

INTENSYWNOŚĆ UŻYTKOWANIA ROLNICZEGO A ZAWARTOŚĆ MIKROELEMENTÓW W GLEBIE ¹

Jacek Pranagal

Institut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska, Akademia Rolnicza w Lublinie

Wstęp

W polskiej literaturze gleboznawczej i środowiskowej istnieje bardzo dużo opracowań dotyczących zawartości w glebie pierwiastków, które mimo, że występują w niewielkich ilościach decydują o stanie środowiska glebowego. Opracowania te obejmowały badania zawartości mikroskładników w glebach zarówno ze względu na typologię tych gleb, jak i sposób ich użytkowania [BOROWIEC i in. 1980; ANDRUSZCZAK, CZUBA 1984; CHOJNICKI, CZARNOWSKA 1993; DOMŻAL i in. 1995; TERELAK i in. 1995; SKŁODOWSKI, ZARZYCKA 1997; ŁABAZ i in. 2004; MALINOWSKI i in. 2004]. Dotyczyły one całych pedonów lub też tylko wybranych poziomów genetycznych. W badaniach tych próbowano ustalić tło geochemiczne dla poszczególnych typów i rodzajów gleb [CZARNOWSKA 1996; KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999; MELKE i in. 2001; TUJAKA i in. 2004], a także wielkości graniczne świadczące o zanieczyszczeniu gleb, szczególnie dla tych metali ciężkich, które w środowisku uważa się za toksyczne [KABATA-PENDIAS i in. 1993; KABATA-PENDIAS i in. 1995; ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002]. Środowisko glebowe poddawane jest ciągłej antropopresji o różnym charakterze i nasileniu [BARAN i in. 2005]. W konsekwencji takiego oddziaływania mogą niekiedy wystąpić niekorzystne zmiany prowadzące do zanieczyszczenia gleb, a w efekcie do ich chemicznej degradacji. W związku z tym poziom akumulacji metali ciężkich w glebach powinien być okresowo, ale systematycznie monitorowany. Zagadnienie nagromadzenia substancji toksycznych w glebie jest więc wciąż aktualne.

W niniejszej pracy przedstawiono badania określające wpływ intensywności wieloletniego użytkowania rolniczego na zmiany zawartości wybranych mikroskładników (Cr, Cu, Ni, Pb i Zn) w czterech typologicznie różnych glebach.

Materiał i metody

Badania wpływu intensywności użytkowania rolniczego na akumulację metali ciężkich przeprowadzono na glebach należących do działu gleb autogenicz-

¹ Praca wykonana w ramach projektu badawczego Nr 2 P06R 059 26 finansowanego w latach 2004–2007 ze środków budżetowych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji.

nych, sklasyfikowanych do dwóch rzędów: gleb czarnoziemnych i gleb brunatnoziemnych, oraz należących do działu gleb napływowych z rzędu gleb aluwialnych. Wyboru obiektów dokonano w oparciu o dwa zasadnicze kryteria. Po pierwsze: wszystkie badane gleby charakteryzowały się takim samym pylastym rozkładem granulometrycznym; po drugie: wyraźnie zróżnicowany był sposób wieloletniego ich użytkowania – odmienny dobór uprawianych roślin (monokultury i zmianownice), agrotechnika, nawożenie, stopień mechanizacji prac polowych i intensywność stosowania chemicznych środków ochrony roślin.

Obiektami badań było 20 profilów gleb zlokalizowanych na obszarze makroregionów: Wyżyny Wołyńsko-Podolskiej i Wyżyny Lubelsko-Lwowskiej, na terenie następujących mezoregionów: Grzędy Sokalskiej (czarnoziem nie zdegradowany wytworzony z lessu), Płaskowyżu Nałęczowskiego (gleba płowa typowa wytworzona z lessu), Wyniosłości Giełczewskiej (gleba płowa typowa wytworzona z pyłu niecałkowita na opoce) i Kotliny Chodelskiej (mada rzeczna właściwa wytworzona z utworów pyłowych). W każdym objętym badaniami mezoregionie wybrano po pięć obiektów o zróżnicowanym sposobie wieloletniego użytkowania: ponad 20-letnie sady jabłoniowe; ponad 20-letnie chmielniki; przynajmniej stułetnie pola uprawne o dowolnym zmianowaniu; około pięćdziesięcioletnie ekstensywne, trwałe użytki zielone i naturalne ekosystemy leśne z drzewostanem przynajmniej 150-letnim.

W analizowanych sadach i chmielnikach stosowano tradycyjne systemy uprawy. W sadach utrzymywano ugór herbicydowy w rzędach drzew za pomocą herbicydów triazynowych (simazyny – Azotop) i murawę w międzyrzędziach. Badane sady były nawożone wyłącznie azotem w formie saletry amonowej (34%), corocznie zwykle w dawce $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Środki do walki z chorobami drzew i szkodnikami stosowano zgodnie z zaleceniami dla produkcyjnych sadów jabłoniowych. W chmielnikach stosowano corocznie wysokie nawożenie mineralne, w ilości uzależnionej od zasobności gleby ($\text{kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$: N 120–200, P_2O_5 60–80, K_2O 130–200), chemiczne środki ochrony roślin i mechaniczne ugorowanie międzyrzędzi. Na polach uprawnych jako podstawowe nawożenie mineralne stosowano saletrę amonową, superfosfat i sól potasową w dawkach uzależnionych od zasobności gleby i od wymagań konkretnej rośliny. Pestycydy stosowano sporadycznie, w niewielkich dawkach. Objęte badaniami ekstensywne, trwałe użytki zielone nawożono sporadycznie bez stosowania pestycydów.

Próbki glebowe do badań pobrano w okresie wiosennym (maj/czerwiec) 2004 roku. Glebę pobierano z następujących miejsc: sad – pas herbicydowy między drzewami, chmielnik – w rzędzie między karpami; pole – z pszenicy ozimej z międzyrzędzia; użytek zielony – losowo; las – z miejsc o ograniczonym zasięgu korzeni drzew. Próbki gleby pobierane były z dwóch wyodrębnionych z poziomu uprawno-próchniczego (Ap) lub próchniczego (Ah – w lasach) warstw 0–10 cm i 10–20 cm i dodatkowo z jednej warstwy spoza zasięgu oddziaływania elementów roboczych maszyn i narzędzi rolniczych – poniżej 35 cm z poziomów Bt lub Ah. Pobraną w ten sposób glebę wysuszone w temperaturze pokojowej, uśredniono i przesiano przez sito o wymiarach oczek 1,0 mm. Do oznaczenia całkowitej zawartości mikrośladników (Cr, Cu, Ni, Pb i Zn), z tak przygotowanych próbek, sporządzono wyciągi w mieszaninie kwasów HNO_3 i HClO_4 w stosunku 5 : 4. Pomiar w trzech powtórzeniach dla każdej próbki, przeprowadzono za pomocą spektrofotometru IPC metodą emisyjnej spektrofotometrii atomowej (IPC-AES). W tabelach (1, 2, 3 i 4) zamieszczono wyniki jako wartości średnie

z trzech powtórzeń.

Dla ułatwienia interpretacji uzyskanych wyników sporządzono sumaryczne szeregi ilościowe zawartości mikrośladników, według obiektów użytkowych, a także dla badanych gleb.

Wyniki i dyskusja

Otrzymane wyniki analiz (tab. 1, 2, 3 i 4) zawartości mikrośladników (Cr, Cu, Ni, Pb i Zn) w czterech badanych glebach i w obrębie wszystkich obiektów użytkowych (sady, chmielniki, pola uprawne, użytki zielone i lasy), oraz analizowanych poziomów genetycznych i warstw, były wielkościami zbliżone do wyników uzyskanych w podobnych badaniach przez innych autorów [BOROWIEC i in. 1980; DOMZAŁ i in. 1995; TERELAK i in. 1995; SKŁODOWSKI, ZARZYCKA 1997; MALINOWSKI i in. 2004; TUJAKA i in. 2004; BARAN i in. 2005]. Rezultaty przeprowadzonych badań na typologicznie różnych glebach, które użytkowano przez wiele lat w inny sposób i z zasadniczo odmienną intensywnością, pozwalają zaobserwować zróżnicowanie poziomu zawartości poszczególnych pierwiastków śladowych. Kierunek odnotowanych zmian nie zawsze korespondował ze sposobem i intensywnością gospodarowania, bowiem często gleba z typowych pól uprawnych miała najniższą, spośród wszystkich obiektów, zasobność w badane pierwiastki. Związane to mogło być ze zjawiskiem bioakumulacji metali ciężkich przez roślinność w przypadku gleb leśnych i użytków zielonych, a z „wynoszeniem” tych śladników wraz z plonem z gleb pól uprawnych. Natomiast determinujący wpływ wieloletniego intensywnego użytkowania gleby na jej zasobność w mikrośladniki niewątpliwie znalazł potwierdzenie w przypadku gleb obiektów z monokulturowymi uprawami w sadach i chmielnikach.

Tabela 1; Table 1

Zawartość wybranych mikrośladników w czarnoziemie (mg·kg⁻¹)
Content of chosen microelements in Haplic Phaeozem (mg·kg⁻¹)

Obiekty Objects	Warstwy Layers (cm)	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Sad Orchard	0-10	29,8	19,1	15,6	15,9	38,0
	10-20	30,9	14,1	14,0	17,8	33,9
	> 35	29,5	9,9	14,9	13,3	28,5
Chmielnik Hop-garden	0-10	27,8	43,6	22,4	16,2	45,2
	10-20	27,2	14,3	25,5	17,6	34,9
	> 35	27,4	13,6	36,4	15,6	32,3
Pole Field	0-10	29,8	10,7	14,8	15,7	33,5
	10-20	30,4	10,2	19,0	16,1	32,7
	> 35	26,8	9,5	23,4	19,4	31,7
Trawy Grassland	0-10	29,2	9,4	13,8	17,5	32,7
	10-20	29,8	10,1	15,8	13,8	29,4
	>35	31,0	9,1	22,9	15,5	27,3
Las Forest	0-10	25,8	12,3	16,8	15,2	26,8
	10-20	24,5	9,7	17,1	16,7	24,8
	> 35	28,5	8,6	15,1	15,1	26,6

Czarnoziem wytworzony z lessu charakteryzuje się dość wysoką zawartością węgla organicznego ogółem w poziomie uprawno-próchnicznym Ap (średnio 22,6 g·kg⁻¹) i licznymi cząstkami koloidalnymi (< 0,002 mm – średnio 16%) [PRANAGAL, OLESZCZUK 2005], oraz odczynem lekko kwaśnym – sporadycznie obojętnym [BIELIŃSKA, PRANAGAL 2006]. Takie cechy sprzyjają, szczególnie przy wysokotowarowej produkcji z aktywną chemiczną ochroną roślin, nagromadzeniu się pierwiastków śladowych w glebie (tab. 1). Zgodność z tą opinią w przypadku tej gleby stwierdzono jedynie w próbce pochodzącej z warstwy 0–10 cm pod uprawą chmielu (43,6 mg Cu·kg⁻¹), gdzie według wartości dopuszczalnych stężeń dla gruntów ornych norma została spełniona (< 150 mg·kg⁻¹), zaś dla obszarów chronionych (< 30,0 mg·kg⁻¹) została przekroczona [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002]. Według opracowania KABATY-PENDIAS i in. [1993] ogólna zawartość miedzi w glebie na poziomie 43,6 mg·kg⁻¹ przyjmowana jest jako zawartość naturalna. Pozostałe próbki czarnoziemowi wykazywały naturalną zawartość metali ciężkich [KABATA-PENDIAS i in. 1993], a według ROZPORZĄDZENIA MŚ [2002] spełniały normę dla obszarów chronionych. Największą zasobność w analizowane składniki prezentowała gleba pod uprawą chmielu, a najniższą gleba leśna. Zasobność gleby poszczególnych obiektów dobrze ilustruje sumaryczny szereg ilościowy:

CHMIELNIK > SAD > POLE > TRAWY > LAS

Tabela 2; Table 2

Zawartość wybranych mikrośladników w glebie płowej lessowej (mg·kg⁻¹)
Content of chosen microelements in Haplic Luvisol (mg·kg⁻¹)

Obiekty Objects	Warstwy Layers (cm)	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Sad Orchard	0–10	29,0	26,1	29,3	18,2	34,2
	10–20	26,6	15,4	30,6	14,0	29,9
	> 35	22,8	8,6	30,0	12,7	22,0
Chmielnik Hop-garden	0–10	24,8	22,6	22,3	18,9	34,2
	10–20	23,4	15,7	17,8	14,8	29,6
	> 35	23,9	5,6	8,6	14,0	18,1
Pole Field	0–10	24,3	18,1	28,8	14,2	26,7
	10–20	23,8	11,0	13,5	14,0	26,1
	> 35	21,0	9,3	30,0	11,4	21,3
Trawy Grassland	0–10	27,7	9,2	15,7	17,8	29,4
	10–20	27,8	8,7	22,6	17,4	23,1
	> 35	25,1	7,6	19,3	14,7	20,5
Las Forest	0–10	24,7	5,1	18,2	16,7	22,3
	10–20	25,2	3,4	17,1	12,3	17,4
	> 35	25,3	8,1	20,2	11,5	20,2

Gleba płowa wytworzona z lessu posiadała znacznie niższą niż czarnoziem zawartość węgla organicznego ogółem – średnio 10,3 g·kg⁻¹, mniej także zawierała koloidów (średnio 12%), a jej odczyn był najczęściej kwaśny [PRANAGAL, OLESZCZUK 2005; BIELIŃSKA, PRANAGAL 2006]. Taki układ właściwości powodował, że gleba płowa wytworzona z lessu wykazywała mniejsze możliwości do gromadzenia pierwiastków śladowych. Znalazło to potwierdzenie w uzyskanych wynikach (tab. 2). Omawiana gleba płowa we wszystkich punktach pomiarowych posiadała według KABATY-PENDIAS i in. [1993] naturalną zawartość mikroelementów i speł-

niała zgodnie z ROZPORZĄDZENIEM MŚ [2002] normy dla obszarów chronionych. Najbardziej zasobne w badane mikroskładniki okazały się, podobnie jak w przypadku czarnoziem, gleby poddane najsilniejszej antropopresji rolniczej sadu i chmielnika, a najuboższa, pod tym względem, była gleba z lasu. Relacje te obrazuje sporządzony sumaryczny szereg ilościowy:

SAD > CHMIELNIK > POLE > TRAWY > LAS

Gleba płowa wytworzona z pyłu niecałkowita na opoche posiadała najslabsze, spośród badanych gleb, możliwości akumulacji metali ciężkich. Zawierała, bowiem średnio 9,2 g C_t·kg⁻¹, 9% cząstek koloidalnych i niskie pH znamionujące odczyn kwaśny, a niejednokrotnie i silnie kwaśny [PRANAGAL, OLESZCZUK 2005; BIELIŃSKA, PRANAGAL 2006].

Mimo słabych predyspozycji tej gleby do akumulacji pierwiastków śladowych, intensywność gospodarowania w chmielniku spowodowała wyraźny wzrost zawartości miedzi i cynku w jej wierzchniej warstwie 0–10 cm (tab. 3). Jedyne zawartość Cu (47,7 mg·kg⁻¹) według wartości dopuszczalnych stężeń w glebie, przekroczyła normę dla obszarów chronionych [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002]. Natomiast według skali przyjętej przez KABATĘ-PENDIAS i in. [1993] gleba płowa niecałkowita we wszystkich obiektach użytkowych wykazywała poziom akumulacji metali ciężkich jako typowy dla naturalnej zawartości. Dla omawianej gleby płowej niecałkowitej wpływ sposobu i intensywności gospodarowania przedstawia sumaryczny szereg ilościowy:

CHMIELNIK > POLE > SAD > LAS > TRAWY

Tabela 3; Table 3

Zawartość wybranych mikroskładników w glebie płowej niecałkowitej (mg·kg⁻¹)
Content of chosen microelements in Haplic Luvisol (non-uniform), (mg·kg⁻¹)

Obiekty Objects	Warstwy Layers (cm)	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Sad Orchard	0–10	20,7	11,1	10,9	17,0	19,6
	10–20	16,7	7,5	8,4	14,5	17,3
	> 35	25,6	4,5	11,0	13,7	20,3
Chmielnik Hop-garden	0–10	24,9	47,7	9,0	17,2	46,9
	10–20	25,6	16,2	8,2	17,6	28,4
	> 35	21,5	6,2	11,2	12,2	17,7
Pole Field	0–10	24,3	8,0	9,8	16,6	25,1
	10–20	23,4	3,6	9,0	13,7	19,6
	> 35	22,0	4,7	12,9	13,5	17,5
Trawy Grassland	0–10	23,8	6,5	8,4	16,7	21,7
	10–20	24,6	4,7	9,9	16,9	21,1
	>35	22,0	4,5	10,3	12,4	17,4
Las Forest	0–10	23,7	3,7	10,7	17,1	26,3
	10–20	28,2	4,4	10,4	16,4	20,6
	> 35	21,9	4,1	8,7	11,6	19,3

Mada rzeczna wytworzona z utworów pyłowych charakteryzowała się, spośród badanych gleb, potencjalnie najlepszymi zdolnościami nagromadzenia mikroskładników, gdyż zawierała średnio: 24,7 g C_t·kg⁻¹, 18% koloidów i posiadała zwykle odczyn lekko kwaśny [PRANAGAL, OLESZCZUK 2005; BIELIŃSKA, PRANAGAL

2006]. Pyłowe mady wiślane Kotliny Chodelskiej to gleby niezwykle intensywnie poddawane antropopresji rolniczej. Obszar Kotliny Chodelskiej posiada wielowiekową tradycję wysokotowarowego gospodarowania, szczególnie o kierunku ogrodniczym (sady i plantacje). Teren ten jest też ważnym rejonem uprawy chmielu w Polsce. Sposób i intensywność gospodarowania na terenie tego mezoregionu znalazły potwierdzenie w otrzymanych wynikach zawartości metali ciężkich w glebie (tab. 4).

Tabela 4; Table 4

Zawartość wybranych mikrośladników w madzie rzecznej ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Content of chosen microelements in Eutric Fluvisol ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Obiekty Objects	Warstwy Layers (cm)	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Sad Orchard	0–10	24,7	48,9	28,6	14,9	144,0
	10–20	19,9	13,3	18,3	13,5	41,1
	> 35	18,4	9,0	15,1	11,3	33,5
Chmielnik Hop-garden	0–10	30,9	138,5	30,3	19,3	69,0
	10–20	26,9	53,0	22,5	20,8	53,5
	> 35	22,4	17,5	19,9	13,0	32,5
Pole Field	0–10	28,7	9,9	25,1	17,8	42,4
	10–20	26,8	8,9	17,8	13,2	40,5
	> 35	23,5	9,0	17,5	13,3	33,4
Trawy Grassland	0–10	27,1	13,5	21,3	18,2	52,5
	10–20	30,2	13,5	32,3	18,4	53,5
	> 35	25,8	10,2	29,2	16,2	40,3
Las Forest	0–10	26,0	14,6	36,8	23,4	52,5
	10–20	32,6	17,4	32,6	26,8	59,0
	> 35	32,1	16,8	34,5	25,2	59,0

Kilkudziesięcioletnia monokulturowa intensywna uprawa wpłynęła na podwyższenie w warstwie gleby 0–10 cm zawartości miedzi (sad – $48,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; chmielnik – $138,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) i cynku (sad – $144,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; chmielnik – $69,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Natomiast w warstwie gleby 10–20 cm taki stan odnotowano tylko jednorazowo pod uprawą chmielu i dotyczyło to wzrostu zawartości miedzi ($53,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Otrzymane wyniki zawartości miedzi i cynku w glebie według ROZPORZĄDZENIA MŚ [2002] spełniają normy dla gruntów ornych ($< 150 \text{ mg Cu}\cdot\text{kg}^{-1}$ i $< 300 \text{ mg Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$). W pozostałych przypadkach badana mada posiadała naturalną zawartość analizowanych pierwiastków śladowych [KABATA-PENDIAS i in. 1993] i spełnione były normy dla obszarów chronionych [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002]. Dla omawianej mady sumaryczny szereg ilościowy kształtował się następująco:

CHMIELNIK > SAD > LAS > TRAWY > POLE

W czasie prowadzonej, na potrzeby niniejszego opracowania, analizy zawartości w glebie pierwiastków śladowych, sporządzono także sumaryczny szereg ilościowy dla poszczególnych gleb. Uzyskany szereg ilościowy potwierdził, że możliwości akumulacji w glebie metali ciężkich korelują dodatnio z zawartością materii

organicznej, ilością cząstek koloidalnych w stałej fazie i wielkością pH.

MADA > CZARNOZIEM > PŁOWA LESSOWA > PŁOWA NIECAŁKOWITA

Wnioski

1. Uzyskane wyniki całkowitych zawartości Cu, Cr, Ni, Pb i Zn w czterech analizowanych glebach wskazują, że na wielkość i zróżnicowany poziom akumulacji tych składników wpływ miał zarówno typ gleby, jak również sposób i intensywność wieloletniego gospodarowania.
2. Stosowanie przez kilkadziesiąt lat wysokotowarowych monokulturowych upraw z aktywną chemiczną ochroną roślin (sady i chmielniki) sprzyjało nagromadzeniu się miedzi i cynku w wierzchniej warstwie gleby (0–10 cm).
3. Zawartość chromu, niklu i ołowiu nie była uzależniona od sposobu i intensywności użytkowania, a głównie od podstawowych właściwości badanych typów gleb.
4. Należy podkreślić, że analizowane pyłowe gleby Lubelszczyzny charakteryzowały się, po za kilkoma przypadkami, naturalną zawartością oznaczanych pierwiastków śladowych bez znamion ich zanieczyszczenia i spełniały normy obowiązujące dla obszarów chronionych.

Literatura

- ANDRUSZCZAK E., CZUBA R. 1984. *Wstępna charakterystyka całkowitej zawartości makro- i mikroelementów w glebach Polski*. Roczn. Glebozn. 35(2): 61–78.
- BARAN S., WÓJCIKOWSKA-KAPUSTA A., OLESZCZUK P., ŻUKOWSKA G. 2005. *Zawartość wybranych metali ciężkich w glebach i burakach ćwikłowych z obszarów o zróżnicowanym wpływie antropopresji*. J. Elementom. 10(3): 683–692.
- BIELIŃSKA E.J., PRANAGAL J. 2006. *Aktywność enzymatyczna jako wskaźnik degradacji gleb pyłowych użytkowanych rolniczo*. Roczn. Glebozn. 57(1): 1–11.
- BOROWIEC J., KARTUZI J., DUDZIAK S. 1980. *Akumulacja niektórych makro- i mikroelementów w glebach chmielników*. Pam. Puławski 73: 167–182.
- CHOJNICKI J., CZARNOWSKA K. 1993. *Zmiany zawartości fosforu ogółem i rozpuszczalnego oraz Zn, Cu, Pb i Cd w glebach intensywnie użytkowanych rolniczo*. Roczn. Glebozn. 44(3/4): 99–111.
- CZARNOWSKA K. 1996. *Ogólna zawartość metali ciężkich w skałach macierzystych gleb jako tło geochemiczne gleb*. Roczn. Glebozn. 47, supl.: 43–50.
- DOMŻAŁ H., WÓJCIKOWSKA-KAPUSTA A., PRANAGAL J. 1995. *Zawartość miedzi, cynku, ołowiu i manganu w glebach w zależności od sposobu wieloletniego rolniczego użytkowania*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 191–199.
- KABATA-PENDIAS A., MOTOWICKA-TERELAK T., PIOTRKOWSKA M., TERELAK H., WITEK T. 1993. *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką*. Ramowe wytyczne dla rolnictwa. Wydaw. IUNG Puławy, P(35): 1–20.

- KABATA-PENDIAS A., PIOTRKOWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH B., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A., PIETRUCH C. 1995. *Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb – metale ciężkie, siarka i WWA*. Bibl. Monit. Środ., Warszawa: 34 ss.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa: 398 ss.
- ŁABAZ B., LICZNAR S.E., LICZNAR M. 2004. *Zawartość niektórych metali i siarki w czarnych ziemiach wrocławskich*. Roczn. Glebozn. 55(1): 161–168.
- MALINOWSKI R., NIEDŹWIECKI E., SAMMEL A. 2004. *Właściwości chemiczne związków miedzi cedyńskich z uwzględnieniem sposobu ich użytkowania*. Roczn. Glebozn. 55(1): 169–173.
- MELKE J., UZIĄK S., KLIMOWICZ Z. 2001. *Wpływ skały macierzystej na zawartość metali ciężkich w glebach „Ściany Wschodniej”*. Acta Agrophysica 56: 177–188.
- ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002. *W sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi*. Dz. U. 165, poz. 1359: 10560–10564.
- PRANAGAL J., OLESZCZUK P. 2005. *Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w wybranych glebach pyłowych intensywnie użytkowanych rolniczo*. Mat. VIII Ogólnpol. Symp. Nauk.-Techn. „Biotechnologia środowiskowa”, Wisła-Jarzębata 6–9 XII: 97–105.
- SKŁODOWSKI P., ZARZYCKA H. 1997. *Wpływ użytkowania gleb na zawartość i rozmieszczenie metali ciężkich*. Roczn. Glebozn. 48(1/2): 5–13.
- TERELAK H., PIOTRKOWSKA 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: 45–59.
- TUJAKA A., TERELAK H., PIETRUCH C. 2004. *Ołów w poziomach orno-próchnicznych gleb rolniczych Polski*. Roczn. Glebozn. 55(3): 213–219.

Słowa kluczowe: gleba, użytkowanie rolnicze, metale ciężkie

Streszczenie

Przeprowadzono badania wpływu intensywności użytkowania rolniczego na zawartość wybranych mikroskładników w glebie: Cr, Cu, Ni, Pb i Zn. Obserwacjami objęto cztery typologicznie różne gleby wytworzone z pyłu: czarnoziem, pługą, pługą niecałkowitą i madę rzeczną. Na każdej z badanych gleb wyznaczono po pięć obiektów użytkowych: sad, chmielnik, pole, użytek zielony i las. Próbkę glebową pobierano z dwóch warstw z poziomów akumulacyjnych (Ap i Ah): 0–10 cm i 10–20 cm, oraz z głębokości poniżej 35 cm (z poziomów Bt i Ah). Oznaczono całkowitą zawartość mikroskładników w glebie (IPC-AES). We wszystkich glebach użytkowanych rolniczo stwierdzono podwyższoną zawartość badanych metali ciężkich, szczególnie na obszarach użytkowanych najbardziej intensywnie. Znaczące przekroczenie norm zasobności gleb w metale ciężkie, nastąpiło jedynie w dwóch przypadkach. Oba obiekty położone były na madzie a

przekroczenia te stwierdzono w warstwie 0–10 cm (chmielnik – 138,5 mg Cu·kg⁻¹; sad – 144,0 mg Zn·kg⁻¹).

AGRICULTURAL LAND-USE INTENSITY AND THE CONTENT OF MICROELEMENTS IN SOIL

Jacek Pranagal

Institute of Soil Science and Environment Management,
Agricultural University, Lublin

Key words: soil, agricultural land-use, heavy metals

Summary

The effect of agricultural land-use intensity on the content of selected heavy metals (Cr, Cu, Ni, Pb, and Zn) was studied. Four different soils developed from silt, e.g. chernozem, luvisol, non-uniform luvisol, and fluvisol, were analyzed. On each type of the soil studied, five different land-use forms were selected: an orchard, a hop-garden, an arable field, a grassland and a forest. Soil samples were taken from two layers of humus horizons (Ap and Ah): 0–10 cm and 10–20 cm, as well as at the depth below 35 cm (from horizons Bt and Ah). The total content of the trace elements in soil (IPC-AES) was determined. The increased content of the heavy metals studied was stated in the soils under agricultural management, particularly in the most intensively used areas. The standards for heavy metal content in soil (according to Polish standards – Inst. Soil and Plant Cult.) were exceeded only in two land-use forms, both situated on the fluvisol, in the layer of 0–10 cm (138.5 mg Cu·kg⁻¹ in the hop-garden; 144.0 mg Zn·kg⁻¹ in the orchard).

Dr inż. Jacek **Pranagal**

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska

Akademia Rolnicza

ul. Leszczyńskiego 7

20-069 LUBLIN

e-mail: jacek.pranagal@ar.lublin.pl