

KRYSTYNA KONECKA-BETLEY

GLEBY RELIKTOWE WYTWORZONE ZE SKAŁ WĘGLANOWYCH
NA OBSZARZE GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH I ICH OBRZEŻENIAInstytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej
Akademii Rolniczej w WarszawieWARUNKI POWSTAWANIA ZWIETRZELIN TYPU *TERRA ROSSA*
I *TERRA FUSCA*

Geneza i ewolucja gleb reliktowych wytworzonych ze skał węglanowych jest jeszcze słabo poznana. Mimo licznych badań występują trudności w ich klasyfikacji i charakterystyce. Kryteria stosowane dla innych gleb zawodzą w przypadku gleb reliktowych, ponieważ na ich przemiany decydujący wpływ wywiera skała macierzysta.

Zagadnienie powstawania zwietrzelin i gleb reliktowych wytworzonych ze skał węglanowych jest sprawą nadzwyczaj złożoną. Decyduje tu bowiem różnorodność czynników działających równocześnie lub kolejno po sobie w wyniku przemian geochemicznych, jakim podlegają różne skały węglanowe.

Ewolucja wapieni, w wyniku której powstają zwietrzliny ilaste, a czasem piaszczyste, zależy przede wszystkim od zjawisk wietrzenia fizycznego i chemicznego. Wietrzenie fizyczne prowadzi do rozluźnienia i rozdrobnienia skał wapiennych, a wietrzenie chemiczne do rozpuszczania części węglanowych i nagromadzenia reziduum niewęglanowego.

Oba te zjawiska są jednakowo ważne w przemianach i ewolucji skał węglanowych, w reziduum natomiast żelazisto-glinowo-krzemianowym wietrzenie chemiczne wpływa silniej na ewolucję zwietrzelin.

Rozpuszczanie węglanów na odsłoniętej powierzchni skał wapiennych nie jest zjawiskiem intensywnym. Jeżeli najpierw nastąpiło rozluźnienie skały węglanowej, a następnie rozpuszczanie węglanów, to wietrzenie fizyczne jest głównym czynnikiem kształtowania się różnych poziomów genetycznych — głównie węglanowych. Można więc przyjąć, że rozdrobnienie zwietrzelin jest ważnym czynnikiem wietrzenia i głównym czynnikiem ewolucji glebotwórczej.

Z punktu widzenia geomorfologii terenu, jak podaje P e d r o [9], można wyróżnić dwa typy krajobrazu przeobrażenia wapieni:

— relief równinny, gdzie z wapieni powstają gleby brunatne wapien-

ne, rędziny i gleby próchniczno-węglanowe, a z wapieni z domieszką materiału obcego — gleby brunatno-węglanowe i gleby próchniczno-węglanowe zakwaszone,

— relief krasowy, gdzie z wapieni powstają zwietrzliny i gleby o zaawansowanym wieku, jak *terra fusca* i *terra rossa*.

Można wydzielić jeszcze kras otwarty występujący na powierzchni i kras zamknięty starszy — kopalny, co wiąże się z wiekiem zwietrzliny. Rozwój zjawisk krasowych wiąże się ściśle z klimatem wilgotnym, choć niekoniecznie ciepłym, bowiem wody klimatu chłodnego zawierają więcej dwutlenku węgla. Ich działalność rozpuszczająca może być znacznie silniejsza, a tym samym mogą powstawać bardziej mięjsze warstwy zwietrzliny ilastej odwęglanowanej.

Przemiany skał węglanowych zależą również od czynników petrograficznych, od typu skały wapiennej, a więc od jej struktury i tekstury, co określa również jej porowatość. Skały wapienne o strukturze porowatej wietrzeją w znacznej części pod wpływem zjawisk fizycznych. Natomiast w wapieniach skalistych i dolomitach o małej porowatości zjawiska wietrzenia chemicznego i rozpuszczania przebiegają powoli. Tu spoiwo krystaliczne przeciwstawia się wietrzeniu mechanicznemu. Rozpuszczanie natomiast odbywa się przede wszystkim w miarę zmniejszania się cząstek spoiwa i w mniejszym stopniu wiąże się ze składem mineralnym skały. Po wyługowaniu węglanów następują również pewne przemiany związków żelazisto-krzemianowych, wydaje się jednak na podstawie literatury i badań własnych, że powstawanie minerałów ilastych będzie bardzo powolne.

Autorzy zajmujący się wietrzeniem wapieni [11, 12, 13, 3, 4, 1, 2] wyrażają pogląd, że wietrzenie tych skał odbywa się w wyniku korozji powierzchniowej. Wapień krystaliczny trudno nasyca się wodą zakwaszoną dwutlenkiem węgla, w jej obecności jednak odbywa się powolne powierzchniowe rozpuszczanie węglanów i powstawanie cienkiej warstewki ze szczątków krzemianowych. Wapienie zawierają stosunkowo mało domieszek niewęglanowych, dlatego trzeba długiego czasu, aby powstały mięjsze warstwy zwietrzliny, dające profil glebowy. Gleby i zwietrzliny powstające w tych warunkach są stare i prawie zawsze policykliczne i poligenetyczne. Ukształtowanie terenu, gdzie odbywa się okresowo nawet bardzo duża korozja skał wapiennych, wpływa decydująco na osadzenie się i przemieszczanie reziduum, które wytworzyło się na powierzchni wapieni. Rezydualny osad ilasty lub piaszczysty powstający w terenie falistym zostaje w wyniku erozji przemieszczony do miejsc niżej położonych, wypełniając szczeliny i leje krasowe (*terra rossa*).

Duchaufour podkreśla, że proces powstawania materiału ilasto-żelazistego jest zjawiskiem kompleksowym: najpierw w wyniku dekarbonatyzacji powstają warstewki żelazisto-krzemianowe, czyli tzw. pierwotna warstwa ilasta, którą następnie otaczają wtórne substancje ilaste. Materiał ten stanowi osłonę dla wapieni, a w wielu przypadkach jest zbiornikiem wody opadowej.

W wietrzaniu wapieni skalistych i tworzeniu utworów ilastych bardzo dużą rolę odgrywają pokrywy allochtoniczne, np. utwory eoliczne, piaszczyste lub gliniaste. Utwory pokrywowe zatrzymują również w okresie wilgotnym wodę opadową, która przemieszcza się powoli do powierzchni wapieni, co zwiększa w niej zawartość CO_2 , a tym samym i działanie korozji. W przypadku występowania substancji organicznej mogą tu też działać kwasy próchnicowe. Pokrywy allochtoniczne zmniejszają również działanie erozji, co prowadzi do powstawania grubej, bardziej miększej warstwy zwietrzliny rezydualnej in situ, pochodzącej z rozpuszczania wapieni i wzbogaconej w części żelaziste. Jeżeli utwory pokrywkowe są dużej miąższości, to warstwy zwietrzelin ilasto-żelazistych są poziomami kopalnymi zwietrzelin lub gleb. Natomiast jeżeli materiał ilasty występuje na powierzchni i podlega ciągłym zmianom klimatycznym, głównie klimatu zimnego (krioturbacja, soliflukcja), powstaje mieszanina glinia-sto-ilasta z odłamkami wapieni bądź jednorodna, ale pochodzenia kompleksowego z punktu widzenia współczesnej genezy gleb. Można mówić wtedy o zwietrzelinach czy glebach reliktowych. W wielu bowiem rejonach można znaleźć *terra fusca* jako domieszkę materiału glebowego, jako część składową rędziny czy gleby brunatnej [7].

Powstawanie czerwonych zwietrzelin lub gleb rubifikowanych jest związane z występowaniem w ciągu roku silnych kontrastów klimatycznych: okresy wilgotne i pewne okresy suche lub bardzo suche, które prowadzą do dehydratacji tlenków żelaza. Odwodnione tlenki żelaza nadają zwietrzelinie barwę czerwoną, proces ten zachodzi głównie w środowisku dobrze przewietrzanym w okresach suszy. Jeżeli skała wapienna wietrzeje pod dość miąższą pokrywą allochtoniczną, zjawisko rubifikacji nie występuje i zwietrzelina zachowuje barwę brunatną lub ochrową.

Mimo licznych badań dyskutuje się w literaturze o naturze fizyczno-chemicznej procesu rubifikacji, czy barwa czerwona żelaza jest związana ze stanem krystalicznym, czy amorficznym. Ostatnio uważa się, że proces rubifikacji zależy od dehydratacji tlenków żelaza zarówno amorficznego, jak i krystalicznego. Obie te formy mogą występować razem lub oddzielnie [15, 16].

Z form krystalicznych żelaza przy rubifikacji, czyli procesie czerwienienia, należy wymienić hematyt, który po odwodnieniu w okresie suchym daje barwę czerwoną, getyt natomiast jest barwy ochrowej lub brunatnej. Zaobserwowano, że niejednokrotnie gleby wytworzone z *terra rossa* w warstwach wierzchnich są bogate w getyt, co świadczy, że w górnych poziomach tych gleb czy zwietrzelin zachodzi uwodnienie zwietrzliny ilastej. W wyniku tego zjawiska czerwone zwietrzeliny zawierające hematyt przechodzą w zwietrzeliny brunatne czy ochrowe z getytem. Jest to częściowe wyjaśnienie procesu brunatnienia powierzchniowego gleb ferrsialitycznych leśnych, gdzie roślinność drzewiasta przyczynia się do polepszenia aeracji i dostarcza związków próchnicowych o charakterze kwaśnym.

Otwartym zagadnieniem w badaniach zwietrzelin i gleb reliktowych wytworzonych z wapieni jest sprawa ich wieku. Wiek zwietrzelin wiąże się ściśle z przebiegiem faz rozwojowych krasu, które miały miejsce w starszych okresach geologicznych. Różycki [11] wyróżnia na terenie Jury Krakowsko-Częstochowskiej starsze formy krasowe z przed transgresji górnokredowej, wypełnione jaskrawo czerwonymi piaskami żelazistymi, częściowo silnie scementowanymi limonitem. Często na odłamkach skalnych można spotkać polewy manganowe, które świadczą o powstawaniu ich w klimacie strefy gorącej. Autor ten uważa, że okres ich tworzenia zakończył się przed środkowym mioceniem. O panowaniu klimatu gorącego na wschodnim i północnym jurajskim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich świadczy również według Różyckiego występowanie na wapieniach piasków żelazistych słabo scementowanych, po uprzednim wylugowaniu węglanu wapnia. Są to utwory zbliżone do tzw. ferrikretów, znanych z Afryki Południowej, związanych z procesem laterytyzacji. Również na obrzeżeniu wapiennym Gór Świętokrzyskich można spotkać wapień, które uległy sylifikacji, co je upodobiło do południowo-afrykańskich silikretów wytworzonych w warunkach klimatu subtropikalnego o gwałtownym przejściu od pory deszczowej do suchej. Różnorodność więc ślady wietrzenia typu tropikalnego i subtropikalnego, różne w zależności od skały w jakiej się tworzyły, powstały w starszym trzeciorzędzie, w miocenie bowiem wytworzyły się już piaski kwarcowe odżelazione.

Na obrzeżeniu wapiennym Gór Świętokrzyskich miąższa pokrywa zwietrzelin o różnym składzie powstała w warunkach klimatu gorącego i wilgotnego z silnie zaznaczającą się porą suchą. Zwietrzeliny te są najlepiej rozwinięte na wapieniach jurajskich. W innej formie występują one na wapieniach kredowych — w postaci skał wtórnie zmienionych i skrzemionkowanych [10].

Nawiązując do klimatu panującego w starszym trzeciorzędzie można przyjąć, że zwietrzelina czerwona typu *terra rossa* mogła powstać w tym okresie. Została ona w dużej mierze zniszczona i usunięta najprawdopodobniej w pliocenie [13], służąc jako materiał serii pstrych łąk, osadzonych w depresji centralnej Polski, które powstały w wyniku resedymencji nie tylko w formie zawiesiny, ale również jako toczące niesione przez wody płynące. Resztki tych zwietrzelin na obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich zachowały się tylko w kotłach i szczelinach krasowych a w nielicznych przypadkach jako materiał pokrywowy.

Mossoczy [5] datuje jaskinię w Jurze Krakowsko-Częstochowskiej na podstawie kości drobnych kręgowców znalezionych w *terra rossa*. Fauna znaleziona przez niego datowana jest na środkowo- i górnoplioceniską, czyli zwietrzelina musi być równowiekowa lub starsza. Autor ten wydzielił również na tym samym terenie zwietrzeliny barwy brunatnej („gliny margliste koloru brunatnego”), często z węglanami, datowane również fauną drobnych kręgowców, które jednak występowały we

wczesnym pleistocenie [6]. Na podstawie osadów jaskiń wysuwa on przypuszczenie, że starsze zwietrzliny występujące w szczelinach tektonicznych odpowiadają *terra rossa*, a młodsze powstałe równocześnie, ale na powierzchni, można wiązać z powstawaniem zwietrzliny typu *terra fusca*. Podobny pogląd o powstawaniu obu typów zwietrzelin wyraża M ü c k e n h a u s e n [7, 8].

Postępujące oziębianie się klimatu w czwartorzędzie, związane z pojawieniem się pokrywy lodowej, przyniosło erozję lodowcową w okresie zlodowaceń oraz mrozowe rozdrabnianie wapieni występujących na powierzchni na rumosz skalny, który podlegał procesom krioturbacyjnym. Wystąpiło wtedy mieszanie pozostałych pokryw zwietrzelinowych z rumoszem skalnym, w wyniku czego powstały utwory policykliczne i poligenetyczne. W okresach interglacjalnych czwartorzędu pod miąższymi pokrywami osadów lodowcowych na utworach wapiennych, uprzednio przerobionych lub nie przerobionych peryglacjalnie, istniały znacznie gorsze warunki do powstawania młodszych zjawisk krasowych i zwietrzelin ilastych. Tylko kliny mrozowe sprzyjały większej penetracji wód opadowych, co przyczyniło się do powstawania w nich szybszej korozji powierzchniowej. Proces ten rozpoczęty w interglacjale pod pokrywami allochtonicznymi na wapieniach trwa do czasów dzisiejszych, choć ze znacznie mniejszym nasileniem.

BADANIA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH ZWIETRZELIN

Do badań wytypowano gleby lub zwietrzliny ilaste, związane ściśle z profilami rędzin wytworzonych z wapieni różnych formacji geologicznych. Ich właściwości fizykochemiczne w szerszym ujęciu opracowano na podstawie wybranych próbek ze zwietrzelin wapieni trzeciorzędowych, jurajskich i dewońskich. Niektóre zwietrzliny występują na badanym terenie pod pokrywą materiału allochtonicznego, w tym przypadku pobrano i analizowano cały profil glebowy.

W niniejszej pracy scharakteryzowane są tylko te poziomy, w których występuje zwietrzlina ilasta wapieni trzeciorzędowych jurajskich i dewońskich. Wykonano następujące analizy: analizę granulometryczną metodą pipetową, pH, zawartość CaCO_3 i zawartość węgla organicznego, żelazo — metodą Tamma, Jacksona oraz Pejwe i Rinkisa, przyjmując tę ostatnią formę jako żelazo ogółem, minerały ciężkie, analizę termiczną i rentgenograficzną oraz w niektórych próbkach — analizę mikromorfologiczną.

Skład granulometryczny (tab. 1) badanych zwietrzelin wiąże się bardzo ściśle ze składem petrograficznym skały, tj. z jej strukturą i teksturą. Niewątpliwie pewien wpływ na zawartość poszczególnych frakcji w zwietrzelinach wywarła również domieszka materiału allochtonicznego, pochodząca najczęściej ze skał czwartorzędowych. Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że badane zwietrzliny trzech for-

Tabela 1

Skład granulometryczny zwietrzelin wykonany metodą pipetową
The analysis of granulometric composition according to the pipette method

Miejscowość i nr profilu Locality and profile No.	Miejsce pobrania próbki Locality of sampling	> 1,0 mm	Procentowa zawartość frakcji mechanicznych w mm % content of mechanical fractions in dia - mm								Ogółem - % Total		
			1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	< 0,002	1-0,1	0,1-0,02	< 0,02
Zwietrzliny wapieni trzeciorzędowych			- Weathered materials of Tertiary limestones										
Suchowola nr 18	70 - 85	0,2	2,24	10,53	27,63	7,80	9,70	13,90	6,15	22,05	40,40	17,50	42,10
Jabłonica nr 4	30 - 40	0,9	4,27	29,10	35,12	0,27	8,77	9,05	4,05	9,37	68,49	9,04	22,47
	50 - 60	12,4	5,07	25,15	28,56	4,70	5,12	9,45	7,60	14,35	58,78	9,82	31,40
Zwietrzliny wapieni jurajskich			- Weathered materials of Jurassic limestones										
Ikża nr 19	100 - 110	0,1	1,18	6,16	30,70	9,53	4,22	14,33	9,50	24,38	38,04	13,75	48,21
Leśna Góra nr 14	125 - 140	8,1	6,67	20,81	35,57	11,30	6,60	4,95	2,23	11,87	63,05	17,90	19,05
	150 - 165	13,0	2,50	12,76	21,50	11,18	7,23	17,45	2,15	25,23	36,76	18,41	44,83
Tokarnia nr 7	45 - 55	14,6	4,06	8,61	29,21	12,85	9,07	12,25	8,40	15,55	41,88	21,92	36,20
Zwietrzliny wapieni dewońskich			- Weathered materials of Devonian limestones										
Górno nr 9a	wypełnienie krasowe karst fill	0,0	0,04	0,19	16,05	12,83	8,02	19,97	8,95	33,95	16,28	20,85	62,85
Górno nr 9b	lej krasowy karst funnel	0,8	2,17	9,73	19,58	4,53	6,27	16,92	13,35	27,45	31,45	10,20	57,72
Kadzielnia nr 21	szczelina krasowa karst crack	0,0	0,03	0,09	20,23	10,20	14,65	14,41	7,44	32,95	20,35	24,85	54,80
Czerwona Góra nr 12	szczelina krasowa karst crack	0,4	3,61	16,26	22,38	2,33	15,20	11,82	10,28	18,12	42,25	17,53	40,22
Bolechowice nr 10	100 - 120	0,1	1,07	7,22	14,19	4,10	7,48	20,57	14,87	30,50	22,48	11,58	65,94

macji geologicznych zawierają różną zawartość części koloidalnych. Najwięcej frakcji ilastych zawierają zwietrzliny wapieni dewońskich, czyli w większości zwietrzliny typu *terra rossa*. Występujące ilości frakcji piasku i pyłu są związane z domieszkami materiału allochtonicznego. Najmniejsza ich ilość występuje również w zwietrzelinach typu *terra rossa*.

Odczyn wszystkich zwietrzelin, niezależnie od wieku i rodzaju skały, waha się w granicach od 6,1 do 6,7 (tab. 2), co jest najprawdopodobniej związane z procesem rekarbonatyzacji, która przejawia się w niektórych przypadkach większą zawartością CaCO_3 .

Poniżej zestawiono procentową zawartość CaCO_3 w wapieniach, z których powstały zwietrzliny, i w samych zwietrzelinach:

	trzeciorzędowe	jurajskie	dewońskie
zwietrzliny wapieni	0,00—0,45	0,00—4,64	0,00—0,55
wapienie	81—86	75	86—93

Na szybkość usuwania węglanów ze skały wapiennej, poza innymi czynnikami, wpływa w dużej mierze zawartość węglanu aktywnego, która kształtuje się następująco: wapienie trzeciorzędowe muszlowe — 5—7%, litotamniowe — 18%, wapienie jurajskie około 17%, dewońskie 7—8%. Przemiany wapieni dewońskich są więc najpowszechniejsze w porównaniu z pozostałymi.

Występowanie, głównie w zwietrzelinach typu *terra fusca*, pewnych ilości węgla organicznego, większych niż w warstwach nadległych, można tłumaczyć tym, że zwietrzliny te były kiedyś glebami występującymi na powierzchni. Stwierdzenie to dotyczy tylko zwietrzelin występujących pod pokrywą allochtoniczną, bowiem w materiale występującym na powierzchni większa zawartość substancji organicznych związana jest z aktualną roślinnością.

W pierwszej części pracy dyskutowano zagadnienie różnych form żelaza jako kryterium pierwiastka diagnostycznego dla bliższej charakterystyki poszczególnych zwietrzelin. Dlatego też w zwietrzelinach oznaczono żelazo metodą Tamma (tab. 3) jako formę najbardziej ruchliwą („swobodną”), w skład której wchodzi żelazo w formie niekrystalicznych wodorotlenków związane z bezpostaciową substancją organiczną. Metodą Jacksona oznaczono żelazo amorficzne z pewną ilością tego składnika, pochodzącego z form krystalicznych. Żelazo oznaczone metodą Pejwe i Rin-kisa (w stężeniach kwasowych) przyjęto jako całkowitą zawartość tego pierwiastka.

Dla badanych zwietrzelin wykonano także analizę rentgenograficzną, na podstawie której określono orientacyjnie formy krystaliczne wodorotlenków żelaza, głównie getytu. Na podstawie badań frakcji ciężkiej, wyseparowanej w bromoformie, wśród minerałów nieprzezroczystych stwierdzono występujący najliczniej magnetyt, pojawiający się rzadziej ilmenit i sporadycznie występujący hematyt. Należy również podkreślić, że w zbadanych próbkach występują ostrokrawędziste brunatne fragmenty

złożone z uwodnionych tlenków żelaza, zawierające być może substancję ilastą.

Chemiczna ruchliwość żelaza związana jest głównie z łatwością utleniania się i redukcji związków żelaza, czyli szybkim przechodzeniem jonów Fe^{2+} w Fe^{3+} i na odwrót. W wyniku wietrzenia wszystkich skał żelazo przechodzi w wodorotlenki, które są jego najtrwalszym związkiem występującym w glebach i zwietrzelinach. W zależności od stopnia uwodnienia nadają one powstałym zwietrzelinom barwę od żółtej, przez brunatnoochrową do czerwonej.

T a b e l a 2

Niektóre właściwości fizykochemiczne zwietrzelin
Some physico-chemical properties of weathered materials

Miejscowość i nr profilu Locality and profile No.	Miejsce pobrania próbki Locality of Sampling	pH		Zawartość $CaCO_3$ Amount of $CaCO_3$	Zawartość C Amount of C %	Rodzaj zwietrzliny Kind of weathered materials
		H ₂ O	KCl			
Zwietrzliny wapieni trzeciorzędowych - Weathered materials of Tertiary limestones						
Suchowola nr 13	70 - 85	7,3	6,6	0,45	0,43	Terra fusca
Jabłonica nr 4	30 - 40	7,4	6,8	0,00	0,16	materiał mieszany mixed material
	50 - 60	7,5	6,6	0,08	0,21	Terra fusca
Zwietrzliny wapieni jurajskich - Weathered materials of Jurassic limestones						
Iżża nr 19	100 - 110	7,1	6,1	0,00	0,10	Terra fusca
Leśna Góra nr 14	125 - 140	7,5	6,8	0,13	0,28	materiał mieszany mixed material
	150 - 165	7,5	6,7	4,64	0,43	Terra fusca
Tokarnia nr 7	45 - 55	7,5	6,9	0,97	0,17	Terra fusca
Zwietrzliny wapieni dewońskich - Weathered materials of Devonian limestones						
Górno nr 9a	wypełnienie krasowe karst fill	7,5	6,7	0,00	0,04	Terra rossa
Górno nr 9b	lej krasowy karst funnel	7,5	6,4	0,00	0,09	Terra fusca
Kadzielnia nr 21	szczelina krasowa karst crack	7,4	6,7	0,55	0,16	Terra rossa
Czerwona Góra nr 12	szczelina krasowa karst crack	7,0	6,2	0,02	0,50	Terra rossa
Bolechowice nr 10	100 - 120	7,4	6,5	0,07	0,31	Terra rossa

Badanie różnych form żelaza, zwłaszcza żelaza oznaczonego metodą Tamma i Jacksona, i stosunku tych dwóch form pozwala wnioskować o zaawansowaniu stopnia krystalizacji związków żelaza i, być może, o ich stopniu odwodnienia. Jak podaje Reuter, „stosunek żelaza” obliczamy na podstawie tych dwóch metod dla żelaza występującego w formie krysta-

Formy amorficzne i krystaliczne żelaza - Amorphous and crystalline forms of iron

Miejscowość i nazwa zwierzeliny Locality and kind of weathered materials	Miejsce pobrania próbki Locality of sampling	Analiza chemiczna: zawartość żelaza w % Chemical analysis: Fe ₂ O ₃ in %			Getyt - analiza rentgenograficzna Goethite X-ray dif-fraction	Frakcja ciężka: minerały nieprzezroczyste w % Heavy fractions opaque minerals in %	Stosunek Relation Fe ₂ O ₃ Tamma 100 Fe ₂ O ₃ Jacksona	Żelazo związane Bound iron
		metody - methods						
		Tamm	Jackson	Pejwe i /and/ Rinkis				
Zwierzeliny wapieni trzeciorzędowych - Weathered materials of Tertiary limestones								
Suchowola terra fusca	70-85	0,44	1,13	n.o.	+	40% magnetyt, ilmenit, hematyt	39,0	n.o.
Jabłonica terra fusca	50-60	0,34	0,88	3,68	+	32% magnetyt, ilmenit, hematyt	38,0	2,80
Zwierzeliny wapieni jurajskich - Weathered materials of Jurassic limestones								
Iżża terra fusca	100-110	0,23	1,03	3,25	++	20% magnetyt, ilmenit, hematyt	22,0	2,22
Łeśna Góra terra fusca	150-165	0,98	1,12	5,60	nie wykryto /występują głównie formy bezpostaciowe/ non detected /mainly amorphous form/	45% magnetyt, ilmenit, hematyt	87,0	4,48
Tokarnia terra fusca	45-55	0,18	0,96	3,30	nie wykryto /występują głównie formy bezpostaciowe/ non detected /mainly amorphous form/	20% magnetyt, ilmenit, hematyt	19,0	2,34
Zwierzeliny wapieni dewońskich - Weathered materials of Devonian limestones								
Górno 9a terra rossa	wypełnienie krasowe karst fill	0,83	1,20	8,06	rys. 1 ++ - Fig. 1	100% magnetyt, ilmenit, hematyt, lepidokrokit, być może markazyt	69,0	6,86
Górno 9b terra fusca	lej krasowy karst funnel	0,60	0,89	1,76	rys. 1 + - Fig. 1	100% magnetyt, ilmenit, hematyt	67,0	0,87
Kadzielnia terra rossa	szczelina krasowa karst crack	0,50	1,45	7,46	rys. 2 +++ - Fig. 2	100% magnetyt, ilmenit, hematyt	34,0	6,01
Czerwona Góra terra rossa	szczelina krasowa karst crack	0,23	0,86	2,74	rys. 2 + - Fig. 2	20% magnetyt, ilmenit, hematyt	26,0	1,88
Bolechowice terra rossa	100-120	0,40	1,08	6,04	rys. 2 +++ - Fig. 2	28% magnetyt, ilmenit, hematyt	37,0	4,96

+ - Najmniej getytu The lowest amount of goethite. +++ - Najwięcej getytu - The highest amount of goethite
 - Magnetyt Fe₃O₄ Ilmenit FeTiO₃ Hematyt Fe₂O₃

licznej kształtuje się około 10, a dla form amorficznych tego składnika około 100.

Obliczony w badanych zwietrzelinach „stosunek żelaza” waha się w bardzo szerokich granicach od 19 do 87 (tab. 3). Najczęściej stosunek ten kształtuje się około 30, co wskazuje na występowanie żelaza w formach krystalicznych w dużej mierze odwodnionych, czyli w formach znacznie zestarzałych. W niektórych przypadkach przy „stosunku żelaza” powyżej 50, żelazo występuje w formie amorficznych wodorotlenków, co może świadczyć o odmłodzeniu zwietrzelin przez dopływ żelaza z aktualnie wietrzejących skał. Należy podkreślić, że w badanych zwietrzelinach największą rolę odgrywa obecnie klimat, głównie opady, prowadzące do uwodnienia żelaza powstałego w procesie aktualnie przebiegającego wietrzenia. Następuje wspomniane poprzednio odmłodzenie starszych form krystalicznych, które mogą w odpowiednich warunkach ulec wtórnemu uwodnieniu. Wydaje się również, że pewnym kryterium wieku może być żelazo związane w krzemianach, które jest bardziej stabilne i mniej podatne na przemiany klimatyczne.

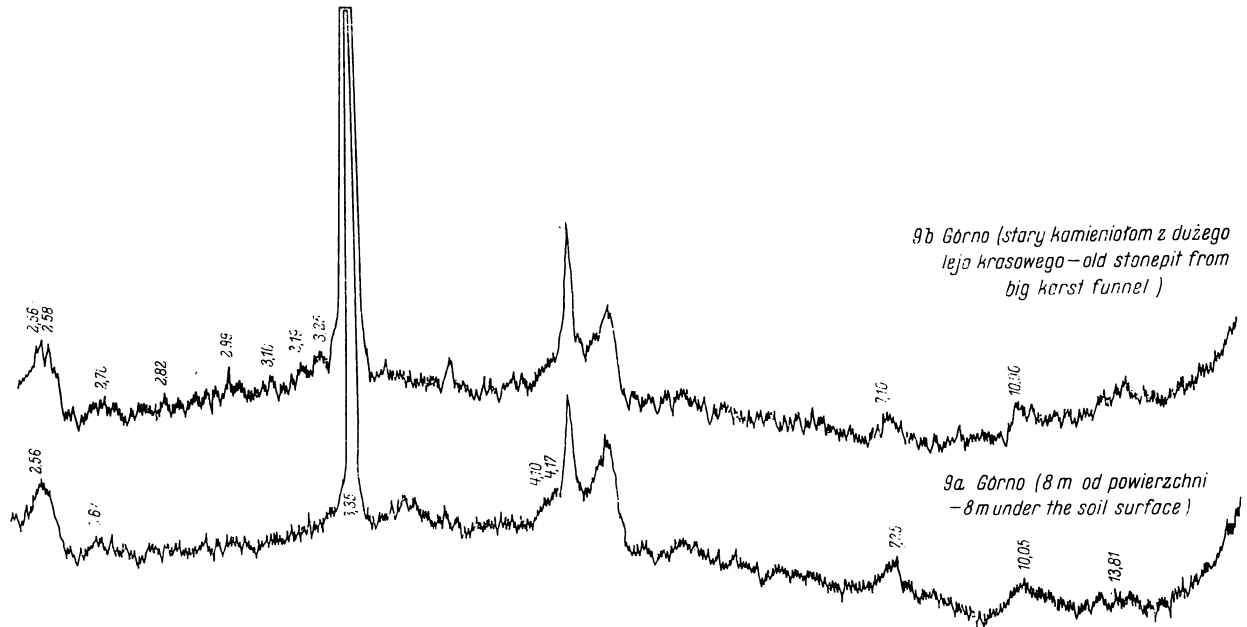
Na podstawie analizy rentgenograficznej prawie we wszystkich zwietrzelinach stwierdzono występowanie getytu w ilościach największych w zwietrzelinach wapieni dewońskich, o niższym pH [16] na ogół w tych, w których występuje najwięcej żelaza całkowitego. W zwietrzelinach z Górna stwierdzono również niewielkie ilości lepidokrokitu. W dwóch przypadkach w zwietrzelinach wapieni jurajskich nie wykryto getytu, występują w nich natomiast bezpostaciowe wodorotlenki żelaza, co jest zjawiskiem najprawdopodobniej wtórnym.

W badaniach frakcji ciężkiej (tab. 4) stwierdzono, że wśród minerałów nieprzezroczystych, mimo ich bardzo małej ilości, głównie w zwietrzelinach *terra rossa* występuje magnetyt, ilmenit i hematyt, a w nielicznych przypadkach lepidokrokit. We wszystkich próbkach, niezależnie od wieku wapieni, skład frakcji ciężkiej jest ubogi (zwłaszcza zwietrzelin *terra rossa*). W zwietrzelinie *terra fusca* na podkreślenie zasługuje obecność granatu, cyrkonu i w nielicznych przypadkach rutylu.

W analizie rentgenograficznej stwierdzono również występowanie getytu, najliczniej w zwietrzelinach wapieni dewońskich. W zwietrzelinach wapieni trzeciorzędowych getyt występuje w małych ilościach, a w wapieniach jurajskich getytu nie wykryto. Należy podkreślić, że getyt jest formą wodorotlenku Fe częściowo wtórną, związaną z warunkami obecnego klimatu.

Skład mineralny poszczególnych zwietrzelin oznaczono dwoma metodami: termiczną i rentgenograficzną (tab. 5 rys. 1 i 2). Mimo pewnych rozbieżności można ogólnie stwierdzić, że w zwietrzelinie *terra rossa* dominującym minerałem jest kaolinit, a w zwietrzelinie *terra fusca* — illit. W niektórych przypadkach występują również struktury mieszane illitu i montmorylonitu (np. Leśna Góra).

Duża strata wagowa w niektórych zwietrzelinach świadczy również



Rys. 1. Analiza rentgenograficzna
X-ray diffraction

Skład mineralny frakcji ciężkiej /% obj./ - Mineral composition of heavy fraction /in vol. %/

Miejscowość Locality	Miejsce pobrania próbki Locality of sam- pling	Zawartość minerałów ciężkich w % wag. Heavy mi- nerals weight %	Procent minera- łów nie- przezro- czystych Opaque minerals in %	Minerały przezroczyste - Transparent minerals												N	S	O	
				amfi- bol	ana- taz	anda- luzyt	cyr- kon	dys- ten	epi- dot	gra- nat	piro- ksen	ru- tyl	stau- rolit	syli- manit	turma- lin				tyta- nit
Suchowola	70-85	0,03	40	+	-	+	45	2	+	48	-	+	5	+	+	-	0	48	52
Jabłonica	50-60	0,15	32	+	-	-	14	-	-	86	+	-	+	-	-	-	0	86	14
Iżża	100-110	0,04	20	2	-	-	40	25	-	2	-	30	1	-	-	-	2	2	96
Leśna Góra	150-165	0,02	45	1	-	+	35	1	+	62	-	-	-	-	1	-	1	62	37
Tokarnia	45-55	0,09	20	-	-	-	60	2	-	9	-	18	5	-	6	-	0	9	91
Górno 9a	wypełnie- nie kraso- we karst fill	0,41	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Górno 9b	lej krasowy karst funnel	0,13	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kadzidłnia	szczelina krasowa karst crack	0,33	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Czerwona Góra	szczelina krasowa karst crack	0,09	20	10	-	-	4	2	-	83	-	+	1	+	+	-	10	83	7
Bolechowi- ce	100-120	0,02	28	+	-	-	35	-	-	35	+	18	-	-	12	-	0	35	65

N - minerały przezroczyste niestrawne na niszczenie mechaniczne i chemiczne: amfibol i piroksen
transparent minerals, not resistant to mechanical and chemical destruction

S - minerały przezroczyste średniotrawne na niszczenie mechaniczne i chemiczne: epidot, granat, sylimanit
transparent minerals on an average resistant to mechanical and chemical destruction

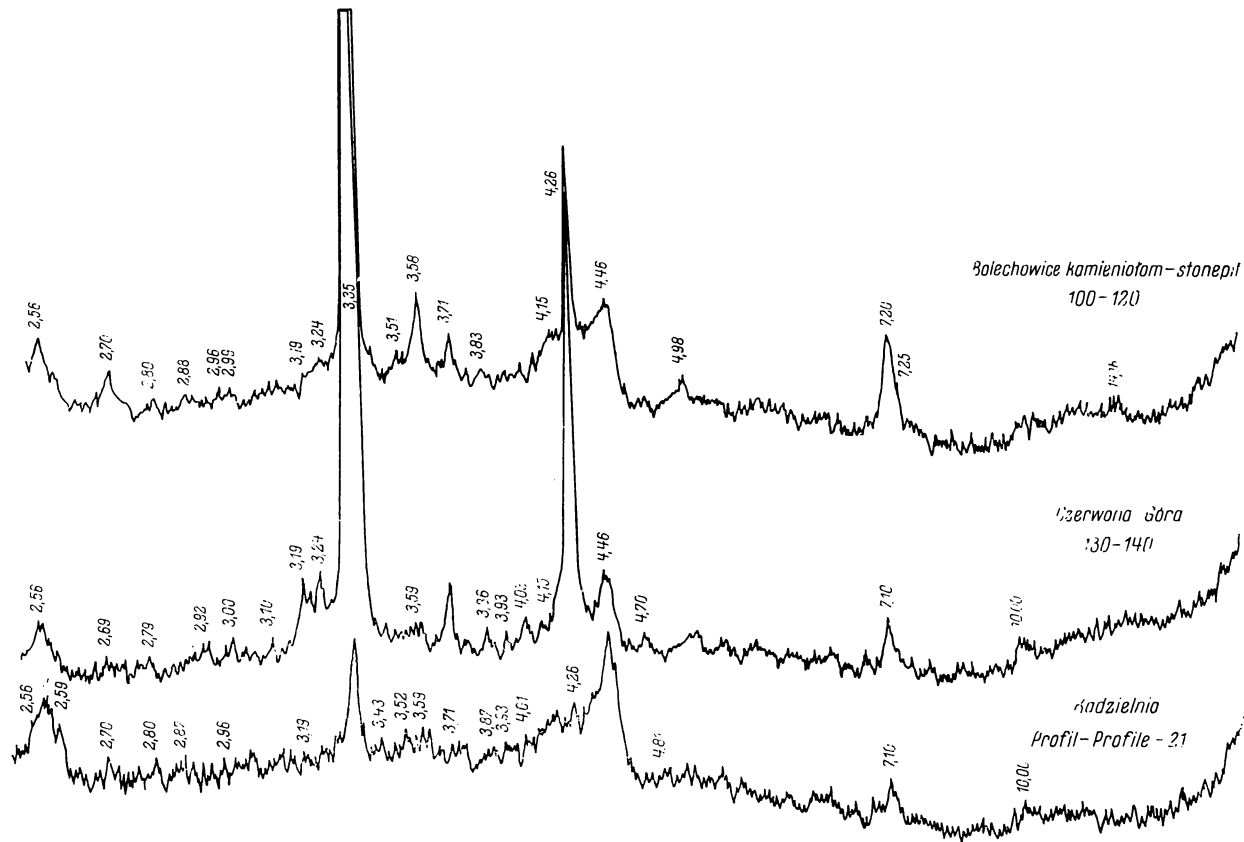
O - minerały przezroczyste trwałe na niszczenie mechaniczne i chemiczne: cyrkon, rutyl, turmalin, dysten, staurolit /według L.B.Ruchina/
transparent minerals resistant to mechanical and chemical destruction /after L.B.Ruchin/

Analiza termiczna, rentgenograficzna i mikromorfologiczna zwietrzelin
 Differential thermal analysis, X-ray and micromorphological determination of weathered materials

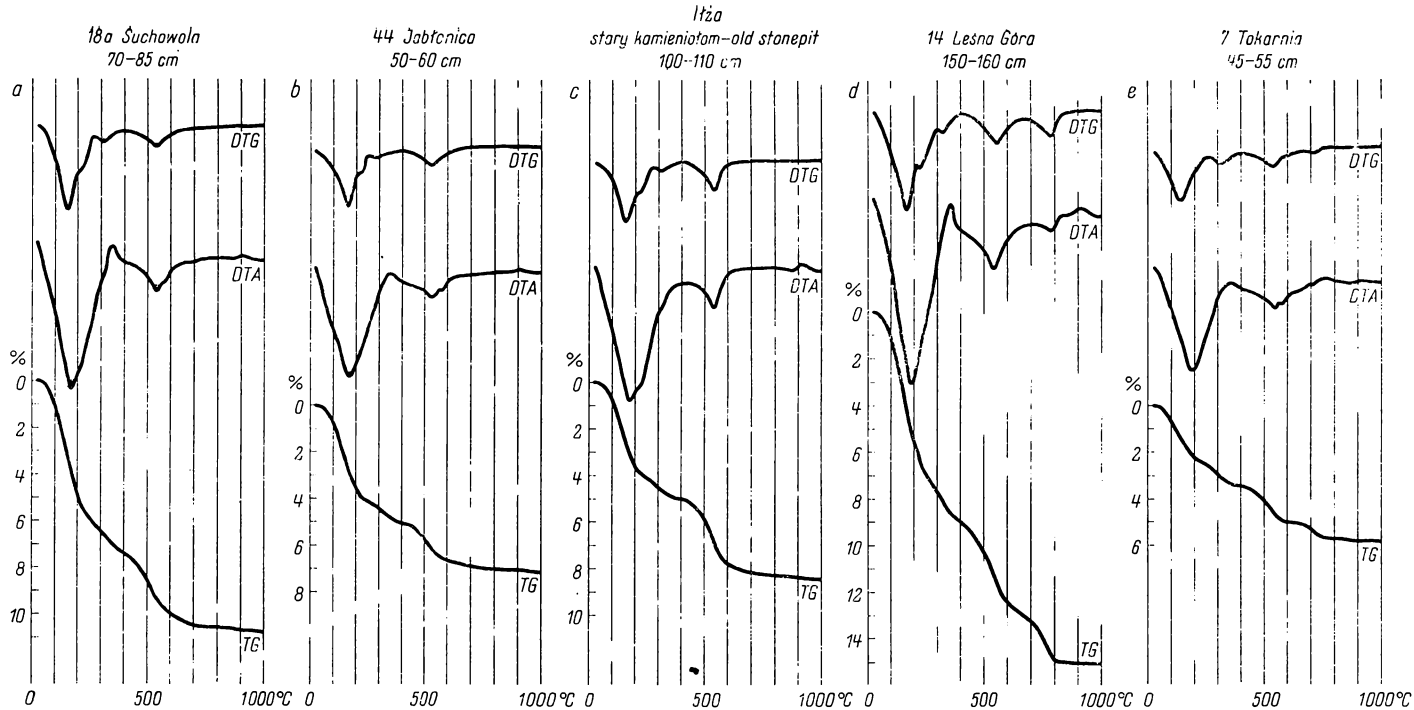
Nazwa, nr profilu, formacja geologiczna Locality, profile No. and geological period	Miejsce pobrania próbki Locality of sampling	Nazwa zwietrzeliny Kind of weathered materials	Wyniki termicznej analizy różnicowej Result of DTA	Wyniki analizy rentgenograficznej Result of X-ray determination	Strata wagowa Loss by ignition %	Struktura plazmy Plasma structure
1	2	3	4	5	6	7
Suchowola nr 18 trzeciorzęd Tertiary period /rys.3a/ /Fig.3a/	70- 85	terra fusca	kaolinit, illit, wodorotlenki żelaza kaolinite, illite, iron hydroxides	kaolinit, montmorylonit, chloryt, niewielkie ilości getytu kaolinite, montmorillonite, chlorite, little amounts of goethite	10,7	-
Jablonica nr 4 trzeciorzęd Tertiary period /rys.3b/ /Fig.3b/	50- 60	terra fusca	illit, ślady kaolinitu, wodorotlenki żelaza illite, traces of kaolinite, iron hydroxides	struktury mieszane, zapewne illit, kaolinit, montmorylonit /szaby stopień uporządkowania struktury minerałów ilastych/, getyt mixed structures, probably illite, kaolinite, montmorillonite /a weak degree of setting in order the structure of clayey minerals/, goethite	7,2	skelsepic, dobre wyseparowanie plazmy skelsepic, a good separation of plasma
Iżża nr 19 Jura Jurassic period /rys.3c/ /Fig.3c/	100-110	terra fusca	kaolinit, illit, montmorylonit, getyt kaolinite, illite, montmorillonite, goethite	illit, kaolinit, chloryt, montmorylonit, getyt illite, kaolinite, chlorite, montmorillonite, goethite	2,4	skelsepic, vosepic, lattisepic
Leśna Góra nr 14 Jura Jurassic period /rys.3d/ /Fig.3d/	150-160	terra fusca	illit, kaolinit, wodorotlenki żelaza illite, kaolinite, iron hydroxides	struktury mieszane illit+montmorylonit, kaolinit mixed structures illite+montmorillonite, kaolinite	15,1	-
Tokarnia nr 7 Jura Jurassic period /rys.3e/ /Fig.3e/	45- 55	terra fusca	illit, drobne ilości kaolinitu i montmorylonitu, getyt illite, little amounts of kaolinite and montmorillonite, goethite	illit, montmorylonit, kaolinit illite, montmorillonite, kaolinite	5,8	-

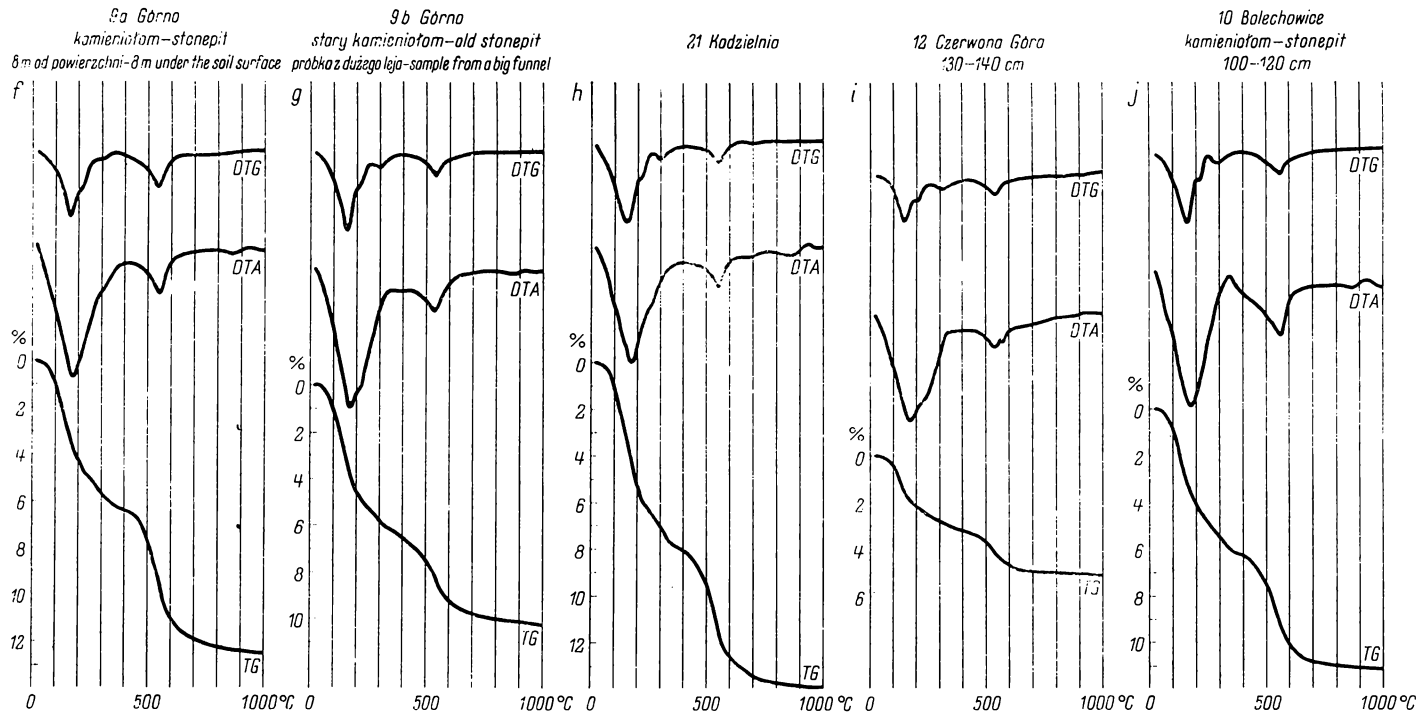
cd. tabeli 5

1	2	3	4	5	6	7
Górno nr 9a dewon Devonian period /rys.3f/ /Fig.3f/	wypełnienie krasowe karst fill	terra rossa	kaolinit, illit kaolinite, illite	kaolinit, illit, znaczne i- lości getytu kaolinite, illite, conside- rable amounts of goethite	12,5	słabe "sektorowe" wyse- parowanie plazmy, sła- bo zaznaczona lamina- cja, lokalnie vosepic a weak separation of plasma, weakly defi- ned lamination, locally vosepic
Górno nr 9b dewon Devonian period /rys.3g/ /Fig.3g/	lej krasowy karst funnel	terra fusca	illit, kaolinit, wodoro- tlenki żelaza illite, kaolinite, iron hydroxides	illit, kaolinit, getyt illite, kaolinite, goethite	10,3	skalsepic, vosepic
Kadzidłnia nr 21 dewon Devonian period /rys.3h/ /Fig.3h/	lej krasowy karst funnel	terra rossa	kaolinit, getyt, montmo- rylonit kaolinite, goethite, mont- morillonite	kaolinit, getyt, podrzęd- nie illit kaolinite, goethite, less illite	13,9	"sektorowe" wyseparo- wanie plazmy, części żelaziste wykazują lami- nację sectorial separation of plasma, ferruginous particles show a lami- nation
Czerwona Góra nr 12 dewon Devonian period /rys.3i/ /Fig.3i/	130-140	terra rossa	illit, getyt illite, goethite	kaolinit, podrzędnie illit /pakiety mieszane/, getyt kaolinite, less illite /mixed structures/, goethite	5,2	-
Bolechowice nr 10 dewon Devonian period /rys.3j/ /Fig.3j/	100-120	terra rossa	kaolinit, getyt, małe i- lości illitu i montmo- rylonitu kaolinite, goethite, little amounts of illite and montmorillonite	kaolinit, getyt kaolinite, goethite	11,2	-



Rys. 2. Analiza rentgenograficzna
X-ray diffraction





Rys. 3. Analiza termiczna zwierzelin
Differential thermal analyses of weathered materials

o tym, że woda występuje tu nie tylko jako zaadsorbowana i międzypakietowa, ale również związana w wodorotlenkach żelaza. Wielkość straty wagowej świadczy w pewnym stopniu o występowaniu żelaza w postaci wodorotlenków, co znajduje potwierdzenie w bardzo dużym „stosunku żelaza”.

Dla kilku zwietrzelin przeprowadzono również badania mikromorfologiczne (tab. 5, rys. 3). Płytki cienkie wykonano metodą Kubienny i Altemüllera w modyfikacji Bogdy i Kowalińskiego: trzy analizy dla *terra fusca*: z wapienia trzeciorzędowego — Jabłonica, wapienia jurajskiego — Iłża i wapienia dewońskiego — Górno 9b. Dla *terra rossa* wykonano analizy ze zwietrzelin wapieni dewońskich — Górno 9a i Kadzielnia. Szersze opracowanie mikromorfologiczne zwietrzelin będzie przedmiotem oddzielnej pracy; w niniejszym opracowaniu, obejmującym tylko 5 szlifów, nie można jednoznacznie scharakteryzować ich właściwości. Z analizy szlifów wynika, że zwietrzelina *terra fusca* charakteryzuje się większą ilością części szkieletowych i żółtobrunatną barwą plazmy, co świadczy o większej zawartości minerałów ilastych i prawdopodobnie większej ilości wodorotlenków glinu. W zwietrzelinie tej występuje plazma o strukturze skelsepic, w mniejszych ilościach plazma typu vosepic, a niekiedy latisepic. Na ogół wyseparowanie plazmy jest dobre. W zwietrzelinie typu *terra rossa* stwierdzono bardzo małą ilość części szkieletowych, brunatnoczerwone lub czerwone zabarwienie plazmy, związane najprawdopodobniej z zachodzącym w niej procesem rubifikacji. Na ogół plazmy w tej zwietrzelinie jest znacznie mniej w porównaniu ze zwietrzeliną *terra fusca*. W próbce z Górna występuje słabe wyseparowanie plazmy w formie „sektorowej” ze słabo zaznaczającą się laminacją. W próbce z Kadzielni sektorowe wyseparowanie plazmy jest bardziej zaznaczone; być może są to głównie wodorotlenki żelaza wykazujące laminację. W *terra rossa* występuje plazma o strukturze głównie insepic, rzadziej skelsepic. W płytkach cienkich tej zwietrzeliny występują liczne szczelinowe spękania; trudno stwierdzić, czy są one pierwotne, czy wtórne. Niektóre z nich bywają czasem wysłane różnym materiałem, czasem organicznym, czasem plazmą, co świadczyłoby o ich pierwotnej genezie, czyli powiązaniu z wielokrotnymi okresami suszy i nawilżania. Spękania te wydają się być typowe dla materiału ciężkiego, co stwierdza również S m o l i k o v a w szlifach gleb kopalnych [17].

PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że istnieją pewne różnice i podobieństwa badanych dwóch typów zwietrzelin.

1. Zwietrzeliny wapieni trzeciorzędowych, jurajskich i dewońskich zawierają różne ilości frakcji koloidalnej. Zależy to najprawdopodobniej od typu petrograficznego skały wapiennej, a być może i od klimatu, w którym skała ulegała wietrzeniu. Najwięcej frakcji koloidalnej zawierają

zwietrzliny wapieni dewońskich, a najmniej zwietrzliny wapieni trzeciorzędowych. Występowanie zwietrzliny zarówno *terra rossa* i *terra fusca* stwierdzono na wapieniach dewońskich. Na podstawie tych dwóch próbek można stwierdzić, że zawartość części koloidalnych jest większa w *terra rossa* w porównaniu z wytworzoną z tej samej skały *terra fusca*, co świadczy o innych warunkach klimatycznych w okresie ich wietrzenia.

2. W zwietrzelinach *terra fusca* stwierdzono większą zawartość węgla organicznego, co może sugerować, że zwietrzliny te były glebami.

3. Żelaza całkowitego występuje najwięcej w zwietrzelinach *terra rossa*.

4. Obliczony „stosunek żelaza” wynosi w zwietrzelinach *terra rossa* około 30, a w *terra fusca* dochodzi nawet do 80. Stosunek ten jest modyfikowany wpływem klimatu współczesnego.

5. Wśród minerałów nieprzezroczystych frakcji ciężkiej zwietrzliny głównie typu *terra rossa* stwierdzono występowanie magnetytu, ilmenitu i hematytu.

6. W zwietrzelinie typu *terra rossa* z wapieni dewońskich stwierdzono występowanie większych ilości getytu w porównaniu z *terra fusca*.

7. Przeważającym minerałem ilastym w zwietrzelinie *terra rossa* jest kaolinit, w zwietrzelinie *terra fusca* — illit.

8. Badania mikromorfologiczne wykazują, że zwietrzelina *terra fusca* odznacza się większą ilością części szkieletowych, żółtobrunatną barwą plazmy. Występuje tu struktura plazmy typu skelsepic, a w mniejszych ilościach vosepic, niekiedy latisepic. Wyseparowanie plazmy dobre.

9. *Terra rossa* odznacza się bardzo małą ilością szkieletu, barwą plazmy i wodorotlenków żelaza czerwoną lub brązowoczerwoną. Występuje tu słabe wyseparowanie plazmy, a jej struktura jest typu insepic, rzadziej skelsepic.

10. W obu przypadkach — w *terra rossa* silniej zaznaczone — występują spękania, które mogą być różnego pochodzenia: pierwotne lub wtórne. Są one typowe dla materiału ciężkiego, ulegającego w pewnym okresie szybkiemu wysychaniu i nawilżaniu.

11. Podsumowując wszystkie przeprowadzone badania można stwierdzić, że *terra rossa* powstała w klimacie tropikalnym i subtropikalnym w trzeciorzędzie, a być może i wcześniej pod wpływem procesu rubifikacji i uległa zniszczeniu zachowując się tylko w szczelinach krasowych. Zbadana *terra fusca* prawdopodobnie jest zwietrzeliną młodszą, powstałą w interglacjałach pod wpływem klimatu umiarkowanego. Obecnie oba typy zwietrzelin należy traktować jako zwietrzliny reliktowe, które w naszym klimacie występują sporadycznie i z których u nas nie wytworzyły się gleby.

LITERATURA

- [1] Gury M., Duchaufour P.: Relations entre les formations superficielles et la pedogenese sur substratum calcaire. Sci. du Sol 1, 1972.

- [2] Lamouroux M.: Etat et comportement du fer dans les sols formes sur roches carbonatees au Liban. Science du Sol 1, 1972.
- [3] Markowicz-Łohinowicz M.: Próba oceny intensywności korozji krasowej w czwartorzędzie na obszarze Jury Częstochowskiej. Spelologia IV, 1, Warszawa 1969.
- [4] Markowicz-Łohinowicz M.: Procesy współczesnej korozji krasowej masywu wapiennego Jury Częstochowskiej. Spelologia III, 2, Warszawa 1968.
- [5] Mossoczy Z.: Odkrycie miejsc występowania kości kręgowców kopalnych w okolicy Kłobucka. Przegląd Geol. 7, 1959, 3.
- [6] Mossoczy Z.: Zagadnienie wieku jaskini północnej części Jury Krakowsko-Częstochowskiej. Spelologia, 1, 1959, 4.
- [7] Mückenhausen E.: The fossil soils (paleosols) of central Europe. Anales de Edafologia y Agrobiologia 32, 1—2, Madrid 1973.
- [8] Mückenhausen E.: Die Entwicklung der Böden auf den saaleeiszeitlichen Ablagerungen Nordwestdeutschland. Soomen Maataloustieellisen seuran Julkaisuja, 123, Acta Agralla Fennica, 1971.
- [9] Pedro G.: Les sols developpes sur roches calcaires. Nature, originalitee et cadre general de leur exolution a la surface du glebe. Science du Sol 1, 1972.
- [10] Pożaryski W.: Odwapnione utwory kredowe na północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Biul. Państw. Inst. Geologicznego nr 75, Warszawa 1951.
- [11] Różycki S.: Przyczynki do znajomości krasu Polski. I. Kras Opoczyński. Przegląd Geol. 20, 1947.
- [12] Różycki S.: Przyczynki do znajomości krasu Polski. II. „Zapadłe Doły” we wschodniej części lasów starachowickich. Przegląd Geogr. 22, 1950.
- [13] Różycki S.: Pleistocen Polski środkowej. PWN, Warszawa 1972.
- [14] Schwertmann U.: Zur Goethit und Hämatitbildung aus amorphen Eisen (III) — hydroxid. II. Mitteilung. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 108, 1965, 1.
- [15] Schwertmann U., Lentze W.: Bodenfarbe und Eisenoxidform. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 115, 1966, 3.
- [16] Schwertmann U., Fischer W. R.: Zur Bildung von — FeOOH und — Fe₂O₃ aus amorphen Eisen (III) — hydroxid. III. Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie 346, 1966, 3—4.
- [17] Smolikova L.: Genesis of soil types in the loess series of Czechoslovakia. Acta Universitatis Carolinae, Geographie 2, Praha 1972.

К. КОНЕЦКА-БЕТЛЕЙ

РЕЛИКТОВЫЕ ПОЧВЫ ОБРАЗОВАННЫЕ ИЗ КАРБОНАТНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД НА ТЕРРИТОРИИ СВЕНТОКШИНСКИХ ГОР И ИХ ОКРАИН

Институт почвоведения и агрохимии, Сельскохозяйственная академия в Варшаве

Резюме

Исследовано выветрелости и реликтовые почвы образованные из карбонатных горных пород на территории Свентокшиских Гор. Возникновение этих выветрелостей и реликтовых почв является чрезвычайно сложным вопросом ввиду многообразия факторов действующих одновременно либо поочередно. Геохимические превращения, каким подвергаются известняки различных геологических формаций, находятся в зависимости от климатических изменений и

от типа (вида) породы. С точки зрения генезиса почв эти выветрелости и почвы, которые можно назвать полициклическими, а одновременно полигенетическими.

Обсуждаемые выветрелости появляются на поверхности карбонатных пород или под покровом аллохтонного материала. В первом случае это реликтовые выветрелости на вторичном месторождении, заполняющие расщелины и карстовые воронки; во втором — ископаемые выветрелости залегающие *in situ* в меньшей степени подверженные действию эрозии. На основании литературных сведений и собственных исследований выделено 2 типа выветрелостей: выветрелость *terra rossa* красновато-бурового цвета и выветрелость *terra fusca* бурого цвета.

В образцах выветрелостей были проведены основные физико-химические анализы, термический дифференциальный анализ, рентгенографический анализ, а в некоторых образцах сверх того и микроморфологические анализы. Полученные результаты предоставляют возможность предварительно охарактеризовать эти два вида выветрелостей. Выветрелость *terra rossa* образовалась главным образом из девонских известняков. Ей свойственно большое количество коллоидных веществ, высокое содержание общего и свободного железа и слабо кислая реакция. Термическим и рентгенографическим анализом выявлено наличие каолинита, меньше — иллита, а иногда значительное количество монтмориллонита и гетита, быть может также гидрогетита, а в нескольких случаях лепидокроита. Во фракции тяжелых минералов обнаружено до 1% гематита. Микроморфологические исследования указывают на довольно слабую обособляемость плазмы — в главном выступают здесь аморфные гидроксиды железа. Несмотря на слабое изолирование плазмы в некоторых случаях удалось определить ее структуру преимущественно типа *insepic* а локально *vosepic*.

Выветрелости *terra fusca*, образовавшиеся из третичных и юрских известняков отличаются наличием значительно меньших количеств коллоидных частиц, а также меньшим количеством свободного и общего железа. Появляются в них тоже некоторые количества карбоната кальция и органического угля. Данные термического и рентгенографического анализа обнаружили в главном иллит и смешанные структуры иллит/монтмориллонит. Каолинит появлялся в меньших количествах. В выветрелостях не везде был обнаружен гетит, если он и появляется, то лишь в ничтожном количестве. Тяжелые минералы находятся здесь в более крупных количествах нежели в *terra rossa* а их состав доказывает наличие примеси четвертичных пород. В *terra fusca* констатирована хорошая изолированность плазмы *skelsepic* в меньших количествах *vosepic* и *lattisepic*.

На основании полученных результатов нельзя вполне точно выделить и перечислить неоспоримо диагностические показатели названных двух типов выветрелостей ввиду современных их преобразований. Однако исходя из учета некоторых особенностей можно прийти к выводу, что *terra rossa* образовалась в третичном периоде или раньше и была подвержена процессу рубификации. *Terra fusca* образовалась в межледниковой эпохе в иных условиях влажности. Следует подчеркнуть, что существует генетическая связь между возникновением и формированием выветрелостей и почв *terra rossa* и *terra fusca*.

K. KONECKA-BETLEY

RELIC SOILS FORMED ON CARBONATE ROCKS IN THE ENVIRONS
OF THE ŚWIĘTOKRZYSKIE MTS.Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Agriculture
University of Warsaw

Summary

This paper is concerned with weathering wastes and relic soils formed on carbonate and occurring in the environs of the Świętokrzyskie Mountains. The formation of these weathering wastes and relic soils is extremely complex. With regard to a variety of factors acting simultaneously or subsequently as a result of geochemical changes, to which limestones of different geological origin are submitted under the effect of the climate and the type of rock. From the point of view of soil genesis that are weathering wastes and soils, which may be termed as polycyclic and at the same time polygenetic ones.

Morphological field investigations allowed to ascertain that the weathering wastes appear either on the surface of carbonate rocks or under the cover of an allochthonic material. In the former case they are relic wastes on secondary bed, filling karst crevices and pits; in the latter they constitute fossil wastes occurring in situ and exposed to erosion in a much less degree. Basing on the colour of such weathering wastes, the author discerns two types connected with their age: *terra rossa* waste, of red-brown colour, originated in the Tertiary or earlier, and *terra fusca* waste of brown-ochre colour, formed chiefly in the interglacial period.

Samples were taken to characterize the problem as stated above, from weathered Tertiary, Jurassic, and Devonian limestones, and in some cases also from overlying materials. The samples were then submitted to the basic physical and chemical analyses, DTA, X-ray diffraction, and in some cases to micromorphological analyses.

The results presented in the paper, although not very numerous, allow a preliminary characterization of these two kinds of weathering wastes. The *terra rossa* waste is formed chiefly from Devonian limestones. It is featured by a large amount of colloidal fraction, a considerable content of total and free iron, and a slightly acid reaction. DTA and X-ray diffraction allow to ascertain the presence of kaolinite, subordinate amounts of illite, and sometimes montmorillonite and goethite in considerable amounts, maybe also hydrogoethite, and in some cases lepidocrocite. In the heavy mineral fraction there is up to 1% hematite. Micromorphological investigations indicate a rather weak separation of the plasma — there occur chiefly amorphous iron hydroxides. In spite of a weak separation of the plasma its structure may in some cases be determined, chiefly as insepic, and locally as vosepic.

The *terra fusca* wastes formed from Tertiary and Jurassic limestones are featured by the occurrence of much lesser amounts of colloidal fraction as well as by smaller amounts of total and free iron. There occur some amounts of calcium carbonate and organic carbon. DTA and X-ray diffraction show the presence of chiefly illite and interstratified illite-montmorillonite structures. There are smaller amounts of kaolinite. Goethite was not found in all waste samples; when present, it occurs in very little amounts. Heavy minerals occur in larger amounts than in the *terra rossa*, their composition indicating most often an admixture of Quaternary rocks. In the *terra fusca* a good plasma separation of the skelsepic type may be found, with vosepic and lattisepic in less amounts.

Basing on the results obtained one cannot strictly discern or quote unquestionably diagnostic features of both types of weathering wastes because of their

contemporary transformations. However, it is possible to conclude from some of the features that the *terra rossa* was formed in the Tertiary or earlier, and was submitted to the rubefaction process. Again, the *terra fusca* was formed in an interglacial period (Mindel-Riss?) in different conditions of humidity. It is to stress that a genetic relationship exists between the formation and development of rendzinas in different geological periods on the one hand and the weathering wastes and *terra rossa* and *terra fusca* soils on the other.

Doc. dr hab. Krystyna Konecka-Betley
Instytut Gleboznawstwa i Chemii
Rolnej AR
Warszawa, ul. Rakowiecka 26

