

**Mariusz Kucharski, Jerzy Sadowski**

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

## ZNACZENIE ADIUWANTÓW W CHEMICZNEJ OCHRONIE ROŚLIN\*

### Wstęp

Chemiczna ochrona roślin przed chorobami, szkodnikami i chwastami jest stale rozwijającym się elementem współczesnej agrotechniki. Poszukuje się nowych metod, które umożliwiają wzrost skuteczności działania preparatów przy jednoczesnym zredukowaniu obciążenia środowiska naturalnego. Wprowadzane są nowe techniki stosowania herbicydów polegające na ulepszaniu formulacji herbicydu, zmianach konstrukcyjnych aparatury opryskującej, aplikacji środków ochrony roślin w dawkach dzielonych, a także stosowanie substancji wspomagających – adiuwantów.

Według Amerykańskiego Towarzystwa Herbologicznego „Adiuwant jest to substancja (różna od wody) zawarta w formie użytkowej środków ochrony roślin lub dodawana do zbiornika opryskiwacza w celu zmodyfikowania właściwości biologicznych substancji czynnej preparatu lub zmiany parametrów fizykochemicznych cieczy użytkowej”.

Nie wiadomo, gdzie i kiedy po raz pierwszy użyto adiuwanta w ochronie roślin. Jedno z pierwszych udokumentowanych zastosowań pochodzi z USA (1877 r.) i dotyczy użycia mieszaniny oleju mineralnego (Kerosene) oraz mydła w zabiegach mających na celu niszczenie jaj mszyc (2). W XIX i na początku XX wieku najczęstszymi dodatkami do środków ochrony roślin były mydła pozyskiwane z tłuszczu ryb i wielorybów. Pierwszym adiuwantem zarejestrowanym w Polsce w roku 1967 był Citowett AL, który w swym składzie zawierał związek z grupy surfaktantów – eter alkiloarylopoliglikolowy. Obecnie produkowane adiuwanty stanowią bardzo liczną i zróżnicowaną grupę substancji.

Od wielu lat na krajowym rynku środków ochrony roślin znajduje się około 20 adiuwantów zarejestrowanych jako dodatek przeznaczony do łącznego stosowania z cieczą użytkową środka ochrony roślin. Większość adiuwantów to produkty przeznaczone do stosowania z herbicydami (środki chwastobójcze), a tylko nieliczne z nich mogą być stosowane z innymi preparatami (środki grzybo- i owadobójcze lub inne).

---

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

W tabeli 1 zamieszczono wykaz aktualnie zarejestrowanych adiuwantów do łącznego ich stosowania ze środkami ochrony roślin. W rubryce dotyczącej zastosowania ze środkami w uprawie podano jedynie przykłady. Natomiast dokładny opis możliwości zastosowania znajduje się na etykiecie adiuwanta lub środka ochrony roślin, z którym adiuwanty można stosować.

### Adiuwanty – rodzaje i ich właściwości

Generalnie adiuwanty można podzielić na dwie grupy w zależności od pełnionych przez nie funkcji na: aktywujące i adiuwanty modyfikujące (2).

Główną funkcją adiuwantów aktywujących jest:

- zwiększanie retencji (wzrost ilości i wydłużenie czasu zatrzymania cieczy użytkowej na powierzchni rośliny),

Tabela 1

Wykaz adiuwantów zarejestrowanych w Polsce (dane z marca 2007)

Lp.	Nazwa handlowa	Rodzaj środków, z którymi może być stosowany	Zalecane dawki	Zastosowanie ze środkami w uprawie
1.	Actirob 842 EC	chwastobójczy	1,0-2,0 l · ha <sup>-1</sup>	kukurydza, burak cukrowy
2.	AD Contact 90 SL	chwastobójczy	0,8 l · ha <sup>-1</sup>	groch
3.	AD Super Oil 83 EC	chwastobójczy	0,3 l · ha <sup>-1</sup>	burak cukrowy, groch
4.	Adpros 850 SL	chwastobójczy	1,0-1,5 l · ha <sup>-1</sup>	burak cukrowy, kukurydza, groch, sad jabłoniowy
5.	Aero 30 SL	chwastobójczy	1,5 l · ha <sup>-1</sup>	pszenica ozima
6.	Atplus 60 EC	chwastobójczy	1,0-1,2 l · ha <sup>-1</sup>	zboża
7.	Atpolan 80 EC	chwastobójczy grzybobójczy	1,5 l · ha <sup>-1</sup>	burak cukrowy, kukurydza, zboża, warzywa, rośliny ozdobne
8.	Dedal 90 EC	owadobójczy	0,7-1,0 l · ha <sup>-1</sup>	leśnictwo
9.	Ikar 95 EC	owadobójczy	0,7-1,0 l · ha <sup>-1</sup>	leśnictwo
10.	Lenmix 800 EC	chwastobójczy	1,0 l · ha <sup>-1</sup>	pszenica ozima, len
11.	Nu-Film 96 EC	owadobójczy	0,6 l/100 l wody	leśnictwo
12.	Olbras 88 EC	chwastobójczy	1,5 l · ha <sup>-1</sup>	burak cukrowy, kukurydza, zboża, strączkowe, ziemniak
13.	Olejna 85 EC	chwastobójczy	1,5 l · ha <sup>-1</sup>	groch
14.	Olemix 84 EC	chwastobójczy	1,5 l · ha <sup>-1</sup>	burak cukrowy, kukurydza
15.	Polikrust 9,5 PS	zaprawy nasienne	0,1 l/kg nasion	cebula, marchew
16.	Silwet L-77 840 AL	chwastobójczy	0,05-0,1 l · ha <sup>-1</sup>	ścierniska
17.	Superam 10 AL	grzybobójczy owadobójczy	0,05 l/100 l wody	nie określono
18.	Trend 90 EC	chwastobójczy	0,05-0,1 l/100 l wody	burak cukrowy, ziemniak, zboża, kukurydza
19.	VK-2 Special 80 EC	nie określono	0,25-0,3 l/1000 m <sup>2</sup> powierzchni	rośliny uprawiane pod osłonami

Źródło: Opracowanie własne.

- zmniejszanie napięcia powierzchniowego pomiędzy polarnymi i niepolarnymi częściami naskórka liścia,
- zwiększanie absorpcji (wzrost wnikania składnika czynnego do rośliny).

Właściwości te wpływają na poprawę aktywności biologicznej środków ochrony roślin, poszerzenie spektrum ich działania oraz ograniczenie ujemnego wpływu czynników środowiska podczas zabiegów. Dzięki temu zwiększa się stabilność działania herbicydów, zwłaszcza wówczas, gdy na polu występują chwasty średnio wrażliwe lub w późniejszych fazach rozwojowych, a warunki atmosferyczne (niska wilgotność powietrza i niska temperatura) nie sprzyjają działaniu preparatów.

Adiuwanty modyfikujące w mniejszym stopniu wpływają na aktywność środków ochrony roślin. Dzięki zmianie właściwości fizykochemicznych cieczy użytkowej umożliwiają bardziej dokładne i bezpieczne wykonanie zabiegu, mieszanie różnych składników ze sobą oraz ograniczają korozyjne oddziaływanie cieczy użytkowej na elementy konstrukcyjne aparatury opryskującej.

We współczesnej ochronie roślin zauważyć można tendencję do łącznego stosowania różnych agrochemikaliów. Większość obecnie stosowanych środków może być łączona z dwoma lub trzema innymi substancjami (10). Do grupy tej należą także adiuwanty.

Adiuwantami, które wspomagają działanie środków ochrony roślin są surfaktanty, oleje mineralne i roślinne oraz związki mineralne.

Jako surfaktanty najczęściej stosowane są etoksyloowane alkohole, alkiloaminy, alkilofenole i sorbitany (15). Najistotniejszą funkcją surfaktantów jest obniżanie napięcia powierzchniowego cieczy użytkowej, co powoduje wzrost absorpcji składnika czynnego oraz lepszą jego penetrację przez kutikulę liści (20). Zmniejszenie napięcia powierzchniowego cieczy roboczej wpływa na poprawę zwilżania powierzchni opryskiwanych liści. Jak wykazały badania (11) efektywność działania poszczególnych surfaktantów może być znacznie zróżnicowana. Jest to wynikiem odmiennej budowy chemicznej i właściwości fizykochemicznych środka powierzchniowo czynnego.

Następną grupą substancji chemicznych stosowanych jako adiuwanty są oleje mineralne i roślinne z dodatkiem około 15-20% emulgatora. Wiele herbicydów stosowanych z tą grupą adiuwantów wykazuje wzrost aktywności biologicznej (1, 18). Porównaniem skuteczności działania różnych olejów jako dodatku do środków ochrony roślin zajmowało się wielu autorów. Z ich badań wynika, że olej mineralny znacznie efektywniej niż olej roślinny zwiększył pobieranie przez chwasty takich substancji aktywnych herbicydów, jak: diklofop-metyl, fluaazyfop-P-butyl, chizalofop, setoksydym (23, 24). Natomiast takie substancje czynne, jak: atrazyna, bentazon, fenmedifam czy rimsulfuron działają efektywniej z dodatkiem olejów roślinnych (3). Adiuwanty olejowe umożliwiają równomierne nanoszenie herbicydu na opryskiwaną powierzchnię, a także zwiększają absorpcję i translokację składnika czynnego przez warstwę woskową liścia i błony komórkowe roślin (6).

W dotychczasowych badaniach niewiele uwagi poświęca się problemowi rodzaju i koncentracji emulgatora stosowanego w adiuwantach olejowych. Okazuje się, że

emulgatory nie tylko umożliwiają uzyskanie odpowiedniej emulsji wodnej cieczy użytkowej, ale także mogą wywierać duży wpływ na pobieranie i przemieszczanie składnika czynnego przez opryskiwane rośliny.

Skuteczność działania adiuwantów olejowych uzależniona jest od doboru herbicydu i stosowanego z nim oleju, rodzaju i koncentracji emulgatora oraz stadium rozwojowego i budowy morfologicznej chwastów (12). Duże znaczenie ma także temperatura i wilgotność względna powietrza podczas zabiegu (1, 7). Dodatni efekt stosowania adiuwantów uwidacznia się w momencie, gdy zabieg wykonywany jest w warunkach chłodu i niskiej wilgotności powietrza (8).

W ostatnich latach coraz częściej stosowane są adiuwanty oparte na olejach pochodzenia roślinnego lub też ich pochodne uzyskiwane w procesie transestryfikacji (3).

Funkcję adiuwantów spełniają również niektóre sole nieorganiczne, a w szczególności związki zawierające w swej budowie kation amonowy  $\text{NH}_4^+$  (14). Wzrost biologicznej aktywności herbicydów stosowanych łącznie z substancjami zawierającymi jon amonowy tłumaczy się zniesieniem antagonistycznego działania soli rozpuszczonych w wodzie służącej do sporządzania cieczy opryskowej oraz zwiększoną w tych warunkach przepuszczalnością błon komórkowych roślin (5).

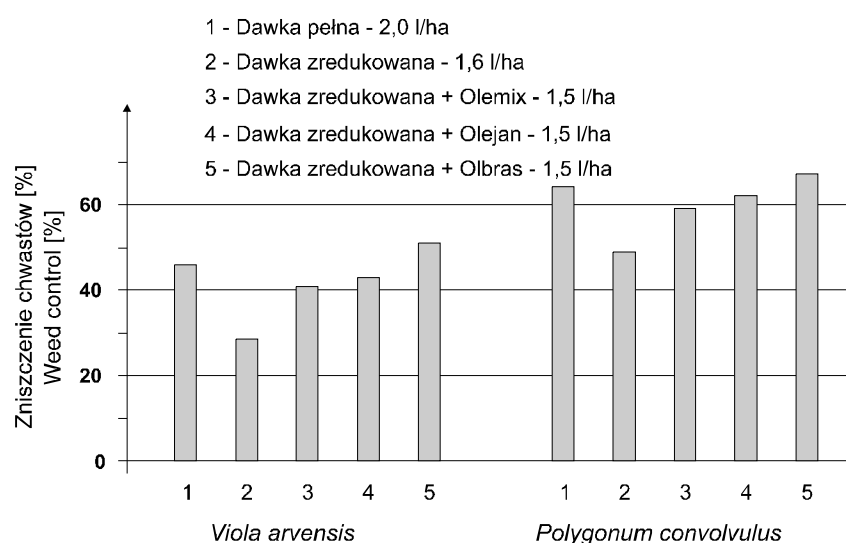
Nową grupą są adiuwanty wieloskładnikowe. Przykładem takiego adiuwanta jest produkt polski AS 500 SL zawierający w swym składzie surfaktant kationowy, siarczan amonu oraz bufor pH. Adiuwant ten charakteryzuje się wielofunkcyjnym działaniem w poprawie skuteczności działania herbicydów zawierających glifosat, dikambę, bentazon i fenoksykwasy. Szczególnie korzystne działanie uwidacznia się w przypadkach, gdy ciecz użytkowa sporządzana jest z wody o dużej zawartości kationów wapniowych (twarda woda); (26).

### **Wpływ adiuwantów na skuteczność chwastobójczą herbicydów**

Jednym z głównych celów łącznego stosowania adiuwantów ze środkami ochrony roślin (głównie herbicydami) jest poprawa aktywności biologicznej, co umożliwi skuteczniejsze zwalczanie chwastów i poszerzenie spektrum działania w odniesieniu do chwastów średnio wrażliwych na herbicyd. Łączne stosowanie herbicydów z adiuwantami pozwala na zmniejszenie dawki preparatu o ok. 20-30% bez utraty skuteczności działania (3). Takie rozwiązanie umożliwia obniżenie kosztów (o ok. 10-20%) ponoszonych na zakup środków chemicznych, jak również powinno ograniczyć ryzyko występowania pozostałości substancji czynnych herbicydów w glebie i uprawianej roślinie lub znacząco obniżyć poziom ich zawartości. Obniżanie dawek herbicydów można stosować w przypadku, gdy zabiegi wykonywane są w optymalnych terminach i warunkach pogodowych przewidzianych w instrukcji stosowania. Nie należy natomiast obniżać dawek w przypadkach, gdy zabieg jest opóźniony (nieodpowiednia faza rozwojowa chwastów), występuje duże nasilenie chwastów lub warunki pogodowe nie sprzyjają działaniu preparatów (niska wilgotność powietrza, niska temperatu-

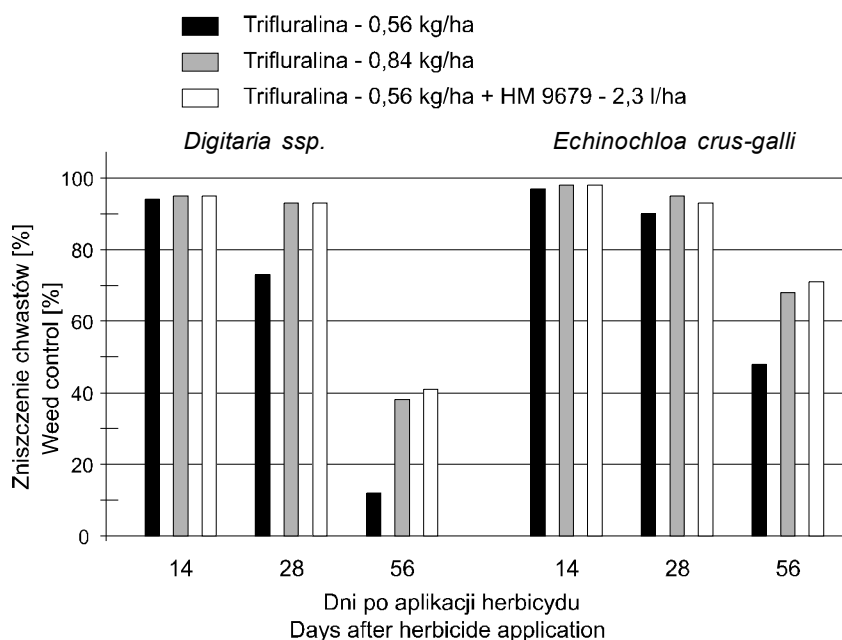
ra). W takich sytuacjach zastosowanie adiuwanta umożliwi zachowanie dobrej skuteczności działania bez konieczności wykonywania zabiegów uzupełniających lub zwiększania dawek. Na rysunku 1 przedstawiono wyniki ilustrujące wpływ adiuwantów na skuteczność zwalczania *Viola arvensis* i *Polygonum convolvulus* preparatem Basagran 600 SL w uprawie grochu. Zastosowanie adiuwantów pozwoliło na obniżenie dawki herbicydu o 20% bez utraty skuteczności zwalczania obu chwastów.

Adiuwanty stosowane są najczęściej w zabiegach powschodowych (nalistnych). Coraz większego znaczenia nabierają adiuwanty stosowane z herbicydem w zabiegach przedwschodowych (doglebowych); (19). Dzięki dodatkowi adiuwanta następuje spowolnienie przenikania herbicydu w głębsze warstwy profilu glebowego, co znacząco wydłuża czas działania na chwasty. Na rysunku 2 przedstawiono wyniki doświadczenia, w którym porównywano skuteczność zwalczania chwastów na obiektach, gdzie stosowano adiuwant w zabiegach przedwschodowych. Korzystny wpływ adiuwanta na skuteczność działania trifluraliny można zaobserwować, szczególnie po 56 dniach od aplikacji herbicydu. Na obiekcie z adiuwantem stwierdzono bowiem 20-30% wzrost skuteczności w niszczeniu chwastów w porównaniu z obiektem, gdzie stosowano sam herbicyd. Zbliżoną efektywność uzyskano po zastosowaniu znacznie wyższej dawki trifluraliny ( $0,84 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).



Rys. 1. Wpływ adiuwantów na skuteczność zwalczania chwastów herbicydem Basagran 600 SL na plantacji grochu

Źródło: Badania własne, Wrocław, 1999.



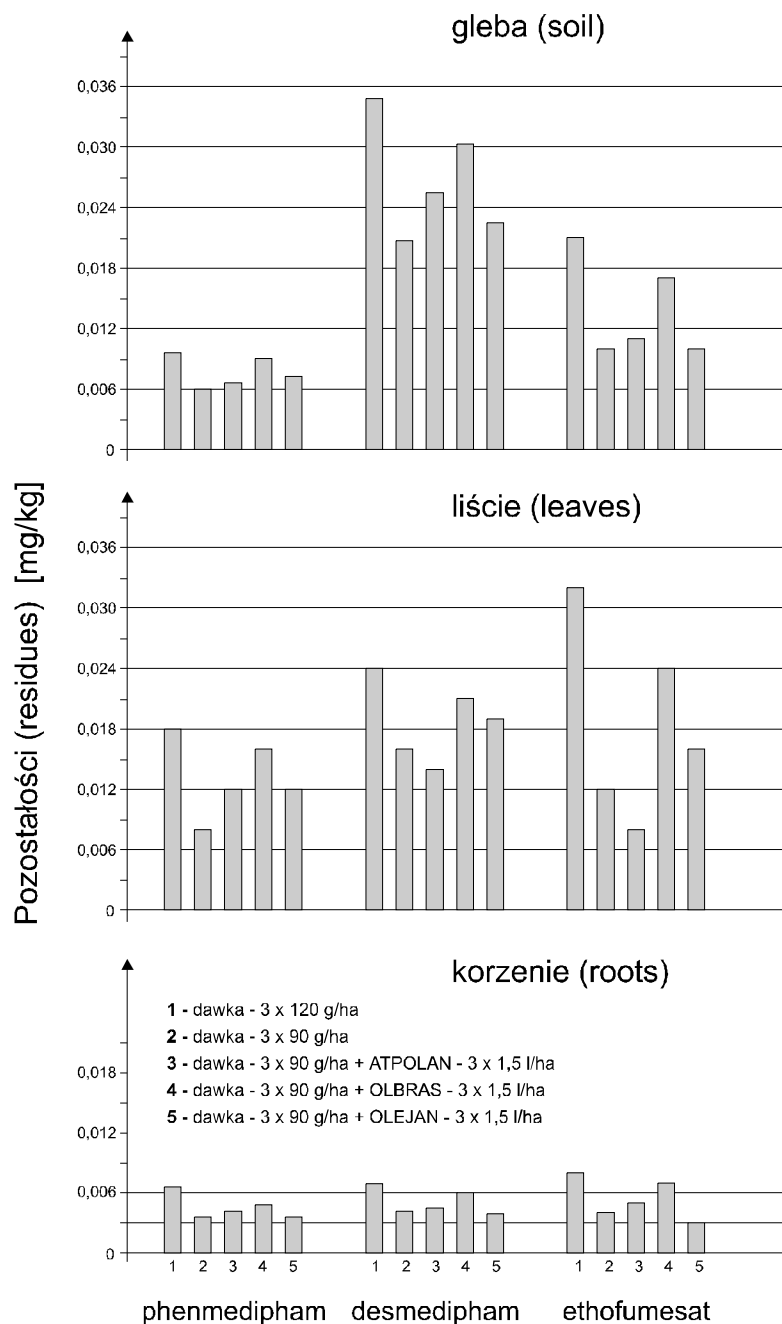
Rys. 2. Wpływ adiuwantów na skuteczność zwalczania chwastów w soi – zabieg przedwzschodowy  
Źródło: Mc Mullan P. M., 1998 (19).

### Wpływ adiuwantów na zachowanie się herbicydów w środowisku

W wielu krajowych i zagranicznych ośrodkach naukowych prowadzone są badania mające na celu określenie wpływu jaki stosowane agrochemikalia (w zależności od warunków pogodowych, glebowych i sposobu aplikacji) wywierają na środowisko wodne, glebowe i roślinne (stężenie pozostałości, dynamika rozkładu); (13). Do tych prac należą również badania nad oddziaływaniem substancji wspomagających (adiuwantów).

Wyniki uzyskane z doświadczeń polowych (17) wskazują, że w około 50-70% prób gleby i materiału roślinnego wystąpił nieznaczny wzrost stężenia pozostałości substancji aktywnych herbicydów po zastosowaniu ich z adiuwantami, w porównaniu z obiektami, gdzie aplikowano sam herbicyd. Nie stwierdzono jednak, aby dodatek adiuwantów powodował tak wysoki wzrost pozostałości herbicydów, który by prowadził do przekroczenia dopuszczalnych stężeń pozostałości określonych w normach polskich i unijnych. Na rysunku 3 przedstawiono wyniki analiz pozostałości trzech substancji aktywnych herbicydów badanych w glebie, liściach i korzeniach buraka cukrowego. W doświadczeniu tym herbicydy były aplikowane w dawce pełnej, rekomendowanej oraz w dawce obniżonej – bez i z dodatkiem adiuwantów.

Adiuwanty trafiając do gleby mogą powodować zmianę jej właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych. Skutkiem tego zmienia się penetracja i pojemność



Rys. 3. Wpływ adiuwantów na poziom pozostałości fenmedifamu, desmedifamu i etofumesatu w glebie, liściach i korzeniach buraka cukrowego  
 Źródło: Badania własne, Wrocław, 2000.

wodna gleby oraz mobilność bądź trwałość herbicydu (4). Stwierdzono, że dodatek adiuwanta powoduje zmniejszenie mobilności herbicydów w profilu glebowym (9), co może powodować wzrost poziomu pozostałości substancji aktywnej w warstwie ornej. Z drugiej zaś strony szybkość rozkładu wielu substancji aktywnych w tej warstwie gleby uzależniona jest od warunków pogodowych (wyższa temperatura i wilgotność gleby sprzyjają szybszemu rozkładowi); (22). Badania laboratoryjne i polowe wykazały, że dodatek adiuwanta spowalnia proces rozkładu wielu substancji aktywnych herbicydów (np.: trifluraliny (25), atrazyny (16) i fenmedifamu (17, 21)) w glebie. Przebieg tego procesu jest różny w zależności od badanych substancji aktywnych i rodzaju adiuwanta, a także od warunków, w których odbywały się doświadczenia (szklarnia i pole).

### Podsumowanie

Łączne stosowanie herbicydów z adiuwantami daje wymierne korzyści dla środowiska i praktyki rolniczej, gdyż umożliwia:

- ograniczenie ujemnych następstw stosowania chemicznych środków ochrony roślin (pozostałości substancji aktywnych oraz przenikanie ich w głąb profilu glebowego i do wód gruntowych),
- obniżenie dawki herbicydu bez utraty skuteczności działania,
- ograniczenie wpływu niekorzystnych czynników środowiska podczas zabiegu na jego skuteczność (np. wilgotność i temperatura powietrza),
- zmniejszenie kosztów ochrony roślin,
- polepszenie właściwości fizykochemicznych cieczy użytkowej.

### Literatura

1. A d a m c z e w s k i K.: Wpływ oleju lnianego na fitotoksyczne działanie bentazonu w zależności od niektórych czynników siedliska. Roczn. Nauk Rol., Seria E, 1978, **8(1)**: 9-55.
2. A d a m c z e w s k i K., M a t y s i a k R.: Adiuwanty do środków ochrony roślin - podział i klasyfikacja. Ochr. Rośl., 1997, **4/5**: 16-18.
3. A d a m c z e w s k i K., P r a c z y k T.: Rape seed oil as a herbicide adjuvant in Poland. Proc. 4<sup>th</sup> Intern. Symp. „Adjuvants for agrochemicals”. Melbourne, 1995, 374-378.
4. B a y e r D. E., F o y C. L.: Action and fate of adjuvants in soils. Weed Sci., 1982, **34**: 84-92.
5. B e c k e t t T. H., S t o l l e r E. W.: Effect of methylammonium and urea ammonium nitrate on foliar uptake of thifensulfuron in velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Sci., 1991, **39**: 333-338.
6. B e c k e t t T. H., S t o l l e r E. W., B o d e L. E.: Quizalofop and setoxydim activity as affected by adjuvants and ammonium fertilizers. Weed Sci., 1992, **40**: 12-19.
7. B r u c e J. A., C a r e y J. B.: Effect of growth stage and environment on foliar absorption, translocation, metabolism and activity of nicosulfuron in quackgrass (*Elytrigia repens*). Weed Sci., 1996, **44**: 447-454.
8. D a v i e s D. H. K., W i l s o n G. W.: Activity improvements of sulfonylurea herbicides in spring barley by use of adjuvants. Proc. 4<sup>th</sup> Intern. Symp. „Adjuvants for agrochemicals”. Melbourne, 1995, 415-419.
9. F o y C. L., F o y C. M.: Influence of certain surfactants on the mobility of selected herbicides in soil. Proc. 2<sup>nd</sup> Intern. Symp. „Adjuvants for agrochemicals”. Blacksburg, 1989, 349-365.



10. Green J. M., Bruhn J. A., Baylis A. D., Chapman P. F.: Commercially successful pesticide mixtures. *Aspec. Appl. Biol.*, 1995, **41**: 1-9.
11. Green J. M., Green J. H.: Surfactant structure and concentration strongly affect rimsulfuron activity. *Weed Technol.*, 1993, **7**: 633-640.
12. Holloway P. J., Stock D., Whitehouse P., Grayson B. T.: Rational approaches to selection of surfactants for optimising uptake of foliage applied agrochemicals. *Proc. Brighton Crop Prot. Conf. - Weeds*, 1989, **1**: 225-230.
13. Horbowicz M., Dobrzański A.: Dynamika zanikania pozostałości chizalofopu etylowego w buraku ćwikłowym, pietruszce i truskawkach. *Mat. 27 Sesji Nauk. Inst. Ochr. Rośl.*, 1987, 211-214.
14. Jost R. E.: Benefits and mode of action of nitrogen fertilizers as adjuvants. *Proc. 5<sup>th</sup> Intern. Symp. „Adjuvants for agrochemicals”*. Memphis, USA, 1998, 259-266.
15. Knoche M.: Organosilicone surfactant performance in agricultural spray application: a review. *Weed Res.*, 1994, **34**: 221-239.
16. Kostowska B., Sadowski J.: The influence of adjuvants on atrazine degradation in plants and soil. *Mat. 32 Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin*, 1992, 260-267.
17. Kucharski M.: Wpływ herbicydów stosowanych łącznie z adiuwantami na poziom ich pozostałości w buraku cukrowym. *Progr. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 1998, **38(2)**: 602-605.
18. Manthey F. A., Szelezniak E. F., Nalewaja J. D.: Phytotoxicity of bentazon with oils, surfactants and fertilizer salts. *Adjuvants for agrichemicals*. CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor, London, 1992, 473-483.
19. McMullan P. M., Thomas J. M., Volgas G.: HM9679 – a spray adjuvant for soil-applied herbicides. *Proc. 5<sup>th</sup> Intern. Symp. „Adjuvants for agrochemicals”*. Memphis, USA, 1998, 285-290.
20. Rogers L. M.: New trends in the formulation of adjuvants. *Proc. 4<sup>th</sup> Intern. Symp. „Adjuvants for agrochemicals”*. Melbourne, 1995, 1-10.
21. Sadowski J., Kucharski M.: Wpływ adiuwantów na dynamikę rozkładu herbicydów stosowanych do odchwaszczania buraka cukrowego. *Progr. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 1997, **37(2)**: 244-246.
22. Savage K. E., Jordan T. N.: Persistence of three dinitroaniline herbicides on the soil surface. *Weed Sci.*, 1980, **28**: 105-110.
23. Skrzypczak G., Nalewaja J. D.: Wpływ dodatków olejowych na pobieranie i przemieszczanie CGA-82725, sethoxydim i fluzafop-butylu. *Rocz. Nauk Rol.*, E, 1985, **15(1/2)**: 159-165.
24. Stevens P. J. G.: Organosilicones as adjuvants for graminicides. *Proc. Brighton Crop Prot. Conf.-Weeds*, 1995, **2**: 757-763.
25. Swarczewicz M.: Wpływ adiuwantów olejowych na trwałość trifluraliny w glebie lekkiej. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 1996, **173(63)**: 211-217.
26. Woźnica Z., Idziak R., Szewczyk R.: Nowy, wielofunkcyjny adiuwant do herbicydów opartych na glifosacie. *Progr. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2004, **44**: 531-537.

Adres do korespondencji:

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

