

KRYSTYNA CZARNOWSKA\*, EWA TUREMKA\*\*

## ZAWARTOŚĆ KADMU W GLEBACH ALUWIALNYCH DOLINY WISŁY I ŻUŁAW

\*Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie

\*\*Katedra Chemii Rolniczej SGGW w Warszawie

### WSTĘP

Naturalna zawartość kadmu w glebach zależy przede wszystkim od zasobności skały macierzystej w ten pierwiastek. Obecnie stwierdza się znaczne jego nagromadzenie w glebach w stosunku do tła geochemicznego, co wynika głównie z antropogenizacji środowiska.

Największe zainteresowanie budzi zawartość kadmu w glebach rejonów silnie uprzemysłowionych. Przedmiotem badań były osady dennie i gleby doliny górnej Wisły, która na tym odcinku odprowadza ścieki z obszarów zurbanizowanych i uprzemysłowionych. W literaturze można znaleźć jedynie sporadyczne wzmianki o zawartości kadmu w glebach aluwialnych pozostałych odcinków doliny Wisły [Czarnowska 1978].

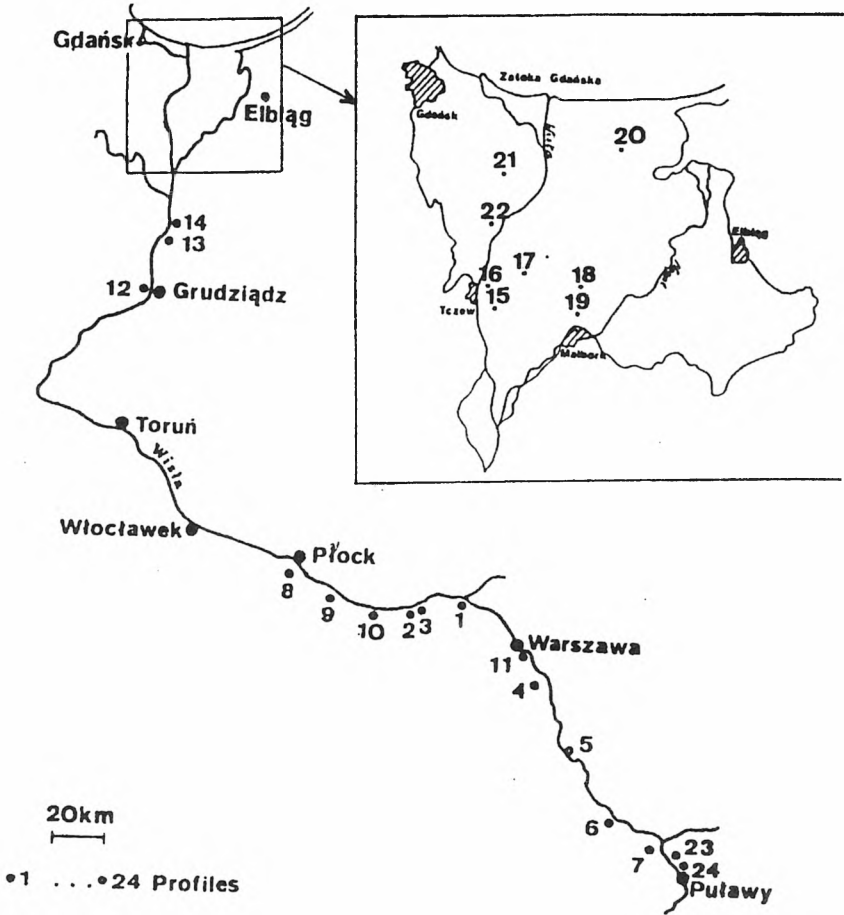
Celem niniejszej pracy było określenie rozmieszczenia ogólnej ilości kadmu w profilach gleb aluwialnych różnych typów w środkowym i dolnym biegu Wisły oraz na Żuławach.

### ZAKRES BADAŃ I METODYKA

Zbadano zawartość kadmu w próbkach glebowych pobranych ze współczesnego tarasu środkowej i dolnej Wisły oraz z obszaru Żuław (rys. 1). Badane gleby usytuowane z dala od tras komunikacyjnych, uprawiane rolniczo, zaliczono do mad rzecznych właściwych, brunatnych, próchnicznych i glejowych. Łącznie przeanalizowano 105 próbek z 23 profilów. W próbkach tych oznaczono: skład granulometryczny – metodą areometryczną, pH w KCl – elektrometrycznie, zaś C organiczny – metodą Tiurina. Ilość kadmu oznaczano w roztworach (uzyskanych po trawieniu gleby 20% HCl) za pomocą techniki ASA.

### WYNIKI I DYSKUSJA

Pod względem składu granulometrycznego badane mady charakteryzują się dużą zmiennością nawet w obrębie poszczególnych profilów; wiąże się to z ich



RYSUNEK 1. Rozmieszczenie profilów glebowych w dolinie Wisły i na terenie Żuław  
 FIGURE 1. Location of soil profiles in Vistula valley and Żuławy area

genezą. Większość rozpatrywanych gleb w środkowym i dolnym biegu Wisły zaliczono do mad lekkich i średniociężkich. Mady Żuław odznaczają się dużo większą zawartością części spławialnych i należą do mad średniociężkich i bardzo ciężkich. Poszczególne poziomy mady żuławskich wykazywały skład granulometryczny typowy dla iltów oraz glin średnich pylastych. Mady doliny Wisły charakteryzowały się składem granulometrycznym utworów pyłowych, glin lekkich i glin średnich pylastych. Zawartość węgla organicznego była znaczna na różnych głębokościach omawianych gleb aluwialnych. Odczyn mad jest zbliżony do obojętnego, chociaż poziomy wierzchnie niektórych gleb (profile: 3–7 oraz 11) zostały silnie zakwaszone; przy niskich wartościach odczynu glebowego kadm może być łatwo pobierany przez rośliny i włączony do łańcucha pokarmowego (tab. 1–3).

Zawartość kadmu w analizowanych próbkach glebowych wahała się w szerokich granicach, mianowicie od 0,06 do 14,24 mg/kg s.m. W 56 próbkach mad, co stanowi 53,3% wszystkich pobranych prób, ilość kadmu wynosiła od 0,06 do 1,00

TABELA 1. Ogólna zawartość kadmu w madach rzecznych właściwych  
TABLE 1. Total content of cadmium in proper river alluvial soils

Miejscowość nr profilu Locality, profile No	Poziom genet. Genetic horizon	Głębo- kość Depth [cm]	Zawartość % frakcji Content % of fraction o średnicy – in dia [mm]		pH KCl	C [%]	Cd [mg/kg s.m.– of d.m.]
			0,1–0,02	<0,02			
Gołęb k. Puław (przed wałem) 23	A	0–15	27	37	6,5	1,93	14,24
	A	15–45	34	49	6,5	2,04	10,92
	C1	45–65	16	12	7,0	0,30	0,41
	C2	65–80	3	3	7,0	0,06	2,76
	D	80–100	36	41	6,9	1,35	7,00
	D	100–150	47	27	6,8	0,28	1,72
Gołęb k. Puław (za wałem) 24	A	0–25	30	21	5,8	0,36	1,16
	A	25–45	38	22	6,0	0,30	1,28
	C1	45–70	44	38	6,2	0,53	1,98
	C2	70–100	32	33	6,0	0,50	1,88
	D	100–110	46	24	6,4	0,25	1,48
	D	110–115	46	25	6,1	0,25	1,62
Wólka Tyszyńska 6	A	0–40	53	24	3,5	0,65	0,80
	C	40–72	65	17	5,9	0,25	1,50
	C	72–94	61	32	6,5	0,30	1,20
	C	140–160	54	39	6,5	0,54	1,60
Zawady, k. Wila- nowa 11	A	0–30	43	49	4,9	1,81	1,36
	AG	30–58	45	43	6,6	0,90	0,48
	C	58–125	52	14	6,5	0,42	0,72
	D	130–150	0	3	6,5	0,12	0,72
Gorzewnica k. Nowego, Dworu 2	A	0–40	40	35	6,3	1,74	2,50
	AC	40–65	48	36	6,3	0,57	1,60
	C	65–100	50	17	6,9	1,19	0,72
	D	100–125	1	1	6,9	0,03	0,10

mg/kg, a więc była zbliżona do ilości Cd w glebach uprawnych występujących poza dolinami rzecznyymi. Udział próbek, które zawierały 1,16–3,00 mg kadmu w 1 kg gleby wynosił 41,9%, a tylko 4,8% próbek zawierało kadmu ponad 3 mg/kg. Omawiane mady ze względu na swe właściwości fizykochemiczne mają dużą zdolność do wiązania tego pierwiastka.

Różnice w ilości kadmu ogółem obserwowano nie tylko między profilami, ale również w ich obrębie. W madach Żuław ilość tego pierwiastka mieści się w granicach 0,64–3,50 mg/kg, o czym zadecydował skład granulometryczny i chemiczny tych gleb oraz zawartość w nich węgla organicznego. Należy podkreślić, że poziomy głębsze mad żuławskich zawierają często więcej kadmu niż ich poziomy akumulacyjne (tab. 3). Natomiast w madach ze środkowego i dolnego biegu Wisły rozpiętość ta była znacznie większa, co nie zawsze można było wiązać z ich składem granulometrycznym (tab. 1 i 2).

Ponieważ wyraźnie zaznaczyła się zależność między składem granulometrycznym a zawartością kadmu tak w poszczególnych profilach, jak i w ich poziomach genetycznych, wydaje się wskazane oddzielne omówienie mad żuławskich i mad doliny Wisły.

TABELA 2. Ogólna zawartość kadmu w madach rzecznych brunatnych  
TABLE 2. Total content of cadmium in brown alluvial soils

Miejscowość nr profilu Locality, profile No	Poziom genet. Genetic horizon	Głębokość Depth [cm]	Zawartość % frakcji Content % of fraction o średnicy – in dia [mm]		pH KCl	C [%]	Cd [mg/kg s.m. – of d.m.]
			0,1–0,02	<0,02			
Borek, 7	A	0–20	30	13	4,3	0,78	1,28
	Bbr	60–110	42	35	5,9	0,22	0,35
	C	110–150	59	18	6,0	0,06	0,60
	CG	150–170	22	71	5,9	0,58	0,50
Przewóz, 5	A	0–35	49	29	4,5	0,70	1,68
	ABbr	35–70	50	30	6,6	1,32	0,96
	Bbr	70–90	32	14	6,8	0,20	0,64
	C1	90–120	28	13	6,8	0,24	0,72
	C1	120–150	32	20	6,3	0,77	0,70
Borzumin, 4	A	0–20	53	25	3,1	1,15	1,68
	Bbr	20–75	56	20	5,6	0,48	0,96
	C	75–95	47	19	6,6	0,03	0,64
	C	95–120	43	22	6,6	0,16	0,72
	D	120–165	31	13	6,5	0,02	0,50
Przesławice, 3	A	0–25	47	18	3,3	1,03	0,26
	A	25–50	48	32	5,4	0,60	0,20
	Bbr	50–75	33	26	6,0	0,36	0,18
	Bbr	75–110	26	25	6,0	0,30	0,19
	C1	110–135	21	17	6,5	0,42	1,28
	C2	135–150	5	10	6,5	0,06	0,14
	D	150–175	7	6	4,5	0,06	0,18
Płock- Radzi- wie, 8	A	0–20	43	25	6,4	1,11	0,34
	Bbr	20–60	40	31	6,4	0,69	0,28
	Bbr	60–110	19	34	6,0	0,58	0,30
	CG	110–150	14	35	6,0	0,19	0,34
	DG	150–170	1	1	6,1	0,11	0,06
Nowy Troszyn, 9	A	0–25	62	28	6,4	0,94	0,37
	Bbr	25–55	59	25	6,7	0,53	0,40
	C1G	55–90	56	34	6,6	0,41	0,42
	C2G	90–130	54	42	6,4	0,43	3,60
	C2G	130–150	57	30	6,7	0,27	1,76
Łądy Sosy, 10	A	0–45	8	20	5,1	0,54	0,18
	Bbr	45–75	8	20	5,8	0,34	0,34
	D	75–90	0	3	5,8	0,10	0,08
Dragacz, k. Gru- dziądz 12	A	0–30	15	17	6,7	0,83	0,38
	Bbr	30–45	8	11	6,2	0,27	0,20
	C	45–85	19	20	6,4	0,39	0,35
	G	100–130	32	50	6,1	1,66	0,70
Nebrewo Wielkie, 13	A	0–35	23	24	6,0	1,33	0,54
	Bbr	35–75	40	31	5,7	0,84	0,70
	C1	75–135	45	20	5,9	0,97	0,56
	C2G	135–170	42	42	6,3	0,68	0,76
Lipianki, k. Kwidzyna 14	A	0–30	28	58	5,4	1,44	1,00
	Bbr	30–65	27	65	5,6	0,83	1,00
	C1	65–80	44	48	6,2	0,65	1,00
	C2G	80–140	47	42	6,2	0,57	1,00

TABELA 3. Ogólna zawartość kadmu w madach Żuław  
 TABLE 3. Total content of cadmium in alluvial soils of Żuławy

Miejscowość nr profilu Locality, profile No	Poziom- genet. Genetic horizon	Głębo- kość Depth [cm]	Zawartość % frakcji Content % of fraction o średnicy – in dia [mm]		pH KCl	C [%]	Cd [mg/kg s.m. – of d.m.]
			0,1–0,02	<0,02			
Mady rzeczne brunatne – River alluvial brown soils							
Lisewo	A	0–40	32	31	6,7	1,18	0,94
Malborskie, 16	Bbr	40–90	21	65	6,5	1,24	1,22
	C1G	90–120	40	41	6,7	0,24	1,00
	C2G	130–160	25	65	6,4	0,49	0,90
Kamionka k. Malborka 16	A	0–45	35	42	5,7	0,98	2,00
	Bbrg	45–80	30	50	6,2	0,68	2,00
	CG	80–120	28	42	6,4	0,44	1,80
	CG	120–170	36	39	6,2	0,52	2,20
Mady rzeczne próchniczne – River alluvial humous soils							
Lichnowy, 17	A	0–40	30	44	6,0	1,30	0,92
	AC	40–80	35	32	6,4	0,44	0,74
	C1G	80–110	45	22	6,7	0,22	0,64
	C2G	110–150	14	74	5,6	1,39	1,02
Stara Wisła, 14, 15	A	0–40	9	78	6,3	2,62	1,60
	ACG	40–75	3	88	6,2	2,46	1,30
	CG	75–120	5	85	6,0	2,00	1,50
Cedry Wielkie, 21	A	0–40	31	51	5,1	1,58	2,60
	AC	40–65	27	60	5,3	1,09	1,90
	C1G	65–90	29	63	5,6	0,69	2,60
	C2G	90–140	37	39	5,5	0,68	1,70
	G	140–160	27	59	5,3	1,67	2,40
Mady rzeczne glejowe – River alluvial gleyed soils							
Mątrąg, 18	A	0–35	18	67	5,6	1,60	1,46
	C1G	35–75	14	72	5,6	1,04	1,32
	C2G	75–85	27	51	5,6	0,98	3,00
	G	85–120	37	51	5,6	0,44	3,00
	G	120–140	13	23	6,1	0,19	1,20
Rybina, 20	A	0–30	38	52	6,4	1,39	1,80
	C1G	30–60	38	58	6,7	0,81	2,10
	C2G	60–90	36	59	6,6	1,30	3,00
	G	90–110	15	45	6,7	0,63	1,70
	G	110–130	28	13	7,2	0,12	0,90
Stblewo, 22	A	0–40	33	41	6,0	1,50	2,30
	AC	40–65	34	51	6,7	0,89	2,10
	CG	65–90	22	73	6,7	0,66	3,40
	G	90–110	18	81	6,0	0,83	3,50

Gleby aluwialne Żuław powstały ze znacznie cięższego materiału niż mady doliny Wisły, a co za tym idzie wykazują większą naturalną zawartość kadmu, wynoszącą średnio 1,82 mg/kg. Natomiast ilość kadmu w madach doliny Wisły wynosi średnio 0,82 mg/kg (gdy nie uwzględni się ilości tego pierwiastka w profilu

23 Gołąb k. Puław, położonego przed wałem przeciwpowodziowym). W obu przypadkach wartości te przekraczają średnią zawartość kadmu w glebach świata, która wynosi 0,40 mg/kg s.m. [Berrow, Reaves 1986]. W Finlandii gleby o składzie granulometrycznym podobnym do omawianych mad zawierały tylko 0,20 mg kadmu w 1 kg gleby [Sippola, Mäkelä-Kurtto 1986]. Zawartość kadmu w rozpatrywanych glebach jest wyższa niż w glebach aluwialnych południowo-wschodniej Polski [Kaniuczak, Hajduk 1995], czy też Czech [Beneš 1993], gdzie średnia ilość tego pierwiastka oscyluje w granicach zawartości typowej dla gleb świata. Natomiast dużą zawartość kadmu stwierdzono w glebach aluwialnych z Kansas, wynoszącą 11,00 mg/kg s.m. [Pierzyński, Schwab 1993].

Charakterystyczna jest większa ilość Cd w wierzchnich poziomach (0,18–2,30 mg/kg) niektórych omawianych gleb aluwialnych niż w poziomach głębszych. Wartości te są zbliżone do stwierdzonych w glebach aluwialnych Belgii nie użytkowanych rolniczo i położonych w znacznej odległości od szlaków komunikacyjnych; w wierzchniej warstwie tych gleb było 0,20–2,00 mg kadmu w 1 kg gleby [De Ternmerman i in. 1984]. Omawiane mady są glebami uprawnymi, dla których przeciętną zawartość kadmu w Polsce w warstwach wierzchnich ustalono na poziomie 0,22 mg/kg [Terelak i in. 1995]. Większe ilości kadmu w warstwach próchnicznych gleb uprawnych mogą być również następstwem stosowania superfosfatu [Multa i in. 1980].

Oddzielnego omówienia wymaga profil gleby nr 23 (Gołąb k. Puław) który, jak wspomniano, usytuowany jest przed wałem przeciwpowodziowym. W profilu tym odnotowano największe nagromadzenie kadmu (0,40–14,24 mg/kg) spośród analizowanych gleb. Obszary tarasu współczesnego przed wałem przeciwpowodziowym są zanieczyszczone kadmem i innymi metalami ciężkimi przez wody płynące przez tereny przemysłowe. Wielu autorów, m.in. Gambuś [1993], Gambuś i Gorlach [1995], wskazuje na udział przemysłu w zanieczyszczeniu gleb uprawnych metalami ciężkimi. Szczególnie narażone na to zanieczyszczenie są gleby aluwialne, gdyż osady rzeczne, wzbogacone w metale ciężkie z terenów przemysłowych, przenoszone są nie tylko na tereny przyległe, ale i na dolne odcinki dolin rzecznych [Klimek, Macklin 1991].

Należy nadmienić, że Przemysła, lewobrzeżny dopływ górnej Wisły, doprowadza i doprowadza wody z obszaru, na którym występują złoża cynku i ołowiu. Rudom tym towarzyszą także inne metale ciężkie, takie np. jak: kadm miedź, mangan, żelazo i in. [Leńczowska-Baranek 1991].

W ostatnich latach wiele badań dotyczyło zawartości kadmu w osadach dennych górnej Wisły [Bojakowska, Sokołowska 1992; Bojakowska i in. 1992; Helios-Rybicka 1991; Klimek, Macklin 1991]. Okazuje się, że ilość tego pierwiastka dochodziła miejscami do 135 mg/kg s.m., tylko w dolnym biegu Wisły (od Płocka do Kiermarku) zawartość kadmu była niższa od 1,00 mg/kg s.m. osadu dennego. Zarówno współczesne osady denne Wisły, jak i osady prehistoryczne zawierają znaczne ilości tego pierwiastka; w tych ostatnich było od 1,00 do 10,00 mg/kg [Klimek 1991]. Tym można tłumaczyć dużą naturalną ilość kadmu w całych profilach gleb aluwialnych doliny Wisły, a także Żuław. W świeżych osadach aluwialnych wzdłuż cieków w Bieszczadach i w Beskidzie Niskim zawartość omawianego pierwiastka jest znacznie mniejsza i waha się od 0,13 do 0,94 mg/kg s.m. [Woźniak 1995].

Rozmieszczenie kadmu w badanych profilach gleb aluwialnych różnych typów w dolinie Wisły nie wykazuje większych regularności, podobnie jak zawartość

węgla organicznego, z którym pierwiastek ten jest istotnie skorelowany ( $r = 0,5250^{xx}$ ). W tej grupie gleb aluwialnych ilość kadmu była też istotnie skorelowana z zawartością cynku ( $r = 0,8919^{xx}$ ), miedzi ( $r = 0,7017^{xx}$ ), żelaza ( $r = 0,6139^{xx}$ ) i ołowiu ( $r = 0,4591^{xx}$ ). Głębsze poziomy gleb aluwialnych Żuław zawierają często więcej kadmu niż poziomy wierzchnie. Zawartość kadmu w glebach Żuław była skorelowana tylko z ilością Fe i Co.

## WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań dotyczących ilości kadmu w glebach aluwialnych doliny Wisły i Żuław nasuwają się następujące wnioski:

1. Gleby aluwialne zawierają szczególnie dużo kadmu (0,06–14,24 mg/kg). Duże wahania w ilości tego pierwiastka wynikają z zanieczyszczenia środowiska.
2. Średnia naturalna zawartość kadmu w madach środkowego i dolnego biegu Wisły wynosi 0,82 mg/kg, a w madach Żuław – 1,82 mg/kg.
3. Zawartość kadmu w glebach aluwialnych zależy od ich składu granulometrycznego i chemicznego oraz od zawartości substancji organicznej, nie jest natomiast zależna od typu gleby.

## LITERATURA

- BENEŠ S. 1993: Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí. I část. Ministerstvo Zemedelstvi České Republiky, Praha: 1–88.
- BERROW M. L., REAVES G. A. 1986: Background levels of trace elements in soils. Int. Conf. "Environmental Contamination". London, England, Edinburgh, UK, CEP Consultants Ltd.: 339–340.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G. 1992: Charakterystyka geochemiczna aluwiiów głównych rzek Polski. *Przeg. Geolog.* 1: 16–20.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., SZTYRAK T. 1992: Metale ciężkie we współczesnych osadach aluwialnych Wisły, Odry, Warty, Bugu. *Przeg. Geolog.* 6: 373–377.
- CZARNOWSKA K. 1978: Kadm w glebach okolic Warszawy. *Rocz. Glebozn.* 39, 1: 57–64.
- De TERNMERMAN L. O., HOENIG M., SCOKART P. O. 1984: Determination of "normal" levels and upper limit values of trace elements in soils. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.* 147, 6: 687–694.
- GAMBUŚ F. 1993: Metale ciężkie w wierzchniej warstwie gleb i w roślinach regionu krakowskiego. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Rozpr. Habil.* 176, s. 81.
- GAMBUŚ F., GORLACH E. 1995: Wrażliwość gleb regionu krakowskiego na akumulację kadmu. *Zesz. Probl. Podst. Nauk Rol.* 418, cz. I: 247–258.
- HELIOS-RYBICKA E. 1991: Akumulacja i mobilizacja metali ciężkich w osadach środowiska wodnego: osady datowane jako wskaźnik chronologiczny. Mat. Kraj. Konf. "Geologiczne aspekty ochrony środowiska", Wyd. AGH, Kraków: 17–24.
- KANIUCZAK J., HAJDUK F. 1995: Kadm i ołów w niektórych glebach południowo-wschodniej Polski. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 418, cz. I: 241–246.
- KLIMEK K. 1991: The impact of metal mining on the upper Vistula floodplain Southern Poland. (Abstract). 2nd Int. Symp. "Environmental Geochemistry", Uppsala, Sweden.
- KLIMEK K., MACKLIN M. 1991: Eksploatacja śląsko-krakowskich złóż cynku i ołowiu jako źródło metali ciężkich w aluwacjach Górnej Wisły. Mat. Konf. "Geologiczne aspekty ochrony środowiska". Wyd. AGH, Kraków: 167–171.
- LEŃCZOWSKA-BARANEK J. 1991: Antropogeniczne wzbogacenie w metale ciężkie osadów górnej Wisły. Mat. Konf. "Geologiczne aspekty ochrony środowiska". Wyd. AGH, Kraków: 175–181.

- MULTA D. J., PAGE A. L., GANJE T. J. 1980: Cadmium accumulation and bioavailability in soils from long term phosphorus fertilization. *J. Environ. Qual.* 9: 408-412.
- PIERZYŃSKI G. M., SCHWAB A. P. 1993: Bioavailability of zinc, cadmium and lead in a metal contaminated alluvial soils. *J. Environ. Qual.* 22, 2: 247-254.
- SIPPOLA I., MÄKELÄ-KURTTO R. 1986: Cadmium in cultivated Finnish soils. *Ann. Agricult. Fenn.* 25, 2: 255-262.
- TERELAK H., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., STUCZYŃSKI T., BUDZYŃSKA K. 1995: Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenie tymi składnikami. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 418, cz. I: 45-60.
- WOŹNIAK L. 1995: Właściwości chemiczne świeżych osadów aluwialnych południowo-wschodniej Polski. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 418, cz. I: 163-168.

K. Czarnowska\*, E. Turemka\*\*

## CADMIUM CONCENTRATION IN ALLUVIAL SOILS OF VISTULA VALLEY AND ŻUŁAWY REGION

\*Department of Soil Science, \*\*Department of Agricultural Chemistry  
Warsaw Agricultural University

### SUMMARY

The total cadmium concentration was examined in soils sampled from the contemporary terrace of the middle and lower Vistula valley (15 profiles – 70 samples) as well as from the Vistula Delta, i.e. from Żuławy (8 profiles – 34 samples). Profiles of the soils under study were situated at a distance from main roads. The soils, agriculturally cultivated, were classified to the following types: the proper river alluvial-, the brown river alluvial-, the alluvial humus-, and river alluvial gleyed soils. The average natural cadmium concentration in the alluvial soils of Vistula valley is 0.82 mg/kg while in the alluvial soils of Żuławy – 1.82 mg/kg. These values considerably exceed in both cases the average Cd concentration as found in the world's soils (0.40 mg/kg) as well as its average concentration in farmland soils of Poland (0.22 mg/kg). It should be mentioned that Przemsza river, a left tributary to upper Vistula, has always carried waters from an area wherein zinc and lead deposits occur accompanied by cadmium and other heavy metals. Consequently, the cadmium concentration in the alluvial soils of Vistula valley and Żuławy depends upon the chemical and granulometric composition of material deposited onto the contemporary accumulation terrace of Vistula and its Delta. No effect of soil forming processes on the cadmium distribution in the alluvial soil profiles could be demonstrated in this study.

*Praca wpłynęła do redakcji w styczniu 1996 r.*

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