

WPLYW PRZEMYSŁU MIEDZIOWEGO NA ZAWARTOŚĆ MIEDZI, OŁOWIU I CYNKU W ROŚLINACH PASZOWYCH

*Zbigniew Dobrzański¹, Roman Kołacz¹, Helena Górecka²,
Władysław Malarz³, Anna Rudnicka¹*

¹Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Akademia Rolnicza, , ul. Chełmońskiego 38 C
51-630 Wrocław, e-mail: khz@ozi.ar.wroc.pl

²Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, ul. Norwida 4/6, 50-373 Wrocław
e-mail: kchoj@iic.pwr.wroc.pl

³Wydział Rolniczy, Akademia Rolnicza, ul. C.K. Norwida 25, 50-375 Wrocław
e-mail: malarz@ekonom.ar.wroc.pl

Streszczenie. Dokonano porównawczej analizy zawartości metali ciężkich (Cu, Pb i Zn) w roślinach paszowych. Badania przeprowadzono w rejonie skażeń środowiska rolniczego przez przemysł miedziowy. Materiałem badawczym były następujące rośliny: pszenica (ziarno), ziemniak (bulwy), trawa łąkowa. Na podstawie badań monitoringowych w ciągu ostatnich 4 lat istotny spadek zawartości Pb, w szczególności w ziarnie pszenicy i trawie. Wzrosło natomiast istotnie stężenie Cu i Zn w bulwach ziemniaka, a także w trawie łąkowej.

S ł o w a k l u c z o w e: przemysł miedziowy, metale ciężkie, rośliny paszowe

WSTĘP

Produkcja rolnicza w rejonach oddziaływania przemysłu miedziowego wymaga ciągłego monitorowania środowiska, głównie pod kątem obecności pierwiastków toksycznych jak Pb, Cu i Zn, które są emitowane przez kopalnie, huty, składowiska odpadów po flotacyjnych [3,7]. Mogą być one nadmiernie deponowane w roślinach uprawnych, a następnie w tkankach i narządach zwierząt gospodarskich, a także ludzi, wywołując niepożądane skutki fizjologiczne i zdrowotne [2,6,8].

W legnicko-głogowskim okręgu miedziowym (LGOM) od wielu już lat prowadzone są inwestycje i zmiany technologiczne ograniczające emisje metali ciężkich i skażenia środowiska rolniczo-przyrodniczego [7]. Działania te wprawdzie nie mogą całkowicie wyeliminować niekorzystnego wpływu przemysłu miedziowego na środowisko, pozwolą jednak ograniczyć stopień kumulacji metali ciężkich przez glebę, rośliny i zwierzęta.

Celem pracy była ocena zanieczyszczenia metalami ciężkimi roślin paszowych, pochodzących z rejonu skażenia przemysłowego, na podstawie porównawczej analizy w latach 1998, 2000 i 2002.

MATERIAŁ I METODY

Badania monitoringowe przeprowadzono w rejonie oddziaływania przemysłu miedziowego KGHM "Polska Miedź" S.A. i obejmowały analizę zawartości metali toksycznych (Cu, Pb i Zn) w roślinach paszowych, takich jak: pszenica (ziarno), ziemniaki (bulwy) i trawa łąkowe. Łącznie pobrano do badań laboratoryjnych z rejonu LGOM 60 prób pszenicy (ziarna), 60 prób ziemniaków (bulwy) i 58 prób trawy łąkowej. Pobierano je w okresie letnio-jesiennym w latach 1998, 2000 i 2002.

Analizy pierwiastków wykonano spektrometrem plazmowym z detekcją masową ICP-MS sterowanym komputerem współdziałającym z systemem analitycznym UltraMass 700 wyprodukowanym przez firmę VARIAN (Australia). Mineralizację prób wykonano techniką mikrofalową przy użyciu mikroprocesowej stacji MDS - 2000 (Włochy).

Wyniki badań opracowano statystycznie, obliczając wartości średnie, odchylenia standardowe oraz istotność różnic dla badanych pierwiastków w poszczególnych latach.

WYNIKI

Badania monitoringowe roślin paszowych wykazały w roku 2002 wysoko istotny spadek stężenia Pb w ziarnie pszenicy (0,17 mg) w porównaniu do roku 2000 (0,40 mg) oraz 1998 (0,72 mg·kg⁻¹ s.m.), a także w trawie, gdzie zawartość Pb w latach 1998-2002 wynosiła odpowiednio 3,60; 2,95 i 1,11 mg·kg⁻¹ s.m. Koncentracja Pb w bulwach ziemniaka nie wykazała istotnych różnic w poszczególnych latach, jednak od 1998 r. nastąpiły tendencje spadkowe koncentracji tego pierwiastka (Tab. 1).

Zawartość miedzi w ziarnie pszenicy kształtowała się na podobnym poziomie z tendencją spadku w roku 2000 w porównaniu z pozostałymi latami. Istotne różnice wykazano w stężeniu Cu w trawie. Najwyższą jego zawartość stwierdzono w roku 2002 (12,25 mg), a najniższą w 2000 (9,41 mg·kg⁻¹ s.m.). Wysoko istotne różnice odnotowano w stężeniu Cu bulwach ziemniaka. Od roku 1998 do 2002 koncentracja Cu rosła sukcesywnie z 2,34 do 6,41 mg·kg⁻¹ s.m. (Tab. 2).

Zawartość cynku w roślinach paszowych kształtowała się na różnym poziomie. W ziarnie pszenicy i bulwach ziemniaka nie wykazano istotności różnic, z kolei wysoko istotne różnice odnotowano w trawie łąkowej wynoszących w latach 1998, 2000 i 2002 odpowiednio: 27,16; 24,53 i 49,38 mg·kg⁻¹ s.m. (Tab. 3).

Tabela 1. Zawartość ołowiu w roślinach paszowych w rejonie oddziaływania przemysłu miedziowego (mg·kg⁻¹ s.m.)**Table 1.** Lead content in vegetable fodder in the area of copper industry influence (mg kg⁻¹ dry matter)

Roślina Plant		Lata - Years			Istotność różnic Significance of differences
		2002	2000	1998	
Pszenica (ziarno)	$\bar{x}$	0,17	0,40	0,72	***
Wheat (grain)	v.	74	25	77	
	r.	0,007–0,519	0,261–0,662	0,2–2,37	
Ziemniak (bulwy)	$\bar{x}$	0,97	1,37	1,61	*
Potato (tuber)	v.	82	34	55	
	r.	0,15–3,65	0,34–2,16	0,60–3,21	
Trawa łąkowa	$\bar{x}$	1,11	2,95	3,60	***
Meadow grass	v.	46	35	65	
	r.	0,43–2,40	1,40–5,12	0,96–11,20	

$\bar{x}$ - średnia, v. - współczynnik zmienności (%), r - zakres zmienności, * - brak statystycznych różnic, ** - p>0,05, *** - p>0,01

$\bar{x}$ - mean, v. - coefficient of variation (%), r - range of variation, * - lack of statistical differences, ** - p>0,05, *** - p>0,01

Tabela 2. Zawartość miedzi w roślinach paszowych w rejonie oddziaływania przemysłu miedziowego (mg·kg⁻¹ s. m.)**Table 2.** Copper content in vegetable fodder in the area of copper industry influence (mg·kg⁻¹ dry matter)

Roślina Plant		Lata - Years			Istotność różnic Significance of differences
		2002	2000	1998	
Pszenica (ziarno)	$\bar{x}$	5,02	4,32	5,09	*
Wheat (grain)	v.	19	14	23	
	r.	3,22–6,63	3,26–5,60	3,26–7,89	
Ziemniak (bulwy)	$\bar{x}$	6,41	4,68	2,34	***
Potato (tuber)	v.	56	17	42	
	r.	0,10–18,4	3,74–6,27	0,75–4,59	
Trawa łąkowa	$\bar{x}$	12,25	9,41	11,42	**
Meadow grass	v.	25	25	22	
	r.	6,1–20,6	6,33–14,6	8,5–19,7	

Oznaczenia jak w Tabeli 1

Symbols designation as in Tabeli 1

Tabela 3. Zawartość cynku w roślinach paszowych w rejonie oddziaływania przemysłu miedziowego ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s. m.)**Table 3.** Zinc content in vegetable fodder in area of copper industry influence (mg kg^{-1} dry matter)

Roślina Plant		Lata - Years			Istotność różnic Significance of differences
		2002	2000	1998	
Pszenica (ziarno) Wheat (grain)	$\bar{x}$	28,61	30,44	27,50	*
	v.	11	13	12	
	r.	23,7–32,9	29,6 – 36,9	19,6 – 31,4	
Ziemniak (bulwy) Potato (tuber)	$\bar{x}$	24,44	24,39	24,75	*
	v.	43	22	33	
	r.	5,5–30,5	19,4 – 36,3	3,58 – 10,21	
Trawa łąkowa Meadow grass	$\bar{x}$	49,38	24,53	27,16	***
	v.	32	19	20	
	r.	31,8–94,7	21,1 – 30,7	20,7 – 41,2	

Oznaczenia jak w Tabeli 1

Symbols designation as in Tabeli 1

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały, iż zawartości Pb, Cu i Pb w roślinach paszowych mieszczą się w normach paszowych. Dopuszczalne wartości pierwiastków toksycznych (NDS) dla poszczególnych roślin wynoszą: pszenica (ziarno) - 5 - 10 Pb, 25 Cu i 100 Zn; ziemniaki (bulwy) - 10 Pb, 50 Cu i 100 Zn; trawa (siano) - 10 Pb, 25 Cu i 100 Zn $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. [4,7,11].

Liczne doniesienia literaturowe wskazują, iż zawartości metali ciężkich w rejonach skażenia przemysłowego są znaczne i uwarunkowane różnymi czynnikami [1,3,5,7,10,13]. Dobrym indykatozem skażenia środowiska są trawy, których używa się do badań ekotoksykologicznych. Ich stężenie zależy głównie od opadu pyłów metalonośnych, duże ilości stwierdza się też przy węzłach komunikacyjnych [1,5]. Monitoring ilości metali ciężkich w zbożach oraz ziemniakach wskazuje na dość duże ich zróżnicowanie w poszczególnych latach oraz w zależności od odległości od źródła skażenia. Prośba-Białczyk i Mydlarski [9] porównywali w latach 1995-96 zawartość metali ciężkich w bulwach ziemniaków w rejonach Wrocławia oraz ok. 2 km w kierunku wschodnim od zbiorników odpadów poflotacyjnych "Żelazny Most" w miejscowości Rudna. Zawartość Pb w ziemniakach w okolicach Wrocławia

wynosiła ok. $0,58 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$, z kolei w Rudnej $0,515\text{-}1,655 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ Natomiast zawartości Cu i Zn kształtowały się na dość wyrównanym poziomie. Najmniej metali ciężkich kumulują generatywne części roślin, a więc ziarna zbóż, co potwierdzają liczne badania [11,12]. Strączyński i Andruszczak [14] wykazali, że w badanych próbkach gleb z rejonów zanieczyszczonych pierwiastkami toksycznymi, zawartość niektórych metali ciężkich była na dość wysokim poziomie, nie powodowało to jednak ich przechodzenia do ziarna zbóż.

WNIOSKI

Badania monitoringowe w rejonie skażenia przemysłowego na zawartość metali ciężkich w paszach roślinnych wykazały wysoko istotny wzrost ilości Cu i Zn w bulwach ziemniaka oraz trawie łąkowej, nie odnotowano jednak przekroczenia dopuszczalnych norm (NDS). Stwierdzone zatem stężenia badanych metali w roślinach nie stanowią zagrożenia ekotoksykologicznego dla zwierząt oraz ludzi.

PIŚMIENNICTWO

1. **Dobrzański Z., Kołacz R., Lewiński J., Mizera A.:** Wpływ składowiska odpadów poflotacyjnych rud miedzi na zawartość metali ciężkich w niektórych paszach roślinnych. Arch. Ochr. Środ., 3-4, 135-142, 1992.
2. **Bieszczad S., Sobota J.:** Zagrożenia, ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczego. Wyd. ELMA AR Wrocław, 1999.
3. **Bodak E., Dobrzański Z.:** Ekotoksykologiczne problemy chowu zwierząt w rejonach skażeń metalami ciężkimi Wyd. ELMA, Wrocław, 1997.
4. Dyrektywa UE nr 1999/29/EC z 22.04.1999 dot. dopuszczalnych zawartości pierwiastków i związków toksycznych lub szkodliwych w paszach.
5. **Jarosz W.:** Zanieczyszczenia metalami ciężkimi traw rosnących na brzegach dróg. Medycyna Wet. 50, 23-26, 1994.
6. **Kabata-Pendias A., Pendias A.:** Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN Warszawa, 1999.
7. Ochrona Środowiska. Biul. KGHM Polska Miedź S.A. Lubin, 1998, 2000.
8. **Orzeł D.:** Ocena zanieczyszczenia metalami ciężkimi produktów żywnościowych z rejonu oddziaływania huty miedzi "Głogów" w latach 1995-97. Praca dokt., AR Wrocław, 1999.
9. **Prośba-Białczyk U., Mydlarski A.:** Wpływ warunków siedliska i właściwości odmian na zawartość pierwiastków śladowych w bulwach ziemniaka. Biuletyn IHAR, 213, 45-53, 2000.
10. **Prośba-Białczyk U., Mydlarski A.:** Zmiany zawartości pierwiastków śladowych w bulwach ziemniaka pod wpływem nawożenia organicznego i mineralnego. Biuletyn IHAR, 213, 55-60, 2000.
11. Ramowe wytyczne dla rolnictwa: Ocena stanu zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. IUNG Puławy, 1993.
12. **Roszyk E., Szerszeń L., Kulczycki G.:** Skład chemiczny roślin uprawnych na terenach oddziaływania huty miedzi, cz. II - miedź i ołów. Zesz. Nauk. AR Wrocław, ser. Rol., 254, 93-101, 1994.

13. Roszyk E., Szerszeń L.: Skład chemiczny roślin uprawnych na terenach oddziaływania huty miedzi, cz. III - cynk, mangan, i żelazo. Zesz. Nauk. AR Wrocław, ser. Rol., 254, 103-111, 1994.
14. Strączyński S., Andruszczak E.: Ocena stanu zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi gleb i roślin w rejonie oddziaływania huty miedzi "Głogów". Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 418, 399-405, 1995.

EFFECT OF COPPER INDUSTRY ON THE CONTENT OF COPPER, ZINC
AND LEAD IN VEGETABLE FODDER

*Zbigniew Dobrzański¹, Roman Kołacz¹, Helena Górecka²,
Władysław Malarz³, Anna Rudnicka¹*

¹Faculty of Biology and Animal Science, University of Agriculture, Chełmońskiego str. 38 C,
51-630 Wrocław, e-mail: khz@ozi.ar.wroc.pl

²Faculty of Chemistry, Wrocław University of Technology, Norwida str. 4/6, 50-373 Wrocław
e-mail: kchoj@iic.pwr.wroc.pl

³Faculty of Agriculture, University of Agriculture, C.K. Norwida str. 25, 50-375 Wrocław
e-mail: malarz@ekonom.ar.wroc.pl

S u m m a r y. Heavy metals content (Cu, Pb, Zn) in vegetables fodder was analysed. Experiment was carried out in region of environmental contamination by copper industry on the following plants: wheat (grain), potatoes (tuber), grass (hay). On the basis of monitoring researches in recent 4 years (1998, 2000, 2002) a significant decrease of Pb in wheat grain and grass was found however, Cu and Zn concentration in tuber potatoes and grass increased.

K e y w o r d s: copper industry, heavy metals, wheat, potato, grass