

OCENA ZAWARTOŚCI UTLENIALNEJ FRAKCJI WĘGLA W GLEBACH
TORFOWO-MURSZOWYCH O RÓŻNYM STOPNIU WTÓRNYCH
PRZEOBRAŻEŃ

D. Matyka-Sarzyńska, Z. Sokołowska

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27
e-mail: dmatyka@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie: Badania przeprowadzono na 14 murszach o różnym stopniu wtórnych przeobrażeń. Dla każdej gleby określono ilość węgla ulegającego w ciągu 2 godzin utlenieniu 0,005 M roztworem KMnO_4 o $\text{pH} = 2,5$. Generalnie obserwuje się wpływ stopnia wtórnego przeobrażenia na zawartość podatnej na utlenianie substancji organicznej, zwłaszcza dla utworów silnie i bardzo silnie wtórnie przeobrażonych. Ponadto otrzymane wyniki przeanalizowano uwzględniając zawartości kwasów fulwowych i huminowych w badanych murszach. Dla gleb o współczynniku $W_1 > 0,60$ wraz ze wzrostem udziału w glebie kwasów fulwowych rośnie zawartość frakcji węgla utlenialnej KMnO_4 .

Słowa kluczowe: gleby torfowo-murszowe, stopień wtórnych przeobrażeń, frakcja węgla utlenionego, kwasy fulwowe i huminowe.

WSTĘP

Torfowiska i gleby pochodzenia torfowego zajmują znaczne obszary naszego kraju. Tworzenie gleb zaczyna się w momencie przerwania procesu bagiennego. Wskutek tego substancja organiczna zaczyna podlegać zespołowi przemian fizycznych i chemicznych polegających głównie na mineralizacji i humifikacji torfu. Procesy mineralizacji i humifikacji są związane z aktywnością mikroflory i przebiegają przy udziale enzymów. Znaczna część masy utworu glebowego przekształca się wówczas w próchnicę. Tak powstałe gleby torfowo-murszowe są szeroko wykorzystywane w rolnictwie [6, 18].

Ocena jakości próchnicy jest podstawowym parametrem ich charakterystyki. Ponadto fakt powstania większości tych gleb w wyniku odwodnienia torfowisk

wywołuje potrzebę określenia wpływu zachodzących procesów po osuszeniu na różnicowanie wzrostu i rozwoju roślin. Podstawowym sposobem określania jakości próchnicy pozostaje frakcjonowanie gleby odpowiednio dobranymi rozpuszczalnikami [6, 12]. Rozpuszczalność nie może być jednak jedynym kryterium oceny jakości takich gleb. Zważywszy na to, że w odwodnionych warstwach gleby pochodzenia torfowego zachodzą procesy mineralizacji i humifikacji [11, 13] wydaje się właściwe określenie także podatności substancji organicznej na utlenianie. Procesy przeobrażeń gleb torfowo-murszowych mają charakter przemian biochemicznych i aby uniknąć skomplikowanych badań mikrobiologicznych, podjęto próbę zastosowania metody chemicznego utleniania próchnicy do określenia zmian jakościowych substancji organicznej w glebach o różnym stopniu wtórnych przeobrażeń.

MATERIAŁY I METODY

Badaniami objęto w sumie 14 murszy torfiastych (Z_1) i właściwych (Z_3) reprezentujących utwory torfowo-murszowe o różnym stopniu przeobrażeń wtórnych. Próbki pobrano z terenu Polesia Lubelskiego oraz doliny rzeki Biebrzy. Jako miarę stopnia wtórnych przeobrażeń przyjęto wartość wskaźnika chłonności wodnej W_1 według Gawlika [3]. Badany materiał należał do grupy utworów słabo ($0,41 < W_1 < 0,50$), średnio ($0,51 < W_1 < 0,60$), silnie ($0,61 < W_1 < 0,70$) i bardzo silnie ($0,71 < W_1 < 0,80$) wtórnie przeobrażonych. Podstawową charakterystykę fizykochemiczną gleb zawarto w Tabeli 1, a szczegółowe informacje w pracach [2–5, 8, 10, 14–17]. Ponadto w Tabeli 1 zamieszczono zawartości kwasów fulwowych i huminowych, oznaczonych metodą opracowaną przez Bambałowa i in. [1, 8]. Ocenę podatności substancji organicznej badanych gleb na utlenianie prowadzono metodą opracowaną przez Łoginowa i współpracowników [9], a polegającą na określeniu ilości węgla próbki ulegającej w ciągu 2 godzin utlenieniu 0,005 M roztworem $KMnO_4$ o $pH = 2,5$. Pomiaru prowadzono trzykrotnie dla każdej próbki w warunkach standardowych. Wyniki badań podatności na utlenianie (C_{utl}) przedstawiono w Tabeli 2 jako procent (%) całkowitej zawartości węgla (C_T). Całkowitą zawartość węgla oznaczono zmodyfikowaną metodą Altana [8, 12].

WYNIKI I DYSKUSJA

Otrzymane wyniki zamieszczono w Tabeli 2 oraz na Rys. 1 i 2. W badanych próbkach zawartość węgla utlenionego (w stosunku do ogólnej zawartości węgla) waha się w granicach od 3,8% do 30,6%. Stwierdzono wyraźne zróżnicowanie wyników otrzymanych dla gleb: najslabiej wtórnie przeobrażonej (nr 12) dla której C_{utl} wynosi 9,7% i całkowicie zdegradowanej (nr 5), dla której C_{utl} wynosi 27,1%. Generalnie dla utworów silnie i bardzo silnie wtórnie przeobrażonych oraz całkowicie zdegradowanych obserwuje się wyraźny wpływ stopnia wtórnego przeobrażenia na zawartość podatnej na utlenianie substancji organicznej. Od tej ogólnej tendencji wyraźnie odbiegają próbki nr 6 i 10.

Tabela 1. Wybrane właściwości fizyko-chemiczne badanego materialu

Table 1. Some physicochemical properties of investigated materials

Nr gleby	W_1	Rodzaj murszu*	Zaw. popiołu % d.m	Gęstość Obj. gcm^{-3}	Calc. porow. vol. %	Zaw. amino-kwasów gkg^{-1}	Kwasy hum. % C_T	Kwasy fulw. % C_T
12	0,44	Z ₁	22,69	0,21	88,5	5,21	29,82	8,84
11	0,48	Z ₁	20,54	0,28	84,7	7,57	31,12	8,71
1	0,55	Z ₁	17,56	0,25	84,6	8,13	15,62	8,09
10	0,60	Z ₃	21,24	0,34	81,4	8,27	31,98	10,18
13	0,61	Z ₁	15,14	0,24	85,2	8,45	14,40	11,49
3	0,63	Z ₃	37,81	0,46	74,9	9,57	30,94	7,09
6	0,65	Z ₃	20,52	0,32	82,5	9,78	27,16	8,06
9	0,65	Z ₃	18,94	0,31	80,9	10,2	26,84	9,60
7	0,67	Z ₃	16,26	0,28	82,7	10,4	32,75	9,38
4	0,71	Z ₃	15,80	0,31	80,9	12,7	29,31	12,75
8	0,71	Z ₃	22,77	0,30	83,6	11,3	24,55	11,67
2	0,72	Z ₃	18,03	0,36	77,8	14,2	33,63	6,66
14	0,74	Z ₃	21,47	0,29	84,1	15,58	21,95	12,33
5	0,82	Z ₃	22,27	0,39	78,7	18,5	29,94	7,93

Wyjaśnienie: W_1 – stopień wtórnych przeobrażeń, podział według Gawlika [3];

* – podział według Okruszki [11], Z₁ – mursz torfiasty, Z₃ – mursz właściwy (ziarnisty).

Explanation: W_1 – secondary transformation index, Gawlik's classification [3];

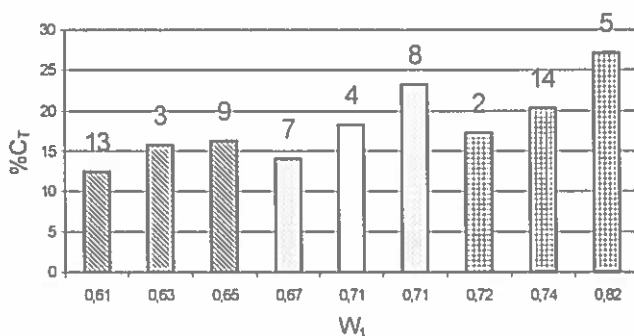
* – Okruszko classification [11], Z₁ – peaty moorsh, Z₃ – proper moorsh.

Rysunek 1 przedstawia wyniki podatności na utlenianie substancji organicznej gleb o wartości współczynnika $W_1 > 0,60$ (bez uwzględnienia gleby nr 6). Na Rys. 1 wyraźnie widać uporządkowanie się badanych murszów w trzy grupy. W pierwszej grupie znajdują się gleby o współczynniku $0,60 < W_1 < 0,65$ (Nr 13, 3, 9), w drugiej $0,66 < W_1 < 0,71$ (Nr 7, 4, 8) natomiast w trzeciej $W_1 > 0,72$ (Nr 2, 14, 5). Reasumując niemal dla wszystkich gleb o wartości współczynnika $W_1 > 0,60$ stwierdzono istnienie dodatniej korelacji między wartością wskaźnika W_1 a C_{utl} . W obrębie poszczególnych grup zależność ta jest bardzo silna. Pomimo ograniczonej liczby utworów glebowych można stwierdzić, że gleby silniej wtórnie przeobrażone zawierają większy udział frakcji węgla podatnych na utlenianie, niż gleby we wczesnym stadium wtórnych przeobrażeń. Jednakże, dane literaturowe dowodzą, że do większej mineralizacji zdolne są gleby torfowe mniej rozłożone [7].

Tabela 2. Podatność substancji organicznej na utlenianie C_{utl} (w % C_T) oraz stosunek zawartości kwasów fulwowych do huminowych (f)

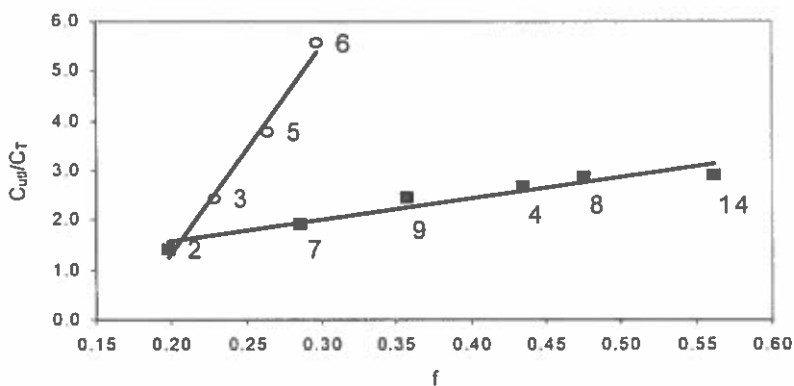
Table 2. Susceptibility of soil organic matter to oxidation (in % C_T) and fulvic to humic acids ratio

Nr gleby	W_1	Rodzaj murszu	C_T – % zawartość węgla ogółem	C_{utl} – zawartość węgla utlenio- nego jako % C_T	f – stosunek zawartości kwasów ful- wowych do huminowych
12	0,44	Z ₁	9,5	9,7	0,30
11	0,48	Z ₁	7,2	18,6	0,28
1	0,55	Z ₁	7,9	13,9	0,52
10	0,60	Z ₃	6,9	3,8	0,32
13	0,61	Z ₁	8,6	12,5	0,80
3	0,63	Z ₃	6,5	15,8	0,23
6	0,65	Z ₃	5,5	30,6	0,30
9	0,65	Z ₃	6,6	16,3	0,36
7	0,67	Z ₃	7,4	14,1	0,29
4	0,71	Z ₃	6,8	18,3	0,44
8	0,71	Z ₃	8,1	23,3	0,48
2	0,72	Z ₃	12,3	17,3	0,20
14	0,74	Z ₃	7,0	20,3	0,56
5	0,82	Z ₃	7,2	27,1	0,27



Rys 1. Podatność substancji organicznej gleb o $W_1 > 0,60$ na utlenianie.

Fig 1. Susceptibility of soil organic matter to oxidation for soils of $W_1 > 0,60$.



Rys 2.. Zależności między stosunkiem zawartości kwasów fulwowych do huminowych (f) a stosunkiem zawartości łatwo utlenialnej frakcji węgla do jego ogólnej zawartości (C_{ox}/C_t).

Fig 2. C-oxidable and total content ratio versus fulvic and humic acids ratio.

Otrzymane zależności można tłumaczyć obecnością wysoko uwęglonych związków organicznych, które nagromadzają się stopniowo podczas wtórnych przeobrażeń. W skład tych związków wchodzi prawdopodobnie produkty przeobrażenia ligniny. Z drugiej strony pamiętać należy, że do procesów wtórnych przeobrażeń zaliczamy również wtórną humifikację. O ile mineralizacja prowadzi do rozkładu i w konsekwencji do zaniku substancji organicznej, to humifikacja po-

woduje powstanie nowych związków organicznych. Celem lepszej interpretacji otrzymanych wyników przeanalizowano zawartości kwasów fulwowych i huminowych w badanym materiale [1,8]. Na Rys. 2 przedstawiono zależności między stosunkiem zawartości kwasów fulwowych do huminowych (f) a stosunkiem zawartości łatwo utlenialnej frakcji węgla do jego ogólnej zawartości (C_{utl}/C_T). Nastąpił również i teraz podział gleb na dwie grupy. W pierwszej grupie znajdują się gleby Nr 2, 3, 5, 6 (białe kółka). Do drugiej grupy należą gleby Nr 2, 7, 9, 4, 8, 14 (czarne kwadraty). Dla wszystkich tych gleb wraz ze wzrostem udziału w glebie kwasów fulwowych rośnie zawartość utlenialnej frakcji węgla. Nie stwierdzono występowania podobnej korelacji dla pozostałych gleb. Współczynnik korelacji liniowej dla obu grup wynosi 0,98. Ponadto glebę Nr 2 można zaliczyć do obu grup. Stosunek zawartość kwasów fulwowych do huminowych dla gleby Nr 2 wynosi 0,2. Zaznaczyć należy również, że współczynnik W_1 dla wszystkich gleb z obu grup wynosi powyżej 0,63 i należą one do murszów właściwych – Z_3 [11]. Przyczyny tak wyraźnego podziału gleb na dwie grupy staną się przedmiotem dalszych badań.

WNIOSKI

Metoda oznaczania podatności substancji organicznej na utlenianie stwarza interesujące możliwości badawcze gleb pochodzenia torfowego. Dzięki prostocie w realizacji tej metody wydaje się ona przydatna jako kolejny sposób jakościowej oceny substancji organicznej gleb o zróżnicowanym stopniu wtórnych przeobrażeń. Uzyskane wyniki analiz mają głównie walor porównawczy. Należy podkreślić, że po uwzględnieniu wyników dla wszystkich badanych gleb nie stwierdzono prostej zależności między wartością współczynnika W_1 a zawartością węgla utlenionego. Reasumując, w świetle ostatnich badań [5, 10, 14–17] stwierdza się, że być może korzystny byłby podział gleb torfowo-murszowych ze względu na stopień wtórnych przeobrażeń uwzględniający oprócz wartości współczynnika W_1 , również inne właściwości fizykochemiczne.

Otrzymane wyniki i zależności stwarzają podstawę innego podejścia do zagadnień związanych z procesami zachodzącymi w utworach torfowych po ich osuszeniu. Podczas wtórnych przeobrażeń zachodzą w glebach torfowych równoległe dwa procesy: mineralizacja i humifikacja. Proces wtórnej humifikacji ma odbicie we wzroście zależności C_{utl}/C_T do f . Większa zawartość utlenionego wę-

gła w utworach silniej wtórnie przeobrażonych jest prawdopodobnie wynikiem obecności niedostępnych dla mikroorganizmów i roślin związków organicznych. Powinno to znaleźć odbicie w strukturze, składzie chemicznym i innych właściwościach fizykochemicznych gleb torfowo-murszowych. Stąd wynika potrzeba dalszych, szczegółowych badań.

PODZIĘKOWANIA

Praca została częściowa wykonana w ramach projektu badawczego 6 PO4G 01217 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bambalov N., Belenkaya T.Ya.:** Fractional and group composition of organic matter in variable and reclaimed peat soils (in Russian). *Pochvovedenie*, 12, 1431–1437, 1998.
2. **Gawlik J.:** Water holding capacity of peat formations as an index of the state of their secondary transformation. *Pol. J. Sci*, 2, 121–126, 1992.
3. **Gawlik J.:** Przydatność wskaźnika chłonności wodnej do oceny stanu wtórnego przeobrażenia gleb torfowych (in polish), *Wiad. IMUZ*, 4, 197–216, 1996.
4. **Gawlik J.:** Division of differently silted peat formation into classes according to their state of secondary transformations. *Acta Agrophysica*, 26, 17–24, 2000.
5. **Hajnos M.:** Contact angle and surface free energy of selected peat-moorsh soils. *Acta Agrophysica*, 26, 75–84, 2000.
6. **Kononowa M.:** Substancja organiczna gleby. PWRiL, Warszawa, 1968.
7. **Kowalczyk Z.:** Badania procesów rozkładu substancji węglowych gleb torfowych o różnym stopniu zmurszenia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 146, 138–162, 1973.
8. **Lishtvan I.I., Abramets A.M., Kraiko V.M., Skoroponova L.S., Monich G.S., Kokonova S.V.:** Physicochemical prerequisites of peaty soils degradation. *Acta Agrophysica*, 26, 95–108, 2000.
9. **Łoginow W., Wiśniewski W., Gonet S.S., Cieścińska B.:** Testowa metoda oceny podatności na utlenianie materii organicznej gleb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 411, 1993.
10. **Matyka-Sarzyńska D., Sokolowska Z., Józefaciuk G.:** Variable surface charge of selected peat materials as determined from back titration. *Acta Agrophysica*, 26, 51–58, 2000.
11. **Okruszek M.:** Transformation of fen-peat soil under the impact of draining. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 406, 3–73, 1993.
12. **PTG:** Prace komisji naukowych Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego Nr 114. Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. Warszawa, 1990.

13. Sapek B., Sapek A.: Investigations of the specificity and effects of the secondary humication process of soils formed from various types of organic materials. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., 406, 83–93, 1993.
14. Sławiński C., Sokolowska Z., Walczak R.: Effects of secondary transformation of peaty-moorsh soils on their physical properties. Acta Agrophysica, 26, 85–94, 2000.
15. Sokolowska Z., Hajnos M., Bowanko G.: Nitrogen adsorption study of surface properties of the secondary transformed peat-moorsh soils. Acta Agrophysica, 26, 65–74, 2000.
16. Sokolowska Z., Hajnos M., Matyka-Sarzyńska D., Gawlik J.: Effect of secondary transformation state of peat-moorsh soils on adsorption isotherm of water vapour. Acta Agrophysica, 26, 41–50, 2000.
17. Szajdak L., Matuszewska T., Gawlik J.: Effect of secondary transformation state of peat-muck soils on their amino acid content. Int. Peat J., 8, 76–80, 1998.
18. Turski R., Słowińska-Jurkiewicz A., Hetman J.: Zarys gleboznawstwa. WAR, Lublin, 1999.

DETERMINATION OF SOIL ORGANIC MATTER SUSCEPTIBILITY TO OXIDATION FOR PEATY-MOORSH SOILS OF DIFFERENT STATE OF SECONDARY TRANSFORMATION

D. Matyka-Sarzyńska, Z. Sokołowska

Institute of Agrophysics Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27, Poland
e-mail: dmatyka@demeter.ipan.lublin.pl

Summary. The study was conducted on 14 moorsh formations taken from differently secondary transformed peat-moorsh soils. For each sample the amount of soil carbon oxidised during 2 hours with 0,005 M KmnO_4 at $\text{pH} = 2,5\text{--}2,6$ was measured. Generally the influence of the state of secondary transformation on the amount of soil organic matter susceptibility to oxidation was noticed, especially for strongly and very strongly transformed soils. Moreover, the content of fulvic and humic acids was analysed simultaneously. The best correlation between the fulvic to humic acids ratio and organic carbon susceptibility to chemical oxidation appeared for soils of $W_1 > 0,60$.

Keywords: peaty-moorsh soils, state of secondary transformation, soil organic matter susceptibility to oxidation, fulvic and humic acids.