnych [Gronwald i in. 1993, Joost 1998, Nalewaja i in. 1986]. Stosowanie herbicydów w mieszaninie oraz w dwóch terminach na chwasty w okresie ich największej wrażliwości może być polecanym rozwiązaniem i przynieść wymierne korzyści ekonomiczne i środowiskowe, podobnie jak to stwierdzono w przypadku zwalczania uciążliwych chwastów na plantacjach buraka cukrowego [Dexter i Lucke 1998, Woźnica i in. 2007].

WNIOSKI

1. Skuteczność herbicydów Click 500 SC (terbutyloazyna) oraz Accent 75 WG (nikosulfuron) stosowanych jednorazowo w zalecanych dawkach ($1,5 \text{ dm}^3$ i $80 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) oraz terminach w stosunku do ogółu występujących chwastów reprezentowanych przez komosę białą, chwastnicę jednostronną i samosiewy rzepaku była niedostateczna (68 i 24%).
2. Dwukrotne stosowanie mieszaniny herbicydów Click 500 SC + Accent 75 WG w dawkach obniżonych nawet do $0,4 \text{ dm}^3 + 10 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ w każdym zabiegu z adiuwantem zawierającym

ester metylowy kwasów tłuszczowych i bufor pH (Atpolan BIO 80 EC) oraz dodatkowo z azotanem amonowym ($1,5 \text{ dm}^3 + 2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) gwarantowało wysoką skuteczność chwastobójczą (91%) i wysoką opłacalność odchwaszczania ($5058 \text{ PLN} \cdot \text{ha}^{-1}$), przy stosunkowo niskim zużyciu substancji aktywnej na jednostkę powierzchni ($415 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$).

PIŚMIENNICTWO

- Dexter A.G., Luecke J.L. 1998. Special survey on micro-rate. Sugarbeet Res. Ext. Rep. 29: 64–70.
- Gronwald J.W., Jourdan S.W., Wyse D.L., Somer D.A., Magnusson M.U. 1993. Effect of ammonium sulfate on absorption of imazethapyr by quackgrass (*Elytriga repens*) and maize (*Zea mays*) cell suspension cultures. Weed Sci. 41: 325–334.
- Idziak R., Woźnica Z. 2009. Ocena efektywności adiuwantów olejowego i mineralnego w mieszaninach herbicydów Callisto 100 SC i Maister 310 WG stosowanych w ochronie kukurydzy. Acta Sci. Pol., Agricultura 8(1): 17–26.
- Idziak R., Woźnica Z. 2013. Effect of nitrogen fertilizers and oil adjuvants on nicosulfuron efficacy. Turk. J. Field Crops 18: 174–178.
- Joost R.E. 1998. Benefits and more of action of nitrogen fertilizers as adjuvants. Proceed. Fifth Int. Symp. Adjuvants for Agrochemicals. Memphis, USA, 17–21 August 1998: 259–266.
- Kudsk P. 2002. Optimising herbicide performance. In: Weed management handbook. Naylor R.E.L. (ed.) Blackwell Publishing: 323–344.
- Nalewaja J.D., Skrzypczak G.A., Gillespie G.R. 1986. Absorption and translocation of herbicides with lipid compounds. Weed Sci. 34: 564–568.
- Rola H. 1986. Zależność wysokości plonów kukurydzy od okresu występowania w łanie *Echinochloa crus-galli* i *Amaranthus retroflexus*. Pam. Puł. 87: 15–170.
- Rola H., Rola J. 2002. Teoria i praktyka uodparniania się chwastów segetalnych na herbicydy stosowane w Polsce. Prog. Plant Prot. 41 (1): 375–382.
- Sulewska H., W. Kozłara, K. Śmiatacz, G. Szymańska, Panasiewicz K. 2012. Efficacy of selected herbicides in weed control of maize. Fragm. Agron. 29(3): 144–151.
- Woźnica Z., Adamczewski K., Heller K. 2005. Adiuwanty do środków ochrony roślin – aktualne trendy badawcze. Prog. Plant Prot. 45(1): 524–532.
- Woźnica Z., Adamczewski K., Manthey F.A. 1996. Biotypy chwastów odpornych na herbicydy. Prog. Plant Prot. 36(1): 97–101.
- Woźnica Z., Idziak R., Waniorek W. 2007. Mikrodamki herbicydów – nowa opcja odchwaszczania buraków cukrowych. Prog. Plant Prot. 47(2): 310–315.
- Woźnica Z., Skrzypczak G. 1998. Adjuvants for foliar applied herbicides. Ann. Warsaw Agricult. Univ. – SGGW, Agriculture 32: 33–42.

Z. WOŹNICA, R. IDZIAK

INFLUENCE OF REDUCED RATES OF HERBICIDES APPLIED WITH ADJUVANTS ET VARIOUS DATES ON WEED CONTROL AND YIELD OF MAIZE

Summary

Two years field experiment was conducted to develop an efficacious and cost-effective weed control program for maize. Reference herbicides containing terbuthylazine (Click 500 SC) and nicosulfuron (Accent 75 WG) + surfactant Trend 90 EC were applied at rates and timings according recommendations.

Tank-mixtures of these herbicides at reduced rates were split-applied at 7 to 10-day intervals with nonionic surfactant Trend 90 EC, methyleted seed oil adjuvant with build-in pH buffer (Atpolan BIO 80 EC) and mixture of this adjuvant with ammonium nitrate. Maize was infested mostly with *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-galli* and volunteer *Brassica napus* ssp. *napus* species Broadleaf plus grass weed control with standard herbicide treatment of Click 500 SC or Accent 75 WG applied at recommended rates and timings was only 68 and 24%, respectively. Tank-mixtures of this herbicides applied at reduced rates with Atpolan BIO 80 EC adjuvant and mixture of this adjuvant with ammonium nitrate, regardless on application timing, greatly increased weed control that ranged between 91 and 95%, gave the highest grain yield increase and provided the highest net return.

Key words: maize, weed control, herbicides, split-application, adjuvants.

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 22.05.2015

Do cytowania – *For citation*:

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.