

**Renata Kieloch**

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

MOŻLIWOŚCI OGRANICZANIA NIEKORZYSTNEGO WPŁYWU  
CZYNNIKÓW SIEDLISKOWYCH  
NA EFEKTYWNOŚĆ ŚRODKÓW CHWASTOBÓJCZYCH\*

**Słowa kluczowe:** herbicyd, skuteczność, adiuwanty, warunki klimatyczno-glebowe

**Wstęp**

Ochrona upraw rolniczych przed chwastami jest jednym z ważniejszych zabiegów agrotechnicznych warunkujących uzyskanie wysokich i dobrej jakości plonów. Chwasty, spośród wszystkich agrofagów, w najsilniejszym stopniu przyczyniają się do strat w plonach, silnie konkurując z rośliną uprawną o światło, wodę i składniki pokarmowe. Obecnie poziom chemizacji rolnictwa sprawia, że dzięki szerokiemu asortymentowi herbicydów utrzymanie pól w stanie wolnym od chwastów nie powinno stanowić większego problemu. Każdy środek chwastobójczy cechuje się określonym spektrum zwalczanych gatunków chwastów, o czym informuje producent na etykiecie dołączonej do opakowania. Zgodnie z wytycznymi zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 4 sierpnia 2004 r. (26), gatunki wrażliwe na dany środek to takie, które są niszczone na poziomie większym niż 85%. W praktyce jednak często można spotkać się z tym, że zastosowany środek wykaże dużo słabszy efekt chwastobójczy niż wynika to z opisu podanego w instrukcji stosowania herbicydu. Informacje w niej zawarte odnośnie wrażliwości chwastów dotyczą bowiem ich reakcji w takich warunkach klimatyczno-glebowych, które sprzyjają działaniu środka. Praktyka rolnicza oraz badania naukowe wskazują, że warunki siedliskowe mogą wywierać niekorzystny wpływ na skuteczność herbicydu. Jakkolwiek plantatorzy nie mają wpływu na przebieg pogody w okresie stosowania herbicydów, jednak mogą, na podstawie oceny stanu aktualnego oraz prognoz meteorologicznych, zrezygnować z zabiegu w danym momencie i wykonać go w terminie późniejszym, kiedy to warunki będą bardziej korzystne dla osiągnięcia

\* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

zadowalającej skuteczności środka. Takie działanie niesie jednak ze sobą ryzyko, że pomimo sprzyjającej pogody, efektywność oprysku będzie słabsza od oczekiwanej. Przesunięcie zabiegu nawet o kilka dni stwarza możliwość intensywnego wzrostu chwastów, na skutek czego mogą w bardzo krótkim czasie osiągnąć takie stadia rozwojowe, w których są mniej wrażliwe na zastosowany herbicyd. W związku z powyższym konieczne jest poszukiwanie rozwiązań mających na celu zminimalizowanie negatywnego wpływu warunków siedliskowych i (lub) zaawansowanej fazy rozwojowej na skuteczność środków chwastobójczych.

### **Wpływ warunków siedliskowych na skuteczność herbicydu**

Ten sam środek chwastobójczy może wykazywać zróżnicowaną skuteczność, w zależności od warunków jego aplikacji. Zmiany w skuteczności herbicydów pod wpływem warunków środowiska są związane z ich retencją, pobieraniem, przemieszczaniem i rozkładem w tkankach roślin – kluczowymi procesami w kształtowaniu końcowego efektu działania środka chwastobójczego (6, 23). Procesy te są w znacznym stopniu determinowane, bezpośrednio lub pośrednio, przez czynniki środowiskowe. Wpływ bezpośredni dotyczy działania środka w momencie jego stosowania oraz w krótkim okresie po wykonaniu zabiegu poprzez modyfikację m.in. tempa parowania cieczy użytkowej z powierzchni blaszek liściowych czy też przemieszczania i rozkładu herbicydu w roślinie. Wpływ pośredni dotyczy natomiast warunków wzrostu chwastów, które kształtują cechy morfologiczne roślin odpowiedzialne za retencję i pobieranie herbicydów, np. grubość kutykuli, ilość i skład wosku epidermalnego, liczba i stan aparatów szparkowych, powierzchnia i kąt ustawienia blaszek liściowych oraz omszenie roślin (4, 5).

Herbicyd zastosowany w niesprzyjających warunkach klimatyczno-glebowych może wykazać tak słabą skuteczność, że gatunki chwastów, które w etykiecie stosowania herbicydu określone są jako wrażliwe na dany środek, w efekcie mogą być tylko lekko zahamowane we wzroście. Producenci środków ochrony roślin zazwyczaj podają szczegółowe informacje, aby danego środka nie stosować w mało sprzyjających warunkach, np. w czasie suszy, na określonych rodzajach gleb, przed spodziewanym deszczem lub przymrozkiem; niejednokrotnie podane też są zakresy wymaganych temperatur.

Czynnikami najsilniej wpływającymi na skuteczność zabiegu chwastobójczego są temperatura i wilgotność powietrza oraz wilgotność gleby. W mniejszym stopniu powodzenie oprysku zależy od intensywności nasłonecznienia, typu gleby czy też stanu uwilgotnienia roślin w momencie aplikacji środka. Powszechnie znany jest fakt, że niska temperatura i wilgotność powietrza czy też słabe uwilgotnienie gleby mogą skutkować ograniczeniem efektywności herbicydu. Przykładowo, zniszczenie włośnicy zielonej przez glufosynat było znacząco słabsze, gdy rośliny rosły w wilgotności powietrza 40%, w porównaniu z wilgotnością 90% (2). Ten sam środek

lepiej zwalczał również różne gatunki szarłat w warunkach wyższej wilgotności. Już po upływie jednego dnia od momentu jego aplikacji, w wilgotności 90% zaobserwowano więdnienie roślin, natomiast w wilgotności 35% więdnienie nastąpiło po dwóch dniach i tylko po zastosowaniu wyższych dawek herbicydu (6). Słaba wilgotność gleby zmniejszyła skuteczność działania fluoksypiry w niszczeniu mietelnika żakuli oraz skuteczność fenoksaprofu w stosunku do owsa głuchego (20, 33).

Niekorzystny wpływ warunków środowiska na efektywność herbicydów można w znacznym stopniu ograniczyć za pomocą „środków”, które wpływają na poprawę retencji i pobierania. Główną rolę w tym względzie odgrywają adiuwanty i forma użytkowa herbicydu.

### Adiuwanty

Obecnie adiuwanty są głównym narzędziem umożliwiającym ograniczenie negatywnego wpływu warunków środowiskowych na działanie herbicydów. Są to substancje chemiczne pochodzenia organicznego lub nieorganicznego, które w sposób bezpośredni lub pośredni wpływają na chwastobójcze działanie substancji czynnej herbicydu (adiuwanty aktywujące) lub zmieniają właściwości fizykochemiczne formy użytkowej preparatu i cieczy roboczej (adiuwanty modyfikujące). Głównym zadaniem adiuwantów aktywujących jest poprawa wnikania herbicydu do tkanek liści poprzez wzrost ilości cieczy opryskowej na powierzchni blaszek liściowych. Z kolei adiuwanty modyfikujące poprawiają właściwości cieczy roboczej poprzez m.in. ograniczenie pienienia i zwiewania cieczy roboczej (32). Głównym zadaniem adiuwantów jest poprawa skuteczności działania herbicydu poprzez wzrost retencji i absorpcji herbicydów (7, 16). Jest to możliwe dzięki temu, że adiuwanty powodują zmniejszenie napięcia powierzchniowego kropeł cieczy użytkowej oraz dokładniejsze pokrycie nimi opryskiwanej powierzchni (1, 25). Ponadto adiuwanty zapobiegają krystalizacji cieczy użytkowej na powierzchni roślin oraz opóźniają jej wysychanie, powodują zwiększenie przyczepności i rozpuszczalności herbicydu oraz lepsze uwodnienie kutykuli, czyniąc ją bardziej przepuszczalną dla herbicydów (7, 30). Adiuwanty są środkami zróżnicowanymi pod względem budowy i sposobu działania. Można wyróżnić trzy grupy adiuwantów: surfaktanty, adiuwanty olejowe oraz adiuwanty mineralne.

Stosowanie herbicydów łącznie z adiuwantami pozwala na zniwelowanie ryzyka spadku skuteczności środka stosowanego w niekorzystnych warunkach środowiska, takich jak niska wilgotność czy temperatura powietrza lub opady deszczu występujące w krótkim czasie po wykonaniu zabiegu. Z tego względu należy rozważyć ten sposób aplikacji, gdy prognoza lub aktualny stan pogody jest niekorzystny dla działania konkretnego herbicydu (28, 18).

## Znaczenie surfaktantów i adiuwantów olejowych w ograniczaniu niekorzystnego wpływu warunków siedliskowych na działanie herbicydów

Wpływ adiuwantów na poprawę skuteczności herbicydów stosowanych w niesprzyjających warunkach klimatyczno-glebowych nie zawsze jest jednakowy. Jest on wypadkową indywidualnej reakcji poszczególnych gatunków chwastów na herbicyd i różne czynniki klimatyczne i glebowe oraz działania samego adiuwantu. Stagnari i in. (27) wykazali, że dodatek surfaktanta nie wpłynął na efektywność chwastobójczą tribenuronu metylu w stosunku do maku polnego, natomiast znacząco ją poprawił w odniesieniu do przytulii czepnej. Również w badaniach prowadzonych przez Alverdiego (1) dowiedziono lepsze działanie tribenuronu metylu na skutek łącznej aplikacji z surfaktantem, w których wykazano jednocześnie różnice gatunkowe w reakcji na ten środek.

W IUNG-PIB w Puławach wykonano kilka serii badań w zakresie omawianej tematyki. Przeprowadzono je w warunkach kontrolowanych, w komorach klimatycznych. Oceniano w nich wpływ różnych adiuwantów – surfaktanta (Trend 90 EC) i adiuwanta olejowego (Olbras 88 EC) na skuteczność herbicydu Granstar 75 WG (tribenuron metylu) stosowanego w zróżnicowanych warunkach termicznych i wilgotnościowych. W tabelach 1 i 2 przedstawiono skuteczność środka stosowanego samodzielnie lub z dodatkiem adiuwantów w zwalczaniu trzech gatunków chwastów. Zawarte w nich dane wskazują, że dodatek zarówno surfaktanta, jak również adiuwanta olejowego w zróżnicowany sposób wpływał na skuteczność herbicydu. W przypadku gwiazdnicy pospolitej, która okazała się wrażliwa na badany środek niezależnie od temperatury i wilgotności powietrza, dodatek adiuwanta nie był wymagany dla osiągnięcia zadowalającego efektu chwastobójczego. W przypadku maku polnego, każdy z badanych adiuwantów znacząco poprawił skuteczność herbicydu stosowanego w warunkach niskiej temperatury i wilgotności powietrza. Z kolei w przypadku mniej wrażliwej przytulii czepnej, dodatek adiuwanta znacząco poprawił skuteczność herbicydu niezależnie od warunków aplikacji.

Tabela 1

Wpływ surfaktanta i adiuwanta olejowego na skuteczność herbicydu Granstar 75 WG (tribenuron metylu) stosowanego w różnych zakresach temperatury powietrza

Herbicydy	Dawki (g/ha)	Mak polny		Gwiazdnica pospolita		Przytulia czepna	
		16/8°C	8/2°C	16/8°C	8/2°C	16/8°C	8/2°C
Granstar 75 WG	15	96	29	100	87	58	60
Granstar 75 WG + Trend 90 EC	15+0,05%	97	86	100	88	86	85
Granstar 75 WG + Olbras 88 EC	15+1,5 l	96	85	100	89	91	81

Źródło: badania własne

Tabela 2

Wpływ surfaktanta i adiuwanta olejowego na skuteczność herbicydu Granstar 75 WG (tribenuron metylu) stosowanego w różnych zakresach wilgotności powietrza

Herbicydy	Dawki (g/ha)	Mak polny		Gwiazdnica pospolita		Przytulia czepna	
		75%	50%	75%	50%	75%	50%
Granstar 75 WG	15	86	52	99	99	49	35
Granstar 75 WG + Trend 90 EC	15+0,05%	99	87	99	99	86	82
Granstar 75 WG + Olbras 88 EC	15+1,5 l	99	87	99	99	86	78

Źródło: badania własne

Badania z zakresu omawianej tematyki rozszerzono o aspekty uwzględniające współdziałanie czynników klimatycznych i fazy rozwojowej chwastów w momencie stosowania herbicydów. Jak wskazują dane w tabeli 3, każdy z badanych adiuwantów zniwelował niekorzystny wpływ niższych temperatur i zaawansowanej fazy rozwojowej chwastów na działanie środka w stosunku do maku polnego. Natomiast w przypadku rumianu polnego nie osiągnięto zadowalającej skuteczności, gdy herbicyd stosowano na chwasty wyrosnięte (w fazie 6-8 liści) w warunkach chłodniejszych. Można jednak stwierdzić, że działanie środka było znacznie lepsze w aplikacji łącznej z adiuwantami niż w samodzielnym zastosowaniu. Podobne rezultaty uzyskano w badaniach nad współdziałaniem wilgotności powietrza i fazy rozwojowej z twardziakiem, że dodatek surfaktanta skutkowało osiągnięciem wysokiej skuteczności herbicydu w stosunku do obu gatunków chwastów, gdy zabieg wykonano w niższej temperaturze i na rośliny bardziej zaawansowane w rozwoju (tabela 4).

Tabela 3

Wpływ surfaktanta i adiuwanta olejowego na skuteczność herbicydu Granstar 75 WG (tribenuron metylu) stosowanego w różnych zakresach temperatury powietrza i fazy rozwojowej chwastów

Herbicydy	Dawki (g/ha)	Mak polny				Rumian polny			
		20/10°C		10/5°C		20/10°C		10/5°C	
		2-4 liście	6-8 liści	2-4 liście	6-8 liści	2-4 liście	6-8 liści	2-4 liście	6-8 liści
Granstar 75 WG	15	99	72	62	59	83	77	83	75
Granstar 75 WG + Trend 90 EC	15+0,05%	100	93	92	90	94	89	88	82
Granstar 75 WG + Olbras 88 EC	15+1,5 l	100	90	88	88	91	86	87	84

Źródło: badania własne

Tabela 4

Wpływ surfaktanta i adiuwanta olejowego na skuteczność herbicydu Granstar 75 WG (tribenuron metylu) stosowanego w różnych zakresach wilgotności powietrza i fazy rozwojowej chwastów

Herbicydy	Dawki (g/ha)	Mak polny				Rumian polny			
		75%		50%		75%		50%	
		2-4 liście	6-8 liści	2-4 liście	6-8 liści	2-4 liście	6-8 liści	2-4 liście	6-8 liści
Granstar 75 WG	15	88	53	59	55	90	71	75	69
Granstar 75 WG + Trend 90 EC	15+0,05%	98	97	98	94	99	86	99	86
Granstar 75 WG + Olbras 88 EC	15+1,5 l	95	95	99	94	99	88	99	83

Źródło: badania własne

W literaturze niewiele jest prac dotyczących wpływu typu gleby na skuteczność herbicydów, zwłaszcza stosowanych w zabiegach nalistnych. W badaniach własnych porównywano działanie tribenuronu metylu na czarnej ziemi i glebie płowej. Słabszy efekt chwastobójczy środka w stosunku do maku polnego i rumianu polnego rosnących na glebie płowej został zniwelowany po dodaniu surfaktanta i adiuwanta olejowego do herbicydu (12). Dodatek surfaktanta do tribenuronu metylu również znacząco poprawił efekt chwastobójczy środka w stosunku do przytulii czepnej i rumianu polnego w warunkach słabego uwilgotnienia gleby (13).

Łączna aplikacja herbicydu z adiuwantem pozwala znacznie skrócić długość okresu, który powinien być pozbawiony opadów deszczu od momentu opryskania roślin. Adiuwenty – surfaktant niejonowy, surfaktant anionowy i adiuwant olejowy, stosowane z tribenuronem metylu spowodowały, że środek ten szybciej wnikał do wnętrza roślin i był mniej wrażliwy na zmycie przez deszcz (22). W doświadczeniu tym zaobserwowano również różnice w działaniu herbicydu zależności od rodzaju dodanego adiuwanta, ale tylko w przypadku gdy opady deszczu wystąpiły po upływie 1 godziny od wykonania zabiegu. Zanotowano wtedy słabszy wpływ adiuwanta olejowego. Natomiast gdy opady miały miejsce po 2 i 4 godzinach od wykonania zabiegu, wszystkie adiuwenty w takim samym stopniu wpływały na skuteczność tribenuronu metylu. Obecnie powszechnie stosowaną przez producentów praktyką jest dodawanie adiuwanta do herbicydu już na etapie produkcji, co wydaje się tańszym rozwiązaniem. Jednak, na podstawie badań i obserwacji polowych, należy stwierdzić, że w wielu przypadkach ilość adiuwanta znajdująca się w formulacji środka jest zbyt mała dla uzyskania odpowiedniego efektu. Zastosowanie mieszaniny zbiornikowej herbicydu z odpowiednim adiuwantem jest więc bardziej korzystne. Niewielki koszt preparatów adiuwantowych dostępnych na rynku tylko nieznacznie podwyższa koszt ochrony plantacji, a może znacząco poprawić skuteczność zabiegu.

## **Znaczenie adiuwantów mineralnych w ograniczaniu niekorzystnego wpływu warunków siedliskowych na działanie herbicydów**

Niektóre nawozy azotowe mogą pełnić rolę adiuwantów (adiuwanty mineralne) i w związku z tym dodaje się je do herbicydów w celu poprawy skuteczności zabiegu chwastobójczego. Najpopularniejsze z nich to: siarczan amonu, azotan amonu, roztwór saletrzano-mocznikowy (RSM) i mocznik. Często również dodawane są do mieszanek zbiornikowych herbicydów z surfaktantami lub adiuwantami olejowymi (9). Środki należące do tejże grupy wykazują działanie aktywująco-modyfikujące i dodatkowo kondycjonują wodę użytą do zabiegu. Obecnie coraz częściej sole amonowe włączane są na etapie ich produkcji jako jeden z komponentów adiuwantów wieloskładnikowych, o wielofunkcyjnym działaniu.

Nieznany jest dokładny mechanizm działania tych nawozów w aspekcie poprawy działania herbicydu, natomiast znany jest fakt, że ich dodatek zwiększa pobieranie herbicydu przez roślinę. Przypuszcza się, że jony amonowe zawarte w RSM wpływają korzystnie na przebieg absorpcji herbicydów przez błonę komórkową. Ponadto, RSM nie krystalizuje w szerokim przedziale wilgotności powietrza, co umożliwia dłuższą i pełniejszą absorpcję herbicydu (31). Dowiedziono również, że mocznik rozpuszcza kutykulę na powierzchni blaszek liściowych i tym samym zwiększa pobieranie herbicydu (29). Stosując tego rodzaju połączenia należy zachować ostrożność, aby nie doszło do uszkodzenia rośliny uprawnej. W praktyce, nawozy azotowe stosuje się często z herbicydami nieselektywnymi, tj. glifosat i glufosynat, aby wzmocnić ich fitotoksyczne działanie na rośliny.

Zastosowanie mocznika jako adiuwanta w większym stopniu poprawiło absorpcję acifluorfenu przez zaślaz pospolity niż gdy herbicyd zastosowano z adiuwantem olejowym, niezależnie od warunków termicznych i wilgotnościowych (8). W badaniach nad określeniem wymagań herbicydu zawierającego bispyribak sodu, odnośnie długości okresu wolnego od deszczu po opryskaniu roślin wykazano, że korzystna dla zredukowania tego okresu okazała się łączna aplikacja z różnymi adiuwantami oraz mocznikiem. Pozwoliło to skrócić krytyczny okres z 8 do 1 lub 4 godzin, w zależności od rodzaju adiuwanta (17). Również łączna aplikacja herbicydu zawierającego kletodym z innym nawozem azotowym – siarczanem amonu oraz z siarczanem i adiuwantem – okazała się korzystna dla działania środka – zwiększyła bowiem jego absorpcję (21). Dodatek siarczanu amonu do cieczy roboczej znacząco poprawił skuteczność glufosynatu w zwalczaniu przytuliai czepnej w warunkach niskiej wilgotności powietrza (23). W przypadku stosowania foramsulfuronu, największą efektywność wykazano, gdy środek zastosowano łącznie z adiuwantem i nawozem azotowym. Dodatek nawozu miał większy wpływ na zniszczenie chwastów gdy herbicyd stosowano łącznie z surfaktantem bądź adiuwantem olejowym, niż z metylovanym olejem (3).

## Znaczenie formy użytkowej w ograniczaniu niekorzystnego wpływu warunków siedliskowych na działanie herbicydów

Forma użytkowa decyduje o retencji herbicydu na powierzchni roślin zanim zostanie on pobrany przez roślinę i przemieszczony do miejsca jego działania. Z doniesień literaturowych wynika, że bardziej efektywne są formy ciekłe w porównaniu ze stałymi (10, 11). Wykazano, że w kukurydzy chwasty pobrały 2-3 razy więcej herbicydu w formie ciekłej w porównaniu z granulami (10).

Niewiele jest prac porównujących skuteczność różnych form użytkowych danego herbicydu w zależności od czynników klimatyczno-glebowych. W przeprowadzonych badaniach własnych nad działaniem dwóch form użytkowych herbicydu Atlantis, tj. WG (granule do sporządzania zawiesiny wodnej) i OD (zawiesina olejowa) wykazano, że skuteczność chwastobójcza zależała od stopnia wrażliwości badanych gatunków chwastów na substancje czynne herbicydu. Obie formy wykazały podobny efekt chwastobójczy tylko w sytuacji, gdy środek zastosowano do zwalczania miotły zbożowej. Z kolei w przypadku, gdy środek stosowano do zwalczania mniej wrażliwego wyczyńca polnego, forma użytkowa OD okazała się bardziej skuteczna niż WG. W badaniach porównujących skuteczność powyższego herbicydu w stosunku do wyczyńca polnego, stosowanego w różnych warunkach termicznych i wilgotnościowych (wilgotność powietrza), wykazano lepsze działanie formy OD niż WG w wyższej temperaturze (24/12°C) w porównaniu do warunków chłodniejszych tj. 12/6°C, natomiast w niższej temperaturze obie formy użytkowe wykazały zbliżony efekt chwastobójczy (14).

Podobną zależność odnotowano po zastosowaniu formy OD i WG mieszaniny jodosulfuronu metylosodowego z amidosulfuronem w różnych warunkach wilgotnościowych (tabela 5). W przypadku mniej wrażliwej przytulii czepnej znacznie skuteczniejsza okazała się forma olejowa, zwłaszcza w warunkach niskiej wilgotności powietrza, natomiast w zwalczaniu bardziej wrażliwych tobołków polnych różnice w działaniu obu form użytkowych były znacznie mniejsze.

Tabela 5

Wpływ formy użytkowej mieszaniny jodosulfuronu metylosodowego z amidosulfuronem na zniszczenie chwastów (%) w zależności od warunków wilgotnościowych

Forma użytkowa herbicydu	Wilgotność gleby				Wilgotność powietrza			
	przytulia czepna		tobołki polne		przytulia czepna		tobołki polne	
	30%	60%	30%	60%	40%	70%	40%	70%
OD	80	93	88	96	91	91	91	98
WG	72	83	84	91	70	82	87	96

Źródło: badania własne

## Podsumowanie

Na podstawie dostępnej literatury można stwierdzić, że adiuwanty oraz forma użytkowa wywierają znaczący wpływ na działanie herbicydu. Łączna aplikacja herbicydu z adiuwantami może w znacznym stopniu poprawić działanie herbicydu stosowanego w niekorzystnych warunkach klimatyczno-glebowych. Należy przy tym mieć na uwadze fakt, że wpływ adiuwantów na poprawę efektu chwastobójczego zależy od rodzaju adiuwanta i herbicydu oraz indywidualnej reakcji zwalczanych gatunków chwastów. Im zwalczany gatunek jest bardziej tolerancyjny w stosunku do zastosowanego herbicydu, tym bardziej wyraźny jest korzystny wpływ adiuwanta na jego działanie. Obecnie coraz powszechniej stosowaną przez producentów praktyką jest dodawanie adiuwanta do herbicydu już na etapie produkcji, co znacznie ułatwia wykonanie zabiegu i jest tańszym rozwiązaniem dla producentów rolnych niż łączne zastosowanie herbicydu i adiuwanta. Jednak badania oraz obserwacje polowe pokazują, że w wielu przypadkach ilość adiuwanta znajdująca się w formułacji środka jest zbyt mała dla uzyskania odpowiedniego efektu chwastobójczego. Zastosowanie mieszaniny zbiornikowej herbicydu z odpowiednim adiuwantem jest więc bardziej korzystne. Koszt zakupu preparatów adiuwantowych dostępnych na rynku jest niewielki, natomiast korzyści wynikające z ich stosowania są znaczące.

## Literatura

1. Aliverdi A., Mohassel M.H.R., Mahallati M.N.: Increased foliar activity of clodinafop-propargyl and/or tribenuron-methyl by surfactants and their synergistic action on wild oat (*Avena ludoviciana*) and wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Weed Biol. Manag.*, 2009, **9**: 292-299.
2. Anderson D.M., Swanton C.J., Hall J.C., Mersey B.G.: The influence of temperature and relative humidity on the efficacy of glufosinate-ammonium. *Weed Res.*, 1993, **33**: 139-147.
3. Bunting J.A., Sprague C.L., Riechers D.E.: Proper adjuvant selection for foramsulfuron activity. *Crop Prot.*, 2004, **23**: 361-366.
4. Chachalis D., Reddy K.N., Elmore C.D., Steele M.L.: Herbicide efficacy, leaf structure, and spray droplet contact angle among *Ipomoea* species and smallflower morningglory. *Weed Sci.*, 2001 a, **49**: 628-634.
5. Chachalis D., Reddy K.N., Elmore C.D.: Characterization of leaf surface, wax composition, and control of redvine and trumpet creeper with glyphosate. *Weed Sci.*, 2001 b, **49**: 156-163.
6. Coetzer E., Al-Khatib K., Loughin T. M.: Glufosinate efficacy, absorption and translocation in amaranth as affected by relative humidity and temperature. *Weed Sci.*, 2001, **49**: 8-13.
7. Harbour J.D., Messersmith C.G., Ramsdale B.K.: Surfactants affect herbicides on kochia (*Kochia scoparia*) and Russian thistle (*Salsola iberica*). *Weed Sci.*, 2003, **51**: 430-434.
8. Hatterman-Valenti H., A. Pitty, Owen M.: Environmental effects on velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) epicuticular wax deposition and herbicide absorption. *Weed Sci.*, 2011, **59**: 14-21.
9. Idziak R., Woźnica Z.: Skuteczność chwastobójcza herbicydu Callisto 100 SC stosowanego z adiuwantami i nawozem mineralnym. *Acta Agrophys.*, 2008, **11**: 403-410.
10. Johnson M.D., Wyse D., Lueschen W.E.: The influence of herbicide formulation on weed control in four tillage systems. *Weed Sci.*, 1989, **37**: 239-249.

11. Jordan D.L., Burns A.B., Barnes C.J., Barnett W., Herrick J.K.: Influence of adjuvants and formulation on Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control with propanil in Rice (*Oryza sativa*). Weed Technol., 1997, **11**: 762-766.
12. Kieloch R.: Wpływ niektórych warunków klimatycznych i glebowych na działanie tribenuronu metylu w zależności od wysokości dawki i sposobu aplikacji. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2014, **54**: 38-43.
13. Kieloch R., Sadowski J., Domaradzki K.: Influence of selected soil-climatic parameters and application method of tribenuron methyl on biomass productivity and amino acids content in weeds. J. Plant Dis. Prot., 2014, **121**: 26-31.
14. Kieloch R., Domaradzki K.: The effectiveness of two formulations of the mixture iodosulfuron methylsodium + mesosulfuron methyl in *Apera spica-venti* L. and *Alopecurus myosuroides* Huds. control depending on air temperature and humidity. Annales Association Francaise de Protection des Plantes, 2009: 387-392.
15. Kieloch R., Kucharski M.: Weed species response to two formulations of iodosulfuron methyl sodium and amidosulfuron mixture applied at various environmental conditions. Polish J. Agron., 2012, **8**: 15-19.
16. Kierzek R., Ratajkiewicz H.: Wpływ adiuwantów i parametrów opryskiwania na retencję cieczy na liściach w wybranych roślinach jednoliściennych. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2004, **44**: 828-831.
17. Koger C.H., Dodds D.M., Reynolds D.B.: Effect of adjuvants and urea ammonium nitrate on bispyribac efficacy, absorption, and translocation in Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). I. Efficacy, rainfastness, and soil moisture. Weed Sci., 2007, **55**: 399-405.
18. Kudsk P., Mathiassen S.K.: Analysis of adjuvants effects and their interactions with variable applications parameters. Crop Prot., 2007, **26**: 328-334.
19. Kudsk P.: Optimising herbicide dose: a straightforward approach to reduce the risk of side effects of herbicides. Environmentalist, 2008, **28**: 49-55.
20. Lubbers M.D., Stahlman P.W., Al-Khatib K.: Fluroxypyr efficacy is affected by relative humidity and soil moisture. Weed Sci., 2007, **55**: 260-263.
21. Nandula V.K., Poston D.H., Reddy K.N., Koger C.H.: Formulation and adjuvant effect on uptake and translocation of clethodim in bermudagrass (*Cynodon dactylon*). Weed Sci., 2007, **55**: 6-11.
22. Pannaci E., Mathiassen S.K., Kudsk P.: Effect of adjuvants on the rainfastness and performance of tribenuron-methyl on broad-leaved weeds. Weed Biolog. Manag., 2010, **10**: 126-131.
23. Petersen J., Hurle K.: Influence of climatic conditions and plant physiology on glufosinate-ammonium efficacy. Weed Res., 2001, **41**: 31-39.
24. Praczyk T.: Rozwój badań i zastosowań adiuwantów w Polsce. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2001, **41(1)**: 110-113.
25. Praczyk T., Bączkowska E., Balcer G., Kulczyński J., Dorna J.: Nowy adiuwant wspomagający aktywność niektórych herbicydów i fungicydów. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2008, **48**: 647-652.
26. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 04.08.2004 r. (Dz. U., nr 183, poz. 1890) oraz z dn. 14.04. 2005 r. (Dz. U., Nr 76, poz. 670)
27. Stagnari F., Chiarini M., Pisante M.: Influence of fluorinated surfactants on the efficacy of some post-emergence sulfonyleurea herbicides. J. Pest. Sci., 2007, **32**: 16-23.
28. Szeleźniak E.: Efektywność działania tralkoksydymu aplikowanego z surfaktantami w zróżnicowanych warunkach temperatury i wilgotności powietrza. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin, 2006, **46**: 233-236.
29. Thompson W.M., Nissen S.J., Masters R.A.: Adjuvant effects on imazethapyr, 2,4-D, and picloram absorption by leafy spurge (*Euphorbia esula*). Weed Sci., 1996, **44**: 469-475.
30. Wang C.J., Liu Z.Q.: Foliar uptake of pesticides – Present status and future challenge. Pest. Biochem. Physiol., 2007, **87**: 1-8.

- 
31. Woźnica Z.: Wpływ adiuwantów na skuteczność chwastobójczą mezonionu. PTPN Wyd. Nauk Roln. i Leśnych, 2005, **98/99**: 37-45.
  32. Woźnica Z.: Herbologia. PWRiL, 2008, ss. 239.
  33. Xie H.S., Hsiao A.I., Quick W.A.: 1997. Influence of drought on graminicide phytotoxicity in Wild oat (*Avena fatua*) grown under different temperature and humidity conditions. J. Plant Growth Regul., 1997, **16**: 233-237.
- 

Adres do korespondencji:

*dr Renata Kieloch*  
*Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Orzechowa 61, 50-540 Wrocław*  
*tel. 71 3638707*  
*e-mail: r.kieloch@iung.wroclaw.pl*

