

# ULTRASTRUKTURY POWIERZCHNI ZIARN PIASKU GLEBY BRUNATNEJ WYŁUGOWANEJ WYTWORZONEJ Z PIASKU STREFY MORENY CZOŁOWEJ

Zygmunt Brogowski, Jolanta Raczuk

**Brogowski R., Raczuk J., 2004:** Ultrastruktury powierzchni ziarn piasku gleby brunatnej wyługowanej wytworzonej z piasku strefy moreny czołowej (*Ultrastructure of sand grains surface of brown leached soil developed from sands of the terminal moraine*), Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego nr 5, s. 175-183, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce

**Zarys treści:** Podjęto badania ultrastruktury powierzchni ziarn piasku wydzielonego z materiałów moreny czołowej. Ziarna piasku o średnicy 1-0,1mm zostały wydzielone z poziomów Ap, Bbr, BbrC i C gleby brunatnej wyługowanej powstałej z piasku silnie szkieletowego. Gleba ta znajduje się pod uprawą rolniczą mimo iż jest ona bardzo słabą pod względem rolniczym. W naszych badaniach chcieliśmy prześledzić jakiej transformacji ulegają powierzchnie ziarn piasku w wyniku procesów glebowych w tak ubogim materiale. W tym celu do badań ultrastruktury wykorzystano skaningowy mikroskop elektronowy.

**Słowa kluczowe:** powierzchnia ziarna, piasek, zniszczenie chemiczne i fizyczne

Zygmunt Brogowski, SGGW, Katedra Nauk o Środowisku Glebowym, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

Jolanta Raczuk, Akademia Podlaska, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce

## 1. Wstęp

Ziarna piasku w glebach wytworzonych z materiałów polodowcowych są zbudowane w głównej mierze z kwarcu. Minerale ten jest odporny na procesy wietrzeniowe. Posiada właściwości piezoelektryczne pozwalające na „wychwytywanie” z roztworów glebowych różnorodnych związków i przyczyniać się do ich rekrytalizacji na swej powierzchni. Właściwości piezoelektryczne kwarcu wzrastają stopniowo w głąb profilu glebowego. Pozwala to na „kodowanie” na powierzchni ziarn kwarcu różnych procesów (rekrytalizacji, koagulacji, narastania krystalizacji i innych) geologicznych, glebotwórczych i glebowych (Doornkamp, Krinsley 1971, Hillefors 1971, Blackwelder 1972, Krinsley, Doornkamp 1973, Brogowski i inni 1978, Kowalkowski, Mycielska-Dowgiałło 1980, Krinsley 1980, Kowalkowski, Brogowski 1983,

Brogowski, Kocoń 1984, 1988, Kowalkowski 1988, Konecka-Betley, Baraniecka 2002.). Celem naszych badań było prześledzenie zjawisk występujących na powierzchni ziarn piasku w glebie wytworzonej z bardzo ubogiego tworzywa, zaliczanej do kl. VI bonitacyjnej.

## 2. Materiał i metodyka

Badana gleba stanowi fragment obszaru moreny czołowej zlodowacenia środkowopolskiego, stadium Warty. Teren urzeźbiony z odkrywkami kopalni żwirów i piasków. Obszar położony jest kilkanaście kilometrów na północ od Siedlec.

Opis badanego profilu gleby:  
Miejscowość: Wesoła pow. Siedlecki  
teren pagórkowaty, miejsce odkrywki płaskie.  
Gleba pod uprawą rolną.

- 0-25cm Ap – poziom próchniczny barwy szarobrunatnej (10YR 4/2) o składzie granulometrycznym piasku słabogliniastego silnie szkieletowego; duża obecność kamieni i żwiru.
- 25-40cm Bbr – poziom brunatnienia (rdzawy) o barwie żółtobrunatnej (10YR 5/6) z zaciekami próchnicy, uziarnienie jak w poziomie Ap,
- 40-60cm Bbr/C – poziom przejściowy barwy jasno brunatnej (10YR 6/4) o składzie granulometrycznym piasku słabogliniastego o średniej zawartości kamieni i żwiru,
- 60-90cm C – barwy żółtej (10YR 7/6) z rdzawymi fibrami żwiru sklejonego tlenkami żelaza o zabarwieniu rdzawym (2,5YR 4/6). Uziarnienie: piasek słabogliniasty o dużej zawartości kamieni i żwiru,
- 90-130cm IC<sub>1</sub> – utwór podścielający o składzie gliny lekkiej pylastej; utwór plamisty żółtobiałej (5YR 8/2) o równych ilościach plam białych i żółtych; występuje CaCO<sub>3</sub> w ilości średnio 5,8%,
- 130-165cm IC<sub>2</sub> – piasek luźny wodnolodowcowy o zabarwieniu jasnoszarym (10YR 7/2), brak części szkieletowych; piasek równoziarnisty, czysty odmyty,
- Gleba brunatna wylugowana wytworzona z piasku strefy moreny czołowej. Utwór warstwowany.

#### A. Metodyka rozdzielania gleby na frakcje:

1. Próby gleb rozdzielano na frakcje granulometryczne według metody Atterberga w 5-cio litrowych balonach. Odważano po 0,5kg gleby przesianej przez sito o średnicy 1mm. Części ziemiste gotowano bez stosowania peptyzatorów. Zawiesinę przepuszczano przez sito o średnicy 0,25mm i zlewano do balonów. Piasek starannie odmywano z części drobniejszych i następnie piasek z sit powtórnie gotowano odmywając go a zawiesinę przenoszono do cylindrów. Operacje tę powtarzano tak długo (gotowanie i odmywanie) aż utwierdzono się, że ziarna piasku o średnicy 1-0,25mm nie zawierają części o mniejszej średnicy. Piasek z sit suszono i rozdzielano na sicie 0,5mm na gruby (1-0,5mm) i średni (0,5-0,25mm). Zawiesinę rozdzielano na poszczególne frakcje poczynając od frakcji ilastej <0,002mm. Wydzielanie tej frakcji prowadzono do pełnego jej usunięcia. W związku z tym, po każdym odsyfonowaniu zawiesiny z ziarnami <0,002mm, zawartość

balonów przenoszono do garnka i gotowano za każdym razem po pół godziny. Operację tę powtarzano tak długo aż upewniono się, że w mieszaninie ziemistej nie występują ziarna <0,002mm (czysta woda po wygotowaniu gleby).

Frakcję ilastą odparowywano w parownicach na łaźni wodnej i ważono. Grubsze frakcje wydzielano z mieszaniny glebowej bez dalszego gotowania gleby aż do frakcji 0,1mm. Frakcje suszono na łaźni wodnej i ważono. Z ilości frakcji wydzielonych obliczano skład granulometryczny badanej gleby (tab. 1).

#### B. Inne metody stosowane w badaniach:

1. Kationy wymienne ekstrahowano z gleby 1M octanem amonu o pH=7,0, i oznaczano je w wyciągu metodą ASA.
2. Próchnicę oznaczano metodą W. Tiurina.
3. pH w H<sub>2</sub>O i 1M KCl oznaczano metodą elektrometryczną przy pomocy elektrody zespolonej.
4. Kwasowość hydrolityczną oznaczano metodą Kappena, ekstrahując glebę 1M octanem wapnia o pH=8,2.
5. Kwasowość wymienną i glin ruchomy oznaczano metoda Sokołowa ekstrahując glebę 1M KCl.
6. Fotografie wykonano w mikroskopie elektrycznym skaningowym firmy JEOL, w Pracowni Mikroskopii Elektronowej SGGW. Preparaty ziarn napyłano w próżni srebrem.

### 3. Omówienie wyników i dyskusja

Wśród badanych ziarn piasku dominuje kwarc. Większość ziarn piasku wykazuje mniej lub bardziej widoczne zniszczenia powierzchni w wyniku procesów fizycznych i chemicznych. Przykładem może być ziarno piasku grubego (1-0,5mm) z poziomu humusowego Ap gleby (fot. 1 i 2). Ziarno o nieregularnym kształcie (fot. 1) wykazuje silne nadżerki chemiczne (fot. 2) tworzące zagłębienia, w których następuje rekryształizacja różnych związków z roztworów glebowych. Inne o mniejszej średnicy (0,25-0,1mm) z poziomu próchnicznego (fot. 3 i 4) wykazują silne nadżerki, prawdopodobnie chemiczne o strzępiastej powierzchni, lub o gładkiej powierzchni (fot. 5 i 6) z silnymi wgłęb-

Tabela 1. Uziarnienie gleby wytworzonej z utworu warstwowego w strefie moreny czołowej  
 Table 1. Texture of soil developed from stratified parent material in terminal moraine

Miejscowość <i>Locality</i>	Głębokość pobrania prób w cm <i>Sampling in cm</i>	Poziomy genetyczne <i>Genetic horizons</i>	% ziarn o średnicy w mm -% of grains in diameter in mm										
			>1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,01	0,01-0,005	0,005-0,002	<0,002	Σ<0,02
Wesoła pow. Siedlce <i>Wesoła country Siedlce</i>	0-25	Ap	45,3	18,6	32,6	28,8	5,3	4,6	4,4	0,6	1,5	3,6	10,1
	25-40	Bbr	48,6	14,4	37,5	29,3	6,2	5,8	2,0	1,3	1,5	2,0	6,8
	40-60	BbrC	19,3	24,1	43,3	21,9	2,9	2,4	1,2	1,4	0,5	2,3	5,4
	60-90	C	29,1	27,9	36,0	18,3	4,7	3,7	1,7	0,6	1,7	5,2	9,2
	90-130	IC <sub>1</sub>	5,4	9,7	15,5	12,1	17,7	18,0	9,5	4,3	3,1	10,1	27,0

Tabela 2. Niektóre właściwości fizyko-chemiczne gleby  
 Table 2. Some physico-chemical properties of soil

Miejscowość <i>Locality</i>	Głębokość pobrania prób w cm <i>Sampling in cm</i>	pH		Humus	W meq/100g gleby <i>in meq/100g of soil</i>				Udział procentowy <i>share in percent</i>			
		H <sub>2</sub> O	KCl		S <sub>1</sub>	H <sub>b</sub>	T	Al+H	Ca	Mg	K+Na	%V <sub>s</sub>
Wesoła pow. Siedlce <i>Wesoła country Siedlce</i>	0-25	4,6	3,9	1,90	1,70	3,75	5,45	0,91	17,5	4,4	9,2	31,1
	25-40	4,9	4,2	0,43	1,60	2,8/2	4,42	0,78	24,9	3,9	7,4	36,2
	40-60	5,0	4,3	0,17	1,68	1,51	3,19	0,66	41,7	4,4	6,6	52,7
	60-90	5,8	4,7	0,10	3,31	1,12	4,43	0,42	64,3	6,6	3,8	74,7
	90-130	8,0	7,3	0,16	23,30	0,32	23,62	0,00	94,0	1,8	2,5	98,3

nymi nadzerkami – „zagłębieniami” naczyniowymi (Krinsley, 1980, Krinsley i Doornkamp, 1973).

W poziomie Ap znajdują się również ziarna silnie oskorupione. Silnie kwaśne środowisko sprzyja wytrącaniu wolnej krzemionki oraz prawdopodobnie połączeń krzemowo-organicznych w tym poziomie.

Ziarna piasku występujące w poziomie próchnicznym są szczególnie narażone na działanie stosunkowo silnych kwasów humusowych, a w tym fulwowych, powstających w stosunkowo znaczących ilościach w glebach kwaśnych. W warunkach klimatu Polski kwasy fulwowe łatwo rozpuszczalne w wodzie mogą się przemieszczać wraz z opadami do głębszych poziomów glebowych i atakować fazę stałą gleb. Są one agresywne w stosunku do mineralnej części gleb.

Ziarna piaskowe wydzielone z głębszych poziomów Bbr, BbrC i C wykazują również silne zniszczenia powierzchni. Są to zniszczenia zarówno fizyczne jak i widoczne wyraźnie wytrawienia chemiczne (fot. 7 i 8 oraz 11 i 12). Niektóre ziarna z poziomów skały macierzystej C wykazują (fot. 9

i 10) akumulacje określonych związków na swojej powierzchni, prawdopodobnie narodził krzemionki przechodzącej w kwarc (Krinsley i Doornkamp, 1973). Narodziła te tworzą nieregularne rozpadliny i „ścieżki” na wolnej powierzchni kwarcu. Natomiast część ziarn w tym poziomie (fot. 11 i 12) wykazuje zniszczenia zarówno chemiczne – wytrawienia szczelinowe jak również spękania fizyczne (fot. 12).

Niezależnie od materiału, z którego są wytworzone gleby obserwuje się zróżnicowanie w profilu gleby w urzeźbieniu powierzchni ziarn piaskowych. Ziarna piasku w poziomach powierzchniowych są silniej zniszczone, natomiast w głębszych następuje na ich powierzchniach akumulacja związków transportowanych z poziomów wyżej leżących. Na tego rodzaju zjawisko wskazuje większość autorów. W wierzchnich poziomach następują procesy wietrzenia chemicznego, nie negując również wietrzenia fizycznego. Jego produkty, w warunkach klimatu umiarkowanego, ulegają stopniowemu pionowemu transportowi w głębsze poziomy i warstwy profilu glebowego. Tam nastę-

pują procesy rekrytalizacji i powstają oskorupienia na ziarnach piasku lub powiększenie średnicy ziarn na skutek przekształcenia krzemionki opalowej w kwarc (Krinsley 1980, Krinsley, Doornkamp 1973, Doornkamp, Krinsley 1971). Proces ten ma miejsce szczególnie na ziarnach kwarcu, który w głębszych poziomach w wyniku nacisku warstw nadległych wykazuje silne właściwości piezoelektryczne. Przykładem takiego narastania kwarcu i powiększania średnicy są ziarna przedstawione na fot. 9 i 10.

Wśród badanych ziarn osadu strefy moreny czołowej występują również pojedyncze ziarna kwarcu V-kształtne, pochodne procesów eolicznych, głównie w poziomie orno-próchnicznym Ap. Zagłębienia V-kształtne są najczęściej „rozmyte” – brak ostrych krawędzi, co według Krinsleya (1973) świadczy o oddziaływaniu wtórnych procesów chemicznych wygładzających ostrokrawędziste ścianki wcięć. Świadczyć to może o tym, że po ustąpieniu lodowca pod koniec plejstocenu w okresie suchej tundry na badanym terenie materiały te, w strefie powierzchniowej ulegały prawdopodobnie pewnym przemieszczeniom w wyniku procesów eolicznych.

Reasumując, należy podkreślić, że wielkość i kształt ziarn glebowych zostały ukształtowane w trakcie transportu i kruszenia materiału skalnego. Natomiast forma powierzchni ziarn (wytrącenia, trawienia, spękania i inne), ich urzeźbienie, nie negując wcześniejszych procesów fizyko-chemicznych modulujących te powierzchnie, powstają już na miejscu ich złożenia.

#### 4. Wnioski

W oparciu o przeprowadzone badania ziarn piasku wydzielonych z utworu moreny czołowej w elektronowym mikroskopie skaningowym, można przedstawić następujące uogólnienia:

1. Wielkość i kształt ziarn tworzywa glebowego nie ulegają zmianom w wyniku procesów glebotwórczych i glebowych. Ziarna dziedziczą te cechy po procesach geologicznej przeszłości i transformacji.
2. Procesy glebotwórcze i glebowe odciskają swe piętno na mikrorzeźbie powierzchni ziarn piasku w przekroju profilu glebowego do znacznej głębokości.

3. Ziarna piasku wierzchnich poziomów badanej gleby wykazują głównie zniszczenia powierzchni w wyniku procesów chemicznych (trawienia, rozpuszczania i inne) oraz fizycznych (spękania, złuszczenia, odpryski, wcięcia V-kształtne i inne).
4. Ziarna piasku głębszych poziomów wykazują również, ale w mniejszym stopniu zniszczenia swej powierzchni w wyniku procesów chemicznych i fizycznych, natomiast część ziarn wykazuje „dobudowę” poprzez rekrytalizację, wytrącania – tworzącymi narosła itp.

Prof. dr hab. Józefowi Koconiowi, Kierownikowi Pracowni Mikroskopii Elektronowej SGGW w Warszawie, składamy podziękowanie za pomoc w wykonaniu badań i zdjęć zamieszczonych w niniejszej pracy.

#### 5. Literatura

- Blackwelder P.I., Pilkey O.H., 1972:** *Electron microscopy of quartz grain surface texture; The Eastern Atlantic Continental Margin*. Journal Sedimentary Petrol. 42. 3.
- Brogowski Z., Dobrzański B., Kocoń J., 1978:** *Application of scanning microscopy in studies of the morphology of mechanical fractions of soils*. Polish Journal of Soil Sci. 1. 1: 73-83.
- Brogowski Z., Kocoń J., 1984:** *Morfologia powierzchni ziaren piasku w różnych poziomach genetycznych gleby brunatnej wytworzonej z gliny ciężkiej*. Roczn. Gleboznawcze. 35. 1: 115-124
- Brogowski Z., Kocoń J., 1988:** *Zjawiska cementacji wśród ziarn piasku w glebach*. W: Mycielska-Dowgiałło E. (red.), *Geneza osadów i gleb w świetle badań w mikroskopie elektronowym*. Wydaw. Uniwersytetu Warszawskiego: 125-128 i 220-223.
- Doornkamp J.C and Krinsley D., 1971:** *Electron microscopy applied to quartz grains from a tropical environment*. Sedimentology. 17: 89-101.
- Hillefors A., 1971:** *Deep weathered rock material and sand grains under the scanning elektron microscope*. Land Studies, geography Series A. Phys. Geol. 49: 138-164.
- Konecka-Betley K., Baraniecka M.D., 2002:** *Tertiary paleosols from the top and the bottom of lignite seams in the Belchatów open pit*, In: *Paleopedology Problem in Poland*. Łódzkie Towarzystwo Naukowe: 59-103.
- Kowalkowski A., 1988:** *Cechy urzeźbienia powierzchni ziarn piasku kwarcowego w kwaśnych*

*i alkalicznych glebach klimatu zimnego*. W: E. Mycielska-Dowgiałło (red.), *Geneza osadów i gleb w świetle badań w mikroskopie elektronowym*. Wyd. Uniw. Warszawskiego: 87-100.

**Kowalkowski A., Brogowski Z., 1983:** *Fractures of cryogenic environment in soils of continental tundra and arid steppe on the southern Khangai slope under electron microscope*. *Catena*. 10. 3: 199-205.

**Kowalkowski A., Mycielska-Dowgiałło E., 1980:** *Soil forming processes in the tundra and arid steppe of the Khangai mountains on the basis of quartz grain analysis with electron microscope*. *Pol. Journ. of Soil Sci.* 13: 59-63.

**Krinsley D., 1980:** *Scanning electron microscope examination of quartz sand grain microtexture*. *Kwart. Geol.* 24: 217-232.

**Krinsley D., Doornkamp J., 1973:** *Atlas of quartz sand surface textures*. Cambridge University Press. England: 91.

## ULTRASTRUCTURE OF SAND GRAINS SURFACE OF BROWN LEACHED SOIL DEVELOPED FROM SAND OF THE TERMINAL MORAINÉ

### *Summary*

Diameter and shape of sand grains of investigated soil material do not changed during soil and soil forming processes. The grains of sand processes inherited such character after geological processes transformed of massive rocks to loose one creating of sedimentary rock. Soil and soil forming processes printing their stigma on microfeature mainly on sand grains surface only. Grains in smaller diameter do not show such stigma and feature as sand one.

Sand grains from surface soil horizons of investigated soil shows mainly chemical destruction such as corrode, dissolving and others and some physical such as cracks, incisions, breaks and so for. Sand grains of deeper horizons show also some chemical and physical destruction of their surface but mostly of them "build on" by recrystallization precipitation of news compounds even by transformation of silicium to quartz.

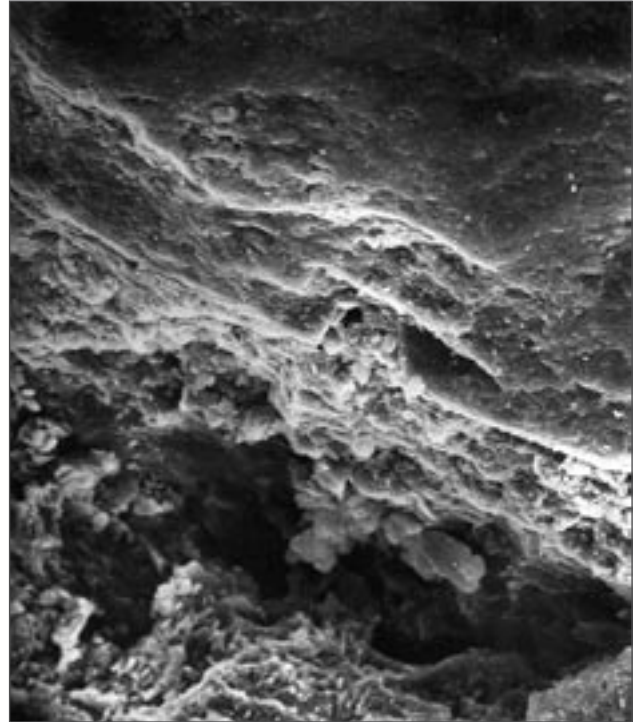


## Zdjęcia z mikroskopu skaningowego ziarn piasku



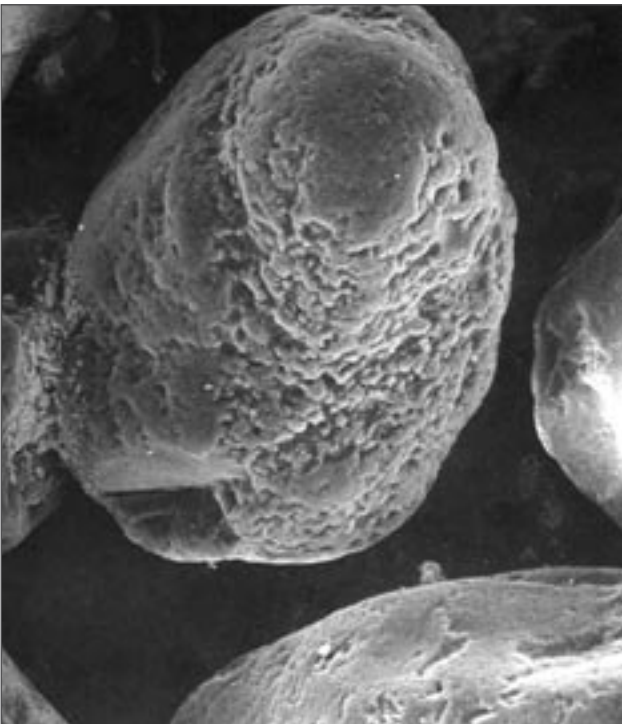
Fot. 1. Ziarno o średnicy 1-0,5mm z poziomu Ap (60x pow.)

*Phot.1. Grain in diameter 1-0,5mm, Ap horizon (60x dim)*



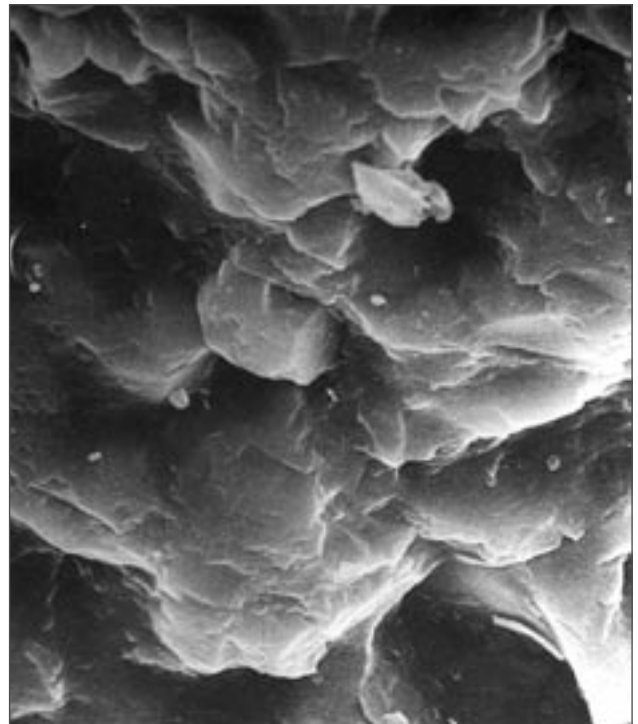
Fot. 2. Ziarno ze zdjęcia 1 pow. 600x. Widoczne są zniszczenia powierzchni tworzące kawerny

*Phot.2. Grain as in phot.1, 600x dimension. Visible surface destruction and creation of cavern*



Fot. 3. Ziarno o średnicy 0,25-0,1mm z poziomu Ap (300x pow.)

*Phot.3. Grain in diameter 0,25-0,1mm in Ap horizon (300x dim)*



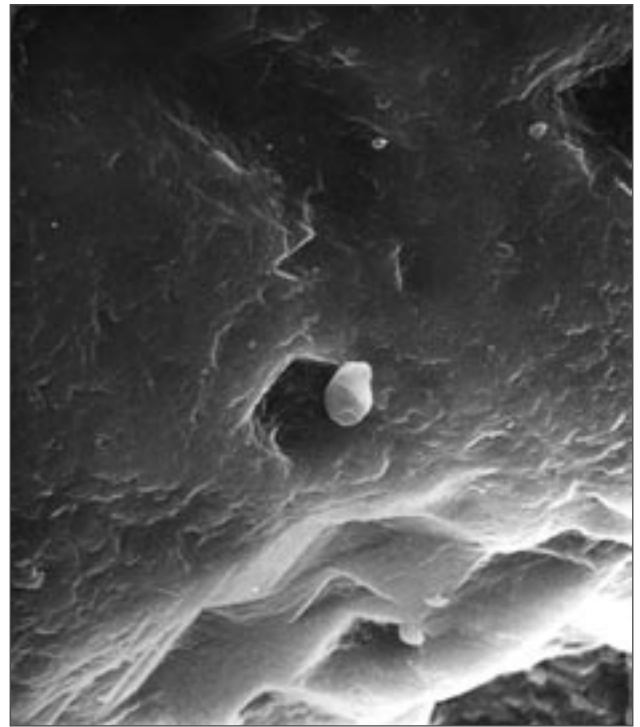
Fot. 4. Ziarno ze zdjęcia 3 (pow. 4000x) z widocznymi trawieniami chemicznymi

*Phot.4. Grain as in phot. 3, Visible – chemical corrosion (4000x dim)*



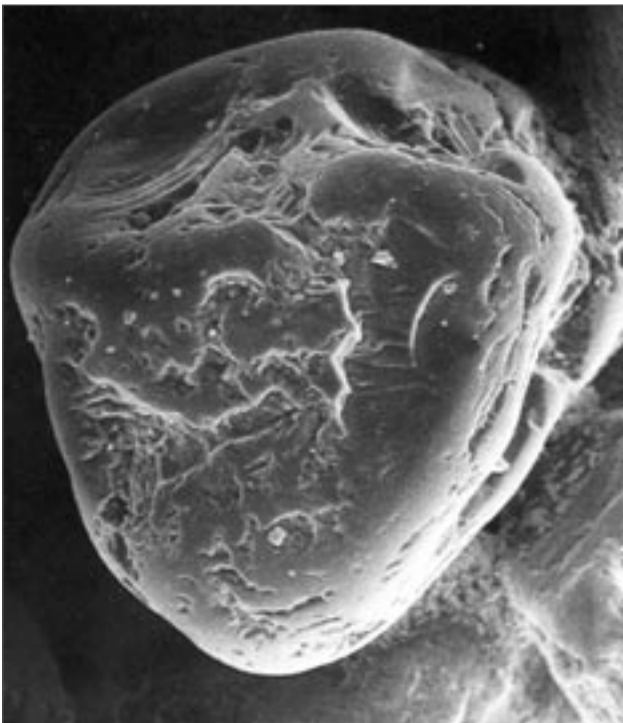
Fot. 5. Ziarno o średnicy 0,25-0,1mm z poziomu Ap (pow. 400x)

*Phot.5. Grain in diameter 0,25-0,1mm. Ap horizon (400x dim)*



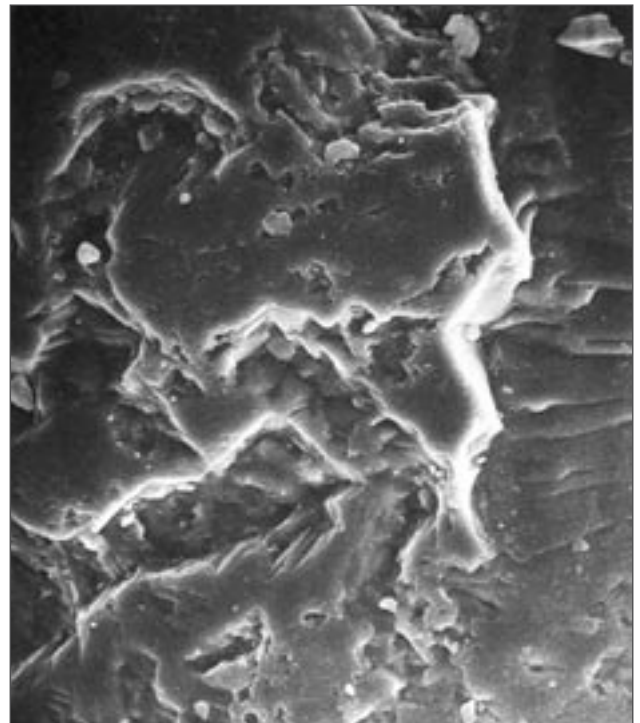
Fot. 6. Ziarno ze zdjęcia 5, widoczne głębokie wytrawienia chemiczne ziarna kwarcu (pow. 4000x)

*Phot.6. Grain as in fot. 5, visible very deep chemical corrosion (4000x dim)*



Fot. 7. Ziarno o średnicy 0,5-0,25mm z poziomu BbrC, (200x pow.)

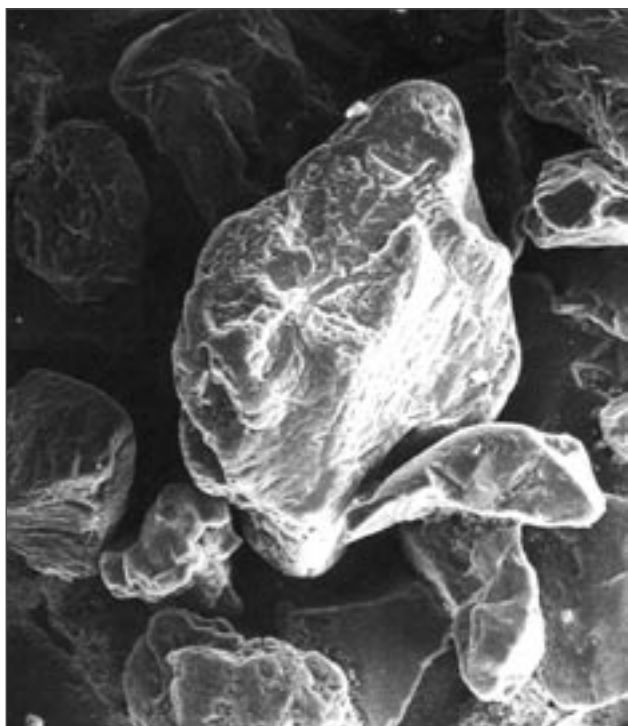
*Phot.7. Grain in diameter 0,5-0,25mm BbrC horizon, (200x dim)*



Fot. 8. Ziarno ze zdjęcia 7, widoczne zniszczenia chemiczne (pow. 600x)

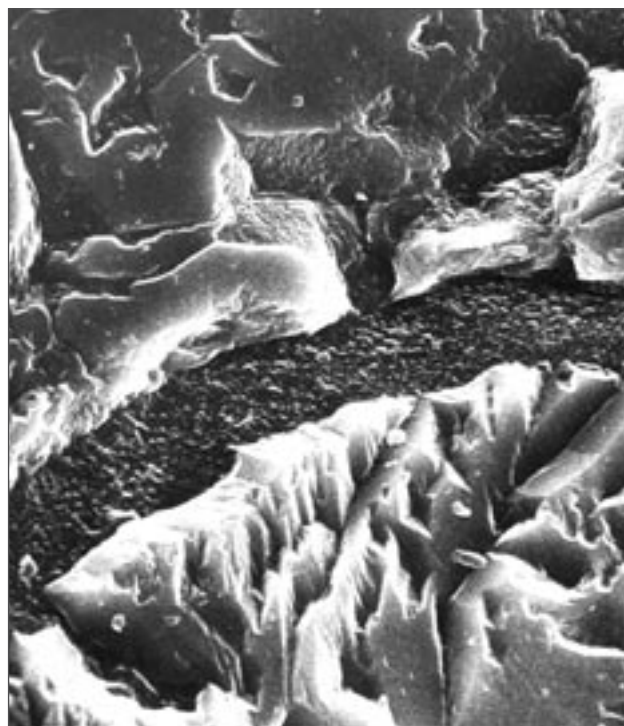
*Phot.8. Grain as in phot. 7, visible deep chemical destruction (600x dim)*





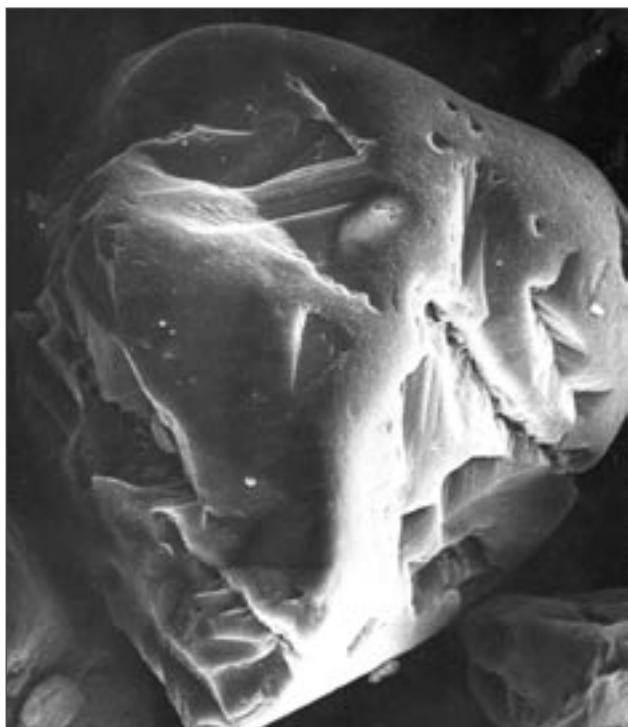
Fot. 9. Ziarno o średnicy 0,25-0,1mm z poziomu C, pow. 200x

*Phot. 9. Grain in diameter 0,25-0,1mm, C horizon, (200x dim)*



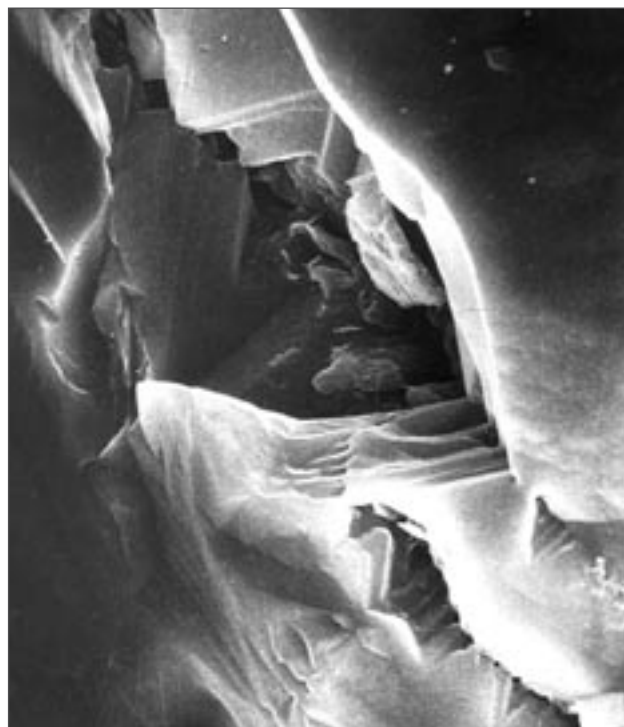
Fot. 10. Ziarno ze zdjęcia 9, widoczne wyraźne narośla krzemionki na powierzchni ziarna (pow. 2000x)

*Phot. 10. Grain as in phot. 9, visible clearly growth silicium on the grain surface (2000x dim)*



Fot. 11. Ziarno o średnicy 0,25-0,1mm z poziomu C (pow. 600x)

*Phot. 11. Grain in diameter 0,25-0,1mm, C horizon (600x dim)*



Fot. 12. Ziarno ze zdjęcia 11, widoczne głębokie zniszczenia fizyczne ziarna (pow. 2000x)

*Phot. 12. Grain as in phot. 11, visible deep physical destruction of grain (2000x dim)*

