ROCZNIKI GLEBOZNAWCZE, T. XV, z. 1 WARSZAWA 1965

TOMASZ KOMORNICKI, BOLESŁAW ADAMCZYK, JÓZEF JAKUBIEC,
JAN KUBISZ, KRYSTYNA OLEKSYNOWA, JÓZEF TOKAJ

MINERAŁY ILASTE GLEB WYTWORZONYCH ZE SKAŁ GÓRNOTRIASOWYCH W TATRACH

Katedra Gleboznawstwa WSR Kraków, Akademia Górniczo-Hutnicza Kraków

WSTĘP

Obecność minerałów ilastych w glebach była od dawna znana, ale dopiero przed trzydziestu kilku laty bezpośrednio udowodniono ich obecność i skład za pomocą metod rentgenowskich i termicznych. Od tego czasu zastosowanie tych metod było coraz częstsze w badaniu glebowej substancji ilastej, jakkolwiek nie powszechne ze względu na konieczność daleko posuniętej specjalizacji. W Polsce badania minerałów i skał ilastych były przed wojną prowadzone wyłącznie przez mineralogów i petrografów, przy czym z reguły nie dotyczyły one gleby. Po wojnie, prócz prac T o k a r s k i e g o [10], który zajął się szczególnie glebami, pojawiają się pojedyncze publikacje o ilastej substancji gleb [5, 7, 12, 13].

Jeśli idzie o gleby terenów górskich, to badania w omawianym tu zakresie są na ogół rzadkie. Samo zagadnienie wietrzenia skał było przez różnych uczonych badane dość obszernie i na brak literatury petrograficznej, dotyczącej wietrzenia, nie można się uskarżać. Chociaż w terenach górskich właśnie łatwiej zaobserwować i badać wietrzenie i powstawanie minerałów ilastych, trzeba podkreślić, że używanie metod przede wszystkim chemicznych nie jest wystarczające do identyfikacji minerałów ani też do jakiejś prostej interpretacji wyników. Toteż w niniejszych rozważaniach chcemy prace dotyczące substancji ilastej gleb terenów górskich ograniczyć zakresowo do publikacji, które zajmują się identyfikacją minerałów ilastych za pomocą metod nie tylko chemicznych, i to w glebach, a nie tylko w skałach.

Przykładowo przytoczymy tu publikację szwajcarską [3] dla gór Jura i radziecką dla Karpat [2]. W Polsce istnieje zdaje się tylko jedna pu-

blikacja [7]; wynika z niej, że najpospolitszym w Karpatach minerałem ilastym jest illit, a montmorylonit i kaolinit są ilościowo drugorzędne. O ile dane z innych gór i innych warunków otoczenia są z wymienionymi porównywalne, to można zaryzykować następujące uogólnienie: illit jest minerałem ilastym, który jest najczęściej w przewadze w ilastej substancji gór Europy.

Chcąc stwierdzić, jakie minerały ilaste znajdują się w glebach Tatr, uważaliśmy, że badania te można połączyć z próbą przestudiowania przebiegu wietrzenia. Ze względu na tworzenie się gleb dość prymitywnych i stosunkowo mało rozwiniętych, stale odmładzanych, można się spodziewać, że w warunkach panujących w środowisku górskim minerały ilaste powinny być w glebie takie same jak w skale macierzystej. A więc powinno zachodzić raczej „dziedziczenie" substancji ilastej [6] niż tworzenie się nowej.

Przy badaniach wstępnych nasuwa się również celowość badania gleb wytworzonych ze skał macierzystych, bogatych w substancję ilastą, aby ułatwić porównanie; do skał takich należą na przykład skały górnego triasu (kajpru), które są tym bardziej do tego celu stosowne, że są w strefie reglowej często spotykane. W ich obrębie jest możliwe porównanie z mało ilastym piaskowcem.

SKAŁA MACIERZYSTA

Skały kajprowe reprezentowane są najczęściej przez czerwone iłowce (lub mułowce), niekiedy zielonoszare lub pstre, nieraz łupkowate, oraz przez towarzyszące im jasne piaskowce kwarcytowe. Skały te opisywał i analizował Kuźniar [4]; autor ten stwierdził znaczną rozpuszczalność w gorącym 10% kwasie octowym czerwonego iłowca kajprowego z Polany Białego, przypisując mu na tej podstawie charakter zbliżony do terra rossa. Autor ten wiąże powstanie iłowców czerwonych ze zjawiskami krasowymi w górnym triasie. Podaje on ponadto przybliżony skład mineralny tej skały, wyliczony z analizy chemicznej: kwarzec, krzemionka i apatyt łącznie 50%, wodzian glinu 18%, tlenki żelaza 10%, węglany wapnia i magnezu 30% (razem 108%). Piaskowiec badał Kuźniar tylko mikroskopowo stwierdzając, że jest on właściwie arkozą, niekiedy zbliżoną do piaskowca kwarcytowego; prócz bardzo licznego kwarcu występuje obficie oligoklaz detrytyczny, rzadziej zaś ortoklaz. W spoiwie jest serycyt z drobnym kwarcem, z rzadka kalcyt oraz nieco zserycytyzowanego kaolinu; są wskazówki na to, że zaszła częściowa sylifikacja (występuje wtórny kwarzec).

Turnau-Morawska [11] również opisuje czerwony iłowiec i jasny piaskowiec i to nawet z przełęczy w Grzybowcu, gdzie umiejsco-

wione są nasze profile gleb (jej punkt VII i VIII). Czerwony iłowiec jest niewyraźnie łupkowaty; wykonanie szlifu było niemożliwe, ponieważ silnie ilasta skała nie dała się napoić balsamem kanadyjskim na gorąco. Chemicznie zbadała autorka tylko rozpuszczalność Fe_2O_3 i Al_2O_3 w kwasie solnym (odpowiednio 8,18 i 1,79%; R_2O_3 nie rozpuszczalnych w kwasie nie oznaczała). U Kuźniara odpowiednie dane były 7,65 i 0,13%, przy czym nie dotyczyły one skały z tego samego miejsca; nasze dane to 9,47 i 8,25%. Inny podobny mułowiec ilasty z Doliny Strążyskiej (koło Hali), zbadany pod mikroskopem przez Turnau-Morawską, składał się z kwarcu, przypuszczalnie z domieszką skaleni (razem 42% obj.), muskowitu, bladozielonego chlorytu (razem 36%), wyblakłego biotytu, tlenków żelaza (razem 22%); prócz tego były żyłki kalcytu z drobnym kwarcem, nie uwzględnione jednak w składzie mineralnym.

Piaskowiec kwarcytowy spod Łysanek opisuje wspomniana autorka jako jasny, bardzo zwięzły, silnie zlewny; pod mikroskopem widać łuseczki serycytu, pozazębiany kwarzec ze śladami obwódek regeneracyjnych; łyszczyki skąpe, łuseczkowate, silnie dwójłomne, często przerośnięte tlenkami żelaza; zdarza się blaszka muskowitu, z rzadka turmalin i cyrkon. Przybliżony skład mineralny: kwarzec 86%, kwarzec w drobnoziarnistych skupieniach 4%, okruchy skał kwarcowych 4%, mikroklin i mikropertyt 2%, serycyt 4%, tlenki żelaza 2% (razem 100% obj.). Piaskowiec ten jest więc znacznie mniej zbliżony do szarogłazu lub arkozy niż ów opisywany przez Kuźniara [4]. Ma on średnią wielkość ziarna 0,18 mm, z wahaniami od 0,04 do 0,5 mm.

Wykonane i zbadane przez nas cienkie szlify dały podobne obrazy. Piaskowiec kwarcytowy jest pod mikroskopem zupełnie podobny do fot. 1 na planszy 6 u Turnau-Morawskiej [11] i odpowiada przytoczonemu wyżej w skrócie opisowi. Średnia wielkość ziarna wypadła u nas 0,17 mm, z wahaniami od 0,075 do 0,34 mm. Jedyną większą różnicą jest występowanie pojedynczych drobnych porów; nasze szlify i analizy dotyczą bowiem grubych odłamków nieco nadwietrzałego szkieletu z najgłębszych poziomów profilu glebowego I (patrz niżej). Przy orientacyjnym badaniu składu mineralnego metodą planimetryczno-punktową znaleźliśmy 1% objętości porów.

Szlif czerwonego iłowca dawał następujący obraz mikroskopowy: okrągławe ziarna kwarcu o największej długości ok. 30—75 mikronów, rozsiane nieregularnie w drobnoziarnistym, jakby drobniutko marmurkowatym brunatnym tle; w niektórych częściach szlifów odstępy między opisanymi ziarnami kwarcu wynosiły 100—120 mikronów (wahania od 20 do 150 mikronów), w innych odstępy te były znacznie większe; miejscami nieregularne plamy ciemnordzawe tlenków żelaza. Ziarenka tła mają rozmiary poniżej 5 mikronów; przy skrzyżowanych nikolach roz-

świetlają one pole widzenia, dając dość wysokie barwy interferencyjne; jest to więc zapewne kalcyt lub dolomit, może także serycyt.

Analizy chemiczne opisanych skał podajemy w tab. 2, pod I-4, I-5, II-6 (patrz również rozdział „Technika przygotowania próbek").

GLEBY

Spośród 14 opisanych i zbadanych wstępnie profilów glebowych wybrano do badań szczegółowych tylko dwa. Głównym kryterium przy wyborze było tworzenie się gleby z jednorodnej skały macierzystej; nadto wybrano profile tak usytuowane, by wyniki badań nie były zaciemnione przez zjawisko zmywu lub namywu obcego materiału. Co do jednorodności skały macierzystej należy zauważyć, że czerwone iłowce i jasne piaskowce nieraz występują w postaci mieszanej, zwłaszcza na zboczach, i że jakkolwiek nierzadko spotyka się gleby wytworzone z czerwonego iłowca bez domieszki piaskowca, to gleby wytworzone z piaskowca bez domieszki iłowca są dość rzadkie. Bliskie siebie położenie profilów I i II zapewniało również jednakowe warunki otoczenia, tj. podobieństwo elementów klimatu i roślinności. Oto opisy profilów:

P r o f i l I. Skłon Przełęczy w Grzybowcu po stronie Doliny Małej Łąki, 1270 m n.p.m., małe, płaskie wyniesienie. Skała macierzysta — piaskowiec kwarcytowy kajpru. Roślinność — las świerkowy 40—60-letni, zbiorowisko *Piceetum tatricum,* w runie pokrycie ok. 40%.

A_{00} — 0,2 cm, ściółka świerkowa,

A_0 — 2—10 cm, czarniawy poziom próchniczno-torfiasty,

A_1/A_2 — 10—17 cm, ciemnopopielata próchniczna glina średnia, ok. 70% okruchów piaskowca,

A_2/B — 17—50 (60) cm, rumosz skalny z popielatą gliną średnią, ok. 80% szkieletu,

C — od 50 cm, lity szary piaskowiec, spękany w duże bloki.

Typ: gleba bielicowa leśna, słabo zbielicowana.

P r o f i l II. Przełęcz w Grzybowcu od strony Doliny Małej Łąki, opodal skrzyżowania szlaków turystycznych na Giewont i do Małej Łąki i Hali Strążyskiej; 1310 m n.p.m., spad 7° NE. Skała macierzysta — czerwony iłowiec kajpru. Roślinność — młodnik świerkowy ok. 10—20-letni, zadrzewienie 0,9—1,0; zbiorowisko *Piceetum tatricum,* runo tylko sporadycznie. Pojedynczo stare, zmurszałe, duże pnie.

A_{00} — 0—2 cm, ściółka świerkowa,

A_1 — 2—4 (5) cm, szaroczerwonawy poziom próchniczny, glina średnia pylasta,

$A_1(B)$ — 4—20 cm, ceglasta glina ciężka, wilgotna, ziarnisto-orzechowata, pulchna,

(B) — 20—40 cm, jak wyżej, glina ciężka bardziej zwięzła, 5% żwiru iłowca,

$(B)C$ — 40—70 cm, ceglastofiołkowy żwir gliniasty, 85—90% żwiru iłowca, umiarkowanie wilgotny, korzeni brak,

C_1 — 70—105 cm, jak wyżej, lecz więcej frakcji kamieni, wilgotny,

C_2 — 105—154 cm, jak wyżej, ok. 30% frakcji kamieni, prawie mokry,

C_3 — od 154 cm, częściowo zwietrzały czerwony iłowiec, prawie mokry.

Typ — gleba pseudobrunatna (bielicowa) leśna.

Gleba biologicznie płytka (korzenie tylko do 40 cm). Słabe zbielicowanie zaznacza się głównie w kwaśnym odczynie do metra głębokości. Nie ma butwiny charakterystycznej w profilu I. Nieobecność poziomu eluwialnego na czerwonym tle iłowca jest już opisana i wyjaśniona kwasoodpornością czerwonego barwnika przez A d a m c z y k a [1] na podobnym materiale.

Niektóre dane analityczne przedstawiono w tab. 1.

T a b e l a 1

Niektóre właściwości badanych gleb - Some properties of the soils

Poziom Horizon	Głębokość w cm Depth in cm	Skład mechaniczny w procentach Mechanical composition in percent							pH (H_2O)	C org. %	Subst. organ. Organic matter %
		szkielet stones	części ziemiste - fine earth								
			1,0-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	<0,002			
Profil I - Profile I											
A_o	2-10		poziom butwinowy - raw humus						3,5	39,5	68,0
A_1/A_2	10-17	70	33	15	10	15	10	17	3,7	4,4	7,6
A_2/B	17-50	80	31	17	11	14	10	17	3,8	n.o.	n.o.
C	od 50	100	podłoże skalne - rock substratum								
Profil II - Profile II											
A_1	2- 4	+	25	13	20	10	7	25	4,1	10,2	18,0
$A_1/(B)$	4-20	5	20	11	12	17	15	25	4,5	3,4	5,9
(B)	20-40	5	21	7	13	18	18	23	5,0	n.o.	n.o.
$(B)/C$	40-70	85	41	10	10	13	12	14	5,1	n.o.	n.o.
C_1	70-105	90	39	7	12	14	10	18	5,4		
C_2	105-154	95	49	10	10	9	8	14	7,2		
C_3	od 154	100	podłoże skalne - rock substratum								

Uwaga - Notice: C org. - C utlenialny x 1,42
C org. - oxidable C x 1,42
n.o. - not determined

TECHNIKA PRZYGOTOWANIA PRÓBEK

Szczegółowym badaniom poddawana była tylko frakcja spławialna, tj. ziarna mniejsze od 1,6 mikrona (patrz niżej). Frakcję tę wyosabniano z próbek gleb przez szlamowanie w wodzie destylowanej z małym dodatkiem amoniaku (ok. 1 ml 25% NH_3 na litr wody) w celu lepszego zdyspergowania iłu i próchnicy. Po wykłóceniu zawiesiny i upływie 24 godz. dekantowano warstwę cieczy do 20 cm; czynność tę powtarzano wielokrotnie dopóty, dopóki ciecz po upływie doby nieznacznie tylko opalizowała. Zawiesinę odparowywano na łaźni wodnej, otrzymaną frakcję koloidalną rozdrabniano w moździerzu aż do przejścia przez sito 0,2 mm.

Próbki skał macierzystych traktowano w podobny sposób. Próbkę czerwonego iłowca po mechanicznym rozdrobnieniu po prostu szlamowano jak wyżej (próbka II-6). Próbkę piaskowca najpierw mielono, odsiewając w czasie tej pracy grubsze ziarna kwarcu, aby materiał ilasty mechanicznie obetrzeć, nie kumulując kwarcu. Materiał tak otrzymany nazywa się poniżej próbką I-5. Okazało się jednak, że zawiera ona za dużo kwarcu, wobec czego większą próbkę skały (ok. 0,5 kg z domieszką szkieletu z poziomu A_2B) po dokładnym oczyszczeniu zewnętrznym rozdrobniono do paromilimetrowego grysiku i przez kilka godzin mieszano z wodą w porcelanowym zbiorniku młyna kulowego, lecz bez kulek; po oddzieleniu grubego kwarcu otrzymana zawiesina była szlamowana jak wyżej. W ten sposób powstała próbka I-4.

Do analiz chemicznych używano próbek frakcji koloidalnej nie oczyszczonej. Materiał do analiz termicznych i rentgenowskich był jeszcze pozbawiany substancji organicznej i węglanów. W tym celu próbkę frakcji koloidalnej traktowano na łaźni wodnej 6—12% wodą utlenioną aż do ustalenia się jasnego zabarwienia, po czym kilkakrotnie dekantowano po odwirowaniu z wodą (w celu usunięcia soli pochodzących z utlenionej próchnicy). Próbki zawierające węglany poddawano przed dekantacją dodatkowo przez 24 godz. działaniu 1% kwasu octowego na zimno (w stosunku 100 ml kwasu na 1 g frakcji koloidalnej), mieszając co pewien czas; w zdekantowanym kwasie oznaczano Si, Fe, Al, co pozwoliło stwierdzić, że postępowanie to prawie zupełnie nie naruszało substancji ilastej (tylko nieznaczne ilości glinu w roztworze). Przy dekantacji po odwirowaniu z wodą starano się również usunąć powstały octan wapnia lub magnezu. Następnie próbki w ten sposób oczyszczone suszono i rozdrabniano jak wyżej.

METODY ANALITYCZNE

Analizy chemiczne były robione osobno dla substancji rozpuszczalnej w kwasie solnym i osobno dla części nierozpuszczalnej. Uzasadnienie takiego postępowania będzie przedstawione w osobnej publi-

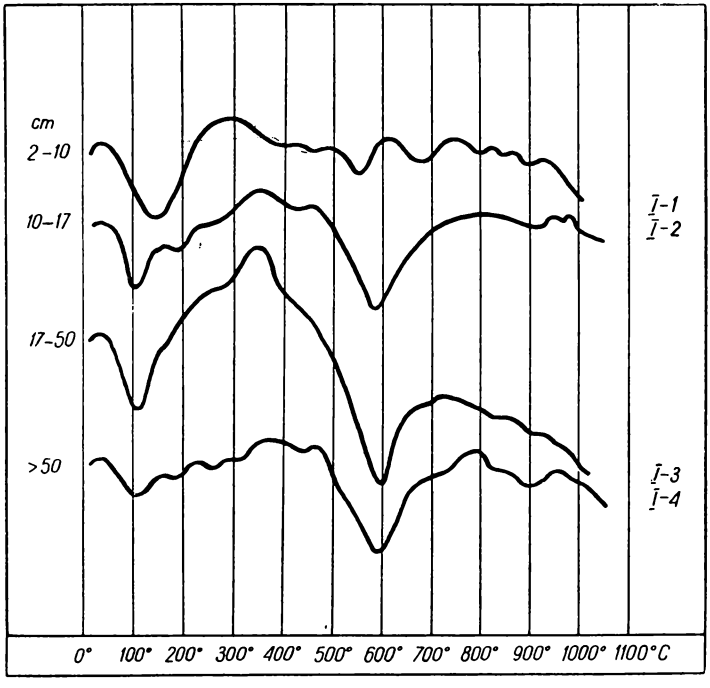
Tabela 2

Skład chemiczny frakcji koloidalnej (nie oczyszczonej) w procentach - Chemical composition of colloidal fraction (not purified) in percent

Nr próbki / Sample No. / Składniki / Constituents	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	II-1	II-2	II-3	II-4	II-5	II-6
Frakcja nierozpuszczalna w gorącym HCl (1:1) po 24 godz. - Fraction insoluble in hot HCl (1:1) after 24 hours											
SiO_2	2,20	28,10	31,20	36,75	89,87	9,74	26,12	30,79	24,49	27,75	29,60
Al_2O_3	1,93	6,94	11,20	14,10	2,65	2,15	1,18	3,18	3,00	1,95	1,75
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10
K_2O	0	0	0	4,31	0	0	0	0	0	0	0
Frakcja rozpuszczalna w gorącym HCl (1:1) po 24 godz. Fraction soluble in hot HCl (1:1) after 24 hours											
SiO_2	3,41	26,49	19,92	11,85	4,11	28,01	20,40	13,85	17,65	18,45	17,50
TiO_2	0,15	0,16	0,15	0	0	0,54	0,50	0,46	0,36	0,36	0,36
Al_2O_3	0,44	12,54	9,50	9,20	1,09	17,38	21,50	17,75	21,64	16,88	9,47
Fe_2O_3	0,68	4,70	4,25	5,50	0,85	6,55	7,85	8,75	6,75	11,25	8,25
P_2O_5	0	0	0	0	0	0,12	0,03	0,04	0,10	0,10	0,11
MnO	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0
CaO	0,76	0,45	0,75	0,88	0,22	0	0,13	0,25	1,00	1,25	8,25
MgO	1,01	2,17	1,13	0,75	0,22	5,12	2,45	1,25	2,25	2,87	6,12
K_2O	0,49	2,76	1,24	2,75	0,32	2,22	2,24	3,18	5,60	4,49	3,88
Na_2O	0,43	0,33	0,57	0,83	0,25	0,61	0,60	0,88	1,35	0,50	ślad
SO_3	0,69	0,57	2,32	0,70	0,37	1,09	1,11	0,69	2,19	3,24	0,88
CO_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,24
H_2O (105°)	10,46	2,14	2,85	1,03	0,04	3,45	3,31	2,50	2,50	3,26	0,79
Strata żar. / Loss on ignit.	77,18	12,14	15,21	11,55	0,91	8,98	8,46	13,31	9,57	8,20	0,84
Subst.org. / Organ.subst.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	13,91	3,23	4,36	2,17	2,04	0,44
Suma - Total	99,83	99,49	100,29	100,20	100,90	99,90	100,00	100,69	100,62	100,23	99,58

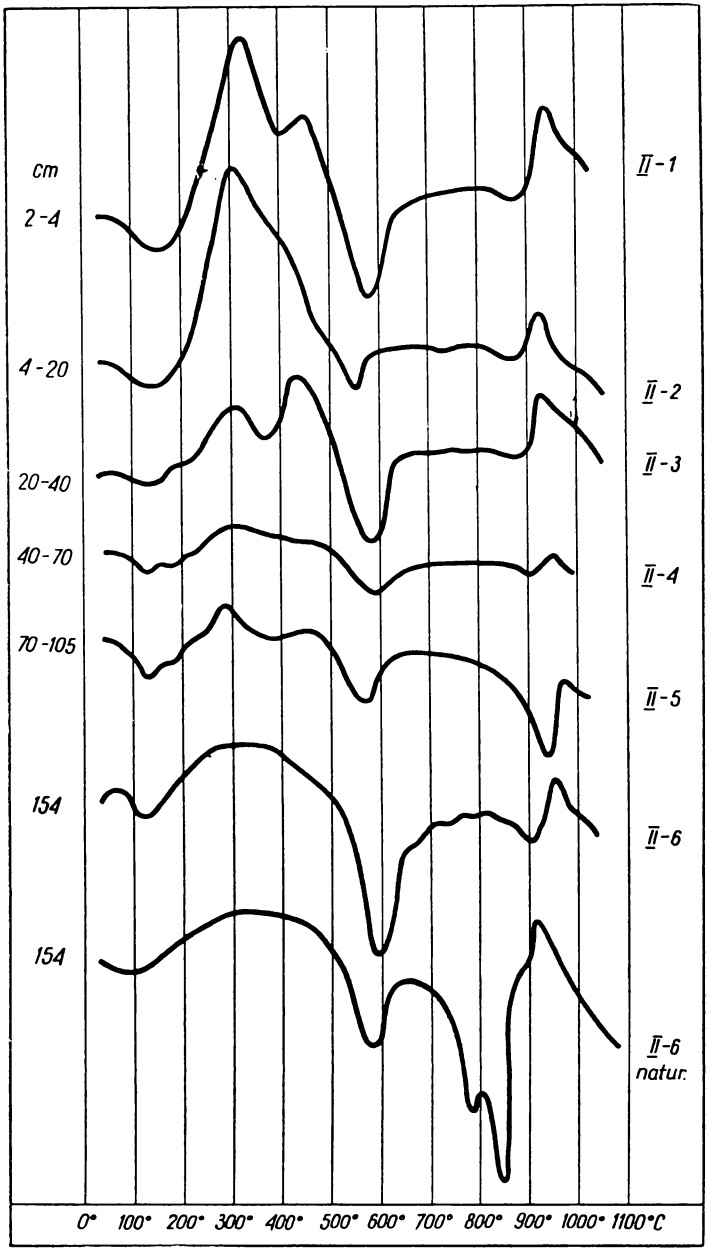
n.o. - not determined

kacji. Jednogramową próbkę frakcji koloidalnej trawiono pod przykryciem w 100 ml HCl, rozcieńczonego wodą w stosunku 1 : 1 (około 21,5% HCl) przez 24 godz. na łaźni wodnej mieszając od czasu do czasu. Po odsączeniu i wypłukaniu gorącą wodą do zaniku na jony Cl^- substancję nie rozpuszczoną gotowano wraz z sączkiem przez pół godziny w 50 ml 5% roztworu Na_2CO_3 (w celu uruchomienia krzemionki rozpuszczalnej w kwasie, która się pod działaniem kwasu wytrąciła) i sączono płucząc gorącą wodą do zaniku jonów Na^+ (w ostatniej fazie wodą lekko zakwaszoną HCl). Przesącz wyciągu w kwasie solnym analizowano osobno, oznaczając Si, Al, Fe, P, Ti, Mn, Ca, Mg, SO_4^{2-}, K, Na; większość składników oznaczano metodami wagowymi (P, Ti, Mn kolorymetrycznie), Mg strącano 8-oksychinoliną, a po spaleniu tej ostatniej i odpędzeniu soli amonowych ważono oczyszczoną sumę (K, Na)Cl, którą następnie rozdzielano pod mikroskopem w oparciu o różnicę współczynników załamania światła, Fe od Al oddzielano kupferronem. Przesącz wyciągu w sodzie zawiera przede wszystkim SiO_2; kontrolowano go jednak jeszcze co



Rys. 1. Znormalizowane krzywe termiczne różnicowe dla próbek frakcji ilastej z profilu I (z lewej strony głębokość poziomów w cm, z prawej — nr próbki)

Normalised DTA curves of clay fraction samples from profile I (left — depth of horizons in cm, right — sample numbers)



Rys. 2. Znormalizowane krzywe termiczne różnicowe dla próbek frakcji ilastej z profilu II (z lewej strony głębokość poziomów w cm, z prawej — nr próbki; „II-6 natur." — próbka II-6 nie pozbawiona węglanów)

Normalized DTA curves of clay fraction samples from profile II (left — depth of horizons in cm. right — sample numbers; „II-6 natur." — sample II-6 containing carbonates)

do zawartości Al, Fe, Ca, ewentualnie oznaczając te składniki. Nierozpuszczalną w kwasie solnym pozostałość prażono, ważono, po czym stapiano z węglanem sodu i przeprowadzano dalsze oznaczenia.

Wyniki analiz chemicznych zebrano w tab. 2.

Analizy termiczne różnicowe wykonano na próbkach (pozbawionych substancji organicznej i kalcytu) za pomocą aparatury konstrukcji Stocha[1], wyposażonej w automatyczny regulator temperatury, wzmacniacz elektryczny, rejestrator sześciopunktowy i ceramiczne pojemniki na próbki. Szybkość grzania wynosiła około 10 °C na minutę, ciężar badanej próbki — każdorazowo ok. 0,8 g. Otrzymane termogramy przedstawiono na rys. 1 i 2.

Badania rentgenowskie przeprowadzono na próbkach oczyszczonych (jak wyżej). Zdjęcia wykonano metodą Debye-Scherrer-Hulla w cylindrycznych kamerach o średnicy 114,8 mm, skonstruowanych w Katedrze Mineralogii i Petrografii AGH. Kamery te rejestrują refleksy w zakresie $\vartheta = 2 \div 85°$. Stosowano monochromatyzowane za pomocą filtrów promieniowanie Fe K_α = 1,935978 Å oraz Cu K_α = = 1,54050 Å. Film zakładano sposobem asymetrycznym. Preparaty były sporządzane w postaci wałków o średnicy mniejszej od 0,3 mm, sklejanych celulojdem. Identyfikacji faz krystalicznych, zawartych w badanych próbkach dokonano na podstawie przeliczenia zdjęć i porównania uzyskanych danych z wzorcami.

Ponieważ refleksy podstawowe pierwszego rzędu, charakterystyczne dla minerałów ilastych, były na uzyskanych rentgenogramach bardzo słabo widoczne, wykonano dodatkowe zdjęcia z preparatów płaskich dla zakresu niskokątowego ($\vartheta = 3 \div 10°$) metodą semifokusacyjną Bragg-Brentano.

Przykład przeliczeń typowych rentgenogramów podano w tab. 3.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Silne tło i rozmycie prążków dyfrakcyjnych w rentgenogramach wskazuje na słabo uporządkowaną strukturę krystaliczną i obecność faz bezpostaciowych. Wobec tego określenia „illit" (hydromika), „kaolinit", „montmorylonit", użyte w niniejszej pracy, należy rozumieć jako pojęcia grupowe, przybliżone, a nie jako wynik konkretnej identyfikacji któregoś z ogniw, należących do szeregów noszących powyższe nazwy. W podobnym przypadku Pavel i Uziak [7] używają terminu „montmorylonoid". W celu uproszczenia tekstu przy używaniu dość długich nazw będą poniżej stosowane skróty: Ilt — illit, Mmt — montmorylonit, Knt — kaolinit.

[1] Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

Tabela 3

Przeliczenie typowych rentgenogramów z profilu II
X-ray diffraction data from powder diagrams for profile II

Możliwe fazy krystaliczne Possible crystalline phases	Nr próbki Sample No.	II-1	II-2	II-3	II-4	II-5
	d_A	intensywność prążków line intensity				
M, C	14,5	1	1	1	1	1
I	10,5	2	1	1	1	1
K, C	7,15	1	1	1	1	1
I,K,M,C	4,68	2	2	1	1	1
I, K	4,46	8	8	7	9	8
Q, (I)	4,26	4	4	4	4	6r
I	3,87	-	-	-	-	2
I, (K)	3,73	-	2	3	-	3
I, (K,C)	3,52	3	4	4	4	3
Q, I	3,34	10	10	10	10	10
I	3,15	-	-	-	1	2
I	3,00	-	-	-	2	4
D	2,85	-	-	-	3	5
C	2,68	4	3	3	4	3
I, K, M	2,56	8	7r	7r	8r	9r
K, (I)	2,52	2	3	2	-	1
I,K,Q,M,C	2,46	2	-	4	2	2
I, K, C	2,39	2	-	-	-	4
Q, K, C	2,28	-	-	1	1	1
Q, I	2,12	1	2	1	-	1
Q	1,815	4	5	7	4	5
K, M, C	1,689	3	2	4	2	5
Q, K, C, I	1,667	-	1	2	-	2
Q, K, C	1,518	4	4	4	1	4
I, K, M	1,496	6	6	3	5	7
Q	1,382	2r	3r	3	4r	1
Q	1,376			4		
Q	1,255	1	-	2	-	1

I - illit, K - kaolinit, C - chloryt, M - montmorylonit, D - dolomit, Q - kwerzec

Abbreviations: I - illite, K - kaolinite, C - chlorite, M - montmorillonite, D - dolomite, Q - quartz

Identyfikacja minerałów ilastych wg termogramów przedstawia się następująco: pierwsza rozdwojona reakcja endotermiczna jest wynikiem nakładania się efektów wydzielania drobin wody zaadsorbowanej na powierzchni pakietów Ilt (maksimum ok. 100 °C) i wody międzypakietowej Mmt (maksima ok. 100 i 200 °C). Druga reakcja endotermiczna pomiędzy 500 a 750 °C odpowiada wydzieleniu grupy OH z sieci Ilt, Knt i Mmt. Maksimum tej reakcji dla Ilt i Knt przypada ok. 600 °C, dla Mmt wapniowych lub magnezowych — ok. 700 °C, a dla Mmt typu nontronitu ok. 500 °C. Na krzywych próbek z profilu I (rys. 1) widoczne jest to maksimum w 700 °C, natomiast na krzywych próbek z profilu II nie

zaznacza się ono w ogóle, pomimo że obecność minerału grupy Mmt została stwierdzona rentgenograficznie. Rozbieżność ta wskazuje na małą ilość Mmt w profilu II albo też na dużą zawartość w nim żelaza, dzięki czemu wydzielenie w nim grup OH następuje poniżej 700 °C. Trzecia reakcja endotermiczna zaznacza się ok. 900 °C i jest przypuszczalnie wywołana przez ostateczny rozpad sieci krystalicznej minerałów ilastych.

Silne efekty egzotermiczne między 200 a 600 °C pochodzą od resztek nie spalonej substancji organicznej; obniżają one efekty endotermiczne, związane z wydzieleniem grup OH przez minerały ilaste. Druga reakcja egzotermiczna, następująca bezpośrednio po ostatnim efekcie endotermicznym (maksimum ok. 950 °C), związana jest z krystalizacją spineli lub, w przypadku obecności wolnych tlenków żelaza, z krystalizacją α-Fe_2O_3. Na krzywej próbki II-6, nie traktowanej kwasem octowym, zaznaczają się dodatkowo silne efekty endotermiczne rozkładu dolomitu.

Jak już wyżej wspomniano, charakterystyczne dla wszystkich niemal rentgenogramów jest silne tło i słabe, rozmyte prążki dyfrakcyjne; wskazuje to na słabo uporządkowaną strukturę faz krystalicznych i na obecność faz bezpostaciowych. Dzięki temu nie można dokładnie oznaczyć minerałów ilastych w badanych próbkach. Jedynie minerały z grupy hydromik (Ilt), które przeważają wszędzie, dają pełną serię refleksów podstawowych (001) i wyraźny prążek (060) przy odległości międzypłaszczyznowej d_{060} = 1,495 Å. Natomiast Knt i Mmt można było zidentyfikować tylko na podstawie refleksu podstawowego pierwszego rzędu, tj. d_{001} = 7,15 Å dla Knt i 14,5 Å dla Mmt.

Rozmycie refleksu d = 10 Å w kierunku niskich kątów wskazuje na wbudowanie warstw wody pomiędzy pakiety mikowe; może ono również być częściowo spowodowane przez wzajemne przerastanie się pakietów łyszczykowych i montmorylonitowych. Na taką możliwość wskazuje także charakter krzywych różnicowych (rys. 1). Takie „mixed-layer structures" są zresztą znane w literaturze. Zdaniem S t o c h a [9] struktury Knt i Mmt są bardziej trwałe w warunkach wietrzenia niż struktura muskowitu, z której, przy zmniejszaniu się zawartości potasu, mogą one powstawać poprzez Ilt. Przerosty sieciowe Mmt-Ilt stanowią więc stadium pośrednie w szeregu muskowit-Ilt-Mmt (lub Knt).

W zestawieniu podanym poniżej, ułożonym na podstawie termogramów i rentgenogramów, użyto, prócz podanych już powyżej, skrótu Q dla kwarcu. Oceny ilościowe zawartości procentowych są grubo przybliżone i dotyczą składu tylko faz krystalicznych, a nie całej próbki.

P r o f i l I

I-1 (2—10 cm): głównie Ilt ze śladami Knt, małą ilością Mmt (przypuszczalnie w postaci przerostów z Ilt), 10—15% Q.

I-2 (10—17 cm): głównie Ilt, Mmt < 10%, Knt < 5%, Q < 5%.
I-3 (17—50 cm): jak próbka I-2.
I-4 (C ok. 50 cm): głównie Ilt (60%), po 20% Mmt i Knt; nie stwierdzono ortoklazu (wykrywalny od 3%).

Zawartość Ilt nie wykazuje, jak się zdaje, żadnej regularnej zmienności w głąb profilu (najwięcej go w próbce I-2). Natomiast zawartość Knt nieznacznie rośnie z głębokością, gdy tymczasem zawartość Mmt maleje (wyjątek — próbka I-4).

Profil II

Fazy krystalicznej jest zapewne o połowę mniej niż w profilu I.
II-1 (2—4 cm): głównie Ilt (50%), po 20% Mmt i Knt, 5% Q.
II-2 (4—20 cm): jak próbka II-1, mniej niż 5% Q.
II-3 (20—40 cm): jak próbka II-1, 5—10% Q.
II-4 (40—70 cm): jak próbka II-1, mniej niż 5% Q.
II-5 (70—105 cm): jak próbka II-1, mniej niż 5% Q, mała domieszka dolomitu.
II-6 (C_3 ok. 150 cm, po usunięciu dolomitu): przeważa Ilt (60%), po 20% Mmt i Knt; wodzian glinu niewidoczny.

Wydaje się, że zawartość Mmt nieznacznie rośnie z głębokością do 70 cm. Przewaga Ilt nad pozostałymi składnikami nie jest tak wyraźna, jak w profilu I. Występowanie chlorytu (możliwe wg rentgenogramów) jest wątpliwe.

Wynik analiz chemicznych i obliczenia wykonane na ich podstawie pozwalają, po porównaniu ich z powyższym zestawieniem, na następujące wnioski i uwagi:

1. Obecność kwarcu we wszystkich próbkach potwierdza się, pomimo prób usunięcia go przez szlamowanie. W rentgenogramach jest go 5—15%; pod mikroskopem polaryzacyjnym jest nierozpoznawalny (za drobne ziarno). Część nierozpuszczalna w HCl zawiera zawsze dość dużo SiO_2; krzemionka ta należy do kwarcu, zapewne także illitu, natomiast chyba nie do ortoklazu. Nawet w próbce I-4, która zawiera 4,31% K_2O w części nierozpuszczalnej, nie znaleziono ortoklazu innymi metodami (a musiałoby go być 25,5% według K_2O). Kaolinitu jest za mało, by te ilości SiO_2 usprawiedliwić.

Przewaga illitu we wszystkich próbkach obu profilów jest zgodna z wynikami otrzymanymi przez Turnau-Morawską [11]; autorka ta bowiem stwierdziła mikroskopowo występowanie łyszczyków i serycytu w czerwonym iłowcu i jasnym piaskowcu z Grzybowca i Łysanek, a ponadto w dyskusji uzasadnia czerwoną barwę iłowca obecnością hematytu obok illitu. Oba te minerały pochodzą z wietrzenia biotytu; zdaniem Robba [8] proces taki może polegać na utlenieniu żelaza dwu-

wartościowego z biotytu na trójwartościowe, po czym na miejsce żelaza wchodzi glin uwolniony z innych części sieci krystalicznej. Ponieważ proces ten może zachodzić nawet podczas diagenezy, wnioski K u ź n i a r a [4], oparte na analizie chemicznej i rozpuszczalności skały w 10% kwasie octowym, a dotyczące charakteru osadu (ma być zbliżony do *terra rossa*) i jego krasowego pochodzenia, są przypuszczalnie zbyt śmiałe. Obecność *terra rossa* nie jest bowiem jedyną możliwą interpretacją wyniku analizy; ponadto nasze oznaczenia rentgenowskie i termoróżnicowe nie wykryły wodzianu glinu nawet w próbce II-6.

Wyniki analiz chemicznych nie zaprzeczają obecności montmorylonitu i kaolinitu.

Próba wyliczenia ilości illitu z zawartości potasu (przyjmując, że zawiera on przeciętnie 6,1% K_2O) dała wyniki przeważnie za wysokie; widocznie więc potas obecny jest także w innej formie, ale nie jako ortoklaz. Obecność tlenku glinu we frakcji nierozpuszczalnej w HCl pochodzi częściowo od kaolinitu, częściowo od illitu.

Należy pamiętać, że porównywanie składu mineralnego ze składem chemicznym nie jest bezpośrednio możliwe przez porównywanie danych procentowych; skład chemiczny bowiem dotyczy próbek nie pozbawionych próchnicy i węglanu wapnia, a procentowa zawartość minerałów ilastych wypośrodkowana z rentgenogramów i termogramów dotyczy próbek „oczyszczonych" i to tylko ich faz krystalicznych. Ze względu na to, że próbki nie były monomineralne, nie przedsiębrano wyliczenia wzorów krystalochemicznych, co się niekiedy praktykuje w stosunku do podobnych materiałów.

2. Tło w rentgenogramach jest wyraźne, a prążki dyfrakcyjne na ogół słabe i rozmyte (wyjąwszy może próbkę iłowca II-6). Należy stąd wnioskować o słabym uporządkowaniu struktury krystalicznej minerałów ilastych i o obecności ciał bezpostaciowych. Na pytanie postawione we wstępie, czy zachodzi „dziedziczenie" substancji ilastej ze skały macierzystej, czy też jej neoformacja, można odpowiedzieć, że zachodzi tu chyba i jeden, i drugi proces. Obie próbki frakcji ilastej ze skały macierzystej mają podobny skład mineralny (60% Ilt, 20% Mmt i 20% Knt), który w glebach powtarza się z niewielkimi zmianami. Obecność faz bezpostaciowych i faz słabo krystalicznych w poziomach gleb jest zapewne skutkiem uszkodzenia sieci przestrzennej przez bardzo kwaśny odczyn gleb (pH prawie wszędzie poniżej 4,5); może to oznaczać również neoformację minerałów ilastych, przekształcanie się hydromiki w montmorylonit lub kaolinit wg schematu S t o c h a [9], za czym świadczą również przerosty sieciowe. Jakkolwiek działanie niszczące kwasów na minerały ilaste jest rzeczą znaną, pierwszej możliwości zdaje się przeczyć mała ilość bardziej kwasoodpornych kaolinitów w profilu I, gdy tymczasem utrzymuje się

mniej kwasoodpornych montmorylonitów. Minerałów tych jest jednakże mało, a produkty ich rozkładu przechodzą do fazy bezpostaciowej, gdzie stają się nierozpuszczalne.

3. Studium powstawania substancji ilastej można połączyć z badaniem przebiegu procesów glebotwórczych. Na podstawie przeliczeń stechiometrycznych można w profilu II wyróżnić poziomy od 40 cm w dół, mniej zmienione przez procesy glebotwórcze, odróżniające się w tym od wyższej części profilu II, gdy tymczasem w profilu I takiego zróżnicowania nie ma. Zjawisko to może być częściowo wyjaśnione przez zmienność odczynu; jeśli przyjąć empiryczną granicę pH 5,0—5,1, proponowaną przez Chodzickiego (potwierdzoną później w polskich pracach nad występowaniem ruchomego glinu w glebach), to tylko w profilu II mają dolne poziomy pH powyżej 5, wszystkie inne zaś w obu profilach pH 3,5—4,9. Taka duża kwasowość nie pozostaje bez wpływu przy przemianach glebotwórczych i przekształcaniu się minerałów ilastych.

Studiowanie ewentualnych przesunięć w profilu tlenków żelaza i glinu daje wyniki niezbyt jasne i nieraz niezgodne; wyniki te będą przedstawione w osobnej publikacji, aby nie zaciemniać przeprowadzonej powyżej dyskusji.

*

Autorzy poczuwają się do miłego obowiązku podziękowania Komitetowi Gleboznawstwa i Chemii Rolnej przy V Wydziale Polskiej Akademii Nauk, który w ciągu 3 lat subwencjonował badania terenowe i laboratoryjne. Podstawowe wyniki tych badań były przedstawione w formie komunikatu na XVI Zjeździe Naukowym Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego w Rzeszowie (Roczniki Gleboznawcze, dodatek do tomu 13, 1963, str. 72—75).

LITERATURA

[1] Adamczyk B.: Studia gleboznawczo-fitosocjologiczne w Dolinie Małej Łąki w Tatrach. Acta Agraria et Silvestria, seria leśna, t. 2, Kraków 1962, s. 45—116.

[2] Fridland W. M.: O podzolisto-żełtoziomnych poczwach priedgorij Karpat. Poczwowiedien., nr 8, Moskwa 1952, s. 681—698.

[3] Iberg R.: Beitrag zur Kenntnis von Tonmineralien einiger schweizerischen Böden. Mitteilungen d. Schw. Anst. f. d. Forstl. Versuchswesen, t. 30, Zürich 1954, s. 61—132.

[4] Kuźniar Cz.: Skały osadowe tatrzańskie, studium petrograficzne. Rozprawy Wydz. Matem.-Przyrodn. Akademii Umiejętności, Kraków 1913, ser. 3, t. 13 (53), dz. A, s. 131—176.

[5] Kępka M.: Wstępne badania składu mineralnego frakcji mniejszej od 0,002 mm gleby bielicowej i brunatnej. Roczn. Glebozn., t. 11, 1962, s. 161—173.

[6] Millot G.: Héritage et néoformation dans la sédimentation argileuse. Congrès

Géol. Internat., Compt. Rend. XIX Session, Comité Internat. pour l'Étude des Argiles, Alger 1952.

[7] Pavel L. i Uziak S.: Minerały ilaste w glebach Karpat fliszowych. Annales UMCS, t. 13-E, 1958, s. 49—70.

[8] Robb C. S.: Red bed coloration. Journ. Sedim. Petrol., t. 19, 1949 (cyt. za Turnau-Morawską [10]).

[9] Stoch L.: Badania nad zjawiskami przeobrażeniowymi mik w glinach kaolinitowych. Sprawozd. z Posiedz. Kom. Oddz. PAN w Krakowie, lipiec—grudzień 1961, s. 461—462.

[10] Tokarski J.: Studia nad koloidami gleb lekkich w Polsce Cz. I. Roczn. Nauk Rol., t. 76-A-3, Warszawa 1957, s. 413—466.
Ilościowa charakterystyka mineralogiczna polskich gleb piaszczysto-ilastych, cz. I, Roczn. Nauk Roln., t. 80-A-4, 1960, s. 591—614; cz. II, t. 88-A-1, 1963, s. 13—42.
Sprawność termoanalizy wagowej w ilościowych badaniach materii glebowej. Roczn. Nauk Roln., t. 82-A-1, 1960, s. 1—25.

[11] Turnau-Morawska M.: Kajper tatrzański, jego petrografia i sedymentologia. Acta Geologica Polonica, t. 3, Warszawa 1953, z. 1, s. 33—102.

[12] Wondrausch A. i Zając J.: O możliwości zastosowania czerwieni obojętnej do identyfikacji ważniejszych grup minerałów ilastych. Roczn. Glebozn., dod. do t. 10, Warszawa 1961, s. 608—610.

[13] Uziak S.: Clay minerals in soils formed from loess. Annales UMCS, t. 15-B, Lublin 1961, s. 11—21.

Т. КОМОРНИЦКИ, Б. АДАМЧИК, Ю. ЯКУБЕЦ, Я. КУБИШ, К. ОЛЕКСЫНОВА, Ю. ТОКАЙ

ИЛИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ ПОЧВ ОБРАЗОВАННЫХ ИЗ ВЕРХНЕТРИЯСОВЫХ ПОРОД В ТАТРАХ

Кафедра почвоведения Высшей сельскохозяйственной школы в Кракове
Горно-Металлургическая Академия, Краков

Резюме

Два профиля почв, образованных из верхнетриасовых пород (кайпровых) в Татрах подвергли подробному исследованию. Обе почвы находились под *Piceetum tatricum* в условиях отсутствия смыва или намыва, на высоте ок. 1300 м над уровнем моря. Первый профиль образованный из песчаника, слабомощный, каменистый, почва очень кислая, слабо оподзоленный; профиль второй образованный из красного илистого сланца, мощный (но биологически слабомощный — корни достигают лишь 40 см глубины), почва кислая до 100 см, псевдобурая (подзолистая). Соответствующие данные в табл. 1.

Коллоидную фракцию (1,6 микрон) выделили из почвенных образцов отмучиванием и седиментацией. Тот же метод был и применен к образцам материнской породы после ее измельчения; это образцы I-4 и II-6, в то время как образец I-5 (после измельчения и просеивания) содержит значительные количества кварца. Коллоидную фракцию подвергли элементарному химическому анализу. Дифференциальный термический анализ и рентгеновский анализ по методу Дибай-Шеррер-Юлла проведено на образцах коллоидной фракции лишенной

перегноя (6—12% H_2O_2 с подогревом) и карбонатов (1% уксусная кислота). Результаты анализов приведены в табл. 2 и 3 и на рис. 1 и 2.

Красный илистый сланец, как и песчаник, содержит в коллоидной фракции больше чем половину иллита; во всех горизонтах почв, которые из них образовались, этот перевес сохранился. Кроме того обнаружено монтмориллонит и каолин в обоих почвах и материнских породах (см. табл. на стр. 8).

Коллоидная фракция содержит еще небольшие количества кварца во всех образцах к некоторое количество доломита в нижней части профиля второго. Кристаллические фазы сформированы слабо и вероятно наличие аморфных веществ.

Наличие кварца и иллита подтверждают химические анализы, которые также не исключают возможности наличия коалина и монтмориллонита. Авторы считают, что илистые вещества с материнской породы переходят в почву, при чем образуется аморфное вещество в количестве достигающем 50%. Это явление возможно объяснить образованием вторичного, плохо выкристаллизованного илистого вещества, или же воздействием очень кислой реакции почвы на разложение илистых минералов.

Попытки интерпретации химических анализов, охватывающих растворимую и нерастворимую фракцию в горячей соляной кислоте 1 : 1, не приводят к полностью ясным и непротиворечивым результатам; по мнению авторов, этот способ анализа, хотя и не лишенный некоторых недостатков, позволяет лучше изучить минеральный состав коллоидной фракции, чем валовой элементарный анализ. Результаты будут приведены и детально рассмотрены отдельно.

T. KOMORNICKI, B. ADAMCZYK, J. JAKUBIEC, J. KUBISZ, K. OLEKSYNOWA, J. TOKAJ

CLAY MINERALS IN SOILS FORMED FROM UPPER TRIASSIC ROCKS IN THE TATRA MAUNTINS

Departament of Soil Science, College of Agriculture, Kraków,
Academy of Mines and Foundries, Kraków

Summary

Two soil profiles formed on upper Triassic (Keuper) rocks in the Tatra Mts. were submitted to detailed investigation. Both soils were under *Piceetum tatricum* and more or less erosion-free, at an altitude of about 1300 m above sea-level. Profile I — on sandstone, shallow, stony, soil very acid, slightly podsolised; profile II — on red claystone, deep (but biologically shallow, the roots reaching only 40 cm), soil strongly acid to 100 cm, pseudo-brown (podsolic). Data in table 1.

The colloidal fraction (less than 1,6 microns) was extracted from the soil samples by sedimentation. The same method — after comminution — was applied to the samples of parent rock, Nos. I-4 and II-6; sample I-5 contains large amounts of quartz, as it was obtained by grinding and sieving off coarser grains. The colloids were submitted to fractionated chemical analysis. Differential thermal analysis (DTA) and X-ray analysis by the Debye-Scherrer-Hull method were made on samples freed from humus (by hot 6—12% H_2O_2) and carbonates (by 1% cold acetic acid). The results are presented in tables 2, 3, as well as in figures 1, 2.

The red claystone as well as the sandstone contain more than half illite in their colloidal fraction; in all soil horizons this preponderance is still visible. Moreover, the presence of kaolinite and montmorillonite was ascertained in both soils and parent rocks (see text p. ...). The colloidal fraction also contains small amounts of quartz (all samples) and some dolomite in the lower part of profile II. The minerals are poorly crystallised, and non-crystalline phases probably occur.

The presence of quartz and illite is corroborated by chemical analysis, while the latter also allows for kaolinite and montmorillonite. The authors suppose that the clay from parent rocks goes into the soils, while up to 50% non-crystalline substance may be formed. The phenomenon may be caused by the formation of secondary, poorly crystalline clay minerals or else by the very acid soil reaction breaking down the clay lattice.

Attempts at interpretation of the results of chemical analysis, comprising fractions soluble and insoluble in hot hydrochloric acid (1 : 1), show an image not quite clear and consistent; the authors suggest that this mode of analysis — although possessing certain drawbacks — gives better insight into the mineral composition of the colloidal fraction than elementary analysis. A detailed study of the results will be made elsewhere.