

ZAWARTOŚĆ Fe, Co i Ni A NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI GLEB NARAŻONYCH NA ODDZIAŁYWANIE PRZEMYSŁU W WYBRANYCH REJONACH POŁUDNIOWO-WSCHODNIEJ POLSKI

Janina Kaniuczak, Edmund Hajduk, Jan Gąsior

Katedra Chemizacji Produkcji Rolniczej w Rzeszowie,
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie

Wstęp

Gleba w znaczącym stopniu wpływa na skład chemiczny roślin, a tym samym na jakość pokarmu. Zawartość pierwiastków śladowych w glebie jest uzależniona od rodzaju skały macierzystej. Zachowanie się metali śladowych w glebach i ich fitoprzyzwajalność uwarunkowane jest wieloma czynnikami [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993]. Działalność człowieka, w tym również emisje zanieczyszczeń przez zakłady przemysłowe, powodują znaczący wzrost stężenia pierwiastków w glebach. W miarę stopniowej imisji zanieczyszczeń pojawia się problem degradacji gleby. Powoduje to zmniejszenie ilości i jakości produkowanej biomasy [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993].

Celem podjętych badań było określenie całkowitych zawartości Fe, Co i Ni w poszczególnych poziomach genetycznych gleb aluwialnych, narażonych na oddziaływanie zakładów przemysłowych w odniesieniu do niektórych właściwości fizykochemicznych badanych gleb.

Materiał i metody

Badaniami objęto gleby z rejonu oddziaływania:

- Fabryki Maszyn w Strzyżowie (FM),
- Elektrociepłowni w Załężu koło Rzeszowa (EC),
- Łańcuckiej Fabryki Śrub w Łańcucie (ŁFS).

W każdej miejscowości, w kierunku przeważających wiatrów, zlokalizowano po 3 odkrywki glebowe w zróżnicowanych odległościach od emitatorów. W powietrzu suchych próbkach glebowych określono:

- metodą absorbcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) zbliżone do całkowitych (po mineralizacji na gorąco w stężonym HClO_4) zawartości Fe, Ni, Co;
- skład mechaniczny (metodą Cassagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego);
- odczyn gleby (w H_2O oraz w 1 mol $\text{KCl}\cdot\text{dm}^{-3}$);
- kwasowość hydrolityczną (metodą Kappena);
- sumę zasad wymiennych i pojemność kompleksu sorpcyjnego (metodą Kap-

- pena);
– zawartość węgla organicznego (metodą Tiurina).

Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością Fe, Ni, Co a wymienionymi parametrami obliczono korzystając z programu Statgraphics.

Wyniki i dyskusja

Poziomy orno-próchniczne tych gleb charakteryzowały się przewagą frakcji pyłu. W miarę wzrostu głębokości w profilu glebowym zwiększał się udział frakcji części spławialnych oraz frakcji iltu koloidalnego. Podstawowe właściwości fizykochemiczne przedstawiono w tabeli 1. Analizowane gleby należy zaliczyć do mad rzecznych o różnym wieku i składzie granulometrycznym w większości przypadków pyłów zwykłych i ilastych (tab. 2). Badane gleby charakteryzowały się wysoką pojemnością kompleksu sorpcyjnego gleby, znacznym stopniem wysycenia kationami zasadowymi i zróżnicowaniem pH. Wysokie pH notowano w glebach ze Strzyżowa (średnio pH w roztworze KCl wynosiło 7,11), natomiast silnym zakwaszeniem cechowały się próbki z Załęża (pH w zakresie 3,98–5,25, kwasowość hydrolityczna – średnio 2,5 cmol(+)-kg⁻¹). Zwykle najniższym odczynem i najwyższą kwasowością odznaczała się gleba z poziomu Ap.

Żelazo jest najpowszechniej stosowanym metalem w różnych gałęziach przemysłu, jednak zwykle jego udział w ogólnym zanieczyszczeniu środowiska nie jest określany, ponieważ nie stanowi zagrożenia dla organizmów żywych. Powierzchniowe poziomy gleb Polski zawierają najczęściej 0,8–1,8% Fe [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993]. Zawartość Fe w badanych glebach mieściła się w zakresie 1,45–4,52%. Najwyższą średnią zawartością żelaza (2,60%) charakteryzowały się gleby z okolicy EC w Załężu, a najniższą (2,16%) gleby z rejonu FM w Strzyżowie (tab. 2). Podobne ilości żelaza w madach Żuław Wiślanych stwierdzili CZARNOWSKA i BONTRUK [1995] oraz WOŹNIAK [1996] w glebach brunatnych kwaśnych bieszczażdzkich połonin. Biorąc pod uwagę cały profil glebowy, zwykle najwyższe ilości Fe notowano w najniższej położonych poziomach genetycznych czy warstwach. W madach z rejonu FM i EC zaobserwowano pewien wzrost ilości tego metalu w poziomie Ap w porównaniu z poziomami głębiej położonymi.

W glebach z okolic EC w Załężu i ŁFS w Łańcucie stwierdzono zbliżone ilości kobaltu – odpowiednio średnio 10,8 i 9,9 mg·kg⁻¹, nieco mniejszą ilość w okolicy FM w Strzyżowie (8,3 mg·kg⁻¹). LASKOWSKI i in. [1976] stwierdzili od 5 do 20 mg Co·kg⁻¹ gleby w madach odrzańskich okolic Głogowa, zaś CZARNOWSKA i BONTRUK [1995] średnio 13,4 mg Co·kg⁻¹ w madach Żuław. Zwykle jednak w glebach spotykano mniejsze ilości kobaltu [CZARNOWSKA, CHOJNICKI 1993; CZARNOWSKA i in. 1995; WOŹNIAK 1996], a jak podają KABATA-PENDIAS i PENDIAS [1993] średnia zawartość tego metalu w glebach świata wynosi 8 mg Co·kg⁻¹.

Średnia ilość Ni w badanych glebach wzrastała zgodnie z biegiem rzeki – najmniejszą zawartość zanotowano w Strzyżowie (średnio 23 mg·kg⁻¹), najwyższą w Łańcucie (28 mg·kg⁻¹) i średnie te różniły się istotnie. Były to ilości znacznie wyższe od średniej geometrycznej dla powierzchniowej (0–20 cm) warstwy gleb Polski [TERELAK i in. 1997] ale mieszczące się w klasie gleb o naturalnej zawartości Ni [KABATA-PENDIAS i in. 1993]. Podobnie jak wielu autorów [CZARNOWSKA, CHOJNICKI 1993; GWOREK, JESKE 1996; KARCZEWSKA i in. 1997] nie zaobserwowano tendencji do akumulacji tego metalu w poziomie próchnicznym.

Tabela 1; Table 1

Niektóre właściwości analizowanych gleb
Some physico-chemical properties of investigated soils

Poziom genetyczny Soil horizon	pH		Hh	S	T	V (%)	C org. Organic C (%)
	H ₂ O	KCl					
Strzyżów							
Ap	6,18–7,40*	6,14–6,94	0,5–1,4	15,7–28,8	16,1–28,9	92,0–98,8	0,43–1,21
	6,93*	6,64	0,8	20,1	20,9	95,9	0,86
C	7,80–8,00	7,26–7,43	0,2–0,3	12,5–30,1	12,8–30,4	97,7–99,0	0,35–0,65
	7,92	7,33	0,3	19,3	19,6	98,5	0,50
IIC	7,87–8,01	7,28–7,43	0,2–0,5	4,2–16,1	4,7–16,3	90,3–98,8	0,25–0,61
	7,95	7,36	0,4	9,3	9,7	94,5	0,38
IIIC	7,81–8,07	7,15–7,28	0,3–0,5	6,1–12,6	6,4–13,1	95,3–96,6	0,69–1,46
	7,93	7,22	0,4	9,3	9,7	96,1	1,03
IVC	7,62–7,85	6,88–7,07	0,4–0,5	18,8–24,6	19–25,1	97,9–98,2	0,63–0,95
	7,77	6,98	0,4	21,2	21,7	98,1	0,78
Średnio; Mean	7,70	7,11	0,5	15,8	16,2	96,6	0,71
Załęże							
Ap	4,78–5,59	3,98–4,59	2,9–4,4	9,8–12,4	13,7–15,3	69,0–81,3	1,07–1,44
	5,27	4,38	3,5	10,9	14,4	75,4	1,24
Bbr	5,7–6,60	4,61–5,44	1,2–2,4	9,9–13,3	11,8–15,5	82,9–85,8	0,39–0,89
	6,13	4,92	1,8	11,6	13,8	84,2	0,69
IIC	6,37–6,65	5,03–5,25	2,3–3,3	23,5–30,3	25,8–33,2	88,1–91,3	1,27–1,46
	6,52	5,17	2,8	26,1	28,9	90,2	1,39
IIIC	6,39–6,69	4,95–5,24	1,7–1,8	16,4–25,0	18,1–26,8	90,6–93,5	0,49–0,92
	6,51	5,10	1,8	20,6	22,4	92,0	0,64
Średnio; Mean	6,11	4,89	2,5	17,3	19,9	85,4	0,99
Łańcut							
Ap	5,71–6,85	4,66–6,30	1,5–3,3	13,8–37,1	15,3–38,9	81,8–95,3	1,43–1,69
	6,38	5,50	2,2	21,9	24,1	89,3	1,54
Bbr	6,02–7,35	4,91–6,18	0,9–1,8	10,7–21,9	12,4–22,8	86,3–96,0	0,50–0,85
	6,64	5,40	1,5	16,9	18,3	91,1	0,71
Cg	6,53–7,86	5,62–7,06	0,3–1,6	9,6–24,5	10,5–26,1	91,4–98,7	0,13–0,68
	7,10	6,11	0,9	18,8	19,7	94,7	0,32
Średnio; Mean	6,71	5,69	1,5	19,2	20,7	91,7	0,85

* – Odpowiednio zakres i średnia; Range and mean

Hh – Kwasowość hydrolityczna; Hydrolytic acidity

S – Suma wymiennych kationów zasadowych; Base cation capacity

T – Pojemność sorpcyjna; Cation exchangeable capacity

V – Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi; Base cation saturation

Tabela 2; Table 2

Ogólna zawartość Fe, Co, Ni i wybranych frakcji mechanicznych
Total contents of Fe, Co, Ni and content of selected soil fractions

Poziom genetyczny Soil horizon	Zawartość frakcji o średnicy (mm) Content of soil fraction of dia (mm)			Fe (%)	Co mg·kg ⁻¹ gleby; soil	Ni
	0,1–0,02	< 0,02	< 0,002			
Strzyżów						
Ap	45–60*	17–39	3–6	1,66–2,17	6,4–9,8	21–30
	55*	27	5	1,86	8,1	24
C	40–57	19–48	6–14	1,54–2,46	7,7–11	16–32
	49	32	9	1,90	9	22
IIC	44–60	17–24	6–6	1,45–2,35	7,7–8,5	14–25
	52	20,5	6	1,78	8,1	18
IIIC	44–48	42–42	12–12	2,06–3,18	6,2–9,4	17–27
	46	42	12	2,48	7,5	23
IVC	34–43	45–59	14–16	2,40–2,95	6,3–12,6	25–34
	39	52	15	2,76	9,0	28
Średnio; Mean	48	35	9	2,16	8,3	23
Załęże						
Ap	42–52	34–46	14–19	1,57–2,33	6,6–9,2	12–21
	46	38	16	1,92	7,6	17
Bbr	49–51	28–35	13–14	1,63–1,87	4,5–8,3	16–27
	50	32	13	1,76	6,8	20
IIC	17–33	57–72	13–32	3,22–4,3	13,9–16,2	27–38
	26	62	22	3,59	14,8	34
IIIC	22–37	60–71	26–37	2,95–3,48	11,7–17,5	25–35
	30	65	32	3,14	13,9	29
Średnio; Mean	38	49	21	2,60	10,8	25
Łańcut						
Ap	41–49	22–44	3–16	1,73–2,82	6,9–19,9	23–38
	44	30	7	2,09	11,2	28
Bbr	32–53	25–57	10–22	1,72–3,24	6,3–11,5	20–37
	40	45	18	2,23	8,0	26
Cg	12–47	20–81	10–31	1,75–4,52	7,6–16,5	25–38
	30	42	17	2,67	10,6	29
Średnio; Mean	38	39	14	2,33	9,9	28

* – odpowiednio zakres i średnia; range and mean

W profilach z Załęży notowano silne zróżnicowanie zawartości Fe, Co, Ni w poszczególnych poziomach genetycznych, przy czym bogate w ten metal były poziomy genetyczne głębiej położone.

Tabela 3; Table 3

Współczynniki korelacji pomiędzy ogólną zawartością badanych pierwiastków a niektórymi właściwościami gleb

Coefficients of correlation between the total content of investigated elements and some properties of soils

	Frakcje; Soil fraction (mm)			C org. Organic C	S	T	Fe	Co
	0,1-0,02	< 0,02	< 0,002					
Fe	-0,902***	0,909***	0,815***	0,251	0,575***	0,595***		
Co	-0,764***	0,684***	0,612***	0,337*	0,731***	0,747***	0,788***	
Ni	-0,654***	0,623***	0,467**	0,335*	0,621***	0,625***	0,670***	0,769***

* - P = 0,05

** - P = 0,01

*** - P = 0,001

S; T - Oznaczenia jak w tabeli 1; Explanations see Table 1

Zawartość Fe, Co i Ni w profilach badanych gleb była istotnie dodatnio skorelowana z zawartością części spławialnych, frakcji iłu koloidalnego, sumą kationów zasadowych i pojemnością kompleksu sorpcyjnego gleby względem kationów, ujemnie zaś z ilością frakcji pyłu (tab. 3). Podobne zależności pomiędzy składem mechanicznym gleby a zawartością metali stwierdzili CZARNOWSKA i CHOJNICKI [1993], CZARNOWSKA i BONTRUK [1995], CZARNOWSKA i in. [1995], GWOREK i JESKE [1996], WOŹNIAK [1996]. Nie zanotowano natomiast istotnych statystycznie współczynników korelacji pomiędzy zawartością badanych metali a pH gleby, jej kwasowością hydrolityczną, czy stopniem wysycenia kationami zasadowymi. Korelacje z C org. były słabe lub nieistotne statystycznie (Fe). Również GWOREK i JESKE [1996] nie stwierdziły istotnych statystycznie współczynników korelacji prostej pomiędzy zawartością Fe i Ni a ilością węgla organicznego. Wielu autorów notowało natomiast silną współzależność pomiędzy zawartością Fe, Co, Ni [CZARNOWSKA i CHOJNICKI 1993; CZARNOWSKA i BONTRUK 1995; CZARNOWSKA i in. 1995; GWOREK i JESKE 1996; WOŹNIAK 1996], co zaobserwowano także w przeprowadzonych badaniach.

Nie udało się udowodnić wpływu badanych zakładów na zawartość Fe, Co i Ni w okolicznych glebach – współczynniki korelacji prostej pomiędzy ich ilością a odległością od emitatorów zanieczyszczeń były statystycznie nieistotne. Stwierdzono, że poziom zawartości badanych metali w całym profilu nie stwarza zagrożenia z punktu widzenia zanieczyszczenia środowiska.

Wnioski

1. Badane gleby aluwialne doliny Wisłoka zawierały średnio 2,45% Fe, 10 mg Co·kg⁻¹ i 26 mg Ni·kg⁻¹. Poziom zawartości badanych metali w całym profilu nie stwarza zagrożenia z punktu widzenia zanieczyszczenia środowiska.
2. Rozmieszczenie Fe, Co i Ni w profilach glebowych ma zależało głównie od składu granulometrycznego. Nie wykazano wpływu procesów glebotwórczych ani wpływu emisji pyłowych pobliskich zakładów przemysłowych na rozmieszczenie w profilu badanych metali.
3. Zawartość Fe, Co i Ni była istotnie dodatnio skorelowana z procentową

ilością części spławialnych, ilu koloidalnego, sumą kationów zasadowych i pojemnością kompleksu sorpcyjnego gleby względem kationów, ujemnie zaś z ilością frakcji pyłu.

Literatura

CZARNOWSKA K., BONTRUK H. 1995. *Metale ciężkie w glebach aluwialnych Żuław.* Roczn. Glebozn. XLVI(1/2): 65–77.

CZARNOWSKA K., BRODA D., CHOJNICKI J., TUREMKA E. 1995. *Metale ciężkie w glebach aluwialnych doliny Wisły.* Roczn. Glebozn. XLVI(3/4): 5–18.

CZARNOWSKA K., CHOJNICKI J. 1993. *Występowanie żelaza, manganu, chromu, niklu i kobaltu w glebach wytworzonych z najmłodszych lessów równiny Błońsko-Sochaczewskiej.* Roczn. Glebozn. XLIV(1/2): 81–91.

GWOREK B., JESKE K. 1996. *Pierwiastki śladowe i żelazo w glebach uprawnych wytworzonych z utworów glacialnych.* Roczn. Glebozn. XLVII Supl.: 51–63.

KABATA-PENDIAS A., MOTOWICKA-TERELAK T., PIOTROWSKA M., TERELAK H., WITEK T. 1993. *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką.* IUNG Puławy: 20 ss.

KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1993. *Biogeochemia pierwiastków śladowych.* PWN Warszawa: 364 ss.

KARCZEWSKA A., SZERSZEŃ L., KHDRI J. 1997. *Fracje niklu w glebach wytworzonych z różnych skał macierzystych Polski i Syrii.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 448: 117–123.

LASKOWSKI E., SZERSZEŃ L., ROSZYK E. 1976. *Zawartość siarki i niektórych mikroelementów w madach odrzańskich okolic Głogowa.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 179: 427–438.

TERELAK H., STUCZYŃSKI T., PIOTROWSKA M. 1997. *Metale ciężkie w glebach użytków rolnych Polski.* Mat. konf. „Ochrona i wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski”, 3–4 VI 1997, IUNG Puławy: 135–142.

WOŹNIAK L. 1996. *Biogenne pierwiastki metaliczne i niektóre toksyczne metale ciężkie w glebach i roślinach Bieszczadów.* Zesz. Nauk. AR Kraków, Rozprawy 216: 80 ss.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, zanieczyszczenia gleb

Streszczenie

Badaniami objęto gleby aluwialne doliny Wisłoka znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie zakładów przemysłowych. Celem podjętych badań było określenie całkowitych zawartości Fe, Co i Ni w poszczególnych poziomach genetycznych gleb w odniesieniu do niektórych właściwości fizykochemicznych badanych gleb.

Analizowane gleby należy zaliczyć do mad rzecznych o składzie granulometrycznym w większości przypadków pyłów zwykłych i ilastych. Charakteryzowały się wysoką pojemnością kompleksu sorpcyjnego gleby (średnio 18,9 cmol(+)·kg⁻¹), znacznym stopniem wysycenia kationami zasadowymi (średnio 91,2%) i

zróżnicowaniem pH (pH w roztworze KCl w zakresie 3,98–7,43).

W badanych glebach stwierdzono średnio 2,45% Fe (1,45–4,52%), 10 mg Co·kg⁻¹ (4,5–19,9 mg·kg⁻¹) i 26 mg Ni·kg⁻¹ (12–38 mg·kg⁻¹). Rozmieszczenie Fe, Co i Ni w profilach glebowych miało zależeć głównie od składu granulometrycznego. Nie wykazano wpływu procesów glebotwórczych ani wpływu emisji pyłowych pobliskich zakładów przemysłowych na rozmieszczenie w profilu badanych metali. Zawartość Fe, Co i Ni była istotnie dodatnio skorelowana z procentową ilością części spławialnych, ilu koloidalnego, sumą kationów zasadowych i pojemnością kompleksu sorpcyjnego gleby względem kationów, ujemnie zaś z ilością frakcji pyłu.

Poziom zawartości badanych metali w całym profilu nie stwarza zagrożenia z punktu widzenia zanieczyszczenia środowiska.

CONTENTS OF Fe, Co, Ni AND SOME PROPERTIES OF THE SOILS INFLUENCED BY THE INDUSTRY IN SELECTED REGIONS OF SOUTH-EASTERN POLAND

Janina Kaniuczak, Edmund Hajduk, Jan Gąsior

Institution of Chemisation of Agricultural Production in Rzeszów,
Agricultural Academy, Kraków

Key words: heavy metals, alluvial soils, pollution

Summary

Alluvial soils in the valley of Wisłok river were investigated in direct neighbourhood of industrial plants. The aim of investigations was to qualify the of total contents of Fe, Co, Ni in various genetic soil horizons with reference to some properties of investigated soils.

Analyzed soils were characterized by high capacity of sorption complex (on average 18.9 cmol(+)·kg⁻¹), high level of sorption complex saturation with basic cations (on average 91.2%) and differentiated pH (pH in KCl range 3.98–7.43). Following average contents were found in investigated soils: 2.45% Fe (1.45–4.52%), 10 mg Co·kg⁻¹ (4.5–19.9 mg·kg⁻¹) and 26 mg Ni·kg⁻¹ (12–38 mg·kg⁻¹). Distribution of Fe, Co, Ni in soil profiles depended mainly on granulometric composition. Neither the soil formative processes nor dust emissions from industrial plants did affect the distribution of investigated metals in soil profile. Contents of Fe, Ni, Co were positively correlated with the percentage of granulometric fractions: < 0.02 mm and < 0.002 mm, the sum of basic cations, the capacity of sorption complex towards basic cations. The level of investigated metal concentration in whole profile was not dangerous in view of environmental pollution.

Dr hab. Janina **Kaniuczak**
Katedra Chemizacji Produkcji Rolniczej
Akademia Rolnicza
ul. M. Cwiklińskiej 2
39-959 RZESZÓW