

RÓŻNICOWANIE SIĘ ZAWARTOŚCI METALI CIĘŻKICH W PROFILACH GLEB ŁĄKOWYCH DOLINY ODRY W REJONIE BYTOMIA ODRZAŃSKIEGO

CZĘŚĆ II

ŻELAZO, MANGAN, NIKIEL I CHROM

Zbigniew Perlak

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego,
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Żelazo i mangan należą do pierwiastków niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania roślin, zwierząt i ludzi. Związki żelaza i manganu występujące w glebie wpływają na zachowanie się innych pierwiastków, szczególnie śladowych. O dostępności zarówno żelaza, jak i manganu dla roślin decyduje nie tyle ich całkowita zawartość, ile czynniki wpływające na rozpuszczalność tych metali, a zwłaszcza odczyn i potencjał redoks. Profilowe rozmieszczenie oraz forma występowania żelaza wpływa na zabarwienie i jest wskaźnikiem właściwości gleb [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999].

Nikiel i chrom są pierwiastkami niezbędnymi do prawidłowego rozwoju człowieka i zwierząt, są doniesienia o korzystnym wpływie niklu na wzrost niektórych roślin, nie wykazano natomiast dotychczas niezbędności chromu do wzrostu i rozwoju roślin, jednakże występujący niekiedy w glebach ich nadmiar stanowi zagrożenie dla organizmów żywych czerpiących z tych gleb pożywienie [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999]. Wysoka zawartość niklu oraz chromu [WARDAS i in. 1991; NIEDŹWIECKI i in. 1995] w osadach dennych Odry wskazuje na możliwość zanieczyszczenia tymi metalami zalewanych podczas wezbrań gleb doliny tej rzeki. Określenie profilowego rozmieszczenia niklu i chromu oraz prawidłowa ocena stopnia zanieczyszczenia nimi gleb jest jednym z podstawowych warunków optymalnego zagospodarowania tych gleb.

Celem niniejszej pracy jest określenie różnicowania się całkowitej zawartości żelaza manganu, niklu i chromu w profilach gleb łąkowych doliny Odry w rejonie Bytomia Odrzańskiego.

Materiał i metody

Zarówno teren, jak i metodykę badań, poziomy genetyczne, grupy granulometryczne oraz wyniki badań laboratoryjnych dotyczące zawartości części spławialnych, zawartości próchnicy i odczynu badanych gleb opisano w pierwszej części niniejszej pracy [PERLAK 2000].

Wyniki i dyskusja

Wyniki analiz laboratoryjnych całkowitej zawartości żelaza, manganu, niklu i chromu oraz ocenę stopnia zanieczyszczenia badanych gleb niklem i chromem zamieszczono w tab. 1.

Tabela 1; Table 1

Całkowita zawartość Fe, Mn, Ni i Cr w glebie oraz stopień zanieczyszczenia gleb Ni i Cr
Total contents of Fe, Mn, Ni and Cr in soil and degree of soil contamination with Ni and Cr

Profil Profile	Głębokość Depth (cm)	Zawartość; Content of				Stopień zanieczyszczenia ¹⁾ Degree of contamination ¹⁾	
		Fe	Mn	Ni	Cr	Ni	Cr
		%	mg·kg ⁻¹				
3	5-10	1,98	610	31	23	I	0
	35-45	1,87	407	29	16	I	0
	61-71	1,27	346	23	13	0	0
	104-114	0,47	121	7	3	0	0
	130-140	1,76	127	36	18	I	0
10	0-5	2,82	360	32	18	0	0
	5-10	2,89	338	37	26	I	0
	50-60	2,55	247	44	22	I	0
	105-115	4,11	259	38	19	I	0
	130-140	0,10	6	4	4	0	0
15	5-10	2,82	487	37	27	I	0
	45-50	3,05	256	46	24	I	0
	95-100	3,32	968	33	18	I	0
	130-140	0,45	55	8	12	0	0
17	5-10	2,19	683	27	16	I	0
	50-55	2,16	398	27	15	I	0
	70-80	2,71	187	44	26	I	0
	155-165	0,40	39	3	4	0	0
33	5-10	1,87	215	25	23	0	0
	20-25	1,96	192	31	32	0	0
38	0-5	2,17	705	19	10	0	0
	5-10	2,08	710	30	23	I	0
	24-34	2,34	763	32	20	I	0
	42-47	1,44	940	21	15	I	0
70	0-5	2,14	1035	23	15	0	0
	5-10	2,08	377	33	45	0	0
	27-33	0,99	90	16	18	0	0
72	0-5	0,57	202	3	3	0	0
	5-10	0,70	218	9	17	0	0
	20-30	0,53	207	3	4	0	0
	40-47	0,26	53	5	10	0	0
74	5-10	0,97	218	10	19	I	0
	30-40	0,76	65	8	17	0	0
76	0-5	0,93	466	5	8	0	0
	5-10	0,99	633	14	20	I	0
	20-30	0,97	643	9	11	0	0
	40-45	0,99	492	13	14	0	0
77	0-5	1,32	317	12	10	0	0
	5-10	1,07	176	20	25	0	0
	25-30	0,80	50	13	17	0	0

1) 0 – zawartość naturalna; natural content, I – zawartość podwyższona; increased content

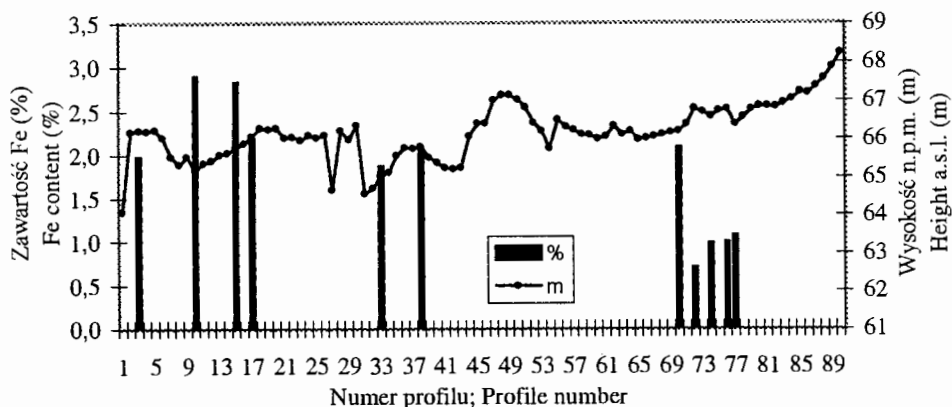
W badanych glebach zawartość żelaza waha się od 0,10 do 4,11%, manganu – od 6 do 1035 mg·kg⁻¹, niklu – od 3 do 46 mg·kg⁻¹, zaś chromu – od 3 do 45 mg·kg⁻¹.

Zarówno najniższą, jak i najwyższą zawartość żelaza stwierdzono w sąsiadujących ze sobą warstwach profilu nr 10, najniższą – w warstwie piasku luźnego na głębokości 130–140 cm, zaś najwyższą – w warstwie łu pylastego na głębokości 105–115 cm.

Najmniejsze nagromadzenie manganu w badanych glebach (6 mg·kg⁻¹) stwierdzono w profilu nr 10 w warstwie piasku luźnego na głębokości 130–140 cm, zaś największe (1035 mg·kg⁻¹) – w wierzchniej części poziomu próchnicznego (0–5 cm), profilu nr 70, utworzonej z utworu torfiastego zawierającego 29% części spławalnych.

Najniższą zawartość niklu (3 mg·kg⁻¹) stwierdzono w profilu nr 17 w warstwie piasku słabo gliniastego na głębokości 155–165 cm oraz w profilu nr 72 w wierzchniej części poziomu próchnicznego na głębokości 0–5 cm, zaś najwyższą (46 mg·kg⁻¹) w profilu nr 15 na głębokości 45–50 cm w warstwie łu zawierającego 83% części spławalnych. Prawie w połowie badanych próbek glebowych wykazano podwyższoną zawartość niklu, jednakże w żadnej nie stwierdzono zanieczyszczenia tym pierwiastkiem.

Najmniej chromu (3 mg·kg⁻¹) stwierdzono w warstwach piasku luźnego – w profilu nr 3 na głębokości 104–114 cm oraz w profilu 72 na głębokości 0–5 cm, zaś najwięcej (45 mg·kg⁻¹) – w profilu nr 70 w poziomie próchnicznym na głębokości 5–10 cm utworzonym z utworu torfiastego zawierającego 31% części spławalnych. Pomimo znacznego zróżnicowania, ilość chromu we wszystkich badanych glebach utrzymuje się na poziomie przyjętym dla zawartości naturalnej.

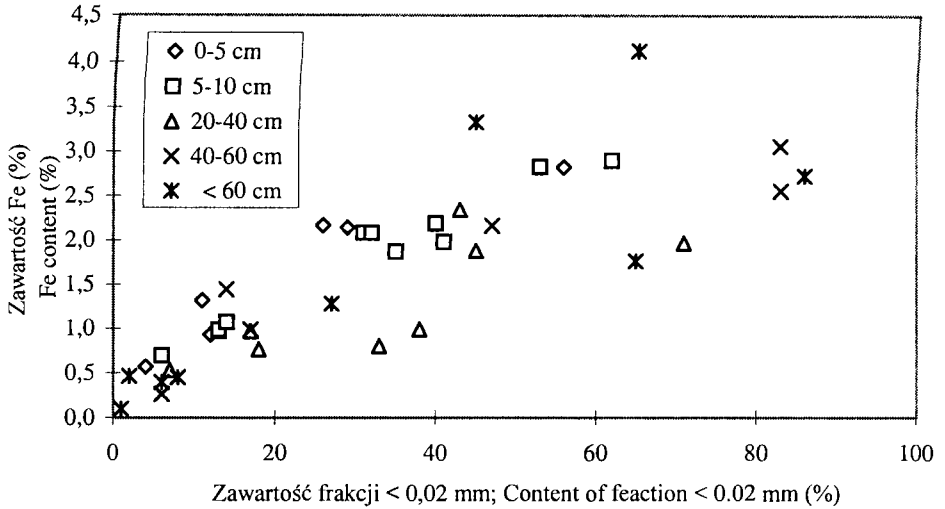


Rys. 1. Całkowita zawartość Fe w poziomach próchnicznych na tle mikrorzeźby terenu

Fig. 1. Total Fe content in humus horizons against the background of terrain micro-relief

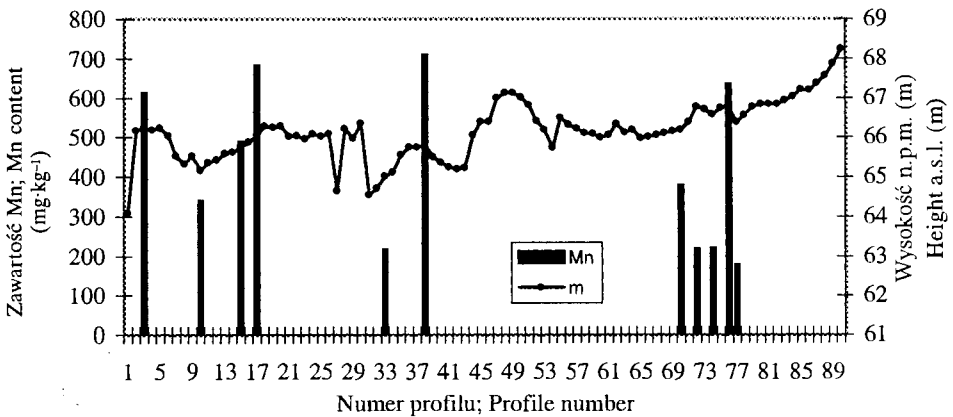
Podobnie jak w przypadku ołowiu, cynku i miedzi [PERLAK 2000], wierzchnie warstwy gleb (5–10 cm) położonych w obniżeniach zawierają zwykle więcej zarówno żelaza (rys. 1), niklu (rys. 5), jak i chromu (rys. 7) w porównaniu do sąsiadujących z nimi gleb terenów wyniesionych. Ma to wyraźny związek z większą w glebach obniżek zawartością części spławalnych [PERLAK 2000] oraz ilością ośa-

dzanych w trakcie wezbrań namulów bogatych w te metale [KUCHARZEWSKA i in. 1991; CHODAK, PERLAK 1999]. Inaczej natomiast kształtują się relacje pomiędzy rzeźbą terenu a zawartościami manganu w wierzchnich warstwach gleb. Gleby występujące w obniżeniach zawierają na głębokości 5–10 cm na ogół mniej manganu niż sąsiadujące z nimi gleby terenów wyniesionych (rys. 3).



Rys. 2. Całkowita zawartość Fe w badanych glebach w zależności od głębokości pobrania próbek i zawartości frakcji < 0,02 mm

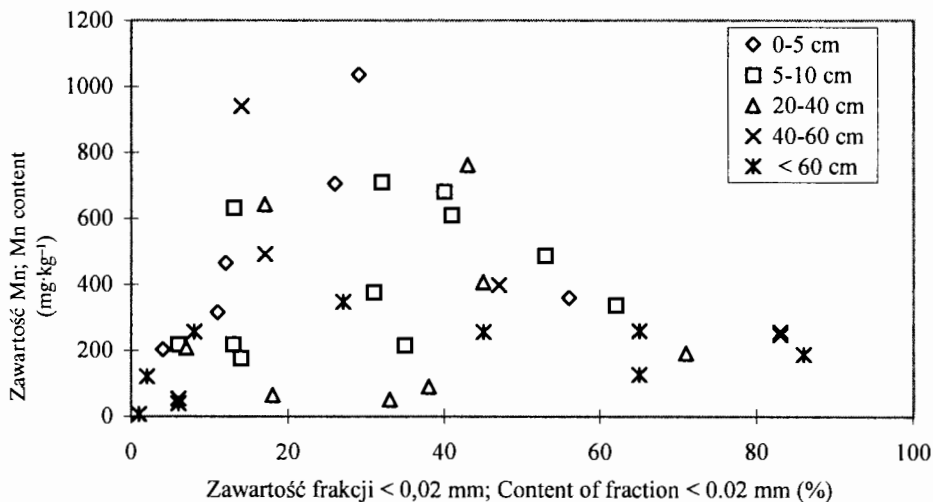
Fig. 2. Total Fe content in investigated soils according to sampling depth and fraction < 0.02 mm content



Rys. 3. Całkowita zawartość Mn w poziomach próchnicznych na tle mikrorzeźby terenu

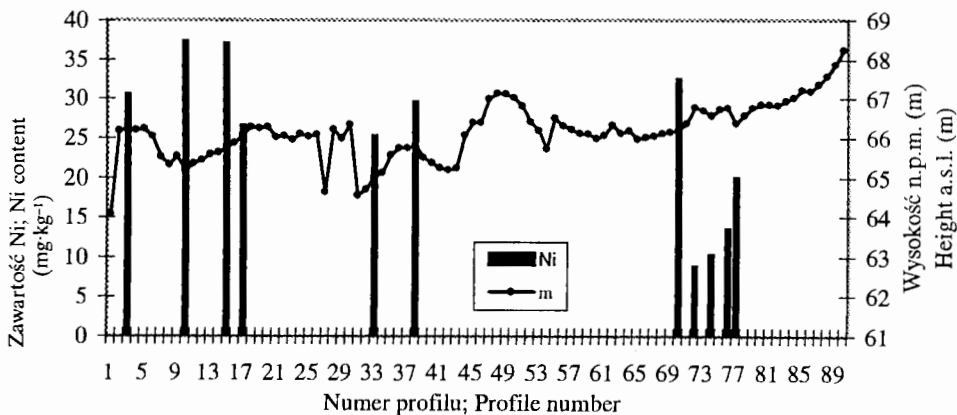
Fig. 3. Total Mn content in humus horizons against the background of terrain micro-relief

Badane gleby charakteryzują się dużym zróżnicowaniem składu granulometrycznego zarówno pomiędzy profilami, jak również między warstwami poszczególnych profili [PERLAK 2000]. Po pogrupowaniu wyników w zależności od głębokości pobrania próbek stwierdzono, że zróżnicowanie zawartości żelaza, niklu i chromu w profilach glebowych związane jest przede wszystkim ze zmiennym uziarnieniem. Próbkę zawierające więcej części sypialnych charakteryzują się zwykle większą zawartością zarówno żelaza (rys. 2), niklu (rys. 6), jak i chromu (rys. 8).



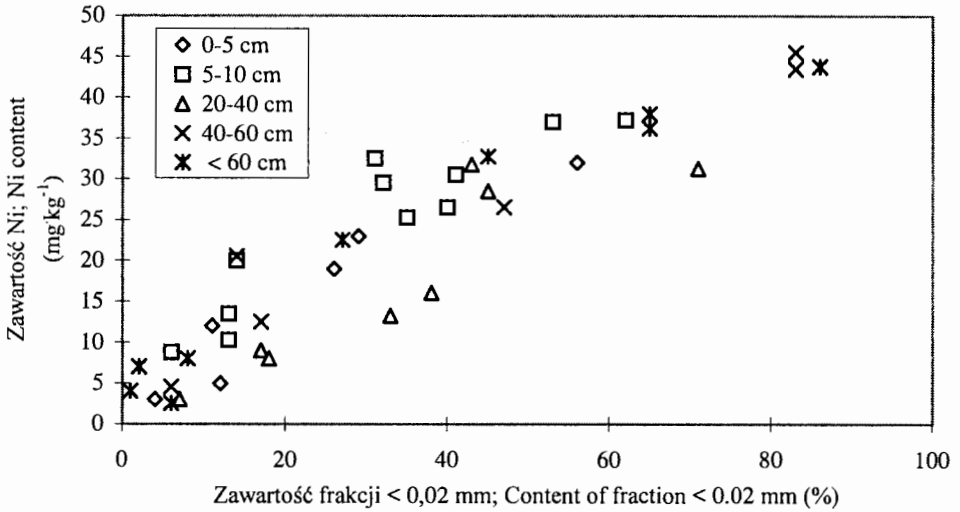
Rys. 4. Całkowita zawartość Mn w badanych glebach w zależności od głębokości pobrania próbek i zawartości frakcji < 0,02 mm

Fig. 4. Total Mn content in investigated soils according to sampling depth and fraction < 0.02 mm content



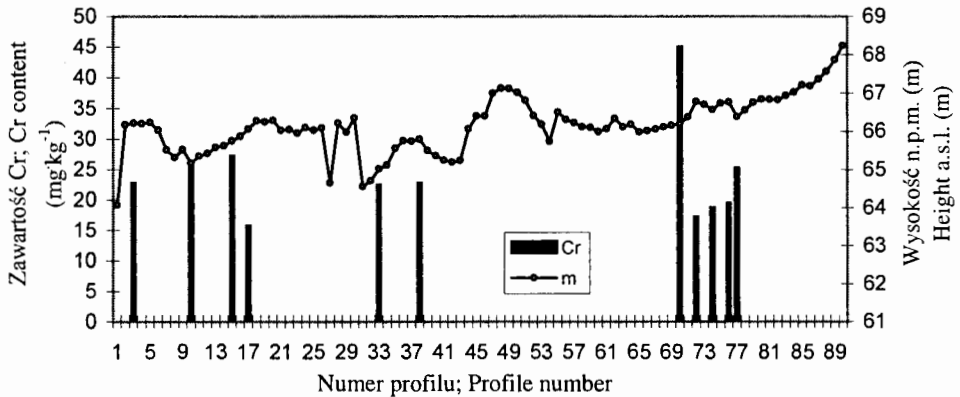
Rys. 5. Całkowita zawartość Ni w poziomach próchnicznych na tle mikrorzeźby terenu

Fig. 5. Total Ni content in humus horizons against the background of terrain micro-relief



Rys. 6. Całkowita zawartość Ni w badanych glebach w zależności od głębokości pobrania próbek i zawartości frakcji < 0,02 mm

Fig. 6. Total Ni content in investigated soils according to sampling depth and fraction < 0.02 mm content

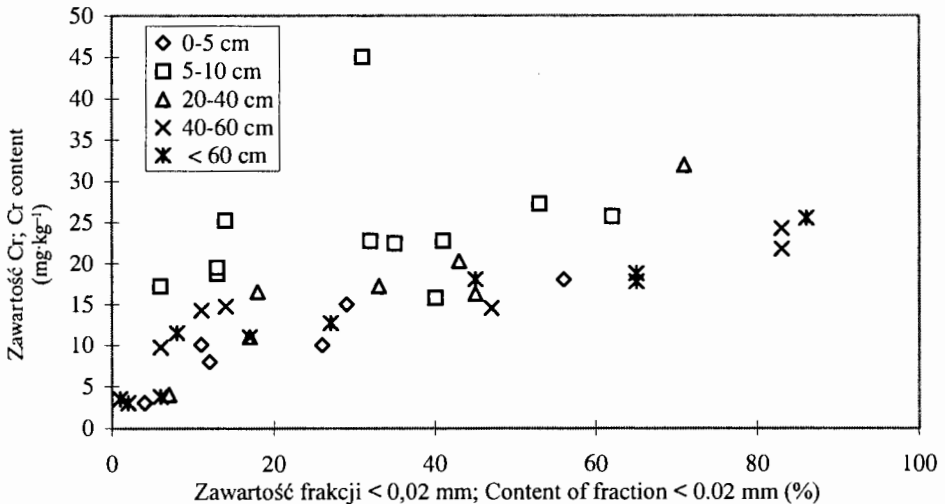


Rys. 7. Całkowita zawartość Cr w poziomach próchnicznych na tle mikroreliefu terenu

Fig. 7. Total Cr content in humus horizons on against background of terrain micro-relief

Inaczej niż w przypadku wyżej wymienionych metali kształtuje się zawartość manganu w zależności zawartości części spawalnych (rys. 4). Zawartości manganu powyżej $500 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ stwierdzono w połowie próbek zawierających od 13 do 45% części spawalnych, natomiast we wszystkich próbkach zawierających mniej niż 13 i więcej niż 45% części spawalnych zawartości manganu były mniejsze niż $500 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Przy podobnej zawartości części spawalnych wyższą zawartością manganu charakteryzują się zwykle wierzchnie ich warstwy od 0 do 10 cm. Duży

wpływ na rozmieszczenie manganu w profilach badanych gleb ma rzeźba terenu. W glebach obniżen terenu, zwłaszcza bardziej oddalonych od koryta Odry (profile nr 70 i 77), gdzie woda glebowo-gruntowa występuje płytko i gdzie zmiany jej poziomu są stosunkowo niewielkie, najwyższe zawartości manganu notowane są w warstwie 0–5 cm i w miarę wzrostu głębokości zawartość tego metalu bardzo wyraźnie maleje, natomiast w glebach wyniesień najwyższe zawartości tego pierwiastka występują często na większych głębokościach. Przyczyną takiego rozmieszczenia jest prawdopodobnie przemieszczanie się manganu wraz z podsiąkającą wodą ku górze i wytrącanie go w warunkach dostępu tlenu. W glebach obniżen, zwłaszcza bardziej oddalonych od Odry, woda podsiąkając napotyka warunki tlenowe dopiero przy samej powierzchni, natomiast w pozostałych glebach warunki tlenowe występują już na większych głębokościach, co prawdopodobnie powoduje stopniowe wytrącanie się manganu na różnych głębokościach w zależności od zmieniającego się poziomu wody gruntowej.



Rys. 8. Całkowita zawartość Cr w badanych glebach w zależności od głębokości pobrania próbek i zawartości frakcji < 0,02 mm

Fig. 8. Total Cr content in investigated soils according to sampling depth and fraction < 0.02 mm content

Przy podobnej zawartości części spławalnych nieco wyższą zawartością zarówno żelaza, jak i manganu charakteryzują się zwykle wierzchnie ich warstwy od 0 do 10 cm. Przyczyną tego mogą być wezbrania Odry osadzające na powierzchni gleb namuły zawierające znacznie więcej żelaza i manganu niż gleby, na których zostały osadzone [KUCCHARZEWSKA i in. 1991; CHODAK, PERLAK 1999].

Przy podobnej zawartości części spławalnych, próbki pobrane z głębokości 5–10 cm charakteryzują się zwykle nieco wyższą zawartością niklu i wyraźnie wyższą zawartością chromu w porównaniu do próbek pobranych z innych głębokości. Ponieważ głównymi czynnikami wpływającymi na sorpcję chromu są odczyn i potencjał redox [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999], zatem stosunkowo wysoka zawartość chromu na głębokości 5–10 cm jest prawdopodobnie skutkiem wymywania tego pierwiastka z warstw 0–5 cm, w których kwaśny odczyn i dostępność powiet-

rza sprzyjają jego rozpuszczalności oraz wytrącaniu go na głębokości 5–10 cm, gdzie mniejsza zawartość powietrza sprzyja redukcji łatwiej rozpuszczalnego Cr^{6+} do słabo rozpuszczalnego Cr^{3+} , zaś wyższe pH dodatkowo ogranicza rozpuszczalność.

Wnioski

1. Zawartość żelaza, niklu i chromu w profilach badanych gleb uzależniona jest głównie od składu granulometrycznego poszczególnych poziomów. Poziomy o wyższej zawartości części spławialnych zawierają zwykle więcej tych metali.
2. Zawartość manganu w poszczególnych poziomach zależy przede wszystkim od panujących w glebie stosunków powietrzno-wodnych.
3. Przy podobnej zawartości części spławialnych próbki pobrane z głębokości 5–10 cm zawierają wyraźnie więcej chromu niż próbki pobrane z innych głębokości.
4. Badane gleby nie wykazują zanieczyszczenia niklem i chromem.

Literatura

- CHODAK T., PERLAK Z. 1999. *Wpływ powodzi na skład mineralogiczny i niektóre właściwości gleb Doliny Środkowej Odry*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 467: 33–50.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydawn. PWN, Warszawa: 398 ss.
- KUCHARZEWSKA K., BORKOWSKI J., KUCHARZEWSKI A. 1991. *Zawartość metali ciężkich w namulach i madach rzecznych Odry*. Mat. konf. „Geologiczne aspekty ochrony środowiska”. AGH Kraków, 21–23 X 1991: 172–176.
- PERLAK Z. 2000. *Różnicowanie się zawartości metali ciężkich w profilach gleb łąkowych doliny Odry w rejonie Bytomia Odrzańskiego. Cz. I. Ołów, cynk i miedź*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471: 1089–1098.
- NIEDŹWIECKI E., TRAN VAN CHINH, BOGDA A., CHODAK T. 1995. *Wpływ polskiego przemysłu miedziowego na środowisko naturalne*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 821–827.
- WARDAS M., HELIOS-RYBICKA E., PYTEL M. 1991. *Metale ciężkie i formy ich związania w osadach dennych rzeki Odry*. Mat. konf. „Geologiczne aspekty ochrony środowiska”. AGH Kraków, 21–23 X 1991: 197–202.

Słowa kluczowe: gleby łąkowe, dolina Odry, żelazo, mangan, nikiel, chrom

Streszczenie

W badanych glebach całkowita zawartość żelaza waha się od 0,10 do 4,11%, manganu – od 6 do 1035 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, niklu – od 3 do 46 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, zaś chromu – od 3 do 45 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Profilowe różnicowanie się zawartości żelaza, niklu i chro-

mu uzależnione jest przede wszystkim od składu granulometrycznego poszczególnych poziomów, zaś manganu – od stosunków powietrzno-wodnych panujących w badanych glebach. Wierzchnie warstwy gleb położonych w obniżeniach zawierają zwykle więcej żelaza, niklu i chromu niż sąsiadujące z nimi gleby terenów wyniesionych. Poziomy glebowe wytworzone z utworów bogatszych w części spławialne zawierają zwykle również więcej żelaza, niklu i chromu. Przy podobnej zawartości części spławialnych, próbki pobrane z głębokości 5–10 cm charakteryzują się wyraźnie wyższą zawartością chromu w porównaniu do próbek pobranych z innych głębokości. Najwyższą zawartością manganu charakteryzują się poziomy, w których warunki powietrzno-wodne najbardziej sprzyjają wytrącaniu się tego pierwiastka z roztworu glebowego.

DIFFERENTIATION OF HEAVY METAL CONTENTS IN THE PROFILES OF MEADOW SOILS IN Odra RIVER VALLEY ON BYTOM ODRZAŃSKI AREA

PART II

IRON, MANGANESE, NICKEL AND CHROME

Zbigniew Perlak

Institute of Soil Science and Agricultural Environment Protection,
Agricultural University, Wrocław

Key words: meadow soils, Odra river waley, iron, manganese, nickel, chrome

Summary

In investigated soils the total content of iron varied from 0,10 to 4,11 %, manganese – from 6 to 1035 mg·kg⁻¹, nickel – from 3 to 46 mg·kg⁻¹, while chrome from 3 to 45 mg·kg⁻¹. Profile differentiation of iron, nickel and chrome depended first of all on granulometric composition of the soil horizons, while manganese – on water-air relations in investigated soils. Top layers of the soils situated in small hollow contained more iron, nickel and chrome than the soils situated close to them on elevated areas. Soil horizons developed from rocks richer in < 0.02 mm fraction usually contain more iron, nickel and chrome. At similar 0,02 mm fraction content, soil samples taken from the depth of 5–10 cm showed distinctly higher content of chrome in comparison with samples taken from another depths. The highest level of manganese was noticed in horizons where the water-air relations favors the precipitation of this element from soil solution.

Dr inż. Zbigniew Perlak

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego

Akademia Rolnicza

ul. Grunwaldzka 53

50-357 WROCŁAW

e-mail: perlak@ozi.ar.wroc.pl