

KOMPUTEROWA ANALIZA OBRAZU JAKO NARZĘDZIE W BADANIACH STRUKTURY GLEBY

M. Bryk

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, Akademia Rolnicza
ul. Króla Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
e-mail: majka@consus.ar.lublin.pl

Streszczenie: W pracy przedstawiono możliwości zastosowania komputerowej analizy obrazu do opisu struktury gleby w sposób wydajny i obiektywny. Określono wartości wskaźników wydłużenia obiektów (agregaty i pory) i podstawowych parametrów morfometrycznych oraz podział obiektów na klasy ze względu na wielkość średnicy ekwiwalentnej na przykładzie dwóch próbek glebowych (o strukturze okruczowej oraz koherentno-okruczowo-porowatej).

Słowa kluczowe: analiza obrazu, struktura gleby, parametry morfometryczne.

WSTĘP

Dla scharakteryzowania struktury gleby stosuje się różnorodne metody. Najbardziej obiektywną ocenę struktury gleby, zarówno jakościową, jak i ilościową, umożliwia analiza przezroczystych i nieprzezroczystych szlifów glebowych. Współcześnie w takich badaniach niemal niezbędny jest komputer, wyposażony w specjalistyczne oprogramowanie do analizy obrazu oraz kamerę lub skaner, które umożliwiają wprowadzenie obrazów powierzchni szlifów do pamięci komputera. Komputerowa analiza obrazu pozwala przede wszystkim na zaklasyfikowanie widocznych na zdjęciach obiektów do określonych grup (na przykład rozdzielenie całego obrazu na fazę stałą i wolne przestrzenie na podstawie różnicy w barwie obu faz), a następnie wykonanie pomiarów tak wyróżnionych obiektów.

Celem niniejszego opracowania było określenie możliwości zastosowania komputerowej analizy obrazu do oceny rozmaitych cech struktury przykładowych próbek glebowych.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na przygotowanych wcześniej, zgodnie z metodyką opisaną m.in. w pracy [2], zgładach (jednostronnych nieprzezroczystych szlifach) glebowych, otrzymanych z próbek gleby o nienaruszonej strukturze. Próbkę pobrano w płaszczyźnie pionowej z gleby płowej typowej, wytworzonej z utworu pyłowego (o składzie pyłu gliniastego), zlokalizowanej w Felinie k. Lublina, z warstwy 0–8 cm. Płaszczyzny zgładów zostały zarejestrowane za pomocą skanera, przy rozdzielczości 600×600 punktów na cal i 256 poziomach szarości.

Monochromatyczne zdjęcia zgładów poddano binaryzacji przy użyciu programu do analizy obrazu (Aphelion, ADCIS SA, AAI Inc.), aby możliwe było dokonanie pomiarów. W tym celu dokonano progowania, co pozwoliło wyróżnić na obrazie fazę stałą i wolne przestrzenie (pory). Na tym etapie otrzymano obrazy dwubarwne (binarne). Na każdym z otrzymanych obrazów binarnych wykonano sekwencję operacji [3, 4]:

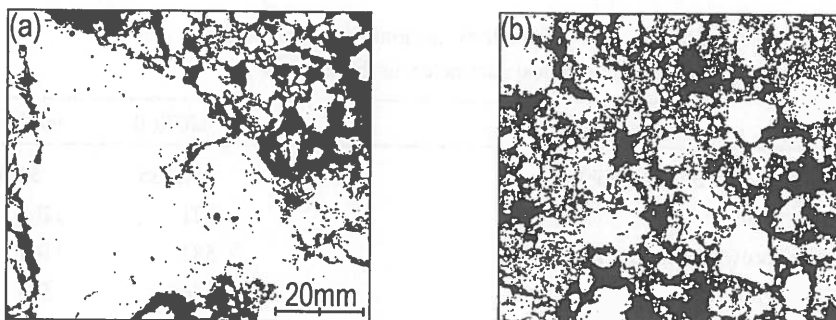
otwieranie (1) → negatyw → otwieranie (1) → negatyw.

Pozwoliło to na usunięcie z obrazów wyjściowych szumu i wygładzenie granic pomiędzy fazą stałą a porami. Tak przygotowane obrazy czarno-białe poddano analizie morfometrycznej. Oznaczono: liczebność obiektów (agregatów lub porów), pole powierzchni przekroju każdego obiektu, średnice Fereta (długości boków prostokąta o najmniejszej powierzchni, ograniczającego dany obiekt).

Na podstawie otrzymanych danych obliczono średnice ekwiwalentne oraz współczynniki wydłużenia. Średnicę ekwiwalentną obiektu zdefiniowano jako średnicę koła o takim samym polu powierzchni, jak pole powierzchni przekroju obiektu. Dla obiektów o polu przekroju większym od 1 mm², obliczono współczynniki wydłużenia, jako stosunek długości dłuższej do krótszej średnicy Fereta.

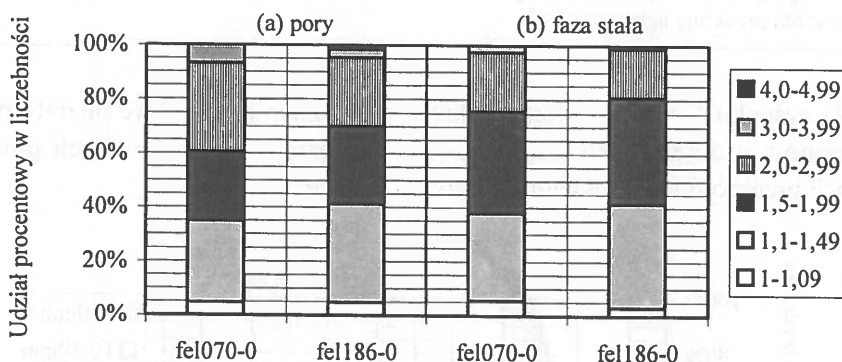
WYNIKI

Na rysunku 1 przedstawiono obrazy binarne analizowanych próbek glebowych. Próbka o symbolu fel070-0 charakteryzuje się strukturą mieszaną: koherentno-okruchowo-porowatą, natomiast próbka fel186-0 – strukturą okruchową [1].



Rys. 1. Obrazy binarne przekrojów zglądów: (a) próbka o symbolu fel070-0, (b) próbka o symbolu fel186-0. Biała barwa — faza stała, barwa czarna — pory.

Fig. 1. Binary images of soil samples: (a) sample fel070-0, (b) sample fel186-0. Solid phase is white and pores are black.



Rys. 2. Wydłużenie obiektów. Udział procentowy (a) porów oraz (b) agregatów o określonej wartości wskaźnika wydłużenia.

Fig. 2. Elongation of objects. Percentage of (a) pores and (b) aggregates characterised with a certain value of the elongation index.

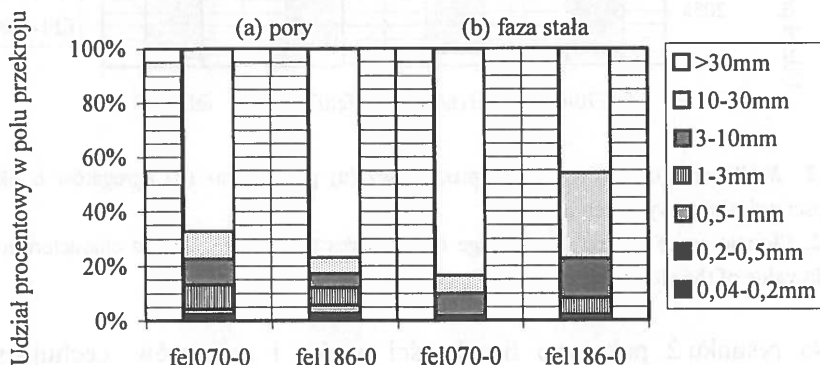
Na rysunku 2 pokazano liczebności porów i agregatów, cechujących się określoną wartością wskaźnika wydłużenia. Wartość wskaźnika wydłużenia bliska jedności (od 1 do 1,09) jest charakterystyczna dla obiektów o kolistym kształcie. Im dany obiekt jest bardziej wydłużony, tym wartość wskaźnika wydłużenia jest większa.

W tabeli 1 przedstawiono wyniki analizy morfometrycznej dla obu próbek.

Tabela 1. Wartości podstawowych parametrów morfometrycznych próbek
Table 1. Values of basic morphometrical parameters of the samples

Parametr (Parameter)	fel070-0	fel186-0
Pole powierzchni przekroju próbki [cm ²]	58,035	54,037
Liczebność porów	621	1203
Liczebność porów wewnątrzagregatowych	582	1147
Liczebność agregatów	186	515
Powierzchnia przekroju porów w stosunku do powierzchni próbki [cm ² ·cm ⁻²]	0,214	0,399
Liczebność porów o przekroju > 1 mm ²	43	63
Liczebność agregatów o przekroju > 1 mm ²	37	94
Udział porów o polu przekroju > 1 mm ² w całkowitej powierzchni przekroju porów [%]	95,1	94,0
Udział agregatów o polu przekroju > 1 mm ² w całkowitej powierzchni przekroju agregatów [%]	99,5	97,6

Na rysunku 3 przedstawiono wykresy obrazujące procentowe udziały porów i agregatów o określonych średnicach ekwiwalentnych w całkowitych powierzchniach przekrojów odpowiednio porów i fazy stałej.



Rys. 3. Udział procentowy (a) porów i (b) agregatów, o określonej wartości średnicy ekwiwalentnej, w całkowitej powierzchni przekrojów porów i fazy stałej, odpowiednio.

Fig. 3. Percentage of (a) pores and (b) aggregates with a certain value of the equivalent diameter, in the total cross-sectional area of pores and solid phase, respectively.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wykorzystanie technik komputerowych w analizie zdjęć zgłądów umożliwia wykonanie pomiarów w rozsądnym czasie i z dobrą powtarzalnością. Dzięki zastosowaniu komputerowej analizy obrazu możliwe jest jednoczesne oznaczenie wielu parametrów dla licznych zbiorów obiektów. Otrzymane wartości można następnie przetwarzać i użyć do porównania struktury badanych próbek glebowych oraz oszacowania wpływu na strukturę zróżnicowanych czynników zewnętrznych.

PIŚMIENNICTWO

1. **Beckmann W., Geyger E.:** Entwurf einer Ordnung der natürlichen Hohlraum-, Aggregat-, und Strukturformen in Boden. In: „Die mikromorphometrische Bodenanalyse”. (Ed. W. L. Kubiena), F. Enke Verlag, 163–188, 1967.
2. **Słowińska-Jurkiewicz A., Domżał H.:** Stosowane metody analizy morfologicznej w badaniu struktury gleby. *Roczn. Glebozn.*, 39 (4), 7–19, 1988.
3. **Wojnar L., Majorek M.:** *Komputerowa analiza obrazu*, Fotobit Design, Kraków, 1994.
4. Elektroniczny podręcznik użytkownika do programu Aphelion 2.3i, ADCIS SA, AAI Inc.

COMPUTER-AIDED IMAGE ANALYSIS AS A TOOL
FOR EXAMINATION OF SOIL STRUCTURE

M. Bryk

Institute of Soil Science and Environment Management, University of Agriculture
Króla Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
e-mail: majka@consus.ar.lublin.pl

Summary: Computer-aided image analysis of soil structure photographs had been shown. The image analysis can describe soil structure in an effective and objective way. The values of elongation factors and basic morphological parameters, as well as categorising of the objects (aggregates and pores) into classes with respect to their equivalent diameter had been presented on the example of two soil samples (characterised with a fragment structure and coherent-fragment-porous structure).

Key words: image analysis, soil structure, morphometrical parameters.