

## OCENA FITOTOKSYCZNOŚCI HERBICYDU METAZACHLOR IMMOBILIZOWANEGO W HYDROŻELOWEJ MATRYCY ALGINIANOWEJ W STOSUNKU DO RZEPAKU OZIMEGO

RENATA MATUSZAK<sup>1</sup>, MAŁGORZATA WŁODARCZYK<sup>2</sup>

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

<sup>1</sup> Katedra Fizyki i Agrofizyki  
Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin

<sup>2</sup> Zakład Chemii Ogólnej i Ekologicznej  
Słowackiego 17, 71-434 Szczecin

### I. WSTĘP

Roślina uprawna pozbawiona opieki człowieka, ustępuje miejsca chwastom, które są groźnymi konkurentami o składniki pokarmowe, wodę i światło (Rola 1991). Dlatego stosowanie chemicznej ochrony przed chwastami stało się niezbędnym elementem technologii produkcji roślinnej. Jednym z niekorzystnych aspektów stosowania herbicydów jest fakt, że nie zawsze są one w pełni selektywne dla rośliny uprawnej. Mogą zakłócać szereg procesów życiowych, czego konsekwencją są zmiany w morfologii (np. nekrozy, zahamowanie wzrostu), a w skrajnych przypadkach obniżenie plonu (Zhang i wsp. 2008).

Coraz częstsze i bardziej powszechne staje się stopniowe przechodzenie na system rolnictwa integrowanego oraz ekologicznego. Do produkcji nowoczesnych form użytkowych środków ochrony roślin można wykorzystać procesy immobilizacji, oparte na kontrolowanym uwalnianiu substancji aktywnej. Wytwarzanie biopolimerowych mikroksułek może usprawnić stosowanie herbicydów, umożliwiając stopniowe, ciągle uwalnianie substancji aktywnej, co zapewnia odpowiednie ich stężenie przez dłuższy czas, przy zmniejszeniu ogólnej ilości zastosowanych środków ochrony roślin (Małyszka i Jankowski 2004; Włodarczyk i wsp. 2010).

Celem badań była ocena fitotoksyczności herbicydu metazachlor immobilizowanego w hydrożelowej kapsułce w stosunku do roślin rzepaku ozimego odmiany Bellevue.

### II. MATERIAŁ I METODY

Rośliny rzepaku (*Brassica napus* L.) odmiany Bellevue rosły w minifitotronie, w plastikowych pojemnikach, na podłożu piaskowym, podlewane pożywką Hoaglanda,

przy oświetleniu lampami HPL – R 400 (PPFD 200  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$ , fotoperiod 12h/12h), w temperaturze 16°C. W czasie wegetacji roślin utrzymywano stałą wilgotność podłoża na poziomie 70% polowej pojemności wodnej.

W badaniach zastosowano herbicyd metazachlor z grupy chloroacetanilidów. Metazachlor jest herbicydem selektywnym, inhibitorem kiełkowania, przenikającym przez korzenie i hipokotyl, stosowanym między innymi do zwalczania jednoročných chwastów jednoliściennych i dwuliściennych w rzepaku ozimym i jarym (Woźnica 2008).

Metazachlor zastosowano bezpośrednio po siewie rzepaku w formie standardowego preparatu Agro Metazachlor 500 SC i biopolimerowej mikrokapsułki według schematu przedstawionego w tabeli 1.

Tabela 1. Schemat badania  
Table 1. Diagram of the research

Obiekty Objects/Variant	Zawartość substancji aktywnej Active substance contents	Termin zabiegu Date application
Kontrola – Control		
Metazachlor (mikrokapsułki) (microcapsules)	1500 g/ha	na glebę, bezpośrednio po wysianiu roślin
Metazachlor (Agro Metazachlor 500 SC)	1000 g/ha 500 g/ha	on the soil immediately after sowing plants

Formulacja metazachloru w postaci biopolimerowej mikrokapsułki została otrzymana w Zakładzie Opakowalnictwa i Biopolimerów Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Surowcem zastosowanym do produkcji hydrożelowej matrycy był polimer z grupy anionowych polisacharydów, alginian sodu (Keltone HV) w postaci 1,5% roztworu. W celu utworzenia mikrokapsulek zawierających immobilizowaną substancję aktywną sporządzono emulsję o stężeniu substancji aktywnej równym 18,55% w mieszaninie rozpuszczalników – octan etylu:olej roślinny w stosunku 1:1. Po procesie homogenizacji trwającym 3 minuty, uzyskaną emulsję metazachloru wprowadzano metodą wkropleniową do środowiska środka sieciującego – roztworu chlorku wapnia, gdzie uzyskano sferyczne hydrożelowe mikrosfery o średnicy 0,30–0,35 mm (Włodarczyk i wsp. 2009).

Po 40 dniach trwania doświadczenia, w fazie 5–6 liści (BBCH 15–16) określono świeżą i suchą masę części nadziemnych oraz korzeni roślin rzepaku. Suchą masę badanych obiektów wyznaczono po wysuszeniu ich w suszarce przez 12 h w temperaturze 105°C.

Uzyskane rezultaty opracowano statystycznie przy pomocy programu Statistica, wersja 9.0.

### III. WYNIKI I Dyskusja

Mechanizm działania metazachloru, związku z grupy chloroacetamidów, polega na blokowaniu syntezy kwasów tłuszczowych o długich lub bardzo długich łańcuchach.

Herbicydy hamujące biosyntezę kwasów tłuszczowych o długich łańcuchach działają aktywnie na chwasty w czasie kiełkowania, dlatego stosuje się je wyłącznie doglebowo. Metazachlor jest inhibitorem kiełkowania, bardzo silnie działającym na rośliny w czasie kiełkowania nasion oraz krótko po wschodach. Gatunki roślin wrażliwe na działanie herbicydów z grupy chloroacetamidów, w tym metazachlor, wykazują charakterystyczne symptomy uszkodzeń: zwykle nie kiełkują lub kiełkują nieprawidłowo – bardzo wolno (inhibicja mitozy w merystemach pędowych), mają poskręcane liście, często początkowo o ciemnozielonym zabarwieniu, zatrzymują wzrost w fazie siewki i szybko zamierają (Woźnica 2008).

Opisane wyżej charakterystyczne zmiany zaobserwowano na siewkach rzepaku ozimego odmiany Bellevue. Objawy fitotoksycznego działania metazachloru widoczne były już po pierwszym tygodniu wzrostu roślin. Każda z zastosowanych w doświadczeniu dawek metazachloru, niezależnie od formy użytkowej (mikrokapsułka czy preparat), działała fitotoksycznie na wzrost roślin rzepaku ozimego odmiany Bellevue (rys. 1). Część nasion rzepaku nie wykiełkowała, część kiełkowała nieprawidłowo – bardzo powoli, siewki były zdeformowane, miały silnie poskręcane liście o ciemnozielonym zabarwieniu. Zaobserwowano zatrzymanie wzrostu w fazie siewki i zamieranie siewek.



Rys. 1. Rośliny rzepaku ozimego odmiany Bellevue po 6 tygodniach wzrostu poddane działaniu herbicydu metazachloru (1500 g s.a./ha), w formie biopolimerowej kapsułki (K) i preparatu Agro Metazachlor 500 SC (P)

Fig. 1. The plants of winter rape Bellevue cv. after 6 weeks growth, exposed to herbicide metazachlor (1500 g a.s./ha) on form hydrogel microcapsules (K) and current registered preparation (Agro Metazachlor 500 SC) (P)

W tabeli 2. przedstawiono wpływ metazachloru w formie biopolimerowej kapsułki i standardowej formie użytkowej (Agro Metazachlor 500 SC) na wartość świeżej i suchej masy części nadziemnej i korzeni roślin rzepaku ozimego odmiany Bellevue, po 6 tygodniach wzrostu.

Metazachlor, w obu badanych formach, wpłynął istotnie na zmniejszenie świeżej i suchej masy części nadziemnej i korzeni rzepaku w porównaniu z kontrolą (bez herbicydu) (tab. 2). Zaobserwowano zmniejszenie świeżej i suchej masy części nadziemnej i korzeni średnio o około 80 i 90% odpowiednio dla metazachloru w formie kapsułki

i preparatu w porównaniu z wynikami uzyskanymi w wariacie kontrolnym. Obniżenie dawki substancji aktywnej nie zmniejszyło fitotoksyczności metazachloru w stosunku do rzepaku odmiany Bellevue.

Tabela 2. Wpływ metazachloru na świeżą i suchą masę części nadziemnej i korzeni roślin rzepaku ozimego odmiany Bellevue

Table 2. Effect of metazachlor on fresh and dry weight of overground parts and roots of winter rape Bellevue cv.

Dawka metazachloru [g s.a./ha] Dose of the metazachlor [g a.s./ha]	Forma podania substancji aktywnej Application the active substances	Cześć nadziemna Overground parts		Korzenie Roots	
		świeża masa fresk weight [g]	sucha masa dry weight [g]	świeża masa fresk weight [g]	sucha masa dry weight [g]
0		5,306 a	0,577 a	1,750 a	0,242 a
1500	mikrokapsułka microcapsules	0,166 b	0,032 b	0,029 b	0,018 b
	Agro Metazachlor 500 SC	0,395 b	0,070 b	0,054 b	0,025 b
1000	mikrokapsułka microcapsules	0,190 b	0,035 b	0,047 b	0,014 b
	Agro Metazachlor 500 SC	0,323 b	0,073 b	0,043 b	0,015 b
500	mikrokapsułka microcapsules	0,492 b	0,073 b	0,051 b	0,017 b
	Agro Metazachlor 500 SC	0,836 b	0,121 b	0,121 b	0,042 b

Wartości w kolumnach, oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie, według testu Tukeya, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  – Values within columns marked by the same letter do not differ significantly at  $\alpha = 0.05$ , Tukey's test

Zmniejszenie wzrostu sorga o 41% i kukurydzy o 54% pod wpływem metazachloru zaobserwowali również Ekler i Stephenson (1989). Wpływ metazachloru na wzrost kukurydzy zbadali także Fuerst i wsp. (1991). Zaobserwowali oni zahamowanie wzrostu pędu i korzeni pod wpływem metazachloru. Uważają oni, że koleoptyl gra ważną rolę w tolerancji kiełkującego ziarniaka kukurydzy wobec metazachloru, ponieważ metazachlor jest lepiej absorbowany przez koleoptyl niż przez mezokotyl.

Majchrzak i wsp. (2008) prowadząc badania polowe dotyczące wpływu łącznego stosowania bifenoksu z metazachlorem w zwalczaniu chwastów w rzepaku ozimym, stwierdzili uszkodzenia rzepaku na wszystkich obiektach, poza kontrolnym. Objawami fitotoksycznymi było poparzenie blaszek liściowych rzepaku ozimego. Objawy te okazały się przemijające i nie były już zauważalne po rozpoczęciu wegetacji wiosennej rzepaku.

Badania fitotoksyczności metazachloru w stosunku do siewek rzepaku w nowej formie użytkowej (biopolimerowa kapsułka) i obecnie zarejestrowanego preparatu Agro

Metazachlor 500 SC, przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych, pozwalają wykluczyć wpływ innych czynników, w tym czynników pogodowych i w sposób kontrolowany obserwować oddziaływanie herbicydu na siewki rzepaku oraz jednoznacznie określić skutki oddziaływania środka ochrony roślin na wzrost i rozwój rzepaku. Na podstawie takich badań możliwe jest wskazanie odmian wrażliwych na herbicydy z różnych grup chemicznych.

Własne badania laboratoryjne wykazały, że rzepak odmiany Bellevue jest bardzo wrażliwy na substancję aktywną, jaką jest metazachlor. Należałoby przeprowadzić dalsze badania z uwzględnieniem różnych odmian i warunków polowych w celu wykania czy metazachlor nie jest obojętny także dla innych odmian rzepaku.

#### IV. WNIOSKI

1. Metazachlor w formie preparatu Agro Metazachlor 500 SC oraz biopolimerowej mikrokapsułki wykazał silne działanie fitotoksyczne w stosunku do nasion rzepaku odmiany Bellevue, hamując proces kiełkowania.
2. Zastosowanie metazachloru w maksymalnej dopuszczalnej dawce polowej oraz w dawkach niższych zarówno w formie preparatu, jak i mikrokapsułki uniemożliwiło, prawidłowy rozwój siewek rzepaku odmiany Bellevue.
3. Zaobserwowano istotne zmniejszenie biomasy siewek rzepaku Bellevue po zastosowaniu metazachloru w porównaniu do kontroli.

Praca wykonywana w ramach grantu MNiSW NN 305151433.

#### V. LITERATURA

- Ekler Z., Stephenson G.R. 1989. Physiological responses of maize and sorghum to four different safeners for metazachlor. *Weed Res.* 29 (3): 181–191.
- Fuerst E.P., Lamoureux G.L., Ahrens W.H. 1991. Mode of action of the dichloroacetamide antidote BAS 145–138 in corn: I. Growth responses and fate of metazachlor. *Pest. Bioch. Physiol.* 39 (2): 138–148.
- Majchrzak L., Pudelko J., Skrzypczak G. 2008. Wpływ łącznego stosowania bifenoksu z metazachlorem na zwalczanie chwastów w rzepaku ozimym. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 48 (1): 291–296.
- Małyszka T., Jankowski T. 2004. Controlled release formulations of atrazine produced by tumbling agglomeration. *J. Plant Protection Res.* 44 (3): 221–230.
- Rola J. 1991. Ekologiczno-ekonomiczne podstawy chemicznej walki z chwastami na polach uprawnych. *Materiały 31. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Rośl., cz. 1*: 110–124.
- Włodarczyk M., Muszyńska A., Siwek H., Bartkowiak A. 2010. Optymalizacja tworzenia i charakterystyka hydrożelowych mikrokapsulek o kontrolowanym uwalnianiu wybranych herbicydów. *Przemysł Chemiczny* 4: 581–586.
- Włodarczyk M., Siwek H., Bartkowiak A., Muszyńska A. 2009. Immobilizacja herbicydu metazachlor w hydrożelowych mikrokapsułkach. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 49 (3): 1461–1465.
- Woźnica Z. 2008. *Herbologia*. PWRiL, Poznań, 430 ss.

Zhang W.F., Zhang F., Raziuddin R., Gong H.J., Yang Z.M. 2008. Effects of 5-aminolevulinic acid on oilseed rape seedling growth under herbicide toxicity stress. *J. Plant Growth Regul.* 27: 159–169.

RENATA MATUSZAK, MAŁGORZATA WŁODARCZYK

EVALUATION OF PHYTOTOXICITY HERBICIDE  
METAZACHLOR IMMOBILIZING  
IN ALGINATE HYDROGEL MATRIX IN RELATION TO WINTER RAPE

**SUMMARY**

The influence of new metazachlor (hydrogel microcapsules) form on winter rape cv. Bellvue growth in comparison with current registered preparation (Agro Metazachlor 500 SC) which contains the same concentration of active substance.

**Key words:** phytotoxicity herbicide, rape, hydrogel microcapsules, metazachlor