

Józef BOROWIEC

**Problemy wyodrębniania poszczególnych frakcji mechanicznych
z mineralnych utworów glebowych i gruntowych**

Проблема выделения отдельных фракций из минеральных почвенных
и грунтовых образований

The Problem of Separating Particular Granulometric Fractions from Mineral Soil
and Rock Formations

Dotychczasowe badania wyodrębnianych frakcji mechanicznych dowodzą, że zależnie od wielkości średnicy, cząstki składowe mineralnych utworów glebowych i gruntowych wykazują wyraźne zróżnicowanie, tak pod względem składu chemicznego i mineralogicznego, jak i poszczególnych właściwości (2, 4, 7, 12, 15, 18, 19, 27, 28, 30).

Wspomniane zróżnicowanie występuje tym wyraźniej, im bardziej porównywane grupy cząstek (frakcje) różnią się od siebie wielkością średnicy — i odwrotnie — frakcje sąsiadujące ze sobą pod względem wielkości cząstek charakteryzują się często niewielką odmiennością. Te prawidłowości zwracają uwagę na pozornie oczywisty fakt, że oznaczane powszechnie frakcje mechaniczne to nic innego, jak zbiory cząstek, które pod względem wielkości średnicy mieszczą się w przedziałach pomiędzy dwoma ustalonymi umownie wartościami granicznymi.

Ponieważ — praktycznie biorąc — każda z frakcji stanowi fragment (wycinek) danego utworu glebowego, stąd znajomość jej procentowego udziału daje nam jedynie przeciętną wielkość ziarn określonej wagowo grupy cząstek. Natomiast nie mamy właściwie żadnego rozeznania w obrębie samej frakcji, gdzie w jednym przypadku mogą dominować cząstki zbliżone średnicą do górnej, w innym zaś do dolnej liczby granicznej danego przedziału (frakcji). Tak np. w utworach pyłowych wodnego pochodzenia wymiary części pyłowych bliskie są granicy piasku drobnego (0,1 mm), natomiast w utworach lessowych przeważają cząstki pyłu drobnego, a więc bardziej zbliżone do liczby granicznej części spławialnych (0,02 mm).

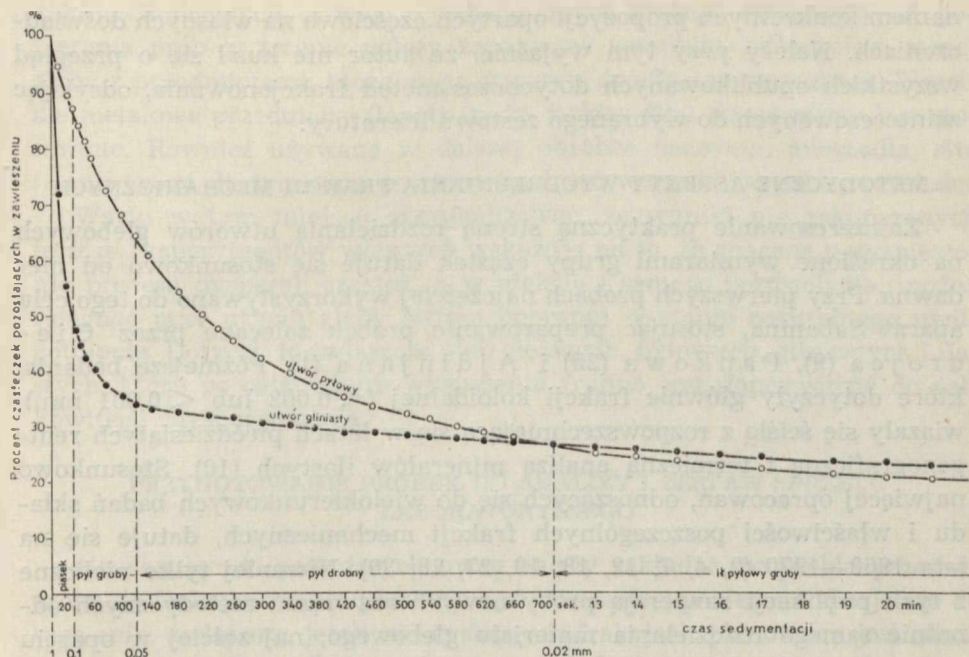
Z powyższego wynika, że charakterystyka utworu określana mianem składu mechanicznego, to tylko zbiór średnich danych, które graficznie

można przedstawić w postaci „odcinkowo” przebiegającej linii łamanej Tymczasem do pełnej charakterystyki potrzebne byłoby sprowadzenie wyników analizy mechanicznej do postaci krzywej ciągłej, pozwalającej na określenie w utworze udziału cząstek o każdej dowolnej średnicy.

Idea uzyskania krzywej uziarnienia, która oddawałaby funkcjonalną zależność pomiędzy czasem sedymentacji a dyspersją utworu glebowego, pasjonowała od dawna badaczy tego problemu. Już w r. 1916 Sven Oden (29), opublikował obszerną rozprawę wraz z opisem aparatu umożliwiającego ciągle ilościowe rejestrowanie cząstek mineralnych, opadających z zawiesziny na szalkę wagi specjalnie do tego celu skonstruowanej. Na podobnej zasadzie oparł budowę nowego przyrządu Wiegner (r. 1920). Jak wynika z krytycznej oceny tych aparatów w literaturze (21), nie wytrzymały one próby czasu ze względu na pewne błędy w założeniach teoretycznych. Nie przyjął się również sposób opracowany przez Mieczysławskiego (20) oparty na zasadzie wagi Westfahla. Obecnie zachodniemiecka firma „Sartorius” w Getyndze produkuje seryjnie precyzyjny aparat (nawiązujący ściśle do wagi Odena) z przeznaczeniem do ciągłej analizy uziarnienia ciał sypkich (33). Jednakże — jak dotąd — nie znajdujemy w literaturze danych dotyczących jego praktycznej przydatności do analizy gleby.

Pierwsze efekty eksperymentów własnych pozwalają wnioskować, że wystarczająco dokładne wykresy krzywych można będzie uzyskiwać znacznie prostszym sposobem, np. przy zastosowaniu areometru (ryc. 1), co zostanie wkrótce przedstawione w odrębnym opracowaniu. O ile — jak wynika z powyższego — istnieje realna możliwość otrzymania pełnego zapisu w postaci ciągłej krzywej (fallage'u), z której można by uzyskać informacje w każdym „miejscu” badanego utworu, o tyle nieosiągalna jest na razie podobna charakterystyka na przykład chemiczna czy mineralogiczna. Chociaż teoretycznie biorąc, zbliżone efekty można by uzyskiwać zagęszczając odpowiednio istniejące przedziały wielkościowe, co pozwoliłoby na daleko idące złagodzenie odcinkowości krzywej. Należy jednak sądzić, że trudności metodyczne i wyjątkowo duża pracochłonność przy tak licznej serii analiz, składających się na pojedynczą próbę, nie zachęcają do tego kierunku badań.

Powracając do charakterystyki poszczególnych wyodrębnionych frakcji mechanicznych można zakładać z góry, że teoretycznie ta sama frakcja cząstek, ale wydzielona z rozmaitych utworów, może wykazywać istotnie różny skład chemiczny i mineralogiczny, a więc i odmienne właściwości. Przemawiają za tym między innymi wyniki badań Mieczysławskiego (21), który dochodzi do wniosku, iż genetycznie różne utwory, o bardzo zbliżonym składzie mechanicznym, mogą posiadać całkiem odmienny charakter. Potwierdzają to również wykonane dotychczas analizy chemiczne



Ryc. 1. Krzywe osadowe utworów: pyłowego i gliniastego (opracowane wg zagęszczonych pomiarów areometrem)

Sedimentary curves of dust and loamy formations (elaborated acc. to the multiplied measurements made by means of areometer)

frakcji wyodrębnionych z rozmaitych utworów glebowych (2, 18, 19, 30). Wydaje się jednak, że ten stosunkowo ubogi — a przy tym rozproszony w czasie — materiał dowodowy na razie nie upoważnia do formułowania jednoznacznych wniosków i że na pełniejsze opracowanie tego problemu trzeba będzie jeszcze poczekać*. Natomiast warto tu podkreślić, że niewiele jeszcze możemy powiedzieć — z wyjątkiem frakcji koloidalnej — o składzie i właściwościach tej samej grupy cząstek, wyodrębnianej z poszczególnych poziomów genetycznych danego profilu glebowego, co, jak twierdzą niektórzy badacze (15, 19), może ułatwić rozwiązywanie pewnych zagadnień typologicznych.

W tej sytuacji nie trudno się domyślić, iż duże opóźnienia badań w poruszanej problematyce wiążą się przede wszystkim z trudnościami metodycznymi, a zwłaszcza z brakiem ujednoliconych metod samego frakcjonowania materiału glebowego. Kompletny brak publikacji w języku polskim przy równocześnie dużym zapotrzebowaniu na podobne opracowanie skłoniły autora do przedyskutowania tego zagadnienia wraz z po-

* Badania tego zagadnienia zostały podjęte przez autora.

daniem konkretnych propozycji opartych częściowo na własnych doświadczeniach. Należy przy tym wyjaśnić, że autor nie kusił się o przegląd wszystkich opublikowanych dotychczas metod frakcjonowania, odsyłając zainteresowanych do wybranego zestawu literatury.

METODYCZNE ASPEKTY WYODRĘBNIANIA FRAKCJI MECHANICZNYCH

Zainteresowanie praktyczną stroną rozdzielania utworów glebowych na określone wymiarami grupy cząstek datuje się stosunkowo od niedawna. Przy pierwszych próbach najczęściej wykorzystywano do tego celu aparat Sabanina, stosując preparowanie próbek zalecane przez Giedrojca (9), Pankowa (25) i Ajdinjana (1). Późniejsze badania, które dotyczyły głównie frakcji koloidalnej ($< 0,002$ lub $< 0,001$ mm), wiązały się ściśle z rozpowszechniającą się w latach pięćdziesiątych rentgenograficzną i termiczną analizą minerałów ilastych (10). Stosunkowo najwięcej opracowań, odnoszących się do wielokierunkowych badań składu i właściwości poszczególnych frakcji mechanicznych, datuje się na lata 1960—1970 (2, 4, 7, 12, 18, 19, 27, 28, 30). Niemniej tylko nieliczne z tych publikacji zawierają próby nowych rozwiązań metodycznych odnośnie samego rozdzielania materiału glebowego, najczęściej w oparciu o przepisy podane przez Gorbunowa (11, 12), nie zawsze odpowiadające celowi prowadzonych badań.

Obecnie zagadnienie to wystąpiło z całą ostrością w związku z podejmowanymi coraz częściej nowymi kierunkami badań mechanicznych elementów utworów glebowych i gruntowych. Dotyczy to zwłaszcza właściwości fizykochemicznych (sorpcja, powierzchnia zbiorowa), jak również zawartości i rozmieszczenia mikroelementów w profilach. W tych przypadkach większość z proponowanych dotychczas metod preparowania materiału wyjściowego, zalecających stosowanie chemicznych środków dyspergujących (również gotowanie próby), nie może w ogóle wchodzić w grę.

Zachowanie pierwotnego składu i naturalnego charakteru poszczególnych części składowych gleby (gruntu) zmuszają obecnie analityków do stosowania metod bądź bardzo prostych, jak mechaniczne ugniatanie czy mieszanie przy użyciu tylko wody destylowanej (1, 26), bądź całkowicie nowych rozwiązań, jak np. wykorzystanie ultradźwięków (6, 32). Ponieważ stosowanie tych ostatnich jest obecnie jeszcze na etapie prób, stąd pozostaje zawsze niezawodny, chociaż bardzo pracochłonny sposób pierwszy.

Należy w tym miejscu mocno podkreślić fakt, że przy obecnych kierunkach badań (jak np. określanie zawartości pierwiastków śladowych), zarówno przy preparowaniu próbek, jak i w toku samego frakcjonowania wymagane są daleko posunięte środki ostrożności w celu zapobieżenia wszelkim zanieczyszczeniom zarówno materiału wyjściowego, jak i pro-

duktów końcowych, a więc wyodrębnionych frakcji. Począwszy od pobierania prób w terenie należy zapobiegać wszelkim zetknięciom samej gleby z przedmiotami, które mogą stanowić źródło zanieczyszczeń. Wszelkie metalowe przedmioty (łopaty, noże, świdry itp.) nie powinny być stosowane. Również używane w dalszej obróbce naczynia, mieszadła, sita i sama woda destylowana powinny spełniać warunki wysokiej czystości.

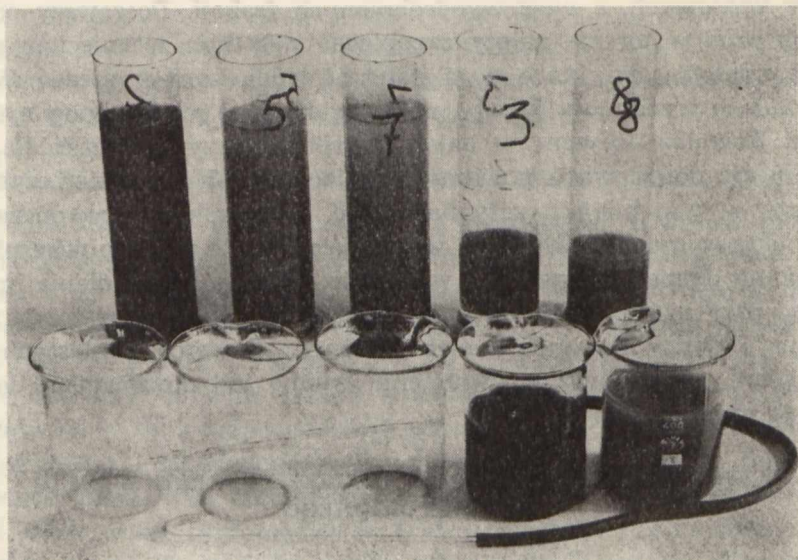
Warto w tym miejscu zasygnalizować, że wyniki nie zakończonych jeszcze eksperymentów własnych wskazują na to, że znaczne przyspieszenie procesu dyspersji cząstek, a w efekcie i samego rozdzielania, można osiągnąć przy użyciu gleby świeżo pobranej w stanie naturalnego uwilgotnienia. Dotyczy to zwłaszcza gleb cięższych, pyłowych, gliniastych i ilastych, które po całkowitym wysuszeniu trudno jest doprowadzić do całkowitego zdyspergowania.

PRZYGOTOWANIE PRÓBEK DO ANALIZY I ZESTAW SPRZĘTU LABORATORYJNEGO

Nawiązując do powyższych uwag należy zakładać, że próbki przeznaczone do frakcjonowania powinny być w zasadzie pobierane specjalnie do tego celu, zwłaszcza jeżeli w uzyskanych frakcjach planowane jest oznaczanie pierwiastków śladowych lub przy założeniu frakcjonowania utworów w stanie naturalnej wilgotności.

W razie wykorzystania gleby suchej, pobraną próbkę przesypujemy do tekturowego pudełka lub na kawałek kartonu i pozostawiamy w temperaturze pokojowej do całkowitego odparowania wody. W żadnym przypadku nie należy stosować dosuszania w suszarce, gdyż może to powodować trwałą koagulację koloidów glebowych, co w zasadzie uniemożliwia ich wyodrębnianie. Proces suszenia możemy przyspieszyć jedynie przez jak najdalej posunięte rozdrobnienie świeżo pobranej próbki.

Przy decyzji rozdzielania w stanie wilgotnym, woreczki foliowe z pobranymi próbkami należy szczelnie zawiązać i utrzymywać w tym stanie, aż do momentu analizy. Przed przystąpieniem do analizy konieczne jest wówczas oznaczenie zawartości wody metodą suszarkową, co umożliwi wyliczenie „nadwagi” na zawartość wody przy odważaniu próbki. Waga próby potrzebnej do analizy zależy przede wszystkim od składu mechanicznego utworu. Warunkuje to oczywiście frakcja występująca w minimum (np. w utworach piaszczystych udział cząstek $< 0,002$ mm). Według różnych autorów może ona wynosić od kilku do 120 g. Przeprowadzone przez Mieczyskiego (20) próby świadczą o niewielkim wpływie wielkości próby na wynik końcowy analizy, zarówno przy glebie piaszczystej, jak i gliniastej. Dla ułatwienia końcowych wyliczeń, jak również w celu uzyskiwania dostatecznej ilości materiału analitycznego z każdej wyodrębnionej frakcji przy równocześnie najniższych stratach (wynikają-



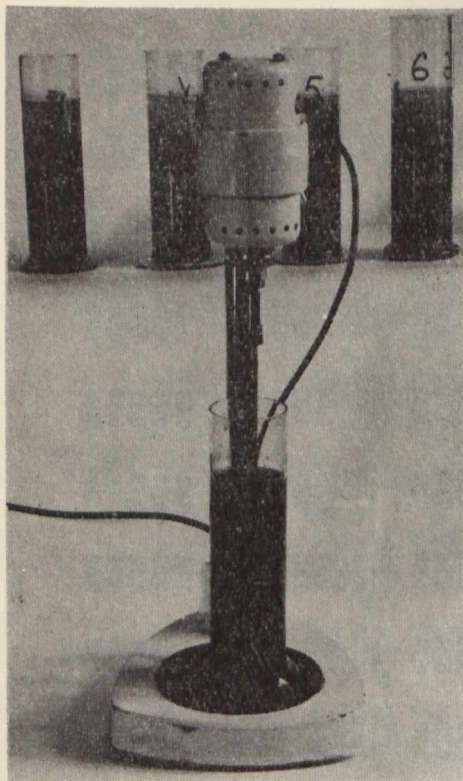
Ryc. 2. Proponowany przez autora fragment zestawu do wyodrębniania frakcji mechanicznych

A fragment of a set for isolating mechanical fractions, proposed by the author

cych w trakcie analizy) wydaje się, że proponowana naważka w ilości 100 g będzie w tym przypadku uzasadniona.

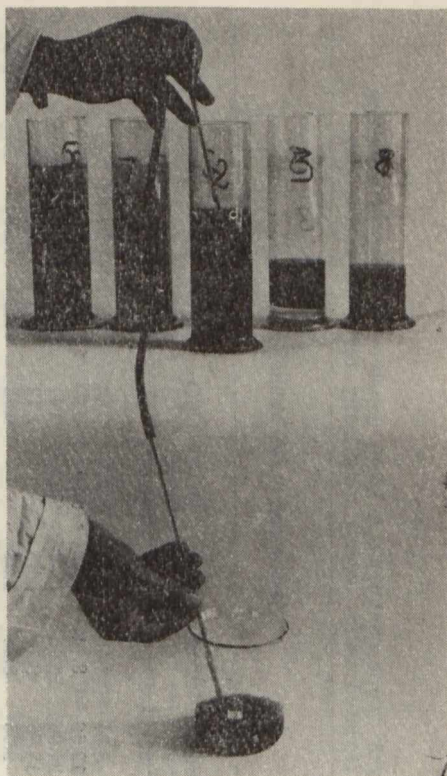
Próbki wysuszone należy rozcierać w moździerzu tłuczkiem z nasadką gumową. Ułatwia to wyodrębnienie części szkieletowych, a równocześnie uniemożliwia rozcieranie elementarnych części składowych utworu, przed czym przestrzega Mi e c z y ń s k i (21). Przy odsiewaniu szkieletu stosujemy sitko z siatki nylonowej o średnicy oczek 1 mm.

Zestaw sprzętu laboratoryjnego potrzebnego do przeprowadzenia analizy jest stosunkowo skromny. 1. Główne naczynia przeznaczone do mieszania, sedymentacji i rozdzielania mogą być w zasadzie różnej wielkości i kształtu, tym niemniej wielokrotne próby z różnymi naczyniami wykazały, że z wielu względów najbardziej przydatne są cylindry szklane o wymiarach zbliżonych do cylindra Atterberga. Dostępne w handlu cylindry o pojemności 1 lub 2 l, ucięte i oszlifowane na wysokości około 30 cm, z zaznaczeniem wysokości 20 cm od powierzchni dna nadają się najbardziej do tego celu. W porównaniu do zalecanych przez G o r b u n o w a (11) szerokich naczyń o pojemności 1—2 l, są one wygodniejsze w użyciu, bowiem umożliwiają mieszanie zawiesiny zarówno przez ręczne odwracanie dnem do góry, co bardzo ułatwia wyodrębnianie grubszych frakcji, jak również przy zastosowaniu szybkoobrotowych mieszadeł elektrycznych (ryc. 3), bez potrzeby przelewania zawiesiny do specjalnych naczyń. 2. Zlewki szklane o pojemności 400—600 ml do gromadzenia zle-



Ryc. 3. Zastosowanie mieszadła elektrycznego do mieszania zawiesiny bezpośrednio w cylindrach, używanych do szlamowania

The use of electric mixer for blending the suspension directly in cylinders used for sludging



Ryc. 4. Zlewanie zawiesiny przy pomocy lewaru

Pouring of the suspension by means of siphon

wanej zawiesiny (ryc. 2). 3. Bagietki — pręty szklane o długości 30—40 cm. 4. Mieszadła elektryczne, szybkoobrotowe ze szklanym lub plastikowym wirnikiem (ryc. 3). 5. Lewar do odbierania zawiesiny — szklana rurka o średnicy 4—6 mm, długości około 20 cm, zagięta na jednym końcu półkolistko ku górze, z założonym na drugim końcu węzłem gumowym o długości 30—40 cm, zakończonym rurką szklaną długości 30—50 cm (ryc. 4). 6. Parownice porcelanowe lub krystalizatory czy szalki Petriego o jak największej średnicy do odparowywania zawiesiny i ucierania zwilżanej gleby (ryc. 5). 7. Łaźnie wodne wielomiejscowe z termoregulacją. 8. Dwie ostatnie pozycje można w znacznym stopniu eliminować rozporządzając szybkoobrotową wirówką 3—5 tys. obrotów, wyposażoną w kufy o większej pojemności (0,5 lub 1 l).

Tab. 1. Charakterystyka chemiczna frakcji mechanicznych wyodrębnionych z kilku genetycznie różnych utworów
 Chemical characteristics of mechanical fractions isolated from several genetically different formations

Rodzaj próby	Nr utworu	Udział w utworze	Woda higroskop.	Zawartość w % suchej masy									
				SiO ₂	R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
Utwór pierwotny	1	—	0,19	87,81	6,80	3,48	2,91	0,34	0,44	0,59	0,74	0,31	0,07
	2	—	1,36	76,00	12,56	8,71	3,32	0,30	0,99	2,17	1,19	0,39	0,13
	3	—	5,26	62,19	24,08	16,93	6,20	0,73	0,41	1,63	1,19	0,26	0,12
	4	—	4,41	75,13	17,95	9,10	8,85	—	1,12	1,85	1,62	0,81	0,17
	5	—	—	72,05	9,08	8,28	1,82	—	6,32	1,42	1,82	—	0,04
Frakcja cząstek o średnicy 1—0,1 mm	1	60,3	0,03	95,18	3,99	3,66	0,28	0,02	0,17	0,43	0,44	0,19	0,03
	2	43,0	0,04	88,96	6,38	5,54	0,64	0,06	1,06	2,44	0,61	0,35	0,14
	3	0,4	0,06	98,78	1,78	0,74	0,80	0,32	0,12	0,08	0,23	0,34	0,01
	4	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1—0,05 mm	1	13,2	0,05	90,70	5,64	4,49	0,76	0,36	0,50	0,39	1,20	0,55	0,03
	2	13,2	0,12	84,56	7,20	5,27	1,65	0,33	1,37	2,87	0,87	0,52	0,08
	3	7,9	0,41	94,22	3,62	2,15	0,96	0,49	0,24	0,04	0,20	0,10	0,02
	4	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	16,2	—	85,20	5,29	4,88	0,41	—	2,86	0,57	1,39	—	0,11
0,05—0,02 mm	1	7,3	0,10	85,78	7,77	6,27	1,04	0,43	0,85	0,59	1,56	0,81	0,03
	2	7,3	0,34	72,24	14,77	7,69	2,03	0,51	0,75	0,57	2,17	0,99	0,10
	3	2,0	0,32	97,76	2,07	0,17	1,12	0,76	0,12	0,02	0,48	0,18	0,02
	4	42,7	0,30	85,47	9,58	4,85	4,74	—	0,99	0,52	1,31	0,96	ślady
	5	50,3	—	76,45	5,69	5,13	0,56	—	4,68	1,12	1,98	—	0,09

0,02—0,005 mm

1	9,0	1,63	77,52	14,84	11,47	2,59	0,74	0,64	0,53	2,15	0,76	0,05
2	8,8	0,41	72,24	14,77	11,35	2,64	0,70	4,12	1,88	2,75	1,02	0,11
3	3,5	0,63	93,16	4,74	1,97	1,45	1,30	0,14	0,07	0,98	0,23	0,02
4	8,2	1,33	81,24	13,23	7,78	5,44	—	0,92	1,18	1,46	0,91	ślady
5	14,8	—	67,10	10,08	8,96	1,12	—	8,90	2,34	2,08	—	0,09

0,005—0,002 mm

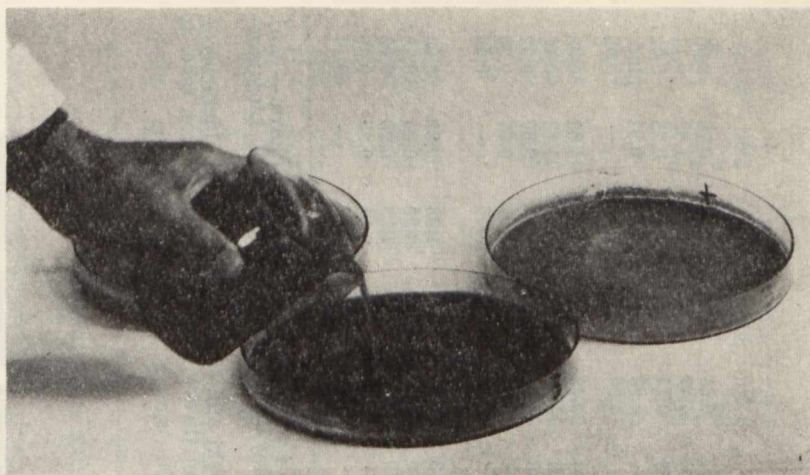
1	2,1	2,00	70,55	18,48	14,37	3,55	1,04	0,48	1,00	2,37	0,68	0,03
2	5,8	1,01	64,80	21,22	15,90	4,01	1,15	4,36	2,69	3,21	1,12	0,15
3	7,8	2,44	78,19	14,75	11,04	2,23	1,46	0,37	0,47	1,20	0,27	0,02
4	11,6	4,85	65,05	25,08	22,39	6,38	—	0,41	2,52	1,61	0,67	0,30
5	6,4	—	52,00	12,30	9,04	3,26	—	20,33	0,81	2,16	—	0,09

< 0,002 mm

1	8,1	6,86	56,36	12,03	8,73	2,79	0,43	0,24	0,83	1,38	0,82	0,08
2	21,9	6,01	49,86	24,14	15,98	7,98	0,56	1,21	2,75	2,90	0,84	0,18
3	78,4	6,46	49,58	23,17	16,39	6,16	0,52	1,15	1,63	1,13	0,29	0,10
4	34,0	10,11	53,03	37,77	25,83	11,94	—	0,50	4,22	2,14	0,25	0,36
5	12,0	—	48,94	22,48	16,46	6,02	—	13,69	1,92	1,93	—	0,10

Objaśnienia: 1 — piasek fluwioglacjalny — woj. poznańskie (wg L. Królikowskiego i współaut.), 2 — glina zwałowa — woj. olsztyńskie, 3 — il trzeciorzędowy — woj. katowickie, 4 — utwór aluwialny (mada ciężka) — Okręg Tulski (wg A. J. Liczmanowej), 5 — less — Wyżyna Lubelska (wg J. Borowca).

Explanations: 1 — Fluvio-glacial sand — poznańskie province (acc. to L. Królikowski and co-authors), 2 — Boulder-clay — olsztyńskie province, 3 — Tertiary silt — katowickie province, 4 — Alluvial formation (heavy silt) — Tulski Region (acc. to A. J. Liczmanowa), 5 — Loess — Lubelska Upland (acc. to J. Borowiec).



Ryc. 5. Naczynia stosowane przy odparowywaniu zawiesiny
Vessels used during the evaporation of the suspension

PREPAROWANIE PRÓBEK

Odważyć po 100 g gleby — utworu (przy stanie wilgotnym plus nawózka na zawartość wody). Przenieść do oznakowanych parownic porcelanowych, dodać wody destylowanej w ilości umożliwiającej uzyskanie ciastowatej masy, zamieszać bagietką i pozostawić w spokoju na kilkanaście godzin. Przy próbach wilgotnych oczekiwanie nie jest konieczne. W przypadku prób wyschniętych im dłuższy jest czas rozmakania, tym efekty są lepsze, zwłaszcza jeżeli od czasu do czasu mieszamy. Należy przy tym pamiętać, że przy glebach próchnicznych ($> 3\%$) istnieje możliwość wystąpienia procesów fermentacyjnych, co może mieć istotne znaczenie przy planowaniu frakcjonowanej analizy substancji organicznej (12, 27).

Do rozmoczonej w wodzie próby dodać tyle wody destylowanej, aby po rozmieszaniu uzyskać ciastowato-mazistą masę, którą ugniatamy (miesimy) około 30 min. Przy ugniataniu próby należy posługiwać się „ucieraczem” wykonanym z kawałka miękkiej gumy. Może to być duży korek gumowy osadzony na drewnianym trzonku. Taki „ucieracz” dobrze rozgnieci nawet najdrobniejsze agregaty glebowe, uginając się przy zetknięciu z większymi ziarnami minerałów. Jednocześnie płaska i elastyczna część robocza „ucieracza” daje dużą powierzchnię styku z naczyniem, co w efekcie znacznie przyspiesza proces peptyzacji (26).

Ugniecione próby należy przenieść do oznakowanych cylindrów, uzupełniając wodą destylowaną do kreski (20 cm). Mieszać przez 15 min. mieszadłem rotacyjnym, a w przypadku jego braku — zwykłą łaską szklaną.

WYODRĘBNIANIE FRAKcji CZĄSTEK KOLOIDALNYCH ($<0,002\text{mm}$)

Analiza szczegółów metodycznych podawanych przez różnych autorów, jak również liczne eksperymenty własne dokonywane na rozmaitych utworach wykazały, że w rozpatrywanych warunkach ($m = 100\text{ g}$, $h = 20\text{ cm}$, temp. — 20°C , c. wł. — 2,65) czas, w którym po wymieszaniu pozostają w zawieszynie tylko cząstki $<0,002\text{ mm}$, waha się dla różnych utworów od 16 do 18 godz.

Oznaczenia kontrolne (dla wszystkich frakcji) wykonane dwiema metodami (K ö h n a i areometryczną według P r ó s z y ń s k i e g o) wykazały różnice ilościowe sięgające dla niektórych frakcji do 5% (w stosunku do wagi frakcji). W większości przypadków niższy udział wykazywały frakcje wyodrębniane niż oznaczone, co jest raczej zrozumiałe, ponieważ straty powstające w trakcie obróbki próby są dosyć znaczne i mogą czasem przekraczać 7% wagi wyjściowej (11).

Tak więc — zgodnie z powyższym — zaleca się stosować dla cięższych gleb — 16 godz., średnich — około 17 i lekkich piaszczystych — 18 (nie wielkie odchylenia w jedną bądź w drugą stronę nie mają tu istotnego znaczenia).

W przypadku utworów zawierających znaczne ilości związków wapnia (lessowe, aluwialne), na skutek znacznej koncentracji tego pierwiastka, po upływie kilku godzin od momentu wymieszania następuje często całkowita koagulacja koloidów, które opadają na dno tworząc nad właściwym osadem półpłynną, ruchliwą papkę. Natomiast w górnej części cylindra pozostaje płyn słabo zmętniały, czasem prawie klarowny.

W podobnej sytuacji zaleca się ów płyn pozlewać (z pomocą lewara) do naczyń, w których mają być odparowywane koloidy, i odparować na łożni wodnej do sucha. Zabieg ten należy powtarzać dotąd, aż nadmiar związków wapnia (CaCO_3) zostanie wraz z odlewana wodą usunięty, a w wymieszanej zawieszynie koloidy będą utrzymywały się w stanie dyspersji. Jeżeli zależy nam na zachowaniu pierwotnego składu chemicznego i mineralogicznego gleby (utworu), to odparowany osad, zawierający głównie składniki rozpuszczalne w wodzie, należałoby włączyć do ogólnej masy zbieranych koloidów danej próby. W przypadku innej decyzji osad zalać gorącą wodą destylowaną zakwaszoną kilkoma kroplami HCl i przesączyć. W przesączu można oznaczyć oddzielnie zawartość poszczególnych składników rozpuszczalnych w wodzie.

Przy zlewaniu w określonym czasie zawiesziny cząstek koloidalnych (ryc. 4) należy zwracać uwagę na to, ażeby zanurzenie lewara nie było zbyt głębokie. Wprawdzie zagięty koniec lewara zabezpiecza w znacznym stopniu przed porywaniem cząstek o większej średnicy, tym niemniej wyjściowe zanurzenie lewara nie powinno sięgać głębiej niż 10 cm od powierzchni (zaznaczyć na ściankach cylindrów), a w miarę ubywania cie-

czy należy przesuwac koniec lewara coraz niżej, ale nigdy głębiej niż 3 cm ponad powierzchnię osadu (reszta zawiesiny pozostaje w cylindrze).

Po odlewarowaniu zawiesiny zawartość cylindrów uzupełniamy do kreski i po ponownym wyklóceniu pozostawiamy w spokoju do następnego zlewania. Zabieg ten powtarzamy, stosując na przemian mieszanie ręczne laską szklaną i mieszadłem obrotowym. Zazwyczaj po wykonaniu 8—10 „zlewań” zawartość cząstek w zawieszynie gwałtownie maleje, co nie zawsze wskazuje na bliskie zakończenie procesu szlamowania koloidów. Należy wówczas (po zlaniu zawiesiny) przenieść pozostałą część do płytkich porcelanowych naczyń, odparować na łaźni wodnej do stanu ciastowatej papki i ugniatać (miesić) przez 15 minut, podobnie jak przed rozpoczęciem analizy, a następnie przenieść z powrotem do cylindrów i prowadzić dalsze szlamowanie.

Ilość zabiegów ugniatania zależy od składu mechanicznego utworu. Przy piaskach i glinach lekkich wystarcza jednorazowe ugniatanie, dla glin średnich i utworów pyłowych — dwukrotne, natomiast przy glinach ciężkich i iłach — 3—4-krotne. Podobnymi względami warunkowana jest również ilość zabiegów szlamowania, która może wahać się od 5—7 w utworach piaszkowych poprzez kilkanaście w lekkich glinach i pyłach wodnego pochodzenia do kilkudziesięciu — w lessach i utworach ciężkich.

Do wyodrębniania cząstek koloidalnych z odlewanej zawiesiny wodnej można dojść kilkoma sposobami, zależnie od możliwości technicznych i planowanego kierunku badań wyodrębnionych frakcji.

1. Uniwersalnym sposobem jest wirowanie zawiesiny przy obrotach 10—15 tys. na minutę. Jednak ten sposób może być polecany tylko w przypadku dysponowania wirówką z kuwetami o pojemności przynajmniej 250 ml. Stosowanie mniejszych — przy splukiwaniu mocno przylepionego do ścianek osadu — wymaga niewiele mniej wody niż było jej przed wirowaniem. Przy przenoszeniu osadu z kuwet do parownic należy, po zlaniu klarownego płynu (który można ponownie użyć do szlamowania), zalać osad niewielką ilością ciepłej wody z tryskawki. Następnie odkrobuć osad od ścianek kuwety laską szklaną z gumową nasadką, przemieszać zagęszczoną zawiesinę do parownicy i splukujemy resztki jak najmniejszą ilością wody, ażeby ograniczyć czas odparowywania.

2. Inny sposób — polegający na strącaniu koloidów przy użyciu kwasu solnego — nie może być polecany przy założeniu, że we frakcjach będą określone właściwości fizykochemiczne (sorpcyjne).

Natomiast przy planowym oznaczaniu składu chemicznego można stosować ten sposób, gdyż przy tak niewielkim stężeniu HCl destrukcja koloidów nie zachodzi, a rozpuszczalność mineralnych składników głębokich jest niewielka i — jak wykazały badania G o r b u n o w a (11) — często niewiele przekracza ilościowo granice błędu stosowanych metod

analitycznych. Przy decyzji stosowania tego sposobu należy do każdej odlanej porcji dodać 2—3 krople stężonego HCl (dla osiągnięcia pH 3—4), lekko zamieszać laską szklaną i pozostawić w spokoju. Zwykle po kilku godzinach koloidy koaguluja i osiadają na dnie w postaci kłaczkowatego osadu. Klarowny płyn zlewamy, a pozostałość sączymy przez miękki sączek, przemywamy kilka razy wodą destylowaną celem usunięcia HCl.

Strącanie koloidów przez dodanie HCl można również przeprowadzić jednorazowo w większych naczyniach zbiorczych po całkowitym wyodrębnieniu koloidów z próby, szczególnie przy utworach lżejszych, dla których ilość szlamowań jest niewielka. Przy utworach cięższych operację tę można rozdzielić przynajmniej na kilka razy. Przemywanie osadu na sączku kończymy wówczas, kiedy koloidy zaczynają dyspergować i przechodzić do przesącza. Wtedy spłukujemy osad z sączka do parownicy i odparowujemy do sucha na łaźni wodnej w temperaturze poniżej 70°C.

3. Sposób trzeci najbardziej długotrwały polega na odparowywaniu na łaźni wodnej całej zlewanej zawiesiny w płytkich naczyniach o jak największej średnicy (ryc. 4). Temperatura zawiesiny nie powinna przekraczać 70°C.

Jeżeli planowane jest równocześnie oznaczenie zawartości składników rozpuszczalnych w wodzie, to wtedy po ostatnim odparowaniu, przenosimy osad z parownicy na sączek i przemywamy kilka razy ciepłą wodą destylowaną. Następnie osad spłukujemy z sączka do małej parowniczk i odparowujemy na łaźni wodnej do sucha (można również pozostawić na sączku aż do wyschnięcia). Wysuszone koloidy zeskrobujemy z parowniczk i do agatowego moździerza, dokładnie rozcieramy m. in. celem uśrednienia całej próby, ważymy i przesypujemy do oznakowanych szczelnie zamykanych naczynek wagowych. W przesączu możemy oznaczyć składniki mineralne, które w trakcie procesów szlamowania przeszły w formę rozpuszczalną w wodzie.

WYODRĘBNIANIE FRAKCJI CZĄSTEK 0,002—0,005 mm

Do osadu pozostałego w cylindrze dolać wody destylowanej do kreski, wymieszać dokładnie laską szklaną i pozostawić w spokoju na okres 2 godz. Po upływie tego czasu zawiesinę zlewamy do naczyń za pomocą lewaru, w podobny sposób jak przy oddzielaniu koloidów. Naczynia z odlaną zawiesiną cząstek 0,002—0,005 mm (ił pyłowy drobny) zostawiamy w spokoju na 16 godz. W tym czasie cząstki wyodrębnianej frakcji opadną na dno naczynia. Jeżeli płyn nad osadem jest w miarę klarowny, to zlewamy go ostrożnie z powrotem do właściwych cylindrów i uzupełniamy brakującą ilość do kreski. Pozostały na dnie naczyń osad wydzielonej frakcji spłukujemy do małej parownicy i odparowujemy do sucha, rozcieramy

w mózdzierzu, a następnie ważymy i przenosimy do oznakowanych naczynek szklanych.

Jeżeli po 16 godz. płyn nad osadem z naczynia okaże się zmętniały, świadczy to, że proces wydzielania koloidów nie został jeszcze całkowicie zakończony. W takim przypadku płyn znad osadu zlewamy do dużych parownic (w których odparowywano koloidy), a z osadem postępujemy jak wyżej. Przy niektórych utworach, zwłaszcza o cięższym składzie mechanicznym, zachodzi konieczność powtórzenia tej operacji kilka razy. Odparowane i wysuszone resztki koloidów należy rozetrzeć i włączyć do głównej ich masy, mieszając dokładnie całość.

Proces wyodrębniania omawianej frakcji trwa znacznie krócej niż przy koloidach i zazwyczaj nie przekracza 10 szlamowań.

WYODRĘBNIANIE FRAKCJI CZĄSTEK 0,005—0,02 mm

Oddzielenie trzeciej podfrakcji części spławialnych (ił pyłowy gruby) wykonujemy w podobny sposób, jak dwu poprzednich. Dla założonych warunków analizy czas, po upływie którego pozostają w zawiesinie cząstki mniejsze od 0,02 mm, wynosi około 12 minut. Uzupełnione wodą destylowaną cylindry z osadem mieszać przez kilkanaście odwróceń dnem do góry (otwór cylindra przykrywamy kawałkiem miękkiej gumy i dociskamy otwartą dłoń).

Odlewarowaną po 12 min. zawiesinę pozostawiamy w zlewkach na okres 2 godz. Po tym czasie wyodrębnione cząstki opadną na dno naczynia. Klarowny płyn zlewamy z powrotem do cylindrów. Spłukany do parowniczek osad suszymy i zbieramy jak poprzednio. Jeżeli po upływie 2 godz. w zawiesinie pozostaje pewna ilość cząstek z poprzednich frakcji (silne zmętnienie), to płyn zlewamy do oddzielnych naczyń i pozostawiamy do osadzenia się cząstek na przeciąg 16 godz., postępując dalej jak podano dla poprzedniej frakcji.

WYODRĘBNIANIE FRAKCJI CZĄSTEK PYŁOWYCH (0,02—0,05 i 0,05—0,1 mm)

Separację cząstek pyłu drobnego (0,02—0,05 mm) można przeprowadzić dwoma sposobami:

1. Dysponując dobrym zestawem sit o siatkach nylonowych i plastikowej oprawie, można szybko, łatwo zakończyć całą analizę na drodze przemylwania wodą destylowaną pozostałego w cylindrach osadu, przez zestaw czterech sit, ustawionych w kolumnę według następującej kolejności (od góry): 0,5 mm, 0,25 mm, 0,1 mm, 0,05 (lub 0,06) mm, zbiornik dolny (duża parownica porcelanowa).

Na górne sito zestawu przepłukane wodą destylowaną przenieść pozostały w cylindrze materiał glebowy. Przemycać zawartość sita strumieniem wody destylowanej z tryskawki tak długo, aż nastąpi całkowita

segregacja cząstek na 5 podfrakcji; zwykle zużywa się na ten zabieg 1—3 l wody. Po zakończeniu przemywania z każdego sita spłukujemy osadzone cząstki za pomocą tryskawki do oddzielnych parownic. Z pierwszego sita zbieramy piasek gruby (1—0,5 mm), z drugiego — piasek średni (0,5—0,25 mm), z trzeciego — piasek drobny (0,25—0,1 mm), z czwartego — pył gruby (0,1—0,05 mm). W zbiorniku wraz z całością wody pozostają cząstki pyłu drobnego (0,05—0,02 mm). Po odstaniu należy zlać nadmiar wody, a osady poszczególnych frakcji odparować do sucha na łaźni wodnej i przesypać do oznakowanych torebek lub naczyń wagowych.

2. Nie dysponując odpowiednim zestawem sit lub w przypadku posiadania sit o metalowych siatkach czy tylko o większych oczkach, frakcje cząstek pyłowych oddzielamy w podobny jak poprzednio sposób, a więc przez szlamowanie. Po uzupełnieniu wodą do kreski i ręcznym wymieszaniu zawiesiny (20 odwróceń dnem do góry), lewarujemy zawiesinę po upływie 1 min. i 30 sek. od chwili postawienia cylindra. Po kilkunastu minutach cząstki opadają na dno i można je szybko spłukać do parownicy i wysuszyć. Cała operacja wyodrębniania tej frakcji zwykle nie trwa dłużej niż 1 godz.

Wielokrotne próby szlamowania frakcji pyłu grubego (0,05—0,1 mm) wykazały, że przy tak krótkim czasie sedymentacji (około 30 sek.) właściwe oddzielanie tej frakcji jest wyjątkowo trudne, a w niektórych przypadkach (utwory pyłowe) wręcz niemożliwe. Dlatego też wyodrębnianie pyłu grubego, podobnie jak rozdzielanie frakcji piasku, może być przeprowadzone tylko przy pomocy sit, zgodnie z podanymi już szczegółami (po odjęciu dolnego sita).

Opisane elementy metodyczne pozwalają na rozdzielanie utworów glebowych na 8 frakcji i podfrakcji, zgodnie z obowiązującym podziałem, ustalonym przez P.T.Gleb. Jednocześnie uzyskuje się w miarę dokładny skład mechaniczny badanych utworów. Przy naważce 100 g utworu wyliczanie udziału poszczególnych frakcji jest bardzo uproszczone. Stwierdzone po podsumowaniu braki w stosunku do wagi wyjściowej wynikają głównie z ubytków powstających w trakcie zabiegów analitycznych.

Przy potrzebie wyliczenia pełnego składu mechanicznego, uzupełnia się braki przez rozdzielanie brakującej wagi na konta poszczególnych frakcji — proporcjonalnie do ich udziału w analizowanym utworze.

Ponieważ wyniki wielu przeprowadzonych analiz wykazały, że wspomniane straty na ogół nie przekraczają 2% całości próby wyjściowej, można więc założyć, że przyjęcie tej wartości jako dopuszczalnej granicy wydaje się uzasadnione.

LITERATURA

1. Ajdinjan R. H.: Wydzielenie poczwicznych kołoidów bez chemicznej obróbki. *Kołodnyj Żurnal*, t. 9, nr 1, 1947.
2. Borowiec J.: Porównanie składu i właściwości lessów występujących na obszarze Polski (Comparison of Composition and Properties of Loesses Occurring in Poland). *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B*, vol. XXV, Lublin 1970.
3. Casagrande A.: *Die Aräometr Methode zur Bestimmung Kornverteilung von Boden*, Berlin 1934.
4. Chichester F. W.: Nitrogen in Soil Organomineral Sedimentation Fractions. *Soil Sci.* 107, nr 5, 1969.
5. Dobrzański B.: Ustalenie metody oznaczania składu mechanicznego gleb. *Rocz. Glebozn.*, dodatek do t. VII, Kraków 1958.
6. Edwards A., Bremner J.: Dispersion of Soil Particles by Sonic Vibration. *Jour. Soil Ser.*, t. 18, z. 1, 1967.
7. Gedroic B.: Zawartość węgla i azotu w niektórych frakcjach gleby piaszczystej. *Rocz. Glebozn.*, dodatek do t. XV. Warszawa 1965.
8. Gessner H.: *Die Schlämmanalyse*. Leipzig 1931.
9. Giedroic K. K.: Ultramiechaniczny skład poczw. *Żurn. opyt. agrom.*, t. 21, 1923.
10. Gorbunow N. J.: Metodyka rozdzielania poczw i glin na frakcji dla rentgenograficznego i termograficznego izuczenia. *Poczwow.* nr 7, 1950.
11. Gorbunow N. J.: Metodyka przygotowania poczw. gruntów, wzniesień i osadów morza do mineralogicznego analizy. *Poczwow.* nr 11, 1960.
12. Grati W. P. i inni: Soderżanie i skład gumy oddzielnych mechanicznych frakcji w poczwach Mołdawii. *Poczwow.* nr 10, 1965.
13. Hissink J.: Die Methode der mechanischen Bodenanalyse. *Inf. Mitt. f. Bodenk.* nr 1/2, 1918.
14. Kaczyński N. A.: Metody mechanicznego i agregatnego analizy poczw. *Ak. Nauk SSSR*, Moskwa 1943.
15. Koczerina J. E.: Niektóre właściwości chemiczne i fizyczne oddzielnych mechanicznych frakcji gleby-podzolisty poczw. *Poczwow.* nr 12, 1954.
16. Kopecky N.: Beitrag zur Frage der neuen Einteilung der Körnungsprodukte bei der mechanischen Analyse. *Int. Mitt. Bodenk.* Bd. 4, nr 2/3, 1914.
17. Köhn M.: Beiträge zur Theorie und Praxis der mechanischen Bodenanalyse. *Landw. Jahr., Parey-Verlag*. Bd. 67, H. 4, Berlin 1918.
18. Królikowski L. i inni: The Physical and Chemical Properties of Separate Grain Size Fractions of Soil Parent Rocks. *Rocz. Glebozn.*, dodatek do t. XIX, Warszawa 1968.
19. Liczmanowa A. J.: Niektóre właściwości mechanicznych frakcji świetłosierowej poczw. *Poczwow.* 6, 1962.
20. Mieczyski T.: Nowa metoda analizy składu mechanicznego i dyspersji gleb (badania nad metodą analizy mechanicznej gleb. Cz. IV). *Pamiętnik PINGW w Puławach*. T. IV, cz. A, Kraków 1923.
21. Mieczyski T., Sokołowski M.: Wpływ preparowania na proces szlamowania (Badania nad metodą analizy mechanicznej. Cz. II). *Pamiętnik PINGW w Puławach*. T. IV, cz. A, Kraków 1923.
22. Musierowicz A.: Skład mechaniczny gleb i metody analizy mechanicznej. *PIWR*. Warszawa 1949.
23. Musierowicz A., Kopanicz S.: Badania nad areometryczną metodą analizy mechanicznej gleby. *Rocz. Glebozn.*, t. I, Warszawa 1950.

24. Novak S.: Zur Methodik der mechanischen Bodenanalyse. Int. Mitt. F. Bodenk. Bd. 6, nr 2/3, 1931.
25. Pankow A. M.: Dispersjonost' poczw i gruntow w zawisimosti ot razlicznych usłowij. Poczw. Inst. im. W. W. Dokuczajewa t. 10, wyp. 6, 1934.
26. Siuta J.: Mechaniczna peptyzacja koloidów glebowych (Mechanical Peptisation of Soil Colloids). Roczn. Glebozn., dodatek do t. III, Kraków 1952.
27. Słomka A.: Charakterystyka związków próchnicznych w różnych frakcjach mechanicznych polskich czarnoziemów. Praca magisterska (maszynopis.) Lublin 1972.
28. Stoilow G., Antanasow J.: Razpriedielenije marganca, železa, kobalta i miedi w miechaniczeskich frakcyjach czernozoma-smonicy. Izw. Timiriazew. Sielschoz. Akad. nr 3, 1971.
29. Odén E.: Eine neue Methode zur Bestimmung der Kornverteilung in Suspensionen. Koll.-Ztschr. XVIII, nr 2, 1918.
30. Uziak S.: Skład chemiczny frakcji ilastej gleb wytworzonych z utworów pyłowych różnego pochodzenia oraz glin zwałowych (Chemical Composition of the Clay Fraction of Soils Formed from Silt Deposits of Various Origin and from Glacial Till). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XXIV, Lublin 1969.
31. Van Zyl J.: Der Atterbergsche Schlammcylinder. Int. Mitt. f. Bodenk. nr 1/2, 1918.
32. Watson R.: Ultrasonic Vibrations as a Method of Soil Dispersion. Soils and Fertilizers., t. 34, nr 2, 1971.
33. Die automatische Korngrößenmessung mit Hilfe der Sedimentationswaage. Industrieanzeiger Nr 68, s. 75—80, 1961.

РЕЗЮМЕ

О составе и свойствах механических фракций, выделенных из минеральных почвенных образований, нам известно, пока, относительно мало. Тем не менее итоги многонаправленных исследований начатых в последние годы свидетельствуют о том, что этот вопрос вызывает большой интерес (2, 4, 7, 12, 18, 19, 27, 28).

Как вытекает из пока неопубликованных материалов автора, это направление почвоведческих исследований, в ближайшем будущем сулит большие надежды, особенно из-за исключительно широкого круга возможных для получения информации.

Критическая оценка актуального положения в этом отношении позволяет констатировать, что значительное опоздание и относительно слабый прогресс исследований в этой отрасли знаний связан прежде всего с методическими трудностями, а особенно с отсутствием унифицированных аналитических правил, касающихся самого выделения из почвенного образования частиц определённых размеров.

Полное отсутствие публикации на эту тему на польском языке, при одновременном большом спросе на такие работы, побудили автора заняться этим вопросом и выдвинуть конкретные предложения основанные в большой мере на собственных опытах.

В связи с открывающимися большими возможностями предпринять новые направления исследований, разделённого по фракциям почвенного материала

и грунта (физические и физико-химические свойства, микроэлементы, органическая субстанция), как самая операция диспергирования, так и соответствующее разделение следует проводить исключительно при механической обработке проб и только при участии дистиллированной воды.

Всесторонний анализ методических деталей описываемых разными авторами, а также многие эксперименты автора, проведенные на разных отложениях показали, что при воспринятых параметрах (вес исходной пробы — 100 г, высота столба жидкости — 20 см, темп. — 20°C, удельный вес анализируемого материала 2,6—2,7 г/см³), можно применять следующие периоды седиментации при выделении отдельных групп частиц:

- 1) фракция <0,002 мм — 16—18 часов (зависимо от механического состава),
- 2) фракция 0,002—0,005 мм — 2 часа,
- 3) фракция 0,005—0,02 мм — 12 минут,
- 4) при решении выделения фракции 0,02—0,05 мм методом промывания — 1 мин. 30 сек.

Остальные более крупные фракции (0,05—0,1; 0,1—0,25; 0,25—0,5; 0,5—1,0 мм) разделяются через промывание дистиллированной водой на нейлоновом сите с соответствующими размерами ячеек.

При разделении почвенного или грунтового материала описанным методом, потери возникающие из убытка в процессе аналитических операций не должны превышать 2% веса исходной пробы.

ОБЪЯСНЕНИЯ ТАБЛИЦ И РИСУНКОВ

Табл. 1. Химическая характеристика механических фракций выделенных из нескольких генетически разных образований.

Рис. 1. Кривые седиментации отложений: пылевого и глинистого (составленные по сгущенным измерениям аэрометром).

Рис. 2. Предлагаемый автором фрагмент устройства для разделения механических фракций.

Рис. 3. Применение электрической мешалки для взмешивания суспензии непосредственно в цилиндрах, используемых для промывания.

Рис. 4. Слив суспензии при помощи ливера.

Рис. 5. Посуды применяемые при выпаривании суспензии.

SUMMARY

So far we know relatively little about the composition and properties of granulometric fractions separated from mineral soil formations. Nevertheless, the results of multidirectional studies initiated in recent years prove that at present this problem arouses a growing interest (2, 4, 7, 12, 18, 19, 27, 28).

The unpublished materials obtained in the course of the author's research in this field suggest that there are prospects for quick progress in pedological studies in the coming years, especially owing to the possibilities of obtaining an exceptionally large mass of information.

A critical estimation of the present-day situation in this respect suggests that considerable backwardness and a relatively small progress in research in this field are connected with, first of all, methodical difficulties, and especially with lack of uniform procedures of separation of the particles with definite sizes from the soil formation.

A complete lack of publications on that subject in Polish with a simultaneous great demand for them have induced the author to discuss problem and to make specific suggestions largely based on his own experiments.

In connection with good prospects of undertaking new types of studies on fractional soil and rock material (physico-chemical properties, microelements, organic substance), both the process of dispersion and that of separation itself ought to be carried exclusively through mechanical treatment of the sample and only with the use of distilled water.

An exhaustive analysis of methodical details given by various authors, as well as numerous experiments carried out by the author on various formations showed that at the parameters assumed (the weight of the initial sample 100 g, the height of liquid layer 20 cm, temp, $+20^{\circ}\text{C}$, specific gravity of the material analysed $2,6-2,7 \text{ g/cm}^3$) the following times of sedimentation can be used for separating the particular groups of particles:

- 1) fraction $< 0,002 \text{ mm}$ — 16—18 hrs (according to the granulometric composition),
- 2) fraction $0,002-0,005 \text{ mm}$ — 2 hrs,
- 3) fraction $0,005-0,02 \text{ mm}$ — 12 min,
- 4) when the separation of the fraction $0,02-0,05 \text{ mm}$ is done by sludging — 1 min 30 sec.

The remaining coarser fractions ($0,05-0,1$; $0,1-0,25$; $0,25-0,5$; $0,5-0,1 \text{ mm}$) are isolated through washing with distilled water on nylon sieves with meshes of appropriate sizes.

During the separation of either soil or rock material by means of the described method the losses resulting from diminution during the analytic procedure should not exceed 2 per cent of the weight of the initial sample.

1. J. K. KILPATRICK, J. W. WALLACE: The effect of the concentration of the solution on the rate of polymerization of styrene in benzene.	1
2. J. KILPATRICK, J. W. WALLACE: The effect of the concentration of the solution on the rate of polymerization of styrene in benzene.	1
3. J. KILPATRICK, J. W. WALLACE: The effect of the concentration of the solution on the rate of polymerization of styrene in benzene.	1
4. J. KILPATRICK, J. W. WALLACE: The effect of the concentration of the solution on the rate of polymerization of styrene in benzene.	1
5. J. KILPATRICK, J. W. WALLACE: The effect of the concentration of the solution on the rate of polymerization of styrene in benzene.	1
6. J. KILPATRICK, J. W. WALLACE: The effect of the concentration of the solution on the rate of polymerization of styrene in benzene.	1
7. J. KILPATRICK, J. W. WALLACE: The effect of the concentration of the solution on the rate of polymerization of styrene in benzene.	1
8. J. KILPATRICK, J. W. WALLACE: The effect of the concentration of the solution on the rate of polymerization of styrene in benzene.	1
9. J. KILPATRICK, J. W. WALLACE: The effect of the concentration of the solution on the rate of polymerization of styrene in benzene.	1
10. J. KILPATRICK, J. W. WALLACE: The effect of the concentration of the solution on the rate of polymerization of styrene in benzene.	1

ANNALES UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA

Nakład 950+25 egz., ark. wyd. 16, ark. druk. 13+4 wkl. ryc. + 3 wkl. fot.
 Pap. druk. sat. kl. III, B-5, 80 g.
 Oddano do składu w grudniu 1975 r., podpisano do druku w listopadzie 1976 r., wydrukowano w grudniu 1976 r.
 Cena zł 50,—
 Tłoczono w Drukarni UMCS w Lublinie, nr zam. 6/76, D-8.

ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE SURVEY

It is to be noted that the results of the survey are given in the following table.

The results are given in the following table.

The results are given in the following table.

The results are given in the following table.

The results are given in the following table.

The results are given in the following table.

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA

VOL. XXVIII

SECTIO B

1973

-
1. J. Buraczyński, J. Wojtanowicz: Nowe profile lessowe Grzędy Sokalskiej.
New Loess Profiles on the Sokal Range.
 2. A. Malicki, J. Morawski: Ciężkie minerały opoki oraz lessu w okolicy Lublina.
Heavy Minerals of Gaize and Loess in the Vicinity of Lublin.
 3. R. Turski, M. Flis-Bujak, Z. Dobrzańska: Próba określenia zróżnicowania procesów w glebach nalessowych Wyżyny Lubelskiej podczas holocenu.
An Attempt to Define the Differentiation in Loess Soil Processes on the Lublin Upland during the Holocene.
 4. K. Pękala: Budowa i rozwój średniej terasy Sanu w Babicach.
The Structure and Development of the San Middle Terrace in Babice.
 5. M. Harasimiuk, A. Henkiel: Grawitacyjne struktury pseudotektoniczne w niszy osuwiska w Duszatynie.
Pseudotectonical Gravitational Structures in the Rock Scarp of the Duszatyn Landslide (Polish East Carpathians).
 6. J. Repelewska-Pękalowa: Współczesne procesy morfogenetyczne na zwałach kopalnianych (na przykładzie odkrywkowej kopalni siarki w Piasecznie).
Contemporary Morphogenetic Processes in Quarry Dumps (Using the Sulphur Quarry in Piaseczno as an Example).
 7. J. Buraczyński, Z. Michalczyk: Denudacja chemiczna w dorzeczu Białej Łady.
Dénudation chimique dans le bassin de la Biała Łada.
 8. W. Zinkiewicz, A. Zinkiewicz: Stosunki klimatyczne województwa lubelskiego.
Climatic Conditions of the Lublin Province.
 9. J. Kossowski: Pogoda bezchmurna w Polsce.
Cloudless Weather in Poland.
 10. R. Jedut: Metodyczne aspekty regionalizacji na przykładzie produkcji roślinnej.
Methodical Aspects of Regionalization Using Plant Production as an Example.

ANNALE
UNIVERSITATIS MARIAE C
LUBLIN—POL
VOL. XXVIII
SECTIO B

Biblioteka Uniwersytetu
MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ
w Lublinie

4052 29

CZASOPISMA

1974

11. T. Szczepanik: Przemysł spożywczy Lublino-
wską regionu.
The Lublin Food Industry and Its Connections with the Raw Materials
Base of the Region.
12. S. Surdacki: The Geographical Range and Distribution of the Genus *Apis* L.
Bees.
Zasięg i rozmieszczenie geograficzne pszczoł rodzaju *Apis* L.
13. D. Riabinin, S. Riabinin: Badania nad fenologią biocenoz górskich. Cz. II.
Zagadnienia fenologii porównawczej.
Studies on the Phenology of Mountain Biocenoses. Part. II. The Problem
of Comparative Phenology.

Adresse:

UNIWERSYTET MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ

BIURO WYDAWNICTW

Plac Litewski 5

20-080 LUBLIN

POLOGNE

Cena zł 50,—