

EDWARD SZELEŹNIAK

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

SKUTECZNOŚĆ CHWASTOBÓJCZA TRALKOKSYDYMU
W ZALEŻNOŚCI OD GATUNKU I FAZY ROZWOJOWEJ CHWASTÓW
ORAZ FIZYKOCHEMICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI ADIUWANTÓW

Tralkoxydim efficacy depends on weed species, weed stages and physical-chemical properties
of adjuvants

ABSTRAKT: Celem badań przeprowadzonych w szklarni było określenie skuteczności chwastobójczej tralkoksydymu aplikowanego z surfaktantami serii Tergitol 15-S w stosunku do następujących gatunków chwastów: *Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv., *Setaria viridis* (L.) Pal. Beauv., *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv. i *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. w różnych fazach rozwojowych.

Generalnie, efektywność herbicydu malała w miarę zwiększania się zaawansowania chwastów we wzoście i rozwoju. Spośród ocenianych gatunków najbardziej wrażliwa na tralkoksydym była *Setaria glauca*, a najbardziej odporna *Digitaria sanguinalis*. Zmiany biologicznej aktywności tralkoksydymu spowodowane zróżnicowanymi właściwościami fizykochemicznymi surfaktantów dodawanych do podstawowego roztworu opryskowego były wielokierunkowe. Stwierdzono istotną zależność stopnia fitotoksyczności herbicydu od gatunku zwalczanego chwastu i fazy rozwojowej roślin w czasie wykonywania zabiegu opryskiwania. Skuteczność chwastobójcza tralkoksydymu w stosunku do *Setaria viridis* i *Setaria glauca* systematycznie malała w miarę wzrostu wskaźnika HLB surfaktanta, natomiast w przypadku dwu pozostałych gatunków kierunek zmian nie był tak jednoznaczny.

słowa kluczowe – key words:

tralkoksydym – *tralkoxydim*, surfaktanty – *surfactants*, skuteczność chwastobójcza – *weed control*, gatunki chwastów – *weed species*, fazy rozwojowe roślin – *plant growth stages*

WSTĘP

Tralkoksydym jest herbicydem bardzo dobrze niszczącym owies głuchy oraz wiele innych gatunków chwastów z rodziny traw, w szczególności kiedy jest stosowany z odpowiednim adiuwantem. Skuteczność działania większości herbicydów, w tym także tralkoksydymu, najczęściej maleje w miarę opóźniania wykonania zabiegu odchwaszczającego. W związku z powyższym podjęto badania, których zasadniczym celem było ustalenie zależności stopnia skuteczności chwastobójczej tralkoksydymu

od fizykochemicznych właściwości surfaktanta wchodzącego w skład cieczy opryskowej oraz fazy rozwojowej siewek czterech powszechnie występujących gatunków chwastów z rodziny traw.

METODYKA

Badania przeprowadzono w roku 2002 na Uniwersytecie Stanowym Północnej Dakoty w Fargo (USA). Doświadczenia wazonowe zakładano w szklarni, w układzie kompletnie zrandomizowanym, każde w czterech powtórzeniach i dwu seriach następujących po sobie w odstępie 14 dni. Gatunkami testowymi były: włośnica sina *Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv. (SETGL), włośnica zielona *Setaria viridis* (L.) Pal. Beauv. (SETVI), chwastnica jednostronna *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv. (ECHCG) i palusznik krwawy *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (DIGSA). Nasiona chwastów wysiewano do doniczek o średnicy 4 cm i wysokości 20 cm zawierających substrat wyprodukowany na bazie torfu. Siew wymienionych gatunków wykonano czterokrotnie, w odstępach tygodniowych, co w efekcie umożliwiło jednego dnia, w krótkim odstępie czasu i w tych samych warunkach klimatycznych, wykonanie zabiegu opryskiwania gatunków testowych znajdujących się w różnych fazach rozwojowych umownie nazwanych I, II, III i IV. Po przerywce chwastów wykonanej w fazie 1–2 liści w doniczkach pozostawiono po siedem roślin. Wszystkim obiektom doświadczalnym zapewniono identyczne warunki przez cały okres trwania eksperymentu. W szklarni panowała temperatura około 25°C w dzień i 18–20°C w nocy, a wilgotność względna powietrza kształtowała się w granicach 50–60%. Światło słoneczne w razie potrzeby uzupełniano oświetleniem sztucznym o intensywności 600 mE·m⁻¹·s⁻¹. Stopień zaawansowania rozwoju siewek poszczególnych gatunków chwastów w czasie ich opryskiwania herbicydem przedstawiono w tabeli 1. Tralkoksydym aplikowano w dawce 30 g·ha⁻¹, a surfaktanty serii Tergitol 15-S w stężeniu 0,5% wag. Surfaktanty Tergitol serii 15-S są etoksyłanami drugorzędowych alkoholi alifatycznych, składających się z 11–15 atomów węgla. Badane surfaktanty serii Tergitol 15-S różniły się stopniem powinowactwa do wody i tłuszczów wyrażonym wskaźnikiem HLB, którego wielkość wynosi: dla Tergitolu 15-S-3 = 8,0; dla Tergitolu 15-S-7 = 12,1; dla Tergitolu 15-S-15 = 14,5 i dla Tergitolu 15-S-30 = 17,4.

Ciecz opryskową w ilości 240 l·ha⁻¹ stosowano za pomocą stacjonarnego opryskiwacza z ruchomą dyszą zaopatrzoną w płaskostrumieniowy rozpylacz 800067, pod ciśnieniem 240 kPa wytwarzanym przez sprężone powietrze. Do przygotowania roztworu opryskowego użyto wody dejonizowanej. Efekt chwastobójczy tralkoksydymu oceniano na podstawie ubytku świeżej masy roślin testowych zbieranych po upływie 14 dni od zabiegu opryskiwania. Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej stosując analizę wariancji dla układu kompletnie zrandomizowanego. Do określenia istotności różnic między obiektami wykorzystano wielokrotny test Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Ponieważ dane źródłowe wyrażone były

Tabela 1

Wysokość siewek gatunków testowych oraz liczba liści na roślinie w poszczególnych fazach rozwojowych, w czasie wykonywania zabiegu opryskiwania
Height of seedling of tested species and number of leaves per plant in particular growth stages at spraying time

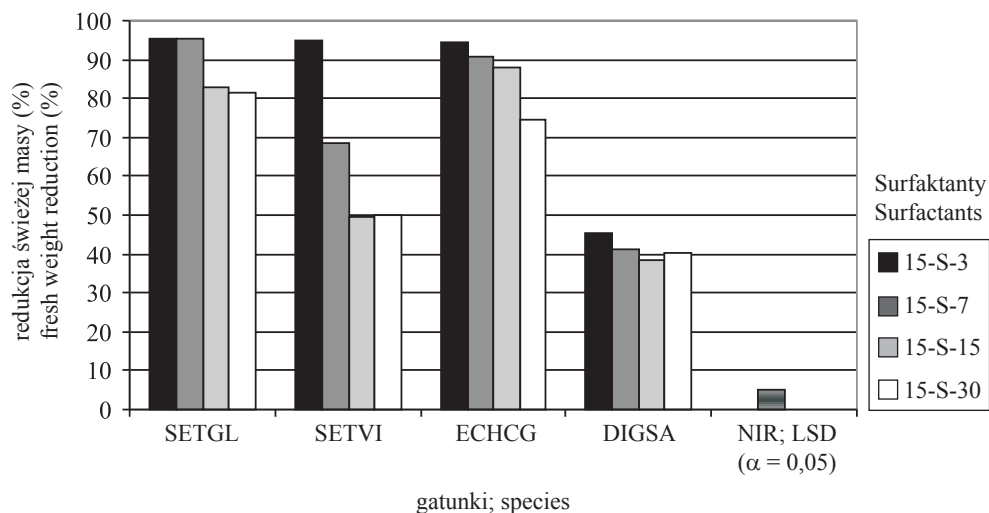
Gatunki chwastów Weed species	Wysokość roślin (cm) Plant height (cm)				Liczba liści na roślinie Number of leaves per plant			
	Faza rozwojowa; growth stage				Faza rozwojowa; growth stage			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
SETGL	3–5	6–8	11–13	13–15	1–2	2–3	3–4	4–5
SETVI	2–4	7–8	10–13	12–15	2–3	3–4	4–5	5–6
ECHCG	6–8	13–18	22–25	25–34	2–3	3–4	4–5	5–6
DIGSA	2–4	5–8	6–11	12–17	2–3	3–4	3–5	4–5

w procentach i nie podlegały rozkładowi normalnemu, dokonano ich przekształceń według wzoru Bliss'a. Wyniki przedstawiono na wykresach jako średnie z dwu serii doświadczeń.

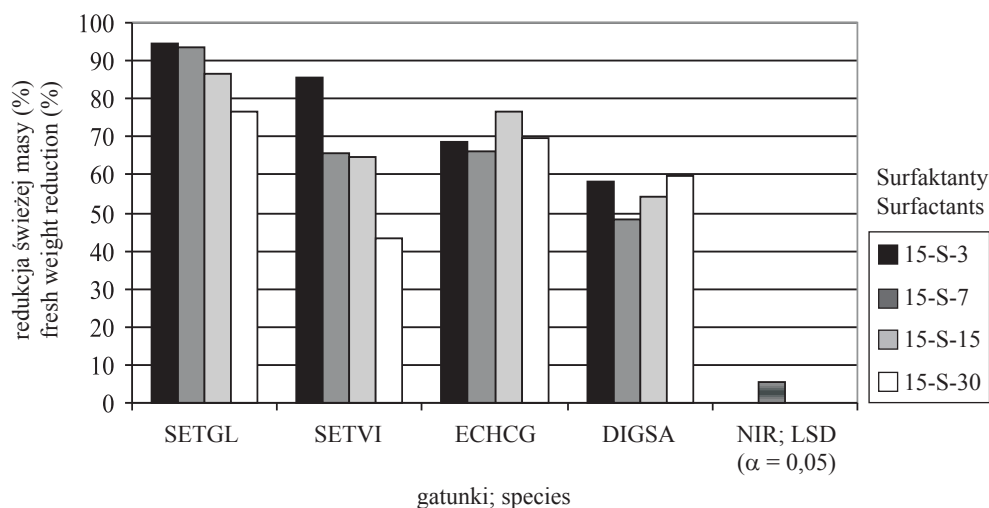
WYNIKI

W efekcie zastosowania tralkoksydymu w dawce 30 g·ha⁻¹ z wybranymi surfaktantami serii Tergitol 15-S na cztery gatunki chwastów, w czterech fazach rozwojowych każdy, uzyskano znaczne zróżnicowanie skuteczności chwastobójczej herbicydu (rys. 1-4). Wyniki uśrednione dla adiuwantów i faz rozwojowych – SETGL = 80,5%, ECHCG = 66,0%, SETVI = 52,0% i DIGSA = 47,3% – wskazują, że gatunkiem najbardziej wrażliwym na tralkoksydym był SETGL, a najmniej były niszczone rośliny DIGSA. Dynamika zmian spowodowana zróżnicowaniem fizykochemicznych właściwości surfaktantów była wielokierunkowa i w różnym stopniu zależała od każdego z badanych czynników. Skuteczność chwastobójcza herbicydu w stosunku do SETGL i SETVI generalnie zmniejszała się w miarę wzrostu wskaźnika HLB surfaktantów, przy czym zakres zmian był zdecydowanie większy w przypadku SETVI niż SETGL, niezależnie od fazy rozwojowej roślin (rys. 1-4). Efektywność działania tralkoksydymu aplikowanego z surfaktantem Tergitol 15-S-3 na rośliny najstarsze (faza rozwojowa IV) w stosunku do SETVI była aż o 63% większa niż herbicydu stosowanego z surfaktantem Tergitol 15-S-30 (rys. 4).

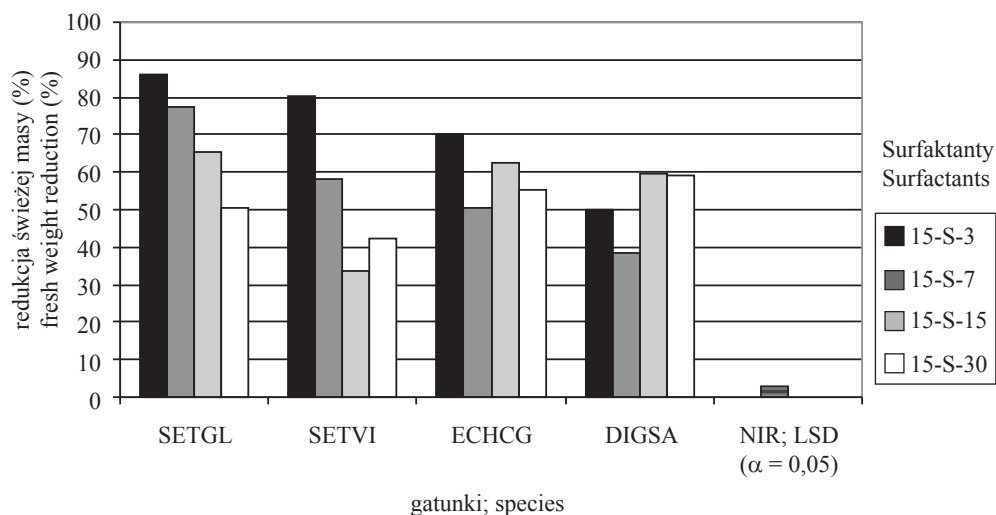
Znacznie mniejsze zróżnicowanie skuteczności chwastobójczej herbicydu wynikające z odmiennych fizykochemicznych właściwości poszczególnych surfaktantów dodawanych do podstawowego roztworu opryskowego stwierdzono u gatunków ECHCG i DIGSA. W fazie rozwojowej I największą skutecznością chwastobójczą w stosunku do ECHCG – ponad 90% – odznaczał się herbicyd aplikowany z surfak-



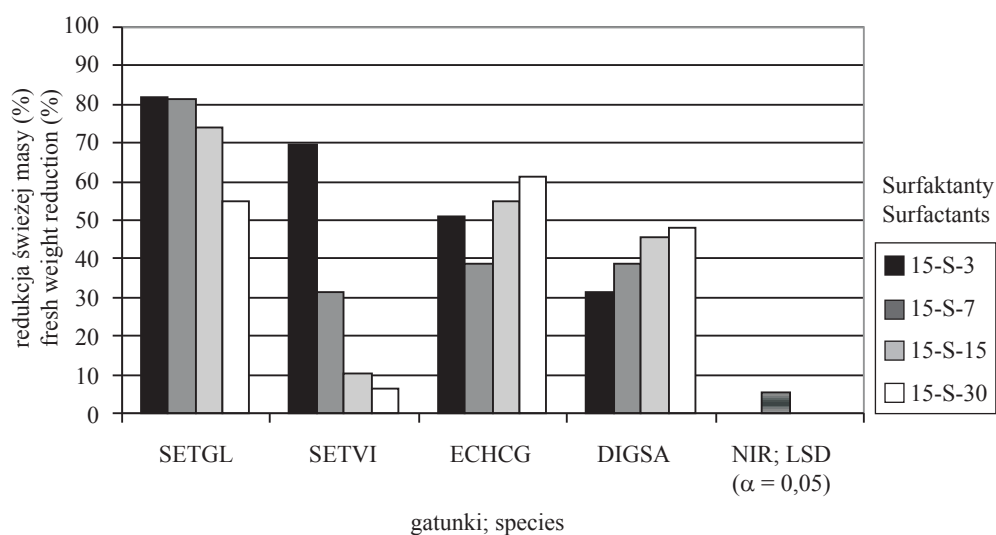
Rys. 1. Skuteczność chwastobójcza tralkoksydymu stosowanego w fazie rozwojowej I
Efficacy of tralkoxydim at first growth stage



Rys. 2. Skuteczność chwastobójcza tralkoksydymu stosowanego w fazie rozwojowej II
Efficacy of tralkoxydim at second growth stage



Rys. 3. Skuteczność chwastobójcza tralkoksydymu stosowanego w fazie rozwojowej III
Efficacy of tralkoxydim at third growth stage



Rys. 4. Skuteczność chwastobójcza tralkoksydymu stosowanego w fazie rozwojowej IV
Efficacy of tralkoxydim at fourth growth stage

tantem Tergitol-15-S-3, a skuteczność działania herbicydu z surfaktantami Tergitol 15-S-7 i Tergitol 15-S-15 była tylko o około 5% mniejsza (rys. 1). W kolejnych stadiach rozwojowych II, III i IV zdecydowanie najsilniejszymi właściwościami wspomagającymi wyróżniały się odpowiednio: Tergitol 15-S-15, Tergitol 15-S-3 i Tergitol 15-S-30 (rys. 2-4).

Gatunkiem zdecydowanie najtrudniejszym do zniszczenia przy użyciu tralkoksydymu aplikowanego w dawce $30 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ z surfaktantami serii Tergitol 15-S był DIGSA. Największą skuteczność chwastobójczą (około 60%) osiągnięto w fazie rozwojowej III przy zastosowaniu surfaktantów Tergitol 15-S-15 i 15-S-30 oraz w fazie rozwojowej II przy użyciu surfaktantów Tergitol 15-S-3 i 15-S-30 (rys. 2 i 3). W fazie rozwojowej I różnice w biologicznej aktywności herbicydu spowodowane odmiennymi właściwościami surfaktantów były bardzo małe – około 5%, a w fazie najbardziej zaawansowanego rozwojowej roślin (IV) skuteczność chwastobójcza herbicydu była tym większa, im większą wartością liczby HLB charakteryzował się adiuwant dodany do podstawowej cieczy roboczej (rys. 4). Takie uszeregowania skuteczności działania tralkoksydymu pod wpływem zróżnicowania wskaźnika HLB adiuwantów wystąpiło tylko w przypadku tego gatunku i tylko w fazie najbardziej zaawansowanego wzrostu i rozwoju roślin.

DYSKUSJA

Genetyczne uwarunkowania chwastów określają zakres, do jakiego rodzaj, gatunek, odmiana, a nawet pojedyncza roślina są odporne lub wrażliwe na działanie herbicydów. Ponadto o kierunku zmian i stopniu nasilenia reakcji roślin na substancje aktywne środków chwastobójczych decydują również czynniki: biologiczne, biofizyczne, biochemiczne, fizjologiczne, chemiczne oraz atmosferyczne. W eksperymencie, którego wyniki przedstawiono w niniejszym opracowaniu, uwzględniono tylko 3 czynniki: zróżnicowanie gatunkowe chwastów, stopień zaawansowania chwastów we wzroście i rozwoju oraz właściwości hydrofilowo-lipofilowe (HLB) adiuwantów dodawanych do cieczy opryskowej, a mimo to przedstawione rezultaty potwierdzają dużą złożoność omawianego problemu. Stwierdzono bowiem zarówno znaczne podobieństwa w reakcji badanych gatunków na tralkoksydym stosowany z wybranymi surfaktantami serii Tergitol 15-S – np.: SETGL z SETVI, w mniejszym stopniu ECHCG z DIGSA – jak i zdecydowanie odmienną reakcję roślin tych dwu grup gatunków.

Bardzo duże zróżnicowanie wrażliwości herbicydowej wśród gatunków roślin jednoliściennych (zbóż i chwastów) stwierdzili Todd i Stobbe (9). Wykazali oni, że *Hordeum vulgare* (L.), *Avena fatua* (L.) i *Setaria viridis* (L.) Pal. Beauv. były odpowiednio 2, 190 i 1090 razy bardziej wrażliwe niż *Triticum aestivum* (L.) na diklofop metylowy zastosowany w fazie dwóch liści. Także Hart i in. (2) udowodnili, że odporne i wrażliwe na glyfosat formy *Agrostis* ssp. były niszczone przez fluazifop-P,

kletodym i setoksydym w bardzo zróżnicowanym stopniu (38–94%), a skuteczność działania zależała nie tylko od specyficznych właściwości substancji aktywnej herbicydu, ale również biotypu. Bardzo duże zróżnicowanie wrażliwości 24 gatunków chwastów na imazethapyr stosowany w dawkach od 53 do 140 g·ha⁻¹ stwierdzili Klingman i in. (3). Skuteczność działania tego herbicydu w najmniejszej z ocenianych dawek utrzymywała się bowiem w zakresie od 2 do 100%, a w największej dawce od 7 do 100%, w zależności od gatunku. Najbardziej wrażliwymi gatunkami okazały się *Amaranthus hybridus* (L.) i *Datura stramonium* (L.) Scop., a najbardziej odpornym *Sesbania exaltata* (Raf.) Rydb. Natomiast Mekki i Leroux (4) wykazali znaczne zróżnicowanie stopnia wrażliwości pięciu gatunków traw i dwóch gatunków chwastów dwuliściennych na nikosulfuron, rimsulfuron oraz mieszaninę tych herbicydów. Największą odpornością charakteryzowały się *Ambrosia artemisiifolia* (L.) i *Digitaria ischaemum* (Schreb.) Mühlenb., a najbardziej wrażliwe były *Setaria faberi* Herrm. i *Setaria viridis* (L.) Beauv.

Wyniki badań własnych wskazują jednoznacznie, że stopień skuteczności chwastobójczej tralkoksydymu w dużej mierze zależy również od stopnia zaawansowania rozwoju poszczególnych gatunków w czasie aplikacji. Rezultaty te potwierdzają wyniki eksperymentów wcześniej przeprowadzonych przez autora (7) z tralkoksydymem aplikowanym z adiuwantem DASH HC w warunkach korzystnych i niekorzystnych dla działania tej substancji biologicznie czynnej na siewki SETGL i SETVI w różnych fazach rozwojowych. Ponadto są zgodne zarówno z wynikami uzyskanymi przez Derra i in. (1) w doświadczeniach polowych z setoksydymem i fluazifopem, jak i z rezultatami badań przeprowadzonych przez Morrisona i Maurice (5). Ich wyniki wskazują bowiem, że w fazie dwóch liści siewki SETVI wykazywały większą wrażliwość na diklofop niż siewki SETGL, natomiast w fazie czterech liści autorzy nie stwierdzili różnicy w reakcji tych dwu gatunków na oceniany herbicyd.

Rezultaty badań własnych wskazują, że w warunkach kontrolowanych wystąpiła istotna zależność stopnia skuteczności chwastobójczej tralkoksydymu od specyficznych właściwości zastosowanych surfaktantów serii Tergitol 15-S oraz od fazy rozwojowej siewek poszczególnych gatunków chwastów. Wyniki te są w dużym stopniu zgodne z rezultatami wcześniej uzyskanymi przez autora w doświadczeniach szklarniowych z atrazyną, cjanazyną i quinklorakiem (6), w których wykazano bardzo duże i duże zróżnicowanie skuteczności chwastobójczej tych substancji biologicznie czynnych aplikowanych z adiuwantami na ECHCG, SETGL i SETVI, w warunkach korzystnych, przeciętnych i niekorzystnych dla działania herbicydów. Natomiast rezultaty eksperymentu przeprowadzonego w fitotronach (8) dowodzą, że również temperatura i wilgotność względna powietrza silnie modyfikują biologiczną aktywność tralkoksydymu stosowanego z surfaktantami serii Alfonic, Tergitol, Igepal CO, Triton X, Pluronic (L, P i R) oraz Tetronic, zwłaszcza w warunkach mniej korzystnych dla działania herbicydu, to jest w niższej temperaturze i wilgotności względnej powietrza.

WNIOSKI

1. Gatunkiem najbardziej wrażliwym na tralkoksydym aplikowany z surfaktantami serii Tergitol 15-S była *Setaria glauca*, a najbardziej odpornym *Digitaria sanguinalis*.

2. Skuteczność chwastobójcza tralkoksydymu w stosunku do *Setaria glauca*, *Setaria viridis* i *Echinochloa crus-galli* zmniejszała się w miarę zaawansowania tych chwastów we wzroście, natomiast *Digitaria sanguinalis* lepiej była niszczona w fazie 2–3 liści niż w fazach mniej lub bardziej zaawansowanego rozwoju.

3. Spośród ocenianych surfaktantów Tergitol 15-S-3 charakteryzujący się najmniejszym wskaźnikiem HLB i najbardziej lipofilnymi właściwościami był zdecydowanie najlepszym adiuwantem dla tralkoksydymu przy zwalczaniu *Setaria glauca* i *Setaria viridis*, niezależnie od fazy rozwojowej roślin. Natomiast w przypadku *Echinochloa crus-galli* i *Digitaria sanguinalis* nie stwierdzono jednoznacznie ukierunkowanego zróżnicowania stopnia aktywności herbicydu w zależności od wielkości wskaźnika HLB surfaktanta.

4. Stopień powinowactwa surfaktanta do wody i tłuszczów określany wielkością wskaźnika HLB miał największe znaczenie przy zwalczaniu *Setaria viridis*.

LITERATURA

1. Derr J.F., Monaco T.J., Sheets T.J.: Response of Three Grasses to Fluazifop. *Weed Sci.*, 1985, **33**: 693-697.
2. Hart S.E., Yelverton F., Nelson E. K., Lycan D.W., Henry G.M.: Response of Glyphosate-resistant and Glyphosate-susceptible Bentgrass (*Agrostis* spp.) to Postemergence Herbicides. *Weed Tech.*, 2005, **19**: 549-559.
3. Klingman T.E., King Ch. A., Oliver L.R.: Effect of Application Rate, Weed Species, and Weed Stage of Growth on Imazethapyr Activity. *Weed Sci.*, 1992, **40**: 227-232.
4. Mekki M., Leroux G.D.: Activity of Nicosulfuron, Rimsulfuron, and their Mixture on Field Corn (*Zea mays*), Soybean (*Glicine max*), and Seven Weed Species. *Weed Tech.*, 1984, **8**: 436-440.
5. Morrison I.N., Maurice D.C.: The Relative Response of Two Foxtail (*Setaria*) Species to Diclofop. *Weed Sci.*, 1984, **32**: 686-690.
6. Szeleźniak E.: Wpływ adiuwantów na biologiczną aktywność quinkloraku. *Fragm. Agron.*, 2000, **1**: 87-97.
7. Szeleźniak E.: Czynniki modyfikujące skuteczność chwastobójczą tralkoksydymu. *Fragm. Agron.*, 2000, **2**: 100-108.
8. Szeleźniak E.: Skuteczność działania tralkoksydymu w zależności od specyficznych właściwości surfaktanta oraz temperatury i wilgotności względnej powietrza. *Pam. Puł.*, 2003, **133**: 197-206.
9. Todd B.G., Stobbe E.H.: Selectivity of Dichlofop Methyl among Wheat, Barley, Wild Oat (*Avena fatua*) and Green Foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Sci.*, 1977, **25**: 382-385.

TRALKOXYDIM EFFICACY DEPENDS ON WEED SPECIES, WEED STAGES
AND PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF ADJUVANTS

Summary

Greenhouse experiments were established at the North Dakota State University (USA) in 2002, to evaluate the effect of tralkoxydim applied at 30 g·ha⁻¹ with a few surfactants from Tergitols 15-S series at a concentration of 0.5% w/v to four weed species: *Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv., *Setaria viridis* (L.) Pal. Beauv., *Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv., and *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. All the tested species, each one at four growth stages were sprayed the same day in identical climatic conditions. The results of this study showed that tralkoxydim efficacy was significantly influenced by each one of tested factors. Herbicide applied to older weed seedlings, was generally less effective. The most sensitive to tralkoxydim was *Setaria glauca* and the most resistant *Digitaria sanguinalis*. A delay in spraying generally was the most negative for *Setaria viridis*. Changes in tralkoxydim efficacy caused by different, specific properties of adjuvants were more or less visible and depended on both, weed species and seedlings stage. Tralkoxydim effectiveness to SETVI and SETLU decreased as surfactants HLB increased, but these relations were more complicated concerning SETGL and DIGSA. *Setaria viridis* was the species with the strongest reaction to surfactants HLB value.

Praca wpłynęła do Redakcji 28 VI 2006 r.