

## The growth and development of weeds on the substratum with different content of lead compounds

### Wzrost i rozwój chwastów na podłożu z różną zawartością związków ołowiu

Janusz Rosada, Urszula Dopierała, Joanna Łukaszyk

#### Summary

The aim of the study was to compare the influence of increased doses of lead added to the substratum on the growth and development of selected biotypes three weed species (*Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* and *Matricaria perforata* Mérat). Weed seeds destined for pot experiments, were collected from the agricultural region affected by dust emission of Copper Smelter GŁOGÓW (CSG) and from the fields outside the emission, located in the Wielkopolska region. The results of the experiments carried out in greenhouse conditions showed that the presence of lead in the substratum at the concentration ranging from 100 to 600 mg Pb<sup>2+</sup>/kg d.m. only slightly influenced the growth and development of tested weed species irrespective of seed origin, possibly due to weak availability and mobility of this element in plants.

**Key words:** *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Matricaria perforata*, heavy metals, lead, soil pollution, growth and development of plants

#### Streszczenie

Celem badań było porównanie wpływu wzrastających dawek ołowiu dodanego do podłoża na wzrost i rozwój wybranych biotypów trzech gatunków chwastów (*Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L. i *Matricaria perforata* Mérat). Nasiona chwastów przeznaczone do doświadczeń wazonowych zbierano w rejonie rolniczym objętym oddziaływaniem emisji pyłowych Huty Miedzi GŁOGÓW (HMG) oraz na polach uprawnych nie objętych emisją, zlokalizowanych na terenie Wielkopolski. Przeprowadzone badania szklarniowe wykazały, że obecność ołowiu w podłożu w stężeniu 100–600 mg Pb<sup>2+</sup>/kg s.m. tylko w niewielkim stopniu wpłynęła na wzrost i rozwój testowanych gatunków chwastów niezależnie od ich pochodzenia, co tłumaczy się słabą przyswajalnością i mobilnością tego pierwiastka w roślinach.

**Słowa kluczowe:** *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Matricaria perforata*, metale ciężkie, ołów, zanieczyszczenie gleby, wzrost i rozwój roślin

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

## Wstęp / Introduction

Nadmiar metali ciężkich w środowisku może powodować wykształcenie się u roślin różnorodnych reakcji obronnych na tę sytuację stresową (Siwek 2008). Istnieje niewielka liczba doniesień o tego typu reakcjach u roślin segetalnych zasiedlających tereny rolnicze objęte wieloletnim oddziaływaniem zanieczyszczeń przemysłowych (Brej 1998; Dopierała i Rosada 2011). W zasięgu emisji pyłowych Huty Miedzi GŁOGÓW (HMG) miedź i ołów występują nadal w podwyższonych ilościach w większości gleb. Dostały się one do tamtejszych gleb przede wszystkim w początkowych latach istnienia Huty (przełom lat 70. i 80. XX wieku), kiedy emisja pyłowa z tego zakładu była kilkasetkrotnie wyższa niż obecnie (Rosada 2008).

Celem pracy było porównanie wpływu różnych dawek ołowiu dodanego do podłoża na wzrost i rozwój wybranych biotypów trzech gatunków chwastów: komosy białej (*Chenopodium album* L.), szarłat szorstkiego (*Amaranthus retroflexus* L.) i maruny bezwonnej [*Matricaria perforata* Mérat = *Tripleurospermum indorum* (L.) Schulz-Bip.], których nasiona pochodziły z rejonu rolniczego objętego oddziaływaniem emisji pyłowych Huty Miedzi GŁOGÓW oraz z pól uprawnych nie objętych emisją, zlokalizowanych na terenie Wielkopolski.

## Materiały i metody / Materials and methods

Badania wazonowe w warunkach szklarniowych prowadzono na siewkach komosy białej, szarłat szorstkiego

i maruny bezwonnej. Do wazonów napełnionych mieszaniną ziemi kompostowej i piasku (2:1) wzbogaconej ołowiem pikowano siewki chwastów uzyskanych z nasion zebranych w Wielkopolsce (w miejscowości Winna Góra – WG) oraz w stałych punktach monitoringowych gleb i roślin w rejonie HMG (Rosada 2008). Nasiona tych chwastów pochodziły z pól różniących się zawartością ołowiu, a także innych pierwiastków śladowych, takich jak: miedź, cynk, kadm i arsen (tab. 1).

Przygotowanie podłoża sztucznie wzbogaconego w ołów polegało na dodaniu do powietrznie suchych próbek podłoża określonych ilości roztworu octanu ołowiu w celu uzyskania odpowiednich stężeń, tj. 100, 300 i 600 mg Pb<sup>2+</sup>/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 6,9–7,1).

Po czterech tygodniach od pikowania porównywano wzrost i rozwój roślin (świeża masa pędów metodą wagową, poziom chlorofilu metodą Arnona) w zależności od ilości ołowiu dodanego do podłoża oraz od pochodzenia nasion. Ekstrakcję chlorofilu a + b przeprowadzono w 80% roztworze acetonu. Zawartość barwników mierzono przy długości fali 663 i 645 nm (Arnon 1949).

W metodzie wagowej jeden pomiar stanowiła świeża masa nadziemnych części (pędów) pięciu roślin wyrażona w gramach. Testy dla każdej populacji i gatunku chwastu przeprowadzono w dwóch seriach. Poszczególne kombinacje w obrębie jednej serii składały się z 4 powtórzeń (wazonów).

Tabela 1. Zawartość metali ciężkich (Pb, Cu, Zn, Cd) i arsenu (As) w glebach, z których pochodziły nasiona roślin używanych w doświadczeniach szklarniowych oraz w mieszaninie ziemi kompostowej i piasku stanowiącej podłoże w wazonach

Table 1. Content of heavy metals (Pb, Cu, Zn, Cd) and arsenic (As) in soils from witch seeds were collected and used in greenhouse experiments and in a mix of compost soil and sand as substratum used in pot experiments

Zawartość całkowita pierwiastków [mg/kg s.m.] Total content of elements [mg/kg of d.m.]					
	Pb	Cu	Zn	Cd	As
Nr gleby / miejscowość No. of soil / locality	gleby z okolicy Głogowa (Dolny Śląsk) soils from the vicinity of Głogów (Lower Silesia region)				
3 / Żukowice*	100,0	213,7	46,4	0,43	3,08
21 / Brzeg Głogowski*	38,8	109,9	26,3	0,26	4,40
35 / Ceber*	25,9	75,5	33,2	0,18	3,13
70 / Glinica*	93,6	141,7	37,6	0,22	2,98
Symbol / miejscowość Symbol / locality	gleba z okolicy Poznania (Wielkopolska) soil from the vicinity of Poznań (Wielkopolska region)				
WG / Winna Góra	50,7	43,9	53,7	0,27	3,04
Mieszanina ziemi kompostowej i piasku (2:1) Mix of compost soil and sand (2:1)					
	36,2	47,6	29,6	0,28	3,26
Norma zawartości metali według Dz.U. Nr 165, poz. 1359 Standard of metal contents by Journal of Laws, No. 165, Item 1359					
	100	150	300	4	20

\*gleby oznaczone numerami 3, 21, 35 i 70 pochodziły z pól stanowiących stałe punkty monitoringowe w rejonie Huty Miedzi GŁOGÓW (Rosada 2008)

\*soils marked as 3, 21, 35 and 70 originated from the fields which are stable monitoring points in Copper Smelter GŁOGÓW region (Rosada 2008)

Tabela 2. Świeża masa pędów [g] po 3 tygodniach wzrostu siewek trzech gatunków chwastów na podłożu z różną zawartością ołowiu  
Table 2. Fresh weight of shoots [g] after 3 weeks of the development of three weed populations' seedlings in substratum with different content of lead

Pochodzenie populacji Origin of population	Ilość ołowiu dodanego do podłoża [mg/kg s.m.] Quantity of lead added into the substratum [mg/kg d.m.]			
	0	100	300	600
świeża masa pędów [g] – fresh weight of shoots [g]				
<i>Komosa biała – Chenopodium album</i>				
WG*	6,32±0,613 ab**	6,37±0,933 ab	5,71±0,923 bc	5,39±0,915 c
70*	5,79±1,242 abc	6,34±1,444 ab	6,22±1,273 abc	5,03±1,101 abc
35*	6,51±0,629 ab	6,64±0,630 a	6,78±0,995 a	6,55±0,718 ab
<i>Szarłat szorstki – Amaranthus retroflexus</i>				
WG	11,37±0,863 de**	12,14±1,145 cd	12,58±1,001 cd	12,52±0,785 cd
70	13,17±1,761 bc	14,62±1,100 a	14,22±1,409 ab	14,60±0,934 a
35	10,46±1,275 e	11,34±0,622 de	12,52±0,981 cd	12,52±0,710 cd
<i>Maruna bezwonna – Matricaria perforata</i>				
WG	5,89±1,235 a**	6,08±1,194 a	6,02±1,012 a	5,74±0,911 a
3*	6,16±1,217 a	6,17±1,233 a	5,90±0,971 a	5,79±0,918 a
21*	6,37±1,592 a	6,32±1,299 a	6,35±1,138 a	5,91±0,887 a

\*populacje oznaczone jako 70, 35, 21, 3 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 marked as 70, 35, 21, 3 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  $p < 0,05$

Poziom chlorofilu a + b podano w tabeli 3. w postaci średniej arytmetycznej z dwóch doświadczeń. Z każdego doświadczenia pobierano po dwie równoległe próby.

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

Dodanie do podłoża ołowiu w ilościach 100, 300 i 600 mg  $Pb^{2+}$ /kg s.m. powodowało niewielkie wahania (statystycznie nieistotne) świeżej masy pędów u wszystkich badanych populacji *Ch. album* i *M. perforata* (tab. 2). Wyjątek stanowiła populacja *Ch. album* pochodząca z Winnej Góry, która rosła na podłożu o najwyższym poziomie ołowiu, gdzie zanotowano obniżenie świeżej masy pędów statystycznie różniące się od świeżej masy pędów roślin rosnących na podłożach z niższą zawartością tego pierwiastka.

Natomiast w przypadku *A. retroflexus*, świeża masa pędów zwiększała się wraz ze wzrostem poziomu ołowiu w podłożu niezależnie od pochodzenia populacji. Przy najwyższej ilości ołowiu dodanego do podłoża (600 mg  $Pb^{2+}$ /kg s.m.), dla obu populacji pochodzących z okolicy Głogowa, świeża masa pędów różniła się statystycznie istotnie w porównaniu do świeżej masy pędów z podłoża bez dodanego ołowiu.

W liściach badanych roślin wahaniom ulegał również poziom chlorofilu a + b w zależności od ilości ołowiu dodanego do podłoża (tab. 3). Zmiany te były jednak

statystycznie nieistotne, za wyjątkiem populacji *A. retroflexus* pochodzącej z Winnej Góry i rosnącej na podłożu z najwyższą zawartością dodanego ołowiu (600 mg  $Pb^{2+}$ /kg s.m.). W tym przypadku obniżenie zawartości chlorofilu było statystycznie istotne w porównaniu do kombinacji bez dodatku ołowiu.

Ołów należy do pierwiastków zbytecznych dla prawidłowego przebiegu procesów metabolicznych w organizmach żywych. Obecność ołowiu w środowisku, niezależnie od stężenia, jest zawsze szkodliwa i dlatego zalicza się go do pierwiastków toksycznych. Poziom znajdującego się w roztworze glebowym rozpuszczalnego ołowiu, a więc dostępnego dla roślin, zależy od wielu czynników, m.in. od struktury i odczynu gleby, zawartości i rodzaju materii organicznej, temperatury i wilgotności gleby oraz obecności różnych jonów (np. wapnia, fosforu), a także związków chelatujących. Ołów podobnie, jak miedź, wykazuje duże powinowactwo do materii organicznej, przez którą jest silnie wiązany. Największą fitotoksyczność ołowiu stwierdza się w glebie mineralnej lekkiej (piasek słabogliniasty), a najmniejszą w glebie organicznej (torf niski) (Woźny 1995; Gorlach i Gambus 2000; Rosada 2008).

Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że ołów został częściowo zaabsorbowany przez substancję organiczną obecną w mieszaninie ziemi kompostowej i piasku, stąd jego słabsze oddziaływanie na wzrost i rozwój testowanych chwastów (tab. 2, 3).

Ewais (1997) używając jako podłoża gleby gliniastej (niska zawartość materii organicznej), już przy stężeniu 100 i 200 mg/kg octanu ołowiu wykazał istotne obniżenie świeżej masy pędów oraz zawartości chlorofilu a + b

Tabela 3. Zawartość chlorofilu a + b [mg/g świeżej masy] w liściach po 3 tygodniach wzrostu siewek trzech gatunków chwastów w zależności od ilości ołowiu dodanego do podłoża

Table 3. The chlorophyll a + b content [mg/g of fresh mass] in the leaves after 3 weeks of growing of three weed populations' seedlings as dependent on quality 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 d.m.]			
	0	100	300	600
zawartość chlorofilu a + b [mg/g świeżej masy] the chlorophyll a + b content [mg/g of fresh mass]				
Komosa biała – <i>Chenopodium album</i>				
WG*	2,202±0,098 ab**	2,226±0,227 a	2,034±0,188 b	2,101±0,053 ab
70*	2,161±0,148 ab	2,214±0,189 a	2,115±0,092 ab	2,211±0,125 ab
35*	2,056±0,107 ab	2,072±0,151 ab	2,093±0,076 ab	2,173±0,083 ab
Szarłat szorstki – <i>Amaranthus retroflexus</i>				
WG	2,365±0,040 ab**	2,273±0,117 abc	2,270±0,113 abc	2,218±0,101 c
70	2,334±0,084 abc	2,384±0,079 a	2,394±0,177 a	2,372±0,051 ab
35	2,309±0,079 abc	2,317±0,061 abc	2,360±0,097 ab	2,249±0,043 bc
Maruna bezwonna – <i>Matricaria perforata</i>				
WG	2,375±0,156 ab**	2,374±0,120 ab	2,433±0,219 a	2,351±0,092 ab
3*	2,374±0,047 ab	2,292±0,078 ab	2,283±0,114 ab	2,303±0,154 ab
21*	2,295±0,094 ab	2,226±0,143 b	2,288±0,183 ab	2,298±0,137 ab

\*populacje oznaczone jako 70, 35, 21, 3 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 marked as 70, 35, 21, 3 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 roślinach *Ch. album*, *Cyperus difformis* i *Digitaria sanguinalis*.

We wcześniejszych badaniach prowadzonych w Instytucie Ochrony Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym w Poznaniu, które dotyczyły wpływu nadmiaru miedzi na wzrost i rozwój *Ch. album* i *T. indorum* (*M. perforata*) także stwierdzono niewielkie różnice między populacjami chwastów pochodzących z okolicy Głogowa i Wielkopolski (Dopierała 2009a, b).

Wynika z tego, że ołów (podobnie jak miedź) mimo silnego nagromadzenia w glebach na skutek wieloletniej działalności HMG nie spowodował widocznych zmian w populacjach chwastów dominujących w tym rejonie. Świadczy to o silnym związaniu tego metalu w kompleksie sorpcyjnym gleb występujących w tym rejonie (Rosada 2008).

## Wnioski / Conclusions

1. Rośliny komosy białej i szarłatu szorstkiego pochodzące z rejonu emisji HMG posiadały lepsze zdolności adaptacyjne w warunkach nadmiaru octanu ołowiu w podłożu niż populacje chwastów pochodzących z Wielkopolski.
2. W doświadczeniach wazonowych wykazano niewielki wpływ octanu ołowiu, którym sztucznie wzbogacono podłoże, na wzrost i rozwój testowanych gatunków chwastów uzyskanych z nasion pochodzących zarówno z rejonu oddziaływania emisji przemysłowych HMG, jak i z terenu Wielkopolski.
3. Spośród trzech gatunków chwastów, których nasiona pochodziły z rejonu emisji przemysłowych, najlepsze właściwości umożliwiające wzrost i rozwój gatunku posiadała *A. retroflexus*.

## Literatura / References

- Arnon D.J. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. *Plant Physiol.* 24: 1–15.
- Brej T. 1998. Heavy metal tolerance in *Agropyron repens* (L.) P. Beauv. populations from the Legnica copper smelter area, Lower Silesia. *Acta Soc. Bot. Pol.* 67: 325–333.
- Dopierała U. 2009a. Effect of copper and temperature on the growth and chlorophyll content of scentless mayweed (*Tripleurospermum indorum* (L.) Schultz-BIP.) originated from vicinity of GŁOGÓW Copper Smelter. *Ecol. Chem. Eng.* 16 (7): 739–743.

- Dopierała U. 2009b. Wpływ miedzi na wzrost i zawartość chlorofilu u komosy białej (*Chenopodium album* L.) zasiedlającej pola uprawne w okolicy Huty Miedzi GŁOGÓW. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 49 (1): 326–329.
- 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.
- Ewais E.A. 1997. Effects of cadmium, nickel and lead on growth, chlorophyll content and proteins of weeds. *Biologia Plantarum* 39 (3): 403–410.
- Gorlach E., Gambuś F. 2000. Potencjalnie toksyczne pierwiastki śladowe w glebach (nadmiar, szkodliwość i przeciwdziałanie). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 472: 275–296.
- Rosada J. 2008. Stan środowiska rolniczego w rejonie oddziaływania emisji Huty Miedzi GŁOGÓW. Rozpr. Nauk. Inst. Ochr. Roślin – PIB 19, 110 ss.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dziennik Ustaw Nr 165, Poz. 1359.
- Siwek M. 2008. Rośliny w skażonym metalami ciężkimi środowisku przemysłowym. Część II. Mechanizmy detoksyfikacji i strategię przystosowania roślin do wysokich stężeń metali ciężkich. *Wiad. Bot.* 52 (3/4): 7–23.
- Woźny A. 1995. Ołów w Komórkach Roślinnych: Pobieranie, Reakcje, Odporność. Wyd. Sorus, Poznań, 170 ss.