

**AGNIESZKA STOKŁOSA****JACEK KIEĆ**Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin  
Akademia Rolnicza w Krakowie

## Badania nad odpornością odmian botanicznych owsa głuchego (*Avena fatua* L.) na herbicydy z grupy inhibitorów ACC-azy

### Studies on resistance of wild oat (*Avena fatua* L.) varieties to herbicides from the group of ACC-ase inhibitors

W pracy porównywano odporność sześciu odmian botanicznych owsa głuchego (*Avena fatua* L.) na fenoksaprop-P-etyl i dichlofop metyl. Materiał roślinny zgromadzono z pól uprawnych Polski południowo-wschodniej, na których odnotowano spadek skuteczności stosowanych herbicydów. Wykonano doświadczenie laboratoryjne, w którym podkiełkowane ziarniaki chwastu rosły przez 6 dni na wodnym roztworze herbicydu. Po tym czasie oceniono ilość żywych siewek i długość ich koleoptyla. W latach 2003–2004 przeprowadzono doświadczenia mikropoletkowe. Rośliny chwastu w fazie 3-4 liści opryskano połowymi dawkami herbicydów (55,2g s.a. ha<sup>-1</sup> fenoksaprop-P-etylu oraz 720g s.a. ha<sup>-1</sup> dichlofop metylu), a następnie oceniono stopień uszkodzeń liści, procent kwitnących roślin i masę ziarniaków. Na badanym terenie stwierdzono występowanie odpornych odmian botanicznych chwastu. Jednakże, w zależności od warunków badań, poziom odporności był zróżnicowany. W warunkach polowych czynniki atmosferyczne modyfikowały stopień odporności odmian na oba herbicydy.

**Słowa kluczowe:** *Avena fatua* L., herbicydy, odmiany botaniczne, odporność

Summary: Resistance of wild oat (*Avena fatua* L.) botanical varieties to fenoxaprop-P-ethyl and diclofop methyl was investigated. Plants were collected from arable fields in south-eastern Poland, where the effectiveness of herbicides used to control wild oat had decreased. In the laboratory experiment germinated seeds were grown for 6 days on herbicide water solution. Afterwards, a number of alive seedlings and the length of their coleoptyls were determined. The response of wild oat varieties to field spraying with fenoxaprop-P-ethyl (55.2g a.i. ha<sup>-1</sup>) or diclofop methyl (720 g a.i. ha<sup>-1</sup>) was investigated in field trials in the years 2003–2004. A rate of leaves injury, number of flowering plants, and mass of seeds were assessed. Resistance to the herbicides applied was found in some varieties of wild oat. The level of resistance was different, depending on the experimental conditions. In the field conditions, the expression of resistance was modified by meteorological conditions.

**Key words:** *Avena fatua* L., herbicides, varieties, resistance

## WSTĘP

Owies głuchy (*Avena fatua* L.) to jeden z najbardziej agresywnych chwastów jednoliściennych, który charakteryzuje duże zróżnicowanie wewnątrzgatunkowe (Hołdyński, 1991; Korniak, 1996; Kieć, 2000). W ostatnich latach na obszarze Polski południowo-wschodniej znacznie wzrósł poziom zachwaszczenia nim upraw zbożowych. Jednocześnie zakres dopuszczonych do zwalczania owsa głuchego herbicydów jest wąski, w związku z tym te same substancje aktywne są stosowane w ciągu kolejnych lat. To prowadzi do rozwoju odporności chwastu na herbicydy. Najczęściej w zwalczaniu owsa głuchego stosuje się herbicydy z grupy inhibitorów ACC-azy, tzw. graminicydy (Paradowski, 2001). Celem pracy było porównanie stopnia odporności najczęściej występujących w Polsce południowo-wschodniej odmian botanicznych owsa głuchego na fenoksaprop-P-etyl i dichlofop metyl.

## MATERIAŁ I METODY

Materiałem roślinnym były ziarniaki owsa głuchego zgromadzone z 18 pól w różnych miejscowościach makroregionu południowo-wschodniego. Podstawą wyboru pól była, donoszona przez rolników, niska skuteczność stosowanych herbicydów. Dojrzałe rośliny chwastu zbierano z powierzchni 1 m<sup>2</sup> i, na podstawie cech morfologicznych ziarniaków, oznaczano odmianę botaniczną (Kieć, 2000). W badanym materiale wyróżniono 6 odmian botanicznych chwastu, występujących na co najmniej trzech polach (tab. 1).

Tabela 1

Odmiany botaniczne owsa głuchego (*Avena fatua* L.) wyróżnione na badanym terenie, wg klucza Kiecia (2000)

Wild oat (*Avena fatua* L.) botanical varieties, according to Kieć (2000)

Odmiana Variety	Owłosienie plewek Lemma palea pubescence	Barwa plewek Lemma palea colour	Długość owłosienia nasady ziarniaka Length of callus pubescence
<i>Avena fatua</i> L. subsp. <i>fatua</i> (L.)			
<b>A</b> var. <i>fatua</i> (= var. <i>pilosissima</i> S.F. Gray)	silne strong	jasno- do ciemnobrązowej light to dark brown	długie long
<b>B</b> var. <i>alcaliphila</i> Kieć	silne strong	żółta do popielatej yellow to grey	długie long
<i>Avena fatua</i> subsp. <i>brevipilosa</i> Kieć			
<b>F</b> var. <i>intermedia</i> (Lestib.) Lej. & Court.	silne strong	jasno- do ciemnobrązowej light to dark brown	krótkie short
<b>H</b> var. <i>gravis</i> Kieć	słabe weak	żółta do popielatej yellow to grey	krótkie short
<b>I</b> var. <i>alta</i> Kieć	słabe weak	jasno- do ciemnobrązowej light to dark brown	krótkie short
<b>J</b> var. <i>vilis</i> (Wallr) Hauskn	brak none	żółta do popielatej yellow to grey	krótkie short

Testowano odporność odmian botanicznych chwastu na dwa herbicydy systemiczne, należące do pochodnych kwasu arylofenoksypropionowego: fenoksaprop-P-etyl (preparat:

Puma Uniwersal 069 EW) oraz dichlofop metyl (preparat: Illoxan 36 EC). Dwukrotnie dla fenoksaprop-P-etylu oraz jednokrotnie dla dichlofop metylu przeprowadzono odpornościowy test laboratoryjny, wg zmodyfikowanej metody Letouze'a i wsp. (1997), opracowany dla jednoliściennych gatunków chwastów. W teście tym herbicydy aplikowano jako roztwór wodny (25 cm<sup>3</sup>) o stężeniu odpowiadającym 152% polowej dawki dla fenoksaprop-P-etylu (10,5 mg s.a.) i 40% polowej dawki dla dichlofop metylu (90 mg s.a.). Wielkość dawki ustalono na podstawie wcześniejszych prób przeprowadzonych na populacji wrażliwej. Na roztworze podkiełkowane ziarniaki rosły przez sześć dni. Po tym czasie określono procent żywych siewek chwastu oraz zmierzono długość ich koleoptyla. Dodatkowo w latach 2003–2004 przeprowadzono dwa doświadczenia mikropoletkowe. Po oprysku roślin owsa głuchego w fazie 3–4 liści połowymi dawkami herbicydów (55,2 g fenoksaprop-P-etylu ha<sup>-1</sup>, 720 g dichlofop metylu ha<sup>-1</sup>), oceniono stopień uszkodzeń liści przez herbicyd w 9-stopniowej skali bonitacyjnej (EWRC) (Rola i in., 1980), dla każdej rośliny chwastu oddzielnie. W terminie kwitnienia owsa głuchego oznaczono liczbę kwitnących roślin, a także masę ziarniaków. W pracy zastosowano następujące oznaczenia: rozmnożenie R1 — dla ziarniaków zebranych bezpośrednio z badanych pól, rozmnożenie R2 — dla ziarniaków zebranych z doświadczenia mikropoletkowego w roku 2003.

Tabela 2

**Temperatura powietrza i opady w okresie wegetacji owsa głuchego w latach 2003–2004, wg danych ze Stacji Meteorologicznej Kraków-Balice**  
**Air temperatures and rainfall in the vegetation period of wild oat in the years 2003–2004, according to the Meteorological Station in Kraków-Balice**

Miesiąc Month	Temperatura Air temperature (°C)			Opady Rainfall (mm)		
	średnia z wielolecia many-years average	odchylenie od normy deviations (°C)		średnia z wielolecia many-years average	procent normy percentage of normal value (%)	
		2003	2004		2003	2004
IV	8	-0,2	1,5	49,7	69	65
V	13,4	3,1	-0,7	73,8	170	58
VI	16,2	2,9	0,6	93,2	38	65
VII	17,8	1,7	0,6	81,4	155	120

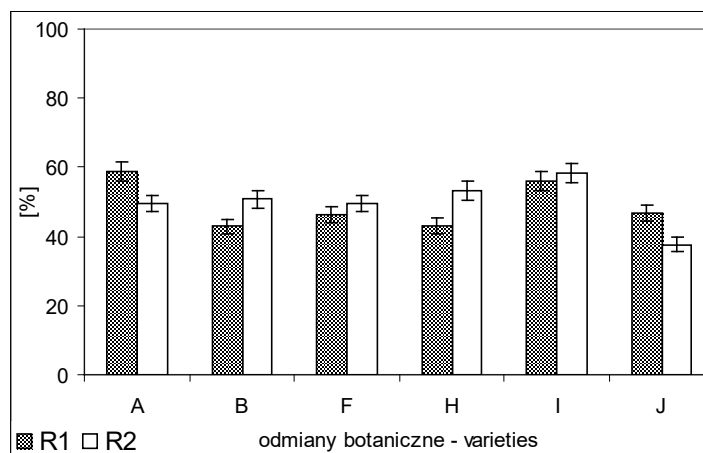
Analizę statystyczną wyników wykonano w oparciu o nieparametryczny test Kołmogorowa-Smirnowa, służący do porównywania dwóch niezależnych próbek. Dane procentowe zestawiono w postaci tabel wielodzzielczych i porównano według testu  $\chi^2$  Pearsona. Różnice uznawano za statystycznie istotne przy  $\alpha \leq 0,05$ .

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Zgodnie z definicją odporności chwastu na herbicyd, za odporną populację należy uznać taką, w której minimum jedna roślina przeżywa działanie substancji aktywnej (Anderson i in., 1998). W tym świetle badany w pracy materiał należy w całości przyjąć za odporny. Niemniej badane odmiany botaniczne owsa głuchego cechowała duża zmien-

ność w stopniu odporności na testowane substancje aktywne w poszczególnych rozmnożeniach.

W teście laboratoryjnym bardziej odporne na wzrost w atmosferze fenoksaprop-P-etylu w obu rozmnożeniach (R1 i R2) były siewki odmian A (var. *fatua*) oraz I (var. *alta*) (rys. 1 i 2).

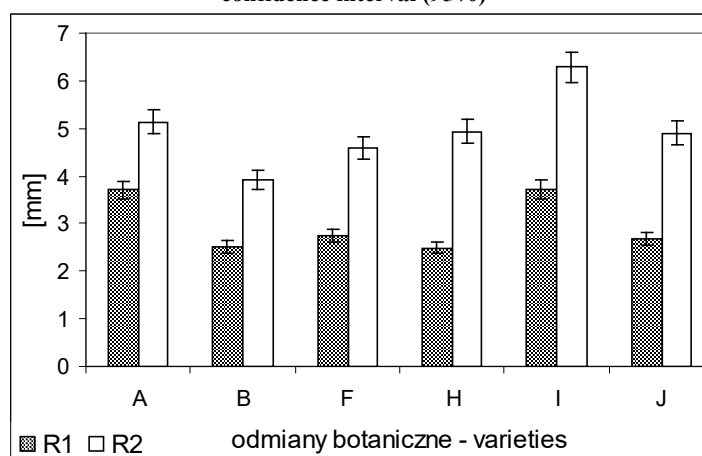


R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003

**Rys. 1. Wpływ fenoksaprop-P-etylu na udział procentowy żywych siewek u różnych odmian botanicznych owsa gluchego ± przedział ufności (95%)**

R1 — seeds collected directly from investigated arable fields, R2 — seeds collected from field experiment in 2003

**Fig. 1. Influence of fenoxaprop-P-ethyl on percentage of alive seedlings in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)**



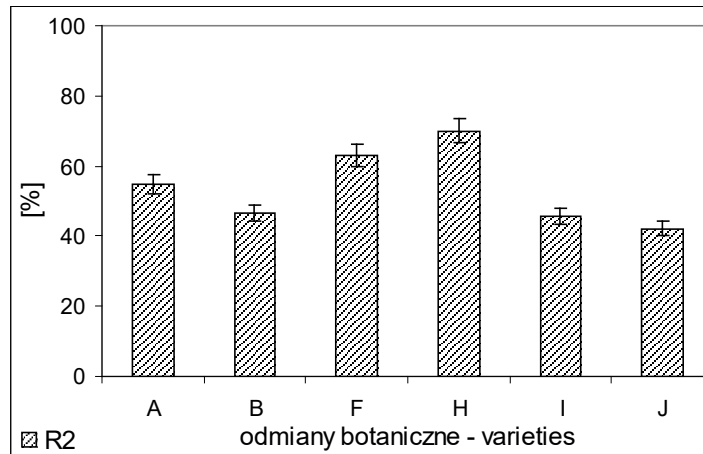
R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003 roku

**Rys. 2. Wpływ fenoksaprop-P-etylu na długość koleoptyla różnych odmian botanicznych owsa gluchego; ± przedział ufności (95%)**

R1 — seeds collected directly from the investigated arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003

**Fig. 2. Influence of fenoxaprop-P-ethyl on the length of coleoptile in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)**

Wykształciły one w atmosferze herbicydu najdłuższe łodyżki, odpowiednio 3,7 mm, 5,1 mm (odmiana A) oraz 3,7 mm i 6,3 mm (odmiana B). Różniły się one statystycznie istotnie od pozostałych. Najbardziej odporne na dichlofop metylu były odmiany botaniczne F (var. *intermedia*) i H (var. *gravis*), które różniły się statystycznie istotnie od siewek innych odmian, oraz miały najdłuższe koleoptyle, odpowiednio: 6,5 mm oraz 7,9 mm (rys. 3 i 4).

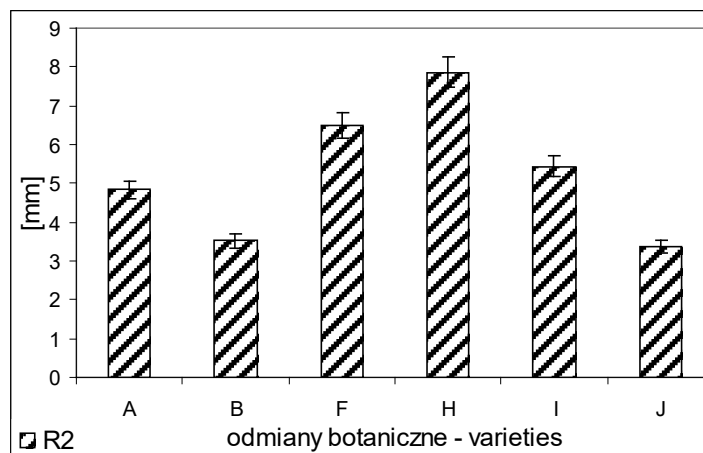


R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikroplotkowego w 2003 roku

**Rys. 3. Wpływ dichlofop metylu na udział procentowy żywych siewek u różnych odmian botanicznych owsa głuchego; ± przedział ufności (95%)**

R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003

**Fig. 3. Influence of diclofop methyl on percentage of alive seedlings in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)**



R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikroplotkowego w 2003 roku

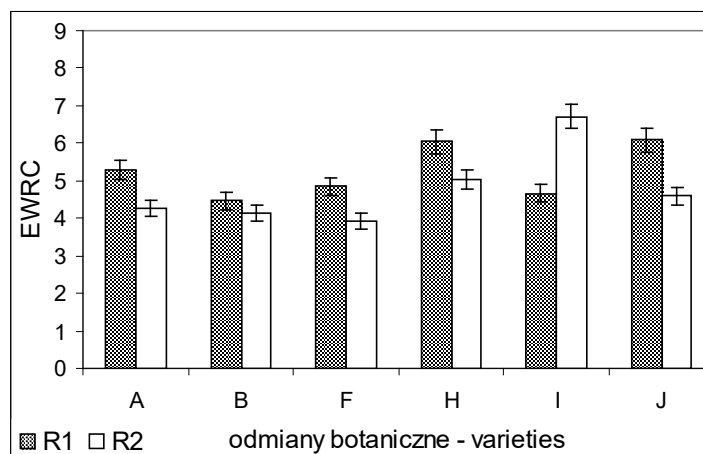
**Rys. 4. Wpływ dichlofop metylu na długość koleoptyla różnych odmian botanicznych owsa głuchego; ± przedział ufności (95%)**

R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003

**Fig. 4. Influence of diclofop methyl on the length of coleoptile in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)**

Według Murray'a i wsp. (1996) inhibitory ACC-azy stosowane w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych są bardziej aktywne chwastobójczo, niż w polu, co jest wynikiem zwiększonej wrażliwości siewek chwastu na herbicyd (Beckie i in., 2000).

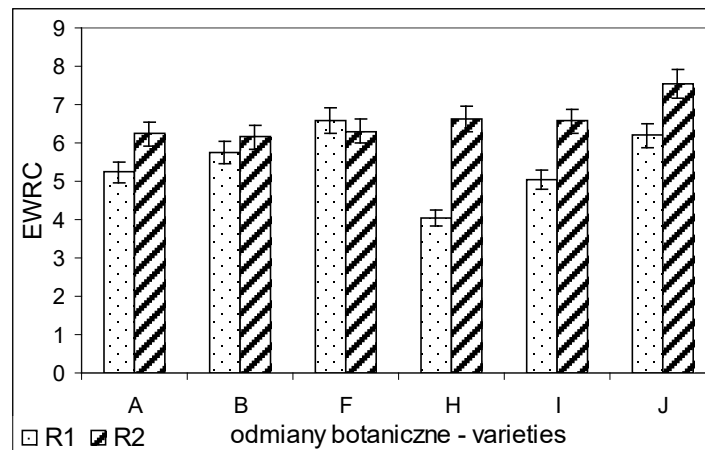
W warunkach polowych poziom odporności poszczególnych odmian owsa głuchego był w znacznym stopniu modyfikowany wpływem warunków atmosferycznych. Bravin i wsp. (2001) stwierdzili zróżnicowanie stopnia odporności na dichlofop metylu u różnych populacji *Lolium* spp, w zależności od układu warunków pogodowych. W rozmnożeniu R1, po oprysku fenoksaprop-P-etylem, stopień uszkodzeń liści pomiędzy różnymi odmianami botanicznymi owsa głuchego był niższy i zbliżony (rys. 5).



R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003 roku  
**Rys. 5. Wpływ oprysku fenoksaprop-P-etylem na uszkodzenia liści różnych odmian botanicznych owsa głuchego w fazie krzewienia; ± przedział ufności (95%)**

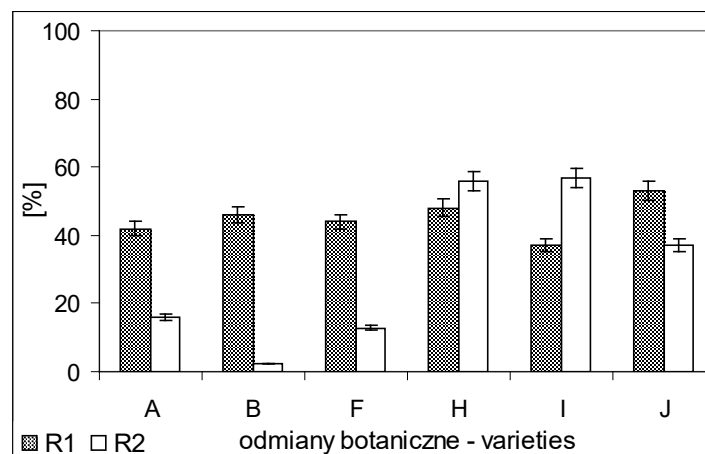
R1 — seeds collected directly from the arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003  
**Fig. 5. Influence of fenoxaprop-P-ethyl on the leaves injury at the tillering stage in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)**

W rozmnożeniu R2 stopień uszkodzeń liści chwastu był wyższy. W mniejszym stopniu od pozostałych uszkodzone zostały liście roślin odmiany I (var. *alta*, EWRC=7), która różniła się statystycznie istotnie od wszystkich pozostałych odmian (rys. 5). Po oprysku dichlofop metylem wśród roślin rozmnożenia R1 najmniejszy stopień uszkodzeń liści odnotowano dla odmiany F (var. *intermedia*, EWRC=6,6), która różniła się istotnie od roślin odmiany najbardziej uszkodzonej – H (var. *gravis*, EWRC=4) (rys. 6). W rozmnożeniu R2 poziom uszkodzeń roślin przez dichlofop metyl był niższy niż w rozmnożeniu R1; najmniejszy stopień uszkodzeń liści miały rośliny odmiany botanicznej J (var. *vilis*, EWRC=7,6) (rys. 6). Być może było to następstwem suchego i ciepłego kwietnia. Akey i Morrison (1983) zaobserwowali redukcję skuteczności dichlofopu u roślin owsa głuchego rosnących w warunkach deficytu wody przed opryskiem.



R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikroplotkowego w 2003 r.  
**Rys. 6. Wpływ oprysku dichlofop metylem na uszkodzenia liści różnych odmian botanicznych owsa głuchego w fazie krzewienia; ± przedział ufności (95%)**

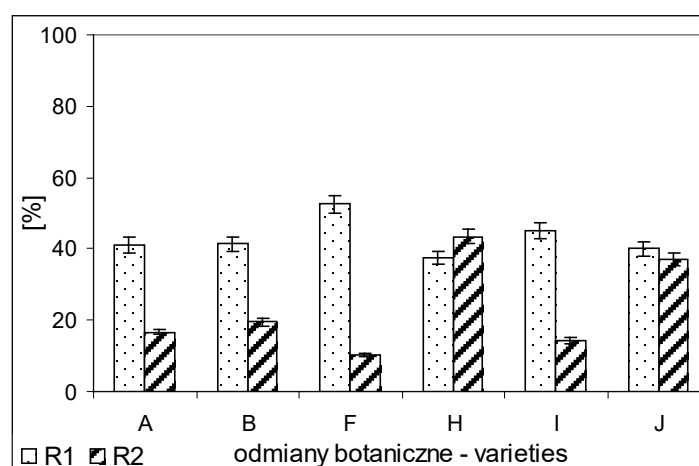
R1 — seeds collected directly from the arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003  
**Fig. 6. Influence of diclofop methyl on the leaves injury at the tillering stage in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)**



R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikroplotkowego w 2003 r.  
**Rys. 7. Wpływ oprysku fenoksaprop-P-etylem na procent kwitnących roślin różnych odmian botanicznych owsa głuchego; ± przedział ufności (95%)**

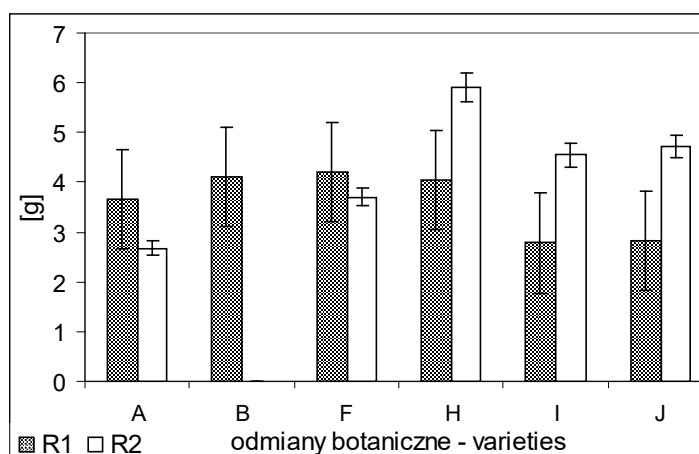
R1 — seeds collected directly from the arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003  
**Fig. 7. Influence of fenoxaprop-P-ethyl on the percentage of flowering plants in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)**

W rozmnożeniu R1 oprysk fenoksaprop-P-etylem i dichlofop metylem nie różnicował istotnie procentowego udziału kwitnących roślin różnych odmian botanicznych owsa głuchego, jednak procent ten był wyższy niż w rozmnożeniu R2 (rys. 7 i 8).



R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikroplotkowego w 2003 roku  
**Rys. 8. Wpływ oprysku dichlofop metylem na procent kwitnących roślin różnych odmian botanicznych owsa głuchego; ± przedział ufności (95%)**

R1 — seeds collected directly from the arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003  
**Fig. 8. Influence of diclofop methyl on the percentage of flowering plants in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)**



R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikroplotkowego w 2003 roku  
**Rys. 9. Wpływ oprysku fenoksaprop-P-etylem na masę ziarniaków różnych odmian botanicznych owsa głuchego; ± przedział ufności (95%)**

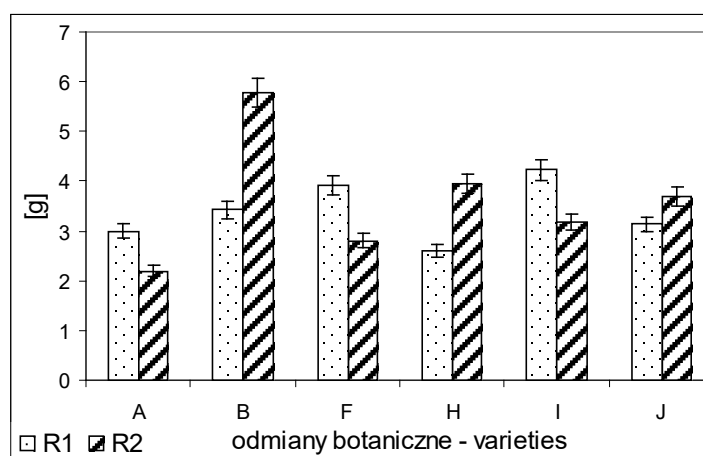
R1 — seeds collected directly from the arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003  
**Fig. 9. Influence of fenoxaprop-P-ethyl on the grain mass in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)**

Prawdopodobnie wysoki poziom opadów utrzymujących się przez miesiąc po oprysku sprzyjał regeneracji wilgociolubnych roślin owsa głuchego, co potwierdzają badania Xie i wsp. (1994). Wśród roślin rozmnożenia R2, po oprysku każdym z herbicydów, w istotnie wyższym odsetku zakwitły rośliny odmian H (var. *gravis*) oraz J (var. *vilis*); odpowiednio:



56% oraz 56,8% kwitnących po oprysku fenoksapropem i 43,5% oraz 37% kwitnących po oprysku dichlofopem (rys. 7 i 8). Może to sugerować większą zdolność roślin tych odmian botanicznych do regeneracji po oprysku herbicydami, bądź też przyczyną zjawiska mógł być wyjątkowo korzystny dla nich przebieg warunków pogodowych.

Po oprysku fenoksaprop-P-etylem w rozmnożeniu R1 istotnie wyższą średnią masę ziarniaków miała odmiana F (var. *intermedia*: 4,21 g), zaś w rozmnożeniu R2 odmiany H (var. *gravis*: 5,91 g) oraz I (var. *alta*: 4,54 g) (rys. 9). W rozmnożeniu R1, po oprysku dichlofop metylem najwyższą średnią masę ziarniaków przypadającą na jedną roślinę odnotowano dla odmiany I (var. *alta*: 4,24 g). Różniła się ona statystycznie istotnie od średniej masy ziarniaków odmiany H (var. *gravis*: 2,60 g), która była najniższa. W rozmnożeniu R2, po oprysku dichlofop metylem, nie odnotowano istotnego zróżnicowania w masie ziarniaków pomiędzy odmianami botanicznymi owsa głuchego (rys. 10).



R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003 roku  
**Rys. 10. Wpływ oprysku dichlofop metylem na masę ziarniaków różnych odmian botanicznych owsa głuchego; ± przedział ufności (95%)**

R1 — seeds collected directly from the arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003  
**Fig. 10. Influence of diclofop methyl on the grain mass in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)**

#### WNIOSKI

1. Stwierdzono odporność na fenoksaprop-P-etyl i dichlofop metyl wśród zebranych odmian botanicznych owsa głuchego pochodzących z pól uprawnych Polski południowo-wschodniej.
2. Testowane odmiany botaniczne owsa głuchego wykazują zróżnicowane reakcje na herbicydy w zależności od warunków badań.

3. W teście laboratoryjnym bardziej odporne na fenoksaprop-P-etyl są odmiany botaniczne **A** (var. *fatua*) oraz **I** (var. *alta*), zaś na dichlofop metyl **F** (var. *intermedia*) oraz **H** (var. *gravis*).
4. W badaniach mikropoletkowych warunki atmosferyczne znacznie modyfikują stopień odporności badanych odmian botanicznych owsa głuchego na fenoksaprop-P-etyl i dichlofop metyl.

#### LITERATURA

- Akey W., Morrison I. 1983. Effect of moisture stress on wild oat (*Avena fatua*) response to diclofop. *Weed Sci.* 31: 247 — 253.
- Anderson D., Roeth F., Martin A. 1998. Discovery of a primisulfuron resistant shattercane (*Sorghum bicolor*) biotype. *Weed Technol.* 12: 74 — 77.
- Beckie H., Heap I., Smeda R., Hall L. 2000. Screening for herbicide resistance in weeds. *Weed Technol.* 14: 428 — 445.
- Bravin F., Zanin G., Preston C. 2001. Diclofop-methyl resistance in populations of *Lolium* spp. from central Italy. *Weed Res.* 41: 49 — 58.
- Hołdyński Cz. 1991. Występowanie i zmienność owsa głuchego (*Avena fatua* L.) na Żuławach Wiślanych. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura* 53: 59 — 68.
- Kieć J. 2000. Zróżnicowanie morfologiczne, ekologiczne i enzymatyczne gatunku *Avena fatua* L., występującego na polach Polski południowo-wschodniej. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Rozprawy* 260: 1 — 83.
- Korniak T. 1996. Studies on the variability of common wild oat (*Avena fatua*, *Poaceae*) in north – eastern Poland. *Fragm. Flor. Geobot.* 41: 501 — 505.
- Letouze A., Gasquez D., Vaccara D., Orlando J., Leterrier L., Roy C., Bouvard Derieux E. 1997. Development of new reliable quick tests and state of grass-weed herbicide resistance in France. [W:] *Proc. Int. Conf., Brighton, UK* 1: 325 — 330.
- Murray B., Friesen L., Beaulieu K., Morrison I. 1996. A seed bioassay to identify acetyl-CoA carboxylase inhibitor resistant wild oat (*Avena fatua*) populations. *Weed Technol.* 10: 85 — 89.
- Paradowski A. 2001. Rośnię problem owsa głuchego. *Top Agrar Pol.* 2: 68 — 71.
- Rola J., Kuźniewski E., Rola H., Gabińska K. 1980. Podstawowe wiadomości w zakresie prowadzenia doświadczeń rolniczych. Cz. III: Metodyka prowadzenia badań nad ekologią chwastów i ich zwalczaniem. *Wyd. IUNG, Puławy*: 40 — 42.
- Xie H., Quick W., Hsiao A. 1994. Effect of drought and formulation on wild oat (*Avena fatua*) control with imazamethabenz and fenoxaprop. *Crop Prot.* 13: 195 — 200.