

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XXV, 2

SECTIO B

1970

Z Zakładu Gleboznawstwa Wydziału Rolniczego WSR w Lublinie
Kierownik: doc. dr habil. Ryszard Turski

Józef BOROWIEC

**Porównanie składu i właściwości lessów występujących
na obszarze Polski**

Сравнение состава и свойств лессов, выступающих на территории Польши

Comparison of Composition and Properties of Loesses Occurring in Poland

Przegląd dotychczasowych opracowań dotyczących badań utworów lessowych upoważnia do stwierdzenia, że mimo pozornie znacznego dorobku w tym zakresie, nie znajdujemy wśród nich pozycji ujmujących choćby pobieżnie całokształt zagadnienia, zwłaszcza z gleboznawczego punktu widzenia. Szczególnie odczuwa się brak konkretnej próby porównania składu i właściwości tych specyficznych utworów glebotwórczych w układzie poziomym.

O ile na podstawie wspomnianych opracowań możemy dosyć dokładnie prześledzić zmienność samej pokrywy glebowej obszarów lessowych, o tyle nie mamy właściwie żadnego rozeznania, czy istnieje i w jakim stopniu wpływa na to zróżnicowanie charakter samej skały macierzystej — lessu.

Opublikowane materiały, dotyczące badań składu i właściwości lessów występujących w Polsce, to przede wszystkim prace z dziedziny mineralogii (12, 23, 35, 36, 37, 38, 41), geologii (4, 5, 18, 19, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 40) lub gruntonawstwa (13, 16, 20, 21, 42), odnoszące się najczęściej do pojedynczych punktów badawczych, rzadziej do pewnych fragmentów obszarów lessowych. Jeżeli do tego dodamy, że podawane w poszczególnych pracach wyniki zostały uzyskane w różnych czasach (warunkach), różnymi metodami, a więc z różną dokładnością, to w konsekwencji dochodzimy do wniosku, że aktualnie nie jesteśmy w stanie dać odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu materiał lessowy, występujący w różnych regionach Polski, jest jednolity względnie zróżnico-

wany, które to elementy mogą przecież przesądzać z góry o zmienności glebowej, niezależnie od kierunku, przebiegu i stopnia zaawansowania procesów glebotwórczych.

W wielokierunkowych badaniach tzw. czarnoziemów występujących w Polsce (1, 2, 3) autor podjął między innymi próbę przedyskutowania tego problemu w oparciu o literaturę i wyniki badań własnych. Praca miała na celu możliwie wszechstronne zbadanie składu i właściwości szeregu próbek lessu, pobranych w różnych regionach jego występowania, porównanie uzyskanych wyników (na tle danych z literatury) pod kątem przestrzennego ich zróżnicowania — zarówno w ujęciu ogólnopoznawczym lessów polskich, jak też z gleboznawczego punktu widzenia — a zwłaszcza w nawiązaniu do interesujących autora „czarnoziemów” polskich, które z niewyjaśnionych bliżej przyczyn wykształciły się u nas wyłącznie z lessów.

NAWIĄZANIE DO LITERATURY

Biorąc pod uwagę nieudokumentowane wypowiedzi Tomaszewskiego (39), można było zakładać z góry, że w obrębie utworów lessowych istnieje wyraźna zmienność, zależna od ich regionalnego umiejscowienia. Takie założenie miałoby potwierdzać sugestie Malickiego (18) odnośnie genezy lessów występujących w różnych regionach Polski (odmienny materiał wyjściowy). Tymczasem mimo pozornie dużych różnic w składzie petrograficznym, zarówno zwietrzelina wapieni kredowych Wyżyny Lubelskiej, jak i materiał powstający przy wietrzeniu skał fliszowych mają w efekcie podobny charakter — zwłaszcza w składzie minerałów ciężkich (tab. 1).

Procentowe różnice występujące w składzie chemicznym porównywalnych utworów (tab. 2) wiążą się głównie z udziałem w masie skalnej węgla wapnia. Przykładem tego może być opoka kredowa z okolic Opola Lubelskiego, pozbawiona w znacznym stopniu CaCO_3 , która składem chemicznym niewiele różni się od lessu. Występujące różnice w zawartości potasu potwierdzają się w pewnym stopniu niższym udziałem tego składnika w lessach Wyżyny Lubelskiej w porównaniu do bogatszego w miki lessu Przedkarpacia (7).

Powyższe rozważania — mające raczej charakter dygresji — skłaniają do wniosku, że niezależnie nawet od tego, która z wysuwanych teorii pochodzenia naszych lessów jest słuszna, możemy z góry zakładać, iż z gleboznawczego punktu widzenia* nie należy spodziewać się dużego

* Pokrywa glebowa terenów lessowych związana jest głównie z najmłodszą stadialnie facją lessów, zbudowaną najczęściej z tzw. lessu „typowego” (subborealnego), do którego autor niniejszej pracy ograniczył swoje zainteresowania.

Tab. 1. Composition of heavy minerals in compared sediments /in weight %/
 Skład mineralny frakcji ciężkiej w porównywanych utworach /w % wagowych/

Rodzaj utworu Kind of sediment	Miejsce pobrania Locality	Mineralny ciężki % w utworze/ Share of heavy minerals in %	Amfibol	Chloryt	Cykon	Dysten	Epidot	Granat	Ilmenit	Kwartz	Staurolit	Turmalin	Mineralny nie- przeźroczyste Opaque minerals	Autor publikacji Author of publications
Margiel kred.	Machnów /Tomaszów Lub./	0,18	2,8	-	21,1	0,1	4,5	32,1	9,1	2,2	1,1	4,8	22,2	Dobrzański B., TurSKI B.
Iłobupek	Niebylec /Stryszów/	-	3,0	0,3	18,0	-	1,7	37,7	-	18,7	13,0	2,7	-	Usiak S.
L e s s	Werbkowice /Iłrzbiszów/	0,04	3,0	-	24,1	4,2	0,5	11,4	-	20,2	1,8	5,2	24,0	Borowicki J.
	Badymano /Jarosław/	0,09	12,4	-	21,5	1,5	0,7	15,0	-	15,3	1,6	7,1	21,1	

Tab. 2. Skład chemiczny porównywanych utworów
Chemical composition in compared sediments

Rodzaj utworu Kind of sediment	Miejsce pobrania Locality	Udział w % suchej masy Percentage in dry matter									
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	CaCO ₃ %
Margiel kredowy	Machów /Tomaszów Lubelski/	52,01	3,30	1,10	0,06	0,25	31,20	1,83	0,47	0,01	46,2
Opoka wapienna	Komaszyce /Opole Lubelskie/	59,30	5,11	2,36	0,07	0,18	27,03	1,30	0,63	0,03	34,2
Opoka odwapniona /gęsa/		73,22	6,72	3,56	0,21	0,09	3,21	0,87	1,11	0,03	4,1
Flisz karpaci /wapienie lupki pylawe/	Suchodół /Krasno/ Lutowska /Ustrzyki Dolne/ Werbkowiec /Hrubieszów/	69,41	9,12	1,65	0,04	0,34	13,13	0,83	2,72	0,07	18,1
		75,27	7,63	2,22	0,05	0,21	6,05	1,03	3,11	0,05	9,7
		72,05	8,33	1,83	0,04	-	6,33	1,41	1,81	-	11,8
L e s o	Badymno /Jarosław/	70,12	8,66	3,23	0,05	-	4,20	1,34	2,36	-	7,8

zróznicowania składu chemicznego lessów w układzie poziomym. Znalezione u różnych autorów i zestawione w tab. 6 wyniki analiz mogą przeczyć w zasadzie temu założeniu. Załączone dane liczbowe dotyczące zarówno polskich obszarów lessowych, jak i znacznie wysuniętych na SO (7, 8, 35, 38) wykazują znaczne zróznicowanie. Wydaje się jednak, zgodnie z tym co powiedziano na wstępie, że te wyniki mogą nie być w pełni porównywalne i to z dwu zasadniczych powodów:

Po pierwsze: mogą one dotyczyć dosyć różnych utworów pylastych, obejmowanych do dziś niesprecyzowanym pojęciem lessów. Po drugie: stosowana przez różnych autorów metodyka badań może również przesądzać o nieporównywalności wyników. Na marginesie ostatniego stwierdzenia warto tu podkreślić, że w tego rodzaju badaniach porównawczych często mniejsze znaczenie posiadają bezwzględne wartości wykonanych analiz, natomiast większą rolę odgrywa jednolitość metody i warunków ich wykonywania. Mając na uwadze powyższe, z pewną rezerwą przystąpimy do porównywania przykładowych danych określających poszczególne właściwości lessów. Zastrzeżenia te mogą dotyczyć zwłaszcza oznaczeń składu mechanicznego lessu. Podawane w różnych publikacjach wyniki analizy mechanicznej uzyskiwano — jak w większości przypadków — prostą metodą areometryczną, która jest najmniej przydatna do utworów pyłowych (10), bądź poprzez dokładne, ale dające rozbieżne wyniki, metody *Atterberga* i *Köhna* (7) lub wreszcie drogą poniechanych obecnie metod przepływowych (tab. 3).

Widoczne w zestawieniu duże zróznicowanie wyników dotyczy zwłaszcza frakcji piasku (0,7—6%) i cząstek koloidalnych (8—21%), choć i zawartość pyłu waha się również znacznie (50—69%). Jest to sprzeczne z wypowiedziami *Mieczyskiego* (25) i innych badaczy (1, 11, 37), stwierdzających wyjątkową jednolitość uziarnienia okrywowej warstwy lessów polskich.

Nieco inaczej przedstawia się sprawa oznaczeń fizycznych właściwości lessu, zwłaszcza tych podstawowych. Przeszarżała wprawdzie i dosyć prymitywna, ale stosowana od dziesiątków lat niezmiennie, metodyka decyduje chyba o tym, że przy stosunkowo małej dokładności rozrzut wyników oznaczeń jest względnie niewielki (tab. 4). Jednocześnie zwraca uwagę wyjątkowo mała ilość takich oznaczeń, jak np. granice plastyczności i płynności. Właściwości te mogą mieć istotne znaczenie przy badaniach podatności lessów na działalność erozji wodnej (20).

Rozpatrując z kolei wyniki dotychczasowych badań składu mineralnego lessów, stwierdzamy, że nasz dorobek w tym kierunku jest również dosyć skromny, zwłaszcza dla niektórych regionów ich występowania (Wyżyna Krakowska, Przedkarpacie). Przytoczone przykłady ukazują, że dysponujemy materiałem bardzo niejednorodnym i w związku z tym nie-

Tab. 3. Skład mechaniczny lessów
Granulometric composition of loesses

Autor Author	Miejsce pobrania Locality	Głębokość Depth cm	Procentowy udział cząstek o średnicy: /mm/ Percentage of particles at diameter: /mm/					<0,02	Metoda Method
			1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02- -0,005	0,005- -0,002		
Dobrzański B.	Krawędź Podola	170	1,3	10,1	56,7	17,2	5,7	12,0	34,9 Kombinowana - Kopeckýego i Köhna
		220	2,2	12,0	56,2	15,7	8,8	12,5	37,0
Borowiec J.	Gręda Sokalska /Wasylów/	100	1	17	43	19	5	15	39 Areometryczna + sita
Nakonieczny S., Ponian J., Turcki B.	Hostocze Lubelskie /Kawczyn/	600	6	12	50	18	6	8	32 Areometryczna
Dobrzański B., Borowiec J.	Elisówka k/Lublina	120	3	9	52	17	6	13	36 Areometryczna
Dobrzański B., Zbysław B.	Werbkowiec k/Brabie-szowa	125	4	10	47	22	7	10	39 Areometryczna
Dobrzański B., Piecsek J.	Sednica k/Przemysła	200	0,5	8,5	42	22	6	21	49 Areometryczna + sita
Usiak S.	Przybyszówka k/Łeszowa	350	1	16	46	20	5	12	37 Areometryczna + sita
Mieczysławski T.	Kopczyce	7	0,7	6,7	55,3		16,1	21	39,1 Kopecký'ego
Materiały Zjazdu PUG Kielce 1955	Płaskowyż Proszowicki /Jurków/	120	4	7	49	24	5	11	40 Areometryczna
Mosterowicz A. i inni	Niecka Nidzińska /Teresów/	120	3,2		64,7		16,2	13,9	32,1 Köhna
Górski M., Jankowska W.	Grzybowice k/Łosowa	100	0,7		69,1	9,4	4,5	16,3	30,2 Atterberga
Królikowski L., i inni	Wyżyna Lubelska	7	0,2	28,9	41,1		11,6	1,8	20,8 Köhna

Tab. 4. Fizyczne i wodno-wiaźniwości lessów
 Physical and water properties of loesses

Autor Author	Miejsce pobrania Locality	Głębokość Depth cm	Ciężar właściwy Specific gravity		Porowatość Porosity %	Kapilarna pojemność wodna Capillary porosity		Porowatość niekapilarna Noncapillary porosity %	Przepuszczalność wodna Permeability cm/sek·10 ⁻⁴	Liczba płytocznosci Index of plasticity	Higroskopia maksym. Hygroscopicity %	Powierzchnia zbiornowa Specific surface m ² /g
			zrezy- wisty Particle density g/cm ³	objęto- ściowy Bulk density g/cm ³		waga weight %	objęto- ściowa Volume %					
Dobrzański B.	Krawędź Podola	110	2,73	1,58	42,3	30,6	42,8	15,9	7,0	5,6	2,9	16,2
Nakoneczny S., Pomian J., Turaki R.	Roztocze Lub. k/Kawęczyn/	220	2,69	1,46	45,8	28,9	43,2	10,9	4,7	5,8	4,2	-
Dobrzański B., Borowiec J.	Elizówka k/Lubina	600	2,75	1,63	40,7	32,8	33,4	7,0	0,4	-	-	-
Borowiec J.	Grzęda Sokalska /Wasylów/	120	2,66	1,53	42,4	26,8	41,0	4,4	2,4	-	3,2	-
Dobrzański B., Zyśław B.	Werbkowice k/Hrubieszowa	100	2,68	1,58	41,6	24,8	39,3	2,4	1,2	-	3,6	-
	Nehrybka k/Przemysła/	125	2,73	1,42	48,7	31,9	-	-	-	-	1,7	-
	Przybyszówka k/Rzeszowa	200	2,63	1,50	42,5	28,8	-	13,7	-	-	-	-
Uziak S.		350	2,72	1,57	42,1	24,6	38,9	3,2	0,3	5,8	-	-
Cegła J., Harasimuk M.	Sandomierz	350	2,66	1,53	42,5	27,0	41,3	1,2	1,5	-	-	-

Tab. 6. Skład chemiczny lessów
 Chemical composition of loesses

Autor Author	Miejsce pobrania Locality	Głębokość Depth cm	Udział w % suchej masy Percentage in dry matter										CaCO ₃ %
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		
Tokarski J.	Opólsko k/Sokala	?	69,03	7,45	1,75	-	0,59	1,62	1,76	2,61	0,88	-	
	Mogila k/Krakowa	?	73,16	7,66	3,47	-	-	5,36	1,36	2,30	0,60	-	
Dobrzański B.	Krawędź Podola	170	65,22	6,70	2,15	-	-	12,94	1,16	-	-	15,9	
Malinowski J.	Kortocze Lubelskie /Sasiadka/	100	76,00	6,30	2,30	-	-	5,00	0,05	1,60	1,00	-	
	Kotlina Zamojska /Sulów/	360	72,40	9,20	1,50	0,05	-	6,40	1,40	1,30	1,40	-	
Materiały zjazdu PTO Kielce 1962	Piskowyż Proszowicki /Jurków/	120	76,50	9,10	2,20	0,07	-	6,40	1,10	1,40	0,90	12,3	
	Grzybowice k/Lwowa	100	72,01	6,62	6,14	-	0,52	4,75	1,15	1,26	0,52	9,0	
Górski M.	Subiany k/Lwowa	100	65,07	8,13	5,99	-	-	10,46	0,96	0,73	0,28	13,9	
Musierowicz A.	Wyżyna Lubelska /Przemle/	120	71,44	10,85	0,07	-	-	4,60	0,95	1,76	-	-	
	Wyżyna Lubelska	?	81,52	5,87	3,41	0,13	0,56	0,53	0,55	0,95	0,44	-	

zbyt nadającym się do porównywania. Zebrane w tab. 5 liczby mogą wprawdzie dać ogólne wyobrażenie o składzie mineralogicznym naszych lessów (w tym i minerałów ciężkich), niemniej te przeważnie niepełne charakterystyki nie dają podstaw do szerszej dyskusji, szczególnie jeśli chodzi o różnicowanie poziome.

Podobne zresztą trudności wyłaniają się przy rozpatrywaniu wyników analizy chemicznej materiału lessowego. Pomimo że ilość danych liczbowych jest tu znacznie większa (tab. 6), jednakże dotyczą one głównie lessów Wyżyny Lubelskiej bądź występujących poza granicami Polski.

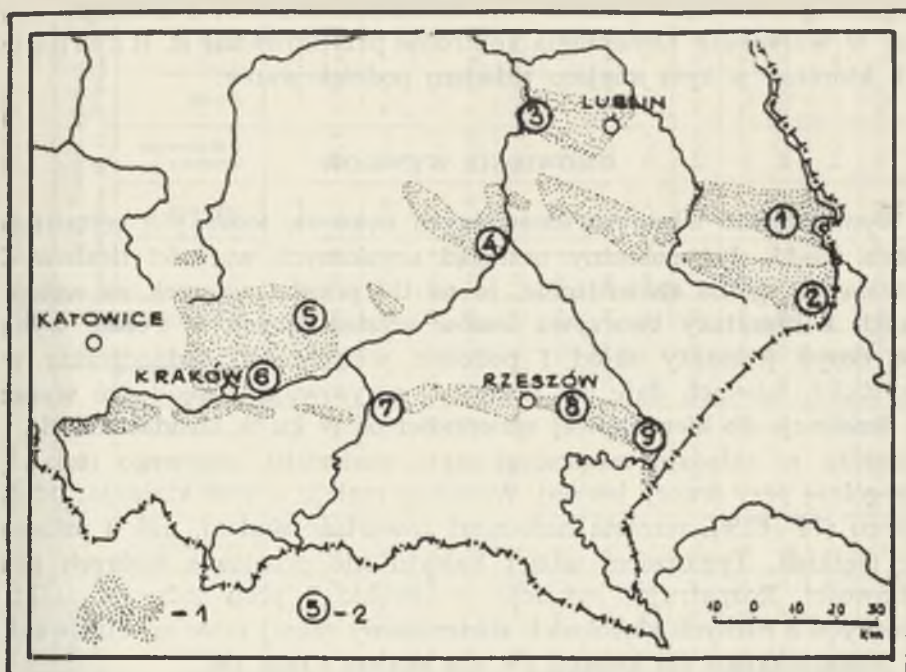
Przedstawiona powyżej bardzo pobieżna analiza sytuacji świadczy z jednej strony o potrzebie przeprowadzenia szeroko zakrojonych i ujednoczonych metodycznie badań, z drugiej świadczy o tym, że niniejsze opracowanie — potraktowane jako etap wstępny — może dać próbę odpowiedzi na pytanie, jakich wyników możemy się spodziewać po przeprowadzeniu takich badań.

ZAKRES I METODYKA BADAŃ WŁASNYCH

W ramach badań własnych pobrano 18 prób lessu z 9 punktów, rozproszonych w miarę równomiernie w obrębie trzech największych kompleksów występowania „typowych utworów lessowych” (ryc. 1).

A oto bliższa lokalizacja tych punktów: 1) Werbkowice — odsł. natur., na wschodnim skraju parku Zakł. Dośw. IUNG (200 m n.p.m.); 2) Chopiatyn — wykop, zachodni kraniec wsi, przy drodze do Ulhówka (250 m n.p.m.); 3) Parchatka — odsł. natur., ścianka parowu odchodząca na SW od drogi do kol. Zbędownice (195 m n.p.m.); 4) Sandomierz — odsł. natur., cegielnia Gołębice na przedm. Sandomierza (190 m n.p.m.); 5) Wiślica — wykop pomiędzy wioskami Jurków — Koniecmosty (4 km na W od Wiślicy), krawędź dol. Nidy (180 m n.p.m.); 6) Pobiednik — wykop, przy szosie Kraków — Brzesko N. (obok p.wys. 199,7 m n.p.m.); 7) Zawada — odsł. natur., przy drodze do PGR — krawędź dol. Zawadki (175 m n.p.m.); 8) Kosina — wykop, na S od szosy do Rzeszowa — obok masztu wys. napięcia (225 m n.p.m.); 9) Radymno — odsł. natur., cegielnia przy szosie do Jarosławia (206 m n.p.m.).

Próby pobrano z głębokości 120—330 cm, a więc najczęściej z warstwy bezpośredniego zalegania skały macierzystej, poniżej zasięgu oddziaływania procesów glebotwórczych. Zgodnie z założeniami, większość punktów badawczych wiąże się bezpośrednio z występowaniem interesujących autora czarnoziemów, a ściślej mówiąc z przebadanymi szczegółowo profilami tych gleb (wyniki tych badań zostały już częściowo



Ryc. 1. Rozmieszczenie punktów badań na tle zasięgów lessu (wg A. Malickiego);
 1 — obszary lessowe, 2 — lokalizacja punktów pobrania prób
 Distribution of localities in regions with loess (according to A. Malicki); 1 — loess
 regions, 2 — places where samples were taken

opublikowane (2, 3) lub ukażą się w kolejnych opracowaniach wspomnianego cyklu „Czarnoziemy polskie”).

W ramach prac laboratoryjnych wykonano następujące oznaczenia: 1) skład mechaniczny — według metody pipetowej K ö h n a (30), oddzielając piasek na sitach, 2) wyodrębnianie poszczególnych frakcji mechanicznych — metodą szlamowania w wodzie destylowanej, stosując czasy kombinowane według A t t e r b e r g a i K ö h n a (dyspersję uzyskiwano przez mechaniczne ugniatanie w H_2O), 3) powierzchnię zbiorową materiału lessowego — metodą adsorpcji pary wodnej, korzystając z aparatury Zakł. Agrofizyki PAN, 4) właściwości fizyczne: ciężar właściwy rzeczywisty — piknometrycznie, kapilarną pojemność wodną i porowatość w cylindrach K o p e c k y ' e g o o poj. 100 cm^3 , przepuszczalność wodną — aparatem Z i e m n i c k i e g o, wilgotność naturalną i higroskopowość maksymalną — metodą suszarkową, liczbę plastyczności wyliczono z oznaczeń granicznych plastyczności i płynności według A t t e r b e r g a, 5) skład chemiczny materiału lessowego i poszczególnych frakcji mechanicznych — w stopach z Na_2CO_3 , 6) analizy składu mine-

ralogicznego zostały wykonane w Zakładzie Mineral. i Petrogr. Inst. Geol. w Warszawie. Oznaczenia kontrolne przeprowadził R. R a c i n o w s k i, któremu w tym miejscu składam podziękowanie.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wyniki badań własnych omawianych utworów lessowych zestawiono w tab. 7—11. Już pobieżny przegląd uzyskanych wartości liczbowych pozwala na ogólne stwierdzenie, że na tle przedstawionych na wstępie danych z literatury tworzywo lessów występujących w Polsce wykazuje dosyć jednolity skład i podobne właściwości. Jednocześnie we wszystkich tabelach daje się zauważyć zarysowujące się dosyć wyraźnie tendencje do kierunkowej zmienności od N ku S. Uwidacznia się to zwłaszcza w składzie mineralogicznym materiału lessowego (tab. 7), szczególnie przy frakcji lekkiej. Wyraźnie maleje w tym kierunku udział kwarcu (76—62%), wzrasta natomiast zawartość skaleni, mik i minerałów ciężkich. Tymczasem udział kalcytu nie przejawia żadnych prawidłowości. Rozpatrując sytuację w obrębie 2 prób jednego punktu, pobranych z różnych głębokości, stwierdzamy raczej małe zróżnicowanie, nie przekraczające dla kwarcu 2%, dla skaleni i mik 1%.

Porównywane równolegle wyniki analizy chemicznej wykazują podobną, choć mniej wyraźną, tendencję zmienności poziomej. Malejącej na ogół zawartości SiO_2 (89—72%) towarzyszy wzrost udziału półtlenków żelaza i glinu (9—12,5%). Zwiększa się też istotnie zawartość potasu (1,8—2,4%), co niewątpliwie wiąże się z rosnącym udziałem skaleni i mik, zawierających ten składnik. Warto również zwrócić uwagę, że zawartość fosforu w lessach jest wyjątkowo niska, a jednocześnie bardzo wyrównana.

Udział węglanu wapnia w badanym materiale waha się od 7,6 do 14,2%, najczęściej 9—12%. Na tle wyników (1—20% w lessach polskich i 10—15% w niemieckich) podawanych przez różnych autorów są to wahania niewielkie, co można tłumaczyć tym, że nasze badania dotyczyły wyłącznie tzw. lessów „typowych”, które pod wieloma względami wykazują dużą jednolitość (1, 2, 3, 5, 24, 25).

Analiza składu mineralnego frakcji ciężkiej wykazuje znacznie mniejsze zróżnicowanie wyników w porównaniu do przytoczonych na wstępie (tab. 5). Zgodnie z tym co podają inni (18, 20, 24, 35), przeważają tu minerały typowe dla utworów lessowych — a więc cyrkon, rutil, granat, turmalin i hornblenda. Niektóre z tych minerałów wykazują mniej lub bardziej wyraźną tendencję podkreślonej już zmienności poziomej. I tak udział amfibolu, granatu i turmalinu rośnie w kierunku południowym, natomiast cyrkonu i rutilu — maleje.

Tab. 7. Skład mineralny badanego materiału lessowego /w % wagowych/
Mineralogical composition of examined loess material /in weight %/

Region	Miejscowość /powiat/ Locality	Nr prób No of sample	Głębokość Depth cm	Skład frakcji ciężkiej Composition of heavy fraction											Skład frakcji lekkiej Composition of light fract.								
				Amfibol	Apatyt	Biotyt	Cyrkon	Uyaten	Epidot	Granat	Piroksen	Rutyl	Staurolit	Ilmenit	Turmalin	Minerały nie- przeoczyaste	Minerały ciężkie	Kwarc	Skalenie	Muskowit i hydromiki	Kalcyt	Inne	
Kujawska	Werbkowie /Irbieszów/	1a	130 - 150	6,1	-	1,7	23,3	3,4	0,4	13,1	-	21,1	1,3	-	6,4	23,2	0,03	72,1	5,2	11,0	7,6	4,1	
		1b	200 - 220	5,6	-	1,5	24,1	4,2	0,5	11,4	-	20,2	1,6	-	5,2	24,0	0,04	75,8	4,7	10,8	5,8	4,0	
	Chłopiastyn /Tomaszów Lub./	2	120 - 130	5,3	-	1,4	25,0	3,3	0,5	12,4	-	21,5	1,0	-	6,2	23,4	0,05	73,9	4,3	10,0	9,1	2,7	
		3a	230 - 250	7,4	-	2,2	29,5	5,6	1,4	16,5	-	15,9	4,7	-	5,4	13,4	0,06	71,6	4,4	13,2	8,6	3,3	
	Kujawska	Parchatka /Paławy/	3b	310 - 330	6,8	-	2,6	20,4	5,5	0,9	15,8	-	16,8	2,7	-	5,7	22,8	0,06	70,1	4,5	12,8	7,8	4,8
			4a	130 - 150	5,1	0,2	3,0	26,3	3,7	-	17,3	-	15,3	3,0	-	4,8	19,3	0,03	63,7	6,7	16,6	6,7	8,3
Kujawska	Sandonierz	4b	170 - 190	3,8	0,4	2,4	22,0	4,1	-	19,0	-	14,3	2,4	-	5,8	25,8	0,04	65,2	5,2	15,2	8,1	4,0	
		5a	160 - 180	4,7	0,3	3,1	20,3	3,6	0,4	16,2	-	15,6	3,6	-	6,3	25,9	0,04	64,6	6,1	18,2	7,1	4,0	
	Piłonica /Pińczów/	5b	240 - 260	4,4	0,3	2,9	20,9	4,0	0,4	16,4	-	17,3	3,1	-	5,1	25,2	0,04	66,1	5,6	18,6	6,4	3,3	
		6	210 - 230	6,1	0,6	3,0	29,2	1,7	0,4	11,0	-	11,0	3,5	0,4	8,7	20,7	0,03	72,0	3,2	18,0	4,5	2,3	
Kujawska	Zawada /Łebica/	7a	170 - 200	7,8	0,4	2,7	20,7	2,8	0,6	17,4	-	15,6	2,3	-	6,7	23,0	0,06	62,2	7,6	20,1	8,3	1,9	
		7b	260 - 300	8,1	0,4	2,9	19,3	3,0	0,6	16,3	-	16,2	3,0	-	7,2	22,8	0,05	64,0	6,8	18,3	7,2	3,7	
Przedgórze	Kosina /Łañcut/	8	180 - 200	13,5	-	2,4	18,8	1,6	0,4	16,3	0,4	17,6	2,0	0,4	6,0	20,6	0,09	68,7	5,6	19,0	2,7	4,0	
		9a	200 - 220	11,5	0,9	3,3	21,4	1,7	0,8	15,8	0,5	9,3	1,7	-	9,5	21,0	0,08	62,8	8,3	20,2	5,6	3,1	
	9b	300 - 330	12,4	-	2,8	21,5	1,5	0,7	15,0	0,6	15,3	1,6	0,3	7,1	21,1	0,09	62,4	7,7	19,7	6,4	3,8		

Tab. 8. Skład chemiczny materiału lessowego
Chemical composition of examined loesses

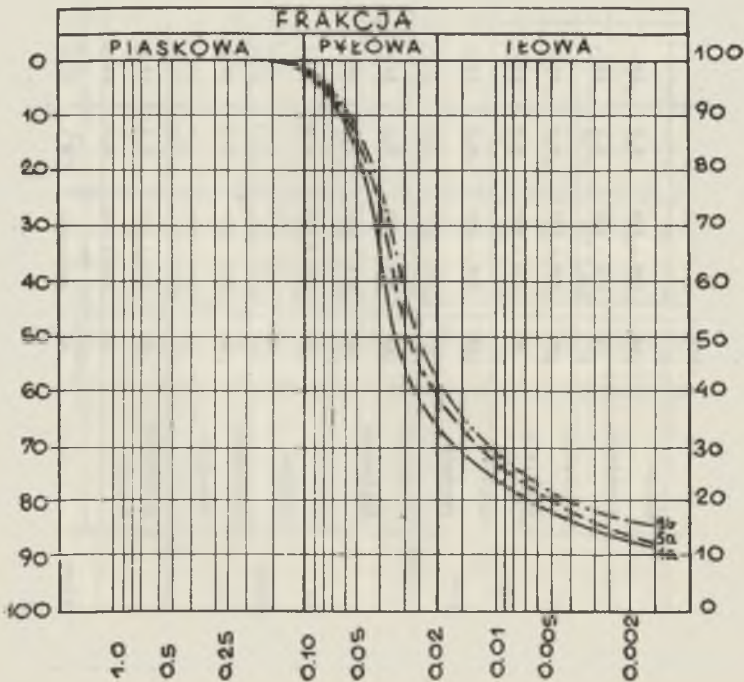
Region	Miejscowość Locality	Nr próby No of Sample	Głębokość Depth cm	Udział w % suchej masy Percentage in dry matter								CaCO ₃ %
				SiO ₂	B ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	
Włocławek	Werkowice	1a	130 - 150	72,05	9,08	1,82	8,28	0,041	6,32	1,82	11,8	
		1b	200 - 220	71,46	9,21	1,86	7,31	0,036	6,88	1,85	10,4	
	Chłopiżyn	2a	120 - 130	71,13	10,05	1,79	7,21	0,048	8,16	1,38	14,2	
		2b	180 - 200	71,84	8,30	1,66	6,84	0,029	7,62	1,19	13,0	
	Lubelska	Parchatka	3a	230 - 250	72,06	9,86	1,88	7,73	0,046	6,39	1,85	12,6
			3b	310 - 330	71,86	9,45	1,92	7,49	0,038	6,13	1,85	12,1
Włocławek	Sopotnierz	4a	130 - 150	70,42	9,37	2,01	7,36	0,052	5,63	1,32	9,8	
		4b	170 - 190	73,92	10,36	1,84	8,21	0,034	5,78	1,52	11,5	
	Widlica	5a	160 - 180	71,16	9,78	1,81	7,93	0,042	5,36	1,36	10,6	
		5b	240 - 260	71,32	9,15	1,70	7,42	0,035	6,22	1,43	11,4	
	Malopolska	Pobiednik	6a	210 - 230	70,54	9,94	1,72	8,18	0,044	5,01	1,51	8,8
			6b	270 - 290	68,92	9,30	2,27	7,03	0,061	5,80	1,32	9,2
Przedgórze Karpackie	Zawada	7a	170 - 200	71,70	10,03	2,04	8,26	0,042	6,12	1,85	12,3	
		7b	260 - 300	72,18	10,15	2,07	8,04	0,036	5,38	1,39	9,1	
	Koniak	8a	180 - 200	70,31	12,55	3,12	9,11	0,040	4,78	1,48	8,3	
		8b	260 - 280	70,62	11,78	3,46	9,32	0,031	4,42	1,61	7,4	
	Radymno	9a	200 - 220	69,62	11,74	3,97	8,72	0,043	4,01	1,32	7,6	
		9b	300 - 330	70,12	11,89	3,23	8,66	0,047	4,20	1,34	8,4	

Tab. 9. Skład mechaniczny i powierzchnia zbiorowa badanego materiału lessowego
 Granulometrical composition and specific surface of examined loess material

Region	Miejscowość Locality	Nr proby No. of sample	Głębokość Depth cm	Procentowy udział cząstek o średnicy: /mm/ Percentage of particles at diameter: /mm/						Σ 0,1-0,02	Σ <0,02	Powierz- chnia zbiorowa Specific surface m ² /g
				1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02- -0,005	0,005- -0,002	<0,002			
Wyżyna Małopolska	Werkowice	1a	130 - 150	0,3	16,2	50,3	14,8	6,4	12,0	66,5	33,2	11,6
		1b	200 - 220	0,2	15,2	50,6	15,6	6,8	11,6	65,8	34,0	12,2
	Chłopiastyn	2a	120 - 130	0,3	14,8	52,2	15,2	5,3	12,2	67,0	32,7	14,3
		2b	180 - 200	0,3	12,6	55,0	16,6	6,2	11,3	65,6	34,1	12,1
	Parchatka	3a	230 - 250	0,3	13,2	52,3	15,3	5,7	13,2	65,5	34,2	10,9
		3b	310 - 330	0,4	15,3	51,2	14,8	6,1	12,2	66,5	33,1	11,9
Sandomierz	4a	130 - 150	0,5	13,4	51,0	18,1	6,3	10,7	64,4	35,1	14,2	
	4b	170 - 190	0,2	12,9	48,6	19,7	5,8	12,8	61,5	38,2	15,4	
Wyżyna Małopolska	Wieliczka	5a	160 - 180	0,3	13,3	49,3	17,0	6,7	13,1	62,6	37,1	12,2
		5b	240 - 260	0,2	15,6	46,2	19,7	6,6	12,7	61,8	38,0	13,6
	Pobiedzki	6a	230 - 250	0,2	12,7	49,8	17,4	7,2	12,6	62,5	37,3	15,2
		6b	270 - 290	0,5	10,9	51,4	19,0	6,4	11,8	62,3	37,2	16,1
	Zawada	7a	170 - 200	0,3	13,2	47,2	18,6	6,8	13,9	65,8	39,3	19,4
		7b	280 - 300	0,3	12,8	49,3	18,1	6,2	13,3	62,1	37,6	18,6
Przedgórze Karpacie	Kosina	8a	180 - 200	0,3	11,3	48,7	17,0	8,3	14,4	60,0	39,7	16,7
		8b	260 - 280	0,4	13,1	47,3	18,4	7,5	15,3	60,4	39,2	19,2
Badymno	Badymno	9a	200 - 220	0,2	12,6	49,1	18,6	6,3	14,2	61,7	38,1	21,3
		9b	300 - 320	0,3	12,4	47,7	18,1	6,6	14,9	60,1	39,6	19,6

Skład mechaniczny — jak już wspomniano na wstępie — jest jedną z najbardziej charakterystycznych cech utworów lessowych. Ogólnie przyjmuje się, że zawierają one 50—70% części pyłowych (0,1—0,02 mm), 30—40% części ilastych ($< 0,02$ mm) oraz niewielką (do 10%) piasku. Jak podają niektórzy badacze (11, 25), a także zgodnie z wynikami zebranymi w tab. 3, wahania w obrębie tych podstawowych frakcji mechanicznych są stosunkowo niewielkie, zwłaszcza dla frakcji pyłowej. Natomiast przy rozpatrywaniu poszczególnych podfrakcji to zróżnicowanie znacznie wzrasta.

Wyniki badań (tab. 9) pokrywają się w zasadzie z tymi spostrzeżeniami, niemniej rozrzut nawet skrajnych przypadków jest tu wyjątkowo mały (ryc. 2), szczególnie dla frakcji grubszych. Tak np. udział frakcji piasku jest zawsze znikomy (0,2—0,4%) i w obrębie badanych prób nie przekracza 0,5%. Stwierdzono przy tym, że jest to wyłącznie piasek drobny na pograniczu pyłu grubego. Udział tego ostatniego waha się w szerszych granicach (11—16%), przy zaznaczającej się zmienności kierunkowej N—S. Zmienność ta przejawia się zresztą w całym układzie, co mogłoby wskazywać na to, że lessy południowych regionów są nieco bogatsze w części spławialne ($< 0,02$ mm), a udział w nich części py-



Ryc. 2. Rozrzut w uziarnieniu materiału lessowego w obrębie badanych prób
Dispersion in granulation of loess material within the samples examined

łowych jest nieco mniejszy niż w lessach Wyżyny Lubelskiej. Przyjmując, że stopień zwietrzenia materiału lessowego jest wszędzie podobny, stwierdzone zróżnicowanie może wynikać po części ze zmiennego udziału w nich wodorotlenków żelaza i glinu, jak również minerałów ilastych typu hydrolyzszyków, o czym świadczą też wyniki podane w tab. 7 i 8.

Znalezione u nielicznych autorów przykłady oznaczeń powierzchni zbiorowej materiału lessowego (7) mogą stanowić potwierdzenie, że ta specyficzna właściwość, decydująca o chemicznej i sorpcyjnej aktywności tworzywa glebowego, wiąże się istotnie z jego składem mechanicznym. Wprawdzie wyniki badań własnych nie dają podstaw do ustalenia ścisłej współzależności tych dwu elementów, niemniej można przyjąć, że stwierdzone zróżnicowanie ma wyraźnie zarysowaną kierunkowość, zgodną z podkreślanym już kilkakrotnie układem N—S.

Powołując się na wypowiedzi innych badaczy (5, 9, 21), warto tu przypomnieć, że w dotychczasowych badaniach lessów fizyczne właściwości tych utworów nie były należycie doceniane. Poza materiałami podanymi w publikacjach Dobrzańskiego (7, 8, 9) Cegły i Harasimiuka (5), pozostałe nieliczne dane liczbowe rozproszone w różnego typu opracowaniach nie dają podstaw do porównywania i interpretacji.

Zestawione w tab. 10 wyniki badań własnych zgodne są w zasadzie ze znalezionymi w literaturze (tab. 4), pozwalają jednak równocześnie na wyciągnięcie pewnych wniosków odnośnie zróżnicowania badanych utworów w układzie przestrzennym. Wykorzystując znajomość szeregu omówionych poprzednio właściwości badanych lessów, można było zakładać z góry, jaki będzie kierunek zmienności podstawowych właściwości fizycznych — ponieważ znany jest istotny wpływ składu mechanicznego i mineralogicznego, zarówno na wartość ciężaru gatunkowego utworu, jak i jego porowatość, pojemność wodną i przepuszczalność.

Tymczasem z tab. 10 wynika, że przy stosowanej dotychczas metodyce i ograniczonej liczbie prób owe zależności nie zaznaczają się tak wyraźnie, jak można było tego oczekiwać. Wartości liczbowe dla ciężaru rzeczywistego wahają się nawet w węższych granicach (2,66—2,71) niż u innych autorów (9, 21), nie wykazując przy tym żadnej zmienności kierunkowej. Dowodzi to, że dokładność przyjętych metod nie pozwala na uchwycenie różnic wynikających ze zmiennej zawartości związków żelaza czy minerałów ciężkich, na co już zwrócili uwagę inni (21).

Różnice te zaznaczają się wyraźnie przy ciężarze objętościowym i pozostałych właściwościach (porowatość, pojemność wodna, przepuszczalność), przy których istotną rolę odgrywają takie czynniki jak wielkość cząstek i sposób ich ułożenia. Ogólnie biorąc można sugerować, że lessy regionów południowych posiadają ściślejszy układ cząstek, gdyż przy

Tab. 10. Fizyczne i wodne właściwości badanego materiału lessu ige

Physical and water properties of examined loess material

Region	Miejscowość Locality	Nr próby No of sample	Głębokość Depth cm	Ciężar właściwy Specific gravity		Porowatość Porosity %	Kapilarna pojemność wodna Capillary porosity		Porowatość niekapilarna Noncapillary porosity %	Przepuszczalność wodna Permeability cm ² · 10 ⁻⁴	Wilgotność naturalna water content %	Wielkość porowatości Hygroscopicity %	Liczba plastycznych nosici Index of plasticity
				zrzęty- wisty Particle Bulk density g/cm ³	obiotob- ciowa Volume %		waga Weight %						
Włocława	Werkowice	1a	130 - 150	2,69	1,44	46,3	29,5	42,8	3,4	6,1	9,2	3,0	5,8
		1b	200 - 220	2,69	1,47	45,3	29,1	42,6	2,8	4,7	12,3	3,2	6,2
	Chłopiątyn	2a	120 - 130	2,68	1,53	43,1	26,7	40,9	2,2	7,2	10,4	2,9	6,0
		3a	230 - 250	2,69	1,41	47,6	30,0	43,2	4,4	6,8	13,3	3,2	5,2
	Parobátka	3b	310 - 330	2,66	1,53	42,2	26,8	41,0	1,5	1,4	15,1	3,5	5,7
		4a	130 - 150	2,70	1,48	42,6	27,2	39,4	3,2	4,8	10,7	3,3	6,3
Włocława	Sandziejrz	4b	170 - 190	2,67	1,55	41,9	26,6	40,3	1,6	3,2	11,3	3,9	5,8
		5a	160 - 180	2,71	1,53	43,7	26,5	42,0	1,7	4,2	10,1	2,8	6,6
	Wieliton	5b	240 - 260	2,70	1,51	44,0	26,6	40,0	4,0	5,6	9,7	3,1	5,8
		6a	230 - 250	2,70	1,56	42,2	26,2	40,1	1,3	0,7	8,2	3,4	7,2
	Zawada	7a	170 - 200	2,69	1,47	45,3	26,3	41,6	3,7	4,0	14,7	3,0	6,8
		7b	280 - 300	2,69	1,46	44,8	29,6	42,6	2,3	3,1	12,7	3,9	6,4
Przedgórze Karpackie	Kosina	8a	180 - 200	2,69	1,51	43,9	25,1	37,9	6,0	2,7	14,9	3,7	7,8
		9a	200 - 220	2,71	1,58	41,7	24,0	37,1	4,6	1,8	16,3	3,5	8,1
	9b	300 - 320	2,70	1,57	42,2	28,9	36,0	5,2	2,3	13,2	3,6	7,2	

niecو mocniejszym składzie mechanicznym wykazują one niższą porowatość i mniejszą pojemność wodną, a w związku z tym również gorszą przepuszczalność.

Istotne znaczenie może tu mieć również fakt, że wśród minerałów ilastych regionów południowych przeważają hydromiki (głównie illit, 41), które, jak stwierdzono, nadają lessom mocniejszy (bardziej gliniasty) charakter (21). Przejawia się to między innymi w zwiększonej liczbie plastyczności (ilość wody potrzebna do przejścia lessu od stanu plastyczności do stanu płynności). Powyższe rozważania prowadzą z kolei do wniosku, że lessy tych regionów, a zwłaszcza Przedgórze Karpackiego, powinny wykazywać większą odporność na niszczące działanie erozji wodnej, co zresztą znajduje potwierdzenie w praktyce.

Przeprowadzone dodatkowo badania składu chemicznego wyodrębnionych frakcji mechanicznych lessu miały na celu dostarczenie nieco informacji o rozmieszczeniu poszczególnych składników w grupach cząstek o określonej średnicy, a szczególnie w odniesieniu do frakcji drobniejszych ($< 0,02$ mm). Jak dotąd, podobnych badań wykonano wyjątkowo mało. W Polsce przeanalizowana została w ten sposób tylko jedna próba lessu z Wyżyny Lubelskiej (17).

Badania własne objęły analizę czterech spośród przebadanych prób lessów. Dla każdej z nich przeanalizowano 5 frakcji, a więc z pominięciem tylko frakcji piasku (ze względu na zbyt mały udział w materiale lessowym). Oznaczono natomiast składniki, które w procesie rozfrakcjonowywania uległy rozpuszczeniu w wodzie destylowanej.

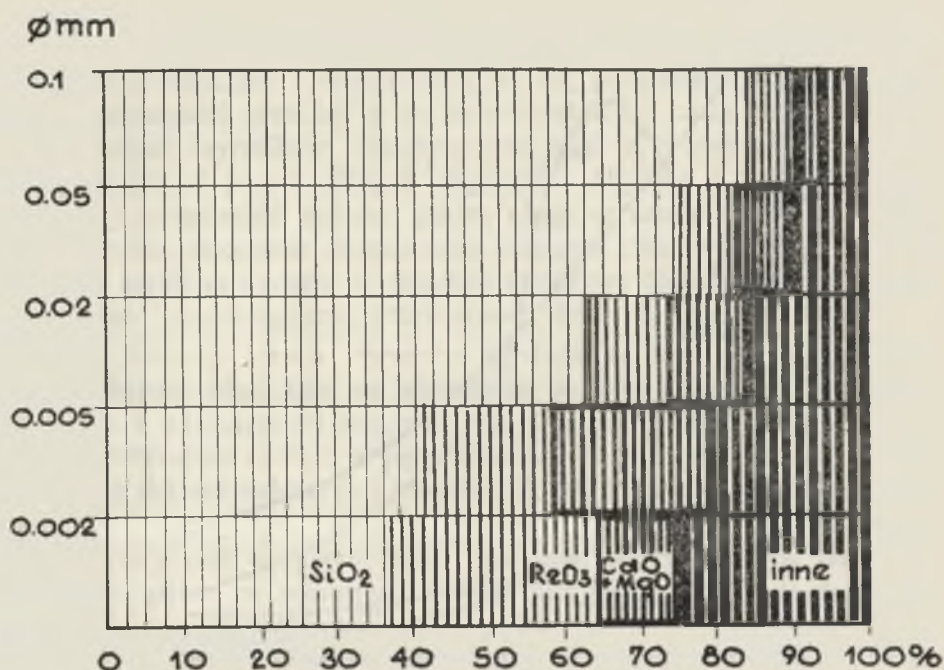
Uzyskane wyniki (tab. 11) pozwalają stwierdzić, że w miarę zmniejszania się średnicy cząstek w materiale lessowym maleje zawartość krzemionki, a rośnie udział półtoratlenków żelaza i glinu (ryc. 3). Nieco inaczej układa się rozmieszczenie pozostałych składników (ryc. 4). Ogólnie biorąc, zawartość ich rośnie wraz z rozdrobnieniem materiału, jednakże najczęściej osiągają one maksimum nie we frakcji koloidalnej, lecz w grupie cząstek o średnicy 0,005—0,002 mm (ił pyłowy drobny). Dotyczy to zwłaszcza fosforu i potasu. Dla wapnia i magnezu ta prawidłowość jest mniej wyraźna, ponieważ węglany w lessach mogą występować zarówno w postaci różnej wielkości kryształków kalcytu, jak też w formie bezpostaciowego pelitu (20).

Jak wynika z uzyskanych wartości liczbowych, rozpuszczalność poszczególnych składników lessu w wodzie jest pozornie bardzo mała. W przeliczeniu na całkowitą ich zawartość stanowi to ilość rzędu setnych, a nawet tysięcznych procentu (P_2O_5 — 0,2%, K_2O — 0,05%, CaO — 0,02%, Fe_2O_3 — 0,005%). Niemniej z rolniczego punktu widzenia te niewielkie ilości (kilkakrotnie mniejsze niż w warstwie ornej gleby) łatwo dostępnych dla roślin składników mogą odgrywać istotną rolę w począt-

Tab. 11. Skład chemiczny frakcji mechanicznych badanego materiału lessowego
 Chemical composition of the granulometrical fractions of examined loess material

Miejscowość Locality	Nr próby No of sample	Fracje w mm Fractions	W % suchej masy Percentage in dry matter						
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O
Werkowice	1a	0,1 - 0,05	85,20	0,41	4,88	0,112	2,86	0,57	1,39
		0,05 - 0,02	76,45	0,56	5,13	0,089	4,68	1,12	1,98
		0,02 - 0,005	67,10	1,12	8,96	0,094	8,90	2,34	2,08
		0,005 - 0,002	52,00	3,26	9,04	0,164	20,33	0,81	2,16
		0,002	48,94	6,02	16,46	0,104	13,69	1,92	1,93
	Rozp. w H ₂ O mg/100g lessu		-	0,06	0,00	0,070	22,40	0,00	0,77
Sandowierz	4b	0,1 - 0,05	84,20	0,72	5,88	0,117	2,91	0,64	1,46
		0,05 - 0,02	74,12	1,01	6,90	0,116	4,48	1,27	1,79
		0,02 - 0,005	70,40	1,90	8,16	0,149	6,18	1,77	2,19
		0,005 - 0,002	53,30	2,42	13,01	0,170	9,01	1,64	2,28
		0,002	48,67	6,41	19,08	0,110	14,64	2,24	2,16
	Rozp. w H ₂ O mg/100g lessu		-	0,05	0,00	0,070	22,10	0,00	1,02
Pobielnik	6a	0,1 - 0,05	85,25	0,90	5,73	0,080	3,41	0,63	1,51
		0,05 - 0,02	77,35	1,35	7,98	0,102	4,93	1,29	1,78
		0,02 - 0,005	62,70	2,02	9,35	0,206	9,96	2,34	2,11
		0,005 - 0,002	48,60	3,56	12,89	0,161	19,71	1,61	2,51
		0,002	41,92	8,22	18,17	0,135	10,13	2,21	2,28
	Rozp. w H ₂ O mg/100g lessu		-	0,08	0,00	0,080	21,00	0,00	1,04
Radymno	9a	0,1 - 0,05	83,55	0,93	5,26	0,088	3,64	0,81	1,29
		0,05 - 0,02	78,95	0,92	6,16	0,124	4,03	1,11	1,66
		0,02 - 0,005	66,80	1,10	9,71	0,144	6,16	2,66	2,26
		0,005 - 0,002	44,10	4,95	16,48	0,176	5,88	2,14	2,78
		0,002	39,42	7,42	20,77	0,088	4,72	2,50	2,44
	Rozp. w H ₂ O mg/100g lessu		-	0,07	0,00	0,070	29,00	2,00	1,40

kowych stadiach rozwojowych gleby, np. przy rekultywacji terenów poeksploatacyjnych. W takich przypadkach skała lessowa uczynnia się łatwiej i szybciej niż inne utwory macierzyste, czemu niewątpliwie sprzyjają również korzystne właściwości fizyczne lessów. Rozpatrując zró-

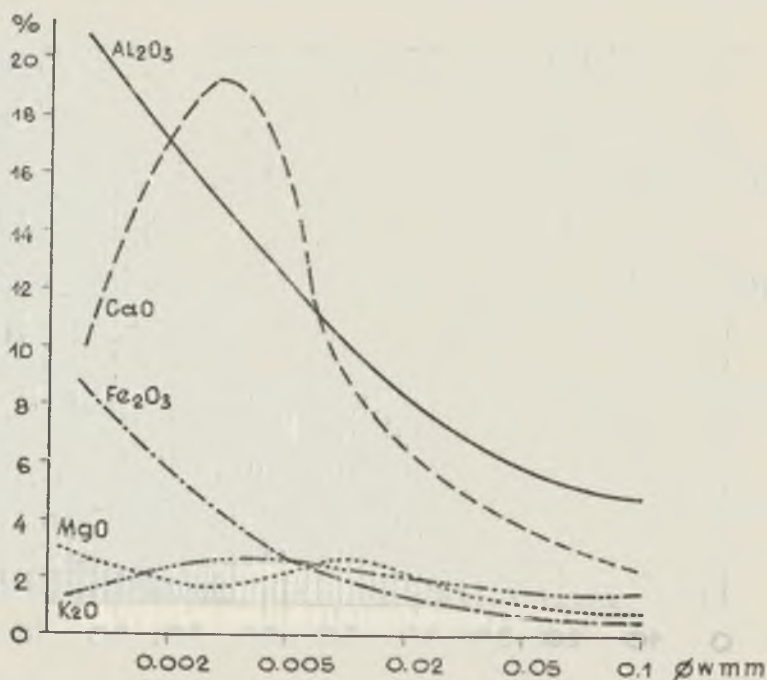


Ryc. 3. Udział głównych składników chemicznych w poszczególnych frakcjach mechanicznych lessu
Content of main chemical components in individual granulometrical fractions of loess

nicowanie wyników zestawionych w tab. 11 w układzie przestrzennym, widzimy, że analizowana już wielokrotnie kierunkowość N—S nie występuje tu wyraźnie zwłaszcza przy frakcjach grubszych. Dopiero w obrębie cząstek $< 0,005$ mm zaznacza się w próbach z regionów południowych pewien spadek udziału SiO_2 na korzyść pozostałych składników, co mogłoby świadczyć o większym zaawansowaniu procesów rozpadu pierwotnych elementów składowych lessu.

DYSKUSJA

Wychodząc nawet z definicji sformułowanej przez Tomaszewskiego (39), nietrudno zauważyć, że pod pojęcie lessu można podporządkować utwory różniące się istotnie wyglądem oraz składem i właściwościami. Z drugiej strony u szeregu autorów zajmujących się problematyką naszych lessów spotyka się często pojęcie lessu typowego,



Ryc. 4. Rozmieszczenie składników chemicznych w poszczególnych frakcjach mechanicznych lessu

Distribution of chemical components in individual granulometrical fractions of loess

choć w wielu przypadkach nie podają oni wyraźnie sprecyzowanych kryteriów określania tej typowości.

Na podstawie podawanych w różnych opracowaniach uogólnień, nawiązujących do tego zagadnienia (7, 8, 18, 20, 21, 25, 29, 35, 39), można przyjąć, że mianem lessów typowych należałoby określać tzw. subarealne utwory pyłowe pochodzenia eolicznego, stanowiące na terenie Polski najmłodszą stadialnie okrywową fację lessów, zbudowane z materiału o beładnej, drobnoporowatej strukturze, półzwartej teksturze o wyraźnej łupliwości pionowej, jednolitej jasnokakaowej barwie, zawierające 5—15% równomiernie rozproszonego węgla wapnia i składzie mechanicznym: do 3% piasku, 60—70% pyłu, 20—30 części ilastych. Przyjmując, iż ta wypadkowa określeń i definicji podawanych przez różnych autorów spełnia wszystkie warunki lessu typowego, należałoby podkreślić, że takie właśnie utwory przeważają w okrywowej warstwie obszarów lessowych Polski, a przecież — jak twierdzi J a h n (14) — są to najbardziej typowe lessy w Europie.

Przy omawianiu wyników badań własnych stwierdziliśmy jednocześnie stosunkowo małe zróżnicowanie przestrzenne tych utworów tak pod względem składu, jak i właściwości. Na tej podstawie można wnioskować, że zmienność gleb, które się tu wykształciły, może raczej wynikać z odmienności czynników klimatycznych bądź z charakteru warunków ekologicznych w poszczególnych regionach. Aby się o tym przekonać, spróbujmy prześledzić zmiany, jakim ulega w czasie materiał lessowy pod wpływem procesów określanych mianem glebotwórczych. Mam tu na myśli zarówno zmiany w składzie tworzywa lessowego, jak i zmiany fizyczne i morfologiczne, które zresztą ściśle łączą się ze sobą.

Wielu badaczy lessów stwierdza zgodnie, że less jest na ogół materiałem bardzo odpornym na wietrzenie, ponieważ sam jest produktem wietrzenia i wielokrotnej sedymentacji. Pozostały więc tylko elementy trudno wietrzejące — stąd w jego składzie więcej jest ortoklazu i muskowitu niż skaleni sodowych i biotyту (33, 35, 38). Jedynym składnikiem lessu łatwo ulegającym działaniu procesów glebotwórczych jest węglan wapnia, który pod wpływem wody opadowej bogatej w CO_2 ulega rozpuszczeniu, przez co naruszona zostaje pierwotna struktura skały lessowej. Jak szybko postępuje proces „odwapniania” lessu, tego niestety na razie nie wiemy. Obserwacje własne pozwoliły stwierdzić, że w terenie poeksploatacyjnym po upływie 4 lat w warstwie 0—10 cm zawartości CaCO_3 zmniejszyła się z 8,6% do 4,2%, zaś na głębokości 20—30 cm — z 9,3 do 7,1%. Takie efekty ługowania stwierdzono przy nagiej początkowo, a potem słabo zadarnionej powierzchni. Prawdopodobnie w różnych warunkach ekologicznych proces ten postępuje z różną prędkością. Wiadomo np., że przyspiesza go częste zruszanie gleby, jak też oddziaływanie produktów rozkładu substancji organicznej. Zależy to również od ukształtowania terenu (22), wystawy zbocza (34), ilości opadów w danym regionie i charakteru szaty roślinnej (31).

Aktualnie większość naszych gleb lessowych wykazuje „odwapnienie” do znacznej głębokości, od 80—110 cm na Wyżynie Lubelskiej, poprzez 140—160 cm w Krakowskim, do 180—200 cm na Przedgórzu Karpaczkim (3, 22, 26, 39). Trzeba jednocześnie przyznać, że pozostaje nadal sprawą otwartą, czy omawiany proces ługowania węglanów postępuje nadal, czy osiągnął swą dolną granicę. Znaczna szybkość ługowania, wynikająca ze wspomnianych obserwacji, przemawiałaby za tym ostatnim. Choć podobne założenie jest sprzeczne z sugestiami Maruszczyka (22), wydaje się jednak, że postęp ługowania jest różny w poszczególnych stadiach. W warstwach powierzchniowych przebiega on szybciej i zwalnia w miarę obniżania się strefy ługowania, stabilizując się prawdopodobnie na pewnej głębokości, zależnej od wymienionych już warunków lokalnych.

W oparciu o uzyskane już wcześniej wyniki własnych badań gleboznawczych (1, 2), można stwierdzić, że przemyty i pozbawiony węglanów materiał lessowy zmienia zarówno swój wygląd zewnętrzny, jak i właściwości w porównaniu z lessem pierwotnym. Wyrażają je: ciemniejsza barwa z odcieniem rdzawożółtym i wyraźną plamistością, słaba zwięzłość (brak spoiwa) i pulchny układ. Zmienia się udział drobnych por kapilarnych na korzyść większych przestworów. W sumie porowatość ogólna zmniejsza się nieco, gdyż zmienia się układ cząstek (6, 22). W związku z tym maleje kapilarna pojemność wodna, a przepuszczalność wyraźnie wzrasta. Ponieważ w tym stadium przeobrażania materiału lessowego — poza postępującym uwalnianiem związków żelaza — nie nastąpiły istotne zmiany w składzie pozostałych elementów mineralnych lessu, nie należało spodziewać się zmian w jego uziarnieniu. Tymczasem w wielu przypadkach analiza mechaniczna wykazuje pewien wzrost części pyłowych na niekorzyść ilastych (15).

Opisaną sytuację można stwierdzić w dolnej części normalnie wykształconego profilu gleby lessowej — w pobliżu strefy ługowania. Powyżej, w tzw. poziomie wmywania (*B*), w wyniku nakładających się procesów wtórnych sytuacja zmienia się istotnie. Z poziomów A_1 i (A_2), gdzie powoli zachodzą procesy rozpadu pierwotnych minerałów, przenikają wraz z przesiąkającą wodą uwalniające się związki żelaza i glinu, które na określonej głębokości stabilizują się, wypełniając pory po wypłukanym CaCO_3 . W ten sposób wykształca się brunatny poziom (*B*), w znacznym stopniu utrudniający, a czasem wręcz uniemożliwiający przenikanie wody zarówno przesiąkającej od góry, jak i podsiąkającej*.

Mięszość tego poziomu i stopień jego wykształcenia zależy, podobnie jak i głębokość odwapnienia, od lokalnych warunków klimatycznych i fizjograficznych (1, 2, 3). I tak na terenie Wyżyny Lubelskiej poziom ten jest czasem bardzo słabo wykształcony. Natomiast w południowych regionach, a szczególnie w glebach Przedkarpacia „zglinienie” jest silnie wyrażone i sięga często do 150 cm, niezależnie nawet od cech typologicznych gleby (3).

Powracając do zachodzących w lessie zmian fizycznych, a konkretnie do problemu ich osiadania jako efektu zmniejszania się objętości po wylugowaniu CaCO_3 , wydaje się, że skala tego osiadania została przez *M a r u s z c z a k a* znacznie zawyżona (22). Autor ten podaje (na podstawie prowizorycznych obliczeń), że osiadanie owo może osiągać wartość 150—200 cm przy 10 m mięszości lessu. Ponieważ w terenie płaskim lub słabo falistym procesy ługowania nie sięgają głębiej niż 200 cm,

* Te fakty popierają niejako wysuwaną wyżej hipotezę o możliwości względnej stabilizacji strefy ługowania węglanów na pewnej głębokości.

a najczęściej kształtują się w przedziale 100—150 cm (w terenie urzeźbionym znacznie mniej), można przyjąć, że na większości powierzchni obszarów lessowych osiadanie osiąga wartości rzędu kilku do dwudziestu kilku centymetrów.

Dyskutując o lessach z gleboznawczego punktu widzenia, podkreślamy zwykle wysoką ich wartość jako skały macierzystej gleb, co — jak twierdzi wielu badaczy (1, 6, 7, 39) — wynika głównie z wyjątkowo korzystnych właściwości tych utworów. Pulchna, bogata w przestwory struktura, półzwarta, a jednocześnie łatwa do rozkruszenia tekstura, wysoka pojemność wodna i powietrzna oraz dobra przepuszczalność materiału lessowego — sprawiają, że gleby wykształcone z tych utworów wykazują doskonałe właściwości fizyczne, są przewiewne, ciepłe i czynne, a jednocześnie łatwe do uprawy. Korzystny skład mechaniczny, warunkujący obecność silnie rozwiniętego kompleksu sorpcyjnego oraz znaczny udział aktywnego węgla wapnia stwarza i w naszych warunkach perspektywy wykorzystania tego materiału do ulepszania słabych gleb piaszczystych.

O wysokiej wartości lessów jako utworów macierzystych może świadczyć fakt, że tylko na takim właśnie podłożu wytworzyły się nasze „czarnoziemy”. Kwestia ta jest zresztą do dziś trudna do rozstrzygnięcia, tym bardziej, że przecież nie występują one na całym obszarze lessowym, a tylko na niewielkich jego fragmentach.

Na podstawie szeregu przesłanek stwierdzono, że w okresie kształtowania się tych gleb na obszarze Polski istotną rolę odgrywały nie tylko sprzyjające warunki klimatyczne, lecz właśnie specyficzne, bogate w sole wapnia podłoże (1), które nie sprzyjało wkraczaniu lasu, umożliwiając tym samym rozwój roślinności trawiastej i wykształcenie się czarnoziemów łąkowych.

Hipotetycznie można założyć, że na owych bezleśnych obszarach tworzyły się wówczas jakby centralne ośrodki rozwoju gleb czarnoziemnych, które mogły rozprzestrzeniać się tylko do tych granic, do których nawet przy zmieniającym się klimacie nie zdołały jeszcze dotrzeć zagony strefy leśnej, kształtującej gleby o charakterze brunatnych i bielicowych. Zresztą owe trzy typy gleb występują we wszystkich omawianych rejonach lessowych, a zróżnicowanie w obrębie każdej z tych jednostek typologicznych nie może, jak stwierdziliśmy, wpływać ze zmienności samego podłoża lessowego, lecz wyraża się różnym stopniem zaawansowania procesów glebotwórczych, warunkowanych z kolei zmiennością czynników klimatycznych i fizjograficznych.

Analiza mapy gleb (43) wykazuje, że w obrębie wszystkich regionów występowania lessów rozprzestrzenienie wymienionych trzech typów glebowych nie jest całkiem przypadkowe, lecz układa się według pewnych

prawidłowości. Centralne pozycje zajmują zwykle gleby czarnoziemne, wokół nich koncentrycznie występują gleby określane mianem brunatnych, a peryferycznie układają się gleby o wyraźnych cechach zbieli-cowania.

Wstępne badania i obserwacje (1) nasuwają przypuszczenie, że nasze „czarnoziemy” zajmowały niegdyś znacznie większy obszar niż obecnie, i że występujące wokół i wyspowo wśród nich gleby brunatne powstały ze zniszczonych byłych czarnoziemów. Jednakże te przypuszczenia stanowią na razie tylko hipotezę i rozwiązanie tego problemu wymaga od-dzielnych, szczegółowych badań.

PIŚMIENNICTWO

1. Borowiec J.: Czarnoziemy Wyżyny Lubelskiej. Cz. I, II, III (Chernozems of Lublin Upland. Part I, II, III). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E i B, vol. XIX, XX, XXII, Lublin 1965—1967.
2. Borowiec J.: Wpływ wylesienia i użytkowania rolniczego na morfologię i właściwości czarnoziemiu w terenie urzeźbionym (Influence of Deforestation and Agricultural Utilization on the Morphology and Properties of Chernozem in Areas of Differentiated Relief). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XXI, 4, Lublin 1967.
3. Borowiec J.: The Problem of Typology and Development Trends of Chernozems Occurring in Poland. Roczniki Gleboznawcze, dodatek do t. XIX, Warszawa 1968.
4. Cegła J.: Porównanie utworów pyłowych Kotlin Karpackich z lessami Polski (On the Origin the Quaternary Silts in the Carpathians). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XVIII (1963), 4, Lublin 1965.
5. Cegła J., Harasimiuk M.: Niektóre właściwości fizyczne utworów pyłowych kotlin karpackich i lessów wyżynnych (Some Physical Properties of the Silt Material of the Carpathian Basins and Upland Loesses). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XXII, 6, Lublin 1967.
6. Denisow N. J.: Stroitielnyje swojstwa lessa i lessowidnych suglinkow. Izd. II, Moskwa 1953.
7. Dobrzański B.: Studia gleboznawcze nad lessami północnej krawędzi Podola (Pedological Investigations of Loess on the Northern Margin of Podolia). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. I, 2, Lublin 1946.
8. Dobrzański B.: Charakterystyka niektórych gleb lessowych północnej krawędzi Podola (The Characteristics of some Loess Soils on the Northern Margin of Podolia). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. II, 6, Lublin 1947.
9. Dobrzański B.: Fizyczne własności lessu. Przegl. Geograf., t. XXII, Warszawa 1950.
10. Dobrzański B.: Ustalenie metodyki oznaczania składu mechanicznego gleb (The Discussion of the Methodics of Determination of the Mechanical Composition of Soils). Roczniki Gleboznawcze, dodatek do t. VII, Kraków 1958.
11. Górski M., Jankowska J.: Skład chemiczny i mechaniczny dwóch profilów gleb lessowych. RNRiL, Poznań 1932.

12. Grabowska B.: Analiza minerałów ciężkich na tle stratygrafii lessów okolic Ćmielowa (Heavy Mineral Analysis in the Light of Stratigraphy of Loess from Ćmielów Region). Biul. Geol. UW, 1, 1961.
13. Grabowska-Olszewska B.: Własności fizyczno-mechaniczne utworów lessowych północnej i północno-wschodniej części świętokrzyskiej strefy lessowej (Physico-Mechanical Properties of Loess Deposits of the Holy Cross Mts Loess-Zone). Biul. Geol. UW, 3, 1963.
14. Jahn A.: Less, jego pochodzenie i związek z klimatem epoki lodowej (Loess, its Origin and Connection with the Climate of the Glacial Epoch). Acta Geol. Polon., 1, 1950.
15. Koczerina E. I.: Niekotoryje chemiczeskije i fiziczeskije swojstwa oddielnych miechaniczeskich frakcyj poczwy. Poczwow., 12, 1954.
16. Kolasa M.: Geotechniczne własności lessów okolicy Krakowa (Geotechnical Properties of Loess from the Vicinity of Cracow). Prace Geol. Kom. Nauk. Geol. PAN, 18, Warszawa 1963.
17. Królikowski L., i inni: The Physical and Chemical Properties of Separate Grain Size Fractions of Soil Parent Rocks. Roczniki Gleboznawcze, dodatek do t. XIX, Warszawa 1968.
18. Malicki A.: Geneza i rozmieszczenie lessów w środkowej i wschodniej Polsce (The Origin and Distribution of Loess in Central and Eastern Poland). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. IV, 8, Lublin 1950.
19. Malicki A.: The Loess of the Miechów Upland. VI-th INQUA Congress Publications, Poland 1960.
20. Malinowski J., Mojski J.: Profil lessu w Sąsiadce koło Szczebrzeszyna na Roztoczu (Geologic Section of the Loess at Sąsiadka near Szczebrzeszyn in the Roztocze Range). Inst. Geol., Biul. 150, 1960.
21. Malinowski J.: Budowa geologiczna i własności geotechniczne lessów Roztocza i Kotliny Zamojskiej, między Szczebrzeszynem a Turobinem (Geological Structure and Geotechnical Properties of Loess in Roztocze...). Prace Inst. Geol., t. XVI, 1964.
22. Maruszczak H.: Wertebey obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej (Dolinen auf Lössgebieten der Lubliner Hochfläche). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. VIII, 4, Lublin 1954.
23. Maruszczak H., Racinowski R.: Peculiarities of the Conditions of Loess Accumulation in Central Europe in the Light of Results of Heavy Minerals Analyses. Geogr. Polon., 14, 1968.
24. Maruszczak H.: Genetic Interpretation of Lithological Features of Polish Loess. Geogr. Polon., 17, 1969.
25. Mieczynski T.: Spozrzenia nad utworami warstwowanymi w pokładach lessów (Beobachtungen über geschichtete Bildungen in Polnischen Lössgebieten). Pam. PINGW w Puławach, t. VII, A, Puławy 1925.
26. Miklaszewski S.: Lessy w powiecie i Guberni Lubelskiej. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz., z. 4, 1908.
27. Mojski J. E.: O badaniach lessu w Polsce. Inst. Geol. Biul. 70, Warszawa 1955.
28. Mojski J. E.: Less i inne utwory geologiczne okolic Hrubieszowa. Inst. Geol., Biul. 100, Warszawa 1956.
29. Mojski J. E.: Stratygrafia lessu w dorzeczu dolnej Huczwy (Loess Stratigraphy in the Drainage Basin of the Lower Huczwa River in the Lublin Upland). Inst. Geol., Biul. 187, Warszawa 1965.

30. Musierowicz A.: Skład mechaniczny gleb i metody analizy mechanicznej. PIWR, Warszawa 1949.
31. Musierowicz A i współaut.: Zagadnienie typologii gleb wytworzonych z lessów (The Problem of the Typology of Soils of Loess Origin). RNR, t. 104 — D, Warszawa 1963.
32. Scheidig A.: Der Löss und seine geotechnische Eigenschaften. Dresden — Leipzig 1934.
33. Schroeder D.: Untersuchungen über Verwitterung und Bodenbildung an Lössprofilen. Habilitationsschrift, Hannover 1954.
34. Siuta J., Partyka A.: Przestrzenna zmienność gleb ze skał lessowych południowo-wschodniej części Polski. Przegl. Geogr., t. 33, 3, 1961.
35. Tokarski J.: Less powiatu sokalskiego. Kosmos, t. XI, Lwów 1915.
36. Tokarski J.: Studien über den podolischen Löss (V) Petrographische Analyse eines Löss — Profilen aus Grzybowice b. Lwów — Bulett. Intern. Acad. d. Sc. A, Kraków 1935.
37. Tokarski J.: Less okolic Mitulina i Trędowacza w okolicy Gołogór na Podolu (Das Lössgestein von Mitulin und Trędowacz in der Umgebung von Gołogóry in Podolien). Kosmos, t. XI, Lwów 1936.
38. Tokarski J., Oleksynowa K.: Special Analysis of Loess from the Environs of Mogiła near Cracow. Exstr. du Bull. del' Acad. Polon. des Sci. et des Lettres, Cracow 1951.
39. Tomaszewski J.: Geneza i ewolucja gleb wytworzonych na lessach Lubelszczyzny. Referat wygłoszony na Zjeździe PT Gleb. w Lublinie w 1953 (powielone).
40. Tomaszewski J.: Nowy pogląd na powstawanie lessów polskich i utworów lessowatych. Przegl. Geogr., t. 35, 1963.
41. Uziak S.: Clay Minerals in Soils Formed from Loess. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XV, 2, Lublin 1961.
42. Wędziński W.: Właściwości fizyko-mechaniczne gruntów lessowych Nowej Huty. Pol. Acad. Sci. Inst. Bud. Wodn. Rozpr. Hydr., 7, Gdańsk 1960.
43. Mapa Gleb Polski, 1 : 300 000, pod red. A. Musierowicza, Warszawa 1959.

РЕЗЮМЕ

Цель работы — всестороннее исследование нескольких проб лесса, взятых из разных регионов Польши, сравнение полученных результатов со следующих точек зрения: 1) пространственное дифференцирование этих отложений, 2) общепознавательное понимание польских лессов, 3) почвоведение, а особенно в связи с интересующими автора польскими черноземами.

Полученные до сих пор результаты исследований нельзя было сравнивать и интерпретировать, так как они были получены при помощи разных методов (табл. 1—6). Из результатов этих исследований представлен ряд выводов (табл. 7—11, рис. 2—4).

В отличие от литературных данных материал, из которого состоят польские лессы, обнаруживает достаточно однородный состав и подоб-

ные свойства. Одновременно констатировали обозначающуюся тенденцию к изменчивости в направлении с севера на юг. Выразительно уменьшается в этом направлении участие кварца, зато растет содержание полевого шпата, слюды и тяжелых минералов. Подобные тенденции выступают как в минеральном, так и химическом составах лессов (табл. 7, 8).

Механический состав исследованных лессов (по Кэну) оказался очень выравненным. При этом констатировано, что участие песка здесь исключительно мало и в исследованных пробах не превышало 0,5%. Участие частичек пыли (0,1—0,02 мм) колебалось от 60 до 67%, частичек ила (< 0,02 мм) — от 32% до 40%. В общем можно принять, что лессы южных регионов Польши более богаты илистыми частичками, а участие пыли в них меньше, чем в лессах Люблинской возвышенности.

По анализу физических свойств можно судить, что лессы южных регионов имеют более плотную систему частичек потому, что при небольшом увеличении илистой фракции они имеют более низкую пористость и более меньшую влагоемкость и в связи с этим плохую водопроницаемость.

На основе результатов исследований химического состава выделенных механических фракций лесса (табл. 11, рис. 3, 4) констатировали, что по мере уменьшения диаметра частичек содержание SiO_2 уменьшается, а увеличивается участие остальных элементов, особенно Fe_2O_3 и Al_2O_3 .

По относительно небольшому пространственному дифференцированию польских лессов в отношении состава и свойств можно судить, что изменчивость почв, образованных из этих отложений, вытекает из различия климатических факторов и экологических условий в отдельных регионах. Об этом свидетельствует, в частности, разница в глубине выщелачивания CaCO_3 (от 80 см на Люблинской возвышенности до 200 см на Карпатском предгорье).

Следует подчеркнуть исключительно хорошие свойства лесса как почвообразующего материала. Благодаря особенно хорошим физическим свойствам и механическому составу, а также значительному участию активного CaCO_3 , почвы, образованные из лессов, причисляются к наилучшим.

Можно предположить, что именно указанные факторы способствовали тому, что выступающие в Польше так называемые черноземы сформировались исключительно на лессах.

ОБЪЯСНЕНИЯ РИСУНКОВ И ТАБЛИЦ

Рис. 1. Размещение пунктов исследований на лессовых пространствах (по Малицкому): 1 — лессовые пространства, 2 — размещение пунктов взятия проб.

Рис. 2. Разброс грануляции в лессовом материале (в исследованных пробах).

Рис. 3. Участие главных химических компонентов в отдельных механических фракциях лесса.

Рис. 4. Размещение химических компонентов в отдельных механических фракциях лесса.

Табл. 1. Минеральный состав тяжелой фракции в сравниваемых отложениях (процент от веса).

Табл. 2. Химический состав сравниваемых отложений.

Табл. 3. Механический состав лессов.

Табл. 4. Физические и водные свойства лессов.

Табл. 5. Минеральный состав лессов.

Табл. 6. Химический состав лессов.

Табл. 7. Минеральный состав исследуемого лессового материала.

Табл. 8. Химический состав исследуемого лессового материала.

Табл. 9. Механический состав и общая площадь исследуемого лессового материала.

Табл. 10. Физические и водные свойства исследуемого лессового материала.

Табл. 11. Химический состав механических фракций исследуемого лессового материала.

SUMMARY

The purpose of this paper is to examine a number of loess samples in all their possible aspects taken in various regions of Poland, and to compare the results obtained in regard to the regional differentiation of these deposits both from the point of view of a general knowledge of Polish loesses, and of soil science, particularly in connection with Polish chernozems which are the author's concern.

Results of studies carried out so far have not been amenable to comparison and interpretation because of the diverse methods applied (Table 1—6). The author's own results of studies (Table 7—11 and Fig. 2—4) allow the following suggestions and conclusions to be drawn.

As compared with data from literature, Polish loesses show a uniform composition and similar properties. At the same time it was found that loess shows a tendency to vary in direction from the north to the south of Poland. A distinct decrease of quartz content can be observed in this direction, whereas the content of feldspars, micas and heavy minerals increases. Similar tendencies occur both in the mineralogical and chemical composition of loess (Table 7 and 8).

The granulometrical composition of the loesses examined (according to Köhn method) appeared to be almost equal. Furthermore it was found that the sand content was exceptionally small and it did not exceed 0.5% in the samples examined. The content of silt fractions (0.1—0.02 mm) ranged from 60—67% and that of clay ones (< 0.02 mm) from 32—40%.

It can generally be assumed that loesses from southern regions of Poland are richer in clay fractions and their silts content is a little smaller than in loesses of the Lublin Upland.

Taking into consideration the results of determinations of physical properties it can be concluded that loesses of the southern regions have a more compact consistency, because they show a lower porosity and lower water capacity when the clay fraction content slightly increases, and their permeability becomes therefore worse.

Investigation results of chemical composition of isolated granulometrical fractions of loess (Table 11 and Fig. 3, 4) lead to the conclusion that the content of SiO_2 decreases too with a decrease in the diameter of particles, whereas the content of other components — particularly that of Fe_2O_3 and Al_2O_3 increases.

A relatively small regional differentiation of Polish loesses, as far as composition and properties are concerned, makes it possible to draw the conclusion that variations in soils formed from loess are caused rather by climatic and ecological conditions in particular regions. This is proved among other things, by the variation in the depth of CaCO_3 leaching (from 80 cm in the Lublin Upland to 200 cm in the Carpathian foothills).

Exceptionally good properties of loess as a soil forming material should be specially emphasized. The particularly suitable physical properties, granulometrical composition and considerable content of CaCO_3 contribute to the best quality of soils formed from loess.

It can be suggested, that the factors just mentioned above conditioned the occurrence of chernozems in Poland only on loesses.

Pap. druk. sat. III kl. 80 g	Format B5 (70×100)	Stron druku: 31
Annales UMCS, Lublin 1971	Drukarnia Uniwersytecka w Lublinie	Zam. nr 275 z dn. 5 V 1971
Nakład 900+125 egz. B-4	Maszynopis otrzymano w maju 1971	Druk ukończ.: styczeń 1972
