

ANNA WÓJCIKOWSKA-KAPUSTA, RYSZARD TURSKI

ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW PRÓCHNICZNYCH  
A ROZPUSZCZALNOŚĆ NIKLU I OŁOWIUInstytut Gleboznawstwa, Chemii Rolnej i Mikrobiologii  
Akademii Rolniczej w Lublinie

Zadania na temat wpływu związków próchnicznych na akumulację i rozpuszczalność niklu i ołowiu w glebach są bardzo rozbieżne. Jedni uważają [6], że zawartość niklu w glebie, poza skałą macierzystą, procesem glebotwórczym i odczynem, zależy również od ilości próchnicy, co uzasadnia się [14] wchodzeniem niklu w związki chelatowe z kwasami fulwowymi. Są badacze [1, 2, 13], którzy przypisują próchnicy mniejsze znaczenie, uważając, że na ilość niklu w glebie ma szczególny wpływ ilość części koloidalnych i pH, a także zawartość żelaza [1, 3, 13, 18]. Podobnie w przypadku ołowiu wielu autorów sądzi, że na jego akumulację w glebach znaczny wpływ wywiera próchnica [2, 4, 16]. Nie wszyscy jednak stwierdzają tę prawidłowość [15, 17]. Inni znów [3, 4, 9, 10] wykazali istotny wpływ na zawartość Pb w glebie odczynu oraz składu granulometrycznego, głównie części spławialnych. Podkreśla się również i znaczenie kwasów huminowych, szczególnie przy  $\text{pH} > 7,0$ . Wielu autorów [4, 9, 10] sądzi, że w miarę wzrostu wartości pH i zawartości próchnicy rozpuszczalność ołowiu wyraźnie maleje, ale są i tacy, którzy nie stwierdzili w swoich badaniach żadnego wpływu substancji organicznej, składu mechanicznego, czy pH na ilość rozpuszczalnych form ołowiu [7, 15]. Tak więc problem ten jest nadal otwarty, stąd podjęcie przez nas badań, których częścią jest przedstawiona praca.

## METODYKA

Do badań pobrano próbki z 41 poziomów próchnicznych gleb bielicoziemnych, brunatnoziemnych i wapniowcowych. Gleby bielicoziemne wytworzone z piasków luźnych i słabo gliniastych reprezentowało 5 próbek, gleby bielicoziemne wytworzone z piasków gliniastych — 10, gleby bielicoziemne i brunatnoziemne wytworzone z utworów pyłowych wod-

nego pochodzenia — 7, gleby brunatnoziemne wytworzone z lessów — 7, gleby brunatnoziemne wytworzone z utworów lessowatych — 5 i gleby wapniowcowe (rędziny) wytworzone z utworów kredowych — 7 próbek.

W próbkach tych oznaczono:

— zawartość C organicznego — metodą Tiurina w modyfikacji Si-makowa,

— zawartość grup i frakcji związków próchnicznych w wybranych próbkach badanych gleb — według metody Kononowej i Bielczikowej,

— pH w  $H_2O$  i KCl — elektrometrycznie,

— całkowitą zawartość Ni i Pb — metodą emisyjnej analizy spektralnej na spektrografie dużej dyspersji Hilger E-478 z generatorem ABR-3 z prostownikiem według przyjętych zasad [5],

— rozpuszczalne formy Ni i Pb określono metodą ASA. W tym celu 6-gramowe próbki glebowe zalewano 2,5-procentowym  $CH_3COOH$  w stosunku 1:4. Następnie wytrząsano w mieszadle rotacyjnym przez 2 godziny, pozostawiono do następnego dnia, po czym jeszcze wytrząsano przez pół godziny. Oba pierwiastki oznaczono po przeprowadzeniu do fazy organicznej według metody opisanej przez K a b a t e - P e n d i a s i wsp. [11].

Wyniki analiz poszczególnych gleb (tab. 1, 2 i ryc. 1, 2) poddano rachunkowi statystycznemu, ustalając korelację pomiędzy zawartością związków próchnicznych a ilością rozpuszczalnych form niklu i ołowiu (tab. 3). Istotność współczynnika korelacji oceniono na podstawie tablic krytycznych wartości współczynnika korelacji [12].

#### CHARAKTERYSTYKA NIEKTÓRYCH WŁAŚCIWOŚCI BADANYCH GLEB

Gleby bielicoziemne wytworzone z piasków luźnych i słabo gliniastych, jak również wytworzone z piasków gliniastych odznaczają się małą zawartością C organicznego. W rozpuszczalnej części próchnicy przeważają wyraźnie związki ruchliwe, zwłaszcza kwasy fulwowe (tab. 2). Są to gleby kwaśne i silnie kwaśne, z wyjątkiem gleb w punktach 1 i 2, które najprawdopodobniej były wapnowane, ponieważ są to gleby uprawne (tab. 1). Ogólna zawartość Ni mieści się w dolnych granicach przeciętnych stężeń w tego typu glebach [3]. W zdecydowanej większości próbek pochodzących z tych gleb ogólna zawartość Pb nie przekraczała 9 mg/kg i była zbliżona do przeciętnej zawartości tego pierwiastka w glebach polskich [3].

Gleby bielicoziemne i brunatnoziemne, wytworzone z utworów pyłowych wodnego pochodzenia, podobnie jak gleby wcześniej omawiane odznaczają się małą próchnicznością i kwaśnym odczynem gleby (tab. 1).

Ogólna zawartość Ni jest również niska ( $< 2$  mg/kg). W poziomach A<sub>1</sub> stwierdzono 9—38 mg/kg ołowiu.

Gleby brunatnoziemne wytworzone z lessów i utworów lessowatych są mało próchniczne. Próchnica tych gleb odznacza się podobnym składem jak wcześniej omawiane gleby bielicoziemne. Odczyn gleb wytworzonych z lessów jest kwaśny, natomiast w glebach wytworzonych z utworów lessowatych mocno zróżnicowany: od kwaśnego, przez lekko kwaśny, do zasadowego (tab. 1). Zawartość Ni i Pb kształtuje się w granicach przeciętnych stężeń tych pierwiastków w glebach polskich [18].

Gleby wapniowcowe odznaczają się najwyższą zawartością próchnicy spośród wszystkich omawianych gleb (tab. 1). W rędzinach tych dominują w składzie próchnicy kwasy huminowe nad fulwowymi —  $C_{Kh} : C_{Kf}$  wynosi 1,64; kwasy huminowe reprezentowane są głównie przez formę związaną z Ca (tab. 2), pH w poziomach próchnicznych kształtuje się powyżej 7. Zawartość Ni i Pb mieści się w granicach dopuszczalnych stężeń tych pierwiastków w glebach nie zanieczyszczonych przez przemysł [16].

#### OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Obliczony dla niklu współczynnik  $r_{xy}$  wskazuje na brak korelacji pomiędzy zawartością próchnicy a zawartością rozpuszczalnego Ni a analizowanych glebach (tab. 3). Rozpatrując jednak wpływ kwasów fulwowych i huminowych na ilość rozpuszczalnych form omawianego pierwiastka daje się zaobserwować wzrost jego stężenia w miarę wzrostu przewagi w składzie próchnicy kwasów fulwowych nad huminowymi (ryc. 1). W punktach 28 i 29 (gleby brunatnoziemne wytworzone z lessów), gdzie dominują kwasy fulwowe, a gleba ma odczyn bardzo silnie kwaśny, stwierdzono najwyższą rozpuszczalność niklu. Tę prawidłowość potwierdzają wspomniane na wstępie badania [14]. W rędzinach (punkt 41), gdzie występuje zdecydowana przewaga w składzie próchnicy kwasów huminowych, stwierdzono najniższą ilość niklu. Z przedstawionych analiz i obliczeń wynika, że na rozpuszczalność niklu ma wpływ nie ilość próchnicy, ale jej jakość, szczególnie stosunek kwasów huminowych do fulwowych.

Dla ołowiu istnieje liniowa zależność pomiędzy zawartością próchnicy a ilością rozpuszczalnego Pb w glebach bielicoziemnych i wapniowcowych (tab. 3). W glebach bielicoziemnych wraz ze wzrostem C organicznego maleje rozpuszczalność ołowiu, natomiast w rędzinie przy zwiększającej się próchniczości wzrasta również ilość uwolnionego pierwiastka. Tłumaczono to tym, że w glebach o dużej zawartości części węglanowych i ilastych wzrost rozpuszczalności Pb przy  $pH > 7$  spowodowany jest tworzeniem rozpuszczalnych kompleksów organicznych [8].

Tabela 1

Charakterystyka poziomu próchnicznego badanych gleb  
 Characteristics of the humus horizon of the soils examined

Gleba — Soil	Nr próbki Sample No.	C org. %	pH		Ni		Pb	
			KCl	H <sub>2</sub> O	ogółem mg/kg total mg/kg	rozpuszczalny mg/100 g gleby soluble in — mg/100 g of soil	ogółem mg/kg total mg/kg	rozpuszczalny mg/100 g gleby soluble in mg/100 g of soil
Gleby bielicoziemne — Podzolic soils								
Wytworzone z piasków luźnych i słabo gliniastych Developed from loose and slightly loamy sands	1	0,840	7,18	7,70	< 2	0,016–0,048 0,029	< 9	0,030–0,240 0,138
	2	0,816	6,62	7,20				
	3	0,600	4,38	5,90				
	4	0,846	4,23	5,88				
	5	0,906	4,71	6,31				
Wytworzone z piasków gliniastych Developed from loamy sands	6	0,894	4,45	5,60	< 2	0,028–0,080 0,048	< 9–25	0,040–0,160 0,086
	7	0,762	3,90	4,96				
	8	1,104	4,74	5,94				
	9	0,906	4,22	5,12				
	10	0,408	5,64	6,70				
	11	0,996	4,98	5,10				
	12	0,900	3,94	5,18				
	13	0,552	4,65	5,94				
	14	0,840	5,20	6,25				
	15	0,924	4,90	5,85				
Gleby bielcowe i brunatnoziemne — Podzolic soils and brown soils								
Wytworzone z utworów pyłowych wodnego pochodzenia	16	0,948	4,47	5,84	< 2	0,036–0,068 0,045	< 9–38 26	0,040–0,160 0,097
	17	0,762	4,60	5,50				
	18	0,294	4,30	4,85				

Developed from hydroge- nic silty fractions	19	0,810	4,55	5,85				
	20	0,924	4,64	6,01				
	21	1,062	4,17	5,15				
	22	1,098	4,23	5,35				
Gleby brunatnoziemne — Brown soils								
Wytworzone z lessów Developed from loesses	23	0,948	4,90	5,60				
	24	0,948	4,55	5,50				
	25	0,720	4,45	5,30	2-11	0,056-0,148	42-100	0,060-0,140
	26	0,768	5,30	6,30	5	0,095	68	0,098
	27	0,864	5,60	6,50				
	28	0,720	4,33	5,85				
	29	0,076	3,75	4,84				
Wytworzono z utworów lessowatych Developed from loesslike formations	30	0,930	6,20	7,10				
	31	0,750	4,82	6,20	5-6	0,80-0,160	42-123	0,060-0,120
	32	0,534	4,58	6,06	6	0,120	75	0,080
	33	0,696	6,03	7,21				
	34	0,960	7,22	8,08				
Gleby wapniowcowe — Rendzina soils								
Rędziny kredowe Cretaceous rendzina soils	35	1,320	7,35	7,95				
	36	2,430	7,24	7,94				
	37	4,080	7,03	7,43	< 2-8	0,024-0,110	< 9-47	0,040-0,200
	38	1,344	7,17	8,00	5	0,053	23	0,080
	39	1,356	7,40	8,05				
	40	0,924	7,55	8,30				
	41	2,520	7,00	7,70				

Tabela 2

Skład próchnicy poziomów  $A_1$  badanych gleb  
Composition of  $A_1$  horizon of the soil examined

Nr próbki Sample No.	C ogółem Total C %	C rozpuszczalny w 0,1 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ + +0,1 M NaOH C soluble in 0.1 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ + +0.1 M NaOH				Kwasy huminowe Humic acids		C rozpuszczalny w 0,05 M $\text{H}_2\text{SO}_4$ bounded in 0.05 M $\text{H}_2\text{SO}_4$	C nie hydrolizujący C soluble hydrolyzing %
		C ogółem total C	C $K_h$	C $K_f$	$\frac{C_{K_h}}{C_{K_f}}$	wolne i związane z $\text{R}_2\text{O}_3$ free and bounded with $\text{R}_2\text{O}_3$	związane z Ca bounded with Ca		
5	0,906	$\frac{0,378}{41,72}$	$\frac{0,175}{19,32}$	$\frac{0,203}{22,4}$	0,86	$\frac{0,200}{22,08}$	—	$\frac{0,019}{2,10}$	58,28
17	0,762	$\frac{0,339}{44,49}$	$\frac{0,154}{20,21}$	$\frac{0,185}{24,28}$	0,86	$\frac{0,168}{22,05}$	—	$\frac{0,017}{2,23}$	55,51
18	0,294	$\frac{0,159}{30,11}$	$\frac{0,061}{11,54}$	$\frac{0,098}{18,56}$	0,62	$\frac{0,083}{15,72}$	—	$\frac{0,012}{2,27}$	69,89

27	0,864	$\frac{0,321}{37,15}$	$\frac{0,156}{18,06}$	$\frac{0,165}{19,09}$	0,95	$\frac{0,094}{10,88}$	$\frac{0,062}{7,17}$	$\frac{0,024}{2,78}$	62,85
28	0,720	$\frac{0,432}{54,0}$	$\frac{0,124}{17,22}$	$\frac{0,200}{27,78}$	0,62	$\frac{0,167}{23,19}$	—	$\frac{0,019}{2,64}$	55,00
29	2,076	$\frac{0,723}{34,83}$	$\frac{0,288}{13,87}$	$\frac{0,435}{20,96}$	0,66	$\frac{0,413}{19,89}$	—	$\frac{0,014}{0,67}$	65,17
41	2,500	$\frac{0,894}{35,48}$	$\frac{0,555}{22,02}$	$\frac{0,339}{13,46}$	1,64	—	$\frac{0,555}{22,02}$	$\frac{0,028}{1,11}$	64,52

W liczniku — węgiel w % gleby

In numerator — carbon in % of soil

W mianowniku — węgiel w % do ogólnej ilości C w glebie

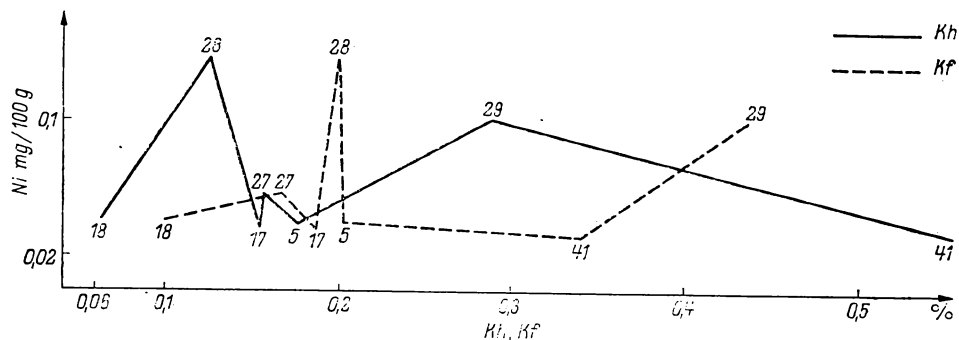
In denominator — carbon in % of total content of C in soil

Współczynnik korelacji pomiędzy zawartością próchnicy  
a zawartością rozpuszczalnego Ni i Pb w badanych glebach

Wyszczególnienie — Specification	Ni	Pb
Gleby bielicoziemne — Podzolic soils	0,296	-0,714**
— utworzone z piasków luźnych i słabo gliniastych developed from loose and slightly loamy sands	-0,393	-0,683*
— utworzone z piasków gliniastych developed from loamy sands	0,527	-0,925**
Gleby bielicoziemne i brunatnoziemne — Podzolic and brown soils	0,277	0,402
— utworzone z utworów pyłowych wodnego pochodzenia developed from hydrogenic silty formation		
Gleby brunatnoziemne — Brown soils	-0,198	0,352
— utworzone z lessów developed from loesses	-0,119	0,464
— utworzone z utworów lessowatych developed from loess-like formations	-0,088	-0,368
Gleby wapniowcowe — Rendzina soils		
— rędziny kredowe — Calcareous rendzina soils	-0,236	0,698*

\* Współczynnik istotny z ryzykiem błędu 10%  
Coefficient significant with the risk of error of 10%

\*\* Współczynnik istotny z ryzykiem błędu 1%  
Coefficient significant with the risk of error of 1%



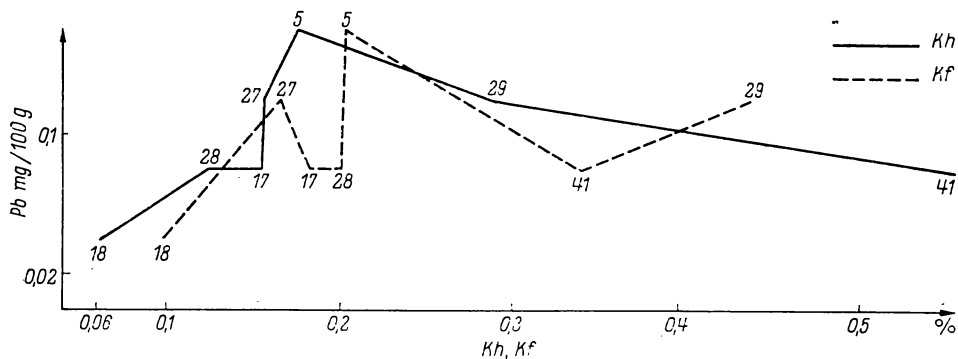
Ryc. 1. Rozpuszczalność niklu w zależności od zawartości kwasów huminowych i fulwowych

Ni wyrażone w mg/100 g gleby, kwasy huminowe (Kh) i kwasy fulwowe (Kf) w % gleby; liczby: 5, 17, 18, 27, 28, 29, 41 oznaczają numery próbek

Fig. 1. Solubility of nickel depending on the content of humic and fulvic acids  
Ni expressed in mg/100 g of soil, humic acids (Kh) and fulvic acids (Kf) — in % of soil; ciphers 5, 17, 18, 27, 28, 29 and 41 are Nos. of samples



Analizując wpływ kwasów huminowych i fulwowych na rozpuszczalność ołowiu nie stwierdza się takiej współzależności, jak w przypadku niklu (ryc. 2). Najwięcej uwolnionego ołowiu otrzymano w kwaśnej glebie bie-



Ryc. 2. Rozpuszczalność ołowiu w zależności od zawartości kwasów huminowych i fulwowych  
oznaczenia jak na ryc. 1

Fig. 2. Solubility of nickel depending on the content of humic and fulvic acids  
denotations — as in Fig. 1

liczoziemnej wytworzonej z piasków luźnych (punkt 5), o małej zawartości C organicznego, gdzie nieznacznie przeważają kwasy fulwowe nad huminowymi. Zauważa się jedynie tendencje spadku rozpuszczalności Pb wraz ze wzrostem w składzie próchnicy kwasów huminowych (ryc. 2).

#### WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych analiz i obliczeń statystycznych można sformułować następujące wnioski:

— Na rozpuszczalność niklu w badanych glebach ma wpływ nie ilość, ale jakość próchnicy, szczególnie przewaga w jej składzie kwasów fulwowych nad huminowymi. W miarę wzrostu przewagi kwasów fulwowych nad huminowymi wzrasta rozpuszczalność niklu.

— W glebach bielicoziemnych i wapniowcowych istnieje korelacja pomiędzy zawartością próchnicy a rozpuszczalnością ołowiu; w pierwszych korelacja ujemna, w rzędzinach dodatnia.

— W glebach brunatnoziemnych nie stwierdzono korelacji pomiędzy zawartością próchnicy a rozpuszczalnością ołowiu.

## LITERATURA

- [1] Andersson A.: Heavy metals in Swedish soil: on their retention, distributions and amounts. *Swedish J. Agric. Rec.* t. 7, 1977.
- [2] Andersson A.: The distribution of heavy metals in soils and soil materials as influenced by the ionic radius. *Swedish J. Agric. Rec.* t. 7, 1977.
- [3] Boratyński K., Roszyk E., Ziętecka M.: Przegląd badań przeprowadzonych w Polsce nad mikroelementami. Cz. II. Cynk, molibden, kobalt, tytan, nikiel, chrom i inne pierwiastki. *Rocz. glebozn.* 33, 1972, 1.
- [4] Faber A.: Wstępna ocena oddziaływania pyłowych zanieczyszczeń zawierających Pb, Cd i Zn na przyrodnicze warunki produkcji roślinnej. *Wiad. ekol.* 23, 1977, 1.
- [5] Gliński J., Baran S., Warda Z.: Wzbudzenie materiałów rolniczych w spektralnej analizie emisyjnej. *Probl. Agrofizyki* 1974, 12.
- [6] Gorbanow S. P.: Sadierżanie i rozpredelenie na mikroelementa nikel w głównie poczwieni tipowe na Bałgarija. *Poczwoznanie i Agrochimija* 1977, 4.
- [7] Harter R. P.: Adsorption of copper and lead by  $A_p$  and  $B_2$  horizons of several Northeastern United States soils. *Soil Sc. Society of America. Jour.* 43, 1979, 4.
- [8] Herms V.: Untersuchungen zur Schwermetallöslichkeit in kontaminierten Böden und kompostierten Siedlungsabfällen in Abhängigkeit von Bodenreaktion, Redoxbedingungen und Stoffbestand. *Maszynopis pracy doktorskiej.* Kiel 1982.
- [9] Hildebrand E. E., Blum W. E.: Lead fixation by soil humic acids. *Naturwissenschaften* 61, 1974, 3.
- [10] Hildebrand E. E., Blum W. E.: Lead fixation by clay minerals. *Naturwissenschaften A-4*, 61, 1974.
- [11] Kabata-Pendias A. i in.: Oznaczenie zawartości pierwiastków śladowych oraz siarki w glebach i roślinach. IUNG, Puławy 1978.
- [12] Malicki L.: Tablice krytyczne wartości współczynnika korelacji. *Rocz. Nauk rol.* A-2-93, 1967.
- [13] Piotrowska M.: Rozmieszczenie pierwiastków śladowych w niektórych profilach gleb wytworzonych z lessów Wyżyny Sandomiersko-Opatowskiej. *Pam. puł.* 1967, 30.
- [14] Piotrowska M.: Wpływ składu mechanicznego i mineralnego na rozmieszczenie Cu, Co i Ni w glebach wytworzonych z lessów Wyżyny Sandomiersko-Opatowskiej. *Pam. puł.* 1968, 38.
- [15] Roszyk E., Roszykowska S.: Wpływ hutnictwa miedzi na niektóre właściwości gleb i skład chemiczny roślin uprawnych. Cz. I. Pierwszy rok emisji. *Rocz. glebozn.* 26, 1975, 3.
- [16] Sapek A., Skłodowski P.: Zawartość Mn, Zn, Cu, Pb, Ni i Co w rędzianach Polski. *Rocz. glebozn.* 27, 1975, 2.
- [17] Skłodowski P., Sapek A.: Rozmieszczenie Fe, Zn, Mn, Cu, Co, Ni, Pb i Cd w profilach czarnoziemów leśno-stepowych. *Rocz. glebozn.* 28, 1977, 1.
- [18] Szerszeń L., Laskowski St., Roszyk E.: Profilowe rozmieszczenie siarki i mikroelementów w różnych typach gleb płowych występujących na obszarze wzgórz Dalkowskich. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.* 1976, 179.

A. ВУЙЦИКОВСКА-КАПУСТА, Р. ТУРСКИ

## СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И РАСТВОРИМОСТЬ НИКЕЛЯ И СВИНЦА

Институт почвоведения, агрохимии и микробиологии Сельскохозяйственной академии в Люблине

## Резюме

В образцах отобранных из 42 гумусовых горизонтов подзолистых, бурых и известковых (рендзиновых) почв определяли содержание гумусовых соединений по методу Тюрина в модификации Симакова. Образцы представительные для указанных типов почв подвергали фракционному анализу гумуса по методу Коновой и Бельчиковой. По методу атомной абсорбции определяли содержание растворимых форм никеля и свинца. Экстракционным раствором был 2,5%  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; оба элемента определяли после приведения к органической фазе.

Для отдельных почв исчисляли корреляцию между содержанием гумусовых соединений и содержанием растворимых форм никеля и свинца. Для никеля самый высокий коэффициент корреляции ( $r_{xy}=0,527$ ) установлен в подзолистых почвах образованных из супесей. Для остальных почв этот коэффициент показывал очень низкие величины, что свидетельствовало об отсутствии корреляции между концентрацией растворимого никеля и содержанием гумусовых соединений. Самый высокий коэффициент корреляции для Pb ( $r_{xy}=0,925$ ) был получен в подзолистых почвах образованных из супесей. Обратной представлялась корреляция этих элементов в меловых рендзинах. В рендзинах по мере повышения содержания гумусовых соединений повышалась растворимость свинца ( $r_{xy}=0,698$ ), противоположно подзолистым почвам. В бурых почвах не обнаружено существенных корреляций.

A. WÓJCIKOWSKA-KAPUSTA, R. TURSКИ

## CONTENT OF HUMUS COMPOUNDS VERSUS SOLUBILITY OF NICKEL AND LEAD

Department of Soil Science, Agricultural Chemistry and Microbiology,  
Agricultural University of Lublin

## Summary

In the samples taken from 42 humus horizons of podzolic, brown and rendzina soils the content of humus compounds was determined by the method of Tyurn in modification of Simakov. Samples representative for these soils were subjected to the fractional analysis of humus using the method of Kononova and Belchikova. Soluble forms of nickel and lead were determined by the atomic absorption method. The extractive solution constituted 2.5%  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , both elements being determined after their reduction to the organic phase.

Correlation between the content of humus compounds and the content of soluble forms of nickel and lead was calculated for particular soils. For nickel the highest correlation coefficient ( $r_{xy} = 0.527$ ) has been found in podzolic soils developed from loamy sands. In the remaining soils this coefficient was very low, what indicated a lack of correlation between the concentration of soluble nickel and the

content of humus compounds. The highest correlation coefficient for Pb ( $r_{xy} = 0.925$ ) was obtained in podzolic soils developed from loamy sands. Differently looks the correlation of these elements in cretaceous rendzinas. In these rendzinas the lead solubility increased ( $r_{xy} = 0.698$ ) along with an increase of the content of humus compounds, contrary to podzolic soils. In brown soils there were no significant correlations.

*Dr Anna Wójcikowska-Kapusta*  
*Instytut Gleboznawstwa, Chemii*  
*Rolnej i Mikrobiologii AR*  
*Lublin, ul. Leszczyńskiego 7*