

OCENA ZANIECZYSZCZENIA GLEB PRACOWNICZYCH OGRODÓW DZIAŁKOWYCH „MIEDZIANKA” ODPADAMI POFLOTACYJNYMI

Tadeusz Chodak, Jarosław Kaszubkiewicz, Bernard Gałka, Adam Bogacz

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego,
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi „Polska Miedź” SA uzyskuje miedź w procesie flotacyjnym, w wyniku czego powstają odpady, które są transportowane do zbiornika „Żelazny Most” za pomocą rurociągów biegnących z Zakładu Wzbogacania Rud do składowiska. W 1998 roku w wyniku awarii rurociągu uległa zalaniu odpadami poflotacyjnymi część ogrodów działkowych „Miedzianka” przy trasie Polkowice Główne-Rudna Główna [CHODAK i in. 1999]. Celem przedstawionych badań było określenie stopnia zdegradowania gleby w miejscu zalania ich zawiesiną odpadów poflotacyjnych oraz zaproponowanie odpowiednich zabiegów rekultywacyjnych.

Metodyka

Na obszarze ogródków działkowych „Miedzianka”, znajdujących się na kierunku wycieku zawiesin technologicznych, z pękniętego rurociągu w różnych odległościach od punktu awarii pobrano próby glebowe z głębokości 0–5 cm oraz 15–20 cm. Ponadto w kilku punktach zebrano również osady, jakie pojawiły się na powierzchni gleby w wyniku zalania. Dodatkowo pobrano próby z terenu gleb nieobjętych wyciekami. Celem pełniejszej charakterystyki zalanego terenu wykonano odkrywkę glebową do głębokości 150 cm oraz pobrano z niej próby do analiz z głębszych poziomów gleby.

W próbach glebowych oznaczono następujące właściwości: skład granulometryczny, zasolenie, kwasowość aktualną w H_2O , kwasowość wymienną w $1 \text{ mol KCl} \cdot \text{dm}^{-3}$, zawartość węgla organicznego, kationy wymienne – metodami przyjętymi w gleboznawstwie oraz całkowitą zawartość: Pb, Cu, Zn, Cd, Ni metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej (ASA).

Wyniki i dyskusja

Gleby znajdujące się na terenie zalanych ogródków działkowych, wytworzone są z piasków gliniastych mocnych, poniżej zalega glina lekka. Osady szlamu

pokrywające gleby na działkach miały skład granulometryczny pyłów gliniastych. Zawierały one ok. 26–27% frakcji ilastych, a w tym około 5% iłu koloidalnego. Wśród frakcji ilastych zdecydowanie dominował il pyłowy gruby, którego zawartość wynosiła około 18%.

W dalszej odległości od źródła wycieku osady pokrywające glebę miały skład gliny ciężkiej. Bardziej drobnopiękny skład tych osadów wynika z częściowej sedymentacji grubszych frakcji (pyłowych) w trakcie spływu po powierzchni gleby ku niżej położonym działkom.

Zmierzone zasolenie osadów, które przedostały się na powierzchnię gleb ogródków działkowych, układało się w granicach od 1620 mg KCl·kg⁻¹ gleby do 540 mg KCl·kg⁻¹ gleby (tab. 1). Zróżnicowanie takie można powiązać z różną miąższością osadów i prawdopodobnym wypłukiwaniem przez wody opadowe łatwo rozpuszczalnych soli w szczególności w miejscach, gdzie pojawiła się jedynie bardzo cienka warstwa osadów. Przykrycie gleby warstwą osadów o podwyższonym zasoleniu spowodowało w niej również wzrost zasolenia. Świadczy o tym fakt, że najniższe wartości zasolenia rzędu 270 mg KCl·kg⁻¹ (tab. 1) stwierdzono w glebach działek niezalanych. Średnie zasolenie gleb zalanych w powierzchniowych poziomach wynosiło natomiast 460 mg KCl·kg⁻¹ (tab. 1), a zatem było istotnie wyższe od poziomu odniesienia. Podwyższone wartości zasolenia obserwowano także w głębszych poziomach wykonanego profilu glebowego, co może świadczyć o dość szybkim przemieszczaniu się łatwo rozpuszczalnych soli w głąb gleby. Należy jednak zaznaczyć, że wszystkie wartości zasolenia zmierzone w próbkach glebowych pozostają w zakresie poniżej granicy toksyczności i nie powinny mieć wpływu na wegetację roślin. Ponadto można liczyć na szybkie przemywanie łatwo rozpuszczalnych soli w okresie wiosennych roztopów do głębszych warstw gleby.

Tabela 1; Table 1

Właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleb z rejonu awarii
Physico-chemical properties of soils under investigations

Lp. No.	Nr działki Field number	Głębokość pobrania próbki; Depth of sampling (cm)	Zasolenie Soil salinity (mg KCl·kg ⁻¹)	pH		C organiczny Organic C (%)
				H ₂ O	1 mol KCl·dm ⁻³	
1	140	1–0 osad; sediment	1620	7,5	7,5	1,09
2		0–5	675	7,1	6,9	1,41
3		15–20	702	7,1	6,9	n.o.
4		20–30	864	7,1	7	n.o.
5		30–40	1080	6,6	6,4	0,46
6		70–80	648	6	5,8	n.o.
7		100–110	540	6	5,4	n.o.
8	alejka pomiędzy działkami path between plots	1–0 osad; sediment	540	7,4	7,3	2,76
9		0–5	405	7,1	6,6	1,03
10	działka niezalana not flooded plot	0–5	270	7,2	6,7	1,09
11		15–20	324	7,2	6,8	1,03
12	138	0–5	351	7,1	6,8	1,77
13		15–20	446	7	6,8	1,89

n.o. – nie oznaczono; not determined

Układ kationów w kompleksie sorpcyjnym badanych gleb nie wykazywał zaburzeń. Pojemność sorpcyjna wobec kationów o charakterze zasadowym wahała się we wszystkich badanych glebach w granicach 6–10 cmol(+)-kg⁻¹ gleby. Największy udział spośród kationów o charakterze zasadowym miał wapń 4–8 cmol(+)-kg⁻¹ gleby, w mniejszych ilościach występował magnez 0,66–1,8 cmol(+)-kg⁻¹ gleby, a wyraźnie mniejsze były zawartości potasu i sodu (tab. 2).

Tabela 2; Table 2

Skład kompleksu sorpcyjnego gleb z rejonu awarii
Composition of sorption complex in the soils from the damage region

Lp. No.	Nr działki Field number	Głębokość pobrania próbki; Depth of sampling (cm)	Hh	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	V
			cmol(+)-kg ⁻¹						
1	140	1–0 osad; sediment	0,008	11,00	0,974	0,303	0,313	12,590	99,9
2		0–5	0,375	7,00	1,355	0,464	0,452	9,272	96,1
3		15–20	0,150	6,50	1,332	0,607	0,730	9,170	98,4
4		20–30	0,375	4,00	1,138	0,536	0,696	6,369	94,4
5		30–40	0,450	4,00	1,803	0,678	0,904	7,386	94,3
6		70–80	0,675	4,50	1,609	0,232	0,556	6,907	91,1
7		100–110	1,125	5,00	1,750	0,179	0,452	7,381	86,8
8	alejka path	1–0 osad; sediment	0,375	10,00	1,323	0,250	0,313	11,886	96,9
9		0–5	0,675	5,00	1,454	0,214	0,348	7,016	91,2
10	działka niezalana; not flooded plot	0–5	0,600	5,00	1,082	0,264	0,234	6,590	91,7
11		15–20	0,450	4,50	0,987	0,232	0,313	6,032	93,1
12	138	0–5	0,375	6,80	1,332	0,321	0,348	8,802	95,9
13		15–20	0,375	6,50	1,365	0,321	0,556	8,743	95,9

Hh – Kwasowość hydrolityczna; Hydrolytic acidity

S – Suma wymiennych kationów zasadowych; Base cation capacity

V – Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi; Base cation saturation

Analizowane szlamy charakteryzowały się bardzo niskimi wartościami kwasowości hydrolitycznej od 0,008 cmol(+)-kg⁻¹ do 0,375 cmol(+)-kg⁻¹. Niskie wartości tego parametru stwierdzono również w górnych poziomach zalanych gleb. Nieco wyższe wartości stwierdzone w glebach niezalanych, analizowanych w celach porównawczych, świadczą o alkalizującym wpływie szlamu na kompleks sorpcyjny gleb.

Prawie wszystkie zalane gleby charakteryzowały się bardzo wysokim stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym, przekraczającym 90%. Średnia wartość tego parametru dla gleb zalanych wynosiła 94,4%. Dla gleb, które uniknęły zalania, stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym również był wysoki i przekraczał w większości przypadków 90%. Najwyższe wartości tego parametru obserwowano w samych szlamach, gdzie przekraczały one 98,8%.

Powierzchniowe poziomy badanych gleb charakteryzowały się odczynem obojętnym lub też zasadowym. We wszystkich badanych próbach pH mierzone w 1 mol KCl·dm⁻³ było wyższe od 6 i niższe od 7 (tab. 1). Odczyn szlamu przykrywającego gleby wynosił od 7,3 do 7,5 (tab. 1). Zalanie gleb szlamem spowodowało ich alkalizację.

Zawartość węgla utleniającego w poziomach próchnicznych badanych gleb

układała się w granicach od 0,70% do 1,89% (tab. 1), co odpowiada zawartości próchnicy w granicach 1,21% do 3,26%. Są to wartości nieodbiegające od typowych dla pozostających w dobrej kulturze utworów o składzie granulometrycznym piasków gliniastych mocnych. Nie zaobserwowano istotnej różnicy pomiędzy zawartością węgla i próchnicy w glebach zalanych oraz w glebach niezalanych. Węgiel utleniony występował również w namulach pokrywających gleby. Jego zawartość wynosiła od 1,09 do 2,76% (tab. 1). Nie należy jednak sądzić, że jest to węgiel związków próchnicznych. Pewne ilości węgla o charakterze związków zarówno organicznych, jak i nieorganicznych znajdują się bowiem w materiale kierowanym do zakładów wzbogacania jak i w odpadach tłoczonych z zakładów.

Tabela 3; Table 3

Zawartość metali ciężkich w glebach z rejonu awarii
Heavy metal contents in the soils under investigations

Lp. No.	Nr działki Field number	Głębokość pobrania próbki Depth of sampling (cm)	Zawartość metali ciężkich; Content of heavy metals (mg·kg ⁻¹)					
			Cu	Pb	Zn	Cd	Ni	Cr
1	140	1-0 osad; sediment	2180,0	245,5	63,0	1,0	42,2	23,7
2		0-5	86,5	72,7	59,5	0,2	11,5	16,7
3		15-20	146,5	84,5	74,5	0,2	11,5	13,7
4		20-30	37,2	37,5	43,0	0,1	10,2	13,5
5		30-40	10,2	29,2	41,5	0,2	21,5	16,0
6		70-80	10,5	27,2	35,0	0,2	21,0	14,2
7		100-110	12,0	30,0	39,5	0,3	24,5	15,7
8	alejka pomiędzy działkami path between plots	1-0 osad; sediment	810,0	131,0	65,0	0,8	34,0	21,2
9		0-5	68,7	53,7	54,5	0,1	17,0	20,7
10	145	0-5	64,2	39,2	38,5	0,2	8,5	14,5
11		15-20	47,5	35,2	37,5	0,2	7,2	10,0
12	141	0-5	42,0	47,5	47,0	0,2	12,0	25,7
13		15-20	81,5	59,0	61,0	0,2	11,5	26,0
14	143	0-5	118,0	90,5	68,0	0,2	11,5	18,2
15		15-20	104,0	84,0	61,0	0,1	11,5	15,2
16	163 część niezalana not flooded plot	0-5	75,0	87,0	80,5	0,1	9,5	14,2
17		15-20	66,5	65,5	63,5	0,2	8,0	13,5

Szlamy pochodzące z Zakładów Wzbogacania Rud charakteryzują się wysoką zawartością miedzi. Potwierdziły to wyniki badań namulów zebranych z powierzchni gleby, w których stwierdzono zawartość miedzi od 810 do 2180 mg·kg⁻¹ (tab. 3). Zawartość tego pierwiastka w wierzchnich warstwach zalanych gleb kształtowała się w dość zróżnicowany sposób. Najmniejsza stwierdzona zawartość miedzi w próbach glebowych wynosiła 42 mg·kg⁻¹ (tab. 3), natomiast najwyższa 146,5 mg·kg⁻¹. Średnia zawartość miedzi w glebach zalanych szlamami wynosiła 78,9 mg·kg⁻¹, w glebach niezalanych zawartości miedzi wahały się w granicach 48,5 do 75 mg·kg⁻¹ (tab. 3), a wartość średnia wynosiła 67,8 mg·kg⁻¹. Różnica pomiędzy średnimi zawartościami miedzi w glebach zalanych i niezalanych testowana testem t-Studenta była istotna na poziomie $\alpha = 0,05$. Oznacza to, że zalanie szlamami spowodowało zanieczyszczenie gleb miedzią. Należy oczekiwać, że wraz z upływem czasu dalsze ilości miedzi będą się przedostawać do gleb prze-

płukiwane przez opady oraz skutkiem różnych procesów wywołujących mieszanie warstw w glebie.

Zdecydowanie bardziej korzystna jest sytuacja pod względem zanieczyszczenia badanych gleb ołowiem. Zawartość tego pierwiastka w szlamach wynosiła od 131 do 245,5 mg·kg⁻¹ i malała wraz z odległością od miejsca awarii. W zalanych glebach stwierdzono natomiast zawartość ołowiu od 35,2 do 90,5 mg·kg⁻¹ gleby (tab. 3). W glebach niezalanych szlamami zawartości ołowiu mieściły się w granicach od 43 do 87 mg·kg⁻¹ (tab. 3). Różnica pomiędzy wartościami średnimi dla gleb zalanych i niezalanych nie była statystycznie istotna. Wszystkie gleby zarówno zalane, jak i niezalane mieściły się w granicach naturalnych lub też jedynie podwyższonych zawartości ołowiu [ANONIM 1993; KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999]. Mieszanie się szlamu z glebą oraz procesy wypłukiwania mogą spowodować pewien wzrost zawartości ołowiu w glebie.

Zawartość pozostałych analizowanych metali ciężkich, a więc Zn, Cd, Ni oraz Cr pozostaje, praktycznie we wszystkich przypadkach, na poziomie dla gleb niezanieczyszczonych. Występujące stężenie tych metali w analizowanych szlamach nie spowoduje skażenia nimi gleb [MOCEK i in. 1995; TYKSIŃSKI i in. 1995].

Jako zabiegi rekultywacyjne zalecono zebranie osadzonego szlamu z warstwą gleby o miąższości 0–5 cm. Po oczyszczeniu ogródków z warstwy szlamu należy je przekopać do głębokości 30 cm, z zastosowaniem nawożenia organicznego. Zbiory warzyw z roku awarii nie mogą być użyte do celów konsumpcyjnych. W roku następnym wskazane jest przeprowadzenie analiz warzyw na zawartość Cu i Pb.

Wnioski

1. Niebezpiecznym skutkiem awarii jest zanieczyszczenie gleb ogródków działkowych miedzią, co oznacza istotne ograniczenie dopuszczalnych upraw. Skażenie gleb ołowiem nie osiągnęło poziomu, który uzasadniałby ograniczenia w uprawach. Skażenie gleb pozostałymi badanymi metalami nie wystąpiło.
2. Wysoki odczyn badanych gleb powinien ograniczyć pobieranie metali ciężkich przez rośliny uprawne.
3. Zalecono zabiegi rekultywacyjne, polegające na mechanicznym zebraniu osadu szlamu z warstwą 0–5 cm gleby, przekopaniem do 30 cm z równoczesnym nawożeniem obornikiem.

Literatura

ANONIM 1993. *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką – ramowe wytyczne dla rolnictwa*. Wyd. IUNG Puławy: 33 ss.

CHODAK T., KASZUBKIEWICZ J., SZERSZEŃ L., BOGACZ A. 1999. *Szczegółowe badania rozkładu skażeń na działkach numer 140 i 141 POD „Miedzianka” w Polkowicach, zalanych odpadami flotacyjnymi w wyniku awarii rurociągu (maszynopis)*.

KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydawn. Nauk. PWN, Warszawa: 398 ss.

MOCEK A., OW CZARZAK W., TYKSIŃSKI W., KACZMAREK Z. 1995. *Metale ciężkie w glebach ogródków działkowych w Polkowicach*. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 418: 305–312.

TYKSIŃSKI W., MOCEK A., OW CZARZAK W., ROSZYK J. 1995. *Metale ciężkie w warzywach i owocach z ogródków w Polkowicach*. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 418: 305–312.

Słowa kluczowe: ogródki działkowe, metale ciężkie, awarie

Streszczenie

Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi „Polska Miedź” SA uzyskuje miedź w procesie flotacyjnym, w wyniku czego powstają odpady, które są transportowane do zbiornika „Żelazny Most” za pomocą rurociągów biegnących z Zakładu Wzbogacania Rud do składowiska. W wyniku awarii rurociągu z odpadami po flotacyjnymi w 1998 roku uległa zalaniu część Pracowniczych Ogrodów Działkowych „Miedzianka” przy trasie Polkowice Główne-Rudna Główna.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że zalanie ogródków działkowych szlamami z Zakładów Wzbogacania Rud miało wpływ na właściwości chemiczne gleb. Stwierdzono wzrost zasolenia w wierzchnich poziomach zalanych gleb. Pokrycie gleb szlamami wywołało ich alkalizację. Niebezpiecznym skutkiem awarii jest natomiast zanieczyszczenie gleb ogródków działkowych miedzią, co oznacza istotne ograniczenie dopuszczalnych upraw. Skażenie pozostałymi badanymi metalami ciężkimi nie wystąpiło.

ESTIMATION OF SOIL CONTAMINATION IN THE „MIEDZIANKA” ALLOTMENT GARDENS AT POLKOWICE CAUSED BY FLOTATION WASTES

Tadeusz Chodak, Jarosław Kaszubkiewicz, Bernard Gałka, Adam Bogacz
Institute of Soil Science and Agricultural Environment Protection,
Agricultural University, Wrocław

Key words: allotment gardens, heavy metals, pollution, soil, pipeline, failure

Summary

„Polska Miedź” Co. copper smelter extracts the copper in flotation process; the wastes arisen in this process, are transported to the reservoir „Żelazny Most” through the pipelines running from ore enriching plant to the landfill site. Due to the pipeline failure in 1998, a part of allotment gardens was flooded with post-flotation wastes. The investigations carried-out showed that chemical properties of the soils in allotment gardens were strongly affected by flooding with the sludge. An increase of salt contents in the upper layers of the flooded soils was found. Covering the soils by sludges caused their alkalization. Dangerous

effect of the failure was the contamination of soils in allotment gardens with the copper what meant serious restrictions for growing crops. No pollution with any other heavy metals was observed.

Prof. dr hab. Tadeusz **Chodak**
Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego
Akademia Rolnicza
ul. Grunwaldzka 53
50-357 WROCŁAW