

The influence of lead compounds on herbicide efficiency in the control of weeds occurring in the region affected by the emission of Copper Smelter GŁOGÓW

Wpływ związków ołowiu na skuteczność herbicydów w zwalczaniu chwastów występujących w rejonie emisji Huty Miedzi GŁOGÓW

Urszula Dopierała, Janusz Rosada

Summary

Agricultural areas in the vicinity of Copper Smelter GŁOGÓW (CSG) contain an increased level of copper and lead in the soils. The aim of the study was to determine whether the biotypes of *Chenopodium album* L. and *Matricaria perforata* Mérat infesting the areas affected by trace elements, and grown in the substratum with a diverse concentration of lead show a different reaction to selected herbicides used for their control. The efficiency of metamilon, linuron, MCPA and desmedipham + fenmedipham used at field doses reduced to 1/3 was tested against weed seedlings of *Ch. album* whereas the seedlings of *M. perforata* were controlled with isoproturon, rimsulfuron and amidosulfuron. The populations of *Ch. album* and *M. perforata* grown from the seeds of weeds infesting the region affected by dust emissions from CSG showed a similar reaction to the applied herbicides as the populations grown from weed seeds collected in the Wielkopolska region (area being outside the emission). The obtained results revealed statistically significant differences in the efficiency of selected herbicides applied at reduced doses only in the case of weeds grown on the substratum with a higher concentration of lead, recently not to be found in the soils affected by the emissions from CSG.

Key words: *Chenopodium album*, *Matricaria perforata*, heavy metals, lead, soil pollution, herbicide efficiency

Streszczenie

Tereny rolnicze sąsiadujące z Hutą Miedzi Głogów (HMG) zawierają zwiększone zawartości miedzi i ołowiu w glebach. Celem pracy było zbadanie czy biotypy *Chenopodium album* L. i *Matricaria perforata* Mérat, zasiedlające środowisko zanieczyszczone pierwiastkami śladowymi i rosnące na podłożu ze zróżnicowaną zawartością ołowiu (100–600 mg Pb²⁺/kg s.m.) wykazują różną reakcję na zwalczanie wybranymi herbicydami. Na siewkach *Ch. album* testowano skuteczność działania obniżonych do 1/3 dawek polowych metamilonu, linuronu, MCPA oraz desmedifamu z fenmedifamem, natomiast na siewkach *M. perforata* – izoproturonu, rimsulfuronu i amidosulfuronu. Populacje *Ch. album* i *M. perforata* otrzymane z nasion chwastów zasiedlających obecnie rejon objęty zasięgiem emisji pyłowych HMG, wykazywały podobną reakcję na herbicydy, jak populacje pochodzące z nasion chwastów zebranych w rejonie Wielkopolski (teren nie objęty emisją). Statystycznie istotne zmiany skuteczności działania niektórych herbicydów zastosowanych w obniżonych dawkach zaobserwowano jedynie w przypadku chwastów rosnących na podłożu z wyższymi zawartościami ołowiu w podłożu, który obecnie nie występuje już w glebach znajdujących się w zasięgu emisji HMG.

Słowa kluczowe: *Chenopodium album*, *Matricaria perforata*, metale ciężkie, ołów, zanieczyszczenie gleby, skuteczność herbicydów

Institut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Ekologii i Ochrony Środowiska
Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań
U.Dopierala@iorpib.poznan.pl

Wstęp / Introduction

Tereny rolnicze sąsiadujące z Hutą Miedzi Głogów (HMG) zawierają zwiększone zawartości miedzi (średnio 68,4–186,8 mg/kg s.m.) i ołowiu (średnio 37,5–73,1 mg/kg s.m.) w glebach, a także charakteryzują się podwyższonym poziomem cynku (średnio 32,8–42,1 mg/kg s.m.), kadmu (średnio 0,18–0,31 mg/kg s.m.) i arsenu (średnio 3,74–6,20 mg/kg s.m.). Pierwiastki te dostały się do gleb wraz z pyłami metalonośnymi emitowanymi do atmosfery w trakcie przerobu koncentratu miedziowego podczas wieloletniej działalności Huty (Rosada 2008; Siwek 2008). W związku z powszechnym stosowaniem na omawianych terenach różnorodnych środków ochrony roślin i równoczesną obecnością w/w pierwiastków śladowych w glebie istnieje realne prawdopodobieństwo ich współdziałania. Dotychczasowe badania nad wpływem zawartości miedzi i cynku w glebie na szybkość rozkładu oraz poziom pozostałości wybranych substancji aktywnych środków ochrony roślin wykazały, że wzrost zawartości cynku powodował przyspieszenie rozkładu pendimetliny, natomiast wzrost zawartości miedzi spowalniał rozkład metazachloru w glebie (Wróbel i wsp. 2010; Sadowski i wsp. 2011).

Celem pracy było wykazanie czy biotypy komosy białej (*Chenopodium album* L.) i maruny bezwonnej [*Matricaria perforata* Mérat = *Tripleurospermum indorum* (L.) Schulz-Bip.] zasiedlające środowisko zanieczyszczone pierwiastkami śladowymi różnią się reakcją na wybrane herbicydy w warunkach obecności różnych poziomów ołowiu w podłożu.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania wazonowe w warunkach szklarniowych prowadzono na siewkach komosy białej i maruny bezwonnej. Nasiona obu gatunków chwastów zebrano z pól różniących się zawartością ołowiu w glebie. Zbiór nasion dokonano z terenów objętych emisjami HMG na polach stanowiących stałe punkty monitoringowe gleb i roślin (nr 3, 21, 35, 70) (Rosada 2008) oraz z pola nie objętego emisją przemysłową, znajdującego się w Wielkopolsce (w miejscowości Winna Góra – WG). Gleby w punktach monitoringowych nr 3 i 70 charakteryzowały się wysoką zawartością ołowiu (100 i 94 mg/kg s.m.), natomiast pozostałe gleby: w punktach nr 21, 35 i w Winnej Górze oraz mieszanina ziemi kompostowej i piasku stanowiąca podłoże w doświadczeniach szklarniowych zawierały niższe stężenia tego pierwiastka (odpowiednio 39, 26, 51 i 36 mg/kg s.m.).

Do wazonów napełnionych mieszaniną ziemi kompostowej i piasku (2:1) wzbogaconej ołowiem pikowano po 5 siewek chwastów uzyskanych z zebranych nasion. Przygotowanie podłoża sztucznie wzbogaconego w ołów polegało na dodaniu do powietrznie suchych próbek podłoża określonych ilości roztworu octanu ołowiu w celu otrzymania odpowiednich stężeń, tj. 100, 300 i 600 mg Pb²⁺/kg suchej masy. Kombinację kontrolną stanowił wariant 0, który nie zawierał dodatkowego ołowiu w podłożu. Odczyn podłoża we wszystkich kombinacjach wahał się od obojętnego do zasadowego (pH 6,8–7,0).

Po osiągnięciu przez siewki fazy od 4 do 8 liści opryskiwano je wytypowanymi herbicydami stosowanymi powszechnie: metamidon, desmedifam + fenmedifam, MCPA, izoproturon, rimsulfuron, amidosulfuron. W przypadku herbicydu przedwiosennego (doglebowego), jakim był linuron, zabieg wykonano 6 dni po pikowaniu siewek komosy. Herbicydy stosowano w dawce obniżonej do 1/3 dawki polowej. Zabiegi przeprowadzono w kabinie opryskowej zaopatrzonej w dyszę o stałych parametrach.

Skuteczność herbicydów określano po 2 tygodniach od zabiegu metodą wagową przez porównanie świeżej masy części nadziemnych roślin (pędów) w zależności od ilości ołowiu dodanego do podłoża oraz od pochodzenia nasion. Jeden pomiar stanowiła świeża masa pięciu pędów wyrażona w gramach. Testy przeprowadzono w dwóch seriach. Poszczególne kombinacje w obrębie jednej serii składały się z 4 powtórzeń.

Przy statystycznym opracowaniu wyników posłużono się analizą wariancji wielokrotnej (test ANOVA) za pomocą programu WinSTAT wersja 2001.1 s.n.71920966 firmy R.Fitch Software.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

W warunkach szklarniowych, ołów dodany do podłoża zasadniczo nie wpływał w sposób istotny na skuteczność działania obniżonych dawek metamidonu, desmedifamu + fenmedifamu, linuronu i MCPA (tab. 1). Jedynie obecność wyższych stężeń ołowiu w podłożu (300 i 600 mg/kg s.m.) powodowała statystycznie istotne obniżenie skuteczności działania metamidonu w populacji komosy białej pochodzącej z punktu monitoringowego nr 35 oraz w przypadku MCPA statystycznie istotne zwiększenie skuteczności jego działania u populacji pochodzącej z Winnej Góry w porównaniu do wariantu 0.

Ołów dodany do podłoża nie wpływał także w sposób istotny na skuteczność działania obniżonej dawki izoproturonu w zwalczaniu maruny bezwonnej (tab. 2). Rimsulfuron wykazywał zwiększoną skuteczność działania (statystycznie istotną) w obecności wyższych stężeń ołowiu w podłożu (300 i 600 mg/kg s.m.) u populacji pochodzącej z Winnej Góry oraz z punktu monitoringowego nr 21. W przypadku amidosulfuronu obecność wyższych stężeń ołowiu w podłożu powodowała statystycznie istotne obniżenie skuteczności jego działania u wszystkich testowanych populacji w porównaniu do wariantu bez dodatku ołowiu.

W środowiskach objętych praktyką rolniczą, sadowniczą czy ogrodniczą wykorzystywane są równocześnie różne środki chemiczne stosowane w ochronie roślin (Swarcewicz 2002). W państwach wysoko rozwiniętych, zwłaszcza na obszarach uprzemysłowionych, zanieczyszczonych metalami ciężkimi, dodatkowy problem stanowi interakcja środków ochrony roślin z tymi metalami (Wróbel i wsp. 2010; Sadowski i wsp. 2011). Dotychczasowy zakres badań nad współzależnością aktywności środków ochrony roślin z metalami ciężkimi jest niewielki i są to z reguły badania toksykologiczne na roślinach modelowych (Dopierała 2010).

Tabela 1. Świeża masa [g] nadziemnych części roślin (pędów) trzech populacji *Ch. album* po 14 dniach od oprysku herbicydami w dawkach obniżonych do 1/3 dawki pełnej w zależności od ilości ołowiu dodanego do podłożaTable 1. Fresh weight [g] of above ground parts (shoots) of three populations of *Ch. album* measured 14 days after spraying with herbicides at doses reduced to 1/3 of full dose depending on quantity of lead added into the substratum

Pochodzenie populacji Origin of population	Ilość ołowiu dodanego do podłoża [mg/kg s.m.] Quantity of lead added into the substratum [mg/kg of d.m.]			
	0	100	300	600
świeża masa pędów [g] – fresh weight of shoots [g]				
Metamitron				
WG*	2,71±0,398 ab**	2,65±0,694 ab	2,66±0,444 ab	2,41±0,267 ab
70*	2,82±0,598 a	2,62±0,437 ab	2,74±0,286 ab	2,69±0,318 ab
35*	2,34±0,271 b	2,35±0,299 b	2,78±0,406 a	2,78±0,358 a
Desmedipham + Fenmedipham				
WG	1,19±0,449 ab**	1,13±0,327 ab	0,99±0,396 b	0,93±0,254 b
70	1,50±0,457 a	1,49±0,319 a	1,19±0,382 ab	1,27±0,462 ab
35	1,18±0,569 ab	1,46±0,513 a	1,27±0,392 ab	1,20±0,292 ab
Linurone				
WG	0,28±0,063 abc**	0,30±0,047 abc	0,25±0,060 bc	0,23±0,056 c
70	0,27±0,066 abc	0,24±0,040 bc	0,27±0,044 abc	0,30±0,109 abc
35	0,35±0,118 a	0,30±0,095 abc	0,30±0,079 abc	0,32±0,085 ab
MCPA				
WG	2,92±0,428 b**	2,71±0,325 bcd	2,55±0,282 cd	2,41±0,255 d
70	2,50±0,240 cd	2,69±0,273 bcd	2,77±0,421 bc	2,55±0,373 cd
35	3,45±0,361 a	3,31±0,444 a	3,64±0,506 a	3,57±0,372 a

*populacje *Ch. album* oznaczone jako 70 i 35 pochodziły z pól stanowiących stałe punkty monitoringowe w rejonie HMG (Dolny Śląsk) (Rosada 2008), natomiast symbolem WG oznaczono populację pochodzącą z Winnej Góry (Wielkopolska)

*populations of *Ch. album* marked as 70 and 35 originated from the fields which are stable monitoring points in HMG region (Lower Silesia) (Rosada 2008), and as WG marked the population from Winna Góra (Wielkopolska region)

**we wszystkich doświadczeniach wartości liczbowe oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie $p < 0,05$

**in all experiments values followed by the same letter are not significantly different at $p < 0.05$

Tabela 2. Świeża masa [g] nadziemnych części roślin (pędów) trzech populacji *M. perforata* po 14 dniach od oprysku herbicydami w dawkach obniżonych do 1/3 dawki pełnej w zależności od ilości ołowiu dodanego do podłożaTable 2. Fresh weight [g] of above ground parts (shoots) of three populations of *M. perforata* 14 days after spraying with herbicides at doses reduced to 1/3 of full dose depending on quantity of lead added into the substratum

Pochodzenie populacji Origin of population	Ilość ołowiu dodanego do podłoża [mg/kg s.m.] Quantity of lead added into the substratum [mg/kg of d.m.]			
	0	100	300	600
świeża masa pędów [g] – fresh weight of shoots [g]				
Isoproturon				
WG*	0,62±0,115 ab**	0,63±0,141 ab	0,63±0,076 ab	0,56±0,074 abc
3*	0,57±0,105 abc	0,60±0,165 abc	0,52±0,136 bc	0,48±0,181 c
21*	0,61±0,086 ab	0,66±0,167 a	0,58±0,127 abc	0,56±0,075 abc
Rimsulfuron				
WG	0,18±0,017 abc**	0,19±0,018 abc	0,17±0,035 cd	0,14±0,021 e
3	0,19±0,024 abc	0,18±0,055 bc	0,16±0,008 cde	0,16±0,013 cde
21	0,21±0,031 a	0,20±0,022 ab	0,17±0,024 cd	0,15±0,026 de
Amidosulfuron				
WG	0,38±0,056 f**	0,41±0,116 def	0,44±0,067 cdef	0,46±0,010 bcde
3	0,44±0,054 cdef	0,47±0,068 abcd	0,52±0,054 ab	0,49±0,044 abc
21	0,39±0,121 ef	0,47±0,065 abcd	0,47±0,079 abcd	0,54±0,085 a

*populacje *M. perforata* oznaczone jako 3 i 21 pochodziły z pól stanowiących stałe punkty monitoringowe w rejonie HMG (Dolny Śląsk) (Rosada 2008), natomiast symbolem WG oznaczono populację pochodzącą z Winnej Góry (Wielkopolska)

*populations of *M. perforata* marked as 3 and 21 originated from the fields which are stable monitoring points in HMG region (Lower Silesia) (Rosada 2008), and as WG marked the population from Winna Góra (Wielkopolska region)

**we wszystkich doświadczeniach wartości liczbowe oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie $p < 0,05$

**in all experiments values followed by the same letter are not significantly different at $p < 0.05$

W przeprowadzonych doświadczeniach statystycznie istotne zmiany skuteczności działania obniżonych dawek takich herbicydów, jak metamitron i MCPA dla komosy białej oraz amidosulfuron i rimsulfuron dla maruny bezwonnej związane są jedynie z wyższymi stężeniami ołowiu w podłożu (300 i 600 mg/kg s.m.). W tych przypadkach zmiany skuteczności działania testowanych herbicydów mogą być między innymi powiązane ze zmianą właściwości fizykochemicznych substancji aktywnej herbicydu w obecności nadmiernych ilości ołowiu w podłożu (np. poprzez kompleksowanie).

Opierając się na wieloletnich badaniach monitoringowych gleb prowadzonych w rejonie HMG przez Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy (IOR – PIB) w Poznaniu tak wysokie stężenia ołowiu, jak w doświadczeniach wazonowych (zwłaszcza dwa najwyższe z nich) nie występują już w glebach znajdujących się w zasięgu emisji Huty. Aktualne stężenie Pb w glebach o najwyższym stopniu zanieczyszczenia tym pierwiastkiem wynosi od 100 do 120 mg/kg suchej masy gleby (obowiązująca obecnie norma = 100 mg/kg s.m. gleby) (Rosada 2008). Z doniesień Rosady (2008) wynika, że zawartość ołowiu oraz innych pierwiastków śladowych (Cu, Zn, Cd, As) w roślinach uprawianych w rejonie HMG bardziej zależy od ilości aktualnie emitowanych do atmosfery pyłów metalonośnych osiadających na powierzchni części nadziemnych niż od intensywności pobierania tych pierwiastków z gleby przez system korzeniowy. W ostatnich trzydziestu latach, na skutek prowadzonych intensywnych działań proekologicznych HMG znacznie zredukowała ilość emitowanych do atmosfery pyłów metalonośnych (wielkość aktualnej emisji ołowiu oscyluje wokół 5 Mg/rok). Dzięki temu ilość ołowiu zakumulowanego w warstwie ornej gleb utrzymuje się na stałym poziomie, z czego ponad 70% jest unieruchomiona we frakcjach mało mobilnych, trudno dostępnych dla roślin (zwłaszcza we frakcji organicznej) (Rosada 2008).

We wcześniejszych badaniach prowadzonych w IOR – PIB wykazano niewielki wpływ miedzi zawartej w pod-

łożu na skuteczność działania wybranych herbicydów testowanych na populacjach *Ch. album* i *M. perforata* pochodzących z okolic HMG i Wielkopolski. Populacje uzyskane z nasion zebranych w rejonie emisji HMG charakteryzowały się lepszymi zdolnościami adaptacyjnymi w warunkach podwyższonego poziomu miedzi w glebie, które mogły wynikać z nabytej tolerancji tych gatunków chwastów na nadmiar miedzi w środowisku. Zwiększona tolerancja na miedź nie powodowała jednak zmian w skuteczności działania herbicydów (Dopierała 2005, 2008, 2010; Dopierała i Rosada 2011).

W niniejszej pracy wykazano, że populacje *Ch. album* i *M. perforata* pochodzące z pól charakteryzujących się różnymi stężeniami ołowiu w glebie wykazują podobną reakcję na herbicydy, jak w przypadku zróżnicowanych stężeń miedzi. Dotyczy to zwłaszcza tych stężeń ołowiu w podłożu, jakie odpowiadają aktualnemu stanowi środowiska rolniczego w rejonie objętym zasięgiem emisji pyłowych HMG.

Wnioski / Conclusions

1. Populacje komosy białej i maruny bezwonnej zasiedlające od wielu lat rejon objęty zasięgiem emisji pyłowych Huty Miedzi GŁOGÓW wykazują podobną reakcję na herbicydy, jak populacje pochodzące z Wielkopolski (z terenów nie objętych emisją pyłów metalonośnych), co wskazuje na brak interakcji między skutecznością działania testowanych herbicydów a wytworzeniem się w roślinach systemów obronnych przed nadmiarem związków ołowiu w środowisku.
2. Przy obecnym stanie środowiska rolniczego znajdującego się w zasięgu emisji przemysłowych Huty Miedzi GŁOGÓW nie istnieje potrzeba opracowania specjalnych programów w zakresie stosowania herbicydów.

Literatura / References

- Dopierała U. 2005. Chemical control of common lambsquarters *Chenopodium album* L. (*Chenopodiaceae*) originated from industry polluted areas. Ecol. Chem. Eng. 12 (10): 1051–1056.
- Dopierała U. 2008. Effectiveness of herbicides control of *Tripleurospermum indorum* (L.) Schultz-Bip. from the region of Copper Foundry „Głogów” action. Ecol. Chem. Eng. A 15 (1–2): 41–45.
- Dopierała U. 2010. Ocena skuteczności wybranych herbicydów w zwalczaniu chwastów na terenach objętych oddziaływaniem przemysłu. Praca doktorska, Inst. Ochr. Roślin – PIB, Poznań, 118 ss.
- Dopierała U., Rosada J. 2011. Wzrost i rozwój chwastów na glebach pobranych w rejonie oddziaływania emisji Huty Miedzi GŁOGÓW. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 51 (1): 338–341.
- Rosada J. 2008. Stan środowiska rolniczego w rejonie oddziaływania emisji Huty Miedzi GŁOGÓW. Rozpr. Nauk. Inst. Ochr. Roślin – PIB 19, 110 ss.
- Sadowski J., Kucharski M., Wróbel S. 2011. Wpływ miedzi na rozkład pozostałości metazachloru w glebie. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 51 (2): 737–739.
- Siwek M. 2008. Rośliny w skażonym metalami ciężkimi środowisku poprzemysłowym. Część II. Mechanizmy detoksyfikacji i strategię przystosowania roślin do wysokich stężeń metali ciężkich. Wiad. Bot. 52 (3/4): 7–23.
- Swarcewicz M. 2002. Studia nad trwałością wybranych herbicydów w obecności innych ksenobiotyków w środowisku glebowym. Akademia Rolnicza Szczecin, Rozprawy 208, 94 ss.
- Wróbel S., Kaus A., Sienkiewicz U., Sadowski J. 2010. Wpływ metali ciężkich na pozostałości pendimetaliny w glebie. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 50 (2): 863–866.