

MORFOMETRYCZNA CHARAKTERYSTYKA STRUKTURY PODŁOŻY OGRODNICZYCH

Monika Jaroszuk-Sierocińska, Anna Słowińska-Jurkiewicz

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy
ul. S. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
e-mail: monika.jaroszuk@up.lublin.pl

Streszczenie. Przeprowadzono morfometryczną analizę struktury 8 podłoży ogrodniczych wykorzystywanych do uprawy roślin w pojemnikach. Oznaczono podstawowe parametry stosowane w komputerowej analizie obrazu: makroporowatość (powierzchnię względną przekrojów porów o wymiarach powyżej 43 μm), liczebność przekrojów porów, średnią powierzchnię przekrojów porów, długość linii granicznej między przekrojami porów i elementów fazy stałej oraz średni rozmiar przekrojów porów. Wartość makroporowatości pozwala na ocenę zdolności podłoża do retencji wody najłatwiej dostępnej dla roślin.

Słowa kluczowe: struktura, podłoża ogrodnicze, analiza obrazu

WSTĘP

Strukturę, zarówno gleby, jak i podłoża ogrodniczego, można zdefiniować jako fizyczne ukonstytuowanie materiału, wyrażone za pomocą wielkości, kształtu i ułożenia cząstek stałej fazy i ich skupień, czyli agregatów, oraz wolnych przestrzeni – porów. W naszych wcześniejszych pracach, dotyczących najważniejszych współcześnie stosowanych podłoży ogrodniczych, przedstawione zostały rzeczywiste obrazy struktury tych materiałów oraz ich morfologiczna analiza (Słowińska-Jurkiewicz i Jaroszuk-Sierocińska 2007). Podstawą badań były specjalne preparaty – zgłady jednostronne, umożliwiające morfograficzną analizę obrazu w świetle odbitym. Preparaty te pozwalają również, przy zastosowaniu specjalistycznych technik komputerowych, na wykonanie analizy morfometrycznej, której efektem jest określenie ilościowe wielu parametrów charakteryzujących fazę stałą i pory badanego obiektu. Umożliwia to kompleksową ocenę struk-

tury, a także ułatwia interpretację wyników pomiarów fizycznych właściwości gleb i podłoży (Bryk 2001 2008).

METODYKA BADAŃ

Wykonano morfometryczną analizę struktury organicznych i mineralnych podłoży ogrodniczych stosowanych w uprawie pojemnikowej: torfu ogrodniczego wysokiego kwaśnego, torfu ogrodniczego wysokiego odkwaszonego, substratu (włókna) kokosowego, kory sosnowej kompostowej, wełny mineralnej GRODAN® Master, keramzytu, perlitu i gysu. Określono przede wszystkim parametry charakteryzujące pory, gdyż to właśnie one decydują o warunkach wodno-powietrznych w podłożu. Caron i Nkongolo (1999) oraz Caron i in. (2001) podkreślają szczególnie ważną rolę ciągłości i krętości porów w kształtowaniu warunków ruchu wody i powietrza w podłożach.

Próbki materiałów organicznych przygotowano, usypując luźno materiał o wilgotności odpowiadającej potencjałowi wody $-9,81$ kPa (polowa pojemność wodna) w metalowych pudełkach o wymiarach $8 \times 9 \times 4$ cm. Próbki materiałów mineralnych wysypano bez nawilżania. Próbkę wełny mineralnej wycięto ze standardowej maty. Po wysuszeniu próbki zaimpregnowano roztworem żywicy poliestrowej Polimal-109. Utwardzone bloki pocięto na plastry, których powierzchnię wyrównano i wypolerowano.

Powierzchnie zgładów zeskanowano w rozdzielczości 600 dpi. Otrzymane obrazy w 256 odcieniach szarości poddano komputerowej analizie obrazu przy użyciu programu Aphelion (ADCIS SA, AAI Inc.). Monochromatyczne zdjęcia zgładów poddano binaryzacji, wykonując progowanie, co pozwoliło wyróżnić na obrazie fazę stałą i wypełnione żywicą pory (rys. 1-8). Zastosowana rozdzielczość skanowania i użyte operatory morfologiczne zdeterminowały minimalny rozmiar obiektu (przekroju poru); wyniósł on $43 \mu\text{m}$.

Wykorzystując informację z całych obrazów binarnych wyznaczono pola (A_i , mm^2) przekrojów porów. Liczebność (N) oraz obwody (L_i , mm) obiektów określono natomiast dla przekrojów o środkach ciężkości zawartych w ramce ochronnej. Ograniczała ona centralnie usytuowany, prostokątny obszar, pokrywający 80 % powierzchni obrazu binarnego. Na podstawie uzyskanych danych dla wszystkich próbek glebowych obliczono następujące parametry: A_A – powierzchnia względna przekrojów porów (makroporowatość, $\text{mm}^2 \cdot \text{mm}^{-2}$); N – liczebność przekrojów porów; N_A – średnia liczebność przekrojów porów przypadających na 1mm^2 analizowanej powierzchni obrazu (mm^{-2}); A_N – średnia powierzchnia przekrojów porów (mm^2); L_A – długość linii granicznej między przekrojami porów i elementów fazy stałej w stosunku do powierzchni próbki ($\text{mm} \cdot \text{mm}^{-2}$). Wykorzystując wartości A_A i L_A obliczono $\lambda_p = (\pi A_A)/L_A$ (mm) – parametr określają-

cy drogę swobodną przez obszar zajmowany przez przekroje porów charakteryzujący średni rozmiar przekrojów.

WYNIKI I DYSKUSJA

Makroporowość A_A analizowanych próbek była bardzo duża i w większości podłoży przekraczała $0,500 \text{ mm}^2 \cdot \text{mm}^{-2}$. Największą makroporowość, $0,882 \text{ mm}^2 \cdot \text{mm}^{-2}$, stwierdzono dla torfu wysokiego kwaśnego. Kolejne wartości to $0,643 \text{ mm}^2 \cdot \text{mm}^{-2}$ dla substratu kokosowego, $0,574 \text{ mm}^2 \cdot \text{mm}^{-2}$ dla wełny mineralnej i $0,528 \text{ mm}^2 \cdot \text{mm}^{-2}$ dla kory kompostowej. Najmniejsze wartości uzyskano dla podłoży mineralnych – keramzytu ($0,268 \text{ mm}^2 \cdot \text{mm}^{-2}$) i gysu ($0,358 \text{ mm}^2 \cdot \text{mm}^{-2}$). Należy podkreślić, że wartości te, choć w badanej grupie podłoży ogrodniczych ocenione jako niskie, odpowiadały wynikom typowym dla warstw uprawnych gleb o dobrej strukturze (Słowińska-Jurkiewicz i in. 2004). Podłoża ogrodnicze, ze względu na wymagania im stawiane, a mianowicie zagwarantowanie jednocześnie wysokiej retencji wody najłatwiej dostępnej dla roślin (w zakresie potencjału od $-0,98 \text{ kPa}$ do $-9,81 \text{ kPa}$) oraz dużej pojemności powietrznej, muszą charakteryzować się znacznie większą zawartością dużych porów niż gleby uprawne (Fonteno 1989, Sławiński i in. 1996).

Tabela 1. Podstawowe właściwości badanych podłoży ogrodniczych
Table 1. Basic properties of analysed horticultural substrates

Podłoże – Substrate	Substancja organiczna Organic matter (g/100g)	Odczyn Reaction (pH _{KCl})	CaCO ₃ (g/100g)
Torf wysoki kwaśny Acid sphagnum peat	95,72	2,9	0,0
Torf wysoki odkwaszony De-acidified peat	92,69	4,6	0,0
Substrat kokosowy Coconut fibre	94,03	5,1	0,0
Kora kompostowa Composting bark	83,48	4,9	0,0
Wełna mineralna Mineral rockwool	0,0	7,2	0,0
Perlit Perlite	0,0	8,0	0,0
Keramzyt Keramsite	0,0	6,6	0,0
Grys Grit	0,0	7,1	22,6

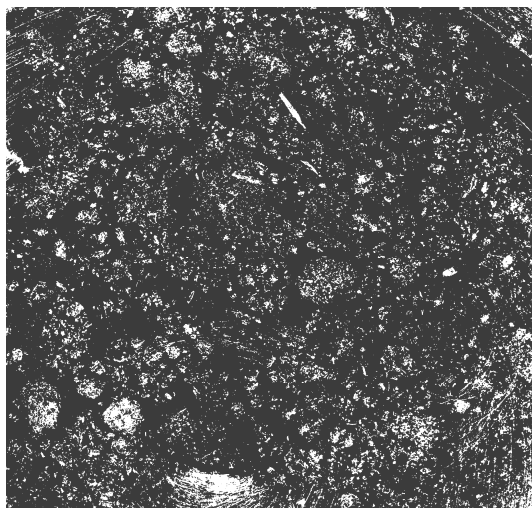
Tabela 2. Wartości parametrów morfometrycznych podłoży ogrodniczych
Table 2. Values of morphometric parameters of horticultural substrates

Podłoże – Substrate	A_A ($\text{mm}^2 \cdot \text{mm}^{-2}$)	L_A ($\text{mm} \cdot \text{mm}^{-2}$)	N	N_A (mm^{-2})	A_N (mm^2)	λ_p (mm)
Torf wysoki kwaśny Acid sphagnum peat	0,882	2,41	774	0,16	6,69	1,15
Torf wysoki odkwaszony De-acidified peat	0,500	3,15	5392	1,10	0,54	0,50
Substrat kokosowy Coconut fibre	0,643	4,82	4747	0,85	0,94	0,42
Kora kompostowa Composting bark	0,528	2,90	3663	0,67	0,97	0,57
Wełna mineralna Mineral rockwool	0,574	2,81	6391	1,10	0,61	0,64
Perlit – Perlite	0,460	2,94	4749	0,85	0,66	0,49
Keramzyt – Keramsite	0,268	1,40	4696	0,83	0,39	0,60
Grys – Grit	0,358	1,51	3903	0,73	0,57	0,74

Substrat kokosowy, uzyskiwany ze skorup orzechów kokosowych, ze względu na wydłużony kształt tworzących go włókien, wykazywał największą wartość parametru L_A charakteryzującego długość linii granicznej między przekrojami porów i elementów fazy stałej w stosunku do powierzchni próbki. W materiale tym L_A wynosiło $4,82 \text{ mm} \cdot \text{mm}^{-2}$. Najmniejsze wartości tego parametru stwierdzono dla materiałów o strukturze rozdzielcząstkowej: keramzytu ($1,40 \text{ mm} \cdot \text{mm}^{-2}$) i grysu ($1,51 \text{ mm} \cdot \text{mm}^{-2}$), których faza stała zawierała głównie elementy o wymiarach 7-10 mm.

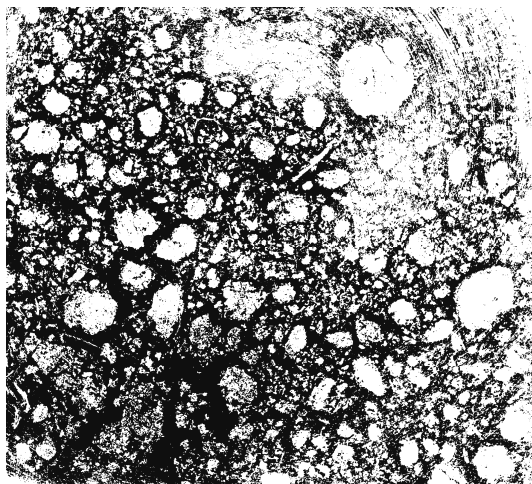
Całkowita liczebność przekrojów porów N i średnia liczebność przekrojów porów odniesiona do powierzchni 1 mm^2 N_A były największe w wełnie mineralnej: 6391 oraz $1,10 \text{ mm}^{-2}$. Wynikało to ze specyficznej struktury wełny mineralnej zbudowanej z bardzo cienkich, sprasowanych włókien wytwarzanych ze stopionego bazaltu i diabazu, tworzących wielowarstwową siatkę.

Diametralnie odmienne dane uzyskano dla torfu wysokiego kwaśnego, w którym liczebność porów wynosiła 774, zaś w odniesieniu do jednostki powierzchni – $0,16 \text{ mm}^{-2}$. W pozostałych podłożach wartości omawianych parametrów kształtowały się w zakresie od 3663 i $0,67 \text{ mm}^{-2}$ (kora kompostowa) do 5392 i $1,10 \text{ mm}^{-2}$ (torf wysoki odkwaszony).



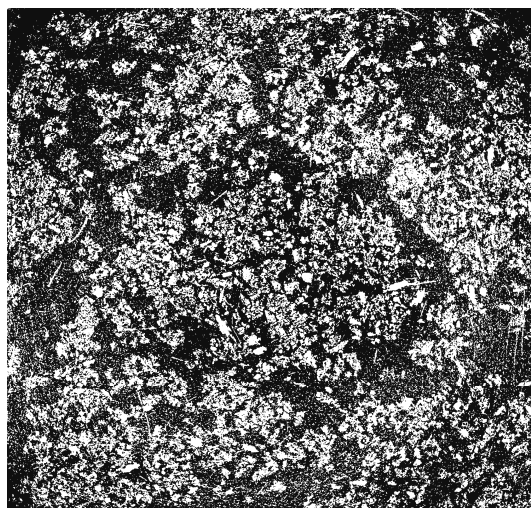
Rys. 1. Binarny obraz struktury torfu wysokiego kwaśnego. Barwa biała – faza stała, barwa czarna – pory; skala 0,75:1

Fig. 1. Binary image of the structure of acid sphagnum peat. White colour – solid phase, black colour – pores; scale 0.75:1



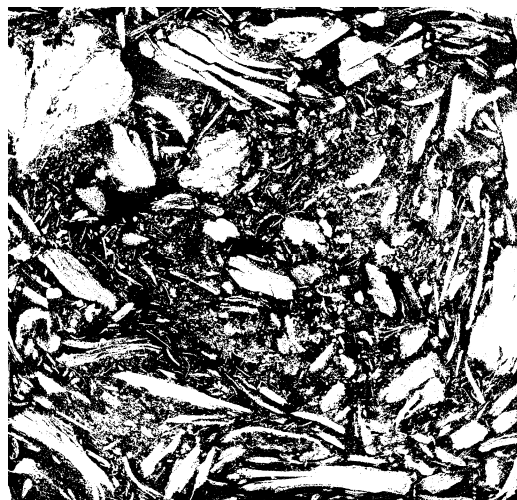
Rys. 2. Binarny obraz struktury torfu wysokiego odkwaszonego. Barwa biała – faza stała, barwa czarna – pory; skala 0,75:1

Fig. 2. Binary image of the structure of de-acidified sphagnum peat. White colour – solid phase, black colour – pores; scale 0.75:1



Rys. 3. Binarny obraz struktury substratu kokosowego. Barwa biała – faza stała, barwa czarna – pory; skala 0,75:1

Fig. 3. Binary image of the structure of coconut fibre. White colour – solid phase, black colour – pores; scale 0.75:1



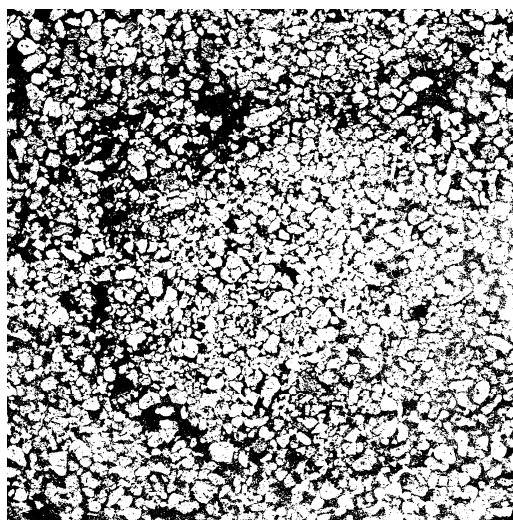
Rys. 4. Binarny obraz struktury kory kompostowej. Barwa biała – faza stała, barwa czarna – pory; skala 0,75:1

Fig. 4. Binary image of the structure of composting bark. White colour – solid phase, black colour – pores; scale 0.75:1



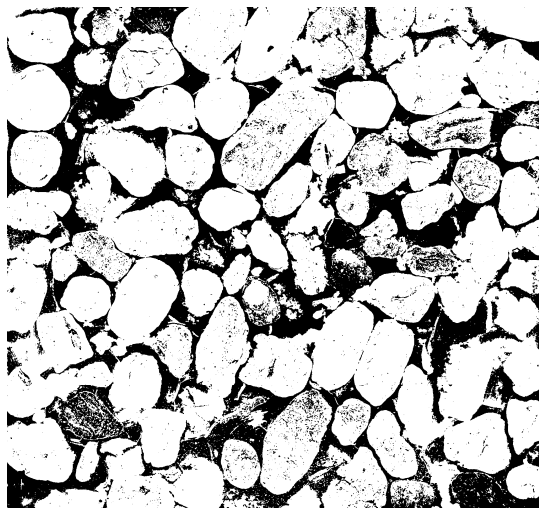
Rys. 5. Binarny obraz struktury wełny mineralnej. Barwa biała – faza stała, barwa czarna – pory; skala 0,75:1

Fig. 5. Binary image of the structure of mineral wool. White colour – solid phase, black colour – pores; scale 0.75:1



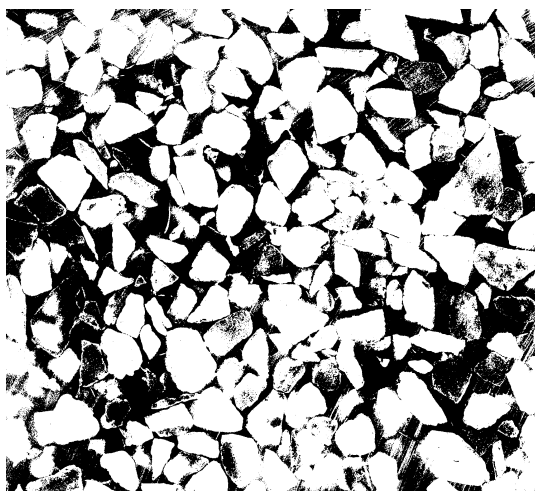
Rys. 6. Binarny obraz struktury perlitu. Barwa biała – faza stała, barwa czarna – pory; skala 0,75:1

Fig. 6. Binary image of the structure of perlite. White colour – solid phase, black colour – pores; scale 0.75:1



Rys. 7. Binarny obraz struktury keramsytu. Barwa biała – faza stała, barwa czarna – pory; skala 0,75:1

Fig. 7. Binary image of the structure of keramsite. White colour – solid phase, black colour – pores; scale 0.75:1



Rys. 8. Binarny obraz struktury gysu. Barwa biała – faza stała, barwa czarna – pory; skala 0,75:1

Fig. 8. Binary image of the structure of grit. White colour – solid phase, black colour – pores; scale 0.75:1

Kolejny analizowany parametr A_N , czyli średnia powierzchnia przekrojów porów, również wskazuje na znaczną odmienność torfu wysokiego kwaśnego

w porównaniu do pozostałych podłoży. Wartość A_N w tym podłożu wynosiła $6,69 \text{ mm}^2$, była więc wielokrotnie większa niż w innych analizowanych materiałach (od $0,39 \text{ mm}^2$ w keramzycie – do $0,97 \text{ mm}^2$ w korze kompostowej).

Podobnie parametr λ_p charakteryzujący średni rozmiar przekrojów porów był największy w torfie wysokim kwaśnym (1,15 mm). Jednakże w przypadku omawianej cechy różnica pomiędzy tym materiałem a pozostałymi nie była już tak znaczna, jak w poprzednim przypadku. Najmniejszy średni rozmiar przekrojów porów λ_p wykazywał substrat kokosowy – 0,42 mm.

Przeprowadzona analiza morfometryczna wykazała wyjątkowe cechy podłoża z torfu wysokiego kwaśnego. Materiał ten charakteryzował się wśród badanych podłoży największą makroporowością A_A , największą średnią powierzchnią przekrojów porów A_N , największym średnim rozmiarem przekrojów λ_p oraz najmniejszą liczebnością przekrojów porów N i najmniejszą średnią liczebnością przekrojów porów odniesioną do 1 mm^2 N_A . Korzystne właściwości torfu wysokiego kwaśnego, gwarantujące optymalny dla roślin układ warunków wodno-powietrznych, powodują, że podłoże to uznawane jest za wzorcowe (Jaroszuk i Słowińska-Jurkiewicz 2005). Mimo niewątpliwych walorów podłoży torfowych należy je zastępować materiałami o zbliżonych cechach (substrat kokosowy, włókno drzewne) ze względu na konieczność ochrony torfowisk zagrożonych nadmierną eksploatacją (Jaroszuk i Słowińska-Jurkiewicz 2003, Carlile 2004).

WNIOSKI

1. Wszystkie zastosowane parametry umożliwiają precyzyjną analizę struktury podłoży ogrodniczych, stanowiących grupę bardzo zróżnicowanych materiałów, często składających się z komponentów o różnej genezie, zarówno organicznych, jak i mineralnych oraz sztucznych.

2. Makroporowość należy uznać za podstawowy parametr morfometryczny charakteryzujący badane materiały. Wartość tego parametru pozwala na ocenę zdolności podłoża do retencji wody najłatwiej dostępnej dla roślin.

3. Wykonana analiza potwierdziła optymalne właściwości torfu wysokiego kwaśnego, stanowiącego bez wątpienia wzorcowy materiał podłożowy, gwarantujący uzyskanie stanu fizycznego korzystnego dla uprawianych roślin ogrodniczych.

PIŚMIENNICTWO

- Bryk M., 2001. Komputerowa analiza obrazu jako narzędzie w badaniach struktury gleby. *Acta Agrophysica*, 48, 41-45.
- Bryk M., 2008. Morfometryczna ocena przemian struktury gleby ze zwartej w agregatową. *Acta Agrophysica*, 12(3), 595-606.

- Carlile W.R., 2004. Growing media and the environment lobby in the UK 1997-2001. *Acta Hort.*, 644, 107-113.
- Caron J., Morel P., Rivière L. M., 2001. Aeration in growing media containing large particle size. *Acta Hort.* 548, 229-233.
- Caron J., Nkongolo V. K. N., 1999. Aeration in growing media: recent development. *Acta Hort.*, 481, 545-552.
- Fonteno W. C., 1989. An approach to modeling air and water status of horticultural substrates. *Acta Hort.*, 238, 67-74.
- Jarozuk M., Słowińska-Jurkiewicz A., 2003. Porównanie właściwości wodnych dwóch podłoży ogrodniczych – torfu wysokiego i substratu kokosowego. *Acta Agrophysica*, 89, 1(4), 641-645.
- Jarozuk M., Słowińska-Jurkiewicz 2005. Wodno-powietrzne właściwości torfu wysokiego i jego mieszanek jako wzorzec stanu fizycznego stosowanych w ogrodnictwie podłoży organicznych. *Roczniki AR w Poznaniu*, 365, 159-163.
- Sławiński C., Sobczuk H., Walczak R., 1996. Hydrofizyczne charakterystyki podłoży ogrodniczych a dostępność wody dla roślin. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 429, 275-278.
- Słowińska-Jurkiewicz A., Jarozuk-Sierocińska 2007. Mikromorfograficzna analiza struktury podłoży ogrodniczych. *Acta Agrophysica*, 151, 10(1), 207-217.
- Słowińska-Jurkiewicz A., Kołodziej B., Bryk M., 2004. Wpływ zabiegów agrotechnicznych na strukturę gleby płowej – ocena morfometryczna makroporów. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 1, 329-335.

MORPHOMETRIC CHARACTERISTIC OF THE STRUCTURE OF HORTICULTURAL SUBSTRATES

Monika Jarozuk-Sierocińska, Anna Słowińska-Jurkiewicz

Institute of Soil Science and Environment Management, University of Life Sciences
ul. S. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
e-mail: monika.jarozuk@up.lublin.pl

Abstract. A morphometric structure analysis was made of 8 horticultural substrates applied for plant cultivation in containers. The basic parameters applied in computer image analysis were investigated, i.e. macroporosity (relative area of cross-section of pores with sizes above 43 μm), number and mean area of pores cross-sections, length of limit line between pore cross-sections and structural elements of solid phase, mean intercept length of pore cross-sections. Value of macroporosity allows the assessment of the substrate ability for retention of easily available water for plants.

Key words: structure, horticultural substrates, image analysis