

KRYSTYNA CZARNOWSKA, HANNA BONTRUK

ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH W GLEBACH ALUWIALNYCH ŻUŁAW

Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie

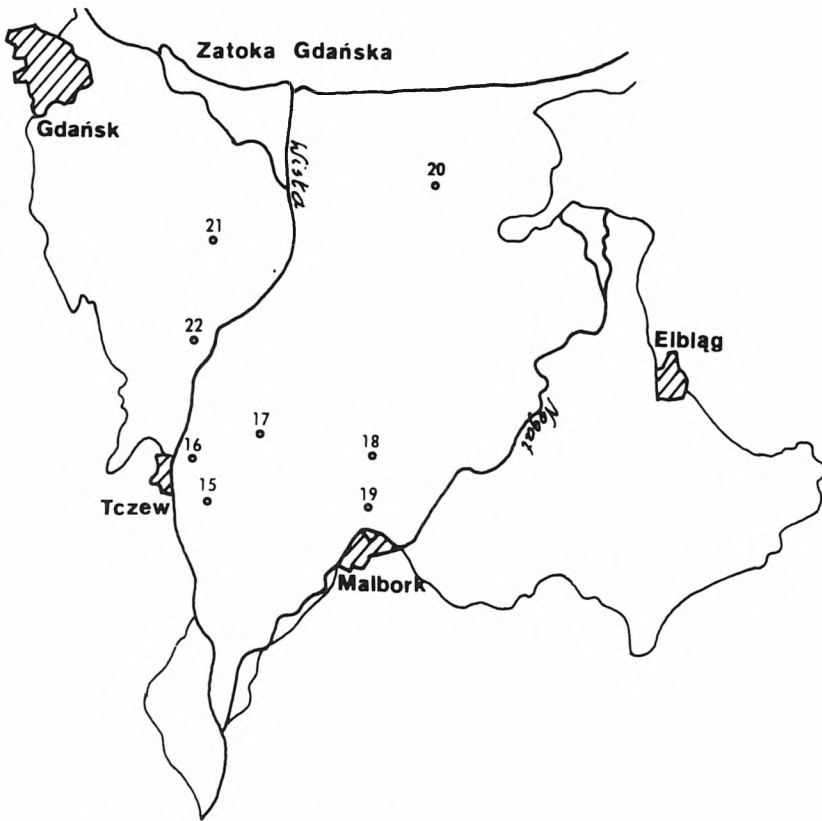
WSTĘP

Gleby aluwialne Żuław były wielokrotnie badane pod względem podstawowych właściwości fizykochemicznych, procesów glebotwórczych i przydatności rolniczej. Wykonano również genetyczną i bonitacyjną mapę tych gleb w skali 1:25 000 [Witek 1965; Siuta 1963]. Brak jest natomiast opracowań dotyczących ogólnej zawartości pierwiastków śladowych. Opublikowano tylko wyniki badań nad formami rozpuszczalnymi niektórych mikroelementów z tego terenu [Rejman, Kociałkowski, Michałek 1975].

Celem niniejszej pracy było określenie rozmieszczenia i ogólnej zawartości Fe, Mn, Zn, Cr, Cu, Ni, Co i Pb w profilach wybranych typów gleb aluwialnych delty Wisły (rys. 1) na tle niektórych podstawowych właściwości fizykochemicznych. Przeprowadzono także ocenę statystyczną wyników dotyczących metali ciężkich w aluwialnych glebach Żuław.

MIEJSCE BADAŃ, MATERIAŁ I METODY

Żuławy to obszar w delcie Wisły, o powierzchni 1742 km². Delta zaczęła się tworzyć w końcowej fazie morza litorynowego, a gromadzenie osadów aluwialnych rozpoczęło się mniej więcej przed pięciu tysiącami lat. Miąższość osadów waha się od 10 do 30 m.



●15...●22 Profile Profiles

Rys. 1. Rozmieszczenie profilów glebowych na terenie Żuław – Fig. 1. Location of soil profiles on Żuławy area: 15 – Stara Wisła, 16 – Lisewo Malborskie, 17 – Lichnowy, 18 – Martąg, 19 – Kamionka, 20 – Rybina, 21 – Cedry Wielkie, 22 – Steblewo

Powierzchnia Żuław wznosi się od 9 m n.p.m., a miejscami spada do 1,8 m poniżej poziomu morza [Lencewicz, Kondracki 1959]. Ze względu na wzniesienie nad poziom morza deltę Wisły podzielono na Żuławy Niskie – poniżej 2,5 m n.p.m. i Żuławy Wysokie – powyżej 2,5 m n.p.m. Szczegółowej charakterystyki geograficznej Żuław dokonał Witek [1965].

Badaniami objęto gleby uprawne zaliczone do następujących typów: mady rzeczne brunatne – 2 profile, mady rzeczne próchniczne – 3 profile oraz mady rzeczne glejowe – 3 profile [Systematyka Gleb Polski 1989]. Łącznie analizowano 34 próbki glebowe, w których oznaczono*: skład granulometryczny – metodą

*Część analiz została wykonana przez mgr Beatę Majchrzak

areometryczną, pH w H_2O i KCl – elektrometrycznie, C-organiczny – metodą Tiurina, kwasowość hydrolityczną – metodą Kappena. Kationy wymienne określono metodą Gedrojcia, tj. w 1 N octanie amonu o pH 7. Metale ciężkie oznaczano techniką ASA po trawieniu gleby 20% HCl. Przed trawieniem kwasem, materię organiczną spalano w piecu muflowym w temp. 450–480°C.

Uzyskane wyniki dotyczące ilości metali ciężkich w glebach Żuław zostały opracowane statystycznie w Katedrze Statystyki Matematycznej i Doświadczalnictwa SGGW, Pracownia Komputerowa – przez dra J. Górczyńskiego, za co autorki serdecznie dziękują.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Niektóre właściwości gleb aluwialnych. Skład granulometryczny badanych mad (poza profilem 15) jest zróżnicowany w poszczególnych poziomach profilów glebowych (tab. 1). Zawartość części spławialnych waha się od 13 do 88%, a frakcji koloidalnej (cząstki o średnicy poniżej 0,002 mm) waha się w profilu 15 od 46 do 54%, a w pozostałych profilach od 11 do 33%. Większość poziomów wykazuje skład granulometryczny ilów ze znaczną domieszką frakcji pyłu lub glin średnich, często pylastych. Tylko dwa poziomy genetyczne wykazują skład utworu pyłowego, trzy – glin lekkich, a jeden – piasku gliniastego pylastego. Dąbkowska-Naskręt [1990] we frakcji koloidalnej dwóch profilów z Żuław stwierdziła dużo minerałów pęczniejących, takich jak smektyt, oraz struktury mieszano-pakietowe typu illit-smektyt.

Badane mady można zaliczyć do: średniociężkich (profile 16, 17, 19 i 20), ciężkich (profile 20 i 21) oraz bardzo ciężkich (profile 15 i 18).

Omawiane mady, szczególnie próchniczne, zawierają w całym profilu dużo węgla organicznego. W poziomach A ilość C-organicznego waha się od 0,98 do 2,62%, a w poziomach głębszych (poniżej 100 cm) od 0,12 do 2,00%, co w przeliczeniu na materię organiczną wynosi odpowiednio: 1,70–4,50% i 0,32–3,45%. Najwięcej C-organicznego w całym profilu zawierały mady próchniczne, następnie mady glejowe, a najmniej mady brunatne.

Badane gleby charakteryzują się w całym profilu bardzo wysokim stopniem wysycenia kationami o charakterze zasadowym. Suma zasad zależy od składu granulometrycznego: poziomy o składzie granulometrycznym lżejszym (profile 17, 18 i 20) zawierają znacznie mniej kationów zasadowych niż poziomy ilu lub gliny ciężkiej.

Kwasowość hydrolityczna jest mniejsza w madach wykazujących odczyn obojętny lub lekko kwaśny.

Metale ciężkie w glebach aluwialnych. Średnia zawartość manganu, cynku, miedzi, ołowiu, niklu i kobaltu (tab. 2 i 3) w glebach aluwialnych badanych typów okazała się znacznie większa od zawartości najczęściej spotykanych w glebach

TABELA 1. Niektóre właściwości fizykochemiczne gleb aluwialnych Żuław
 TABLE 1. Some physico-chemical properties of aluvial soils from Żuławy area

Miejscowość i nr profilu Locality, profile No	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość Depth [cm]	Zawartość [%] frakcji o \varnothing [mm] Content [%] of fraction in dia [mm]			pH		C [%]	S me/100 g gleby – of soil	H _h	T=S+H _h	V=S/T·100 [%]
			1–0,1	0,1– 0,02	<0,02	H ₂ O	KCl					
Mady rzeczne brunatne – River alluvial brown soils												
Lisewo Malborskie, 16	A	0–40	37	32	31	7,7	6,7	1,18	12,82	0,60	13,42	95,53
	Bbr	40–90	14	21	65	7,7	6,5	1,24	26,10	0,71	26,81	97,35
	C1G	90–130	19	40	41	7,8	6,7	0,24	13,54	0,52	14,06	96,30
	C2G	130–160	10	25	65	7,5	6,4	0,49	18,51	0,75	19,26	96,11
Kamionka, 19 k. Malborka	A	0–45	23	35	42	6,8	5,7	0,98	16,73	1,50	18,23	91,77
	Bbrg	45–80	17	30	50	7,4	6,2	0,68	19,17	0,94	20,11	95,32
	CG	80–120	30	28	42	7,5	6,4	0,44	13,54	0,67	14,21	95,28
	CG	120–170	25	36	39	7,2	6,2	0,52	19,27	1,05	20,32	94,83
Mady rzeczne próchniczne – River alluvial humous soils												
Lichnowy, 17	A	0–40	26	30	44	7,1	6,0	1,30	14,01	1,31	15,32	91,45
	AC	40–80	33	35	32	7,6	6,4	0,44	9,27	0,67	9,94	93,26
	C1G	80–110	33	45	22	7,8	6,7	0,21	7,19	0,49	7,68	93,62
	C2G	110–150	12	14	74	6,8	5,6	1,39	20,30	2,17	22,47	90,34
Stara Wisła, 15	A	0–40	13	9	78	7,2	6,3	2,62	27,68	1,24	28,92	95,71
	ACG	40–75	9	3	88	7,2	6,2	2,46	27,56	1,01	28,57	96,46
	CG	75–120	10	5	85	7,0	6,0	2,00	29,01	1,61	30,62	94,74

cd. tabeli 1

Miejscowość i nr profilu Locality, profile No	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość Depth [cm]	Zawartość (%) frakcji o Ø [mm]			pH		C	S	H _h	T=S+H _h	V=S/T·100
			Content (%) of fraction in dia [mm]			H ₂ O	KCl					
			1-0,1	0,1-0,02	<0,02							
Cedry Wielkie, 21	A	0-40	18	31	51	6,2	5,1	1,58	17,09	0,75	17,09	95,10
	AC	40-65	13	27	60	6,6	5,3	1,09	19,53	0,56	19,53	97,21
	C1G	65-90	8	29	63	6,9	5,6	0,69	21,63	0,47	21,63	97,87
	C2G	90-140	24	37	39	6,6	5,5	0,68	13,26	0,56	13,26	95,35
	G	140-160	14	27	59	6,4	5,3	1,67	23,00	0,67	23,00	97,17
Mady rzeczne glejowe – River alluvial gleyed soils												
Mątrąg, 18	A	0-35	15	18	67	6,8	5,6	1,60	23,32	2,10	25,42	91,74
	C1G	35-75	14	14	72	6,7	5,6	1,04	27,50	1,80	29,30	93,86
	C2G	75-85	22	27	51	6,8	5,6	0,98	26,13	1,91	28,04	93,19
	G	85-120	12	37	51	6,7	5,6	0,44	21,39	1,65	23,04	92,84
	G	120-140	64	13	23	7,1	6,1	0,19	8,21	1,05	9,26	88,66
Rybina, 20	A	0-30	10	38	52	7,4	6,4	1,39	18,96	0,94	19,90	95,28
	C1G	30-60	4	38	58	7,8	6,7	0,81	23,21	0,23	23,44	99,02
	C2G	60-90	5	36	59	7,7	6,6	1,30	26,36	0,49	26,85	98,17
	G	90-110	40	15	45	7,7	6,7	0,63	17,17	0,45	17,62	97,45
	G	110-130	59	28	13	8,0	7,2	0,12	4,48	0,45	4,93	90,87
Steblewo, 22	A	0-40	26	33	41	6,9	6,0	1,50	15,32	0,67	15,99	95,81
	AC	40-65	15	34	51	7,0	6,7	0,89	16,97	1,05	18,02	94,17
	CG	65-90	5	22	73	7,1	6,7	0,66	22,53	0,45	22,98	98,04
	G	90-110	1	18	81	7,0	6,0	0,83	27,31	0,52	27,83	98,13

wytworzonych ze skał osadowych poza dolinami rzecznyymi [Andruszczak, Czuba 1984; Czarnowska, Gworek 1987; Gworek 1985; Kabata-Pendias 1981].

Zawartość manganu ogółem w glebach Żuław mieści się w granicach 173–1328 mg/kg, średnio 615 mg/kg (tab. 2). Najmniej Mn stwierdzono w obu poziomach o składzie granulometrycznym gliny lekkiej i piasku gliniastego (profile 18 i 20). W profilach o dużej zawartości manganu występują również znaczne ilości żelaza, co wynika z procesów oksydo-redukcyjnych w glebach aluwialnych. W poziomach, gdzie występują oksydacja i redukcja, obserwuje się bowiem smugi żelazisto-manganowe.

Zawartość Mn w glebach Żuław nie korelowała z ilością części spławialnych i z zawartością C-organicznego w odróżnieniu od gleb aluwialnych z Doliny Wisły na odcinku Gołab k. Puław – Kwidzyna [Czarnowska i in., w druku], czy też gleb występujących poza dolinami rzecznyymi [Kabata-Pendias 1981; Gworek 1985]. Uzyskano pozytywną korelację tylko między zawartością Mn i Fe oraz Mn i Co (tab. 4). Zawartość Mn w badanych glebach podlega stosunkowo niewielkim wahaniom (tab. 5), dlatego też otrzymano współczynniki zmienności znacznie mniejsze (42,3%) niż w badaniach Kabaty-Pendias [1981], według której współczynnik ten wynosi 104,9%.

Zawartość chromu w badanych glebach aluwialnych mieści się w zakresie stwierdzonym w glebach wytworzonych z glin zwałowych i utworów pyłowych [Gworek 1985, Czarnowska, Gworek 1987]. Chrom, podobnie jak mangan, jest nierównomiernie rozmieszczony w profilu gleb badanych typów. Jego zawartość jest pozytywnie skorelowana z ilością: części spławialnych, C-organicznego oraz Fe, Zn i Cu. Współczynniki korelacji między parami tych składników są wysokie i wahają się od 0,5256 do 0,9011 (tab. 4).

W badanych glebach nagromadzenie Fe jest znaczne, średnio 2,65%, przy wahaniami od 0,78 do 4,15% (tab. 2). Kabata-Pendias [1981] w madach średnio-ciężkich stwierdziła zbliżone ilości tego pierwiastka. W poziomach glejowych bądź brunatnienia występowało więcej Fe, podobnie jak Mn, Ni i Co. Zawartość Fe jest wysoce skorelowana z ilością części spławialnych oraz z zawartością wielu metali śladowych (tab. 4).

Rozmieszczenie niklu i kobaltu w profilach gleb aluwialnych wiąże się z występowaniem żelaza, uzyskano bowiem wysokie współczynniki korelacji między ilością Ni a Fe oraz Co i Fe. Nikiel i kobalt są też pozytywnie skorelowane z procentową ilością części spławialnych, C-organicznego, jak też z zawartością Zn, Cu, Cr i Pb. Obliczono także stosunek Ni:Co, który wykazuje niewielkie wahania (od 2,06 do 3,76), zbliżone do spotykanych w niektórych glebach wytworzonych z glin zwałowych [Czarnowska 1983]. Natomiast Piotrowska [1967] uzyskała w glebach wytworzonych z lessów większe krańcowe wartości tego stosunku (1,33–4,11).

Rozpatrując średnią ilość Fe, Ni i Co w badanych glebach (tab. 5), należy podkreślić, iż zawierają one 2 razy więcej Fe i 2,8 razy więcej Ni i Co niż uzyskane

średnie ilości tych metali w glebach środkowej i północnej Polski [Czarnowska, Gworek 1987]. Omawiane gleby są zasobne w Fe, Ni i Co ze względu na dużą zawartość części spławialnych i węgla organicznego. Laskowski [1986] w madach doliny Odry stwierdził zbliżony zakres zawartości niklu (10–80 mg/kg) jak w glebach Żuław (6,6–65 mg/kg).

Zawartość cynku w glebach aluwialnych jest znaczna, średnio 66,5 mg/kg, tj. dwa razy większa niż w glebach występujących poza dolinami rzecznyymi. Najwięcej cynku stwierdzono w całym profilu nr 15, a więc w glebie bardzo ciężkiej, oraz w wierzchnich warstwach profilu nr 18. W glebach aluwialnych więcej cynku (średnio 83 mg/kg) wykazali Andruszczak i Czuba [1984] oraz Laskowski [1986], średnio 135 mg/kg. Zawartość cynku w badanych glebach była wysoce dodatnio skorelowana z procentową ilością części spławialnych, węgla organicznego i żelaza.

Przeciętna zawartość miedzi w glebach aluwialnych Żuław wynosi 15,8 mg/kg gleby, przy wahaniami 4,0–30,6 mg/kg. Średnia zawartość miedzi w madach Żuław jest zbliżona do zawartości tego pierwiastka w madach badanych przez Andruszczak i Czubę [1984] oraz Kabatę-Pendias [1981], tylko Laskowski [1986] w madach doliny Odry wykazał większe nagromadzenie miedzi (średnio 40 mg/kg).

Zawartość miedzi w glebach Żuław jest pozytywnie skorelowana z procentową ilością części spławialnych, C-organicznego i żelaza, a także z ilością cynku. O rozmieszczeniu miedzi w profilu decydują wymienione składniki.

Zawartość ołowiu, podobnie jak miedzi, jest wysoce skorelowana z ilością części spławialnych, C-organicznego i żelaza, jak też z ilością Zn, Cu i Cr. Niektóre poziomy wierzchnie zostały wzbogacone w ołów w porównaniu z poziomami głębszymi (profile 16 i 18), co może wskazywać na antropogeniczne źródło tego pierwiastka. Przeciętna zawartość Pb w glebach Żuław (24,7 mg/kg) jest taka sama, jaką uzyskano w glebach aluwialnych Doliny Wisły na odcinku od Puław do Kwidzyna [Czarnowska i in. w druku].

Biorąc pod uwagę zawartość metali śladowych w glebach Żuław, można badane pierwiastki uszeregować następująco: $Mn > Zn > Ni > Cr > Pb > Cu > Co$. Współczynniki zmienności dla średniej zawartości metali ciężkich w glebach Żuław wahają się od 30,05 do 42,34% (tab. 5). Niskie współczynniki zmienności świadczą o jednorodności naniesionego materiału aluwialnego i o znacznej ilości C-organicznego w całych profilach oraz o tym, że proces glebotwórczy w tych holocenijskich glebach zaznaczył się w niewielkim stopniu.

WNIOSKI

1. Badane mady Żuław zaliczono do gleb ciężkich, zasobnych w próchnicę i o wysokim stopniu wysycenia kationami zasadowymi. Średnia zawartość metali ciężkich w tych glebach wynosi [mg/kg]: Mn – 615, Zn – 65,6, Ni – 35,6, Pb –

TABELA 2. Ogólna zawartość metali ciężkich z grupy żelaza w glebach aluwialnych
 TABLE 2. Total content of heavy metals from group of iron metals in alluvial soils

Miejscowość i nr profilu Locality, profile No	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość Depth [cm]	Fe [%]	mg/kg s.m. gleby – d.m. of soil			
				Mn	Cr	Ni	Co
Mady rzeczne brunatne – River alluvial brown soils							
Lisewo Malborskie, 16	A	0–40	1,50	423	19	31,5	8,4
	Bbr	40–90	4,15	1328	38	47,0	17,6
	C1G	90–130	3,15	798	34	44,5	14,8
	C2G	130–160	2,80	884	26	35,5	13,0
Kamionka, 19	A	0–45	1,70	892	26	24,8	11,4
	Bbrg	45–80	2,75	537	35	34,0	14,6
	CG	80–120	2,23	701	32	23,2	10,6
	CG	120–170	2,56	463	30	27,6	12,4
Mady rzeczne próchniczne – River alluvial humous soils							
Lichnowy, 17	A	0–40	1,90	566	26	31,0	10,0
	AC	40–80	1,60	518	22	31,0	8,8
	C1G	80–110	1,45	544	20	26,0	6,9
	C2G	110–150	3,70	739	48	52,0	15,9
Stara Wisła, 15	A	0–40	3,70	604	51	49,0	16,5
	AG	40–75	3,10	310	46	60,0	19,0
	CG	75–120	4,20	576	48	62,0	20,6
Cedry Wielkie, 21	A	0–40	2,46	484	26	27,2	11,6
	AC	40–65	2,00	348	21	26,4	9,2
	C1G	65–90	2,85	875	35	42,4	18,2
	C2G	90–140	2,00	395	22	24,4	10,0
	G	140–160	2,79	420	31	34,6	12,6

cd. tabeli 2

Miejscowość i nr profilu Locality, profile No	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość Depth [cm]	Fe [%]	Mn	Cr	Ni	Co
Mady rzeczne glejowe – River alluvial gleyed soils							
mg/kg s. m. gleby – d. m. of soil							
Mątraż, 18	A	0–35	3,68	914	57	65,0	21,6
	C1G	35–75	3,80	512	59	46,0	17,4
	C2G	75–85	3,15	442	38	37,0	15,6
	G	85–120	4,13	1185	32	39,6	19,0
	G	120–140	1,34	173	14	14,0	6,0
Rybina, 20	A	0–30	2,34	703	30	30,4	12,4
	C1G	30–60	2,23	765	31	33,6	13,2
	C2G	60–90	3,54	1026	43	49,6	19,8
	G	90–110	1,78	464	25	25,2	11,0
	G	110–130	0,78	212	10	6,6	3,2
Steblewo, 22	A	0–40	1,90	576	20	24,0	10,6
	AC	40–65	2,10	608	24	26,2	9,6
	CG	65–90	3,57	717	46	41,8	18,0
	G	90–110	3,60	616	46	40,4	17,0

TABELA 3. Ogólna zawartość metali ciężkich z grupy metali nieżelaznych w glebach aluwialnych.
TABLE 3. Total content of heavy metals from the group of non-iron in alluvial soils.

Miejscowość i nr profilu Locality, profile No	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość Depth [cm]	Zn	Cu	Pb
			mg/kg s.m. gleby – d.m. of soil		
Mady rzeczne brunatne – River alluvial brown soils					
Lisewo Malborskie, 16	A	0–40	49	9,5	42
	Bbr	40–90	81	19,0	31
	C1G	90–130	81	15,3	27
	C2G	130–160	50	12,5	25
Kamionka, 19 k. Malborka	A	0–45	54	12,4	19
	Bbrg	45–80	64	14,0	19
	CG	80–120	60	10,2	15
	CG	120–170	61	13,0	17
Mady rzeczne próchniczne – River alluvial humous soils					
Lichnowy, 17	A	0–40	58	12,8	29
	AC	40–80	38	9,1	25
	C1G	80–110	33	7,1	20
	C2G	110–150	95	27,6	28
Stara Wisła, 15	A	0–40	131	23,6	39
	AC,G	40–75	106	24,5	37
	CG	75–120	100	26,8	34
Cedry Wielkie, 21	A	0–40	61	14,2	26
	AC	40–65	58	10,4	20
	C1G	65–90	78	17,0	22
	C2G	90–140	47	11,4	20
	G	140–160	70	18,0	24
Mady rzeczne glejowe – River alluvial gleyed soils					
Mątraż, 18	A	0–35	114	27,5	44
	C1G	35–75	107	30,6	45
	C2G	75–85	76	21,6	24
	G	85–120	60	14,0	20
	G	120–140	28	7,2	7
Rybina, 20	A	0–30	64	16,2	20
	C1G	30–60	64	17,6	19
	C2G	60–90	90	21,2	30
	G	90–110	41	9,6	17
	G	110–130	12	4,0	11
Steblewo, 22	A	0–40	57	14,4	27
	AC	40–65	50	10,8	20
	CG	65–90	85	19,0	30
	G	90–110	91	26,8	32

TABELA 4. Współczynniki korelacji (r) metali ciężkich z ilością części sypkalskich i węgla organicznego w glebach aluwialnych Żuław
 TABLE 4. Coefficients of correlation (r) between heavy metals, clay fraction and organic carbon contents in alluvial soils from Żuław areas

	< 0,02 mm	C-org.	Fe	Mn	Zn	Cu	Cr	Pb	Ni	Co
< 0,02 mm	1,0000									
C-org.	0,6543 ^{xx}	1,0000								
Fe	0,8151 ^{xx}	0,4332 ^x	1,0000							
Mn	0,2506	0,0196	0,4999 ^{xx}	1,0000						
Zn	0,8257 ^{xx}	0,7276 ^{xx}	0,7975 ^{xx}	0,3069	1,0000					
Cu	0,8673 ^{xx}	0,6638 ^{xx}	0,8362 ^{xx}	0,2311	0,9053	1,0000				
Cr	0,8321 ^{xx}	0,5256 ^{xx}	0,8733 ^{xx}	0,2934	0,8519 ^{xx}	0,9011 ^{xx}	1,0000			
Pb	0,6314 ^{xx}	0,6904 ^{xx}	0,5836 ^{xx}	0,2387	0,7429 ^{xx}	0,7224 ^{xx}	0,6719 ^{xx}	1,0000		
Ni	0,8146 ^{xx}	0,6082 ^{xx}	0,8482 ^{xx}	0,3784 ^x	0,8720 ^{xx}	0,8807 ^{xx}	0,8815 ^{xx}	0,8062 ^{xx}	1,0000	
Co	0,8203 ^{xx}	0,4701 ^{xx}	0,9282 ^{xx}	0,5481 ^{xx}	0,8627 ^{xx}	0,8627 ^{xx}	0,8904 ^{xx}	0,6366 ^{xx}	0,9052 ^{xx}	1,0000

^x - $p = 0,05$, ^{xx} - $p = 0,01$

TABELA 5. Statystyczna ocena wyników zawartości metali ciężkich
 TABLE 5. Statistic assessment of content heavy metals (n=35)

Pierwiastek Element	Zakres Range	Średnio Mean	Odchylenie standardowe Standard deviation	V [%] C.V. [%]
Fe	0,78–4,15	2,65	0,92	34,64
Mn	173–1328	615,0	260,60	42,34
Zn	12–131	66,5	25,00	37,67
Cu	4,0–30,6	15,8	6,30	40,14
Cr	10–57	32,6	12,10	37,17
Pb	7–45	24,7	7,40	30,05
Ni	6,6–65,0	35,6	13,10	36,77
Co	3,2–21,6	13,4	4,48	33,44

24,7, Cu – 15,8, Co – 13,2 oraz Fe – 2,65% i znacznie przekracza ilość wymienionych metali w glebach poza dolinami rzecznyymi.

2. Rozmieszczenie Mn, Cr, Ni i Co w profilu badanych mad wiąże się ściśle z zawartością żelaza w poszczególnych poziomach, bowiem współczynniki korelacji między ilością tych metali a ilością żelaza są wysokie.

3. Zawartości Zn, Cu, Cr, Pb, Ni i Co w glebach Żuław wysoce istotnie korelują z procentową ilością części spławialnych i C-organicznego; prawidłowości tej nie stwierdzono tylko w odniesieniu do manganu.

4. Zawartość metali ciężkich w madach Żuław zależy od składu chemicznego materiału allochtonicznego naniesionego do delty Wisły, natomiast procesy glebowe wpłynęły na wzbogacenie tylko niektórych poziomów w żelazo, mangan, nikiel i kobalt.

LITERATURA

- ANDRUSZCZAK E., CZUBA R., 1984: Wstępna charakterystyka całkowitej zawartości makro- i mikroelementów w glebach polskich. *Rocz. Glebozn.* **35**, 2: 61–78.
- CZARNOWSKA K., 1983: Wpływ skały macierzystej na zawartość metali ciężkich w glebach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **242**: 51–61.
- CZARNOWSKA K. GWOREK B., 1987: Metale ciężkie w glebach północnej i środkowej Polski. *Rocz. Glebozn.* **38**, 3: 41–57.
- CZARNOWSKA K., BRODA D., CHOJNICKI J., TUREMKA E.: Metale ciężkie w glebach aluwialnych Doliny Dolnej Wisły. *Rocz. Glebozn.* (w druku).
- DĄBKOWSKA-NASKRĘT H., 1990: Skład i właściwości fizykochemiczne wybranych gleb aluwialnych Doliny Dolnej Wisły z uwzględnieniem ich cech diagnostycznych. ART w Bydgoszczy, *Rozprawy* **38**, s. 117.
- GWOREK B., 1985: Pierwiastki śladowe (Mn, Zn, Cr, Cu, Ni, Co, Pb i Cd) w glebach uprawnych wytworzonych z glin zwałowych i utworów pyłowych północno-wschodniego regionu Polski. Cz. II. Ogólna zawartość pierwiastków śladowych w glebach wytworzonych z glin zwałowych. *Rocz. Glebozn.* **36**, 2: 43–59.

- KABATA-PENDIAS A., 1981: Zawartość metali ciężkich w glebach uprawnych Polski. *Pam. Puł.* **74**: 101–111.
- LASKOWSKI S. 1986: Powstawanie i rozwój oraz właściwości gleb aluwialnych Doliny Środkowej Odry. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rozprawy* **56**, s. 68.
- LENCEWICZ S., KONDRACKI J., 1959: Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa, s. 486.
- PIOTROWSKA M., 1967: Rozmieszczenie pierwiastków śladowych w niektórych profilach gleb wytworzonych z lessów Wyżyny Sandomiersko-Opatowskiej. *Pam. Puł.* **30**: 83–98.
- REJMAN B., KOCIOŁKOWSKI Z., MICHAŁEK K. 1975: Available and exchangeable microelements in Żuławy alluvial soils. *Pol. J. Sci.* **8**: 27–35.
- SIUTA J. 1963: Charakterystyka mad Żuławskich na tle analizy kationów wymiennych i składników rozpuszczalnych w wodzie. *Pam. Puł.* **9**: 275–292.
- SYSTEMATYKA GLEB POLSKI. Wyd. IV, 1989, *Rocz. Glebozn.* **40**, 3/4: 1–148.
- WITEK T., 1965: Gleby Żuław Wiślanych. *Pam. Puł.* **18**: 157–266.

K. Czarnowska, H. Bontruk

CONTENT OF HEAVY METALS IN ALLUVIAL SOILS FROM ŻUŁAWY AREA

Department of Soil Science, Warsaw Agricultural University

SUMMARY

Some alluvial soils under tillage were studied within the Żuławy area, including brown alluvial soils (2 profiles), humic alluvial soils (3 profiles) and gley alluvial soils (3 profiles). All the soils examined were classified into heavy, humus rich soils, saturated to a great extent with basic cations (Table 1). The average heavy metal content in the soils, in mg/kg, being as follows: Mn – 615; Zn – 65.5; Ni – 35.6; Pb – 24.7; Cu – 15.8; Co – 13.2 and Fe content of 2.65% largely exceeds the so-called geochemical background values for soils in locations outside the river valleys. The distribution of Mn, Cr, Ni and Co in the profil of alluvial soils under study depends on the iron content in respective layers or horizons since coefficients of correlation between the levels of the above metals and the Fe content assume high values (Table 4). The results of studies permit to conclude that the heavy metal content in alluvial soils of Żuławy depends upon the chemical composition of material drifted to the Vistula Delta. The gley processes can be responsible for Fe, Mn, Ni and Co enrichment in only some of the horizons of the soil profile.

Pracę złożono w redakcji w czerwcu 1994 r.

*Prof. dr Krystyna Czarnowska
Katedra Gleboznawstwa SGGW
02-528 Warszawa, Rakowiecka 26/30*

