

**Krzysztof Domaradzki**

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

## STOSOWANIE HERBICYDÓW W ROLNICTWIE ZRÓWNOWAŻONYM\*

### Wstęp

Roślina uprawna pozbawiona opieki człowieka ustępuje miejsca chwastom, które są lepiej przystosowane do zróżnicowanych warunków siedliskowych i bez trudu wygrywają z nią współzawodnictwo o składniki pokarmowe, wodę i światło (23). Z tego względu stosowanie chemicznej ochrony przed chwastami stało się niezbędnym i trwałym elementem technologii produkcji roślinnej. Prawidłowo stosowane herbicydy umożliwiają osiągnięcie wysokiej skuteczności zabiegu poprzez eliminację szerokiej gamy gatunków chwastów bez uszczerbku dla chronionej rośliny uprawnej. Duży asortyment preparatów pozwala na elastyczność w doborze metody i terminu zabiegu, a właściwy dobór substancji aktywnych zapewnia ograniczenie zachwaszczenia do poziomu nie zagrażającego roślinie uprawnej i utrzymanie takiego stanu aż do jej zbioru (5).

W latach osiemdziesiątych XX wieku w wielu krajach o bardzo intensywnej produkcji rolniczej pojawiła się tendencja racjonalnego ograniczania stosowania środków ochrony roślin, zwłaszcza herbicydów. Działania te wynikały z proekologicznej polityki lansowanej w krajach Unii Europejskiej i Stanach Zjednoczonych, a związane były z wprowadzeniem nowej strategii w ochronie roślin, polegającej na redukowaniu dawek oraz zmniejszaniu ilości zabiegów do niezbędnego minimum (4).

Wyraz troski o zdrowie konsumenta i środowisko znalazł również odzwierciedlenie w prawodawstwie Unii Europejskiej. Dyrektywa Rady z dnia 15 lipca 1991 roku nr 91/414/EWG zawiera w swej preambule stwierdzenie, że środki ochrony roślin dopuszczone do użycia muszą być bezpieczne w stosowaniu oraz nie mogą stwarzać zagrożenia dla zdrowia ludzi i środowiska. Stosowaniu tych środków powinna przyświecać zasada o nadrzędności ochrony zdrowia ludzi i zwierząt oraz środowiska, przed osiągnięciem korzyści wynikających z tytułu wzrostu poziomu produkcji (6). Doskonałym przykładem takiego sposobu myślenia jest twierdzenie lansowane przez duńskich naukowców i doradców, że środki ochrony roślin należy stosować tylko wtedy, gdy jest to bezwzględnie konieczne oraz w dawkach na tyle niskich, na ile to tylko możliwe (15).

---

\* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.4 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Jednym ze sposobów dochodzenia do tego celu było powstanie koncepcji rolnictwa zrównoważonego, którego głównym hasłem jest zaspokajanie aktualnych potrzeb żywnościowych społeczeństw, bez ograniczania tej możliwości przyszłym pokoleniom. Taka forma gospodarowania jest przyjazna środowisku, korzystna ekonomicznie i odpowiedzialna społecznie. Środki ochrony roślin, stanowiące integralną część zrównoważonej produkcji rolniczej, powinny być wykorzystywane w taki sposób, aby zmniejszyć ujemny wpływ na środowisko, ograniczać ryzyko związane z ich stosowaniem dla aplikującego, zminimalizować ilość odpadów oraz zapewniać bezpieczeństwo konsumentom (18).

Z pojęciem rolnictwa zrównoważonego nieodłącznie związane jest gospodarowanie zgodne z zasadami dobrej praktyki rolniczej z wykorzystaniem integrowanych metod uprawy i ochrony roślin (3, 7). Koncepcja ta powstała w połowie lat osiemdziesiątych XX wieku i została szczegółowo zdefiniowana przez Europejską i Śródziemnomorską Organizację Ochrony Roślin (EPPO). Zasady dobrej praktyki rolniczej rekomendują stosowanie środków ochrony roślin w sposób bezpieczny, ze szczególnym uwzględnieniem zdrowia ludzi, bezpieczeństwa dla środowiska, użycia minimalnych dawek zapewniających wymaganą skuteczność, a jednocześnie dających jak najmniejsze pozostałości w produktach spożywczych (17). W przypadku stosowania herbicydów nastąpiła zmiana sposobu postrzegania problemu odchwaszczania roślin uprawnych. Obecnie akcentuje się potrzebę regulacji zachwaszczenia, polegającą na ograniczeniu liczebności chwastów w łanie do poziomu nie zagrażającego stabilnemu plonowaniu rośliny uprawnej, bez potrzeby ich pełnej eliminacji (1, 25).

Zgodnie z zasadami dobrej praktyki ochrony roślin opracowanymi przez Europejską i Śródziemnomorską Organizację Ochrony Roślin przed sięgnięciem po herbicydy i chemiczne metody ochrony należy wykorzystać cały szereg zabiegów alternatywnych, wchodzących w skład ochrony integrowanej (14). Do działań tych należą:

- metody mechaniczne – z wykonaniem uprawek późnych, przedsięwziętych i pielęgnacyjnych,
- metody uprawowe – z wykorzystaniem zmianowania, doboru roślin o dużej sile konkurencyjnej, użyciu czystego materiału siewnego, właściwą normą wysiewu, stosowaniem międzyplonów i mulczowania,
- metody biologiczne – z wykorzystaniem naturalnych patogenów, bioherbicydów lub herbicydów zawierających naturalne składniki.

Integrowane zwalczanie chwastów w swej istocie sprowadza się do regulacji zachwaszczenia, sterowania populacjami chwastów i ograniczania ich liczebności poniżej progów ekonomicznej szkodliwości (30). Dlatego zabieg herbicydowy musi być traktowany jako uzupełnienie innych metod redukcji zachwaszczenia, a o konieczności jego wykonania zawsze powinno decydować nasilenie chwastów występujących w łanie i ich szkodliwość. Ingerencja chemiczna może być celowa tylko wtedy, gdy poziom zachwaszczenia będzie na tyle wysoki, że wartość utraconego plonu przewyższy koszty wykonania zabiegu odchwaszczania (22).

Celem przeprowadzonych badań było wykazanie, że herbicydy stosowane w obniżonych dawkach zapewniają wymaganą skuteczność chwastobójczą, nie wpływają

ujemnie na plonowanie roślin uprawnych oraz powodują obniżenie wykrywalnych pozostałości substancji aktywnych w ziarnie i glebie, a tym samym taki sposób aplikacji tej grupy środków zgodny jest z zasadami rolnictwa zrównoważonego.

### Wyniki i dyskusja

W latach 1996–2006 przeprowadzono serię doświadczeń w uprawach zbóż ozimych i jarych oraz buraka cukrowego, w których analizowano możliwość regulacji zachwaszczenia za pomocą herbicydów stosowanych w dawkach niższych od zalecanych. Doświadczenia zakładano na polach produkcyjnych zbóż i buraka na terenie woj. dolnośląskiego. Charakterystykę badanych środków chemicznych oraz ich dawki zamieszczono w tabeli 1.

W czasie zbiorów z poletek pobrano próby materiału roślinnego (ziarno zbóż, korzenie buraka) oraz gleby do badań pozostałości substancji aktywnych. Analizy te wykonano metodami chromatografii cieczowej (HPLC) i gazowej (GLC). Dla każdej z oznaczonych substancji aktywnych zestawiono maksymalne pozostałości wykryte w ziarnie i porównano je z normami (26) maksymalnych dopuszczalnych pozostałości (tab. 6).

Wyniki wieloletnich (1996–2006) doświadczeń prowadzonych w zbożach i buraku cukrowym dowodzą, że istnieje możliwość skutecznego ograniczania zachwaszczenia roślin uprawnych poprzez aplikację herbicydów w dawkach niższych niż pełne zalecane.

### Zboża

W przypadku roślin zbożowych, które siane są w dużym zagęszczeniu ich siła konkurencyjna wspomaga działanie chwastobójcze herbicydu, dlatego pojedynczy zabieg obniżoną dawką zapewnia oczekiwany efekt. Przykładem tego są wyniki doświadczeń, które opisano w tabelach 2-5. Uzyskane dane dowodzą, że badane herbicydy można stosować w dawkach niższych od 16,7% (Aminopielik D 450 SL) do 20% (Chwastox Trio 540 SL), w przypadku zwalczania chwastów dwuliściennych oraz od 30% (Dicuran Forte 80 WP) do 50% (Quartz Super 550 SC), gdy eliminowana była *Apera spica-venti* wraz z towarzyszącymi jej gatunkami dwuliściennymi. Na podstawie wcześniejszych prac własnych autora (10) można stwierdzić, że w warunkach Polski istnieje możliwość ograniczania dawek również innych herbicydów stosowanych w zbożach (np. Affinity 50,75 WG, Arelon Forte 61,5 WP, Arelon Super 61,5 WG, Aurora Super 61,5 WG, Duplosan DP 600 SL, Duplosan KV 600 SL, Grodyl 75 WG, Granstar 75 WG, Quarz Super 550 SC, Starane 250 EC) w granicach od 15, nawet do 50% bez ujemnego wpływu na plonowanie roślin uprawnych. W warunkach Europy Zachodniej najlepsze wyniki osiągnęli Duńczycy, którzy wykorzystując komputerowy program doradczy stosują herbicydy w dawkach niższych średnio o 60% (16).

Tabela 1

## Charakterystyka badanych herbicydów

Herbicyd	Substancja aktywna	Pełna dawka zlecana na ha	Zwalczane chwasty	Odczaszczane rośliny
Aminopielik D 450 SL	2,4-D = 417,5 g · l <sup>-1</sup> , dikamba = 32,5 g · l <sup>-1</sup>	3,0 l	dwulścienne	zboża ozime i jare
Chwastox Trio 540 SL	mekoprop = 300 g · l <sup>-1</sup> , MCPA = 200 g · l <sup>-1</sup> , dikamba = 40 g · l <sup>-1</sup>	2,5 l	dwulścienne	zboża ozime i jare
Dicuran Forte 80 WP	chlorotoluron = 78,5%, triasulfuron = 1,5%	1,0 kg	<i>Apera spica-venti</i> + dwulścienne	zboża ozime
Quartz Super 550 SC	izoproturon = 500 g · l <sup>-1</sup> , diflufemikan = 50 g · l <sup>-1</sup>	2,0 l	<i>Apera spica-venti</i> + dwulścienne	zboża ozime
Betanal Progress 274 OF	fenmedifam = 91 g · l <sup>-1</sup> , desmedifam = 71 g · l <sup>-1</sup> , etofumesat = 112 g · l <sup>-1</sup>	1,0 l	dwulścienne	burak cukrowy
Safari 50 WG	triflusuifuron metylu = 50%	30 g	dwulścienne	burak cukrowy
Goltix 70 WP	metamitron = 70%	1,0 kg	dwulścienne	burak cukrowy
Venzar 80 WP	lenacyl = 80%	0,2 kg	dwulścienne	burak cukrowy
Trend 90 EC	etoksylowany izodecynol = 90%	0,1%	nie dotyczy (adiuwant)	burak cukrowy

Źródło: Opracowanie własne.

Jak dowiedziono pewien nieznaczny spadek skuteczności chwastobójczej herbicydów stosowanych w ograniczonej dawce nie ma zazwyczaj istotnego wpływu na plonowanie zbóż (tab. 2-5). Chwasty, które pozostają w łanie niezniszczone mają bardzo osłabioną kondycję oraz zaburzony wzrost i rozwój, przez co nie stanowią zagrożenia dla rośliny uprawnej. Mechanizmowi temu sprzyja prawidłowa obsada zboża i optymalne zagęszczenie ładu (11).

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń można stwierdzić, że poziom pozostałości substancji aktywnych badanych herbicydów jest uzależniony od wielkości dawki. Zaobserwowano, że wraz z jej ograniczeniem obniża się ilość wykrytych pozostałości zarówno w ziarnie zbóż, jak i w glebie. Należy jednak podkreślić, że nawet stosowanie preparatów w pełnych zalecanych dawkach nie stanowi zagrożenia dla konsumenta, ani środowiska naturalnego, ponieważ pozostałości wykrywane w czasie badań były o jeden rząd wielkości niższe niż dopuszczają normy (26); (tab. 2-6).

### **Burak cukrowy**

Burak cukrowy należy do roślin bardzo wrażliwych na zachwaszczenie, zwłaszcza w pierwszym okresie wegetacji. W związku z tym chemiczne zabiegi ochrony przed chwastami powinny zapewniać utrzymanie plantacji w czystości do momentu zakrycia międzyrzędzi przez liście buraka (2). Pod koniec lat osiemdziesiątych XX wieku do szerokiej praktyki rolniczej zostały wprowadzone systemy chemicznej ochrony buraka, które opierały się w głównej mierze na 3-4 zabiegach wykonanych herbicydami o działaniu nalistnym, przeciw chwastom w bardzo wczesnych fazach rozwojowych; jest to metoda tzw. dawek dzielonych (19, 24, 27). Zwalczanie chwastów w momencie ich bardzo dużej wrażliwości zrodziło potrzebę sprawdzenia, czy istnieje możliwość obniżenia dawek stosowanych środków, a jednocześnie zachowania wymaganej skuteczności chwastobójczej. Pierwsze tego typu badania prowadzone w USA potwierdziły taką możliwość (8, 28). Ze względu na zmniejszenie kosztów ponoszonych na ochronę plantacji przed chwastami oraz zminimalizowanie niekorzystnego wpływu herbicydów na środowisko coraz większego znaczenia nabiera ograniczanie i optymalizacja dawek stosowanych herbicydów. Badania takie rozpoczęto również w Polsce (29). Uzyskane wyniki doświadczeń dowodzą, że czterokrotne zabiegi systemowe 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 skuteczność chwastobójczą, wynoszącą 94-97%. Niezależnie od zastosowanej dawki komponentów mieszaniny (ograniczonej o 50 lub 67% w stosunku do dawek pełnych tych środków) uzyskany efekt chwastobójczy znacznie przewyższał skuteczność herbicydu Betanal Progress 274 OF użytego w pełnej dawce, a trzy- lub czterokrotnie bez dodatku innych środków. Średnia skuteczność tych zabiegów wahała się w granicach 84-86%. Również rozpatrując zachwaszczenie wtórne plantacji można stwierdzić, że stosowanie mieszanin herbicydowych w obniżonych dawkach (o 50 lub 67%) zapewniało skuteczniejszą ochronę przed nasileniem tego zjawiska niż pojedyncze herbicydy (tab. 7).

Tabela 2

Wpływ ograniczonych dawek preparatu Aminopielik D 450 SL na regulację zachwaszczenia, plonowanie zbóż oraz pozostałości substancji aktywnej

Herbicyd	Dawka (t · ha <sup>-1</sup> )	Pszenica ozima				Pszenica jara			
		plon ziarna (t · ha <sup>-1</sup> )	zniszcz. 2-liśc. (%)	s.a.	maksymalne wykryte pozostałości (mg · kg <sup>-1</sup> )	plon ziarna (t · ha <sup>-1</sup> )	zniszcz. 2-liśc. (%)	s.a.	maksymalne wykryte pozostałości (mg · kg <sup>-1</sup> )
Obiekt kontrolny	-	4,96	* 84	-	ziarno gleba	3,19	* 62	-	ziarno gleba
Aminopielik D 450 SL	2,0	6,24	90	2,4-D	NW	3,69	92	2,4-D	NW
				dikamba	NW			dikamba	NW
Aminopielik D 450 SL	2,5	6,39	93	2,4-D	NW	3,89	95	2,4-D	0,004
				dikamba	NW			dikamba	NW
Aminopielik D 450 SL	3,0	6,46	95	2,4-D	0,006	4,01	98	2,4-D	0,010
				dikamba	NW			dikamba	0,006
NIR (0,05)		0,207				0,291			

Objaśnienia:

zniszcz. 2-liśc. – zniszczenie chwastów dwuliściennych

s.a. – substancja aktywna

\* liczba chwastów w szt. · m<sup>2</sup>

NW – pozostałości nie wykryto

Źródło: Wyniki badań ZE i ZCh IUNG we Wrocławiu z lat 1996–2002

Tabela 3

Wpływ ograniczonych dawek preparatu Chwastox Trio 540 SL na regulację zachwaszczenia, plonowanie zbóż oraz pozostałości substancji aktywnej

Herbicyd	Dawka (l · ha <sup>-1</sup> )	Pszenvca ozima			Pszenvca jara				
		plon ziarna (t · ha <sup>-1</sup> )	zniszcz. 2-lisc. (%)	s.a.	maksymalne wykryte pozostałości (mg · kg <sup>-1</sup> )	plon ziarna (t · ha <sup>-1</sup> )	zniszcz. 2-lisc. (%)	s.a.	maksymalne wykryte pozostałości (mg · kg <sup>-1</sup> )
Obiekt kontrolny	-	5,46	* 78	-	ziarno gleba	5,69	* 68	-	ziarno gleba
Chwastox Trio 540 SL	1,5	6,26	94	MCPA	NW	6,17	95	MCPA	NW
				dikamba	NW			dikamba	NW
				mekoprop	NW			mekoprop	NW
Chwastox Trio 540 SL	2,0	6,49	96	MCPA	NW	6,38	97	MCPA	0,008
				dikamba	NW			dikamba	NW
				mekoprop	0,004			mekoprop	0,008
Chwastox Trio 540 SL	2,5	6,58	98	MCPA	0,008	6,58	99	MCPA	0,008
				dikamba	NW			dikamba	NW
				mekoprop	0,006			mekoprop	0,012
NIR (0,05)		0,128				0,213			

Objaśnienia: patrz tab. 2

Źródło: Wyniki badań ZE i ZCh IUNG we Wrocławiu z lat 1996–2000.

Tabela 4

Wpływ ograniczonych dawek preparatu Quartz Super 550 SC na regulację zachwaszczenia, plonowanie zbóż oraz pozostałości substancji aktywnej

Herbicyd	Dawka ( $l \cdot ha^{-1}$ )	Pszemica ozima				Pszemczyto ozime					
		plon ziarna ( $t \cdot ha^{-1}$ )	zniszcz. APE:SV (%)	zniszcz. 2-lisc. (%)	s.a.	maksymalne wykry- te pozostałości ( $mg \cdot kg^{-1}$ )	plon ziarna ( $t \cdot ha^{-1}$ )	zniszcz. APE:SV (%)	zniszcz. 2-lisc. (%)	s.a.	maksymalne wykryte ( $mg \cdot kg^{-1}$ )
Obiekt kontrolny	-	4,39	* 137	* 111	-	ziarno gleba	4,44	* 75	* 309	-	ziarno gleba
Quartz Super 550 SC	1,0	5,03	91	81	izoproturon diflufenikam	NW NW	5,71	96	86	izoproturon diflufenikam	NW NW
Quartz Super 550 SC	1,5	5,21	94	87	izoproturon diflufenikam	NW 0,004	5,76	97	89	izoproturon diflufenikam	NW NW
Quartz Super 550 SC	2,0	5,32	97	88	izoproturon diflufenikam	NW 0,008	5,94	99	93	izoproturon diflufenikam	NW 0,008
NIR (0,05)		0,353					0,299				0,004

Objasnienia: patrz tab. 2

zniszcz. APE:SV – zniszczenie *Apera spica-venti*

Źródło: Wyniki badań ZE i ZCh IUNG we Wrocławiu z lat 1997–2002.



Tabela 5

Wpływ ograniczonych dawek preparatu Dicuran Forte 80 WP na regulację zachwaszczenia, plonowanie zbóż oraz pozostałości substancji aktywnej

Herbicyd	Dawka (kg · ha <sup>-1</sup> )	Pszemica ozima				Pszemczyta ozime					
		plon ziarna (t · ha <sup>-1</sup> )	zniszcz. APEŠV (%)	zniszcz. 2-liśc. (%)	s.a.	maksymalne wykryte pozostałości (mg · kg <sup>-1</sup> )	plon ziarna (t · ha <sup>-1</sup> )	zniszcz. APEŠV (%)	zniszcz. 2-liśc. (%)	s.a.	maksymalne wykryte pozostałości (mg · kg <sup>-1</sup> )
Obiekt kontrolny	-	3,54	* 101	* 94	-	ziarno gleba	3,92	* 65	* 123	-	ziarno gleba
Dicuran Forte 80 WP	0,7	5,84	91	91	chlortoluron	NW	6,09	91	87	chlortoluron	NW
Dicuran Forte 80 WP	0,85	5,92	94	93	chlortoluron	NW	6,17	95	90	chlortoluron	NW
Dicuran Forte 80 WP	1,0	6,02	98	95	chlortoluron	0,004	6,21	97	92	chlortoluron	0,002
NIR (0,05)		0,222					0,123				0,004

Objašnienina: patrz tab. 4

Źródło: Wyniki badań ZE i ZCh IUNG we Wrocławiu z lat 1997–2002.

Tabela 6

Maksymalne wykryte pozostałości poszczególnych substancji aktywnych w ziarnie zbóż i w glebie traktowanej herbicydami do odchwaszczania zbóż

Lp.	Substancja aktywna	Herbicydy zawierające daną substancję aktywną	Maksymalne wykryte pozostałości (mg · kg <sup>-1</sup> )		Maksymalne dopuszczalne pozostałości (mg · kg <sup>-1</sup> ) <sup>1)</sup>	Granica oznaczalności (mg · kg <sup>-1</sup> ) <sup>2)</sup>	Metoda analityczna
			ziarno	gleba			
1.	2,4-D	Aminopielik D 450 SL	0,016	0,046	0,100	0,002	HPLC <sup>3)</sup>
2.	Chlortoluron	Dicuran Forte 80 WP	0,004	0,008	0,100	0,004	HPLC
3.	Dikamba	Aminopielik D 450 SL Chwastox Trio 540 SL	0,006	0,008	0,050	0,002	GLC <sup>4)</sup>
4.	Diflufenikan	Quartz Super 550 SC	0,008	0,008	0,050	0,002	HPLC
5.	Izoproturon	Quartz Super 550 SC	0,006	0,016	0,050	0,002	HPLC
6.	MCPA	Chwastox Trio 540 SL	0,010	0,026	0,100	0,002	GLC

1) – według Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 16.04.2004 r. wraz z późniejszymi zmianami

2) – oznaczalność dla próbki o masie 30 g

3) – HPLC = wysokosprawną chromatografią cieczą

4) – GLC = chromatografia gazowa

Źródło: Wyniki badań ZE i ZCh IUNG we Wrocławiu z lat 1996-2002.

Analizując wielkość uzyskiwanego plonu korzeni można zauważyć, że wszystkie badane systemy odchwaszczania oparte na mieszaninach herbicydowych w obniżonych dawkach (3 herbicydy + adiuwant) zapewniały wyższe plonowanie buraka niż w warunkach systemów standardowych (Betanal Progress 274 OF stosowany 3- lub 4-krotnie).

Tabela 7

Skuteczność chwastobójcza systemów chemicznego odchwaszczania buraka cukrowego

System herbicydowy	Dawka na ha	Liczba zabiegów	Plon korzeni (t · ha <sup>-1</sup> )	Zniszczenie chwastów (%)	Pokrycie gleby przez chwasty przed zbiorem (%)
Obiekt kontrolny	-	-	16,7	* 317	100
Betanal Progress 274 OF + Goltix 70 WP + Safari 50 WG + Trend 90 EC	0,5 l + 0,5 kg + 15 g + 0,1%	4	83,1	96	11
Betanal Progress 274 OF + Goltix 70 WP + Safari 50 WG + Trend 90 EC	0,33 l + 0,33 kg + 10 g + 0,1%	4	79,0	94	21
Betanal Progress 274 OF + Venzar 80 WP + Safari 50 WG + Trend 90 EC	0,5 l + 100 g + 15 g + 0,1%	4	81,7	97	9
Betanal Progress 274 OF + Venzar 80 WP + Safari 50 WG + Trend 90 EC	0,33 l + 66 g + 10 g + 0,1%	4	79,7	95	20
Betanal Progress 274 OF	1 l	4	76,9	86	28
Betanal Progress 274 OF	1 l	3	72,0	84	66
NIR (0,05)			7,31		

\* liczba chwastów w szt. · m<sup>2</sup>

Źródło: Wyniki badań ZE i ZCh IUNG we Wrocławiu z lat 2003–2006.

### Podsumowanie

Uzyskane wyniki doświadczeń przeprowadzonych na polach produkcyjnych zbóż dowodzą, że aby skutecznie ograniczać zachwaszczenie łąny i eliminować wpływ chwastów na plonowanie można stosować herbicydy w dawkach o 15-50% niższych od pełnych zalecanych. Jednak, aby przejść do tak poważnych ograniczeń należy przestrzegać wielu podstawowych zasad, tzn. herbicyd stosować: na zdrową roślinę uprawną, w optymalnych warunkach pogodowych, przeciwko chwastom wrażliwym, we wczesnych fazach rozwojowych, za pomocą sprawnego sprzętu (9).

Przeprowadzone badania dowodzą również, że istnieje możliwość optymalizowania stosowania herbicydów w systemach chemicznej ochrony buraka cukrowego poprzez aplikację mieszanin herbicydowych o odpowiednio dobranym składzie kompo-

nentów oraz w obniżonych dawkach, zależnych od oczekiwanych efektów. Mieszanki pod każdym względem wykazały swą wyższość nad herbicydami stosowanymi pojedynczo. Optymalizując dawkowanie herbicydów w ochronie buraka należy bezwzględnie brać pod uwagę takie czynniki, jak: skład gatunkowy zbiorowiska chwastów, fazy rozwojowe chwastów, warunki pogodowe w trakcie zabiegu, możliwość terminowego wykonania opryskiwania, odpowiedni dobór herbicydów do mieszanin oraz dodatek adiuwanta (12).

Resumując można stwierdzić, że herbicydy stosowane zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej (20, 21) pozwalają regulować zachwaszczenie do poziomu nie zagrażającego stabilnemu plonowaniu rośliny uprawnej oraz zapewniają uzyskanie produktów bezpiecznych dla konsumenta, bez zbytecznego obciążenia dla środowiska w trakcie ich produkcji. Spełniając powyższe warunki regulacja zachwaszczenia roślin uprawnych niższymi dawkami herbicydów będzie jednym z elementów rolnictwa zrównoważonego.

### Literatura

1. Adamczewski K., Dobrzański A.: Regulowanie zachwaszczenia w integrowanych programach ochrony roślin. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 1997, **37(1)**: 58-65.
2. Adamczewski K., Kawczyński J.: Efektywność zwalczania chwastów w burakach cukrowych herbicydami składającymi się z kilku substancji aktywnych. Prace Nauk. Inst. Ochr. Roślin, 1987, **28(1-2)**: 379-388.
3. Adamczewski K., Stacheci S.: Dobra praktyka ochrony roślin w zwalczaniu chwastów. W: Mat. Konf. Nauk. nt. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej”. IUNG Puławy, 1998, **I**: 5-13.
4. Banderup M., Ballegaard T.: Three years field experience with an advisory computer system applying factor-adjusted doses. The BCPC Conference – Weeds, 1989, **2**: 555-560.
5. Coble H. D.: Weed management tools and their impact on the agro-ecosystem. Proc. 2<sup>nd</sup> International Weed Control Congress, Copenhagen, Denmark, 1996, 1143-1146.
6. Zaplicki E., Podgórska B.: Dyrektywa 91/414 Unii Europejskiej dotycząca wprowadzenia do obrotu środków ochrony roślin a prawodawstwo Polskie. Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 1998, **38(1)**: 292-297.
7. Dąbrowski Z. T.: Znaczenie partnerskich powiązań przy opracowywaniu i wdrażaniu integrowanych programów ochrony roślin. Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 1999, **39(1)**: 190-202.
8. Dexter A. G.: History of sugar beet (*Beta vulgaris*) herbicide rate reduction in North Dakota and Minnesota. Weed Technol., 1994, **8**: 334-337.
9. Domaradzki K.: Redukcja dawek herbicydów w zbożach w oparciu o progi szkodliwości. Mat. Konf. Nauk. „Zagadnienia ochrony roślin w aspekcie rolnictwa integrowanego i ekologicznego oraz stosowanie ciekłych agrochemikaliów”. Bydgoszcz, 1998, 15-22.
10. Domaradzki K., Rola H.: Ekologiczno-agronomiczne aspekty stosowania niższych dawek herbicydów w regulacji zachwaszczenia zbóż. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2001, **41(1)**: 229-239.
11. Domaradzki K., Rola H.: The possibility of weed control in cereals by use low rates of herbicides – review of existing investigations. J. Plant Prot. Res., 2003, **43(2)**: 163-170.
12. Domaradzki K., Rola H.: Efficacy of reduced doses of amidosulfuron, fluroxypyr and tribenuron-methyl against *Anthemis arvensis*, *Chenopodium album* and *Galium aparine*. Ann. AFPP, 2004, 543-548.

13. Dyrektywa Rady z dn. 15 lipca 1991 roku dotycząca wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin nr 91/414/EWG.
14. Edwards C. A., Regnier E. E.: Designing integrated low-input farming systems to achieve effective weed control. The BCPC Conference – Weeds, 1989, **2**: 585-590.
15. Jensen J. E.: Weed control: presence and future – the Danish view. J. Plant Dis. Prot., 2004, Sp. Issue **19**: 19-26.
16. Jensen K. F., Nielsen P. R.: PC plant protection – a decision support system for Danish agriculture. The weed module. Pam. Puł., 2000, **120/I**: 185-193.
17. Lipa J. J., Bartkowski J.: Dobra praktyka ochrony roślin – rekomendacje EPPO. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 1996, **36(1)**: 81-87.
18. Michel C., Koch-Achelpohler V.: Rolnictwo zrównoważone potrzebuje ochrony roślin. European Crop Prot. Ass., Brussels, 2002, 1-5.
19. Paradowski A., Adamczewski K.: Ocena wpływu zmiany technologii odchwaszczania buraka cukrowego na przestrzeni 15 lat. Biul. IHAR, 2002, **222**: 271-277.
20. Polski kodeks dobrej praktyki rolniczej. Praca zbior. pod red. I. Duer, M. Fotyma. IUNG Puławy, 1999.
21. Pruszyński S., Wolny S.: Dobra praktyka w ochronie roślin. W: Mat. Konf. Nauk. nt. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej”. IUNG Puławy, 1998, **I**: 255-263.
22. Rola H.: Zjawisko konkurencji wśród roślin i jej skutki na przykładzie wybranych gatunków chwastów występujących w pszenicy ozimej. IUNG Puławy, 1982, **R(162)**: 1-63.
23. Rola J.: Ekologiczno-ekonomiczne podstawy chemicznej walki z chwastami na polach uprawnych. Mat. XXXI Sesji Nauk. Inst. Ochr. Rośl., 1991, **1**: 110-124.
24. Rola J., Rahban B. A., Marczewski K.: Porównanie systemów chemicznego odchwaszczania buraków cukrowych. Mat. XXXIV Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin, 1994, **1**: 96-103.
25. Rola J., Rola H.: Strategia postępu w herbologii. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 1997, **37(1)**: 66-71.
26. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 kwietnia 2004 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości chemicznych środków ochrony roślin, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub na ich powierzchni (Dz. U. z dnia 27 kwietnia 2004 r.) wraz z późniejszymi zmianami (Dz. U. Nr 48, poz. 460 oraz Dz. U. Nr 108, poz. 907 z 2005 r.).
27. Wilson R. G.: New herbicides for postemergence application in sugar beet (*Beta vulgaris*). Weed Technol., 1994, **8**: 807-811.
28. Wilson R. G., Smith J. A., Yonts C. D.: Repeated reduced rates of broadleaf herbicides in combination with methylated seed oil for postemergence weed control in sugar beet (*Beta vulgaris*). Weed Technol., 2005, **19**: 855-860.
29. Woźnica Z., Adamczewski K., Szeleźniak E.: Stosowanie mikrodawek herbicydów w uprawie buraka cukrowego. Progr. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2004, **44**: 523-530.
30. Zwenger P.: Integrated weed management in developed nations. Proc. 2<sup>nd</sup> Inter. Weed Control Congress, Copenhagen, Denmark, 1996, 933-942.

Adres do korespondencji:

*doc. dr hab. Krzysztof Domaradzki*  
*Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli*  
*IUNG - PIB*  
*ul. Orzechowa 61*  
*50-540 Wrocław*  
*tel. (071) 363 87 07*  
*e-mail: [k.domaradzki@iung.wroclaw.pl](mailto:k.domaradzki@iung.wroclaw.pl)*

