

ANNA JOLANTA KAMIŃSKA \*, GRZEGORZ KULCZYCKI \*\*,  
ZOFIA SPIAK \*\*

## OCENA ZAWARTOŚCI METALI CIĘŻKICH W GLEBACH I WYBRANYCH ROŚLINACH W REJONIE ODDZIAŁYWANIA ZAKŁADÓW CHEMICZNYCH „WIZÓW” S.A.

**Słowa kluczowe:** metale ciężkie, gleba, rośliny, zakłady chemiczne

### *Streszczenie*

*W pracy przedstawiono wpływ na środowisko roślinne i glebowe jednego z największych w Polsce producentów polifosfatu. Oprócz najbardziej toksycznych związków siarki i fluoru do atmosfery emitowane są także metale ciężkie. W badaniach określono zawartość rozpuszczalnych form metali w glebach w zależności od odległości od źródła emisji i kierunku wiatrów oraz zawartość tych samych metali w różnych gatunkach roślin. Ilość tych pierwiastków była bardzo zróżnicowana zarówno w glebach jak i w roślinach (w większości przypadków nie przekraczała zawartości granicznych). Zaobserwowano zróżnicowaną koncentrację badanych metali w zależności od tego, gdzie pobierano próbki.*

### **Wstęp**

Zakłady Chemiczne „Wizów” S.A., zlokalizowane w Łące k/Bolesławca, zostały uruchomione w 1951 r., a produkują m.in. trójpolifosforan sodu, wykorzystywany jako składnik środków piorących, ekstrakcyjny kwas fosforowy i cement hutniczy. Produkcja związków fosforowych realizowana jest na bazie apatyty, kwasu siarkowego i sody. Cement hutniczy natomiast otrzymuje się poprzez zmielenie żużla granulowanego, klinkieru i anhydrytu. W procesie produkcyjnym tych związków do atmosfery emitowane są zanieczyszczenia pyłowe i gazowe zawierające m.in. fitotoksyczne związki siarki i fluoru, NO<sub>2</sub>, CO oraz metale ciężkie (zakłady posiadają 17 emitorów i 3 miejsca emisji niezorganizowanej), a odprowadzane ścieki wprowadzają do pobliskiej rzeki Bóbr wysokie ładunki fosforanów. Zanieczyszczenia te mogą powodować eutrofiza-

\* Uniwersytet Szczeciński; Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska

\*\* Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu; Katedra Żywnienia Roślin

\*\* Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu; Katedra Żywnienia Roślin

cję wód, degradację chemiczną gleb oraz uszkodzenia aparatu asymilacyjnego roślin, a w efekcie obniżenie ich plonowania, stanowią także zagrożenie dla mieszkańców obszaru objętego emisją. Z tego też względu w 1990 r. „Wizów” został umieszczony na liście 80-ciu zakładów najbardziej uciążliwych dla środowiska. W tym samym roku zaniechano jednak produkcji kwasu siarkowego, więc uciążliwość zakładów ograniczyła się głównie do emisji fluoru. To właśnie fluor i siarka, a także makroelementy były dotychczas najważniejszymi elementami badań [Nowak i in. 1999]. Tym bardziej na szczególną uwagę zasługują metale ciężkie, gdyż ilość danych dotyczących ich występowania w rejonie oddziaływania tego zakładu jest stosunkowo niewielka.

### Material i metody badań

W celu oceny rzeczywistego zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi na obszarze objętym oddziaływaniem zakładów w 2002 r., w okresie wegetacji roślin, przeprowadzono badania zawartości form rozpuszczalnych m.in. kadmu, ołowiu, niklu, miedzi, cynku, manganu i żelaza w 1M HCl w glebach oraz koncentracji tych metali w wybranych roślinach (w niniejszej pracy przedstawiono jedynie wyniki badań w zakresie trzech pierwszych pierwiastków). Oznaczono także odczyn gleby w 1M KCl i określono zawartość ogólnych i przyswajalnych form makroskładników takich jak azot (tylko w materiale roślinnym), fosfor, potas, magnez i siarka oraz zawartość całkowitych i rozpuszczalnych form fluoru. Próbkę glebową pobrano z warstwy wierzchniej (0-20 cm) pól uprawnych i nieużytków usytuowanych w różnych kierunkach (N, NE, E, SE, S, SW, W i NW) i różnych odległościach od zakładu (150, 300, 500 i 1000 m). Próbkę roślinną pobrano z tych samych punktów. Gleby wokół zakładu zaliczono do gleb lekkich o składzie granulometrycznym piasku gliniastego i gliny lekkiej. Materiał glebowy i roślinny do analiz chemicznych stanowił średnią z 8 prób pojedynczych, które dokładnie wymieszano i zhomogenizowano. Rośliny pobierano w różnych fazach rozwojowych w zależności od gatunku: ziemniaki – początek kwitnienia, rośliny zbożowe i trawy – strzelanie w źdźbło oraz gryka – faza kwitnienia.

Zawartość form rozpuszczalnych metali ciężkich w glebach oznaczono ekstrahując je roztworem kwasu solnego o stężeniu  $1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  i w przesączu ilościowo oznaczano poszczególne metale metodą spektrofotometrii atomowo-absorpcyjnej na aparacie Spectra AA 220 Fast Sequential firmy Varian, zachowując właściwe parametry pomiaru dla poszczególnych metali. W przypadku zbyt dużych zawartości stosowano rozcieńczenia. W celu oznaczenia zawartości metali ciężkich w roślinach mineralizowano je na sucho w piecu muflowym

w temp. 550 °C, a uzyskany popiół roztwarzano rozcieńczonym kwasem azotowym.

### Wyniki badań i dyskusja

Przeprowadzone badania wykazały, że w obszarze oddziaływania zakładów dominują gleby zakwaszone (co może być spowodowane emisją do atmosfery związków siarki), nie zauważono jednak większego związku pomiędzy pH gleby, a odległością czy kierunkiem wiatru. Można natomiast przypuszczać, że na polach uprawnych odczyn w niewielkim stopniu był regulowany. Zasobność gleb w makroskładniki w większości przypadków mieściła się w granicach zawartości naturalnych, a w przypadku roślin zawartości makroelementów zależały od zasobności gleby i jej pH (w przypadku fosforu, potasu i azotu najczęściej były niższe niż zawartości optymalne, a w przypadku magnezu mieściły się w przedziale zawartości optymalnej). Ponadto w najbliższym otoczeniu zakładu stwierdzono w glebach podwyższoną zawartość fosforu, co mogło być spowodowane infiltracją związków fosforu np. ze starych, nie uszczelnionych stawów osadowych i składowiska fosfogipsu. Natomiast kumulacja siarki (zawartości optymalne i niskie) i fluoru (zawartości naturalne kilkakrotnie przekroczone), zarówno w glebach jak i roślinach, wyraźnie obniżała się wraz ze wzrostem odległości od zakładu i zależała od kierunku wiatrów. Gleb nie oceniano pod kątem składu granulometrycznego, nie określano także zawartości materii organicznej, lecz z materiałów archiwalnych Urzędu Gminy Bolesławiec wiadomo, że w rejonie tym przeważają gleby lekkie, przepuszczalne, o niskiej zawartości substancji organicznej i niskiej wartości bonitacyjnej. Celem niniejszej pracy było określenie zawartości niektórych metali ciężkich i ocena stopnia skażenia nimi pobliskich gleb i roślin.

Wykonane analizy próbek pozwoliły stwierdzić, że zawartość form rozpuszczalnych metali ciężkich w glebach była bardzo zróżnicowana. Ilość kadmu w glebach wynosi przeciętnie 0,01-2 mg·kg<sup>-1</sup>, ołowiu 0,1-200 mg·kg<sup>-1</sup>, a niklu ok. 2-50 mg·kg<sup>-1</sup> [Migaszewski 2007]. W badanym materiale najwyższe zawartości tych pierwiastków zanotowano w najbliższej odległości od zakładu, a w miarę oddalania się od źródła emisji ich ilości malały (tab. 1). W żadnym przypadku nie stwierdzono przekroczenia zawartości granicznych, które wynoszą odpowiednio: 1 mg·kg<sup>-1</sup> gleby dla Cd, 70 mg·kg<sup>-1</sup> gleby dla Pb i 30 mg·kg<sup>-1</sup> gleby dla Ni. Gleby te, z punktu widzenia możliwości ich rolniczego wykorzystania, można uznać więc za nie zanieczyszczone, gdzie zawartość metali śladowych jest naturalna (0 stopień skażenia) [Kabata-Pendias i in. 1993].

Tab. 1. Zawartość metali ciężkich w glebach w zależności od odległości od Z.Ch. „Wizów”

Odległość [m]	pH [1M KCl·dm <sup>-3</sup> ]	Cd	Pb	Ni
		[mg·kg <sup>-1</sup> gleby]		
150	4,9	0,17	17,9	1,32
300	4,8	0,15	16,7	1,17
500	5,1	0,16	16,6	1,01
1000	5,0	0,13	11,6	1,00
<i>NIR<sub>0,05</sub></i>		0,031	4,18	<i>r.n.</i>

Uwzględniając kierunek wiatrów stwierdzono, że wyższa zawartość metali w glebie występowała najczęściej po stronie północnej, północno-zachodniej i południowej od źródła emisji, natomiast znacznie niższe zawartości wykazano w materiale pobranym na kierunku południowo-zachodnim, zachodnim i wschodnim. W przypadku kadmu niższe stężenia występowały także po stronie północnej, a w przypadku niklu po stronie północno-wschodniej (tab. 2).

Tab. 2. Odczyn oraz średnia zawartość metali ciężkich w glebie w zależności od kierunków pobrania prób wokół Z.Ch. „Wizów”

Kierunek	pH [1M KCl·dm <sup>-3</sup> ]	Cd	Pb	Ni
		[mg·kg <sup>-1</sup> gleby]		
N	4,7	0,19	21,6	1,29
NE	4,8	0,12	16,2	0,61
E	4,9	0,19	14,5	0,97
SE	5,2	0,15	15,0	0,98
S	5,4	0,15	16,4	1,32
SW	5,0	0,12	13,7	1,15
W	4,9	0,13	11,3	1,22
NW	5,5	0,21	19,2	2,16

Zawartość metali ciężkich w roślinach uprawnych, będąca odzwierciedleniem pyłów atmosferycznych osadzających się na ich częściach nadziemnych oraz ilości pobranej drogą korzeniową, wynosi przeciętnie 0,03-0,7 mg·kg<sup>-1</sup>s.m. dla kadmu, 0,1-10 mg·kg<sup>-1</sup> dla ołowiu i 0,1-5 mg·kg<sup>-1</sup> w przypadku niklu [Migaszewski 2007]. W badanym materiale roślinnym zawartość tych pierwiastków najczęściej była niska i mieściła się poniżej zawartości krytycznych. Pozwoliło to ocenić przydatność większości roślin jako nadające się do celów konsumpcyjnych, gdzie zawartość metali ciężkich nie przekracza: kadmu 0,15 mg·kg<sup>-1</sup>, ołowiu 1,0 mg·kg<sup>-1</sup>, a niklu 10,0 mg·kg<sup>-1</sup> [Filipek 1999]. Wyjątek stanowiła tu

nać ziemniaka i gryka, które to kumulowały większe ilości kadmu. Najmniejsze ilości metali kumulowały trawy i jęczmień jary (tab. 3).

Ponadto wraz ze wzrostem odległości od zakładu zaobserwowano spadek kumulacji niklu, co jest widoczne szczególnie u pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i traw. W przypadku pozostałych pierwiastków zależności takiej nie stwierdzono.

Tab. 3. Zawartość metali ciężkich w roślinach pobranych w różnych odległościach od Z.Ch. „Wizów”

Gatunek rośliny	Odległość [m]											
	150			300			500			1000		
	[mg·kg <sup>-1</sup> s.m.]											
	Cd	Pb	Ni	Cd	Pb	Ni	Cd	Pb	Ni	Cd	Pb	Ni
Pszenica ozima	0,06	0,40	0,60	0,05	0,38	0,26	0,06	0,42	0,16	0,06	0,35	0,19
Jęczmień jary	0,01	0,01	0,43	0,06	0,27	0,17	0,05	0,55	0,11	n.o.	n.o.	n.o.
Żyto	0,03	0,38	0,23	0,02	0,47	0,72	n.o.	n.o.	n.o.	0,03	0,55	0,08
Ziemniaki (nać)	1,02	0,92	0,94	0,41	1,32	0,71	0,81	0,67	0,99	n.o.	n.o.	n.o.
Trawa	n.o.	n.o.	n.o.	0,06	0,60	0,26	0,01	0,01	0,19	0,03	0,15	0,17
Gryka	0,19	0,95	0,87	n.o.	n.o.	n.o.	0,14	0,52	0,56	0,18	0,57	0,72

n.o. – nie oznaczono

Zaprezentowane powyżej badania wskazują, że działalność Z.Ch. „Wizów” nie powoduje nadmiernego skażenia pobliskich terenów metalami ciężkimi, nie jest wymagane więc wprowadzenie ograniczeń w użytkowaniu terenu w jego otoczeniu. Oddziaływanie zakładu nie stanowi nadmiernego zagrożenia dla ludzi, roślin i zwierząt hodowlanych.

## Wnioski

1. Zawartość w glebie rozpuszczalnych form kadmu, niklu i ołowiu była bardzo zróżnicowana i zmniejszała się wraz ze wzrostem odległości od zakładu.
2. Najwyższą kumulację badanych form metali w glebie stwierdzono po północnej, północno-zachodniej i południowej stronie Z.Ch. „Wizów”, natomiast po stronie południowo-zachodniej, zachodniej i wschodniej, zawartości te były znacznie niższe.
3. Przeprowadzone badania próbek roślinnych wykazały, że spośród badanych metali jedynie zawartość niklu była zależna od odległości od źródła emisji.

4. Największe ilości metali (zwłaszcza ołowiu) kumulowały liście ziemniaków i gryka, najmniejsze jęczmień jary i trawy.

#### Literatura

1. BOLIBRZUCH E., GAŁCZYŃSKA B., KABATA-PENDIAS A., PIOTR-KOWSKA M., TARNOWSKI P., WIĄZEK K. (1978): *Oznaczanie zawartości pierwiastków śladowych oraz siarki w glebach i roślinach metodami kolorymetrycznymi i spektrometrii absorpcji atomowej*. Wyd. IUNG, s. 16, 22, 59-64, Puławy 2007
2. FILIPEK T.: *Podstawy i skutki chemizacji agroekosystemów*. skrypt AR Lublin 1999
3. KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H.: „*Biogeochemia pierwiastków śladowych*”. PWN, s. 364, Warszawa 1993
4. KABATA-PENDIAS A., MOTOWICKA-TERELAK T., PIOTROWSKA M., TERELAK H., WITEK T.: *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką*, wyd. IUNG, s. 1-20, Puławy 1993
5. MIGASZEWSKI Z. M., GAŁUSZKA A.: *Podstawy geochemii środowiska*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, s. 214-229, Warszawa 2007
6. NOWAK W., WRÓBEL S., PASIERB K.: *Oddziaływanie zanieczyszczeń emitowanych przez Zakłady Chemiczne WIZÓW S.A. na glebę i rośliny*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z.467, cz.2, s. 413-420, 1999
7. SPIAK Z.: *Wpływ wzrastających dawek niklu na zawartość form przyswajalnych tego pierwiastka w glebach*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z.418 cz.II, s. 513-517, 1995
8. ZAKŁADY CHEMICZNE WIZÓW: <http://www.wizow.com.pl/>, 2007

**CONTENTS ASSESSMENT OF HEAVY METALS  
IN SOILS AND CHOSEN PLANTS IN AREA EFFECTS  
OF CHEMICAL COMPANY WIZÓW S.A.**

**Key words:** heavy metals, soils, plants, chemical company

*S u m m a r y*

*In the article was presented influence one of the biggest producer of polyphosphate in Poland on the floras and soils environment. Except the most toxic relationships of sulphur and fluor, to the atmosphere are emitted the heavy metals as well. In the sample tests were qualified content soluble forms of metals in the soils in dependence from distances of source emission and direction of winds and content the same metals in various plants. Quantity of these elements was very varied both in soils and in plants (in the most of cases it did not cross limited values). Was observed various concentration of tests metals in dependence from this, where samples were taken.*