

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach – Państwowy Instytut Badawczy,  
Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli,  
Orzechowa 61, 50-540 Wrocław  
h.golebiowska@iung.wroclaw.pl

HANNA GOŁĘBIOWSKA, TOMASZ SNOPCZYŃSKI

### **Wpływ formy użytkowej nikosulfuronu w mieszaninie z mezotrionem na selektywność i skuteczność eliminowania chwastów w uprawie kukurydzy**

Influence of the formulation of nicosulfuron and its mixtures with mesotrione on selectivity and effectiveness of elimination weed infestation in corn

**Streszczenie.** Obniżenie fitotoksyczności herbicydów oraz poprawa efektu chwastobójczego do późnych faz rozwojowych w celu uniknięcia strat w plonie ziarna kukurydzy były założeniem podjętych badań nad działaniem mieszaniny nikosulfuronu z mezotrionem w trzech formułacjach do sporządzenia zawiesiny wodnej i olejowej aplikowanych jednorazowo oraz systemem dawek dzielonych. Dzięki zastosowaniu mieszaniny nikosulfuronu z mezotrionem użytej w formie emulsji olejowej w systemie dawek dzielonych uzyskano najlepsze działanie chwastobójcze, ograniczenie zachwaszczenia wtórnego do 2% pokrycia gleby i wyższy plon w porównaniu z obiektem traktowanym jednorazowo tą mieszaniną. Natomiast jednorazowa aplikacja z zastosowaniem mieszaniny zbiornikowej nikosulfuron + mezotrion w formie koncentratu do sporządzania zawiesiny wodnej z dodatkiem adiuwanta Atpolan Bio 88 EC ujawniła fitotoksyczne oddziaływanie. Na tym obiekcie obserwowano również największe zachwaszczenia wtórne włośnicą zieloną *Setaria viridis* na poziomie 17% pokrycia gleby, co prowadziło do obniżenia plonowania i zmniejszenia masy tysiąca ziaren w porównaniu z pozostałymi obiektami.

**Słowa kluczowe:** herbicydy, mieszaniny, formułacje, kukurydza, selektywność, dawki dzielone

#### WSTĘP

W południowo-zachodniej Polsce większość zasiewów kukurydzy chroniona jest przed chwastami głównie herbicydami nalistnymi ze względu na konieczność omińnięcia wiosennych przymrozków pojawiających się po wschodach kukurydzy i lepszą możliwość doboru środków do stopnia i stanu zachwaszczenia [Gołębiowska 2008]. Najszerze możliwości takiego zastosowania mają herbicydy z grupy sulfonilomoczników, szybko rozkładające się w glebie bez negatywnego następstwa, lecz o dość krótkim okresie oddziaływania na chwasty, co stwarza ryzyko ich wtórnego pojawienia się w łanie i obecności aż do zbiorów [Kierzek i in. 2011a]. Znane są negatywne przypadki ujawnia-

nia się fitotoksyczności tych herbicydów, zwłaszcza w początkowym okresie wzrostu kukurydzy, o czy donoszą m.in. [Woźnica 2008]. Łączenie ich z substancjami aktywnymi o różnym mechanizmie działania w nowych formułacjach oraz z różnego rodzaju wspomagaczami, a także możliwość ich użycia w dawkach dzielonych pozwalają znacznie dłużej utrzymać plantację kukurydzy bez konkurencji chwastów i ograniczyć ich negatywny wpływ na roślinę uprawną i jakość plonu ziarna [Kierzek i in. 2011b, Nadeem in. 2008]. Dla dalszego rozwoju tego gatunku ważne jest opracowanie metody zgodnej z założeniami ustawy o integrowanej produkcji, wykorzystującej zrównoważony postęp techniczny i biologiczny. Konsekwencją tej ustawy jest postanowienie Parlamentu Europejskiego (art. 14 dyrektywy PE i Rady 2009/128/WE oraz rozporządzenie nr 1107/2009) o wspólnotowym działaniu na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów, którego zasady obowiązują od 1 stycznia 2014 r. [Surawska i Rzeźnicki 2010].

Badania prowadzono w celu obniżenia fitotoksyczności i poprawy skuteczności eliminacji zachwaszczenia oraz wydłużenia efektu chwastobójczego do późnych faz rozwojowych kukurydzy po użyciu mieszaniny nikosulfuronu z meztotriem w formie emulsji olejowej oraz zawiesiny wodnej z dodatkiem adiuwantów, co przyczyni się do uniknięcia strat w plonie ziarna.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w warunkach doświadczeń polowych w latach 2011–2013 na średnio wczesnej odmianie mieszańcowej Blask o FAO 240, której siewy przeprowadzono w każdym roku w II dekadzie kwietnia. Doświadczenia zlokalizowane były na glebach brunatnych o zawartości próchnicy 2,3% i pH 5,5, kompleksu żytniego bardzo dobrego, które zakładano w zmianowaniu: kukurydza na ziarno, jęczmień jary, pszenica ozima + międzyplon gorczycy białej. Na stanowisku pod kukurydzę stosowano płużny system uprawy roli polegający na uprawie późniwej (brona talerzowa lub gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy) i uprawie podstawowej (orka na głębokość 25 cm + brona) z doprawianiem roli tradycyjnymi narzędziami. Terminy zabiegów agrotechnicznych oraz nawożenie mineralne przeprowadzono według zasad opartych na zaleceniach IUNG w Puławach. Dane pogodowe uzyskano ze stacji meteorologicznej Jelcz-Laskowice, należącej również do IUNG w Puławach (tab. 1). Ponadto na poletkach zagwarantowano pełną ochronę fungicydową i insektycydową.

W doświadczeniu porównywano skuteczność chwastobójczą trzech mieszanin herbicydowych:

1. nikosulfuron = 45 g/l + meztotriem = 107 g/l w formie mieszaniny zbiornikowej herbicydów Milagro 040 SC + Callisto 100 SC w dawce 1,15 + 1,1 l/ha z dodatkiem adiuwanta Atpolan Bio 88 EC do sporządzenia zawiesiny wodnej,

2. nikosulfuron = 45 g/l + meztotriem = 107 g/l w formie mieszaniny zbiornikowej herbicydów Accent 75 WG + Callisto 100 SC w dawce 60 g + 1,1 l/ha z dodatkiem adiuwanta Trend 90 EC do sporządzenia zawiesiny wodnej,

3. nikosulfuron = 45 g/l + meztotriem = 107 g/l w formie herbicydu Elumis 105 OD w dawce 1,5 l/ha do sporządzenia zawiesiny olejowej.

Tabela 1. Warunki pogodowe w okresie doświadczalnym (2011–2013) dla Jelcza-Laskowic (IUNG Puławy)

Table 1. The weather conditions in experimental period (2011–2013) for Jelcz-Laskowice (IUNG Puławy)

Miesiąc Month	Temperatura Temperature (°C)			Opady deszczu Rainfall (mm)		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013
IV	6,3	9,7	13,5	1,5	8,1	27,5
V	12,3	15,5	15,0	17,1	4,3	68,5
VI	18,8	17,2	17,1	9,9	31,2	13,9
VII	17,9	19,8	21,0	13,0	26,0	99,3
VIII	20,1	19,1	19,3	37,0	17,2	43,0
IX	15,5	18,6	12,7	32,7	21,6	35,7
X	6,0	4,3	3,9	40,4	9,5	17,4

Badane mieszaniny aplikowano systemem dawek dzielonych: połowę dawki w fazie 2–3 liści kukurydzy (BBCH 12/13) na chwasty w fazie od 1–3 liści oraz połowę dawki w fazie 6–7 liści kukurydzy (BBCH 16/17). Fitotoksyczność obu wariantów herbicydowych oceniano bonitacyjnie w skali 1–9 po upływie 1, 2 i 3 tygodni od aplikacji, określając stan rośliny uprawnej i porównując z kontrolą nietraktowaną herbicydami. Natomiast efektywność chwastobójczą oceniano, szacując procentowe zniszczenie chwastów w stosunku do obiektu kontrolnego oraz podając stopień pokrycia gleby przez chwasty pojawiające się w drugiej połowie wegetacji kukurydzy [EPPO 2006, Domaradzki i in. 2001].

Zbiór kukurydzy w doświadczeniach polowych przeprowadzono ręcznie w fazie dojrzałości pełnej, ustalając liczbę i masę kolb, plon ziarna oraz masę tysiąca ziaren (MTZ). Wyniki uzyskane na obiektach traktowanych herbicydami porównywano z wynikami z obiektu kontrolnego. Plon ziarna i MTZ podano w przeliczeniu na 15% wilgotności.

W statystycznym opracowaniu wyników zastosowano metodę analizy wariancji dla doświadczeń polowych w układzie losowanych bloków. Istotność różnic testowano, wykorzystując półprzedział ufności Tukeya przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Obliczenia wykonane zostały za pomocą programu komputerowego AWAR 2.0 opracowanego w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym w Puławach oraz za pomocą programu Statgraphics v. 1.41 PL.

## WYNIKI

W latach badań efektywność działania mieszanin nikosulfuronu z mezotrionem użytych w różnych formułacjach i stosowanych jednorazowo lub systemem dawek dzielonych oceniano w stosunku do gatunków dominujących w zasiewach kukurydzy, takich jak chwastnica jednostronna *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv (27 szt./m<sup>2</sup>), włósnica sina *Setaria viridis* (L.) P. Beauv (8 szt./m<sup>2</sup>), komosa biała *Chenopodium album* L.

(38 szt./m<sup>2</sup>) oraz mniej licznych, ale stale obecnych w zbiorowisku, jak psianka czarna *Solanum nigrum* L. (7 szt./m<sup>2</sup>), rdest ptasi *Polygonum aviculare* L. (5 szt./m<sup>2</sup>), przetacznik perski *Veronica persica* L. (3 szt./m<sup>2</sup>), fiołek polny *Viola arvensis* Murray (4 szt./m<sup>2</sup>) i maruna bezwonna *Matricaria inodora* L. (4 szt./m<sup>2</sup>), uznanych za grupę pozostałych. W pełni wegetacji obserwowano również zmiany w zachwaszczeniu wtórnym zachodzące pod wpływem oddziaływania badanych mieszanin (tab. 2).

Mechanizm działania nikosulfuronu – substancji aktywnej pierwszego składnika badanych mieszanin – polega na hamowaniu w komórce roślinnej syntezy enzymów niezbędnych do tworzenia aminokwasów. Natomiast mezotrion – substancja aktywna drugiego składnika z grupy inhibitorów syntezy barwników – może powodować przebarwienia i bielactwo liści oraz zahamowanie wzrostu roślin.

Kilkudniowe chłody i niskie uwilgotnienie występujące pod koniec kwietnia 2011 r. opóźniły wschody kukurydzy, przyczyniły się do osłabienia kondycji roślin i w większym stopniu naraziły je na obniżenie tolerancji na zastosowane powschodowo herbicydy. W pozostałych latach korzystny rozkład temperatur i opadów na przedwiośniu sprawił, że wschody kukurydzy były bardziej równomierne, chwasty w mniej zaawansowanych stadiach, a efektywność herbicydów znacznie wyższa. Mimo to w latach badań każdorazowo obserwowano silne objawy fitotoksycznego oddziaływania w przypadku użycia mieszaniny herbicydów Milagro 040 SC + Callisto 100 SC z dodatkiem adiuwanta Atpolan Bio 88 EC aplikowanych zarówno jednorazowo, jak i systemem dawek dzielonych. Natomiast objawy uszkodzeń po zastosowaniu mieszaniny herbicydów Accent 75 WG + Callisto 100 SC z dodatkiem adiuwanta Trend 90 EC okazały się znacznie mniejsze, wystąpiły jedynie po jednorazowej aplikacji i całkowicie ustąpiły po dwóch tygodniach. Spośród zastosowanych wariantów herbicydowych Elumis 105 OD okazał się najbardziej bezpieczny, a rośliny kukurydzy odmiany Blask tolerowały jego oddziaływanie i nie reagowały uszkodzeniami (tab. 2).

Badane mieszaniny nikosulfuronu z mezotrionem zastosowane w różnych formuacjach jednorazowo lub systemem dawek dzielonych ograniczały zachwaszczenie zarówno gatunkami jednoliściennymi, jak i dwuliściennymi, uzyskując skuteczność chwastobójczą powyżej 85% w porównaniu z kontrolą (tab. 2). Na obiekcie, w którym stosowano w jednym terminie Accent 75 WG + Callisto 100 SC z dodatkiem adiuwanta Trend 90 EC odnotowano wzrost zachwaszczenia wtórnego (17%), z dużym udziałem gatunków ciepłolubnych, późno wschodzących, takich jak psianka czarna *Solanum nigrum*, włośnice *Setaria* ssp. oraz gatunków wcześniej niezniszczonych – komosa biała *Chenopodium album*, chwastnica jednostronna *Echinochloa crus-galli* i rdest ptasi *Polygonum aviculare* (tab. 2). Przeprowadzona w odpowiednim terminie ochrona herbicydowa z zastosowaniem herbicydu Elumis 100 OD systemem dawek dzielonych wykazała najlepsze działanie chwastobójcze, tj. na poziomie 100%, co skutkowało występowaniem zachwaszczenia wtórnego jedynie na poziomie 2%. Plony ziarna i masa tysiąca ziaren uzyskane po zastosowaniu tego herbicydu były istotnie większe niż na obiektach traktowanych zarówno mieszaniną herbicydów Milagro 040 SC + Callisto 100 SC z dodatkiem adiuwanta Atpolan Bio 88 EC, jak i mieszaniną herbicydów Accent 75 WG + Callisto 100 SC z dodatkiem adiuwanta Trend 90 EC bez względu na sposób aplikacji (tab. 3).

Tabela 2. Ocena skuteczności dwuskładnikowej mieszanki nikosulfuronu i mezotrionu w ograniczaniu zachwaszenia kukurydzy w zależności od formy użytkowej w latach 2011–2013

Table 2. Evaluating the effectiveness of a two-component mixture of nicosulfuron and mesotrione in weed control of maize depending on the formulation of the first component in 2011–2013

Obiekt Treatment	Termin zabiegu Date of application BBCH	Dawka na ha Dose per ha	Fitoto- ksyczność w skali Phytotoxicity in scale 1–9	Zniszczenie chwastów Efficacy of weeds control (%)				Stopień pokrycia gleby przez chwasty Degree of soil coverage by weeds )%									
				BBCH 36				BBCH 55						BBCH 95			
				ECHCG	SETVI	CHEAL	pozostałe/ other <i>Viola arvensis</i>	ECHCG	SETVI	CHEAL	SOLNI	POLAV	pozostałe/ other <i>Viola arvensis</i>	ECHCG	SETVI	CHEAL	pozostałe/ other <i>Viola arvensis</i>
Kontrola/ Untreated	–	–	–	*27	*8	*38	*16	31	9	46	7	5	13	36	14	48	15
Milagro 040 SC+ Callisto 100 SC + Atpolan Bio 88 EC	BBCH 12/13	1,15 + 1,11 + 1,01	3 ch, zh	92	86	88	90	+	2	1	1	+	+	2	3	1	1
Milagro 040 SC+ Callisto 100 SC + Atpolan Bio 88 EC	BBCH 12/13 + BBCH 16/17	0,56 + 0,51 + 1,01 + 0,56 + 0,51 + 1,01	1	95	85	90	92	1	1	+	+	1	+	1	1	2	+
Accent 75 WG + Trend 90 EC + Callisto 100 SC	BBCH 12/13	60 g + 0,1% + 1,11	5 ch, de, zh	89	85	92	100	3	2	2	1	1	1	8	4	3	2
Accent 75 WG + Trend 90 EC + Callisto 100 SC	BBCH 12/13 + BBCH 16/17	30 g + 0,1% + 0,51 + 30 g + 0,1% + 0,51	2 zh	88	85	90	99	3	2	3	+	+	+	5	4	4	+
Elumis 105 OD	BBCH 12/13	1,51	1	95	96	98	100	+	2	1	+	+	+	1	1	1	+
Elumis 105 OD	BBCH 12/13 + BBCH 16/17	0,751 + 0,751	1	100	100	100	100	+	1	1	+	+	+	+	1	1	+

\* dla kontroli: podano liczbę chwastów (szt./m<sup>2</sup>) – number of plants per m<sup>2</sup> for untreated  
 BBCH 36 – faza 6 kolanka/ phase of 6 knot, BBCH 55 – wiechowanie/ tassel, BBCH 95 – dojrzałość pełna/ full maturity  
 ECHCG – *Echinochloa crus-galli*, SETVI – *Setaria viridis*, CHEAL – *Chenopodium album*, SOLNI – *Solanum nigrum*, POLAV – *Polygonum aviculare*  
 ch – chlorozy, odbarwienia liści/ chlorosis, leaf decoloration, de – deformacje/ deformation, zh – zahamowanie wzrostu/ inhibition of growth

Tabela 3. Ocena plonowania dwuskładnikowej mieszanki nikosulfuronu i mezotrionu w zależności od formulacji i sposobu aplikacji w latach 2011–2013  
 Table 3. Evaluation yielding depending on the formulation mixture nicosulfuron with mesotrione and method of application in 2011–2013

Obiekt Treatment	Termin zabiegu Date of application (BBCH)	Dawka na ha Dose per ha	Plon ziarna Yield of grain (dt/ha)	MTZ TKW (g)
Kontrola/ Untreated	–	–	52,4	204,3
Milagro 040 SC+ Callisto 100 SC + Atpolan Bio 88 EC	BBCH 12/13	1,15 + 1,1 l + 1,0 l	88,2	215,8
Milagro 040 SC+ Callisto 100 SC + Atpolan Bio 88 EC	BBCH 12/13 + BBCH 16/17	0,56 + 0,5 l + 1,0 l + 0,56 + 0,5 l + 1,0 l	90,3	217,3
Accent 75 WG + Trend 90 EC + Callisto 100 SC	BBCH 12/13	60 g + 0,1% + 1,1 l	89,3	216,1
Accent 75 WG + Trend 90 EC + Callisto 100 SC	BBCH 12/13 + BBCH 16/17	30 g + 0,1% + 0,5 l + 30 g + 0,1 % + 0,5 l	89,9	216,8
Elumis 105 OD	BBCH 12/13	1,5 l	94,1	217,8
Elumis 105 OD	BBCH 12/13 + BBCH 16/17	0,75 l + 0,75 l	99,1	218,1
NIR (0,05)/ LSD (0.05)			0,998	219,1

Na podstawie wyników plonowania można stwierdzić, że straty ziarna kukurydzy z tytułu zachwaszczenia wtórnego udaje się skutecznie ograniczać, stosując systemowe zabiegi odchwaszczania oparte na dawkach dzielonych i dobierając herbicydy wieloskładnikowe w odpowiedniej formie użytkowej umożliwiającej lepsze dopasowanie do stanu zachwaszczenia (tab. 2, 3).

#### DYSKUSJA

Herbicydy jako środki chwastobójcze charakteryzują się różnym mechanizmem działania i w pewnych warunkach mogą wykazywać mniejszą selektywność w stosunku do rośliny uprawnej, dlatego do oceny ich oddziaływania stosuje się metodykę przyjętą przez Europejską i Śródziemnomorską Organizację Ochrony Roślin, akceptowaną przy rejestracji herbicydów (EPPO 2006). Pozwala ona na wykazanie efektów fitotoksycznego oddziaływania herbicydów związanych z modyfikacją cyklu rozwojowego kukurydzy – pojawieniem się odbarwień, deformacji i nekroz liści, zahamowaniem wymiarów roślin, opóźnieniem kwitnienia, nieprawidłowym wykształceniem wiech czy znamion – lub związanych z plonem, jego strukturą oraz jakością – opóźnienie dojrzewania rośliny uprawnej, wykształcenie drobnego ziarna, o niskiej masie i żywotności, obniżenie parametrów jakościowych [Rola i Gołębiowska 2003, Waligóra i Szpurka 2009].

Według Woźnicy [2008] mniejsza selektywność herbicydów najczęściej wynika z interakcji pomiędzy cechami genotypowymi odmiany, mechanizmem działania herbicydu oraz warunkami pogodowymi i środowiskowymi, co zostało potwierdzone w doświadczeniach własnych prowadzonych w 2011 r., kiedy pojawiły się w najwyższym

stopniu objawy uszkodzeń po zastosowaniu mieszaniny herbicydów Milagro 040 SC + Callisto 100 SC z dodatkiem adiuwanta Atpolan Bio 88 EC aplikowanych jednorazowo.

Poza tym na skutek niekorzystnego przebiegu warunków pogodowych i osłabienia kondycji kukurydzy wzrasta konkurencyjność chwastów, co często znacznie obniża skuteczność działania herbicydów i przyczynia się do wzrostu zachwaszczenia wtórnego [Adamczewski i in. 1994]. W tych warunkach jednorazowe użycie mieszanin nikosulfuronu z mezotrionem bez względu na formułację skutecznie reguluje zachwaszczenie jedynie w przypadku małego nasilenia chwastów będących w niezbyt zaawansowanych stadiach rozwojowych [Sulewska i Koziara 2006, Kierzek i in. 2012]. Natomiast na stanowiskach o dużej liczebności chwastów z dobrym skutkiem można stosować odpowiednio dobrane mieszaniny herbicydów, zastępując mieszaniny zbiornikowe mieszaninami fabrycznymi w odpowiednio dobranych proporcjach składników, i aplikowane metodą dawek dzielonych, co zostało wykazane w przeprowadzonych doświadczeniach.

Z wielu doniesień literaturowych wiadomo, że podstawowym źródłem zachwaszczenia wtórnego jest „glebowy bank diaspor chwastów”, z którego w sprzyjających warunkach mogą pojawiać się nowe wschody chwastów w różnym nasileniu w całym sezonie wegetacyjnym [Christoffoleti i Caetano 1998, Bochenek 2000].

Na plantacjach kukurydzy, późno zakrywającej międzyrzędzia, istnieją sprzyjające warunki dla wschodów i rozwoju chwastów, które przy braku zabiegów odchwaszczania lub ich małej skuteczności prowadzą do wzbogacania glebowego banku nasion i zwiększenia zachwaszczenia w latach następnych [Marshall i in. 2003]. Zachwaszczenie wtórne stanowią głównie gatunki ciepłolubne, wymagające wysokiej temperatury kiełkowania w zakresie 25–40°C, np. komosa sina, komosa wielonasienna, rdest plamisty, bielun dziedzierzawa, chwastnica jednostronna, palusznik krwawy, włośnica sina i zielona, psianka czarna, szarłat szorstki, blekot pospolity, lulek czarny [Norris 1996].

W przeprowadzonych w latach 2011–2013 doświadczeniach polowych na stanowisku gleby brunatnej wśród gatunków notowanych w zachwaszczeniu wtórnym stwierdzono obecność chwastów ciepłolubnych, późno wschodzących: psianki czarnej, włośnic oraz gatunków wcześniej niezniszczonych – komosy białej, chwastnicy jednostronnej i rdestu ptasiego.

Negatywne skutki występowania i oddziaływania zachwaszczenia wtórnego na roślinę uprawną są dostrzegane i często opisywane w literaturze [Hołdyński i Korniak 1994, Domaradzki i Rola 2004]. W ostatnich latach obserwuje się wzrost zagrożenia zachwaszczeniem wtórnym, do czego przyczyniły się zmiany klimatyczne – wyższe temperatury w porównaniu ze średnimi wieloletnimi, wzrost usłonecznienia zwłaszcza w maju i czerwcu, co w konsekwencji doprowadziło do wcześniejszej o 10 dni wegetacji roślin [Stuczyński i in. 2000, Kozyra 2004, Gołębiowska i Skorupa 2013]. Obecnie w programach ochrony kukurydzy właściwy dobór herbicydów jest znacznie zawężony, a dokonanie jednego efektywnego zabiegu herbicydowego z użyciem jednej substancji czynnej zapewniającej utrzymanie plantacji w stanie wolnym od chwastów przez cały sezon wegetacyjny jest znacznie ograniczone [Woźnica 2008]. Herbicydy o krótkim okresie działania, które szybko się rozkładają, sprzyjają pojawianiu się gatunków z glebowego banku nasion dotąd niespotykanych w tej uprawie. W tej sytuacji zastosowanie mieszaniny precyzyjnie dobranych herbicydów w formułacjach poprawiających skuteczność chwastobójczą i stosowanych systemem dawek dzielonych może istotnie wzmocnić bezpieczeństwo zabiegu i ograniczyć zachwaszczenie wtórne.

## WNIOSKI

1. Spośród gatunków ukazujących się na stanowisku gleb brunatnych w uprawie kukurydzy największy udział w zbiorowisku stanowiły *Echinochloa crus-galli*, *Setaria viridis*, *Chenopodium album*, w nieco mniejszym nasileniu występowały *Solanum nigrum*, *Polygonum aviculare* oraz nielicznie *Veronica persica* i *Viola arvensis*.

2. Jednorazowe zastosowanie nikosulfuronu z mezotrionem jako mieszaniny dwóch herbicydów Milagro 040 SC + Callisto 100 z dodatkiem adiuwanta Atpolan 80 EC wykazało fitotoksyczne oddziaływanie na rośliny kukurydzy odmiany Blask.

3. Najwyższy poziom zachwaszczenia wtórnego notowano na obiekcie z użyciem mieszaniny herbicydów Accent 75 WG + Callisto 100 SC z dodatkiem adiuwanta Trend 90 EC aplikowanych jednorazowo.

4. Najlepszy efekt chwastobójczy oraz najwyższy plon ziarna kukurydzy osiągnięto po zastosowaniu herbicydu dwuskładnikowego (nikosulfuron + mezotrion) użytego jako emulsji olejowej, systemem dawek dzielonych.

## PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Praczyk T., Stachecki S., 1994. Wpływ opadów atmosferycznych i temperatury powietrza na występowanie niektórych gatunków chwastów oraz ich konkurencyjność w stosunku do rośliny uprawnej. Materiały XVII Krajowej Konferencji „Przyczyny i źródła zachwaszczenia pól uprawnych”, 28–29 czerwca 1994. Wyd. ART, Olsztyn, 109–116.
- Bochenek A., 2000. Wpływ czynników biotycznych i zabiegów uprawowych na glebowy bank nasion chwastów. Post. Nauk Rol. 2, 19–29.
- Christoffoleti P.J., Caetano R.S.X., 1998. Soil seed banks. Sci. Agric. 55, 74–78.
- Domaradzki K., Badowski M., Filipiak K., Franek M., Gołębiowska H., Kieloch R., Sadowski J., Sekutowski T., Zawerbny T., 2001. Metodyka doświadczeń biologicznej oceny herbicydów, bioregulatorów i adiuwantów. Cz. 1. Doświadczenia polowe. Wyd. IUNG, Puławy, 1–167.
- Domaradzki K., Rola J., 2004. Problem zachwaszczenia wtórnego plantacji buraka cukrowego na Dolnym Śląsku i sposoby zapobiegania temu zjawisku. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl. 441(1), 52–58.
- EPP0, 2006. Bulletin EPP0 (European and Mediteranean Plant Protection Organization). No. 135, 152, 181, 214, 50.
- Gołębiowska H., 2008. The problems of weed management by herbicide systems applied in maize. J. Plant Prot. Res. 48 (1), 119–128.
- Gołębiowska H., Skorupa M., 2013. Problem zachwaszczenia wtórnego w warunkach integrowanej technologii produkcji. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 53(3), 465–470.
- Hołdyński Cz., Korniak T., 1994. Obieg diaspor chwastów w ekosystemach rolniczych. Materiały XVII Krajowej Konferencji „Przyczyny i źródła zachwaszczenia pól uprawnych”, 28–29 czerwca 1994. ART, Olsztyn, 21–26.
- Kierzek R., Paradowski A., Kaczmarek S., 2012. Chemical methods of weed control in maize (*Zea mays* L.) in variable weather conditions. Acta Sci. Pol., Agricultura 11(4), 35–52.
- Kierzek R., Paradowski A., Krawczyk R., 2011a. Effectiveness of weed control in maize (*Zea mays* L.) depending on the date and method of herbicide application. Acta Sci. Pol., Agricultura 10 (2), 57–73.
- Kierzek R., Paradowski A., Sip D., 2011b. Możliwości wykorzystania mezotrionu z nikosulfuronem w mieszaninach zbiornikowych z innymi herbicydami w uprawie kukurydzy. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 51(4), 1842–1848.



- Kozyra J., 2004. Climatic conditions for millet cultivation in Poland. WMO – CagM Report, Geneva 94, 34–35.
- Marshall E.J.P., Brown V.K., Boatman N.D., Lutman P.J.W., Squire G.R., Ward L.K., 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within the crop fields. *Weed Res.* 43, 7–89.
- Nadeem M.A., Ahmad R., Khalid M., Naveed M., Tranveer A., Ahmad J.N., 2008. Growth and yield response of autumn planted maize (*Zea mays* L.) and its weeds to reduced doses of herbicide application in combination with urea. *Pak. J. Bot.* 2, 667–676.
- Norris R.F., 1996. Weed population dynamics: seed production. Second International Weed Control Congress, vol. 1, 15–20.
- Rola H., Gołębiowska H., 2003. Objawy uszkodzeń odmian kukurydzy powodowane przez herbicydy. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 42(1), 337–345.
- Stuczyński T., Demidowicz G., Deputat T., Górski T., Krasowicz S., Kuś J., 2000. Adaptation scenarios of agriculture in Poland to future climate changes. *Environ. Monitor. Assess.* 61, 133–144.
- Sulewska H., Koziara W., 2006. Skuteczność wybranych herbicydów stosowanych powschodowo w kukurydzy. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 46 (2), 243–245.
- Surawska M., Rzeźnicki B., 2010. Ustawodawstwo – projekty ustaw i rozporządzenia z zakresu ochrony roślin. Materiały z IX Konferencji „Racjonalna technika ochrony roślin”. IOR — PIB, Poznań, 6 października 2010, 9–17.
- Waligóra H., Szpurka W., 2009. Selektywność mieszanki mezotrionu i nikosulfuronu dla kilku odmian kukurydzy cukrowej. *Nauka Przyr. Technol.* 3 (2), 1–7.
- Woźnica Z., 2008. *Herbologia – podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów*. PWRiL, Poznań, 440 ss.

Opracowanie wykonano w ramach realizacji zadania 2,6 w programie wieloletnim IUNG — PIB.

**Summary.** Lowering of herbicides phytotoxicity, improving the effectiveness of weed control until the late stages of development in order to avoid losses in grain yield of corn induced studies involving a mixture of nicosulfuron with mesotrione in three formulations for the preparation of water and oil suspension and one-time application and the system of split doses. The use of a combination of mesotrione nicosulfuron in the form of an oil emulsion system of split doses showed the best herbicidal activity, reducing secondary infestation to 2% coverage of the soil and a high yield compared to the subject treated with the mixture once. In this object higher yields and a high thousand grain mass were achieved in comparison to the object treated once this mixture. In contrast, a one-time application using a tank mixture nicosulfuron + mesotrione with adjuvant Atpolan Bio 88 EC revealed phytotoxic effects on the development of corn. There was also observed the highest secondary weed infestation of green foxtail *Setaria viridis* at 17% soil cover, which led to a reduction in the yield and thousand grain weight in comparison to other objects.

**Key words:** herbicides, mixture, formulation, corn, selectivity, split doses