

EFEKTYWNOŚĆ CHEMICZNEJ REGULACJI ZACHWASZCZENIA W RÓŻNYCH SYSTEMACH UPRAWY KUKURYDZY

Hanna Gołębiowska, Adam Kaus

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Streszczenie. W latach 2004-2007 w Zakładzie Herbologii i Technik Uprawy Roli IUNG – PIB we Wrocławiu (50°58' N; 16°56' E) oceniano wpływ systemów uprawy roli na bioróżnorodność gatunkową chwastów segetalnych oraz efektywność herbicydów i ich mieszanin w ograniczaniu zachwaszczenia kukurydzy uprawianej w zmianowaniu i monokulturze. Dynamikę zmian w zbiorowiskach chwastów oceniano metodą ramkową na obiektach kontrolnych kukurydzy uprawianej w zmianowaniu z zastosowaniem orki oraz w monokulturze z siewem bezpośrednim. W monokulturze kukurydzy znacznie zwiększyły swój udział *Echinochloa crus galli* i *Chenopodium album* oraz *Solanum nigrum*, *Aethusa cynapium* i *Galeopsis tetrahit*. Zbiorowisko chwastów w kukurydzy uprawianej w zmianowaniu charakteryzowało się większą bioróżnorodnością, a zmiany liczebności i składu gatunkowego w latach badań były niewielkie. Skuteczność działania herbicydów oceniano na tle trzech wariantów uprawy roli: tradycyjnego (orka pod kukurydzą w zmianowaniu i monokulturze), uproszczonego oraz zerowego (siew bezpośredni). Stosowano herbicydy Lumax 537,5 SE, mieszaniny środków Maister 310 WG + Mustang 306 SE oraz Callisto 100 SC + Milagro 040 SC. Najlepszy efekt chwastobójczy uzyskano w kukurydzy uprawianej w zmianowaniu po orce. W monokulturze z zastosowaniem uproszczeń uprawowych oraz siewów bezpośrednich zadowalający efekt chwastobójczy osiągnięto po zastosowaniu mieszaniny Maister 310 WG + Mustang 306 SE z dodatkiem adiuwantu – systemem dawek dzielonych.

Słowa kluczowe: herbicydy, kukurydza, siew bezpośredni, uprawa tradycyjna, uprawa uproszczona, zachwaszczenie

WSTĘP

Wzrastający w ostatnich latach wpływ czynników organizacyjno-ekonomicznych na produkcję rolniczą, dążenie do uproszczeń uprawowych oraz odchodzenie od tradycyjnego płodozmianu przyczyniły się do częstego występowania kilkuletnich monokultur.

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr Hanna Gołębiowska, Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli we Wrocławiu Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, e-mail: h.golebiowska@iung.wroclaw.pl

Kosztowne i energochłonne systemy płużne (orka jesienna pochłania 30-40% całkowitych nakładów na produkcję) zastępowane są w różnym stopniu uprawami uproszczonymi – aż do tzw. uprawy zerowej, czyli siewu bezpośredniego włącznie. Uproszczone systemy uprawy roli – oprócz niewątpliwych zalet, takich jak: zmniejszenie nakładów pracy, ograniczenie tempa mineralizacji substancji organicznej, ochrona gleb przed erozją, stopniowe ubożenie glebowego banku nasion itd., prowadzić mogą też do niekorzystnych zmian właściwości fizykochemicznych środowiska glebowego, np. wzrostu gęstości i zwięzłości gleby, pogarszania warunków termalnych, pogorszenia dostępności i wykorzystania składników z nawozów, zmian ustalonego składu gatunkowego zbiorowisk chwastów [Blecharczyk i in. 2007]. Wieloletnia uprawa tej samej grupy roślin na jednym stanowisku oraz długotrwałe stosowanie tych samych herbicydów mogą doprowadzić do całkowitego wyeliminowania pewnych gatunków z danego ekosystemu i kompensacji gatunków chwastów, których rytm rozwojowy oraz cechy morfologiczne i fizjologiczne są podobne do cech uprawianej rośliny [Rola i Rola 1995]. Stosowanie płodozmianów różniących się doborem roślin regenerujących może istotnie wpływać na zmiany bioróżnorodności gatunkowej chwastów, a aplikowane herbicydy jedynie ograniczają ich liczebność [Stupnicka-Rodzyńkiewicz i Lepiarczyk 2004]. Największy wpływ na kształtowanie bioróżnorodności zbiorowisk chwastów mają zatem zmiany agrotechniczne w uprawach rolniczych, zaś warunki siedliskowe zaczęły odgrywać drugorzędną rolę w różnicowaniu zbiorowisk chwastów [Gołębiowska i in. 2006].

Na zachwaszczenie upraw rolniczych w dużej mierze oddziałują zmiany klimatyczne, utrzymujące się w ostatnim dziesięcioleciu, łagodne zimy i wcześniejsza wegetacja w rejonie południowo-zachodniej Polski. Prowadzi to do zwiększonego udziału w zbiorowiskach gatunków ciepłolubnych, pojawiania się wiosną taksonów w zaawansowanych stadiach rozwojowych, zwłaszcza w uprawach uproszczonych, a także wzrostu zachwaszczenia wtórnego [Gołębiowska 2006].

Celem badań była ocena wpływu następstwa roślin i systemów uprawy roli na bioróżnorodność gatunkową chwastów segetalnych oraz na efektywność mieszanin herbicydowych stosowanych w uprawie kukurydzy.

MATERIAŁY I METODY

W latach 2004-2007 w Zakładzie Herbologii i Technik Uprawy Roli IUNG – PIB we Wrocławiu (50°58' N; 16°56' E) prowadzono badania w oparciu o dwa doświadczenia.

W doświadczeniu pierwszym obserwowano dynamikę zmian w zbiorowisku chwastów na obiektach kontrolnych doświadczeń założonych na polu, na którym stosowano orkę i zmianowanie: pszenica ozima + międzyplon gorczycy, kukurydza na ziarno, jęczmień jary oraz monokulturę kukurydzy uprawianej od 2004 roku w siewie bezpośrednim. Stan i stopień zachwaszczenia oceniano metodą ramkową, ustalając liczbę roślin na m² przed zastosowaniem zabiegów herbicydowych.

W doświadczeniu drugim, założonym w układzie losowanych bloków, oceniano efektywność mieszanin herbicydowych na tle trzech systemów uprawy roli:

- tradycyjnego – opartego na orce pługiem odkładnicowym z doprawianiem roli narzędziami tradycyjnymi,
- uproszczonego – składającego się z uprawy kultywATOREM oraz doprawiania roli agregatem uprawowym,

– zerowego – polegającego na zastosowaniu siewu bezpośredniego przy użyciu siewnika z krojem tarczowym i aplikatorem nawozów.

W każdym systemie uprawowym stosowano następujące mieszaniny herbicydów: Lumax 537,5 SE – aplikowany przedwschodowo, Callisto 100 SC + Milagro 040 SC – aplikowane w fazie 3-4 liści kukurydzy, Maister 310 WG z adiuwantem + Mustang 306 SE – w dawkach dzielonych w fazie 3-4 i 5-6 liści kukurydzy. Pełną charakterystykę stosowanych herbicydów podano w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka herbicydów stosowanych w doświadczeniach polowych
Table 1. Characteristic of herbicides applied in field experiments

Herbicyd Herbicide	Substancja aktywna herbicydu Active ingredient of herbicide	Dawka herbicydu Dose of herbicide per ha	Termin aplikacji* Time of application
Callisto 100 SC + Milagro 040 SC	mezotrion 100 g·dm ⁻³ + nikosulfuron 40 g·dm ⁻³	1,0 + 0,8 dm ³	BBCH 13
Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE	foramsulfuron 30 g·dm ⁻³ + jodosulfuron metylosodowy 1 g·dm ⁻³ + izoksadifen etylowy 30 g·dm ⁻³ + adiuwant (ester metylowy oleju rzepakowego) 842 g·dm ⁻³ + florasulam 6,25 g·dm ⁻³ + 2,4-D 452 g·dm ⁻³	50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³ ·ha ⁻¹ ----- 50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³ ·ha ⁻¹	BBCH 13 + BBCH 15
Lumax 537,5 SE	mezotrion 37,5 g·dm ⁻³ + terbutyloazyna 187,5 g·dm ⁻³ + S-metolachlor 312,5 g·dm ⁻³	3,5 dm ³ ·ha ⁻¹	BBCH 00

* BBCH 13 – faza 3-4 liści kukurydzy – 3-4 leaf stage of maize
BBCH 15 – faza 5 liści kukurydzy – 5-leaf stage of maize

Badania realizowano na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na glinie lekkiej. Skuteczność chwastobójczą na obiektach herbicydowych oceniono wizualnie po upływie 3-5 tygodni od wykonania zabiegu, szacując procent zniszczenia poszczególnych gatunków chwastów w porównaniu z nieopryskiwanym obiektem kontrolnym. W drugiej połowie sezonu wegetacyjnego, przed zbiorem kukurydzy, określono poziom zachwaszczenia wtórnego, szacując stopień pokrycia gleby przez chwasty metodą agrofytosocjologiczną. W czasie zbioru ustalono plon ziarna i MTZ (w przeliczeniu na 15% wilgotności). Na całym polu przeprowadzano zabiegi fungicydowe w pełnym zakresie oraz stosowano nawożenie, wynikające z aktualnego zapotrzebowania przez roślinę uprawną; pH gleby utrzymywano na poziomie >5.

WYNIKI

Wpływ systemów uprawy roli na dynamikę chwastów segetalnych

Prowadzone w latach 2004-2007 obserwacje nad stanem i stopniem zachwaszczenia kukurydzy uprawianej w monokulturze z zastosowaniem siewu bezpośredniego wykazały, że lista florystyczna gatunków chwastów występujących w zasiewach ulegała znacznemu różnicowaniu w porównaniu ze stanowiskiem, gdzie stosowano zmianowanie i uprawę opartą na orce. W roku założenia doświadczeń, zbiorowiska chwastów występujące na obu stanowiskach charakteryzowały się zbliżonym składem florystycznym. W okresie wiosennym na obiektach kontrolnych obu stanowisk stwierdzono obec-

ność siedemnastu gatunków chwastów występujących w różnym nasileniu. Wśród nich dominowały: *Echinochloa crus-galli*, której liczebność na stanowisku ze zmianowaniem wynosiła 84 szt. \cdot m⁻², a w monokulturze 115 szt. \cdot m⁻², *Agropyron repens* w ilości odpowiednio do stanowiska 5 i 18 szt. \cdot m⁻² i *Chenopodium album* (78-110 szt. \cdot m⁻²) oraz *Viola arvensis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Thlaspi arvense*, *Galium aparine*, *Lamium amplexicaule* w podobnym nasileniu. Liczebność pozostałych gatunków w obu zbiorowiskach była niewielka (tab. 2).

Tabela 2. Zmiany ilościowe i jakościowe w zbiorowisku chwastów w różnych technologiach uprawy kukurydzy

Table 2. Qualitative and quantitative changes in weed community in different cultivation technologies of maize

Gatunek chwastów Species of weeds	Występowanie chwastów w monokulturze kukurydzy – siew bezpośredni, szt. \cdot m ⁻² Occurrence of weeds in maize in monoculture in direct sowing variant, number of weeds per sq. m				Występowanie chwastów w kukurydzy uprawianej w zmianowaniu z zastosowaniem orki, szt. \cdot m ⁻² Occurrence of weeds in maize in crop rotation with ploughing, number of weeds per sq. m			
	2004	2005	2006	2007	2004	2005	2006	2007
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	115	98	132	253	84	23	38
<i>Agropyron repens</i>	18	7	0	0	5	0	0	0
<i>Setaria glauca</i>	4	0	0	0	21	15	29	17
<i>Viola arvensis</i>	33	48	39	14	42	28	12	21
<i>Chenopodium album</i>	110	64	103	171	78	43	37	32
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	17	60	16	9	11	9	6	9
<i>Anthemis arvensis</i>	9	6	1	0	5	4	3	6
<i>Thlaspi arvense</i>	13	0	0	0	6	14	13	13
<i>Galium aparine</i>	13	8	7	0	8	6	11	9
<i>Euphorbia helioscopia</i>	5	0	0	0	5	6	9	6
<i>Veronica persica</i>	4	2	0	0	4	5	6	5
<i>Sinapis arvensis</i>	5	0	0	0	3	5	6	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	5	0	0	0	4	5	4	4
<i>Polygonum persicaria</i>	3	0	0	0	4	3	3	5
<i>Lamium amplexicaule</i>	9	0	0	0	6	9	4	5
<i>Fumaria officinalis</i>	5	0	0	0	3	5	5	6
<i>Solanum nigrum</i>	0	3	4	17	2	3	11	14
<i>Aethusa cynapium</i>	0	0	0	8	0	2	7	7
<i>Galeopsis tetrahit</i>	0	0	0	5	0	0	0	0

W drugim roku prowadzenia doświadczeń w monokulturze kukurydzy, w zbiorowisku chwastów obserwowano zmniejszenie liczebności zarówno *Echinochloa crus-galli* (98 szt. \cdot m⁻²), jak i *Chenopodium album* (64 szt. \cdot m⁻²), jednak ich udział w zbiorowisku był nadal najwyższy, natomiast *Capsella bursa-pastoris* i *Viola arvensis* zwiększyły swoje nasilenie. Stwierdzono również brak takich gatunków, jak: *Setaria glauca*, *Thlaspi arvense*, *Sinapis arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Polygonum persicaria*, *Lamium amplexicaule*, *Fumaria officinalis*, *Euphorbia helioscopia*. W następnych latach notowano zwiększającą się liczebność dominujących gatunków *Echinochloa crus-galli* i *Chenopodium album*, wzrastający udział w zbiorowisku nowego gatunku *Solanum nigrum*, znaczne zmniejszenie nasilenia *Viola arvensis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Agropyron repens* i *Galium aparine* oraz brak pozostałych taksonów. Zaniechanie przez

wiele lat tradycyjnego zmianowania przyczyniło się do pojawienia w 2007 roku nowych gatunków: *Aethusa cynapium* i *Galeopsis tetrahit* – utrzymujących się w zasiewach aż do zbioru – oraz uwidoczniło kompensację *Echinochloa crus-galli* (253 szt. \cdot m²) i *Che-nopodium album* (171 szt. \cdot m²) (tab. 2).

W uprawie kukurydzy, gdzie stosowano zmianowanie, zbiorowisko chwastów charakteryzowało się większą bioróżnorodnością i w latach badań obserwowano niewielkie zmiany zarówno liczebności, jak i składu gatunkowego. Lista florystyczna gatunków segetalnych w latach prowadzenia obserwacji nie ulegała znaczącym zmianom, a chwasty dominujące występowały w mniejszym nasileniu niż w monokulturze (tab. 2).

Wpływ systemów uprawy roli na skuteczność działania herbicydów

Najlepszy efekt chwastobójczy, stanowisko wolne od chwastów i najwyższe plony ziarna uzyskano w kukurydzy uprawianej w zmianowaniu, w którym stosowano system oparty na orce we wszystkich obiektach herbicydowych (tab. 3-6). W monokulturze, gdzie stosowano trzy warianty uprawowe oparte na orce, siewie bezpośrednim oraz uprawie uproszczonej, najlepszy efekt chwastobójczy w badanych sezonach osiągnięto po zastosowaniu mieszaniny herbicydów Maister 310 WG + Actirob 842 EC łącznie ze środkiem Mustang 306 EC systemem dawek dzielonych, dostosowując oprysk do stanu zachwaszczenia oraz kondycji i fazy rozwojowej rośliny uprawnej (tab. 5-6). Po zastosowaniu pierwszej dawki tej mieszaniny jej fitotoksyczność w stosunku do osłabionej wiosennymi chłodami kukurydzy była minimalna; wcześniej również ograniczono konkurencyjność chwastów występujących w późniejszych fazach rozwojowych – *Galium aparine* i *Veronica hederifolia*. Użycie drugiej dawki dało najlepszy efekt chwastobójczy wobec gatunków późno wschodzących i ciepłolubnych, jak: *Setaria* spp. i *Solanum nigrum*. W efekcie uzyskano najwyższy plon ziarna – 10,12 t \cdot ha⁻¹ w wariantcie płużnym, 9,63 t \cdot ha⁻¹ w systemie siewu bezpośredniego oraz 10,90 t \cdot ha⁻¹ w systemie uproszczonym (tab. 4-6).

Lumax 537.5 SE aplikowany przedwschodowo wykazał wysoką skuteczność chwastobójczą jedynie w wariantcie uprawy płużnej (tab. 3 i 6). Wszystkie chwasty dwuliścienne zostały zniszczone co najmniej w 98%. W przypadku *Echinochloa crus-galli* efektywność wahała się w granicach 95-97%. Działanie chwastobójcze herbicydów utrzymywało się dłużej, w znacznym stopniu ograniczając pojawienie się zachwaszczenia wtórnego. Podczas analiz agrofitosocjologicznych, przeprowadzonych w drugiej połowie sezonu wegetacyjnego, stopień pokrycia gleby przez chwasty na obiekcie traktowanym badaną kombinacją sięgał 6,0%, zaś na obiekcie nieopryskanym aż 42%. Skutkiem wysokiej efektywności chwastobójczej tego środka było uzyskanie plonu ziarna na poziomie 10,63 t \cdot ha⁻¹ (tab. 6).

Tabela 3. Ocena skuteczności chwastobójczej herbicydów w kukurydzy uprawianej w zmianowaniu z zastosowaniem orki
 Table 3. Estimation of herbicide effectiveness in weed control of maize in crop rotation with ploughing

Obiekt Treatment	Termin aplikacji Time of application	Dawka Dose dm ³ ·ha ⁻¹	Zniszczenie chwastów Weed control %										Stopień pokrycia gleby przez chwasty Degree of soil coverage by weeds %					Płon ziarna Yield of grain t·ha ⁻¹	MTZ TGW g
			Inne - Other					ANTAR					Inne - Other						
			ECHCG	SETVI	CHEAL	CAPBP	VIOAR	SOLNI	GALAP	ANTAR	Inne - Other	ECHCG	SETVI	CHEAL	VIOAR	SOLNI	Inne - Other		
Kontrola - Untreated		-	*36	*25	*11	13*	10*	5*	*6	*6	*23	5	7	6	5	4	+	7,58	302,1
Lumax 537,5 SE	BBCH 00	3,5 dm ³	93	90	90	100	90	93	88	96	100	1	2	2	1	3	-	10,91	312,7
Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE	BBCH 13	50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³	100	100	98	100	95	100	90	100	100	+	1	+	-	-	-	12,89	315,5
Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE	BBCH 15	50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³	97	95	93	93	93	92	87	95	100	1	2	1	+	+	-	12,42	312,4
Callisto 100 SC + Milagro 040 SC	BBCH 15	1,0 dm ³ + 0,8 dm ³	NIR _{0,05} - LSD _{0,05} 1,006																

CHEAL - *Chenopodium album*, ECHCG - *Echinochloa crus-galli*, SETVI - *Setaria viridis*, CAPBP - *Capsella bursa-pastoris*, SOLNI - *Solanum nigrum*, VERHE - *Veronica hederifolia*, GALAP - *Galium aparine*, ANTAR - *Anthemis arvensis*, VIOAR - *Viola arvensis*, AETCY - *Aethusa cynapium*, GAETE - *Galeopsis tetrahit*, ANTAR - *Anthemis arvensis*

* liczba chwastów, szt.·m⁻² - number of weeds, plants per m²

Tabela 4. Ocena skuteczności chwastobójczej herbicydów w monokulturze kukurydzy w wariancie siewu bezpośredniego
 Table 4. Estimation of herbicide effectiveness in weed control of maize monoculture in direct sowing variant

Obiekt Treatment	Termin aplikacji Time of application	Dawka Dose dm ³ ·ha ⁻¹	Zniszczenie chwastów Weed control %										Stopień pokrycia gleby przez chwasty Degree of soil coverage by weeds %						Plon ziarna Yield of grain t·ha ⁻¹	MTZ TGW g
			ECHCG	CHEAL	VIOAR	SOLNI	GALAP	VERHE	Inne - Other	ECHCG	SETVI	CHEAL	VIOAR	SOLNI	AETCY	GAEFE	Inne - Other			
Kontrola – Untreated		–	197*	115*	13*	15*	6	2	73*	21	7	19	11	10	7	7	6	6,39	301,1	
Lumax 537,5 SE	BBCH 00	3,5 dm ³	85	82	90	76	98	96	100	3	1	2	2	6	2	2	5	8,98	311,7	
Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE	BBCH 13	50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³	96	88	95	100	90	100	100	1	1	8	–	1	1	2	+	9,63	315,3	
Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE	BBCH 15	50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³																		
Callisto 100 SC + Milagro 040 SC	BBCH 15	1,0 dm ³ + 0,8 dm ³	87	83	93	92	87	95	85	4	4	3	4	5	2	2	3	8,89	310,2	
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}																	1,111			

objaśnienia w tabeli 3 – for explanation, see Table 3

Tabela 5. Ocena skuteczności chwastobójczej herbicydów w monokulturze kukurydzy w wariacie uprawy uproszczonej
 Table 5. Estimation of herbicide effectiveness in weed control of maize monoculture in simplified tillage variant

Obiekt Treatment	Termin aplikacji Time of application	Dawka Dose dm ³ ·ha ⁻¹	Zniszczenie chwastów Weed control %										Stopień pokrycia gleby przez chwasty Degree of soil coverage by weeds %						Plon ziarna Yield of grain t·ha ⁻¹	MTZ g
			ECHCG	CHEAL	VIOAR	SOLNI	GALAP	ANTAR	VERHE	Inne - Other	ECHCG	SETVI	CHEAL	VIOAR	SOLNI	VEREE	GAEFE	Inne - Other		
Kontrola – Untreated		–	92*	76*	13*	11*	3	5	3	48*	12	6	6	8	6	4	2	4	6,39	301,1
Lumax 537,5 SE	BBCH 00	3,5 dm ³	98	95	100	78	100	100	100	100	2	2	+	+	6	1+	+	2	9,38	310,5
Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE	BBCH 13	50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³	98	87	99	99	95	100	100	100	1	+	+	+	+	+	+	+	10,90	315,2
Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE	BBCH 15	50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³																		
Callisto 100 SC + Milagro 040 SC	BBCH 15	1,0 dm ³ + 0,8 dm ³	85	83	93	92	90	100	91	90	4	2	1	3	2	+	2	2	9,89	310,2
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}																	0,925			

objaśnienia w tabeli 3 – for explanation, see Table 3

Tabela 6. Ocena skuteczności chwastobójczej herbicydów w monokulturze kukurydzy w wariacie uprawy pląznej
 Table 6. Estimation of herbicide effectiveness in weed control of maize monoculture in ploughing cultivation variant

Objekt Treatment	Termin aplikacji Time of application	Dawka Dose dm ³ ·ha ⁻¹	Zniszczenie chwastów Weed control %												Stopień pokrycia gleby przez chwasty Degree of soil coverage by weeds			Plon ziarna Yield of grain t·ha ⁻¹	MTZ TGW g				
			Inne - Other						Inne - Other						GALAP	VERHE	SOLNI			VIOAR	CHEAL	SETVI	ECHCG
			CHEAL	VIOAR	SOLNI	GALAP	VERHE	Inne - Other	CHEAL	VIOAR	SOLNI	GALAP	VERHE	Inne - Other									
Kontrola – Untreated		–	42*	27*	19*	12*	6	5	23*	7	4	11	6	5	1	3	5	6,19	301,1				
Lumax 537,5 SE	BBCH 00	3,5 dm ³	98	100	100	96	100	100	100	100	1	+	+	2	+	+	2	10,63	315,3				
Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE	BBCH 13	50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³	93	93	98	92	95	100	93	2	+	4	+	1	+	1	–	10,12	310,7				
Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE	BBCH 15	50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³	90	93	86	86	92	95	90	3	4	5	1	1	1	1	1	9,93	312,22				
Callisto 100 SC + Milagro 040 SC	BBCH 15	1,0 dm ³ + 0,8 dm ³	88	90	93	86	92	95	90	3	4	5	1	1	1	1	1	9,93	312,22				
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}																		0,986					

objaśnienia w tabeli 3 – for explanation, see Table 3

Zagrożenie zachwaszczeniem wtórnym w różnych systemach uprawowych roli w zależności od warunków pogodowych

W sezonie wegetacyjnym 2004 wystąpiły ekstremalne warunki pogodowe – niskie kilkunastodniowe temperatury i słabe uwilgotnienie, zwłaszcza w okresie aplikacji herbicydów. Miało to wpływ na opóźnienie wschodów kukurydzy i zahamowanie jej wegetacji. Chwasty pojawiły się dość wcześnie i niekorzystne warunki pogodowe nie ograniczyły ich rozwoju. W tej sytuacji Callisto 100 SC aplikowany łącznie z Milagro 040 SC na chwasty w zaawansowanych stadiach rozwojowych okazał się nie w pełni skuteczny, co przyczyniło się do ilościowego zwiększenia ich występowania w zachwaszczeniu wtórnym, zwłaszcza w wariancie siewów bezpośrednich, nastąpiło łącznie 49% pokrycie gleby (tab. 7). Wśród chwastów stwierdzono duży udział gatunków ciepłolubnych, późno wschodzących: *Solanum nigrum* i *Setaria* ssp. oraz gatunków nie zniszczonych wcześniejszą aplikacją: *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-galli* i *Galium aparine*. Niekorzystny rozkład temperatur i opadów nie przyczynił się tak drastycznie do wtórnego pojawiania się chwastów w kukurydzy uprawianej tradycyjnie. Zachwaszczenie wtórne po zastosowaniu herbicydów Lumax 537,5 SE w terminie przedwschodowym oraz Maister 310 WG + Actirob 842 EC łącznie ze środkiem Mustang 306 EC w dawkach dzielonych było niższe niż na obiekcie traktowanym mieszaniną Callisto 100 SC + Callisto 100 SC, nawet w wariancie siewu bezpośredniego (tab. 7).

DYSKUSJA

W warunkach intensywnego gospodarowania istotne stało się dążenie do uproszczeń technologii uprawy kukurydzy, w tym uproszczeń uprawy gleby, odchodzenie od tradycyjnego płodozmianu na rzecz zmianowań mocno wysyconych zbożami bądź nawet wieloletnie uprawianie jej na tym samym stanowisku [Domaradzki i Rola 2004]. Należy się jednak liczyć z tym, że w pierwszych latach wprowadzania uproszczeń uprawowych, a zwłaszcza siewów bezpośrednich, mogą wystąpić niekorzystne zmiany w zbiorowiskach chwastów [Stupnicka-Rodzinkiewicz i Lepiarczyk 2004]. Wyniki badań własnych świadczą o tym, że w monokulturze kukurydzy uprawianej w wariancie siewu bezpośredniego znacznie zwiększyły swój udział *Echinochloa crus-galli* i *Chenopodium album*, a zaniechanie tradycyjnego zmianowania przyczyniło się do pojawienia nowych gatunków: *Solanum nigrum*, *Aethusa cynapium* oraz *Galeopsis tetrahit*, utrzymujących się w zasiewach aż do zbiorów. Zbiorowisko chwastów kukurydzy w uprawie, gdzie stosowano zmianowanie, charakteryzowało się większą bioróżnorodnością i w latach badań obserwowano niewielkie zmiany zarówno liczebności, jak i składu gatunkowego. Największy wpływ na kształtowanie bioróżnorodności zbiorowisk chwastów mają zatem zmiany agrotechniczne w uprawach rolniczych, zaś warunki siedliskowe zaczęły odgrywać drugorzędą rolę w różnicowaniu tych zbiorowisk [Gołębiowska 2006].

Tabela 7. Zachwaszenie wtórne w monokulturze kukurydzy w wariancie A (siewu bezpośredniego) w porównaniu z B (uprawą pluzną w płodozmianie) na tle warunków pogodowych występujących w 2004 roku
 Table 7. Secondary weed infestation of maize monoculture in variant A (direct sowing variant) and variant B (in crop rotation with ploughing) under 2004 weather condition

Warunki pogodowe Weather conditions	Średnie dekadowe Decade mean	Średnia wieloletnia 1966-1996 Long-term average	Objekt Treatment	Termin aplikacji Time of application	Dawka Dose dm ³ ·ha ⁻¹	Wariant A												Wariant B											
						Stopień pokrycia gleby przez chwasty Degree of soil coverage by weeds %						Inne - Other						Stopień pokrycia gleby przez chwasty Degree of soil coverage by weeds %						Inne - Other					
						ECHCG	SETVI	CHEAL	VIOAR	SOLNI	VERHE	GAFTE	Inne - Other	ECHCG	SETVI	CHEAL	VIOAR	SOLNI	AFTCY	Inne - Other									
Temperatura w maju Temperature in May	I dekada 4,5 II dekada 5,3 III dekada 16,2 12,5°C		Kontrola - Untreated		-	32	16	31	6	7	4	4	3	17	12	19	8	6	2	2	+								
		13,7	Lumax 537,5 SE	BBCH 00	3,5 dm ³	5	4	5	3	2	+	2	1	1	+	+	+	3	+	+	+								
			Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE	BBCH 13	50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³																								
			Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE	BBCH 15	50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³	+	2	10	1	2	+	1	1	1	2	6	+	+	+	+	-								
Opady w maju Rainfall in May	I dekada 9,0 II dekada 5,6 III dekada 13,4 28 mm	59,4	Callisto 100 SC + Milagro 040 SC	BBCH 15	50 g + 2,0 dm ³ + 0,3 dm ³	12	4	18	3	5	3	3	1	7	4	8	2	3	1	+	+								

objaśnienia w tabeli 3 – for explanations, see Table 3
 BBCH – faza rozwojowa według EPPO – stage of development in EPPO

Zróznicowane rezultaty badań nad skutecznością niszczenia zachwaszczenia przedstawiane w literaturze, porównujące efekty uprawy konwencjonalnej, uproszczonej lub siewu bezpośredniego, wynikają często z użycia tych samych herbicydów w zastosowanych systemach uprawy zbóż i kukurydzy [Cardina i in. 1991, Dycker i in. 1992]. Uproszczone metody uprawy roli – poprzez rezygnację z zabiegów uprawowo-pielęgnacyjnych, nieprawidłowy dobór herbicydów i złą technikę ich stosowania – stwarzają odmienne warunki dla rozwoju roślin uprawnych i chwastów [Rola i Rola 1995]. Negatywnym skutkiem niewłaściwego doboru herbicydów lub jednostronnego ich stosowania jest pojawianie się w drugiej połowie wegetacji zachwaszczenia. Obserwacje stanu zachwaszczenia prowadzone w różnych wariantach uprawowych wykazały, że przy wystąpieniu długotrwałych chłódów i niskiego uwilgotnienia w okresie wschodów uproszczenia uprawowe silnie ograniczają skuteczność chwastobójczą tradycyjnych środków chemicznych stosowanych w uprawie kukurydzy. W takiej sytuacji bardzo dobre wyniki osiągnięto stosując dawki dzielone mieszaniny herbicydów Maister 310 WG + Actirob 842 EC łącznie ze środkiem Mustang 306 SE.

Uprawa bezpłuzna powoduje, że nasiona chwastów masowo kiełkują w górnej warstwie gleby, a więc powinny być efektywniej niszczone przez herbicydy [Wrzesińska i in. 2003]. Jednak w warunkach uprawy bezpłuznej płytkie spulchnianie roli pobudza ich kiełkowanie i w porównaniu z obiektami z orką tradycyjną następuje szybsze rozprzestrzenienie się chwastów jednoliściennych i wieloletnich przy jednoczesnym ograniczaniu gatunków jednorocznych [Vidal i Baumann 1994, Beulke i Malkomes 1996, Schmidt i in. 1999]. Może to prowadzić do kompensacji gatunków dominujących, co potwierdzono w przypadku *Echinochloa crus-galli* czy *Setaria viridis*, występujących w siewach bezpośrednich monokultury kukurydzy.

W uprawach bezpłuznych skuteczność herbicydów może być obniżona, gdy gruba okrywa mulczu utrudnia działanie środków chemicznych [Shumway i Koide 1994]. Dlatego w niektórych opracowaniach wskazuje się na większe zachwaszczenie pól w warunkach siewu bezpośredniego niż w uprawie płuznej [Mills i Witt 1989]. Zdaniem części autorów [Unger 1994], przy zastosowaniu herbicydów systemicznych, przenikających do rośliny poprzez części nadziemne, obserwowano znacznie mniejsze zachwaszczenia w uprawach bezpłuznych w porównaniu z konwencjonalną, jednak efekt taki osiągnięto dopiero po kilku latach uprawy. Ważny jest w związku z tym dobór mieszanin herbicydowych z uwzględnieniem specyfiki zbiorowiska chwastów w danym systemie uprawowym. W przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków pogodowych zalecane jest aplikowanie ich w dawkach dzielonych na uprawach uproszczonych, a celowość takiego wyboru udowodniono w badaniach własnych na siewach bezpośrednich i uprawach uproszczonych po zastosowaniu mieszaniny środków Maister 310 WG z adiuwantem oraz Mustang 306 SE.

WNIOSKI

1. Kilkuletnia uprawa kukurydzy na tym samym stanowisku z zastosowaniem siewów bezpośrednich grozi kompensacją gatunków dominujących: *Echinochloa crus-galli* i *Chenopodium album* oraz wzrostem zagrożenia zachwaszczeniem wtórnym *Solanum nigrum*, *Aethusa cynapium* oraz *Galeopsis tetrahit*.

2. Zbiorowisko chwastów w kukurydzy uprawianej w zmianowaniu i z zastosowaniem orki charakteryzowało się większą bioróżnorodnością i w latach badań obserwo-

wano niewielkie zmiany zarówno liczebności, jak i składu gatunkowego oraz małe zagrożenie gatunkami pojawiającymi w zachwaszczeniu wtórnym.

3. Najlepszy efekt chwastobójczy, stanowisko wolne od chwastów i najwyższe plony ziarna uzyskano z kukurydzy uprawianej w zmianowaniu, w którym stosowano uprawę gleby opartą na orce – niezależnie od kombinacji herbicydowych.

4. W monokulturze kukurydzy z zastosowaniem uproszczeń uprawowych oraz siewów bezpośrednich wysokie plony ziarna oraz MTZ osiągnięto po zastosowaniu mieszaniny herbicydów Maister 310 WG z adiuwantem oraz Mustang 306 SE systemem dawek dzielonych, dostosowując oprysk do stanu zachwaszczenia oraz kondycji i fazy rozwojowej rośliny uprawnej.

5. Lumax 537,5 SE aplikowany przedwschodowo wykazał wysoką skuteczność chwastobójczą (96-100%) jedynie w uprawie płuźnej.

6. Zagrożenie zachwaszczeniem wtórnym wystąpiło tylko w niesprzyjających warunkach pogodowych, w najwyższym stopniu w monokulturze kukurydzy przy zastosowaniu siewów bezpośrednich oraz mieszaniny środków chwastobójczych Callisto 100 SC + Milagro 040 SC.

PIŚMIENNICTWO

- Beulke S., Malkomes H.P., 1996. Abbau der Herbizide Ethofumesat und Metazachlor in Böden mit unterschiedlichen C_{org} -Gehalten. Z. Für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft 15, 609-618.
- Blecharczyk A., Małecka I., Sawińska J., 2007. Wpływ wieloletniego oddziaływania systemów uprawy roli na fizykochemiczne właściwości gleby. *Fragm. Agron.* XXIV 1(93), 7-13.
- Cardina J., Regnier E., Harrison K., 1991. Long-term tillage effects of seed banks in three Ohio soils. *Weed Sci.* 39, 186-194.
- Domaradzki K., Rola J., 2004. Problem zachwaszczenia wtórnego plantacji buraka cukrowego na Dolnym Śląsku i sposoby zapobiegania temu zjawisku. *Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Rośl.* 44, 52-58.
- Dycker J., Rux S., Knechtges H., 1992. Direktsat in semiariden Klimaten. *Landtechnik* 47, 7/8, 323-327.
- Gołębiowska H., 2006. Wpływ sposobu aplikacji herbicydów na poziom zachwaszczenia wtórnego w kukurydzy. *Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Rośl.* 46, 265-268.
- Mills J.A., Witt W.W., 1989. Effect of tillage systems on the efficacy and phytotoxicity of imazaquin and mazethapyr in soybean (*Glycine max*). *Weed Sci.* 37, 233-238.
- Rola J., Rola H., 1995. Wpływ uproszczonej technologii uprawy kukurydzy i buraków cukrowych na stan zachwaszczenia wtórnego plantacji na Dolnym Śląsku. *Mat. 35. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin, cz. I*, 139-145.
- Schmidt W., Doll D., Nitzsche O., 1999. Erfahrungen mit konservierender Bodenbearbeitung in Sachsen. *Neue Landwirtschaft* 5, 2-5.
- Shumway D.L., Koide R.T., 1994. Seed preferences of *Lumbricus terrestris* L. *Applied Soil Ecology* 1, 11-15
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Lepiarczyk A., 2004. Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów. *Acta. Agr. Silv.* 34, 127-130.
- Unger P.W., 1994. Managing agricultural residues. Lewis Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokio Mohler C.L. A model of the effects of tillage on emergence of weed seedlings. *Ecological applications* 3, 53-73
- Vidal R.A., Baumann T.T., 1994. Straw density in no-till affects soybean – weed interference. *Proc. of 3rd ESA Congress, Padova*, 268-269.

Wrzeńska E., Dzienia S., Wereszczaka J., 2003. Wpływ systemów uprawy roli na ilość i rozmieszczenie nasion chwastów w glebie. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 2(1), 169-175.

EVALUATION OF CHEMICAL SYSTEM OF WEED MANAGEMENT UNDER DIFFERENT MAIZE TILLAGE SYSTEMS

Abstract. Maize is a crop that is characterized by a high level of herbicide consumption, due to its efficiency and fastness of chemical control performance. Cultivation of maize is more profitable than cereals. The research conducted in 2004-2007 in western Poland on weed infestation in maize showed the negative aspect of maize cultivation in monoculture. At the beginning of the study, the following weed species occurred: *Echinochloa crus galli*, *Chenopodium album*, *Agropyron repens*, *Galium aparine*, *Viola arvensis*, *Thlaspi arvense*, *Capsella bursa-pastoris*, *Anthemis arvensis* and different dicotyledonous weeds present in field experiments. Four years later, the following taxons predominated in maize monoculture: *Echinochloa crus-gali*, *Chenopodium album* and new weed species which occurred in trials: *Solanum nigrum*, *Aethusa cynapium*. Therefore, experiments were performed in the Institute of Soil Science and Plant Cultivation in Wrocław (50°58' N; 16°56' E), using herbicides and the following mixtures: Lumax 537,5 SE – applied preemergence, Callisto 100 SC + Milagro 040 – applied postemergence at the 3-4 leaf stage of maize, Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE – applied postemergence in split doses, limiting weed infestation in maize monoculture crop in direct sowing variant and simplified tillage variant, in ploughing cultivation. Long-term research showed that the effectiveness of herbicides present at farming market should be improved through, for example, postemergence herbicide choice to secondary weed infestation, and the application of mixtures of sulfonylurea herbicides used at the divided fractional doses for weed infestation control at postemergence time. The system of weed control using glyphosate to overwintering species and the ones germinating before a cultivated plant and additionally, the mixture of Maister 310 WG + Actirob 842 EC + Mustang 306 SE applied postemergence in split doses for the secondary weed control, made it possible to eliminate undesired plants on that soil stand in the most efficient way and to achieve the highest grain yield.

Key words: direct sowing, herbicides, maize, ploughing cultivation, simplified tillage, weed infestation

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 18.01.2009