

## WPŁYW ADIUWANTÓW NA MOŻLIWOŚĆ ZMNIĘSZENIA DAWEK HERBICYDÓW STOSOWANYCH DO ODCHWASZCZANIA BURAKA CUKROWEGO<sup>1</sup>

ZENON WOŹNICA, ROBERT IDZIAK, WOJCIECH WANIOREK

*Katedra Uprawy Roli i Roślin  
Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*

**Synopsis.** W latach 2004-2006 przeprowadzono badania polowe w celu określenia skuteczności chwastobójczej i selektywności ekstremalnie zredukowanych dawek herbicydów (mikrodawek) do odchwaszczania buraków cukrowych. We wszystkich kombinacjach mikrodawek znajdowały się: fenmedifam + desmedifam + etofumesat w dawkach 30 + 30 + 30 g ha<sup>-1</sup>, triflusaluron w dawce 4,5 g ha<sup>-1</sup>, chlopyralid w dawce 30 g ha<sup>-1</sup> oraz lenacyl w dawce 160 g ha<sup>-1</sup>. Mikrodawki herbicydów testowano z różnymi adiuwantami o charakterze estrów metylowych kwasów tłuszczowych oraz z wolnymi kwasami tłuszczowymi w dawce 1,5 l ha<sup>-1</sup>. Badane kombinacje porównywano ze standardową mieszaniną herbicydów fenmedifam + desmedifam + etofumesat w dawkach 90 + 90 + 90 g ha<sup>-1</sup> + triflusaluron w dawce 15 g ha<sup>-1</sup> stosowaną bez adiuwanta. Mikrodawki herbicydów, niezależnie od rodzaju badanego adiuwanta, zapewniały wysoką skuteczność zwalczania chwastów (powyżej 90%), która była podobna do skuteczności stwierdzonej po zastosowaniu mieszaniny stosowanej w dawkach standardowych bez adiuwanta. Uszkodzenia buraków cukrowych wywołane przez kombinacje herbicydów stosowanych w mikrodawkach z adiuwantami były niższe, a plony korzeni i zawartość cukru w korzeniach podobne jak na obiekcie odchwaszczanym mieszaniną herbicydów stosowanych w dawkach standardowych bez dodatku adiuwanta.

**Słowa kluczowe** – *key words*: burak cukrowy – *sugar beet*, herbicydy – *herbicides*, dawki zredukowane – *reduced rates*, adiuwanty – *adjuvants*

### WSTĘP

Zwalczanie chwastów w burakach nie należy do łatwych, obojętnych dla środowiska i tanich zabiegów, zwłaszcza jeśli w typowym składzie zachwaszczenia pojawiają się gatunki jednolściennne, wieloletnie oraz samosiewy rzepaku. W takich sytuacjach wymagane jest kilkukrotnie stosowanie mieszaniny różnych herbicydów, co poza wysokimi kosztami, silnie obciąża środowisko różnymi chemikaliami [Surawska i Kołodziejczyk 2006].

Pod koniec lat 90. ubiegłego stulecia w Stanach Zjednoczonych z powodzeniem wprowadzono program odchwaszczania buraka cukrowego za pomocą drastycznie obniżonych dawek herbicydów, nazwany programem mikrodawek [Dexter i in. 1996]. Korzystne wyniki ze stosowaniem mikrodawek herbicydów do odchwaszczania tej rośliny uzyskano również w warunkach Polski [Krawczyk i in. 2007, Woźnica i in. 2007]. W mieszaninie herbicydów przeznaczonych do odchwaszczania buraków tym sposobem znajduje się kilka współdziałających substancji aktywnych w dawkach zmniejszonych do takiego poziomu, aby zastosowane z efektywnym adiu-

---

<sup>1</sup>Badania finansowane ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2004-2006 jako projekt badawczy nr 2 PO6R 066 26

wantem, zapewniały wysoką skuteczność chwastobójczą, a jednocześnie były bezpieczne dla buraków cukrowych. Zredukowane dawki herbicydów (2-4. krotnie w stosunku do dawek standardowych) stosuje się sukcesywnie w mieszaniu z adiuwantem na chwasty w okresie ich największej wrażliwości, czyli od wschodów do stadium liścieni. Obok bezwzględnie przestrzegania terminu aplikacji czynnikiem krytycznym powodzenia programu mikrodawek jest dobór właściwego adiuwanta [Dexter i Luecke 2001, Woźnica i in. 2004].

Adiuwenty dodaje się do większości herbicydów stosowanych nalistnie w celu zwiększenia ich skuteczności chwastobójczej [McWhorter 1982]. Wyższa efektywność herbicydów stosowanych z adiuwantami wynika przede wszystkim z ich wpływu na zwiększenie retencji kropeł cieczy opryskowej na powierzchni opryskiwanych chwastów oraz ze wzmożonej absorpcji substancji aktywnej do komórek roślinnych. Zastosowanie herbicydu z odpowiednio dobranym adiuwantem pozwala na większą stabilizację jego działania w zróżnicowanych warunkach siedliskowych, skuteczniejsze zniszczenie chwastów bardziej tolerancyjnych oraz w wielu przypadkach na ograniczenie dawki substancji aktywnej, co przynosi wymierne korzyści ekonomiczne i środowiskowe. Z drugiej strony niewłaściwy dobór adiuwanta może obniżyć selektywność stosowanych herbicydów w stosunku do rośliny uprawnej. Efekty wywołane przez adiuwenty różnią się znacznie w zależności od właściwości chemicznych i stopnia selektywności stosowanego herbicydu, budowy chemicznej adiuwanta, jego koncentracji i zakresu oddziaływania na właściwości fizyko-chemiczne cieczy opryskowej, a także od zawartości soli mineralnych znajdujących się w wodach naturalnych wykorzystywanych do jej przygotowania [Nalewaja i Matysiak 2001]. W przypadku mikrodawek herbicydów stosowanych do odchwaszczania buraka może dojść do krystalizacji niektórych substancji aktywnych w zbiorniku opryskiwacza, a dobór odpowiedniego adiuwanta, poza jego funkcją wspomagającą retencję i absorpcję, powinien przeciwdziałać temu niekorzystnemu zjawisku.

Celem przeprowadzonych badań było określenie przydatności kilku krajowych adiuwantów pochodzenia olejowego jako dodatków do zredukowanych dawek herbicydów stosowanych do odchwaszczania buraka cukrowego.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2004-2006 na polach produkcyjnych Rolniczego Gospodarstwa Doświadczalnego AR w Poznaniu – w Brodach. Doświadczenia ściśle zakładano bezpośrednio na plantacjach produkcyjnych buraka cukrowego, uprawianego po przedplonach zbożowych, na glebie płowej o wysokiej zasobności w przyswajalny fosfor i potas, umiarkowanej kwasowości (pH 5,9-6,5) i stosunkowo niskiej zawartości węgla organicznego (1,1-1,3%). We wszystkich latach siew buraków wykonywano w pierwszej połowie kwietnia.

W skład mieszanin herbicydów stosowanych w dawkach zredukowanych wchodziły następujące substancje aktywne: fenmedifam + desmedifam + etofumesat (Betanal Progress AM 180 EC w dawce 0,5 l ha<sup>-1</sup>), triflusaluron (Safari 50 WG w dawce 0,009 kg ha<sup>-1</sup>), chlopyralid (Lontrel 300 SL w dawce 0,1 l ha<sup>-1</sup>) i lenacyl (Venzar 80 WP w dawce 0,2 kg ha<sup>-1</sup>). Mieszaniny te stosowano bez oraz z adiuwantami na bazie estrów metylowych kwasów tłuszczowych pochodzenia roślinnego (Adpros 85 SL, Olbras Super 90 EC, Atpolan BIO 80 EC) lub wolnych kwasów tłuszczowych (Olbras 88 EC). Spośród badanych adiuwantów jedynie Atpolan BIO 80 EC, obok estru metylowego kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego i emulgatora, posiada wbudowany układ buforujący, który utrzymywał pH cieczy opryskowej na poziomie 7,3-7,8. Adiuwenty dodawano do cieczy opryskowej w ilości 1,5 l ha<sup>-1</sup>. Jako kombinację porównawczą (standardową) zastosowano fenmedifam + desmedifam + etofumesat (Betanal Progress AM 180 EC w dawce 1,5 l ha<sup>-1</sup>) +

triflusalifuron (Safari 50 WG w dawce 0,03 kg ha<sup>-1</sup>) - zgodnie z zaleceniami bez adiuwanta. Opryskiwanie badanymi mieszaninami herbicydów wykonywano sukcesywnie w odstępach 7 – 13 dniowych na chwasty w fazie liścieni za pomocą hydraulicznego opryskiwacza belkowego zaopatrzonego w rozpylacze TeeJet-11002VP o wydatku 170 l ha<sup>-1</sup>. We wszystkich latach badań kombinacje herbicydów, zarówno w dawkach standardowych jak i w dawkach silnie zredukowanych z adiuwantami, wymagały 4-krotnej aplikacji. Ocenę botaniczno-wagową zachwaszczenia wykonywano metodą ramkową po 6 tygodniach od czasu ostatniej aplikacji, ważąc część nadziemną chwastów pobranych z dwóch miejsc każdego poletka o łącznej powierzchni 0,9 m<sup>2</sup>. Doświadczenia zakładano na poletkach o powierzchni 18 m<sup>2</sup> w układzie bloków losowanych kompletnych, w 4 powtórzeniach.

## WYNIKI BADAŃ I DYDKUSJA

Dominującymi gatunkami chwastów występującymi w uprawie buraków były: komosa biała (*Chenopodium album*), psianka czarna (*Solanum nigrum*), ostrożeń polny (*Cirsium arvense*), bodziszek drobny (*Geranium pusillum*), fiołek polny (*Viola arvensis*) oraz samosiewy rzepaku (*Brassica napus* ssp. *oleifera*). W niewielkiej ilości występowały ponadto: przytula czepna (*Galium aparine*), przetaczniki (*Veronica* spp.), rdesty (*Polygonum* spp.), chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli*) oraz perz właściwy (*Elymus repens*).

Skuteczność chwastobójcza zastosowanych kombinacji herbicydowych w stosunku do ogółu występujących chwastów, określona na podstawie redukcji ich świeżej masy po 6 tygodniach od ostatniego zabiegu, wahała się od 77-99% (tab. 1). Najniższą skuteczność chwastobójczą stwierdzono na obiekcie, na którym mikrodamki herbicydów zastosowano bez adiuwanta. Kombinacja ta okazała się szczególnie mało efektywna w zwalczaniu komosy białej. Dodatek któregośkolwiek z badanych adiuwantów, opartych zarówno na estrach metylowych kwasów tłuszczowych pochodzenia roślinnego jak i na samych kwasach tłuszczowych, zapewnił zwiększenie skuteczności chwastobójczej mieszaniny herbicydów stosowanych w mikrodamkach o 18-22%, a więc do poziomu skuteczności, jaki zapewniła mieszanina herbicydów Betanal Progress AM 180 EC + Safari 50 WG stosowana w dawkach standardowych. Wpływ badanych adiuwantów na zwiększenie skuteczności chwastobójczej herbicydów był podobny. Można wskazać jedynie, że adiuwant Atpolan BIO we wszystkich latach prowadzenia badań wykazywał tendencję do nieco silniejszej aktywacji mieszaniny herbicydów stosowanych w mikrodamkach niż pozostałe adiuwanty. Stwierdzone różnice nie zostały jednak statystycznie udowodnione. Na duże znaczenie doboru adiuwantów do mieszaniny silnie obniżonych dawek herbicydów stosowanych do zwalczania chwastów w buraku cukrowym wskazują Dexter i Zollinger [2001]. Według tych autorów właściwie dobrany adiuwant powinien nie tylko gwarantować wysoką efektywność biologiczną stosowanych herbicydów, ale również przeciwdziałać wytrącaniu się niektórych z nich (zwłaszcza fenmedifamu i desmedifamu) w zbiorniku opryskiwacza. Dla uzyskania takiego celu w Stanach Zjednoczonych mikrodamki herbicydów zaleca się stosować z mieszaniną adiuwantów opartych na estrach metylowych kwasów tłuszczowych z adiuwantem utrzymującym pH cieczy opryskowej na poziomie co najmniej obojętnym [Zollinger 2003]. W badaniach własnych wykorzystano adiuwant Atpolan BIO 80, który zawiera estry metylowe kwasów tłuszczowych i substancję emulgująco-buforującą, utrzymującą pH cieczy opryskowej na poziomie 7,3-7,8. Pomimo że wytrącania substancji aktywnych w przygotowanej cieczy opryskowej nie stwierdzono, nie oznacza to, że takie zjawisko nie może mieć miejsca w praktyce rolniczej przy przygotowywaniu dużej ilości cieczy opryskowej, zwłaszcza gdy do tego celu wykorzystuje się bardzo zimną wodę oraz, gdy herbicydy w mikrodamkach stosuje się w dużym rozcieńczeniu (z wodą powyżej 200 l ha<sup>-1</sup>).

Tabela 1. Skuteczność chwastobójcza herbicydów, uszkodzenia i plony korzeni buraków cukrowych oraz zawartość cukru w korzeniach (2004-2006)

Table 1. Weed control, sugar beet injury, root yield and extractable sugar content in roots (2004-2006)

Kombinacje <i>Treatments</i>	Dawka* l, kg ha <sup>-1</sup> <i>Rate*</i> l, kg ha <sup>-1</sup>	Skuteczność chwasto- bójcza <i>Weed control</i> (%)	Uszko- dzenia buraków <i>Sugar beet</i> <i>injury</i> (%)	Plon korzeni <i>Root yield</i> (t ha <sup>-1</sup> )	Zawar- tość cukru <i>Sugar</i> <i>content</i> (%)
Kontrola zachwaszczona <i>Weeded check</i>	–	0 (2168 g m <sup>-2</sup> )	0	10,6	16,9
Odchwaszczanie ręczne <i>Hand-weeded check</i>	–	99	0	65,0	16,9
Betanal Progress AM 180 EC + Safari 50 WG	1,5 + 0,03	97	10,1	61,1	17,0
Betanal Progress AM 180 EC + Safari 50 WG + Lontrel 300 SL + Venzar 80 WP	0,5 + 0,009 + 0,1 + 0,2	77	2,9	62,2	16,7
Betanal Progress AM 180 EC + Safari 50 WG + Lontrel 300 SL + Venzar 80 WP + Atpolan BIO 80 EC	0,5 + 0,009 + 0,1 + 0,2 + 1,5	99	5,6	62,4	16,5
Betanal Progress AM 180 EC + Safari 50 WG + Lontrel 300 SL + Venzar 80 WP + Adpros 85 SL	0,5 + 0,009 + 0,1 + 0,2 + 1,5	96	5,5	63,9	16,7
Betanal Progress AM 180 EC + Safari 50 WG + Lontrel 300 SL + Venzar 80 WP + Olbras Super 90 EC	0,5 + 0,009 + 0,1 + 0,2 + 1,5	96	5,0	62,6	16,8
Betanal Progress AM 180 EC + Safari 50 WG + Lontrel 300 SL + Venzar 80 WP + Olbras 88 EC	0,5 + 0,009 + 0,1 + 0,2 + 1,5	95	4,3	62,4	16,9
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		14	2,7	3,1	n.i.– n.s.**

\* – dawka na pojedynczy zabieg – *rate per single application*\*\* – n.i.-n.s. – różnica nieistotna – *no significant difference*

Po zastosowaniu kombinacji herbicydów Betanal Progress AM 180 EC + Safari 50 WG w dawkach standardowych (1,5 l + 30 g ha<sup>-1</sup>) bez adiuwanta obserwowano wyraźne uszkodzenia buraków (10,1%), objawiające się zahamowaniem wzrostu roślin oraz lekkim żółknięciem liści.

Uszkodzenia te utrzymywały się w poszczególnych latach przez 4-7 tygodni od wykonania ostatniego zabiegu chemicznego. Natomiast na kombinacjach, na których zastosowano herbicydy w mikrodawkach w mieszaninie z adiuwantami uszkodzenia roślin buraka były wyraźnie mniejsze (4,3-5,6%) i ustępowały po 2-5 tygodniach od ostatniego zabiegu.

Zastosowanie mikrodawek herbicydów z adiuwantami umożliwiło uzyskanie podobnych plonów korzeni buraków jak na obiekcie odchwaszczanym sposobem ręczno-mechanicznym oraz opryskiwanym około dwukrotnie droższą i silniej obciążającą środowisko mieszaniną herbicydów Betanal Progress AM 180 EC + Safari 50 WG w dawkach standardowych (1,5 l + 30 l ha<sup>-1</sup>). Badane herbicydy, zastosowane zarówno w dawkach standardowych, jak i w mikrodawkach z adiuwantem, nie wpłynęły na różnicowanie zawartości cukru w korzeniach buraków.

## WNIOSKI

1. Adiuwanty, w skład których wchodziły emulgowane estry metylowe kwasów tłuszczowych lub wolne kwasy tłuszczowe silnie i w podobnym stopniu wpłynęły na zwiększenie skuteczności chwastobójczej mieszaniny herbicydów fenmedifam + desmedifam + etofumesat + triflusaluron + chlopyralid stosowanej w mikrodawkach do zwalczania chwastów w buraku cukrowym.
2. Zastosowanie mikrodawek herbicydów z adiuwantami przyczyniło się do ograniczenia uszkodzeń buraków cukrowych oraz pozwoliło na uzyskanie plonów korzeni i zawartości cukru w korzeniach na podobnym poziomie jak na obiekcie odchwaszczanym herbicydami w dawkach standardowych.

## PIŚMIENNICTWO

1. Dexter, A. G., Zollinger, R. K. 2001. Weed control guide for sugarbeet. Sugarbeet Res. Ext. Rep. 32: 3–34.
2. Dexter, A.G., Luecke, J.L., Bredehoeft, M.W. 1996. Micro rates of postemergence herbicides in sugarbeets. Sugarbeet Res. Ext. Rep. 27: 62–66.
3. Dexter, A.G., Luecke, J.L. 2001. Survey of weed control and production practices on sugarbeet in Eastern North Dakota and Minnesota – 2001. Sugarbeet Res. Ext. Rep. 32: 35–63.
4. Krawczyk, R., Adamczewski, K., Głowacki, G. 2007. Wpływ mikrodawek herbicydów na zachwaszczenie i plon buraka cukrowego. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 47 (1): (w druku).
5. McWhorter, C. G. 1982. The use of adjuvants. W: Adjuvants for herbicides. Hodgson R. H., Ed., Weed Science Society of America, Champaign, IL: 10–25.
6. Nalewaja, J. D., Matysiak, R. 1993. Influence of diammonium sulfate and other salts on glyphosate phytotoxicity. Pestic. Sci. 38: 77–84.
7. Surawska, M., Kołodziejczyk, R. 2006. Zużycie środków ochrony roślin w Polsce. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 46 (1): 470–483.
8. Woźnica, Z., Adamczewski, K., Szeleźniak, E. 2004. Stosowanie mikrodawek herbicydów w uprawie buraka cukrowego. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 44 (1): 528–535.
9. Woźnica, Z., Idziak, R., Waniorek, W. 2007. Mikrodawki herbicydów – nowa opcja odchwaszczania buraków cukrowych. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 47 (1): (w druku).
10. Zollinger, R. K. 2003. 2003 North Dakota weed control guide. NDSU Extension Service W-253: 1–132.

Z. WOŹNICA, R. IDZIAK, W. WANIOREK

**EFFECT OF ADJUVANTS ON POSSIBILITY OF HERBICIDE RATE REDUCTION  
FOR WEED CONTROL IN SUGAR BEET****Summary**

Field trials were conducted for 3 years (2004 – 2006) to determine sugar beet tolerance to and efficacy of conventional herbicides applied at extremely reduced rates (micro-rates), either with or without various oil-based adjuvants. The recommended standard herbicide treatment, which was applied without supplemental adjuvant, was phenmedipham + desmedipham + ethofumesate (at 90 + 90 + 90 g ha<sup>-1</sup>) + triflusaluron (at 0.015 kg ha<sup>-1</sup>). The micro-rate herbicide combination, which was applied with and without supplemental adjuvant, included: phenmedipham + desmedipham + ethofumesate (at 30 + 30 + 30 g ha<sup>-1</sup>) + triflusaluron (Safari 50 WG at 0.0045 kg ha<sup>-1</sup>) + clopyralid (Lontrel 300 SL at 30 g ha<sup>-1</sup>) + lenacil (at 0.16 g ha<sup>-1</sup>). Adjuvants evaluated with the herbicide micro-rate combination were applied at 1.5 L/ha and included two commercial methylated seed oil adjuvants with various emulsifiers, one basic-pH methylated seed oil adjuvant, and one adjuvant based on emulsified free fatty acids from winter rape oil. All herbicide-adjuvant combinations were applied broadcast and sequentially at the cotyledon stage of emerging weeds using a CO<sub>2</sub>-pressurized backpack sprayer calibrated to deliver 170 L ha at 250 kPa. Plots were arranged in a randomized complete block design, and treatments were replicated four times.

To achieve adequate weed control, micro-rate and standard-rate treatments required four sequential applications. Sugar beet was infested mostly with *Chenopodium album*, *Galium aparine*, *Solanum nigrum*, *Viola arvensis*, *Cirsium arvense*, and volunteer *Brassica napus* ssp. *oleifera*. The micro-rate treatments applied with adjuvants provided excellent weed control that was equal to the standard-rate treatment applied without adjuvant. All tested adjuvants greatly and similarly increased efficacy of the herbicides applied as micro-rate treatments. Sugar beet injury from the micro-rate herbicide combination applied with any adjuvant evaluated was generally 4 to 6%, which was substantially lower than generally 10% injury by the standard-rate herbicide. Yields of sugar beet root and extractable sugar following the micro-rate herbicide combination applied with any adjuvant tested were similar to the standard-rate treatment applied without adjuvant.

---

Prof. dr hab. Zenon Woźnica

Katedra Uprawy Roli i Roślin  
Akademia Rolnicza w Poznaniu  
ul. Mazowiecka 45/46, 60-623 Poznań  
woznica@au.poznan.pl