

SKŁAD MAKRO- I MIKROPIERWIASTKÓW WE FRAKCJACH GRANULOMETRYCZNYCH Z POZIOMÓW GENETYCZNYCH GLEB WYKSZTAŁCONYCH Z RÓŻNYCH UTWORÓW MACIERZYSTYCH POLSKI WSCHODNIEJ (II-GA SERIA BADAŃ)

Józef Borowiec

Borowiec J., 2004: Skład makro- i mikroelementów we frakcjach granulometrycznych z poziomów genetycznych gleb wykształconych z różnych utworów macierzystych Polski wschodniej (II-ga seria badań) (*The Composition of Macro- and Microelements in Size Fractions of Genetic Horizons of the Soils Developed from Various Mother Rocks of Eastern Poland*), Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego nr 5, s. 159-173, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.

Zarys treści: W latach 1977-1988, w ówczesnej Katedrze Gleboznawstwa AR w Lublinie, przeprowadzono wielokierunkowe badania składu chemicznego i właściwości poszczególnych frakcji granulometrycznych wyodrębnionych z 6-ciu profilów typowych gleb Polski wschodniej (ryc. 1). Efektem tych badań było m.in. opracowanie i publikacja szczegółowej charakterystyki kilku makro- i mikroelementów (Fe, Ti, V, Pb, Mn, B, Al). Z przyczyn niezależnych badania nie zostały wówczas zakończone. Uwzględniając szeroki zakres uzyskanych z tego eksperymentu danych, w niniejszym opracowaniu prezentujemy wyniki uzyskane dla wszystkich oznaczonych pierwiastków (tab. 2-7). Równocześnie, praca stanowi zapowiedź ukazywania się w najbliższej przyszłości, szczegółowych opracowań dla każdego z pozostałych pierwiastków oddzielnie – w podobnym jak w pierwszej serii zakresie.

Słowa kluczowe: frakcje granulometryczne, skład chemiczny, poziomy genetyczne

Józef Borowiec, Akademia Rolnicza, Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska w Lublinie

1. Wprowadzenie

Z pośród głównych elementów otaczającego nas środowiska (woda, gleba, powietrze, roślinność), wbrew pozorom, gleba jest najslabiej poznana. Wynika to m.in. stąd, że w odróżnieniu od pozostałych, tworzywo glebowe stanowi wyjątkowo zróżnicowany, niepowtarzalny w swoim składzie, ożywiony konglomerat cząstek mineralnych i organicznych, który równocześnie jest układem bardzo dynamicznym. Podlega on ciągłym zmianom, a przebieg i natężenie tych zmian jest uzależnione od wielu czynników wewnętrznych i zewnętrznych. W konsekwencji, wyniki analizy pobranych jednorazowo próbek materiału glebowego określa-

ją nam jedynie stan chwilowy – pewne stadium tych wielokierunkowych, ciągłych przeobrażeń.

Jeżeli przyjmiemy, że podłoże (skała macierzysta) danej gleby może być traktowana jako względnie trwały stan wyjściowy w rozwoju profilu glebowego (tło geochemiczne), to wszelkie zmiany w jego składzie i właściwościach, będą efektem działania – początkowo efektów glebotwórczych (wpływ klimatu, szaty roślinnej) – a następnie wtórnych czynników antropogenicznych.

Prowadzone od lat wielokierunkowe badania próbek całościowych gleby wskazują, że wspomniane zmiany okazują się często trudne do wychwycenia, nawet przy stosowaniu nowoczesnych metod badawczych, stąd pierwsze próby analizy

wyodrębnionych grup cząstek o zbliżonej średnicy, określanych wówczas mianem frakcji mechanicznych (Królikowski i wsp., 1968).

Względnie dokładne charakterystyki mineralogiczne wydzielonych frakcji glebowych podał Musierowicz już w roku 1950, stwierdzając przy tym, że „w przyszłości przy zastosowaniu ulepszonych metod badawczych analiza oddzielonych frakcji mechanicznych rokuje nadzieje na pogłębienie naszej wiedzy w niektórych kwestiach typologicznych, zwłaszcza ewolucyjnych zmian w czasie”.

Późniejsze, ciągle nieliczne badania tej problematyki, to w większości próby udowodnienia tej tezy. W niniejszym opracowaniu prezentujemy wyniki jednej z takich prób.

2. Program i metodyka badań

W latach 1977-1988, w ówczesnej Katedrze Gleboznawstwa AR w Lublinie, przeprowadzono wielokierunkowe badania, głównie nad chemizmem frakcji granulometrycznych wyodrębnionych z próbek pobranych z typowych gleb wschodniej Polski (ryc.1). W 24 próbkach całościowych pochodzących z 6-ciu profilów, oznaczono podstawowe właściwości chemiczne (pH, zawartość próchnicy i CaCO_3) oraz skład granulometryczny wg powszechnie stosowanych metod (tab.1).

Wszystkie pobrane próbki poddano rozdzielaniu na 8 frakcji (na zasadzie szlamowania w wodzie destylowanej) wg metodyki własnej (Borowiec 1974). W uzyskanych 192 frakcjach oznaczono m.in. zawartość 15-tu makro- i mikropierwiastków (Mg, Fe, Al., Ca, Na, Ti, K, B, Pb, Mn, Cr, V, Cu, Zn, Ni) metodą spektrograficzną. Łącznie uzyskano ponad 3 tys. danych liczbowych, które zestawiono w tab. 2-7.

Analizę wyników prowadzono głównie wg systemu proponowanego przez Le Riche (1973) dla każdego pierwiastka oddzielnie. W ramach tego systemu, w pierwszej serii badań wykorzystano szczegółowe opracowania dla 7 pierwiastków (Fe, Ti, V, Pb, Mn, B, Al.). Z przyczyn niezależnych badania nie zostały wówczas zakończone.

Uwzględniając szeroki wachlarz uzyskanych z tego eksperymentu danych (Borowiec i inni, 1974, 1977a, 1977b, 1977c, 1977/78, 1978, 1983, 1985, 1988, 1989, 1997) w niniejszym opracowaniu przedstawiamy wyniki analizy wszystkich oznaczonych elementów (tab. 2-7, ryc. 2). Równocześnie praca stanowi zapowiedź ukazywania się – w najbliższej przyszłości – szczegółowych opracowań każdego z pozostałych pierwiastków oddzielnie, w podobnym jak w I-szej serii zakresie.



Ryc. 1. Lokalizacja badanych profilów glebowych

Fig. 1. Locality of investigated soil profiles

Tab.1. Niektóre chemiczne właściwości i skład granulometryczny badanych gleb
 Table 1. Some chemical properties and mechanical composition of soil studied

Nr profilu Profile No	Miejscowość Locality	Gleba Soil	Poziom Horizon	Głębokość w cm Depth in cm	pH in KCl	CaCO ₃ %	Humus %	Zawartość w glebie w % Content in the soil in %							
								1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	0,1 - 0,05	0,05 - 0,02	0,02 - 0,005	0,005 - 0,002	> 0,002 mm
1	Lubatówka	Brunatna kwaśna z fliszu <i>Brown soil formed from flysh</i>	A ₁	0-15	4,6	0,0	2,43	0,1	0,2	8,4	15,3	26,4	14,4	10,2	25,0
			B/C	30-40	4,2	0,0	0,41	0,0	0,1	0,7	3,0	22,1	15,8	17,1	41,2
			C	60-70	5,1	—	—	0,0	0,1	2,5	6,7	28,8	13,5	15,6	32,6
2	Pustków	Mada brunatna <i>Brown alluvial</i>	A _p	0-20	4,6	0,00	2,40	0,0	2,9	15,0	7,3	31,6	11,8	12,3	18,5
			A ₁	20-30	5,5	0,00	1,53	0,0	1,1	12,9	11,0	14,6	12,4	13,8	24,0
			A/B C	60-70 90-100	5,7 6,1	0,00 0,00	1,32 1,86	0,0 0,0	3,1 0,2	26,2 10,5	11,8 13,1	25,2 35,7	7,4 9,2	9,6 11,8	16,9 19,5
3	Chotyniec	Bielicowa z pyłów wodnego pochodzenia <i>Podzolic soil from silts of water origin</i>	A ₁	5-20	4,7	0,00	1,21	1,6	12,5	40,2	13,1	19,6	7,1	3,6	2,3
			A ₂	25-35	4,5	0,00	0,20	0,7	5,4	44,1	15,7	24,0	4,0	3,0	3,1
			B C	35-65 70-90	5,5 6,9	0,00 1,24	0,25 —	0,3 0,5	1,5 4,1	36,6 31,6	19,6 14,1	21,1 23,0	4,4 5,4	5,2 3,4	10,9 17,9
4	Werbkowice	Czarnoziem zdegradowany z lessu <i>Chernozem degraded formed from loess</i>	A _p	0-2	5,2	0,00	2,7	0,0	0,0	0,7	19,8	43,1	10,7	6,8	8,6
			A ₁	40-60	5,0	0,00	1,8	0,0	0,0	0,4	18,3	44,1	12,9	8,1	12,5
			A/B (B) C	80-90 100-110 120-130	5,6 5,9 7,3	0,00 0,00 12,80	0,8 0,3 —	0,0 0,0 0,0	0,0 0,0 0,2	0,7 0,3 0,2	18,8 24,2 24,8	40,6 38,5 42,5	16,5 14,1 11,2	7,6 5,1 4,5	13,8 15,8 14,6
5	Staroście	Czarna ziemia z utworów lessopodobnych <i>Black earth formed from like-loess deposits</i>	A _p	0-20	7,0	3,32	12,60	0,0	2,3	7,4	9,2	42,8	18,3	8,4	10,8
			A ₁	30-40	6,9	0,40	8,40	0,0	1,5	2,2	2,5	44,2	23,0	10,3	15,7
			A/C _g C _g	70-80 90-110	6,8 6,9	0,16 0,83	1,83 0,18	0,0 0,0	1,5 1,0	2,2 1,7	1,8 2,6	51,4 56,2	9,6 12,6	9,3 7,1	23,4 18,8
6	Giby	Brunatna z gliny zwalowej <i>Brown soil formed from boulder loam</i>	A/B	0-15	6,9	2,69	1,32	5,8	16,5	34,4	4,3	10,5	6,8	9,6	12,1
			B/C	20-30	7,0	5,62	0,47	5,1	11,7	20,8	8,5	18,4	12,8	14,2	8,2
			C	70-80	7,3	7,95	—	4,2	14,5	27,7	9,1	12,9	14,0	12,1	5,5

3. Wyniki i dyskusja

Mnogość uzyskanych wyników, w znacznym stopniu utrudnia, a nawet wręcz uniemożliwia szczegółową ich analizę, bez przeprowadzenia wielokierunkowych obliczeń statystycznych. W tej sytuacji, w niniejszej pracy ograniczymy się głównie do rozpatrzenia wyników uzyskanych dla pierwiastków, które w naszym klimacie odgrywają znaczącą rolę w rozwoju profilu glebowego. Dotyczy to przede wszystkim żelaza, glinu i częściowo manganu, których zachowanie w profilu -zdaniem wielu autorów- może stanowić rodzaj wskaźnika określającego kierunki rozwojowe i stopień zaawansowania procesów glebotwórczych (Pedro i wsp. 1974, Pokojska 1976, Konecka-Betley 1968, Kuźnicki i wsp. 1970).

W świetle literatury, obok wielu cech podobieństwa pierwiastków Fe i Al, w przebiegu procesów typologicznych (De Viliers 1969, Mac Lean i wsp. 1964, Pokojska 1976, Skłodowski i wsp. 1988), w niektórych publikacjach znajdujemy stwierdzenia o występowaniu między nimi wyraźnych cech odmienności (Juste 1966, Le Riche 1973).

Ta różnica zdań dotyczy m.in. oceny stopnia ruchliwości obu elementów w profilu glebowym, co wiąże się prawdopodobnie z różną formą w jakiej zachowują one zdolność migracji (Bloomfield 1955, Firek i wsp. 1972, Blume i wsp. 1969).

W odróżnieniu od żelaza, które po uruchomieniu przemieszcza się najczęściej w formie uwodnionych tlenków, glin pozostaje głównie w formie bezpostaciowych glino-krzemianów (Kabata-Pendias 1979, Pedro i wsp. 1974). Stąd nawet w glebach o znacznym zaawansowaniu procesów glebotwórczych (bielicowe), główna masa Al może wystąpić nie w koloidach lecz w cząstkach o większej średnicy.

Taki stan zaobserwowany przez Le Riche (1973), znajduje potwierdzenie w naszym eksperymencie (słaba ruchliwość glinu, spowodowana prawdopodobnie względnie wysokim $\text{pH} > 4$, niektóre zawierają CaCO_3) i słabą rozpuszczalnością glinu w H_2O (ryc. 2).

Z całokształtu uzyskanych danych liczbowych jak i dostępnej literatury (Firek i wsp. 1972, Just 1966, Pokojska 1976, Pionke i wsp. 1976) wynika, że w przebiegu procesów kształtujących profil glebowy, żelazo wykazuje większą ruchliwość niż glin, zwłaszcza przy pH powyżej 3,8 i niewielkim

udziale produktów rozkładu substancji organicznej (Bloomfield 1955, Firek i wsp. 1972, Pokojska 1976).

Wyraźne zróżnicowanie udziału żelaza w skałach macierzystych badanych gleb, świadczy o znacznym stopniu zubożenia ze związków Fe niektórych utworów już w procesach geologicznych (głina zwałowa, utwory lessowate), w porównaniu do starszych słabo zmienionych skał fliszowych.

Nawet niezależnie od udziału żelaza w utworach macierzystych można stwierdzić, że zawartość żelaza we frakcjach koloidalnych, wydzielonych z poszczególnych skał macierzystych jest bardzo wyrównana (10-11% Fe). Odchylenia występujące w materiale lessowym i glinie zwałowej mogą wynikać ze znacznego udziału CaCO_3 (do 20%). Podobny układ stwierdzamy we frakcji ilu pyłowego drobnego (0,005 - 0,002 mm). Zróżnicowanie zawartości żelaza w koloidach wydzielonych z poszczególnych poziomów genetycznych badanych profili układu się wyraźnie odmiennie w zależności od stopnia zaawansowania procesów glebotwórczych w danym profilu. W pozostałej frakcji części sypialnych (0,005–0,02 mm) udział żelaza w układzie pionowym jest stosunkowo wyrównany. Rosną natomiast różnice między poszczególnymi glebami.

W obrębie frakcji grubszych (pyłowe i piaskowe) zawartość żelaza jest słabo zróżnicowana, tak między poziomami jak i glebami. Wyjątek stanowi jedynie gleba wytworzona z fliszu Karpackiego, której cząstki grubsze, to słabo zmienione okruchy skały macierzystej (Borowiec i wsp., 1988).

Przechodząc do omówienia sytuacji przedstawionej na ryc. 2, należy wyjaśnić, że uzyskana z analizy zawartość danego pierwiastka w masie cząstek o danej średnicy nie daje właściwego obrazu jego rozmieszczenia w profilu glebowym. Natomiast zaproponowane przez Le Riche wyliczenie uwzględniające stężenie badanego elementu, pomnożone przez udział tej frakcji w glebie, daje wyobrażenie jaki odsetek całkowitej jego zawartości związany jest z masą cząstek o określonej średnicy.

Ograniczając się do kwestii najistotniejszych z obrazów wykreślonych dla Fe, Al i Mn – wynika, że z frakcją koloidalną zbadanych gleb związane jest 26-67% całości żelaza, 30-80% manganu

i zaledwie 10-20% glinu – choć udział tej frakcji w niektórych utworach dochodzi do 40%.

Przy pewnym uproszczeniu można przyjąć, że w glebach cięższych (>10% części koloidalnych), na 1% tej frakcji przypada zaledwie 0,6–1,2% glinu, 1–4% żelaza i 2–4% manganu zawartego w glebie. W utworach lżejszych (<10% kol.) wartości te są nieco wyższe i wynoszą odpowiednio 1,3–2,6% dla glinu, 4–8% dla żelaza, 4–6% dla manganu.

Rozpatrując w podobny sposób części spławialne jako całość (<0.02 mm), stwierdzamy, że masa tej frakcji wiąże sobą 25-70% całości glinu, 80-90% żelaza i 40-90% manganu. Natomiast obie frakcje pyłowe, a zwłaszcza pyłu drobnego, zawierają w swej masie: glinu 20–62%, żelaza 12–26% i manganu 13–24%.

Ze względów podanych we wstępie, nie pokusimy się o podobną jak wyżej analizę wszystkich oznaczonych pierwiastków. Tym niemniej zgodnie z zapowiedzią podejmiemy próbę określenia przydatności tego kierunku badań przy ocenach stopnia zagrożenia środowiska różnymi czynnikami antropogenezy. W naszym przypadku kwestię tę prześledzimy na przykładzie jednego z groźniejszych elementów dla środowiska glebowego – ołowiu.

OGólna zawartość Pb w badanych profilach waha się w przedziale 12-74 mg/kg gleby, co mieści się w granicach podawanych w literaturze (Andruszczak i wsp. 1984, Brogowski i wsp. 1974, Dobrzański i wsp. 1970, Warda 1974).

W obrębie 6-ciu różnych utworów macierzystych wystąpiło wyraźne zróżnicowanie (20-74 mg/kg). Uboższe w Pb okazały się utwory polodowcowe (20-30 mg/kg) w porównaniu do mało zmienionego fliszu, oraz górnych warstw mady pyłowej (51-74 mg/kg).

Z układu pionowego danego profilu wynika, że maksymalna zawartość ołowiu występuje zwykle w materiale podłoża. Drugie maksimum zaznacza się w poziomie A₁, a ściślej mówiąc w warstwie ornej gleby. Przy rozpatrywaniu wyników uzyskanych z wydzielonych frakcji, zwraca uwagę fakt, że zróżnicowanie ilościowe w tym układzie okazało się wyjątkowo małe. Szczególnie zaskakuje, że frakcja koloidalna zawiera zawsze mniej ołowiu niż gleba wyjściowa, czasem nawet 10-cio krotnie.

Graficzny obraz rozmieszczenia Pb w poszczególnych frakcjach badanych gleb przedstawiony na ryc. 2, wskazuje jednoznacznie na istotną rolę

zarówno skały macierzystej jak i procesów glebotwórczych. Można ogólnie przyjąć, że 18-50% ołowiu glebowego przypada jednak na frakcję koloidalną. W układzie pionowym uzyskane wartości dla ołowiu w glebach genetycznie starszych – rosną ku dołowi profilu – w młodszych układ jest odwrotny.

Rozpatrywane jako całość części spławialne wiążą w swej masie 60-80% Pb, mimo, że udział tej grupy cząstek jest niewielki (w glebie bielicowej 10-20%). Obie frakcje pyłowe, których udział w niektórych profilach przekracza 60%, wiążą kilkanaście do 30% zawartego w glebie ołowiu. Zaznaczający się we wszystkich profilach spadek zawartości Pb w poziomach glebowych, w stosunku do materiału podłoża, świadczy o wpływie procesów glebotwórczych, a równocześnie pozwala wnioskować o braku wyraźnych oznak biogennej jak i antropogennej akumulacji tego groźnego w środowisku glebowym elementu.

Podnoszona często rola próchnicy w trwałym wiązaniu Pb (Hargitai i Kuczyńska, 1976, Swein i Mitchell, 1960, Warda 1974), pozostaje nadal sprawą otwartą. W każdym razie, jeżeli nawet zarysowują się pewne tendencje wzrostowe w masie frakcji drobniejszych, to dotyczą one raczej produktów wietrzenia minerałów bogatych w związki żelaza, a nie koloidów próchnicy.

Względnie znaczne ilości ołowiu rozpuszczonego w wodzie (ryc.2) sugerują potrzebę rozpatrzenia kwestii ruchliwości Pb w profilu glebowym. Wyniki badań różnych autorów nie dają w tym względzie jednoznacznej odpowiedzi. Niemniej niektórzy badacze dowodzą, że dodany do gleby ołów jest trwale wiązany, zwłaszcza przy wyższych wartościach pH (Le Riche, 1973, Warda 1974). Inni podają, że przy stosowaniu ekstraktów kwaśnych, rozpuszczalność związków Pb wzrasta (Hargitai i Kuczyńska 1976, Kabata-Pendias 1969) nawet do 40% (obojętne rozpuszczają zaledwie 6,2-0,4% Pb zawartego w glebie).

W naszym eksperymencie wielokrotne przepłukiwanie gleby wodą destylowaną, przy pH 4,6-7,2, spowodowało przejście do roztworu 0,5-10% Pb (najwyższe wartości w czarnej ziemi i w glebie wytworzonej z gliny zwałowej).

W zakończeniu naszych rozważań, które w wielu punktach mogą być dyskusyjne, należy podkreślić, że zgodnie z teorią Le Riche, (1973), większość oznaczonych pierwiastków wykazy-



Ryc. 2. Graficzny obraz współzależności (współczynniki korelacji prostej) pomiędzy poszczególnymi pierwiastkami w badanych profilach glebowych (profile nr 1 i 2)
 Fig. 2. The graphic illustration of the correlation coefficient between individual chemical elements in the soil studied (profiles No 1 and 2)

Tab.2. Rozmieszczenie makro- i mikropierwiastków w poszczególnych frakcjach granulometrycznych wyodrębnionych z gleby brunatnej kwasnej wytworzonej z fiłszu karpackiego. Profil nr 1 – Lubatówka

Table 2. The distribution of macro- and microelements in particular size fractions separated from acid brown soil, formed from flysh. Profile No 1 – Lubatówka

Frakcja Fraction	Poziom Horizon (Głębokość Depth)	Zawartość w % The content in %										Zawartość w mg/kg The content in mg/kg																									
		Mg	Fe	Al	Ca	Na	Ti	K	B	Pb	Mn	Cr	V	Cu	Zn	Ni																					
1-0,5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
0,5-0,25		1,18	0,00	7,25	0,23	0,74	0,74	2,57										22	1,8	-	186	174	95	468	68												
0,25-0,1		1,59	3,16	16,60	0,56	2,00	0,64	2,19										20	11,8	550	282	145	71	224	35												
0,1-0,05	A ₁	1,59	3,16	15,49	0,48	2,63	0,52	1,45										14	8,6	195	229	132	49	129	35												
0,05-0,02	(0 – 15)	1,78	6,35	21,88	0,77	3,98	0,89	1,82										39	12,1	135	468	120	49	151	18												
0,02-0,005		3,09	6,35	28,84	0,60	4,07	1,38	2,69										42	13,8	240	490	224	41	115	42												
0,005-0,002		2,82	6,92	26,31	0,59	1,70	1,74	2,69										21	16,9	410	339	302	60	240	55												
< 0,002		3,02	9,77	10,97	0,33	0,60	0,69	2,88										160	51,0	1450	302	295	170	1023	69												
1-0,5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,5-0,25		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,25-0,1		2,57	5,50	28,19	0,37	2,24	0,78	2,95										25	3,2	550	389	257	263	251	45												
0,1-0,05	B/C	2,82	5,50	35,40	0,45	3,16	0,59	2,40										10	2,1	190	389	170	100	120	51												
0,05-0,02	(30 - 40)	2,63	9,55	28,84	0,69	4,47	0,93	1,91										35	11,3	160	389	235	79	145	44												
0,02-0,005		3,02	9,55	37,87	0,81	4,57	1,23	3,72										45	12,0	190	589	437	89	214	51												
0,005-0,002		3,55	10,00	57,55	1,02	3,39	1,78	4,17										42	15,6	280	660	457	120	389	69												
< 0,002		3,09	11,23	19,06	0,39	0,39	1,26	2,82										100	30,5	1410	372	457	132	501	72												
1-0,5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5-0,25		1,89	0,29	8,03	1,78	0,96	1,24	3,02										74	0,4	-	363	132	355	242	57												
0,25-0,1		3,09	5,62	20,90	0,48	1,82	1,10	2,35										31	2,1	380	295	339	155	251	93												
0,1-0,05	C	2,24	5,62	25,12	0,77	2,88	0,59	2,14										10	2,6	250	331	195	81	120	59												
0,05-0,02	(60 – 70)	2,00	7,94	21,88	1,07	3,55	0,85	1,86										21	8,9	250	348	148	63	120	50												
0,02-0,005		2,88	7,94	32,36	1,14	3,63	1,18	2,88										22	7,4	370	479	235	81	224	79												
0,005-0,002		3,39	9,12	45,71	1,14	2,69	1,78	3,63										44	14,2	790	537	339	117	417	85												
< 0,002		3,47	10,72	19,50	0,52	5,37	0,89	2,76										159	37,5	1150	372	398	174	646	91												

Tab.3. Rozmieszczenie makro- i mikropierwiastków w poszczególnych frakcjach granulometrycznych wyodrębnionych z mady brunatnej. Profil nr 2 – Pustków
 Table 3. *The distribution of macro- and microelements in particular size fractions separated from brown alluvial soil. Profile No 2 – Pustków*

Frakcja Fraction [mm]	Poziom Horizon (Głębokość Depth) [cm]	Zawartość w % The content in %										Zawartość w mg/kg The content in mg/kg								
		Mg	Fe	Al	Ca	Na	Ti	K	B	Pb	Mn	Cr	V	Cu	Zn	Ni				
1-0,5 0,5-0,25 0,25-0,1 0,1-0,05 0,05-0,02 0,02-0,005 0,005-0,002 <0,002	A _p (0 – 15)	0,03 0,11 0,21 0,38 1,66 1,82 2,57	0,18 0,58 1,00 1,32 4,27 5,59 8,31	1,02 2,88 5,50 8,91 21,38 10,48 12,03	0,11 0,35 0,35 0,50 0,81 0,44 0,41	0,17 0,87 1,10 1,74 2,63 0,79 0,62	0,03 0,11 0,23 0,60 0,10 1,23 0,43	0,20 0,62 0,62 0,89 2,29 2,14 2,82	15 20 15 28 45 20 151	0,3 3,8 1,6 6,6 7,8 5,1 27,4	- 110 300 118 193 390 1760 2160	- 39 85 224 398 355 280 269	- 5 22 34 51 148 141 219	- 18 43 41 46 72 115 158	- 66 93 162 372 891 794 1072	- 7 15 46 41 50 78 87				
1-0,5 0,5-0,25 0,25-0,1 0,1-0,05 0,05-0,02 0,02-0,005 0,005-0,002 <0,002	A ₁ (20 - 30)	0,03 0,12 0,23 0,51 2,09 2,63 2,24	0,12 0,51 0,76 1,23 5,01 7,92 8,32	1,18 2,82 4,07 8,51 32,36 16,95 9,55	0,07 0,20 0,27 0,59 1,20 0,72 0,36	0,26 0,87 1,23 2,46 4,47 1,51 0,41	0,02 0,12 0,18 0,68 1,07 1,35 0,35	0,06 0,33 -56 0,91 2,76 2,35 3,09	8 19 32 47 41 43 170	0,1 2,3 2,4 6,4 5,5 8,8 14,1	- 132 290 195 215 390 1890 1860	- 44 69 138 355 427 288 224	- 5 19 26 46 135 182 251	- 32 44 43 55 69 69 186	- 9 13 12 76 204 263 813	- 3 10 46 56 51 83 100				
1-0,5 0,5-0,25 0,25-0,1 0,1-0,05 0,05-0,02 0,02-0,005 0,005-0,002 <0,002	A/B (50 – 70)	0,03 0,11 0,21 0,42 1,82 2,46 2,00	0,19 0,38 0,69 1,20 3,80 9,55 9,12	1,20 2,29 5,76 3,39 15,14 17,99 11,23	6,15 0,15 0,29 0,21 0,64 0,69 0,44	0,42 0,71 1,29 1,26 1,78 1,02 0,30	0,02 0,10 0,18 0,64 0,91 1,07 0,23	0,01 5,25 0,33 1,35 1,66 2,14 2,35	0 9 28 31 118 64 214	0,2 1,6 1,9 4,0 2,4 5,6 16,6	- 45 259 138 500 370 1170 1820	- 0 44 182 355 138 276 200	- 0 10 23 52 110 235 276	- 13 30 34 38 38 83 155	- 5 5 10 - 120 263 955	- 1 3 40 37 60 91 105				
1-0,5 0,5-0,25 0,25-0,1 0,1-0,05 0,05-0,02 0,02-0,005 0,005-0,002 <0,002	C (90 – 100)	- - 0,50 0,17 0,43 2,14 2,63 2,69	- - 0,58 0,52 1,15 5,61 9,12 10,48	- - 3,02 3,98 71 22,01 17,38 13,19	- - 0,50 0,26 0,59 0,74 1,23 0,50	- - 0,72 1,18 2,30 3,31 1,95 0,46	- - 0,14 0,19 0,69 1,18 1,35 0,42	- - 0,51 0,51 0,91 2,70 4,17 3,34	- - 18 12 32 69 68 178	- - 2,6 1,3 5,7 4,8 9,6 15,6	- - 190 102 141 330 1700 1780	- 0 71 91 340 302 398 251	- 0 28 22 54 135 282 263	- - 20 33 39 68 105 174	- - 5 13 50 324 389 676	- 0 8 39 65 62 89 107				

Tab.4. Rozmieszczenie makro- i mikroelementów w poszczególnych frakcjach granulometrycznych wyodrębnionych z gleby biellicowej piaskowej. Profil nr 3 – Chotyniec

Table 4. The distribution of macro- and microelements in particular size fractions separated from sand podsolitic soil. Profile No 3 – Chotyniec

Frakcja Fraction [mm]	Poziom Horizont (Głębokość Depth) [cm]	Zawartość w % The content in %										Zawartość w mg/kg The content in mg/kg									
		Mg	Fe	Al	Ca	Na	Ti	K	B	Pb	Mn	Cr	V	Cu	Zn	Ni					
1-0,5	A ₁ (5 – 20)	0,03	0,25	0,81	0,02	0,30	0,01	0,02	-	0,08	40	13	-	17	-	-					
0,5-0,25		0,05	0,20	1,66	0,08	0,52	0,04	0,01	8	0,90	32	13	5	13	-	-					
0,25-0,1		0,05	0,19	1,91	0,09	0,56	0,07	0,04	9	2,80	23	26	5	15	-	-					
0,1-0,05		0,11	0,34	3,47	0,36	1,55	0,17	0,43	20	1,40	37	107	14	25	5	7					
0,05-0,02		0,25	0,89	6,46	0,62	1,78	0,51	0,85	31	3,90	169	240	35	48	-	15					
0,02-0,005		0,89	3,02	5,29	0,31	0,89	0,55	1,38	62	7,20	1050	115	87	39	501	36					
0,005-0,002		1,17	5,01	9,12	0,36	0,74	0,79	1,86	34	3,70	1350	151	132	40	457	46					
<0,002		1,20	5,62	7,25	0,19	0,68	0,27	2,85	91	2,30	1200	151	132	89	832	58					
1-0,5		A ₂ (25 – 35)	0,03	0,23	0,96	0,08	0,23	0,02	0,07	-	0,06	60	26	0	8	-	2				
0,5-0,25			0,04	0,20	1,51	0,08	0,35	0,03	0,07	12	6,30	69	26	0	9	-	2				
0,25-0,1	0,09		0,25	2,82	0,12	0,69	0,08	0,01	7	4,00	49	30	5	15	-	-					
0,1-0,05	0,09		0,30	5,75	0,21	0,79	0,18	0,14	12	1,30	34	68	13	17	5	5					
0,05-0,02	0,25		0,76	8,25	0,50	1,23	0,50	0,48	18	2,90	110	174	42	32	-	7					
0,02-0,005	0,98		1,89	10,63	0,51	1,59	0,74	1,12	31	1,10	290	182	65	19	93	25					
0,005-0,002	1,82		6,76	17,38	1,04	2,14	1,66	3,09	32	4,00	1200	295	191	39	182	48					
<0,002	1,48		8,91	13,81	0,15	0,42	1,18	2,57	31	2,30	650	200	186	47	398	72					
1-0,5	B (55 – 65)		0,03	0,25	0,96	0,06	0,20	0,02	0,01	-	0,02	79	100	0	7	-	-				
0,5-0,25			0,05	0,22	1,45	0,06	0,36	0,03	0,01	-	0,10	20	22	0	15	-	-				
0,25-0,1		0,07	0,20	2,40	0,09	0,66	0,07	0,01	3	2,20	24	25	5	10	-	-					
0,1-0,05		0,11	0,30	7,41	0,18	1,00	0,14	0,04	12	2,40	64	45	12	16	-	2					
0,05-0,02		0,28	0,89	7,41	0,54	1,59	0,56	2,63	25	2,70	230	240	41	29	25	11					
0,02-0,005		1,20	4,17	13,50	1,00	2,69	0,87	2,35	34	1,40	980	302	118	21	129	30					
0,005-0,002		2,19	7,59	19,66	0,81	2,69	1,51	2,19	54	4,10	1150	295	219	40	204	46					
<0,002		1,95	9,12	13,19	0,31	0,29	1,38	3,31	120	15,00	125	219	191	87	912	72					
1-0,5		C (70 – 80)	0,03	0,19	0,68	0,02	0,30	0,09	0,01	-	0,03	313	50	0	3	-	-				
0,5-0,25			0,04	0,19	1,48	0,02	0,47	0,03	0,01	5	0,30	43	26	0	9	-	-				
0,25-0,1	0,13		0,32	3,02	0,10	0,89	0,09	0,01	6	2,20	17	12	10	10	-	-					
0,1-0,05	0,14		0,44	4,07	0,16	1,07	0,20	0,01	8	1,30	32	28	30	19	-	-					
0,05-0,02	0,30		1,05	7,48	0,47	1,41	0,89	0,43	18	3,50	60	91	54	27	-	48					
0,02-0,005	1,51		4,16	22,88	0,85	3,24	0,87	1,59	15	1,90	180	257	148	22	81	20					
0,005-0,002	3,16		9,55	25,71	1,73	4,17	1,35	4,17	28	5,00	480	692	282	100	490	148					
<0,002	1,91		11,00	8,14	0,20	0,36	0,39	2,51	66	17,20	610	617	246	110	631	178					

Tab.6. Rozmieszczenie makro- i mikropierwiastków w poszczególnych frakcjach granulometrycznych wyodrębnionych z czarnej ziemi właściwej. Profil nr 5 – Starosłóice

Table 6. The distribution of macro- and microelements dseparated from black earth. Profile No 5 – Starosłóice

Frakcja Fraction [mm]	Poziom Horizon (Głębokość Depth) [cm]	Zawartość w % The content in %										Zawartość w mg/kg The content in mg/kg									
		Mg	Fe	Al	Ca	Na	Ti	K	B	Pb	Mn	Cr	V	Cu	Zn	Ni					
1-0,5	A _p (0 – 20)	0,16	0,30	0,81	1,61	0,10	0,04	0,05	-	0,2	69	11	28	24	-	-					
0,5-0,25		0,16	1,07	2,14	1,77	0,42	0,18	1,23	19	1,4	380	71	79	44	1047	28					
0,25-0,1		0,15	1,07	1,55	1,20	0,49	0,14	0,69	37	1,7	240	44	48	41	490	26					
0,1-0,05		0,16	0,71	3,80	1,17	0,66	0,40	0,66	11	6,8	150	158	36	17	-	21					
0,05-0,02		0,26	1,58	2,51	1,44	0,69	0,22	1,82	42	4,9	330	126	83	37	832	36					
0,02-0,005		0,59	3,24	3,82	1,65	0,74	0,27	2,46	49	3,9	560	98	120	62	1000	40					
0,005-0,002		0,20	3,72	4,57	4,06	0,76	0,20	2,95	74	6,4	1260	158	151	102	1622	59					
1-0,5		A ₁ (30 – 40)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
0,5-0,25			0,01	0,17	0,80	0,10	0,05	0,01	0,01	-	0,1	20	-	-	15	8	-				
0,25-0,1	0,05		0,81	1,29	0,30	0,17	0,04	0,38	10	0,2	129	22	18	60	115	8					
0,1-0,05	0,09		1,26	1,51	0,41	0,25	0,09	0,38	15	0,4	120	21	28	51	151	68					
0,05-0,02	0,19		0,64	5,50	0,97	1,23	0,49	0,32	16	8,8	79	145	28	20	-	9					
0,02-0,005	0,35		2,35	3,16	0,85	0,64	0,28	1,35	25	6,9	79	89	85	71	912	32					
0,005-0,002	0,56		3,80	4,68	1,51	0,56	0,26	2,19	23	4,9	430	132	129	62	1288	49					
1-0,5	A ₁ /C _g (70 – 80)		1,00	6,17	4,17	1,51	0,33	0,27	1,62	51	4,9	480	105	118	107	1023	48				
0,5-0,25			-	0,55	0,26	-	-	0,05	0,01	-	0,1	21	87	-	26	16	-				
0,25-0,1		0,08	2,45	2,04	-	0,48	0,06	0,89	6	0,4	246	240	22	155	214	7					
0,1-0,05		0,05	1,20	1,82	0,27	0,48	0,08	0,45	8	0,2	65	112	17	68	54	37					
0,05-0,02		0,20	0,83	6,17	0,85	1,59	0,52	0,40	16	7,2	68	56	36	29	-	20					
0,02-0,005		0,96	5,89	18,63	-	2,19	0,98	2,40	25	3,3	68	263	102	34	263	14					
0,005-0,002		1,38	12,89	8,71	-	0,89	1,05	3,31	23	8,3	410	145	151	76	617	30					
1-0,5		C _g (90 – 110)	1,38	13,19	5,89	-	0,22	0,24	3,16	69	8,2	138	138	62	933	56					
0,5-0,25			-	0,93	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
0,25-0,1	0,05		0,43	0,91	0,12	0,23	0,05	0,19	6	0,1	126	182	-	25	81	2					
0,1-0,05	0,06		0,25	1,66	0,17	0,47	0,15	0,01	-	0,2	45	32	12	10	-	12					
0,05-0,02	0,35		0,55	5,62	0,72	1,10	0,49	0,28	12	6,7	52	151	28	17	32	11					
0,02-0,005	1,32		2,40	12,59	1,38	2,04	0,75	1,15	10	3,0	55	94	87	17	129	9					
0,005-0,002	2,00		9,12	23,99	1,38	1,86	1,23	3,55	9	2,9	350	312	240	69	389	35					
1-0,5	C _g (90 – 110)		1,78	10,00	6,37	0,76	0,36	0,22	0,28	78	10,3	490	150	170	66	1023	59				

Tab.7. Rozmieszczenie makro- i mikroelementów w poszczególnych frakcjach granulometrycznych wyodrębnionych z gleby brunatnej wytworzonej z gliny zwalowej. Profil nr 6 – Giby

Table 7. The distribution of macro- and microelements in particular size fractions developed from brown soil separated from boulder loam. Profile No 6 – Giby

Frakcja Fraction	Poziom Horizont (Głębokość Depth)	Zawartość w % The content in %										Zawartość w mg/kg The content in mg/kg									
		[mm]	[cm]	Mg	Fe	Al	Ca	Na	Ti	K	B	Pb	Mn	Cr	V	Cu	Zn	Ni			
1-0,5				0,17	0,35	4,68	3,01	1,23	-	0,26	-	0,6	17	42	47	4	-	-			
0,5-0,25				0,13	0,20	2,24	1,17	0,63	0,03	0,01	-	0,8	25	26	10	4	-	-			
0,25-0,1				0,19	0,32	2,69	1,38	0,54	0,10	0,21	-	2,4	83	44	22	33	-	-			
0,1-0,05				0,55	0,71	4,68	2,39	0,96	0,20	0,60	8	0,5	51	107	46	23	-	24			
0,05-0,02				1,62	1,82	11,75	5,47	2,00	0,40	1,41	8	2,6	69	288	102	43	-	41			
0,02-0,005				2,76	4,17	10,24	2,18	1,45	0,93	1,51	17	3,5	260	178	151	33	240	25			
0,005-0,002				2,95	7,25	12,31	1,04	0,87	0,39	2,57	22	7,3	750	224	151	50	262	41			
< 0,002				2,88	9,91	10,97	2,13	0,41	0,50	2,51	83	9,2	820	224	200	102	813	50			
1-0,5				0,69	0,37	3,72	11,21	1,12	-	0,55	-	0,5	33	76	123	5	-	5			
0,5-0,25				0,49	0,27	2,51	5,87	0,74	0,04	0,28	-	0,9	28	54	65	5	-	2			
0,25-0,1				0,32	0,25	2,09	3,62	0,47	0,18	0,29	-	1,5	64	60	44	6	-	4			
0,1-0,05				1,02	0,51	3,80	5,47	1,00	0,14	0,59	5	1,1	85	123	71	18	-	14			
0,05-0,02				2,40	0,78	4,47	7,92	1,00	0,32	0,64	4	2,9	110	132	112	26	-	12			
0,02-0,005				2,57	2,46	8,71	11,98	1,12	0,50	1,29	10	2,6	105	200	209	19	-	21			
0,005-0,002				2,82	8,13	11,75	5,87	0,96	1,00	1,74	28	8,2	406	219	250	51	603	35			
< 0,002				3,72	9,77	12,03	5,87	0,76	0,51	2,19	79	9,4	690	224	224	117	1023	50			
1-0,5				0,69	0,32	3,90	0,09	1,41	-	0,34	-	0,4	27	120	112	112	-	-			
0,5-0,25				0,65	0,29	3,16	6,01	0,81	0,03	0,23	-	1,0	39	112	71	71	-	-			
0,25-0,1				0,38	0,27	2,19	3,15	0,48	0,17	0,23	-	1,9	56	42	42	42	-	2			
0,1-0,05				0,93	0,62	3,89	4,99	0,79	0,17	0,56	6	0,9	76	105	105	71	-	9			
0,05-0,02				2,46	0,96	4,45	10,68	1,32	0,37	0,93	3	2,1	87	158	158	141	-	14			
0,02-0,005				2,40	2,51	7,46	9,30	1,00	0,65	1,26	13	2,4	129	191	191	204	-	19			
0,005-0,002				3,02	6,17	14,23	7,39	0,85	0,98	0,65	14	3,0	610	251	251	282	360	35			
< 0,002				2,57	8,71	12,13	4,66	0,60	0,36	0,68	34	12,6	570	224	224	262	646	41			

wała mniej lub bardziej zaznaczoną akumulację w masie frakcji najdrobniejszych (koloidy), a więc geochemiczne powinowactwo do żelaza. Jedynie w przypadku tytanu widać wyraźne podobieństwo do glinu (maksymalna zawartość w masie frakcji grubszych, ryc.2).

Przedstawione fakty pozwalają wnioskować, że wykonanie podobnych opracowań (wykresów) dla wszystkich oznaczonych pierwiastków przyczyni się do wzbogacenia naszej wiedzy w tej interesującej problematyce.

4. Wnioski

1. Wybrane do badań profile gleb wykształconych z różnych skał macierzystych, wykazały istotny wpływ tego czynnika na chemizm wyodrębnionych frakcji.
2. Dokonana – na przykładzie żelaza i glinu – analiza uzyskanych wyników potwierdza znaczącą rolę tych pierwiastków w procesach kształtowania profilu glebowego.
3. Uzyskane wyniki badań potwierdzają częściowo tezę Le Riche, wskazującą na istnienie wyraźnych cech odmienności zachowania się obu pierwiastków w przebiegu procesów glebotwórczych.
4. Badania potwierdziły znaczącą rolę pH środowiska w przebiegu tych procesów. W warunkach odczynu kwaśnego, uwalnianie i ruchliwość żelaza wzrasta.
5. Przegląd uzyskanych wyników (tab. 2 - 7) wskazuje, że w przypadku większości oznaczonych elementów, ich wtórna akumulacja wiąże się z frakcją koloidalną.
6. Odstępstwa od tej reguły (glin, tytan) nie są przypadkowe, lecz wynikają z ich geochemicznej odmienności.
7. Próba oceny negatywnych, antropogennych zmian, na przykładzie występowania i zachowania się w glebie ołowiu, nie wykazała wyraźnych oznak biogennej akumulacji tego pierwiastka w poziomach glebowych.
8. W porównaniu do skały macierzystej, w poziomach genetycznych wszystkich zbadanych profilów, zaznaczył się spadek zawartości Pb.
9. Uzyskane wyniki potwierdzają dyskusyjną opinię o niejednoznacznym wpływie odczynu

(pH) na rozpuszczalność i ruchliwość ołowiu w środowisku glebowym.

10. Zestawienie graficznej formy przeliczeń proponowanych przez Le Riche, potwierdza częściowo tezę tego autora o występującym powinowactwie geochemicznym niektórych pierwiastków do żelaza, innych do glinu (ryc. 2).
11. Można wnioskować, że wykonanie podobnych opracowań (wykresów) dla wszystkich oznaczonych elementów przyczyni się do pogłębienia naszej wiedzy o przedstawionych kwestiach.

5. Literatura

- Andruszczak E., Czuba R., 1984:** *Wstępna charakterystyka całkowitej zawartości makro- i mikroelementów w glebach polskich.* Roczn. Glebozn. 35, 2: 82-112.
- Blume H.P., Schwertman H., 1969:** *Genetic evaluation of profile distribution of Al, Fe and Mn oxides.* Soil Sci. Soc. Am. Proc. 33: 438-444.
- Bloomfield C., 1955:** *A study of podsolisation – V in mobilisation of iron and aluminium.* Jour. of Soil Sci. 6, 8: 156-168.
- Borowiec J., 1974:** *Problemy wyodrębniania poszczególnych frakcji mechanicznych z mineralnych utworów glebowych i gruntowych.* Ann. UMCS, E 39: 128-157.
- Borowiec J., Magierski J., Turski R., 1974:** *Badania rozmieszczenia pierwiastków śladowych w poszczególnych frakcjach mechanicznych gleby przy użyciu spektralnej analizy emisyjnej.* Problemy Agrofizyki 121: 57-75.
- Borowiec J., Magierski J., Turski R., 1977a:** *The distribution of macro- and microelements in particular size fractions of soils formed from various mother rocks. Part I – iron.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 197: 295-308.
- Borowiec J., Magierski J., Turski R., 1977b:** *The distribution of macro- and microelements individual mechanical fractions of soils formed from various mother rocks. Part II – titanium.* Pol. Jour. of Soil Sci. 10, 2: 97-105.
- Borowiec J., Flis-Bujak M., Turski R., 1977c:** *Characteristics of humus compounds in size fractions separated from some typical soils of Poland.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 197.
- Borowiec J., Magierski J., Turski R., 1977/1978:** *Rozmieszczenie makro- i mikroelementów w poszczególnych frakcjach mechanicznych gleb wy-*

- kształconych z różnych utworów macierzystych. Cz. III – wanad. Ann. UMCS 32/33: 271-284.
- Borowiec J., Magierski J., Turski R., 1981:** *The distribution of macro- and microelements in the individual mechanical fractions of soils formed from different parent rocks. Part V – manganese.* Pol. Jour. of Soil Sci. 15, 2: 103-109.
- Borowiec J., Magierski J., Turski R., 1983:** *Rozmieszczenie makro- i mikroelementów w poszczególnych frakcjach mechanicznych gleb wykształconych z różnych utworów macierzystych. Cz. IV – ołów.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 242: 729-738.
- Borowiec J., Magierski J., 1985:** *Rozmieszczenie boru w poszczególnych frakcjach mechanicznych gleb wykształconych z różnych utworów macierzystych.* Ann. UMCS, E 52: 284-298.
- Borowiec J., Magierski J., 1988:** *Rozmieszczenie glinu w poszczególnych frakcjach mechanicznych gleb wykształconych z różnych utworów macierzystych.* Ann. UMCS, E 18/14: 121-132.
- Borowiec J., Baran S., 1989:** *Akumulacja Pb, Zn, Cd i Cr w poszczególnych frakcjach mechanicznych gleb zanieczyszczonych pyłami huty cynku.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 325: 63-69.
- Borowiec J., 1997:** *Próba określenia roli poszczególnych frakcji granulometrycznych w układzie fizykochemicznych właściwości gleb.* Ann. UMCS, E 52, 32: 283-298.
- Brogowski Z., Gliński J., Wilgat M., 1977:** *The distribution of some trace elements in size fractions of two profiles of soils formed from boulder loam.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 197: 131-139.
- Dobrzański B., Gliński J., 1970:** *Występowanie mikroskładników w glebach Bieszczadów.* Roczn. Glebozn. 21, 2: 72-78.
- De Viliers J., M., 1969:** *Pedosesquioxides – composition on colloidal interaction in soil genesis during the Quaternary.* Soil Sci. 6: 454-461.
- Firek A., Drożdż-Hara M., 1972:** *Próby wykorzystania związków Al i Fe oznaczonych w wyciągach 0,1n HCl do charakterystyki gleb.* Roczn. Glebozn. 23, 1: 251-284.
- Hargitai L., Kuczyńska I., 1976:** *Związki zachodzące między jakością próchnicy a zawartością niektórych mikroelementów.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 179: 447-451.
- Yuste C., 1966:** *Contribution a les de la dynamique de aluminium dans les sols acides de Sud-Quest Atlantique.* Application a leur mire voleur. Ann. Agronom. A, 17, 2: 157-187.
- Kabata-Pendias A., 1969:** *Modelowe doświadczenie z ługowaniem makro- i mikropierwiastków chemicznych z gleby.* Pam. Puław. 38: 113-137.
- Konecka-Betley K., 1969:** *Zagadnienie żelaza w procesie glebotwórczym.* Roczn. Glebozn., 19,1: 17-39.
- Królikowski L. i wsp., 1968:** *The physical and chemical properties of separate grain size fractions of soil parent rock.* Roczn. Glebozn. 19: 3-22.
- Kuźnicki F., Skłodowski P., 1970:** *Zawartość wolnego żelaza, glinu i krzemionki jako kryterium typologiczne.* Roczn. Glebozn. 21: 3-19.
- Le Riche H.H., 1973:** *The distribution of minor elements among the components of a soil developed on loess.* Geoderma, 9: 43-57.
- Mac Lean E.O. i wsp., 1964:** *Aluminium in soils. V. Form of aluminium as a cause of soil acidity and composition in its measurement.* Soil. Sci. 97: 119-126.
- Musierowicz A., 1950:** *Skład mechaniczny gleb.* PWN. Warszawa.
- Pedro J., Gammane M., 1974:** *Dwa osnownych puti kislago poczwobrazowanija w umiernenno chołodnoj i wlaźnoj zonie.* Poczwow. 9: 9-13.
- Pionke H.G., Koreg B.R., 1976:** *Relation between acidic aluminium and soil pH clay and organic matter.* Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31: 749-752.
- Pokojska U., 1976:** *Geochemiczna charakterystyka pierwiastków uczestniczących w procesie bielcowania.* Mater. II-giej Krajow. Konf. Nauk. w Toruniu: 25-46.
- Skłodowski P., Maciejewska A., Szafranek A., 1988:** *Wpływ procesu bielcowania na rozmieszczenie pierwiastków śladowych w profilach gleb bielcowych.* Roczn. Glebozn. 39: 11-124.
- Swein D.J., Mitchell R.L., 1960:** *Trace elements – distribution in soil profiles.* Jour. Soil Sci. 11: 220-231.
- Warda Z., 1974:** *Modelowe badania intensywności akumulacji metali ciężkich w glebie i roślinności.* Praca doktorska AR Lublin.

THE COMPOSITION OF MACRO- AND MICROELEMENTS IN GRAIN SIZE FRACTIONS OF GENETIC HORIZONS OF SOILS DEVELOPED FROM VARIOUS MOTHER-ROCKS IN EASTERN POLAND

Summary

In the years 1977-1988, in the contemporary Chair of the Soil Science of Agricultural University in Lublin, the multidirectional research on the chemical composition and proprieties of each grain size fraction separated from 6 profiles of typical

soils of Eastern Poland was carried out (Fig. 1). The effect of this research was, among others, the elaboration and publication of detailed characteristics of several macro - and microelements (Fe, Ti, V, Pb, Mn, B, Al). However, due to external factors the research was not completed then. Taking into account a wide range of data obtained from this experiment, we present in this paper the research results for all determined elements (Tables 2-7). Simultaneously, this work is a kind of announcement of detailed elaborations that will be published separately for every element in the future. The scope of these elaborations will be similar to the above mentioned first one.

Within the presented paper we will emphasize the most essential elements of the research results which can be summarized as follows:

The soil profiles developed from different mother-rocks showed an essential influence of the mother-rock factor on the chemism of separated fractions. The analysis of the research results on the example of iron and aluminium, confirms a significant role of these elements in processes of the soil profile formation. The results confirm partially an argument of Le Riche who points out distinct differences in actions of these elements during soil formations processes. The iron, after the activation, shifts mostly in the form of hydrated oxides. On the opposite, the aluminium usually stays

in a form of amorphous aluminosilicates - this is why the most of the mass of Al is bounded in particles of greater diameter (small dust). The research confirmed a significant role of pH of the environment in a course of these processes. In the acid reaction environment the iron mobility increased. The review of the whole obtained results (Tables 2-7) shows that in the case of most marked elements, their secondary accumulation is connected with a colloidal fraction. Departures from this rule (aluminium, titanium) are not accidental but result from their geochemical dissimilarities. The attempts of estimation of negative anthropogenic changes on the example of the occurrence and reaction of the lead in the soil did not proved distinct signs of biogenic accumulation of this element in soil horizons. In comparison to the mother-rock the fall of the lead content was observed in genetic horizons of all examined profiles. The results confirm a controversial opinion about ambiguous influence of the reaction (pH) on the dissolubility and mobility of the lead in the soil environment. The composition of graphic forms of counts proposed by Le Riche confirms partly the argument of this author about the geochemical affinity of some elements to the iron but other to the aluminium (Fig. 2). One can infer that realization of similar elaborations (graphs) for all elements will contribute to deepen our knowledge on these problems.

