

## METODYCZNE ASPEKTY WYZNACZANIA POWIERZCHNI WŁAŚCIWEJ UTWORÓW MURSZOWYCH Z IZOTERM SORPCJI PARY WODNEJ

*Z. Sokołowska, D. Matyka-Sarzyńska*

Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk  
ul. Doświadczalna 4, Lublin, Polska  
e-mail: zosia@maja.ipan.lublin.pl; sokolows@demeter.ipan.lublin.pl

**S t r e s z c z e n i e.** Głównym celem pracy było przetestowanie normy PN-Z-19010-1, zalecanej do wyznaczenia powierzchni właściwej gleb mineralnych i organicznych, do wyznaczenia powierzchni właściwej gleb torfowo-murszowych. Do wyznaczenia powierzchni użyto również zmodyfikowanej metody standardowej. Wersja metody standardowej oznaczona jako "kwas" różniła się od procedury, zalecanej przez normę PN-Z-19010-1, jedynie przygotowaniem badanego materiału. Nie była to powietrznie sucha gleba, ale gleba osuszona nad stężonym kwasem siarkowym. Natomiast w wersji metody standardowej oznaczonej jako "woda", badana próbka była w stanie równowagowej wilgotności. Następnie łagodnie osusza się próbkę, przeprowadzając proces desorpcji, a potem, analogicznie jak w normie PN-Z-19010-1, mierzy się adsorpcję pary wodnej.

Analizowano również wpływ przygotowania próbek (osuszenie) na wielkość powierzchni właściwej. Badany materiał obejmował mursze torfiaste ( $Z_1$ ) i właściwe ( $Z_3$ ) w różnym stadium zmurszenia. Badania prowadzono na materiale naturalnym oraz wstępnie osuszonym w suszarce, w podwyższonej temperaturze przez 6, 12 i 24 godziny. Badane mursze charakteryzowały się wysoką powierzchnią właściwą. Dla metody standardowej zmieniała się ona w granicach od 250 do 340 m<sup>2</sup>g<sup>-1</sup> i była najbardziej zróżnicowana. Temperatura i czas suszenia, wpływały na wielkość powierzchni właściwej badanych gleb organicznych, a ich wpływ był bardziej widoczny w przypadku powierzchni otrzymanych zmodyfikowaną metodą standardową, oznaczoną jako "kwas". Wielkości powierzchni właściwych, otrzymane metodą "woda", praktycznie nie zależały od czasu suszenia. Wydaje się, że wyznaczenie powierzchni właściwej gleb organicznych, z izotermy desorpcji albo zgodnie ze zmodyfikowaną procedurą, tj. w wersji "woda", byłoby bardziej korzystne i właściwe. Takie postępowanie prowadzi, najprawdopodobniej, do mniej drastycznych zmian we właściwościach organicznego materiału.

**S ł o w a k l u c z o w e:** powierzchnia właściwa, gleby torfowo-murszowe, sorpcja pary wodnej

### WSTĘP

Powierzchnia właściwa jest jednym z ważniejszych parametrów, charakteryzujących zdolności adsorbentów do adsorpcji gazów, par oraz jonów. W przypadku

gleb mineralnych, powierzchnia właściwa jest funkcją stanu rozdrobnienia i składu składników mineralnych oraz zawartości i jakości składników organicznych. Najczęściej parametr ten wyznacza się z danych adsorpcji różnych gazów, a obliczenia przeprowadza się w oparciu o założenia teorii Brunauera-Emmeta-Tellera (BET). Standardowym adsorbentem, dla porowatych ciał stałych, jest azot. Bardzo często stosuje się także parę wodną. Jednym z wymogów tej metody jest, aby w momencie rozpoczęcia pomiaru, wszystkie pory w próbce były puste tzn. nie były wypełnione wodą i inną cieczą. Dla wielu substancji warunek ten jest spełniony poprzez suszenie próbki w suszarce. Jednakże gleby organiczne oraz torfy mogą ulegać, w takich warunkach przesuszeniu, co bardzo często, prowadzi do praktycznie nieodwracalnych zmian w strukturze i charakterze powierzchni. Drugim źródłem ewentualnych błędów może być nasiąkanie materiałów organicznych, co powoduje równoczesne zachodzenie dwu procesów adsorpcji i absorpcji.

Stąd też celem niniejszej pracy było przetestowanie normy PN-Z-19010-1, zalecanej do wyznaczenia powierzchni właściwej gleb mineralnych i organicznych, do wyznaczania powierzchni właściwej gleb organicznych, na przykładzie gleb torfowo-murszowych. Badania dotyczyły także problemu przygotowania próbek takich gleb do pomiarów sorpcji pary wodnej oraz wpływu osuszania na wielkość powierzchni właściwej.

#### MATERIAŁY I METODYKA

Badaniami objęto mursze o różnym stopniu zmurszenia, pochodzące z Polesia Lubelskiego i z doliny rzeki Biebrzy. Badania prowadzono na wybranych próbkach pobranych z głębokości 0-10 cm. Badany materiał obejmował mursze torfiaste ( $Z_1$ ) i właściwe ( $Z_3$ ) w różnym stadium zmurszenia [7]. Wskaźnik chłonności wodnej  $W_1$ , charakteryzujący stopień zmurszenia, wynosił dla tych próbek od 0,44 do 0,82 [5]. Odpowiada to murszom wtórnie przeobrażonym od stopnia słabo do bardzo silnie wtórnie przeobrażonych. Podstawową charakterystykę badanego materiału oraz wartości powierzchni właściwej zamieszczono w Tabeli 1.

Badania prowadzono na materiale naturalnym oraz wstępnie osuszonym w suszarce w temperaturze 50, 100 i 150°C przez 6, 12 i 24 godziny. Pomiar adsorpcji pary wodnej prowadzono: i) zgodnie z procedurą zalecaną przez polską normę PN-Z-19010-1 (metoda standardowa) [6], ii) na początku pomiarów próbki pozostawiono w komorze próżniowej, nad stężonym kwasem siarkowym i ważono co 24 godziny, aż do momentu uzyskania stałej wagi. Takie postępowanie zapewniało osiągnięcie przez suchą próbkę stanu równowagi. Dalej postępowano

**Tabela 1.** Wybrane właściwości badanych gleb torfowo-murszowych**Table 1.** Selected properties of investigated peat-muck soils

Nr gleby	W <sub>1</sub>	Z	Popiół %s.m.	d g cm <sup>-3</sup>	TP %obj.	S (m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )		pH	
						N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	KCl
12	0,44	Z1	22,69	0,21	88,5	4,4	248,4	5,13	4,54
1	0,55	Z1	17,56	0,25	84,6	3,3	305,2	5,48	5,18
8	0,71	Z3	22,77	0,30	83,6	4,9	339,4	6,15	5,75
5	0,82	Z3	22,27	0,39	78,7	2,7	259,7	5,54	5,00

Objaśnienia: W<sub>1</sub> – wskaźnik chłonności wodnej wg Gawlika [5]; Z – stopień wtórnego przeobrażenia torfu wg Okruszki [7]; δ<sub>v</sub> – gęstość objętościowa; TP – porowatość całkowita; S(H<sub>2</sub>O) – powierzchnia właściwa wg normy PN-Z-19010-1

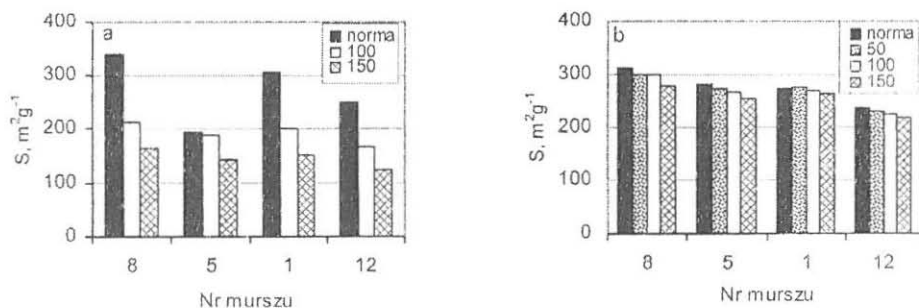
Explanations: W<sub>1</sub> - water holding capacity index according to Gawlik [5]; Z - secondary transformation of peat according to Okruszko [7]; δ<sub>v</sub> – bulk density; TP – total porosity; S(H<sub>2</sub>O) – specific surface area obtained according to polish standard PN-Z-19010-1

zgodnie z procedurą zalecaną przez polską normę (kwas), iii) na początku pomiarów próbki pozostawiono w komorze próżniowej, nad 2% roztworem kwasu siarkowego i ważono co 24 godziny, aż do momentu uzyskania stałej wagi. W tym przypadku próbka osiągała równowagowy stan nawilżenia. Najpierw przeprowadzono proces desorpcji, a następnie adsorpcji pary wodnej. Przeprowadzając proces adsorpcji i desorpcji postępowano zgodnie z procedurą zalecaną przez normę, a pojemność monowarstwy wyliczano z izotermy adsorpcji (woda). Pomiar adsorpcyjny przeprowadzono w całym zakresie prężności pary wodnej tj. od  $p/p_0 \approx 0$  do  $p/p_0 \approx 1$ , a pojemność monowarstwy wyliczano z początkowego fragmentu izotermy, do prężności względnej pary wodnej  $p/p_0 \approx 0,35$ . Dla wszystkich metod, wyliczano powierzchnię właściwą z danych adsorpcyjnych, w oparciu o równanie izotermy BET, zgodnie z algorytmem podanym przez polską normę.

## WYNIKI

Badane mursze charakteryzowały się wysoką powierzchnią właściwą. Dla metody standardowej zmieniała się ona w granicach od 250 do 340 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>. Na Rys. 1a przedstawiono porównanie wielkości powierzchni właściwej badanych gleb murszowych, otrzymanych metodą “kwas”, a na Rys. 1b analogiczne dane dla metody “woda”.

Należy podkreślić, że wersja metody standardowej oznaczona jako “kwas” różni się od procedury, zalecanej przez normę PN-Z-19010-1, jedynie przygotowaniem badanego materiału. Nie jest to powietrznie sucha gleba, ale gleba (powietrznie sucha) dosuszona (do stałej wagi) nad stężonym kwasem siarkowym.

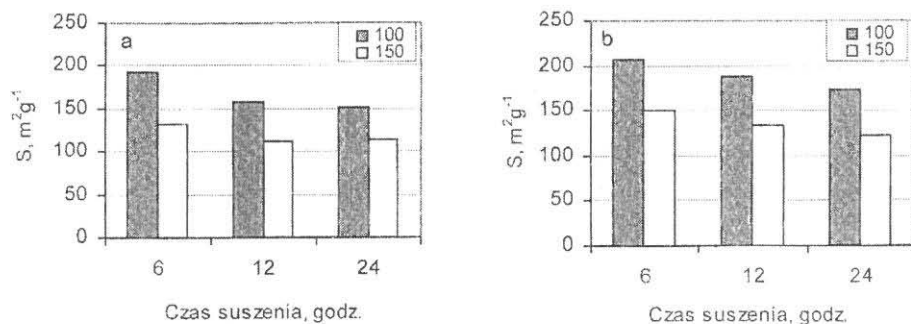


**Rys. 1.** Powierzchnia właściwa badanych gleb torfowo-murszowych otrzymanych zmodyfikowaną standardową metodą, oznaczoną jako “kwas” (a) oraz jako “woda” (b). 50, 100, 150 – temperatura osuszania gleb w  $^{\circ}C$ , norma – wg normy PN-Z-19010-1

**Fig. 1.** Specific surface area for investigated peat-muck soils determined by modified standard method, called as “acid” (a) and “water” (b). 50, 100, 150 – temperature of soil drying ( $^{\circ}C$ ), norma – according to standard PN-Z-19010-1

Natomiast w wersji metody standardowej oznaczonej jako “woda”, badana próbka jest w stanie równowagowej wilgotności (2% roztwór kwasu siarkowego, stała waga). Następnie łagodnie osusza się próbkę, przeprowadzając proces desorpcji (kilkanaście roztworów  $H_2SO_4$  o rosnącej gęstości), a następnie, analogicznie jak w normie PN-Z-19010-1, mierzy się adsorpcję pary wodnej.

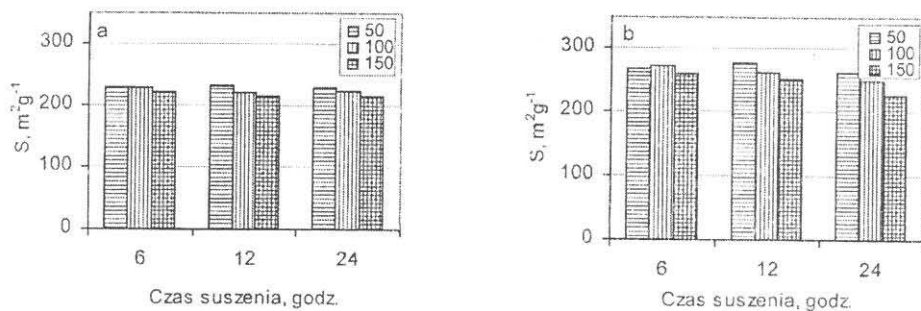
Wstępne osuszanie próbek gleb murszowych miało wpływ na wielkość ich powierzchni właściwej (Rys. 1a i 1b). Średnia wielkość powierzchni właściwej w metodzie “kwas”, dla temperatury  $100^{\circ}C$ , zmieniała się od 170 do  $210 m^2 g^{-1}$ , a dla temperatury  $150^{\circ}C$  od 120 do  $160 m^2 g^{-1}$ . Dla metody “woda” wartości te wynosiły odpowiednio,  $220-300 m^2 g^{-1}$  oraz  $210-290 m^2 g^{-1}$ . W przypadku tej ostatniej metody, osuszanie próbek w temperaturze niższej, tj.  $50^{\circ}C$ , dawało wyniki powierzchni właściwej bardzo podobne do tych otrzymanych metodą standardową (Rys. 1b). Rysunki 2a i 2b oraz rysunki 3a i 3b ilustrują wpływ czasu osuszania na wielkość powierzchni właściwej, wybranych próbek murszów. Wybrane gleby murszowe różniły się stopniem zmurszenia, porowatością i gęstością objętościową. Próbka nr 12 należała do murszów słabo wtórnie przeobrażonych, natomiast próbka nr 5 reprezentowała mursze bardzo silnie przeobrażone. Dla tych gleb stwierdzono wyraźne zróżnicowanie wielkości powierzchni właściwej. Oba czynniki, temperatura i czas suszenia, wpływały na wielkość powierzchni właściwej badanych gleb organicznych, a ich wpływ był bardziej widoczny w przypadku powierzchni otrzymanych metodą “kwas”. Dla wszystkich czasów osuszania zaobserwowano zróżnicowanie wyników, największe – w temperaturze  $100^{\circ}C$  oraz 6-cio



**Rys. 2.** Zależność pomiędzy powierzchnią właściwą, otrzymaną metodą “kwas”, a czasem osuszenia. a – gleba nr 12, b – gleba nr 5; 50, 100, 150 – temperatura osuszenia gleb w °C

**Fig. 2.** Relationship between specific surface area, determined by “acid” method, and time of soil drying. a – soil No. 12, b – soil No. 5; 50, 100, 150 – temperature of soil drying (°C)

godzinnego czasu suszenia (Rys. 2a i 2b). Wielkości powierzchni właściwych, otrzymane metodą “woda”, praktycznie nie zależały od czasu suszenia (Rys. 3a i 3b). Na podstawie powyższych wyników można postawić hipotezę, że wilgotność gleb organicznych jest jednym z ważniejszych źródeł błędu, przy wyznaczaniu ich powierzchni właściwej z sorpcji pary wodnej. Zarówno gleby powietrznie suche, jak i osuszane w podwyższonej temperaturze zawierały jeszcze wodę, która wpływała na dokładność wyniku. Badania murszów dowodzą, że zawartość wody w próbkach, zmierzona bezpośrednio po wyjęciu ich z pieca, zależała od tempera-

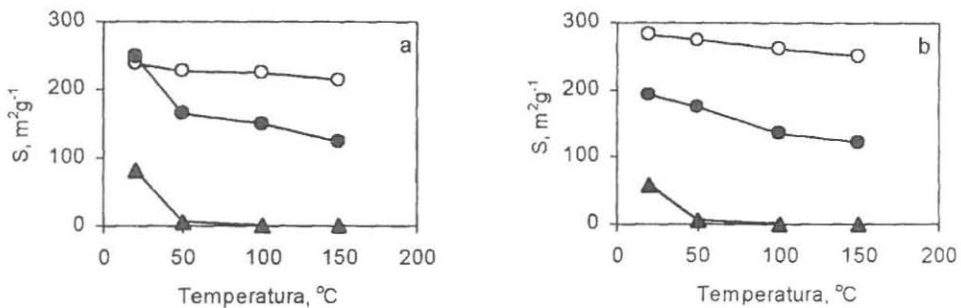


**Rys. 3.** Zależność pomiędzy powierzchnią właściwą, otrzymaną metodą “woda”, a czasem osuszenia. a – gleba nr 12, b – gleba nr 5; 50, 100, 150 – temperatura osuszenia gleb w °C

**Fig. 3.** Relationship between specific surface area, determined by “water” method, and time of soil drying. a – soil No. 12, b – soil No. 5; 50, 100, 150 – temperature of soil drying (°C)

tury oraz czasu trwania osuszania [12]. Najwięcej wody zawierały próbki gleb suszonych w temperaturze 50°C przez okres 6 i 12 godzin, a gleby były praktycznie suche już po osuszeniu w temperaturze 150°C, przez okres 6 godzin (wilgotność poniżej 1% wagowy). Na Rys. 4a i 4b przedstawiono jak zmieniała się powierzchnia właściwa i wilgotność próbek glebowych nr 5 i 12 w zależności od temperatury osuszania. Wynika z nich iż wielkość powierzchni właściwej malała wraz z obniżaniem się zawartości wody w próbce.

Jak wynika z powyższych rozważań, największe zróżnicowanie wyników otrzymano, gdy powierzchnię właściwą mierzono zgodnie z procedurą zalecaną przez normę PN-Z-19010-1 ("standard"). Norma ta dotyczy próbek powietrznie suchych, a za czas ustalania się równowagi sorpcyjnej przyjęto okres 48 godzin. W przypadku gleb organicznych, stwierdzenie "powietrznie sucha gleba" nie jest precyzyjne. Zmodyfikowanie procedury standardowej poprzez pozostawienie próbki w komorze próżniowej, nad stężonym kwasem siarkowym i ważenie co 24 godziny, aż do momentu uzyskania stałej wagi (wersja metody standardowej, oznaczona jako "kwas"), spowodowało dość znaczne obniżenie, tak wyznaczonej, wielkości powierzchni właściwej badanych murszów. Wyniki te sugerują, iż powietrznie suche próbki gleb organicznych zawierały wodę, która powodowała zafalszowanie wyników powierzchni. Również powierzchnia właściwa murszów, osuszanych w podwyższonej temperaturze i mierzona metodą "kwas" była niższa niż mierzona metodą standardową. Oczywiście, suszenie gleb organicznych, w podwyższonej temperaturze, powoduje hydrofobizację powierzchni lub zmiany w



**Rys. 4.** Zależność pomiędzy powierzchnią właściwą, a temperaturą osuszenia gleb torfow-murszowych. a – gleba nr 12, b – gleba nr 5. Białe koła – metoda "woda", czarne koła – metoda "kwas", trójkąty – wilgotność (% wag.) próbek po osuszeniu

**Fig. 4.** Relationship between the specific surface area and temperature of soil drying. a – soil No. 12, b – soil No. 5. White circle – "water" method, black circle – "acid" method, triangle – moisture content (w/w percentage)

ich strukturze. Sokołowska i Hajnos [12] stwierdzili, że poddanie utworów murszowych działaniu podwyższonej temperatury, prowadziło do wzrostu ich właściwości hydrofobowych, co przejawiało się znacznie mniejszą wartością średniej maksymalnej higroskopijności próbek osuszanych w temperaturze 150°C. Natomiast badania Troczyńskiego i in. [15], dotyczące temperatury i ogrzewania próchnic leśnych, wykazały, że ogrzewanie do temperatury 200°C, powodowało zmianę ich właściwości chemicznych, a reakcja badanego materiału na wzrost temperatury zależała od stopnia humifikacji. Ponadto, to temperatura, a nie czas ekspozycji próbki decydował o wielkości zmian.

Rysunki 1a, 3a i 3b wskazują, że wysokie, ale niewiele zróżnicowane wartościowo powierzchnie właściwe, otrzymano zmodyfikowaną metodą oznaczoną jako "woda". Dotyczyło to także powierzchni próbek wstępnie ogrzewanych, w podwyższonej temperaturze. W metodzie "woda", wstępnie, próbkę gleby organicznej umieszczano nad 2% roztworem kwasu siarkowego, aż do osiągnięcia stanu równowagi. W tych warunkach próbka osiągała równowagowy stan nawilżenia, a dopiero potem przeprowadzono proces desorpcji, a następnie adsorpcji pary wodnej. Takie postępowanie prowadziło, najprawdopodobniej, do mniej drastycznych zmian we właściwościach organicznego materiału. Można przyjąć, że właśnie wielkości powierzchni właściwej o tym świadczyły. O wpływie przygotowania materiałów organicznych do pomiaru powierzchni świadczą wyniki otrzymane przez Chiou i in. [1]. Dla glebowego kwasu huminowego, suszonego w suszarce, powierzchnia właściwa (z adsorpcji azotu) wynosiła  $<1 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ . Natomiast ten sam kwas, ale suszony metodą suszenia w stanie zamrożonym (freeze-drying), wykazywał znacznie większą powierzchnię właściwą –  $18 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ .

W przypadku materiałów bogatych w związki organiczne, dla próchnic leśnych i próchnicy glebowej, sedymentów, torfów i gleb organicznych wyznaczenie powierzchni właściwej nastęrcza szereg trudności. Badania wielu autorów wykazały, że zastosowanie do wyznaczenia powierzchni właściwej takich materiałów, metod używanych do wyznaczenia powierzchni właściwej mineralnych ciał stałych, daje wyniki budzące szereg wątpliwości. Dotyczy to zwłaszcza, bardzo wysokich wartości powierzchni właściwej, wyznaczonej adsorbatami o charakterze polarnym [1-4,8-10,13,14]. Powierzchnia właściwa tego rodzaju ciał stałych wyznaczona z adsorpcji pary wodnej, glikolu etylenowego (EG) lub eteru monoetylowego glikolu etylenowego (EGMG) jest bardzo wysoka i prawdopodobnie, obarczona dużym błędem [2,3,8-10,13,14]. Natomiast powierzchnia wyznaczana z niskotemperaturowej adsorpcji azotu jest mała [1,3,11,13]. Jednym

z powodów jest przygotowanie próbki do pomiaru, w tym suszenie w suszarce. Gleby organiczne oraz torfy mogą ulegać, w takich warunkach przesuszeniu, co bardzo często, prowadzi do praktycznie nieodwracalnych zmian w strukturze i charakterze powierzchni. Drugim źródłem ewentualnych błędów jest pochłanianie pary wodnej przez materiały organiczne, co powoduje równoczesne zachodzenie dwu procesów adsorpcji i absorpcji. Dlatego też wielkości powierzchni właściwej wyznaczonej z izotermy desorpcji pary wodnej są zdecydowanie wyższe, niż wyznaczonej z części adsorpcyjnej izotermy [10]. Ponadto możliwe jest rozpuszczanie się polarnego adsorbentu w substancji organicznej lub jego objętościowe pochłanianie [1-3,9]. Dlatego też Chiou i współ. [1] zaproponowali, w przypadku substancji organicznych, termin *apparent surface area* dla powierzchni, wyznaczonych adsorbatami polarnymi. Chiou i in. [2,3] oraz Rutherford i in. [8] zaproponowali sposób obliczania powierzchni właściwej i udziałów pochłaniania przez substancję organiczną adsorbatów polarnych, według innych niż adsorpcja mechanizmów.

#### WNIOSKI

Badane mursze charakteryzowały się wysoką powierzchnią właściwą. Dla metody standardowej zmieniała się ona w granicach od 250 do 340 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>, a dla zmodyfikowanej metody standardowej, oznaczonej jako "woda", od 240 do 300 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>. Największe zróżnicowanie wyników otrzymano, gdy powierzchnię właściwą mierzono zgodnie z procedurą zalecaną przez normę PN-Z-19010-1 (metodą standardową). Wstępne osuszanie próbek gleb murszowych miało wpływ na wielkość ich powierzchni właściwej. Oba czynniki, temperatura i czas suszenia, wpływały na wielkość powierzchni właściwej badanych gleb organicznych, a ich wpływ był bardziej widoczny w przypadku powierzchni otrzymanych zmodyfikowaną metodą "kwas". Wielkości powierzchni właściwych, otrzymane metodą "woda", praktycznie nie zależały od czasu suszenia. Na podstawie powyższych wyników można postawić hipotezę, że początkowa wilgotność gleb organicznych jest jednym z ważniejszych źródeł błędu, w wyznaczaniu wielkości ich powierzchni właściwej.

W przypadku gleb organicznych należałoby mówić o sorpcji, a nie o adsorpcji fizycznej pary wodnej. Pochłanianie objętościowe (absorpcja) pary wodnej jest jednym z czynników wpływających na zawyżanie wielkości powierzchni gleb organicznych, wyznaczanych na podstawie danych adsorpcyjnych. Suszenie takich gleb, w podwyższonej temperaturze, powoduje hydrofobizację powierzchni lub



zmiany w ich strukturze, a powietrznie suche i osuszane w podwyższonej temperaturze próbki zawierają jeszcze pewną ilość wody. Wydaje się, że wyznaczenie powierzchni właściwej, tego typu materiałów, z izotermi desorpcji albo zgodnie ze zmodyfikowaną procedurą, tj. w wersji "woda", byłoby bardziej korzystne i właściwe. Takie postępowanie prowadzi, najprawdopodobniej, do mniej drastycznych zmian we właściwościach organicznego materiału.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Chiou C.T., J-F Lee, Boyd S.A.:** The surface area of soil organic matter. *Environ. Sci. Technol.*, 24, 1164-1166, 1990.
2. **Chiou C.T., Rutherford D.W., Manes M.:** Sorption of N<sub>2</sub> and EGME vapors on some soils, clays, and mineral oxides and determination of sample surface areas by use of sorption data. *Environ. Sci. Technol.*, 27, 1587-1591, 1993.
3. **Chiou C.T., Kille D.E.:** Effects of polar and nonpolar groups on the solubility of organic compounds in soil organic matter. *Environ. Sci. Technol.*, 28, 1139-1144, 1994.
4. **De Jonge H., Mittelmeijer-Hazeleger M.C.:** Adsorption of CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> on soil organic matter: nature of porosity, surface area, and diffusion mechanisms. *Environ. Sci. Technol.*, 30, 408-413, 1996.
5. **Gawlik J.:** Division of differently silted peat formation into classes according to their state of secondary transformations. *Acta Agrophysica* 26, 17-24, 2000.
6. **Norma PN-Z-19010-1.** Jakość gleby. Oznaczanie powierzchni właściwej gleb metodą sorpcji pary wodnej (BET). Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa, 1997.
7. **Okruszko H.:** Zasady rozpoznawania i podziału gleb hydrogenicznych z punktu widzenia potrzeb melioracji. *Bibl. Wiad. IMUZ*, 52, 7-54, 1976.
8. **Pennell K.D., Boyd S.A., Abriola L.M.:** Surface area of soil organic matter reexamined. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 59, 1012-1018, 1995.
9. **Rutherford D.W., Chiou C.T., Kille D.E.:** Influence of soil organic matter composition on the partition of organic compounds. *Environ. Sci. Technol.*, 26, 336-340, 1992.
10. **Sokołowska Z., Hajnos M., Matyka-Sarzyńska D., Gawlik J.:** Effect of secondary transformation state of peaty-muck soils on adsorption isotherm of water vapour. *Acta Agrophysica* 26, 41-49, 2000.
11. **Sokołowska Z., Hajnos M., Bowanko G.:** Nitrogen adsorption study of the properties of the secondary transformed peat-muck soils. *Acta Agrophysica* 26, 65-73, 2000.
12. **Sokołowska Z., Hajnos M.:** Higroskopijność utworów murszowych poddanych działaniu podwyższonej temperatury. *Acta Agrophysica* 53, 147-158, 2001.
13. **Stawiński J., Gliński J., Ostrowski J., Stępniewska Z., Sokołowska Z., Bowanko G., Józefaciuk G., Książopolska A., Matyka-Sarzyńska D.:** Przestrzenna charakterystyka powierzchni właściwej gleb ornych Polski. *Acta Agrophysica* 33, 2000.
14. **Theng B.K.G., Ristori G.G., Santi C.A., Percival H.J.:** An improved method for determining the specific surface areas of topsoils with varied organic matter content, texture and clay mineral composition. *European J. Soil Sci.*, 50, 309-316, 1999.
15. **Troczyński M., Plichta W., Gonet S.S.:** Effects of temperature and heating time on properties of the material derived from organic horizons of the mor type. *Humic Subst. Environ.*, 1, 29-35, 1999.

---

METHODICAL ASPECTS OF DETERMINING THE SPECIFIC SURFACE AREA  
OF PEAT-MUCK SOILS BY USE OF WATER SORPTION DATA

*Z. Sokołowska, D. Matyka-Sarzyńska*

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences  
Doświadczalna 4 str., 20-290 Lublin 27, Poland

**A b s t r a c t.** The main aim of this work has been to test an extension of the Polish Standard PN-Z-19010-1, describing the specific surface area determination of mineral, as well as organic soils to the case of peaty-muck soils. We have also proposed two modifications of that standard method. According to the first modified method, abbreviated as "acid", different drying procedure, compared to the standard method, has been applied, namely we have dried the soil samples over concentrated sulphur acid. In the second modified method, abbreviated as "water", the initial sample was dried, by performing usual experiment of desorption of water. Our studies have been carried out for peaty muck soils ( $Z_1$ ) and for proper muck soils ( $Z_3$ ) at different mucking stages. The investigations were carried out for natural soil samples and for the samples dried at higher temperatures over 6, 12 and 24 h. All investigated samples have been characterised by high specific surface areas. According to the standard method their values ranged from 250 to 340  $m^2 g^{-1}$ . Drying time and the temperature have influenced the obtained values. Their influence was the most significant when a modified "acid" procedure was applied. The values of the surface area, evaluated from the procedure, designated as "water", have not been practically dependent on the drying time. It appears that the evaluation of the specific surface of organic soils should be performed according to the standard method from desorption isotherms, or according to the modified "water" method. Such procedure leads to the smallest changes in the properties of the soil organic matter.

**K e y w o r d s:** specific surface area, peaty-muck soils, adsorption of water vapour