

SYSTEMY CHEMICZNEJ REGULACJI ZACHWASZCZENIA UPRAW ROLNICZYCH W ASPEKTCIE ROLNICTWA ZRÓWNOWAŻONEGO

HANNA GOŁĘBIEWSKA, KRZYSZTOF DOMARADZKI

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli we Wrocławiu*

h.golebiowska@iung.wroclaw.pl

Synopsis. Restrykcyjne normy UE mocno ograniczyły listę dopuszczonych do użycia substancji biologicznie czynnych spełniających kryteria dobrej praktyki rolniczej. W tej sytuacji coraz większego znaczenia nabiera opracowywanie systemów aplikacji herbicydów lub ich mieszanin w zredukowanych dawkach bezpiecznych dla środowiska naturalnego niektórych upraw rolniczych zgodnie z wymogami rolnictwa zrównoważonego. Wysoką skuteczność w ochronie przed zachwaszczeniem buraków wykazały mieszaniny herbicydowe Betanal Progress 274 OF + Safari 50 WG i Trend 90 EC, uzupełnione dodatkami herbicydów Goltix 70 WP lub Venzar 80 przewyższające skuteczność porównawczego standardu Betanal Progress 274 OF. Użyte w dawkach niższych o 50 i 67% nie powodowały znaczącego spadku efektywności ich działania, a uzyskane plony korzeni buraków były wyższe od standardu. W pszenicy ozimej istnieje również możliwość obniżenia dawki środków Mustang 306 SE, Mustang Super i Starane Super o 25% bez spadku ich skuteczności względem wysoce konkurencyjnej dla zbóż *Galium aparine*. Natomiast w uprawie kukurydzy wysoką skuteczność niszczenia zbiorowiska chwastów na czarnych glebach uzyskano po zastosowaniu samodzielnie herbicydów Titus25 WG + Trend 90 EC, Milagro 040 SC oraz Callisto 100 SC w dawkach obniżonych o 33% porównywalną do efektywności mieszaniny Callisto 100 SC + Milagro 040 SC w dawkach dzielonych.

Słowa kluczowe – *key words*: systemy herbicydowe – *herbicide systems*, obniżone dawki – *lowered doses*, mieszaniny – *mixtures*, buraki cukrowe – *sugar beets*, pszenica ozima – *winter wheat*, kukurydza – *maize*, regulacja zachwaszczenia – *weed control*

WSTĘP

Założeniem rolnictwa zrównoważonego jest rozwój integrowanych systemów rolniczego gospodarowania w oparciu o precyzyjne ustalenie dawek i terminów aplikacji środków chwastobójczych dopasowanych do stanu i stopnia zachwaszczenia uprawy, w połączeniu z metodami mechanicznymi, biologicznymi i agrotechnicznymi. Wnikliwe rozpoznanie składu florystycznego zbiorowisk segetalnych różnych stanowisk glebowych umożliwia dobór odpowiedniego systemu chwastobójczego [Rola i Rola 1995]. Mając również na uwadze, obowiązujące normy krajów Wspólnoty Europejskiej o ograniczeniu substancji biologicznie czynnych środków ochrony roślin i ich niekorzystnego wpływu na środowisko rolnicze, coraz większego znaczenia nabiera optymalizacja ich dawek [Matyjaszczyk 2007]. Zalecane maksymalne dawki zapewniają wysoką i szybką skuteczność zabiegu w stosunku do większości gatunków, bez uwzględniania ich zróżnicowanej wrażliwości. Dlatego w przypadku wielu chwastów, herbicyd stosowany jest w pewnym nadmiarze, niż wynikałoby to z potrzeby ich zniszczenia [Adamczewski i Pra-

czyk 1999, Dobrzański i Adamczewski 2001]. Duże nadzieje związane z możliwością łączenia nowych substancji chemicznych w mieszaninach z pozostającymi na liście dopuszczonych do stosowania środkami mogą przynieść oczekiwane rezultaty [Gołębiowska i Snopczyński 2007]. Natomiast pozytywne wyniki badań nad ograniczaniem dawek herbicydów, prowadzone w buraku cukrowym i zbożach [Domaradzki 2006, Woźnica i in. 2004, 2006] zachęcają do ich kontynuowania oraz rozszerzania na inne rośliny rolnicze jak kukurydza.

Zakłada się, że rozpoznanie składu florystycznego chwastów zbiorowisk segetalnych pozwoli na opracowanie systemów odchwaszczania podstawowych grup roślin uprawnych: buraka cukrowego, pszenicy ozimej i kukurydzy oraz ocenę wpływu badanych systemów herbicydowych na wysokość plonowania w zależności od siedliska i intensywności ochrony. Ocena różnych metod ochrony przed zachwaszczeniem w odmiennych warunkach siedliskowych pozwoli określić, jaki jest zakres stosowania każdego z systemów, na jakie ograniczenia w intensywności ochrony można sobie pozwolić, aby osiągnięte wyniki ekonomiczne były do zaakceptowania.

Celem przeprowadzonych badań w buraku cukrowym, pszenicy ozimej i kukurydzy była optymalizacja dawkowania herbicydów lub komponentów ich mieszanin w zwalczaniu silnie konkurencyjnych dla tych upraw chwastów w zależności od terminu aplikacji lub stanowiska glebowego w porównaniu ze standardem aplikowanym w pełnej dawce.

MATERIAŁ I METODY

Badania nad przydatnością kombinacji herbicydowych do odchwaszczania roślin rolniczych prowadzono w warunkach doświadczeń polowych w latach 2006–2008 na polach produkcyjnych Dolnego Śląska. W buraku cukrowym doświadczenia zlokalizowano na czarnych ziemiach zaliczanych do kompleksu pszennego dobrego, w kukurydzy na dwóch typach gleb: czarnej ziemi wrocławskiej zakwalifikowanej do kompleksu pszennego bardzo dobrego oraz na glebach brunatnych kompleksu żytniego dobrego. Natomiast w pszenicy ozimej eksperymenty polowe wykonano na glebach brunatnych kompleksu żytniego bardzo dobrego z dominacją wyczyńca polnego (*Alopecurus myosuroides*) oraz kompleksu żytniego dobrego z dominacją przytuli czepnej (*Galium aparine*) i chwastów dwuliściennych. Przed siewem roślin uprawnych i założeniem doświadczeń na całym polu przeprowadzano orkę i uprawki pielęgnacyjne oraz stosowano nawożenie, wynikające z aktualnej zasobności gleb i zapotrzebowania przez roślinę uprawną zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi.

Doświadczenia polowe zakładano metodą losowanych bloków, na poletkach o powierzchni 20–25 m² w 4 powtórzeniach. Szczegółowe charakterystyki ocenianych herbicydów i ich mieszanin oraz dawki i terminy ich aplikacji w zależności od fazy rozwojowej chwastów i rośliny uprawnej zamieszczono w tabeli 1.

Analizę skuteczności chwastobójczej wykonano na podstawie oceny ilościowej zachwaszczenia na poletkach traktowanych herbicydami w odniesieniu do nieopryskiwanej kontroli; dla buraków od 10 do 14 dni po ostatnim zabiegu, natomiast dla pozostałych roślin uprawnych, gdy badane środki osiągnęły pełną skuteczność, tj. ok. 4–6 tygodni po oprysku.

Stan i stopień zachwaszczenia wtórnego w burakach ustalono na podstawie analizy agrofitosocjologicznej, podając pokrycie gleby przez chwasty w procentach 2 tygodnie przed zbiorem roślin uprawnych.

Zbiór korzeni buraka cukrowego oraz kukurydzy przeprowadzono ręcznie w fazie dojrzałości technologicznej. Rzeczywisty plon korzeni buraków cukrowych określono po odjęciu zanieczyszczeń. Dla kukurydzy podano liczbę i masę kolb oraz plon ziarna i masę 1000 ziaren

Tabela 1. Charakterystyka badanych herbicydów uwzględnionych w doświadczeniach polowych
 Table 1. Characteristic of tested herbicides included to field experiments

Herbicyd Herbicide	Substancja aktywna (s.a.) Active ingredient (a.i.)	Zawartość s.a. Content of a.i. (g·dm ⁻³)	Zalecana dawka Recommended dose (ha ⁻¹)	Termin stosowania Time of application BBCH	Badane dawki w zabiegach Investigated dose in treatment
Betanal Progress 274 OF	fenmedifam + desmedifam + etofumesat	91 + 71 + 112	1,0 l		100, 50, 33%
Safari 50 WG	triflusaluron metylu	50%	30 g	11, 12, 13, 14, 15	100, 50, 33%
Goltix 70 WG	metamitron	70%	1,0 kg		100, 50, 33%
Venzar 80 WP	lenacyl	80%	0,2 kg		100, 50, 33%
Huzar 05 WG	jodosulfuron metylosodowy	5%	200 g		200 g
Puma Super 069 EW	fenoaxaprop-P-etylu	69	1,0; 1,2 l	12	1,0; 1,2 l
Quazar 550 SC	diflufenikan + izoproturon	50 + 500	2,0; 2,5 l	14	2,0; 2,5 l
Expert Met 56 WG	metrybuzyna + flufenacet	500 + 42%	0,35 kg	12	0,35 kg
Atribut 70 WG	propoksykarbazon sodowy	70%	60 g + 1,5 g	14	60 g + 1,5 g
Apyros 75 WG	sulfosulfuron	75%	26,6 g + 1,5 l		26,6 g + 1,5 l
Starane Super 101 SE	fluroksypyr + florasulam	100 + 1	1,0 l		100, 75, 50, 25%
Mustang 306 SE	florasulam + 2,4-D	6,25 + 300	0,6 l	14	100, 75, 50, 25%
Mustang Super 263,7 WC	florasulam + 2,4-D + chloryralid	300 + 180 + 80	1,0 l		100, 75, 50, 25%
Lumax 537,5 SE	mezotriion + terbuthylazine + S-metolachlor	37,5 + 187,5 + 312,5	3,5 l	00	100%
Callisto 100 SC	mezotriion	100	1,5 l	15	100, 50, 33%
Milagro 040 SC	nikosulfuron	40	1,5 l	15	100, 50, 33%
Titus 25 WG + Trend 90 EC	rimsulfuron+ adiuwant	15 + 0,1%	60g + 0,1%	15	100, 50, 33%
Callisto 100 SC + Milagro 040 SC	mezotriion + nikosulfuron	80 + 40	1,0 + 0,8 l		50+50%
Titus 25 WG + Trend 90 EC + Banvel 480 SL	rimsulfuron + dikamba + etoksylowany izodecynol	15 + 90% + 480	60g + 0,1% + 0,5 l	12 + 15	50+50%

w przeliczeniu na 15% wilgotności. Wyniki porównywano do obiektu nie traktowanego herbicydami. Do statystycznego opracowania wyników wykorzystano metodę analizy wariancji, testując istotność różnic za pomocą testu Tukey'a dla $\alpha=0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

W zachwaszczeniu buraka cukrowego dominowały szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus*), rdest ptasi (*Polygonum aviculare*), komosa biała (*Chenopodium album*) i jasnota purpurowa (*Lamium purpureum*). W badaniach uwzględniono mieszaniny zawierające w swym podstawowym składzie herbicydy Betanal Progress 274 OF i Safari 50 WG razem z adiuwantem Trend 90 EC, które uzupełniano dodatkiem środków Goltix 70 WP lub Venzar 80 WP. Herbicydy stanowiące komponenty mieszanin stosowano w trzech dawkach: pełnej (100%) oraz dwóch obniżonych (do 50 i 33% dawki pełnej). Oceniane kombinacje herbicydowe opierały się na pięciokrotnie wykonanych zabiegach. Adiuwant zawsze stosowany był w dawce pełnej. Do porównań użyto herbicydu Betanal Progress 27 OF w zalecanej dawce, tj. $1 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ w trzy i czterokrotnych zabiegach. Uzyskane wyniki doświadczeń dowodzą, że kombinacja pięciokrotnie wykonanych zabiegów mieszaninami zawierającymi w swym składzie Betanal Progress 274 OF, Safari 50 WG i Trend 90 EC, uzupełnione dodatkiem herbicydów Goltix 70 WP lub Venzar 80 WP wykazują wysoką skutecznością chwastobójczą wynoszącą 93–100% nawet wtedy, gdy ich komponenty stosowano w dawkach ograniczonych o 67% (tab. 2). Niezależnie od zastosowanej dawki komponentów, uzyskany efekt chwastobójczy znacznie przewyższał skuteczność samodzielnie zastosowanego herbicydu Betanal Progress 274 OF zarówno w trzech jak i czterokrotnych zabiegach. Średnia skuteczność tych zabiegów wahała się na poziomie 79–86%. Gdy badane mieszaniny aplikowano w obniżonych dawkach (o 50 lub 67%) obserwowano pewien wzrost zachwaszczenia wtórnego plantacji, lecz jego poziom był niższy, niż w przypadku stosowania pojedynczego herbicydu.

Najwyższe plony korzeni buraka cukrowego uzyskano na poletkach, na których aplikowano badane środki w najwyższych dawkach. Wynosiły one $88,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ dla stosowanych łącznie środków Betanal Progress 274 OF + Safari 50 WG + Goltix 70 WP + Trend 90 EC oraz $92,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ dla mieszaniny Betanal Progress 274 OF + Safari 50 WG + Venzar 80 WP + Trend 90 EC i były istotnie wyższe niż uzyskane na poletkach opryskiwanych pojedynczym herbicydem (Betanal Progress 274 OF w dawce $1 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$). Wraz z ograniczaniem dawki komponentów badanych mieszanin obserwowano pewne obniżenie plonowania. W przypadku pierwszej z mieszanin o $2,4\text{--}6,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, natomiast drugiej o $7,9\text{--}9,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Analiza statystyczna wykazała istotność zróżnicowania w plonach na obiektach traktowanych mieszaniną Betanal Progress 274 OF + Safari 50 WG + Venzar 80 WP + Trend 90 EC, natomiast nie stwierdzono statystycznie udowodnionych różnic w plonie pomiędzy obiektami, na których stosowano mieszaninę Betanal Progress 274 OF + Safari 50 WG + Goltix 70 WP + Trend 90 EC aplikowanych w dawkach pełnych i obniżonych.

Możliwość użycia tych mieszanin herbicydowych w obniżonych dawkach i ich wysoką skuteczność w niszczeniu zachwaszczenia potwierdzają badania prowadzone przez Dextera i in. [1996] oraz Woźnicę i in. [2006]. Natomiast wyniki uzyskane przez Idziaka i in. [2009] świadczą o znacznym obniżeniu kosztów zabiegów w programie stosowania mikrodawk w tej uprawie.

W zbiorowiskach chwastów towarzyszących grupie roślin zbożowych obok gatunków stale występujących i szeroko rozpowszechnionych na terenie Polski, jak np. *Apera spica-venti* na przestrzeni ostatnich lat wzrosło zagrożenie *Alopecurus myosuroides*, gatunkiem zawleczonym

Tabela 2. Skuteczność w niszczeniu chwastów w buraku cukrowym w zależności od dawki komponentów mieszanin herbicydowych
 Table 2. Effectiveness in weed control of sugar beets dependence of components dose herbicide mixtures

Herbicydy <i>Herbicides</i>	Dawka na ha ⁻¹ <i>Dose per ha</i> (l, kg, g)	Ilość zabiegów <i>Number of application</i>	Płon korzeni <i>Yield of roots</i> (t·ha ⁻¹)	Zniszczenie chwastów <i>Weed control</i> (%) BBCH 15	Stopień pokrycia gleby przez chwasty <i>Degree of cover of soil through weeds</i> (%) BBCH 42
Kontrola – <i>Untreatment</i>	–	–	13,2	78*	92
Betanal Progress 274 OF + Goltix 70 WP + Safari 50 WG + Trend 90 EC	1,0 + 1,0 + 30 + 0,1%	5	88,5	100	3
Betanal Progress 274 OF + Goltix 70 WP + Safari 50 WG + Trend 90 EC	0,5 + 0,5 + 15 + 0,1%	5	86,1	97	4
Betanal Progress 274 OF + Goltix 70 WP + Safari 50 WG + Trend 90 EC	0,33 + 0,33 + 10 + 0,1	5	82,0	93	9
Betanal Progress 274 OF + Venzar 80 WP + Safari 50 WG + Trend 90 EC	1,0 + 0,2 + 30 + 0,1%	5	92,5	100	2
Betanal Progress 274 OF + Venzar 80 WP + Safari 50 WG + Trend 90 EC	0,5 + 0,1 + 15 + 0,1%	5	84,6	97	3
Betanal Progress 274 OF + Venzar 80 WP + Safari 50 WG + Trend 90 EC	0,33 + 0,066 + 10 + 0,1%	5	82,6	94	8
Betanal Progress 274 OF	1,0	4	77,0	86	14
Betanal Progress 274 OF	1,0	3	77,8	79	36
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}			7,0	–	–

* – szt. · m⁻² – No. · m⁻²

Tabela 3. Zwalczanie *Alopecurus myosuroides*, *Apera spica-venti* i chwastów dwuliściennych w pszenicy ozimej w zależności od terminów stosowania herbicydów

Herbicydy <i>Herbicides</i>	Dawka na ha ⁻¹ <i>Dose per ha</i>	Termin stosowania <i>Time of application</i>	Zniszczenie chwastów – <i>Weed control</i> (%)						Plon ziarna <i>Grain yield</i> t·ha ⁻¹	Masa 1000 ziaren <i>1000 grain weight</i> (g)
			ALOMY	APESV	ANTAR	BRSNX	VIOAR	GALAP		
Kontrola– <i>Untreatment</i>	–	–	215*	7	11	40	23	17	24	42,2
Huzar 05 WG	200 g	T-2	76	100	98	100	82	75	90	42,8
Huzar 05 WG	200 g	T-4	57	100	89	100	70	95	100	42,6
Puma Super 069 EW	1,01	T-2	82	99	0	0	0	0	0	43,0
Puma Super 069 EW	1,21	T-4	94	100	0	0	0	0	0	42,8
Quazar 550 SC	2,51	T-2	86	100	100	100	100	100	100	42,1
Quazar 550 SC	2,01	T-4	75	96	92	95	83	85	95	43,1
Expert Met 56 WG	0,35 kg	T-2	73	100	86	95	84	85	95	42,6
Attribut 70 WG + Olbras 88 EC	60 g +1,51	T-4 T-4	94	100	77	80	58	25	82	45,1
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}			–	–	–	–	–	–	–	–

* – szt.·m⁻² – No.·m⁻²ALOMY – *Alopecurus myosuroides*, APESV – *Apera spica-venti*, ANTAR – *Anthemis arvensis*, BRSNX – *Brasica napus*, VIOAR – *Viola arvensis*,GALAP – *Galium aparine*, THLAR – *Thlaspi arvense*T-2 – stosowany jesienią – *treatment in winter* (BBCH 12); T-4 – stosowany wiosną – *treatment in spring* (BBCH 14)

do Polski nieświadomie i zlokalizowanym na Żuławach Wiślanych i w południowo-zachodniej Polsce [Wellmann i Feucht 2002, Hołdyński 1988]. W ostatnim okresie wzrasta również zagrożenie *Galium aparine* w zbożach [Domaradzki i Rola 2004].

W doświadczeniach określających efektywność herbicydów w zwalczaniu *Alopecurus myosuroides* oceniano herbicydy o różnym mechanizmie działania, aplikowane w dwóch terminach: jesienią w fazie 3–4 liści pszenicy i wiosną w fazie pełni krzewienia (tab. 3). *Alopecurus myosuroides* występujący w nasileniu 215 szt.·m⁻² najlepiej eliminowano herbicydem Attribut 70 WG łącznie z adiuwantem Olbras 88 EC oraz Puma Super 069 EW w terminie wiosennym. Najlepszy efekt niszczenia wszystkich gatunków jedno- i dwuliściennych uzyskano po aplikacji herbicydu Quazar 550 SC w terminie jesiennym, co pozwoliło osiągnąć plon ziarna w wysokości 6,15 t·ha⁻¹. Nie obserwowano wpływu badanych środków na obniżenie masy 1000 ziaren.

Do badań nad zwalczaniem *Galium aparine* i innych gatunków dwuliściennych wybrano trzy środki: Mustang 306 SE, Mustang Super 263,7EC i Starane Super101 SE (tab. 4). Każdy z tych środków zastosowano wiosną, w fazie pełni krzewienia pszenicy, w dawce zalecanej przez producenta oraz obniżonych o 25, 50 i 75%. Uzyskane wyniki wskazują, że, w przypadku herbicydu Mustang 306 SE jego dawkę można obniżyć nawet o połowę, bez spadku skuteczności wobec ostrożeńa polnego (*Cirsium arvense*), *Galium aparine*, rdestu powojowego (*Polygonum convolvulus*), tobołków polnych (*Thlaspi arvense*) czy gwiazdnicy pospolitej (*Stellaria media*). Natomiast tylko dawki zalecana i obniżona o 25% herbicydu Mustang Super wykazały wysoką skuteczność w zwalczaniu: *Cirsium arvense*, *Galium aparine*, *Polygonum convolvulus* i *Stellaria media*. W przypadku herbicydu Starane Super 101 SE nawet po zaaplikowaniu go w dawce najniższej, obniżonej o 75% z bardzo dobrym rezultatem była niszczona *S. media* i *T. arvense*. Zadowalający efekt niszczenia pozostałych gatunków obserwowano tylko na obiektach z dawkami pełną i zredukowaną o 25%.

Zastosowane w badaniach herbicydy do regulacji zachwaszczenia w pszenicy ozimej spowodowały statystycznie istotny wzrost plonu ziarna, w przypadku, gdy aplikowano je zarówno w dawkach pełnych jak i obniżonych o 25 i 50% w porównaniu do całkowicie zachwaszczonej kontroli. Nie zaobserwowano, aby którykolwiek z badanych środków wpłynął na uzyskanie zbyt drobnego ziarna o niskiej masie 1000 ziaren. Dane literaturowe potwierdzają również wysoką skuteczność niektórych herbicydów jak: Puma Universal 069 EW, Quazar Super 550 SC czy Starane 250 EC stosowanych w obniżonych dawkach w zwalczaniu chwastów wrażliwych we wczesnych fazach rozwojowych [Domaradzki 2005, 2006].

W badaniach prowadzonych w uprawie kukurydzy na dwóch odmiennych glebach oceniano przydatność chwastobójczą herbicydów Callisto SC, Milagro 040 SC i Titus 25 WG stosowanych z użyciem pełnych i obniżonych dawek a ich skuteczność chwastobójczą porównywano do działania dwóch mieszanin Callisto 100 SC + Milagro 040 SC oraz Titus 25 WG z dodatkiem adjuwanta + Banvel 480 SL (tab. 5 i 6). Samodzielnie użyte herbicydy aplikowano w fazie 2–3 liści kukurydzy, w trzech dawkach: pełnej (100%) oraz dwóch obniżonych (do 67 i 50% dawki pełnej), natomiast mieszaniny: połowę dawki w fazie 2–3 liści i drugą połowę w fazie 5–6 liści kukurydzy.

Zbiorowisko chwastów na czarnych ziemiach charakteryzowało się dużą bioróżnorodnością gatunkową oraz niewielkim nasileniem występowania (tab. 5). Na liście florystycznej dominowały następujące gatunki: *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album* i *Amaranthus retroflexus*. Często towarzyszyły im gatunki ciepłolubne późnoshodzące: blekot pospolity (*Aethusa cynapium*), włośnice (*Setaria* spp.), psianka czarna (*Solanum nigrum*). Callisto 100 SC oprócz chwastów jednoliściennych i fiołka polnego (*Viola arvensis*) z bardzo dobrym skutkiem zwalczał wszystkie pozostałe gatunki dwuliścienne występujące w doświadczeniu zarówno po aplikacji pełnej dawki, jak i dawek obniżonych. Natomiast Milagro 040 SC oraz Titus 25 WG

Tabela 4. Zwalczanie *Gallium aparine* i chwastów dwuliściennych w pszenicy ozimej
 Table 4. *Gallium aparine* and dicotyledonous weed control in winter wheat

Herbicydy <i>Herbicides</i>	Dawka <i>Dose</i> (t·ha ⁻¹)	Termin stosowania <i>Time of</i> <i>application</i>	Zniszczenie chwastów – <i>Weed control</i> (%)						Plon ziarna <i>Grain yield</i> (t·ha ⁻¹)	Masa 1000 ziaren <i>1000 grain</i> <i>weight</i> (g)
			GALAP	STEME	THLAR	CIRAR	POLCO	VIOAR		
Kontrola – <i>Untreatment</i>	–	–	25*	7	7	3	4	4	5,32	47,9
Starane Super 101 SE	0,25	T-4	70	85	90	60	75	60	5,33	47,8
Starane Super 101 SE	0,5	T-4	82	88	93	60	82	62	5,37	47,1
Starane Super 101 SE	0,75	T-4	95	95	100	82	93	70	5,36	46,6
Starane Super 101 SE	1,0	T-4	95	97	100	85	93	74	5,52	47,2
Mustang 306 SE	0,15	T-4	75	85	83	75	75	60	5,14	47,3
Mustang 306 SE	0,3	T-4	85	92	90	87	85	60	5,34	48,8
Mustang 306 SE	0,45	T-4	90	95	97	87	95	77	5,50	46,8
Mustang 306 SE	0,6	T-4	100	100	100	92	100	82	5,55	46,6
Mustang Super 263,7 EC	0,25	T-4	60	65	83	60	60	70	5,34	47,2
Mustang Super 263,7 EC	0,50	T-4	75	78	85	65	75	72	5,32	48,1
Mustang Super 263,7 EC	0,75	T-4	87	95	97	87	87	80	5,50	46,3
Mustang Super 263,7 EC	1,0	T-4	98	100	100	88	89	88	5,64	46,4
NIR _{0,05} – <i>LSD</i> _{0,05}			–	–	–	–	–	–	0,30	–

* – szt. m⁻² – No. m⁻²

GALAP – *Gallium aparine*, STEME – *Stelaria media*, THLAR – *Thlaspi arvense*, CIRAR – *Cirsium arvense*, POLCO – *Polygonum convolvulus*, VIOAR – *Viola arvensis*

T-4 – stosowany wiosną – *treatment in spring* (BBCH 14)

Tabela 5. Skuteczność herbicydów stosowanych w dawkach obniżonych w kukurydzy na czarnych ziemiach
 Table 5. Effectiveness of lowered doses of herbicide treatments in maize on Haplic phaeozems

Herbicydy Herbicides	Dawka na ha ⁻¹ Dose per ha (%)	Termin stosowania Time of application BBCH	Zniszczenie chwastów – Weed control (%)								Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight (g)
			ECHCG	SETVI	CHEAL	AMARE	THLAR	VIOAR	AETCY	SOLNI		
Kontrola – Untreatment	–	–	27*	19	22	11	9	8	6	3	4,27	286
	100	12	85	86	100	100	100	100	90	100	10,96	301
	66		81	77	100	100	100	85	90	90	10,11	301
Callisto 100 SC	33		78	74	100	92	100	80	88	87	9,56	302
	100	12	96	97	92	100	100	100	96	88	10,05	301
	66		90	88	85	93	92	93	96	90	9,65	300
Milagro 040 SC	33		88	85	78	88	87	86	85	86	9,11	300
	100	12	93	90	88	100	100	90	93	98	10,23	301
	66		92	88	87	85	100	85	88	87	9,71	302
Titus 25 WG+ Trend 90 EC	33		86	85	76	82	87	78	87	70	9,10	302
	50	12	88	87	100	96	100	93	90	100	11,15	299
	+ 50		92	95	100	100	100	100	100	100		
Callisto 100 SC +Milagro 040 SC	50	12	92	93	100	90	100	83	82	100	10,65	300
	+ 50		97	100	100	94	100	84	84	100		
	Titus 25 WG + Trend 90 EC + Barvel 480 SL		15	–	–	–	–	–	–	–	–	0,11
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}			–	–	–	–	–	–	–	–		–

* – szt.·m⁻² – No.·m⁻²
 ECHCG – *Echinochloa crus-galli*, SETVI – *Setaria viridis*, CHEAL – *Chenopodium album*, AMARE – *Amaranthus retroflexus*, THLAR – *Thlaspi arvense*,
 VIOAR – *Viola arvensis*, AETCY – *Aethusa cynapium*, SOLNI – *Solanum nigrum*

Tabela 6. Skuteczność herbicydów stosowanych w dawkach obniżonych w kukurydzy na glebach brunatnych
 Table 6. Effectiveness of lowered doses of herbicide treatments in maize on Haplic cambisols

Herbicydy Herbicides	Dawka na ha ⁻¹ Dose per ha (%)	Termin Stosowania Time of application (BBCH)	Zniszczenie chwastów – Weed control (%)								Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight (g)	
			ECHCG + SETSS	CHEAL	ANTAR	VIOAR	GALAP	FUMOF	GERPU	ARTVU			OTHER
Kontrola – Untreatment	–		17*	49	13	11	6	5	15	3	11	4,27	299
	100	12	90	100	96	100	88	92	89	90	100	9,65	300
	66		85	92	90	88	85	88	86	88	100	9,11	300
Callisto 100 SC	33		73	89	88	83	80	86	75	85	98	8,98	300
	100	12	96	87	100	100	90	100	100	88	100	10,05	301
	66		90	76	92	88	85	100	96	83	98	9,83	300
Milagro 040 SC	33		88	68	90	83	78	93	83	78	93	9,65	300
	100	12	100	90	98	100	88	100	88	88	100	11,02	300
	66		92	78	90	82	86	100	85	80	95	9,41	301
Titus 25 WG+ Trend 90 EC	33		88	72	88	74	78	100	74	70	93	9,11	300
	50	12	90	95	90	90	92	88	93	87	100	11,32	302
	+50		98	100	100	96	100	98	98	92	100		
Callisto 100 SC +Milagro 040 SC	50	15	92	95	86	85	82	88	93	70	100	11,13	301
	+50		98	96	92	84	87	98	95	74	100		
	Titus 25 WG + Trend 90 EC + Banvel 480 SL		15	–	–	–	–	–	–	–	–	0,09	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

* – szt./m² – No·m⁻²

ECHCG – *Echinochloa crus-galli*, SETSS – *Setaria spp.*, CHEAL – *Chenopodium album*, ANTAR – *Anthemis arvensis*, VIOAR – *Viola arvensis*, GALAP – *Galium aparine*, FUMOF – *Fumaria officinalis*, GERPU – *Geranium pusillum*, ARTVU – *Artemisia vulgaris*

aplikowany z adiuwantem efektywnie ograniczały zachwaszczenie zarówno gatunkami jednoligowymi i dwuliściennymi na czarnych ziemiach jedynie po zastosowaniu dawki pełnej i obniżonej o 1/3, co było porównywalne do efektywności działania mieszaniny Callisto 100 SC z Milagro 040 SC.

Zbiorowisko chwastów na glebach brunatnych również najskuteczniej kontrolowano przy użyciu mieszaniny Callisto 100 SC + Milagro 040 SC aplikowanej powschodowo w dawkach dzielonych (tab. 6). Zarówno gatunki jednoligowe, jak i wszystkie dwuliścienne były eliminowane z bardzo dobrym skutkiem. Natomiast samodzielnie stosowane herbicydy w dawkach zredukowanych nie były skuteczne w niszczeniu takich gatunków jak: *Echinochloa crus-galli* zwłaszcza po zastosowaniu Callisto 100 SC, *Chenopodium album* po zastosowaniu Milagro 040 SC i Titus 25 WG oraz *Galium aparine* i *Geranium pusillum* po użyciu Callisto 100 SC i Titus 25 WG. Efektem zadowalającej skuteczności chwastobójczej na tych obiektach było uzyskanie wysokich plonów o dorodnym, dobrze wykształconym ziarnie.

Uzyskane wyniki badań z zastosowaniem obniżonych dawek herbicydów w uprawie buraka cukrowego, pszenicy ozimej i kukurydzy dają podstawę do dalszej kontynuacji na plantacjach o niskim nasileniu zachwaszczenia, na co wskazują również prace innych autorów [Domaradzki 2005, Woźnica 2006]. Wyniki uzyskane w doświadczeniach prowadzonych na różnych typach gleb świadczą o możliwości skutecznej regulacji zachwaszczenia stosując dawki minimalne niezbędne do ograniczenia flory segetalnej. Według Dobrzańskiego i Adamczewskiego [2001] wskazane jest stałe prowadzenie badań nad precyzyjnym stosowaniem herbicydów w oparciu o optymalizację dawek, mające racjonalne i ekonomiczne uzasadnienie.

WNIOSKI

1. Ocena dwóch mieszanin herbicydowych o zróżnicowanym składzie komponentów w ochronie przed zachwaszczeniem buraka cukrowego wykazała skuteczność ich niszczenia wynoszącą od 93 do 100%, nawet po użyciu niższych o 50% i 67% dawek, a uzyskany efekt chwastobójczy znacznie przewyższał skuteczność herbicydu Betanal Progress 274 OF.
2. Istnieje możliwość obniżenia dawki środków Mustang Super i Starane Super o 25% bez spadku ich skuteczności względem wysoce konkurencyjnej dla zbóż *Galium aparine*. Obniżenie dawek tych herbicydów nie wpłynęło znacząco na plonowanie pszenicy ozimej.
3. Wysoką skuteczność niszczenia zbiorowisk chwastów jedno i dwuliściennych w uprawie kukurydzy uzyskano po zastosowaniu Callisto 100 SC, Milagro 040 SC oraz Titus 25 WG w dawkach pełnych i obniżonych o 1/3 jedynie na czarnych ziemiach, gdzie notowano małe zróżnicowanie gatunkowe i słabe ich nasilenie.
4. Na glebach brunatnych nie sprawdziły się kombinacje obniżonych dawek herbicydów sulfonilomocznikowych w stosunku do *Chenopodium album* oraz Callisto 100 SC w stosunku do *Echinochloa crus-galli*.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Praczyk T. 1999. Strategia zwalczania chwastów w uprawie zbóż. Pam. Puł. 114: 7–13.
- Dexter A.G., Luecke J.L., Bredehoeft M.W. 1996. Micro rates of postemergence herbicides in sugarbeets. Sugarbeet Res. Ext. Rep. 27: 62–66.
- Dobrzański A., Adamczewski K. 2001. Przyszłościowe spojrzenie na metody ochrony roślin przed chwastami na prognozie XXI wieku. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 41(1): 58–68.

- Domaradzki K. 2005. The minimal effective doses for weed control with the growth regulator herbicides in spring cereals. *Pestycydy/Pesticides* 1–2: 59–65.
- Domaradzki K. 2006. Efektywność regulacji zachwaszczenia zbóż w aspekcie ograniczania dawek herbicydów oraz wybranych czynników agroekologicznych. Wyd. IUNG-PIB Puławy. Monogr. Rozpr. Nauk. 17: ss. 111.
- Domaradzki K., Rola H. 2004. Efficacy of reduced doses of amidosulfuron, fluroxypyr and tribenuron-methyl against *Anthemis arvensis*, *Chenopodium album* and *Galium aparine*. *Annales AFPP*: 543–548.
- Gołębiowska H., Snopczyński T. 2007. Systemy regulacji zachwaszczenia na plantacjach kukurydzy – alternatywa dla wycofywanych triazyn. *Studia i Raporty IUNG-PIB* (8): 41–54.
- Hołdyński C. 1988. Wyczyniec polny – nowy chwast na polach uprawnych Żuław Wiślanych. *Rolnictwo* 57: 40–43.
- Idziak R., Woźnica Z., Cieśliski W. 2009. Odchwaszczanie buraka cukrowego z wykorzystaniem mikrodawek herbicydów. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 49(1): 330–333.
- Matyjaszczyk E. 2007. Changes on the market of plant protection products in Poland resulting from implementation of European Union regulations to Polish law. *Pestycydy/Pesticides* 1–2: 5–14.
- Rola J., Rola H. 1995. Wpływ uproszczonej technologii uprawy kukurydzy i buraków cukrowych na stan zachwaszczenia plantacji. *Materiały 33 Sesji Nauk. IOR, Cz. I*: 139–146.
- Wellmann A., Feucht D. 2002. Control of *Alopecurus myosuroides* Huds. and *Apera spica-venti* (L.) Beauv. with propoxycarbazone-sodium. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 55: 67–86.
- Woźnica Z., Idziak R., Waniorek W. 2006. Możliwości zastosowanie mikrodawek herbicydów do odchwaszczania buraka cukrowego. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 46(2): 223–228.
- Woźnica Z., Adamczewski K., Szeleźniak E. 2004. Stosowanie mikrodawek herbicydów w uprawie buraka cukrowego. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 44(1): 523–530.

H. GOŁĘBIOWSKA, K. DOMARADZKI

CHEMICAL SYSTEMS OF WEED CONTROL IN FIELD CROPS OF SUSTAINABLE AGRICULTURE ASPECT

Summary

Restrictive UE standards have considerably limited the list of permissible biologically active substances meeting the criteria of good agricultural practice. Therefore, working out the systems of herbicide and their mixtures application in reduced doses, safe to natural environment, becomes an increasingly more important issue in selected plant cultivation regarding the requirements of sustainable agriculture.

Betanal Progress 274 OF + Safari 50 WG and Trend 90 EC herbicide mixtures, supplemented by the addition of Goltix 70 WP or Venzar 80 herbicides proved to be highly effective, significantly exceeding the efficacy of a comparable standard Betanal Progress 274 OF. Used in the doses lower by 50 and 67%, they did not bring about any considerable decrease in activity efficacy and beet root yields were of a higher level as compared to standard yielding. In winter wheat is also possible to lower the doses of Mustang 306 SE, Mustang Super 101 SE and Starane Super 101 SE herbicides by 25% without any decrease in their efficacy in relation to *Galium aparine* highly competitive to cereals. In the case of maize cultivation, high efficacy of destroying these group of weeds on black earth obtained for separately used herbicides: Titus25 WG + Trend 90 EC, Milagro 040 SC and Callisto 100 SC in the doses lower by 33% , comparable to the efficacy of the mixtures: Callisto 100 SC + Milagro 040 SC in divided doses.