

OCENA EFEKTYWNOŚCI ADIUWANTÓW OLEJOWEGO I MINERALNEGO W MIESZANINACH HERBICYDÓW CALLISTO 100 SC I MAISTER 310 WG STOSOWANYCH W OCHRONIE KUKURYDZY

Robert Idziak, Zenon Woźnica

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Streszczenie. W doświadczeniu polowym prowadzonym w latach 2005-2007 w Zakładzie Dydaktyczno-Doświadczalnym w Brodach (52°26' N; 16°18' E), należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, oceniano wpływ herbicydów Callisto 100 SC i Maister 310 WG stosowanych z adiuwantem olejowym (Actirob 842 EC) i mineralnym (RSM) na efektywność zwalczania chwastów i plon kolb kukurydzy odmiany Fido. Callisto 100 SC (mezotrion) i Maister 310 WG (foramsulfuron + jodosulfuron) stosowano w dawkach zalecanych, odpowiednio: 1,5 dm³·ha⁻¹ i 150 g·ha⁻¹ bez dodatku adiuwantów, a także w dawkach obniżonych do 0,75 i 0,50 dm³·ha⁻¹ oraz 75 i 50 g·ha⁻¹ z dodatkiem 1,5 dm³·ha⁻¹ adiuwanta Actirob 842 EC (ester metylowy oleju rzepakowego) i nawozu mineralnego RSM (roztwór saletrzano-mocznikowy) w dawce 2, 4 i 8 dm³·ha⁻¹. Skuteczność chwastobójczą stosowanych środków oznaczono na podstawie oceny zachwaszczenia. Herbicydy Callisto 100 SC i Maister 310 WG stosowane w dawkach zalecanych zwalczały *Chenopodium album* w ponad 90%, *Echinochloa crus-galli* w około 60%, chwasty ogółem odpowiednio w 89 i 93%. Skuteczność zwalczania chwastów mieszaninami herbicydów w dawkach obniżonych z dodatkiem adiuwanta olejowego i mineralnego (RSM) było zbliżone do skuteczności herbicydów aplikowanych w dawkach zalecanych. Plony kolb z obiektów opryskiwanych herbicydami kształtowały się na poziomie zbliżonym. Najniższe plony uzyskano na obiekcie kontrolnym (bez ochrony herbicydowej).

Słowa kluczowe: adiuwant mineralny, adiuwant olejowy, kukurydza, obniżone dawki herbicydu, RSM, skuteczność chwastobójcza

WSTĘP

Chwasty w uprawie kukurydzy wywierają bardzo duży wpływ na spadek plonu, a ich masowy pojaw powoduje także pogorszenie jakości materiału przeznaczonego na kiszonkę czy ziarno. Do typowych i bardzo uciążliwych gatunków chwastów jedno-

rocznych występujących w uprawie kukurydzy można zaliczyć m.in.: *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. i *Chenopodium album* L. [Adamczewski i in. 1997]. Efektywność zwalczania chwastów w kukurydzy zależy od właściwości herbicydów, warunków meteorologicznych w trakcie i po zabiegu oraz składu gatunkowego chwastów [Nalewaja i Matysiak 1993].

Mezotrion jest substancją aktywną z grupy trójketonów, powodującą zahamowanie biosyntezy karotenoidów, w wyniku czego następuje zniszczenie chlorofilu, widoczne w postaci bielenia liści [Mitchell i in. 2001]. Foramsulfuron i jodosulfuron metylowy to związki z grupy pochodnych sulfonylomocznika, blokujące aktywność syntazy aceto-laktanowej, enzymu koniecznego w biosyntezie aminokwasów, prowadzące do zaburzeń w biosyntezie białek, a w końcowym efekcie do zahamowania wzrostu i rozwoju roślin [Praczyk i Skrzypczak 2004]. Wymienione substancje służą do powschodowego zwalczania chwastów dwuliściennych, w tym *Chenopodium album*, oraz niektórych jednoliściennych, np. *Echinochloa crus-galli* w uprawie kukurydzy.

Efektywność zabiegu odchwaszczania można poprawić między innymi poprzez stosowanie mieszanin herbicydów. Przyjmuje się, że aplikowane w ten sposób herbicydy mogą być stosowane w niższych dawkach, zwłaszcza z dodatkiem adiuwantów, czyli substancji lub mieszaniny substancji dodawanej do środka ochrony roślin lub zbiornika opryskiwacza w celu poprawy działania substancji aktywnej lub zmiany właściwości fizykochemicznych cieczy opryskowej [McWhorter 1982, Hazen 2000, Penner 2000]. Odpowiednio dobrany adiuwant nie tylko ogranicza niekorzystny wpływ warunków siedliskowych na herbicyd w trakcie oprysku, ale pozwala również zniszczyć bardziej odporne chwasty, umożliwiając ograniczenie dawki substancji aktywnej, przy zachowaniu wysokiej skuteczności zabiegu odchwaszczania [Adamczewski i in. 1996, Idziak i Woźnica 2005, Idziak i in. 2006]. Adiuwanty dzieli się na surfaktanty, oleje, adiuwanty wieloskładnikowe powstałe z kilku komponentów oraz sole nieorganiczne i nawozy mineralne, np. RSM lub saletra amonowa [Woźnica i Skrzypczak 1998, Praczyk i Skrzypczak 2004, Woźnica i in. 2005].

Mezotrion oraz foramsulfuron + jodosulfuron oferowane są w Polsce w postaci herbicydów Callisto 100 SC i Maister 310 WG. Pierwszy zawiera w formulacji adiuwant i zgodnie z etykietą nie wymaga użycia dodatkowego wspomagacza, natomiast z drugim zaleca się stosować adiuwant olejowy. Te same substancje aktywne oferowane na rynku amerykańskim, zgodnie z zaleceniami należy stosować z adiuwantami opartymi na olejach parafinowych lub metylowanych estrach, a ponadto także z RSM lub saletrą amonową.

Celem badań była ocena możliwości obniżenia dawek herbicydów w uprawie kukurydzy poprzez stosowanie mieszanin herbicydów z adiuwantem olejowym lub dodatkiem roztworu saletrzano-mocznikowego (RSM) oraz ich wpływu na plon kolb, obsadę roślin i masę 1000 ziaren.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w Zakładzie Dydaktyczno-Doświadczalnym w Brodach (52°26' N; 16°18' E), będącym filią ZDD Gorzyń, należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Doświadczenia wykonywane w latach 2005-2007 zlokalizowano na glebach płowych, zaliczonych do klas bonitacyjnych III b i IV b, o pH na poziomie 6,0-6,2 oraz zawartości substancji organicznej w granicach 1,50-1,53%.

Doświadczenie jednoczynnikowe założono w układzie bloków zrandomizowanych kompletnych, w czterech powtórzeniach. Poletka o powierzchni 25 m² (2,5 x 10 m) obejmowały cztery rzędy roślin kukurydzy. Przy użyciu siewnika punktowego nasiona kukurydzy odmiany Fido umieszczano na głębokości 4 cm, w odległości w rzędzie około 19 cm, w rozstawie rzędów co 70 cm. Poziom nawożenia mineralnego zależał od zawartości składników pokarmowych w glebie i kształtował się w kolejnych latach na poziomie: 140 kg N·ha⁻¹, 60 kg P·ha⁻¹, 60 kg K·ha⁻¹ w roku 2005 i 2006 oraz 140 kg N·ha⁻¹, 50 kg P·ha⁻¹ i 75 kg K·ha⁻¹ w 2007. Herbicydy Callisto 100 SC i Maister 310 WG stosowano w dawkach zalecanych, odpowiednio 1,5 dm³·ha⁻¹ i 150 g·ha⁻¹ bez dodatku adiuwantów, w dawkach obniżonych do 0,75 i 0,50 dm³·ha⁻¹ oraz 75 i 50 g·ha⁻¹ z dodatkiem adiuwantu Actirob 842 EC (ester metylowy oleju rzepakowego) w dawce 1,5 dm³·ha⁻¹ lub nawozu mineralnego RSM (roztwór saletrzano-mocznikowy) w dawce 2, 4 i 8 dm³·ha⁻¹. Zabiegi wykonano w fazie 3-5 liści kukurydzy opryskiwaczem taczkowym wyposażonym w dysze typu Lurmark 02110, o wydatku cieczy opryskowej 230 dm³·ha⁻¹, przy ciśnieniu 0,22 MPa. Ocenę zachwaszczenia i skuteczności chwastobójczej herbicydów w stosunku do chwastów jedno- i dwuliściennych wykonano 6 tygodni po zabiegu, metodą wagowo-ramkową. Oceniano ponadto wpływ łącznego stosowania herbicydów z adiuwantami na liczbę roślin, masę 1000 ziaren i plon ziarna kukurydzy.

Otrzymane wyniki poddano ocenie statystycznej przy zastosowaniu analizy wariancji dla doświadczeń czynnikowych ortogonalnych. Zróznicowanie wyników oceniono testem Tukeya na podstawie najmniejszej istotnej różnicy (NIR) przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Temperatura podczas zabiegów w 2005, 2006 i 2007 roku wynosiła odpowiednio 23,6, 21,7 i 24,9°C, przy wilgotności powietrza na poziomie 58-70% (tab. 1). Średnie temperatury powietrza w okresie 2 tygodni po zabiegach mieściły się w kolejnych latach w przedziałach 9,4-23,2°C, 10,7-17,3°C i 13,0-23,2°C. We wszystkich latach prowadzenia badań bezpośrednio po zabiegu nie wystąpiły opady. W roku 2005 w ciągu dwóch tygodni po zabiegu zanotowano opady na poziomie 7,9 mm, w roku 2006 – 22,7 mm, a w 2007 – 34,6 mm.

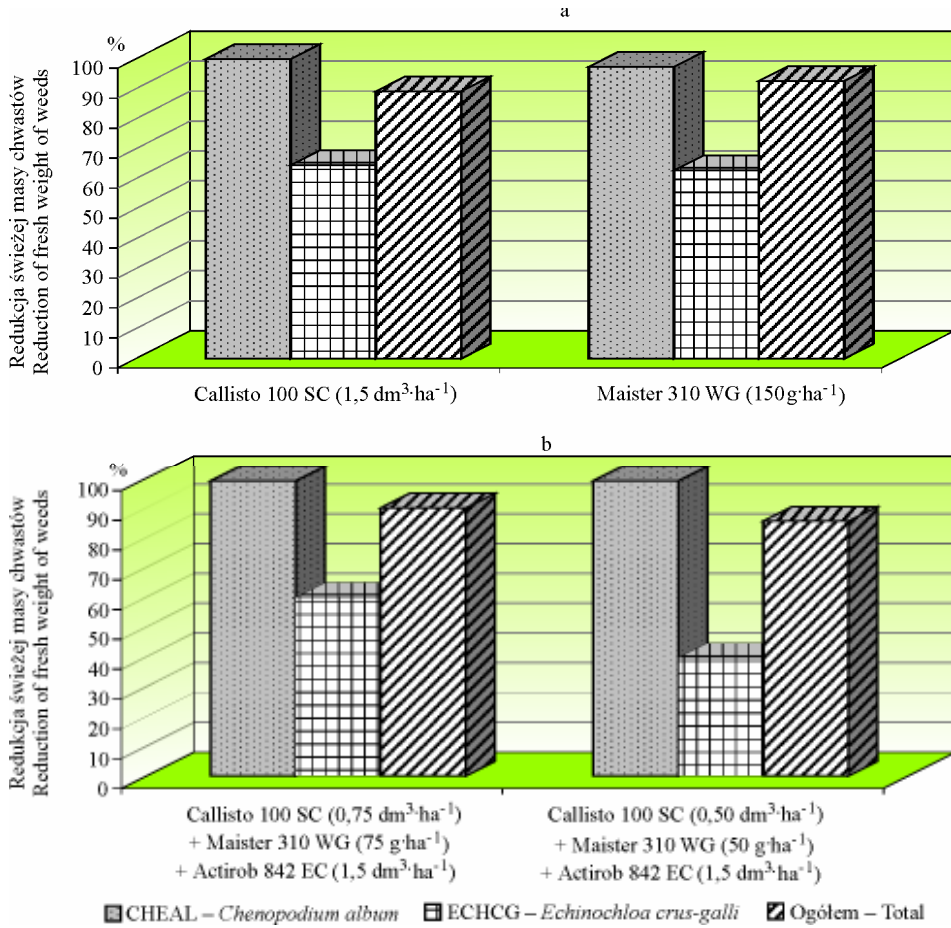
WYNIKI

W trakcie prowadzenia doświadczenia na poletkach kontrolnych, oprócz *Chenopodium album* L. i *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., stwierdzono obecność następujących gatunków chwastów: *Polygonum aviculare* L., *Lycopsis arvensis* L., *Viola arvensis* Murray, *Veronica hederifolia* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medicus, *Geranium pusillum* L. i *Papaver* spp. Herbicydy Callisto 100 SC i Maister 310 WG stosowane w dawkach zalecanych ograniczyły występowanie *Chenopodium album* o ponad 90%, *Echinochloa crus-galli* o około 60%, a chwastów ogółem odpowiednio o 89 i 93% (rys. 1a). Zwalczanie *Chenopodium album* i chwastów ogółem mieszaniną obu herbicydów stosowanych w dawkach obniżonych do odpowiednio 0,75 dm³·ha⁻¹ i 75 g·ha⁻¹ oraz 0,5 dm³·ha⁻¹ i 50 g·ha⁻¹, pozwalało zachować skuteczność chwastobójczą na poziomie herbicydów stosowanych w dawkach pełnych. Zredukowanie dawek herbicydów, do 1/3 dawki rekomendowanej, ograniczyło zwalczanie *Echinochloa crus-galli* do około 40% (rys. 1b).

Tabela 1. Warunki meteorologiczne w czasie i po zabiegu w latach badań
 Table 1. Meteorological data during and after application, separately for the years of study

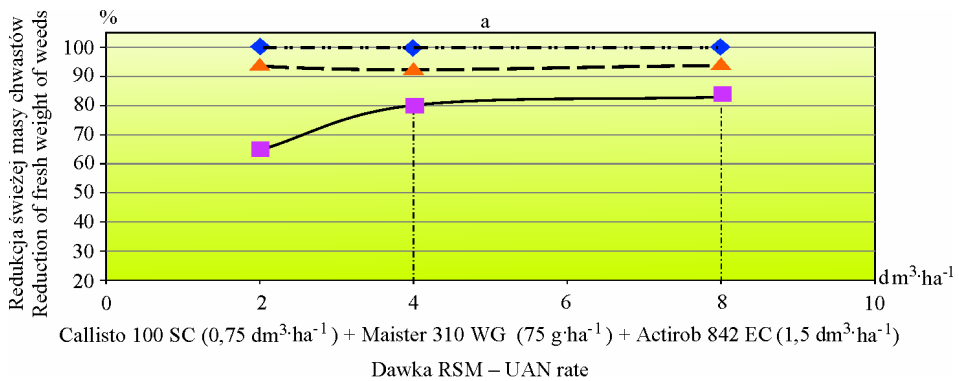
Termin zabiegu – Application time: 25.05.2005														
Temperatura – Temperature 23,6°C			Wilgotność powietrza – Air humidity 70%						Opady – Rainfall 0,0 mm					
Przebieg temperatury 2 tygodnie po zabiegu – Temperature for 2 weeks after treatment														
Data Date	25.05	26.05	27.05	28.05	29.05	30.05	31.05	01.06	02.06	03.06	04.06	05.06	06.06	07.06
Średnia Mean	17,6	18,0	21,1	22,3	23,2	19,4	13,0	9,8	12,7	18,2	18,3	14,0	12,1	9,4
Minimum	8,6	11,4	13,0	15,2	17,2	14,2	10,6	7,2	8,0	13,2	14,2	10,2	11,8	7,6
Suma opadów w pierwszym tygodniu po zabiegu – Total rainfall in 1st week after treatment													0,1 mm	
Suma opadów w drugim tygodniu po zabiegu – Total rainfall in 2nd week after treatment													7,8 mm	
Termin zabiegu – Application time: 17.05.2006														
Temperatura – Temperature 21,7°C			Wilgotność powietrza – Air humidity 58%						Opady – Rainfall 0,0 mm					
Przebieg temperatury 2 tygodnie po zabiegu – Temperature course for 2 weeks after treatment														
Data Date	17.05	18.05	19.05	20.05	21.05	22.05	23.05	24.05	25.05	26.05	27.05	28.05	29.05	30.05
Średnia Mean	14,2	13,2	15,0	14,5	12,2	17,3	16,4	13,2	11,3	11,6	12,4	12,1	11,6	10,7
Minimum	9,0	5,0	8,0	7,5	7,5	6,5	12,0	5,5	3,0	7,0	5,5	8,5	7,0	5,0
Suma opadów w pierwszym tygodniu po zabiegu – Total rainfall in 1st week after treatment													7,6 mm	
Suma opadów w drugim tygodniu po zabiegu – Total rainfall in 2nd week after treatment													15,1 mm	
Termin zabiegu – Application time: 21.05.2007														
Temperatura – Temperature 24,9°C			Wilgotność powietrza – Air humidity 68%						Opady – Rainfall 0,0 mm					
Przebieg temperatury 2 tygodnie po zabiegu – Temperature course for 2 weeks after treatment														
Data Date	21.05	22.05	23.05	24.05	25.05	26.05	27.05	28.05	29.05	30.05	31.05	01.06	02.06	03.06
Średnia Mean	21,1	22,1	19,4	18,1	21,7	23,4	20,0	19,8	20,1	13,0	14,8	16,7	17,2	14,7
Minimum	11,0	12,5	14,5	8,0	11,0	15,0	14,0	14,0	12,5	9,5	9,5	8,0	10,5	13,5
Suma opadów w pierwszym tygodniu po zabiegu – Total rainfall in 1st week after treatment													31,9 mm	
Suma opadów w drugim tygodniu po zabiegu – Total rainfall in 2nd week after treatment													2,7 mm	

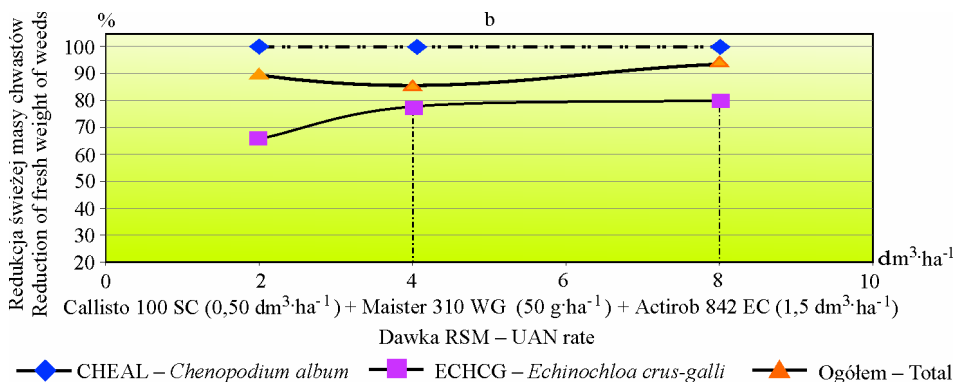
Dodatek RSM do herbicydów zapewniał zachowanie skuteczności chwastobójczej mieszanin na poziomie przekraczającym 85% w stosunku do chwastów ogółem i całkowite zwalczanie *Chenopodium album*. Zwiększenie dawki RSM w mieszaninie herbicydów stosowanych w zredukowanych o połowę dawkach, z $2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ do co najmniej $4 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, wpływało na wzrost skuteczności zwalczania *Echinochloa crus-galli* do około 80% (rys. 2a). Ograniczanie zachwaszczenia herbicydami stosowanymi w dawkach zredukowanych do 1/3 ilości rekomendowanej było zbliżone do skuteczności chwastobójczej herbicydów stosowanych w połowie dawki, a w przypadku *Chenopodium album* stwierdzono ich 100% skuteczność (rys. 2b). Zwiększanie dawki RSM powyżej $4 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ nie wpływało na wzrost efektywności mieszanin herbicydów, niezależnie od kombinacji herbicydowych.



Rys. 1. Skuteczność chwastobójcza herbicydów stosowanych w dawkach pełnych (a) i zredukowanych (b)

Fig. 1. Weed control efficacy of herbicides applied at standard (a) and at reduced rates (b)





Rys. 2. Skuteczność chwastobójcza herbicydów stosowanych z RSM w dawce 2, 4 i 8 dm³·ha⁻¹
 Fig. 2. Weed control efficacy of herbicides applied with UAN at doses of 2, 4 and 8 dm³·ha⁻¹

W trakcie trzyletnich badań nie obserwowano uszkodzeń roślin kukurydzy powodowanych przez herbicydy stosowane zarówno w dawkach pełnych, jak i obniżonych z dodatkiem adiuwanta olejowego i płynnego nawozu saletrzano-mocznikowego. Stwierdzono wyższe plony kolb, liczbę roślin oraz masę 1000 ziaren kukurydzy na obiektach chronionych chemicznie w porównaniu z kontrolą, ale bez istotnego zróżnicowania pomiędzy obiektami badawczymi (tab. 2).

Tabela 2. Plon kolb i niektóre cechy plonotwórcze roślin kukurydzy w zależności od kombinacji herbicydowych

Table 2. Yield of cobs and some yield-forming traits of maize in relation to herbicide treatments

Kombinacje – Treatments	Dawka na ha Rate per ha	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight g	Liczba roślin szt.·m ⁻² Number of plants no·m ⁻²	Plon kolb Yield of cobs t·ha ⁻¹
Kontrola – Control	–	282	4	2,67
Callisto 100 SC	1,5 dm ³	328	6	9,76
Maister 310 WG + Actirob 842 EC	150 g + 1,5 dm ³	322	6	9,75
Callisto 100 SC + Maister 310 WG + Actirob 842 EC	0,75 dm ³ + 75 g + 1,5 dm ³	327	6	10,1
Callisto 100 SC + Maister 310 WG + Actirob 842 EC + RSM	0,75 + 75 g + 1,5 dm ³ + 2 dm ³	313	6	9,72
Callisto 100 SC + Maister 310 WG + Actirob 842 EC + RSM	0,75 dm ³ + 75 g + 1,5 dm ³ + 4 dm ³	325	6	10,6
Callisto 100 SC + Maister 310 WG + Actirob 842 EC + RSM	0,75 dm ³ + 75 g + 1,5 dm ³ + 8 dm ³	330	6	10,4
Callisto 100 SC + Maister 310 WG + Actirob 842 EC	0,5 dm ³ + 50 g + 1,5 dm ³	324	6	9,84
Callisto 100 SC + Maister 310 WG + Actirob 842 EC + RSM	0,5 dm ³ + 50 g + 1,5 dm ³ + 2 dm ³	314	6	9,29
Callisto 100 SC + Maister 310 WG + Actirob 842 EC + RSM	0,5 dm ³ + 50 g + 1,5 dm ³ + 4 dm ³	321	6	9,88
Callisto 100 SC + Maister 310 WG + Actirob 842 EC + RSM	0,5 dm ³ + 50 g + 1,5 dm ³ + 8 dm ³	321	7	10,3

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}

–

18,5

0,7

1,23

DYSKUSJA

Kukurydza, z uwagi na początkowo powolny wzrost i uprawę w szerokich międzyrzędziach, narażona jest na silną konkurencję ze strony chwastów [Adamczewski i in. 1999]. Obecność chwastów w łanie uwarunkowana jest m.in. przebiegiem warunków pogodowych oraz zabiegami agrotechnicznymi wykonywanymi podczas uprawy danej rośliny oraz rośliny przedplonowej. Zbiorowisko chwastów w kukurydzy może być bardzo bogate w gatunki, wśród których dominuje jedynie kilka występujących najliczniej, są najlepiej rozwinięte i najsilniej wpływają na rośliny uprawne, ograniczając ich wzrost i rozwój, przyczyniając się do niższego plonowania i uzyskania ziarna o niższej wartości technologicznej [Rychcik i in. 2003]. Największy problem w uprawie kukurydzy stanowią chwasty prosoвате (*Echinochloa crus-galli*, *Setaria* spp.) oraz dwuliścienne: *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus* L., *Polygonum convolvulus* L., *Convolvulus arvensis* L. czy *Viola arvensis* Murray.

Efektywność zwalczania chwastów zależy nie tylko od odpowiedniego doboru herbicydów, ale także od warunków pogodowych w momencie oprysku i kilka dni po zabiegu oraz od składu gatunkowego zbiorowiska chwastów i faz rozwojowych, w jakich się w danej chwili znajdują [Nalewaja i Matysiak 1993]. Warunkiem skutecznego działania herbicydów jest pobranie przez chwasty wystarczającej ilości substancji aktywnej. Ma to miejsce wówczas, gdy tempo procesów fizjologicznych zachodzących w chwastach utrzymuje się na stosunkowo wysokim poziomie. Dlatego dla większości herbicydów optymalna temperatura powietrza dla chwastobójczego działania środka waha się w granicach 10-25°C, przy odpowiedniej wilgotności powietrza [Woźnica 2008]. Warunki pogodowe w każdym roku badań były korzystne dla działania herbicydów, zwłaszcza tych stosowanych z dodatkiem adiuwantów.

Przy większej liczbie gatunków chwastów zabieg wykonywany z użyciem jednego herbicydu nie zawsze w sposób zadowalający pozwala kontrolować zachwaszczenie. Stosowanie mieszanin dwu lub więcej uzupełniających się pod względem działania herbicydów umożliwia zwiększenie spektrum skutecznie zwalczanych chwastów. Obniżenie dawek herbicydów, również stosowanych w mieszaninach, wiąże się – z jednej strony z ryzykiem zmniejszenia skuteczności chwastobójczej preparatów, z drugiej zaś – pozwala obniżyć koszty zabiegów. Dodawanie do cieczy opryskowej adiuwanta zapewnia skuteczne zwalczanie chwastów nawet w przypadku dużego obniżenia dawki preparatu [Woźnica 2003, Idziak i Woźnica 2008]. W badaniach własnych oba herbicydy wchodzące w skład mieszaniny stosowano w 1/2 i 1/3 zalecanej dawki, a dzięki adiuwantowi olejowemu oraz dodatkowi adiuwanta mineralnego zapewniły one zadowalające ograniczenie zachwaszczenia kukurydzy, na poziomie nieznacznie odbiegającym niż po użyciu herbicydów stosowanych w dawkach standardowych. Odpowiednio dobrany pod herbicyd adiuwant olejowy, w tym przypadku ester metylowy oleju rzepakowego, wpływa na zmniejszenie napięcia powierzchniowego cieczy opryskowej, a tym samym na zwiększenie retencji oraz absorpcji herbicydów [Woźnica i Skrzypczak 1998]. Pozytywny wpływ dodatku RSM do cieczy użytkowej wynika najprawdopodobniej z obecności w roztworze saletrzano-mocznikowym jonów amonowych, które wywierają wpływ na przebieg wchłaniania substancji aktywnej herbicydów przez błonę komórkową [Gronwald i in. 1993, Woźnica 2005]. Nalewaja i in. [1993] oraz Joost

[1998] korzystne działanie RSM upatrują w ograniczeniu antagonistycznego wpływu kationów zawartych w wodach naturalnych, optymalizacji osadów powstałych po odparowaniu wody z cieczy opryskowej oraz zwiększeniu rozpuszczalności herbicydów. Korzystny wpływ RSM na skuteczność chwastobójczą herbicydów oraz wysokość plonu kolb kukurydzy skorelowany jest z dawką stosowanego roztworu saletrzano-mocznikowego. Znaczne poprawienie działania mieszaniny herbicydów z adiuwantem olejowym, w wyniku dodania adiuwantu mineralnego, nie ma charakteru zmian prostoliniowych. Skuteczność chwastobójcza mieszaniny herbicydów rośnie bowiem do pewnego optymalnego poziomu RSM w cieczy opryskowej. Przekroczenie tej granicy, czyli stosowanie wyższych dawek RSM, nie pociąga już za sobą żadnych zmian, nie powoduje poprawy w działaniu zastosowanych preparatów.

Adiuwanty – poprzez zwiększenie aktywności preparatów – mogą wpływać jednocześnie na ograniczenie selektywności herbicydów w stosunku do rośliny uprawnej. W formulacji wykorzystanego w doświadczeniu herbicydu Maister 310 WG znajduje się – oprócz substancji aktywnej – także tzw. sejfner, czyli substancja chroniąca roślinę uprawną przed stosowanym środkiem. Takie rozwiązanie sprawia, że roślina uprawna jest bezpieczna także wówczas, gdy do cieczy opryskowej dodawane są adiuwanty wzmagające aktywność preparatu. Herbicyd Callisto 100 SC nie zawiera sejfnera, dlatego zdarza się, że rośliny kukurydzy po oprysku tym herbicydem łącznie z adiuwantami, szczególnie mineralnymi, są przez mezotrion uszkodzane. W trakcie badań własnych nie stwierdzono wpływu stosowanych mieszanin herbicydów na stan roślin kukurydzy, zapewne dzięki obecności w cieczy opryskowej sejfnera zawartego w formulacji jednego z komponentów.

PODSUMOWANIE

Skuteczne zwalczanie chwastów gwarantowały nie tylko herbicydy aplikowane w zalecanych dawkach, ale także stosowane w dawkach niższych od rekomendowanych, pod warunkiem włączenia do cieczy opryskowej odpowiednio dobranego adiuwanta bądź adiuwantów. Obecność w cieczy opryskowej adiuwantów o różnym mechanizmie działania, np. adiuwanta olejowego i mineralnego, wpływała korzystnie na aktywność herbicydów. Skuteczność chwastobójcza mieszaniny herbicydów Callisto 100 SC + Maister 310 WG, stosowanych w dawkach obniżonych, zależała nie tylko od rodzaju dodanego adiuwantu, w tym także mineralnego, ale również od jego dawki. Optymalna dawka RSM stosowanego jako adiuwant wynosiła $4 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, a dawki wyższe nie wpływały na aktywność herbicydów. Chemiczna walka z chwastami wywarła silny, pozytywny wpływ na rozwój oraz plonowanie kukurydzy, chociaż nie stwierdzono odmiennej reakcji roślin na testowane kombinacje herbicydowe.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Grala B., Stachecki S., 1996. Ekonomiczne aspekty stosowania adiuwantów przy zwalczaniu chwastów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 36(1), 126-133.
- Adamczewski K., Kierzek R., Urban M., 1999. Zwalczanie chwastów prosoyatych i dwuliściennych w kukurydzy preparatem Merlin Super 573 SC. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 39(2), 691-694.

- Adamczewski K., Skrzypczak G., Lisowicz F., Bubniewicz P., 1997. Aktualne problemy ochrony kukurydzy w Polsce. Zesz. Prob. Nauk Rol. 450, 63-78.
- Gronwald J.W., Jourdan D.L., Wyse D.L., Somers D.A., Magnusson M., 1993. Effect of ammonium sulfate on absorption of imazethapyr by quackgrass and maize cell suspension. Weed Sci. 41, 325-334.
- Hazen J.L., 2000. Adjuvants – terminology, classification and chemistry. Weed Tech. 14, 773-784.
- Idziak R., Woźnica Z., 2005. Ocena efektywności adiuwantów do herbicydów stosowanych w ochronie kukurydzy. Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl. 45, 716-718.
- Idziak R., Woźnica Z., 2008. Skuteczność chwastobójcza herbicydu Callisto 100 SC stosowanego z adiuwantami i nawozem mineralnym. Acta Agrophys. 11(2), 403-410.
- Idziak R., Woźnica Z., Pełczyński W., 2006. Skuteczność chwastobójcza herbicydu Maister 310 WG stosowanego z adiuwantami i nawozem mineralnym. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl. 46(2), 226-228.
- Joost R.E., 1998. Benefits and mode of action nitrogen fertilizers as adjuvants. Proc. Of Fifth Int. Symposium on Adjuvants for Agrochemicals, Patrick McMullan Ed., 1, 259-266.
- McWhorter C.G., 1982. The use of adjuvants. [In:] Adjuvants for herbicides, Hodgson R.H. ed., Weed Sci. Society of America, Champaign, IL, 10-25.
- Mitchell G., Bartlett D.W., Fraser T.E., Hawkes T.R., Holt D.C., Townson J.K., Wichert R.A., 2001. Mesotrione: a new selective herbicide for use in maize. Pest. Manag. Sci. 57, 120-128.
- Nalewaja J.D., Matysiak R., 1993. Influence of diammonium sulfate and other salts on glyphosate phytotoxicity. Pestic. Sci. 38, 77-84.
- Penner D., 2000. Activator adjuvants. Weed Tech. 14, 785-791.
- Praczyk T., Skrzypczak G., 2004. Pobieranie, przemieszczanie, mechanizm działania i metabolizm herbicydów w roślinach. [W:] Herbicydy, PWRiL Warszawa, 17-120.
- Rychcik B., Tyburski J., Zawiślak K., 2003. Efektywność płodozmianu i herbicydów w ograniczaniu zachwaszczenia kukurydzy. Zesz. Prob. Nauk Rol. 490, 203-209.
- Woźnica Z., 2003. Współdziałanie adiuwantów a skuteczność chwastobójcza herbicydów. Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl. 43, 473-480.
- Woźnica Z., 2005. Wpływ adiuwantów na skuteczność chwastobójczą mezotrionu. PTPN Wyd. Nauk Rol. i Leś. 98/99, 37-45.
- Woźnica Z., 2008. Aplikacja, skuteczność chwastobójcza i selektywność herbicydów. [W:] Herbolgia, podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów. PWRiL Poznań.
- Woźnica Z., Adamczewski K., Heller K., 2005. Aktualne trendy badawcze w dziedzinie adiuwantów do środków ochrony roślin. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl. 45, 524-532.
- Woźnica Z., Skrzypczak G. 1998. Adjuvants for foliar applied herbicides. Ann. Warsaw Agric. Univ. – SGGW, Agriculture 32, 33-42.

EVALUATION OF EFFICACY OF OIL AND MINERAL ADJUVANTS ADDED TO MIXTURES OF HERBICIDES CALLISTO 100 SC AND MAISTER 310 WG APPLIED IN MAIZE

Abstract. Three-year field experiments (2005-2007) were conducted at the Didactic and Experimental Station in Brody (52°26' N; 16°18' E) of Poznań University of Life Sciences. The aim of the study was to determine the effect of the herbicides Callisto 100 SC (mesotrione) and Maister 310 WG (foramsulfuron + iodosulfuron) applied with oil adjuvant (Actirob 842 EC) and mineral adjuvant – liquid fertilizer (UAN) on the efficacy of weed control and cob yield in the maize cultivar Fido. The herbicides were applied at recommended rates (1.5 dm³·ha⁻¹ and 150 g·ha⁻¹ respectively, without adjuvants) and reduced rates (0,75 or 0,50 dm³·ha⁻¹ and 75 or 50 g·ha⁻¹) with adjuvant Actirob 842 EC (methylated rape seed oil) at a rate of 1.5 dm³·ha⁻¹ and with liquid mineral fertilizer UAN (28% N urea-ammonium nitrate) at rates of 2, 4, and 8 dm³·ha⁻¹. The weed control efficacy of

herbicides applied was determined based on the evaluation of weed infestation. Herbicides Callisto 100 SC and Maister 310 WG applied at recommended rates controlled *Chenopodium album* up to 90%, and *Echinochloa crus-galli* up to 60%; total weed control was 89 and 93%, respectively. Weed control using mixtures of herbicides at reduced rates with oil adjuvant and UAN was similar to weed control with herbicides applied at recommended rates. Cob yields on the treatments were at similar level; however, they were much higher than that on the control.

Key words: maize, mineral adjuvant, oil adjuvant, reduced herbicide rates, UAN, weed control efficacy

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 10.02.2009