

Renata Kieloch

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

PRZYRODNICZE I AGROTECHNICZNE UWARUNKOWANIA SKUTECZNOŚCI ZABIEGÓW CHWASTOBÓJCZYCH*

Wstęp

Wielkość i jakość uzyskiwanych plonów zależy między innymi od sposobu ochrony zasiewów przed konkurencją ze strony chwastów. Z tego powodu stosowanie herbicydów jest obecnie nieodzownym elementem agrotechniki pozwalającym na utrzymanie pól uprawnych w stanie wolnym od chwastów. Krajowy rynek oferuje szeroki asortyment środków do zwalczania chwastów w uprawach rolniczych, warzywniczych i sadowniczych, cechujących się różnym mechanizmem działania i spektrum zwalczanych gatunków chwastów.

O skuteczności zabiegu chwastobójczego decyduje przede wszystkim odpowiedni do stanu zachwaszczenia dobór herbicydu oraz ściśle przestrzeganie zaleceń producenta zawartych w instrukcji jego stosowania. Praktyka rolnicza oraz badania naukowe wskazują, że ten sam herbicyd może wykazywać zróżnicowaną skuteczność. Wynika to z faktu, że działanie tych środków jest zależne od szeregu naturalnych i sztucznych czynników siedliska. W związku z powyższym podejmowanie decyzji o wykonaniu zabiegu chwastobójczego powinno opierać się na szczegółowej wiedzy uwzględniającej wpływ wielu czynników na skuteczność działania danego środka.

Czynniki klimatyczno-glebowe

Do najważniejszych czynników klimatyczno-glebowych kształtujących efektywność działania herbicydów należą: temperatura i wilgotność powietrza, wilgotność gleby, intensywność światła oraz opady deszczu. Podejmując decyzję o wykonaniu zabiegu należy brać pod uwagę stan aktualny oraz prognozę pogody (np. występowanie suszy, przewidywane spadki temperatury lub opady deszczu), co pozwoli uniknąć znacznego obniżenia skuteczności herbicydu i w związku z tym nieopłacalności jego stosowania.

Badania w zakresie wpływu poszczególnych czynników klimatycznych na działanie herbicydów prowadzone są głównie w warunkach laboratoryjnych (komory klimatyczne). Mają one charakter modelowy i kontrolowany, trudno więc przenieść ich

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

rezultaty na warunki polowe ze względu na interakcje czynników oraz ich dobowe i okresowe wahania. Niemniej jednak stanowią cenną informację pomocną przy podejmowaniu decyzji odnośnie zastosowania danego środka.

Temperatura powietrza

Temperatura powietrza w największym stopniu wpływa na skuteczność działania herbicydów. Z reguły im wyższa temperatura, tym lepsze jest ich działanie. W wyższej temperaturze wzrasta tempo procesów metabolicznych w roślinie, co powoduje wzrost pobierania, przemieszczania i rozkładu środka (20, 25-27). Wzrost temperatury jednak tylko do pewnego momentu poprawia efektywność działania herbicydów. W zbyt wysokiej temperaturze następuje szybsze parowanie cieczy roboczej herbicydów z powierzchni liści, co w konsekwencji prowadzi do ograniczenia ilości substancji aktywnej wnikającej do wnętrza chwastów i obniżenia skuteczności preparatu. Ponadto wzrasta ryzyko fitotoksycznego działania na roślinę uprawną (22). Większość dostępnych na krajowym rynku herbicydów wykazuje wysoką skuteczność w dość szerokim przedziale temperatur (10-25°C). Badania z zakresu tej tematyki wykazały, że wpływ temperatury powietrza na skuteczność herbicydów może być zróżnicowany. W tabeli 1 przedstawiono dane odnośnie niszczenia maku polnego (*Papaver rhoeas*) przez dwa herbicydy stosowane w różnych warunkach termicznych. Aminopielik D 450 SL zawiera jako substancje czynne 2,4-D i dikambę – obydwie z grupy regulatorów wzrostu, a Mustang 306 SE oprócz 2,4-D posiada w swym składzie dodatkowo związek z grupy pochodnych sulfonilomocznika – florasulam. Oba środki z bardzo dobrym rezultatem zwalczały ten gatunek chwastu w wyższym zakresie temperatur (16,5 i 25°C). Po obniżeniu temperatury do 8°C efektywność działania obu środków znacznie zmalała, przy czym szczególnie duże obniżenie skuteczności wystąpiło po aplikacji środka Aminopielik D 450 SL. Herbicyd Attribut 70 WG stosowany do zwalczania gatunków jednoliściennych osiągnął wysoką skuteczność w wyższej temperaturze, natomiast w warunkach chłodniejszych wykazał tylko średnią skuteczność.

Tabela 1

Wpływ temperatury powietrza na skuteczność działania herbicydów

Gatunki chwastów	Herbicyd	Dawka	Skuteczność działania w temperaturze (%)		
			25/16°C*	16,5/8°C	8/2°C
Mak polny <i>Papaver rhoeas</i>	Aminopielik D 450 SL	3 l · ha ⁻¹	96	87	34
	Mustang 306 SE	0,6 l · ha ⁻¹	93	93	70
Miotła zbożowa <i>Apera spica-venti</i>	Attribut 70 WG	60 g · ha ⁻¹	95	88	76
Wyczyniec polny <i>Alopecurus myosuroides</i>	Attribut 70 WG	60 g · ha ⁻¹	91	87	69

* zakres temperatury powietrza
Źródło: badania własne.

Wilgotność powietrza

Rośliny rosnące w warunkach niskiej wilgotności powietrza wytwarzają grubszą kutikulę, która stanowi barierę dla pobierania herbicydów, co w końcowym rezultacie prowadzi do ograniczenia ich działania. Dla skuteczności zabiegu duże znaczenie posiada także wilgotność powietrza w momencie wykonywania oprysku roślin. Gdy w czasie opryskiwania powietrze jest wilgotne ciecz użytkowa wolniej paruje z powierzchni liści i więcej substancji aktywnej herbicydu może wnikać do wnętrza roślin (4). Liczne badania dowiodły, że wraz z obniżeniem wilgotności powietrza maleje efektywność działania herbicydów. Negatywny wpływ niskiej wilgotności powietrza stwierdzono w przypadku następujących herbicydów: fenmedifamu, chloridazonu, etofumesatu, metsulfuronu, fluroksypyru, glifosatu, glufosinatu (21, 22).

Wilgotność gleby

Niedostateczne uwilgotnienie gleby prowadzi do niekorzystnych zmian w morfologii roślin utrudniających pobieranie i przemieszczanie herbicydu. Długotrwały deficyt wody powoduje zwiększenie grubości i gęstości kutykuli, wzrost omszenia powierzchni liści oraz zamknięcie aparatów szparkowych. Obniżenie turgoru w wyniku suszy jest przyczyną zrolowania blaszek liściowych, co prowadzi do zmniejszenia absorpcji herbicydów (24). W większości przypadków skuteczność herbicydów została zredukowana w warunkach stresu wodnego. Stosowane nalistnie środki chwastobójcze, jak np. glifosat i sulfosulfuron działały znacznie gorzej przy niskim uwilgotnieniu gleby (1, 26). Wilgotność gleby posiada szczególnie duże znaczenie w przypadku herbicydów stosowanych doglebowo, np. zawierających cyjanazynę lub izoproturon. W przypadku tych dwóch substancji to cyjanazyna posiada większą tendencję do lepszego działania w warunkach niedostatecznego uwilgotnienia gleby (3).

Opady deszczu

Opady występujące przed zabiegiem herbicydowym mogą zwiększać wrażliwość chwastów na herbicydy. Krople deszczu uszkadzają powierzchnię liści poprzez erozję wosku, prowadząc do zwiększenia zdolności pobierania i zatrzymywania herbicydu. Istnieją różnice pomiędzy gatunkami roślin we wrażliwości na uszkodzenia mechaniczne spowodowane przez krople deszczu. Różnice te wynikają z odmiennej budowy anatomicznej (np. omszenie liści, gęstość wosku).

Ważną rolę odgrywają opady deszczu występujące w krótkim okresie po zastosowaniu herbicydów. Duże znaczenie w tym przypadku posiadają takie parametry, jak: intensywność opadów deszczu, wielkość kropeł i czas trwania opadów. Obfity deszcz tuż po wykonaniu zabiegu może znacznie zredukować skuteczność działania herbicydów, powodując zmycie cieczy użytkowej z powierzchni liści. Efekt ten zależy także od właściwości fizycznych i chemicznych herbicydu, jego formy użytkowej i dawki oraz długości czasu jaki upłynął od zastosowania herbicydu do wystąpienia opadów (17). Ostatni z wymienionych czynników posiada kluczowe znaczenie z tego względu, że dla skuteczności herbicydów ważny jest krytyczny czas pomiędzy aplikacją herbicydu a wystąpieniem opadów deszczu pozwalający na pobranie przez roślinę takiej

ilości środka, która byłaby dla niej śmiertelna. Herbicydy różnią się wymaganiami co do długości okresu wolnego od opadów deszczu. Środki rozpuszczalne w wodzie (np. środki zawierające glifosat i glufosinat) wymagają dłuższego okresu bez opadów w porównaniu z tymi, które są rozpuszczalne w tłuszczach (np. 2,4-D).

Na podstawie badań dokonano klasyfikacji herbicydów na trzy grupy pod względem ich wymagań, co do długości okresu bez opadów (18):

- herbicydy wymagające co najmniej 2 godzin pomiędzy zabiegiem a wystąpieniem opadów deszczu (np. mekoprop, fenoxaprop-etyl, fluazifop-butyl),
- herbicydy wymagające 2-6 godzin pomiędzy zabiegiem a wystąpieniem opadów deszczu (np. chlorosulfuron, metsulfuron, triasulfuron, tribenuron, fenmedifam),
- herbicydy wymagające więcej niż 6 godzin pomiędzy zabiegiem a wystąpieniem opadów deszczu (np. bentazon, difenzokwat, glifosat, glufosinat).

Stan uwilgotnienia roślin

Stan uwilgotnienia roślin ma znaczenie w przypadku aplikacji herbicydów stosowanych nalistnie. Istnieje niewiele prac dotyczących wpływu rosy na skuteczność działania herbicydów. Generalnie nie zaleca się opryskiwać roślin, gdy są wilgotne. W warunkach występowania rosy istnieje zwiększone ryzyko ich fitotoksycznego oddziaływania na roślinę uprawną (8). Rezultaty nielicznych badań w tym zakresie dają sprzeczne opinie. Według niektórych autorów występowanie rosy w momencie stosowania herbicydu przyczynia się do poprawy jego działania ze względu na zwiększone uwodnienie kutyki i tym samym zwiększoną jej przepuszczalność (4, 18). W badaniach dotyczących glifosatu, w przypadku opryskiwania roślin wilgotnych występował spadek skuteczności spowodowany prawdopodobnie obniżeniem stężenia herbicydu w cieczy roboczej (30). W doświadczeniach prowadzonych przez Zakład Herbológii i Techniki Uprawy Roli skuteczność środka Betanal AM 11 160 EC nie zależała od stanu uwilgotnienia opryskiwanych roślin (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ stanu uwilgotnienia roślin na skuteczność herbicydu Betanal AM 11 160 EC

Gatunki chwastów	Herbicyd	Dawka (l · ha ⁻¹)	Zniszczenie chwastów (%)	
			rośliny suche	rośliny mokre
Szarłat szorstki <i>Amaranthus retroflexus</i>	Betanal AM 11 160 EC	6	95	95
Komosa biała <i>Chenopodium album</i>	Betanal AM 11 160 EC	6	98	99

Źródło: badania własne.

Natężenie światła

Natężenie światła jest szczególnie istotnym czynnikiem w okresie przed wykonywaniem zabiegów herbicydowych. Rośliny rosnące w warunkach dostatecznego nasłonecznienia posiadają cieńszą kutikulę, bardziej podatną na penetrację herbicydów. Ponadto ich blaszki liściowe charakteryzują się większą powierzchnią w porównaniu z roślinami, które rosną w warunkach mniejszej intensywności światła (31). Światło wpływa pozytywnie na transport substancji aktywnej herbicydu w roślinie bezpośrednio – poprzez wzrost otwarcia aparatów szparkowych oraz pośrednio – poprzez zwiększenie intensywności fotosyntezy. Glifosat wykazał wzrost efektywności działania w stosunku do perzu właściwego (*Elymus repens*), gdy był zastosowany w warunkach większego natężenia światła. Podobną zależność stwierdzono w przypadku metoxuronu w zwalczaniu stokłosa płonnej (*Bromus sterilis*); (2, 5). Ocena działania środka Starane 250 EC w badaniach własnych nie wykazała różnic w jego skuteczności w zależności od natężenia światła w niszczeniu gwiazdnicy pospolitej (*Stellaria media*) i rumianu polego (*Anthemis arvensis*); (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ natężenia światła na skuteczność działania herbicydu Starane 250 EC

Gatunki chwastów	Herbicyd	Dawka (l · ha ⁻¹)	Zniszczenie chwastów (%)	
			250 μmol · m ⁻² s ⁻¹	400 μmol · m ⁻² s ⁻¹
Rumian polny <i>Anthemis arvensis</i>	Starane 250 EC	0,8	71	72
Gwiazdnica pospolita <i>Stellaria media</i>	Starane 250 EC	0,8	98	96

Źródło: badania własne.

Czynniki agrotechniczne

Parametry techniczne zabiegu

Odpowiedni dobór parametrów technicznych zabiegu wpływa na dokładność pokrycia opryskiwanych roślin cieczą użytkową, a tym samym na ilość zatrzymanego i pobranego przez nie środka. Szczególnie ważnymi czynnikami są wielkość kropeł i ich równomierny rozkład na opryskiwanej powierzchni. Cechy te zależą głównie od typu zastosowanych dysz opryskiwacza. Wielkość kropeł można także regulować poprzez zmianę ciśnienia roboczego opryskiwacza przy zachowaniu tej samej dyszy. Drobniejsze krople zapewniają dokładniejsze pokrycie roślin, co przyczynia się do poprawy skuteczności działania herbicydu. Z drugiej strony tego rodzaju krople są bardziej podatne na znoszenie przez wiatr. Efekt znoszenia rozpylanej cieczy może być zniwelowany przez zastosowanie specjalnych dysz – eżektorowych lub antyznoszeniowych (14, 16). Prace dotyczące tej tematyki dowiodły, że na ogół skuteczność herbicydu wzrasta, gdy do sporządzenia cieczy użytkowej stosuje się mniejszą ilość wody. Gdy wzrasta ilość wody użytej do opryskania roślin, następuje spadek retencji

cieczy użytkowej na liściach i tym samym mniej substancji aktywnej wnika do wnętrza roślin (15, 30).

Dawka herbicydu

Dobór dawki herbicydu ma istotne znaczenie nie tylko dla skuteczności jego działania, ale także dla stanu środowiska naturalnego. W trosce o środowisko naturalne dąży się do ograniczania ilości chemikaliów wnoszonych na pola uprawne w czasie zabiegów agrotechnicznych. Stosowanie herbicydu w dawce niższej niż zaleca producent jest uzależnione od kompleksu czynników, które wpływają na efektywność jego działania; bywa, że jest mniej skuteczna od dawki podstawowej (tab. 4); (6). Z tego względu obniżanie dawki środka nie zawsze jest uzasadnione i wymaga uprzedniego przeprowadzenia kompleksowych badań uwzględniających możliwie dużą liczbę czynników determinujących jego skuteczność. Działanie herbicydu aplikowanego w dawce obniżonej bardziej zależy od czynników klimatycznych, fazy rozwojowej chwastów, stopnia zachwaszczenia w porównaniu z dawką zalecaną (7).

Tabela 4

Wpływ obniżenia dawki herbicydu na skuteczność jego działania

Herbicyd	Dawka	Zniszczenie chwastów (%)
Starane 250 EC	dawka podstawowa	90
	50% dawki podstawowej	85
Duplosan DP 600 SL	dawka podstawowa	93
	70% dawki podstawowej	87
Chwastox Trio 540 SL	dawka podstawowa	95
	70% dawki podstawowej	89
Aminopielik D 450 SL	dawka podstawowa	93
	67% dawki podstawowej	89

Źródło: Domaradzki, 2006.

Odmiana i gęstość siewu rośliny uprawnej

Na stopień zachwaszczenia zasiewów wpływa wybór odmiany rośliny uprawnej charakteryzującej się zdolnościami konkurencyjnymi wobec chwastów. Właściwość ta związana jest z tempem wschodów i terminem dojrzewania roślin, a także niektórymi cechami morfologicznymi, jak np. wysokość roślin, zdolność krzewienia (9). W tabeli 5 przedstawiono skuteczność działania czterech herbicydów stosowanych w zasiewach pszenicy ozimej (odmiany Kobra i Tonacja) przy dwóch różnych gęstościach (200 – siew rzadki i 400 szt. · m⁻² – siew standardowy). Wszystkie z wymienionych środków wykazały wysoką skuteczność niezależnie od odmiany i gęstości siewu.

Gęstość siewu wpływa na stopień opanowania upraw przez chwasty, co z kolei jest jednym z głównych czynników determinujących skuteczność działania herbicydów. W warunkach rzadszego siewu następuje wzrost zachwaszczenia, co może też być przyczyną obniżenia skuteczności środków chwastobójczych. Natomiast większe

Tabela 5

Skuteczność działania herbicydów w zależności od odmiany i gęstości siewu pszenicy ozimej

Herbicyd	Odmiana	Gęstość siewu (szt. · m ⁻²)	Zniszczenie chwastów (%)
Maraton 375 SC	Kobra	400	94
		200	91
	Tonacja	400	97
		200	96
Alister 162 OD	Kobra	400	98
		200	96
	Tonacja	400	97
		200	99
Aminopielik D 450 SL	Kobra	400	95
		200	92
	Tonacja	400	92
		200	93
Chwastox Trio 540 SL	Kobra	400	96
		200	92
	Tonacja	400	95
		200	96

Źródła: badania własne.

zagęszczenie roślin ogranicza dostęp cieczy roboczej herbicydu do opryskiwanych chwastów i w konsekwencji przyczynia się do zmniejszenia pobierania środka i redukcji jego efektywności (11, 23).

Sposób aplikacji herbicydu

Niektóre herbicydy zaleca się stosować łącznie z adiuwantami. Taka forma aplikacji poprawia skuteczność działania herbicydu, poszerza spektrum zwalczanych gatunków, umożliwia obniżenie dawki środka oraz zapobiega obniżce efektywności działania pod wpływem niekorzystnych warunków pogodowych. Głównym zadaniem adiuwantów jest wzrost retencji i absorpcji środków, poprzez np. zmniejszenie napięcia powierzchniowego kropeł cieczy użytkowej, zwiększenie przyczepności, wzrost rozpuszczalności herbicydu, lepsze uwodnienie kutykuli, poprawę właściwości fizykochemicznych cieczy użytkowej (15, 19, 28). Środki te powodują zachowanie wysokiej skuteczności herbicydów, zwłaszcza gdy warunki pogodowe nie sprzyjają ich działaniu. W tabeli 6 przedstawiono skuteczność działania herbicydu Granstar 75 WG stosowanego samodzielnie i w mieszaninie z adiuwantem Trend 90 EC w warunkach różnej wilgotności powietrza. Efektywność tego środka została znacznie zredukowana, gdy wilgotność powietrza była niska (50%), jednak dodatek adiuwanta Trend 90 EC spowodował poprawę działania.

Dodatek adiuwanta pozwala na obniżenie dawki herbicydu z jednoczesnym zachowaniem wysokiej skuteczności chwastobójczej. Środek Apyros 75 WG aplikowany w zredukowanej dawce łącznie z adiuwantem Olstick 90 EC wykazał skuteczność

Tabela 6

Wpływ adiuwanta Trend 90 EC na skuteczność herbicydu Granstar 75 WG stosowanego w zróżnicowanych warunkach wilgotności powietrza

Herbicydy i ich mieszaniny z adiuwantami	Dawka	Zniszczenie chwastów (%)	
		50% RH*	75% RH
Granstar 75 WG	20 g · ha ⁻¹	64	98
Granstar 75 WG + Trend 90 EC	20 g · ha ⁻¹ + 0,05%	93	98

* wilgotność względna powietrza (ang. relative humidity)

Źródło: Kieloch, 2006 (13).

podobną do tej, jaką osiągnięto w wyniku jego samodzielnej aplikacji, lecz w dawce zalecanej. Podobne rezultaty uzyskano po zastosowaniu herbicydu Callisto 100 SC w kombinacji z adiuwantem Atpolan 80 EC. Natomiast środek Harmony Extra 75 WG stosowany łącznie z adiuwantem Olstick 90 EC w dawce obniżonej okazał się bardziej skuteczny niż aplikowany w dawce zalecanej, lecz bez adiuwanta (tab. 7).

Tabela 7

Wpływ adiuwantów na skuteczność herbicydów stosowanych w dawkach zredukowanych

Herbicydy i adiuwanty	Dawka	Zniszczenie chwastów (%)
Apyros 75 WG	zredukowana	81
Apyros 75 WG	zalecana	89
Apyros 75 WG + Olstick 90 EC	zredukowana + 1 l · ha ⁻¹	87
Harmony Extra 75 WG	zredukowana	60
Harmony Extra 75 WG	zalecana	68
Harmony Extra 75 WG + Olstick 90 EC	zredukowana + 1 l · ha ⁻¹	83
Callisto 100 SC	zredukowana	77
Callisto 100 SC	zalecana	86
Callisto 100 SC + Atpolan 80 EC	zredukowana + 1,5 l · ha ⁻¹	87

Źródło: Idziak i Woźnica, 2008 (10), Praczyk i in., 2008 (29).

Podsumowanie

Prezentowane wyniki badań stanowią niewielki fragment prac prowadzonych w obrębie tej tematyki przez placówki naukowe w kraju i na świecie. Dowodzą one, że działanie herbicydów może być kształtowane przez czynniki środowiskowe i agrotechniczne. Prawidłowy dobór herbicydu, metod jego aplikacji oraz parametrów technicznych zabiegu powinien być dostosowany nie tylko do stanu zachwaszczenia, ale także do fazy rozwojowej rośliny oraz warunków klimatyczno-glebowych w miejscu jej uprawy. Badania w tej dziedzinie są niezbędne do ustalania optymalnych dawek herbicydów w celu ograniczania zachwaszczenia do poziomu niezagrażającego roślinie uprawnej i w jak najmniejszym stopniu obciążającego środowisko naturalne.

Literatura

1. Adkins S. W., Tanpipat S., Swarbrick J. T., Boersma M.: The influence of soil moisture content on glyphosate efficacy for the control of annual grasses in fallow land. *Weed Res.*, 1998, **38**: 119-127.
2. Blair A. M., Richardson W. G., West T. M.: The influence of metoxuron activity on *Bromus sterilis* L. *Weed Res.*, 1983, **23**: 259-265.
3. Blair A. M., Caseley J. C.: The influence of soil moisture at spraying on the activity of herbicides on *Bromus sterilis* growing in pots in a controlled environment and in the field. BCPC Monograph, 1994, **59**: 227-232.
4. Caseley J. C.: Variations in foliar pesticide performance attributable to humidity, dew and rain effects. *Aspect Appl. Biology*, 1989, **21**: 215-224.
5. Coupland D.: Influence of light, temperature and humidity on the translocation and activity of glyphosate in *Elymus repens* (*Agropyron repens*). *Weed Res.*, 1983, **23**: 347-355.
6. Domaradzki K.: Efektywność regulacji zachwaszczenia zbóż w aspekcie ograniczania dawek herbicydów oraz wybranych czynników agroekologicznych. Monografie i Rozprawy Naukowe, IUNG-PIB Puławy, 2006, **17**.
7. Domaradzki K., Kieloch R.: Działanie różnych dawek herbicydów z grupy regulatorów wzrostu i pochodnych sulfonilomocznika na *Galium aparine* i *Stellaria media* w zależności od ich fazy rozwojowej. *Ann. UMCS*, 2008, **62(2)**: 1-8.
8. Fausey J. C., Renner K. A.: Environmental effects on CGA-248757 and flumiclorac efficacy/soybean tolerance. *Weed Sci.*, 2001, **49(5)**: 668-674.
9. Felcyn-Szewczyk B., Duer I.: Konkurencyjność kilku odmian pszenicy ozimej uprawianej w systemie ekologicznym w stosunku do chwastów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2005, **45(1)**: 126-133.
10. Idzik R., Woźnica Z.: Wpływ adiuwantów na skuteczność chwastobójczą oraz selektywność herbicydu mezotrion stosowanego w uprawie kukurydzy. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2008, **48(1)**: 268-271.
11. Kapeluszy J.: Zachwaszczenie ładu zbóż jarych w warunkach zróżnicowanej gęstości siewu i oszczędnego stosowania herbicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2002, **42(2)**: 483-485.
12. Kieloch R., Domaradzki K.: The influence of weeds growth stage and climate conditions on optimising dose of herbicides. *J. Plant Prot. Res.*, 2003, **43(3)**: 233-239.
13. Kieloch R.: Wpływ adiuwantów na skuteczność tribenuronu metylu stosowanego w różnych warunkach temperatury i wilgotności względnej powietrza. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2006, **46(2)**: 240-246.
14. Kierzek R., Adamczewski K.: Effect of spray application factors on tribenuron-methyl performance in control of *Sinapis alba* L. and *Chenopodium album* L. Proceedings of EWRS 12-th Symposium, 24-27 June 2002, Wageningen, The Netherlands, 2002, pp. 96-97.
15. Kierzek R., Ratajkiwicz H.: Wpływ adiuwantów i parametrów opryskiwania na retencję cieczy na liściach w wybranych roślinach jednoliściennych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2004, **44(2)**: 828-831.
16. Kierzek R., Wachowiak M.: Zwalczanie chwastów jedno- i dwuliściennych przez łączne stosowanie herbicydów oraz różnych parametrów opryskiwania. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2005, **45(2)**: 790-793.
17. Kudsik P.: Herbicide rainfastness on indoor and outdoor pot-grown plants. *Aspect Appl. Biology*, 1989, **21**: 133-134.
18. Kudsik P., Kristensen J. L.: Effect of environmental factors on herbicide performance. Proceedings of The First International Weed Control Congress, Melbourne, 17 Feb 1992, pp. 173-185.
19. Kudsik P.: Optimising herbicide dose: a straightforward approach to reduce the risk of side effect of herbicides. *Environmentalist*, 2008, **28**: 49-55.

20. Kumaratilake A. R., Preston C. H.: Low temperature reduces glufosinate activity and translocation in wild radish (*Raphanus raphanistrum*). *Weed Sci.*, 2005, **53**: 10-16.
21. Mathiassen S. K., Kudsk P., Kristensen J. L.: Efficacy of broadleaf herbicides at three natural climates. *Proceedings Brighton Crop Protection Conference – Weeds*, 1995, 683-688.
22. Mathiassen S. K., Kudsk P.: Influence of climate scenarios on herbicide performance. *Proceedings 2-nd International Weed Control Congress*, 1996, 905-910.
23. Michalski T., Bartos M.: Wpływ gęstości siewu na zachwaszczenie zbóż jarych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2002, **42(2)**: 564-567.
24. Morrison R. G., Lownds N. K., Steerling T. M.: Picloram uptake, translocation and efficacy in relation to water status of Russian knapweed (*Acroptilon repens*). *Weed Sci.*, 1995, **43**: 34-39.
25. Olson B. L. S., Al-Khatib K., Stahlman P., Parrish S., Moran S.: Absorption and translocation of MON 37500 in wheat and other grass species. *Weed Sci.*, 1999, **47**: 37-40.
26. Olson B. L. S., Al-Khatib K., Stahlman P., Isakson P. J.: Efficacy and metabolism of MON 37500 in *Triticum aestivum* and weedy grass species as affected by temperature and soil moisture. *Weed Sci.*, 2000, **48**: 541-548.
27. Olson B. L. S., Al-Khatib K., Stahlman P., Isakson P. J.: Efficacy and metabolism of MON 37500 in *Triticum aestivum* and weedy grass species as affected by temperature and soil moisture. *Weed Sci.*, 2000, **48**: 541-548.
28. Praczyk T.: Rozwój badań i zastosowań adiuwantów w Polsce. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2001, **41**: 110-113.
29. Praczyk T., Bączkowska E., Balcer G., Kulczyński J., Dorna J.: Nowy adiuwant wspomagający aktywność niektórych herbicydów i fungicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2008, **48(2)**: 647-652.
30. Roman E. S., Vargas L., Ribeiro M. C. F.: Influence of dew and spray volume on the efficacy of glyphosate for *Brachiaria plantaginea* burndown. *Planta Daninha*, 2004, **22(3)**: 479-482.
31. Xie H. S., Quick W. A., Hsiao A. I.: Spring cereal response to imazamethabenz and fenoxaprop-p-ethyl as influenced by environment. *Weed Techn.*, 1994, **8**: 713-716.

Adres do korespondencji:

mgr Renata Kieloch
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli
IUNG-PIB
ul. Orzechowa 61
50-540 Wrocław
tel.: (071) 363-87-07
e-mail: r.kieloch@iung.wroclaw.pl