

EDWARD MELLER*, MARIOLA SIENKIEWICZ**, EDWARD NIEDŹWIECKI*,
DOROTA GOŁĘBIEWSKA**

PARAMETRY ZWIĄZKÓW PRÓCHNICZNYCH GLEB POBAGIENNYCH WYTWORZONYCH NA KREDZIE JEZIORNEJ JAKO WSKAŹNIKI ICH PRZYNALEŻNOŚCI SYSTEMATYCZNEJ

PARAMETERS OF HUMIC COMPOUNDS OF POST-BOG SOILS DEVELOPED ON CALCAREOUS CHALK AS IDENTIFICATION CRITERIA OF THEIR TAXONOMY

*Katedra Gleboznawstwa i **Katedra Fizyki i Agrofizyki
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Abstract: Muck soil samples were taken from humus horizon of 9 profiles of post-bog soil developed on calcareous chalk with different content of organic carbon – C_{org} (5–22%) and CaCO₃ (30–77%) in dry matter. Composition of humus fractions extracted with NaOH [0,1 mol·dm⁻³] was determined. This data was used for the statistical analysis of discrimination function of oxidizability (with KMnO₄) as well as physicochemical parameters: CaCO₃, C_{org}, N_{tot}. It is demonstrated that only the parameters connected with humic substances let to discriminate, in investigated muck soils, the three subtype at p<0.05. This division in agreement with Meller [2006] suggestion. On the basis of our analysis it appears that the best discriminators (p=0.001) are: content of carbon in humic acid fraction of organic matter and carbon fraction the least susceptible to KMnO₄ oxidization.

Słowa kluczowe: gleby pobagienne, próchnica, kwasy huminowe, utlenialność, funkcja dyskryminacyjna.

Keywords: post-bog soil, humus, humic acids, oxidizability, discrimination function.

WSTĘP

Materia organiczna akumulowana w procesie bagiennym w wyniku okresowego przesuszania podlega procesowi murszenia, obejmującemu aktywną mineralizację materii organicznej [Okruszko, Kozakiewicz 1973; Turski 1988; Bejger i in. 2004] oraz jej wtórną „humifikację” [Sławiński i in. 2000; Matyka-Sarzyńska, Sokołowska 2005]. Wtórna „humifikacja” prowadzi zaś do wzrostu karbonizacji materii organicznej i jej właściwości

hydrofobowych. Stan przeobrażenia gleb w procesie murszenia znajduje odbicie we właściwościach fizykochemicznych materiału glebowego, a w szczególności we właściwościach próchnicy glebowej [Matyka-Sarzyńska 2002].

Gleby bagienne węglanowe, powstające w miejscu występowania jezior polodowcowych, w drodze ewolucji zostały przekształcone w gleby murszowe. Specyficzną grupę stanowią płytkie gleby pobagiennie zasobne w CaCO_3 zalegające na kredzie jeziornej. W dotychczasowej literaturze krajowej i zagranicznej są one słabo scharakteryzowane i wiele problemów stwarza ustalenie ich stanowiska systematycznego [Meller 2006]. Dotychczas jakość związków próchnicznych tych gleb została omówiona jedynie w pracy Borowca i Wybieralskiej [1969]. Duży kompleks takich gleb (3 000 ha) występuje w Zachodniopomorskiem w pobliżu jeziora Miedwie.

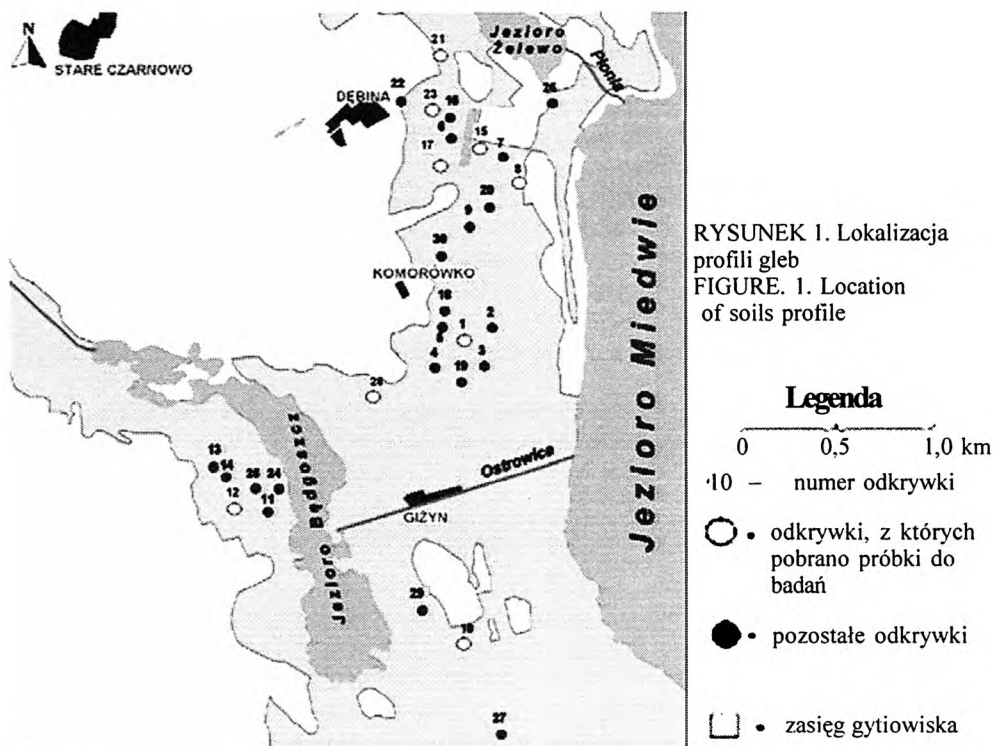
Celem badań było określenie jak obecność węglanu wapnia w glebie modyfikuje właściwości wytworzonej w takich warunkach próchnicy oraz próba odpowiedzi na pytanie, czy i jakie cechy wytworzonej próchnicy mogą być pomocne w zakwalifikowaniu tych gleb do określonej jednostki systematycznej.

MATERIAŁ I METODY

Obiektem badań były poziomy murszowe gleb organogenicznych na kredzie jeziornej zlokalizowanych na obszarze (V) tarasu pyrzyckiego plejstoceńskiego zastoiska wodnego (rys. 1). Zbiornik ten w okresie holocenijskim początkowo był wypełniony gytą węglanową, która później została przykryta płytkami utworami organicznymi. W terenach młodoglacjalnych takie gytowiska pełnią wiele funkcji, co wynika między innymi z ich umiejscowienia w krajobrazie. Są one układem unikatowym, dlatego wymagają ochrony [Ilnicki 2002]. Gytowisko w pobliżu jeziora Miedwie jest jednym z niewielu w Polsce udokumentowanym stanowiskiem kalcyfilnych zespołów roślinnych [Jasnowski 1972; Wołejko 1982]. Część terenu badań w 2004 roku zaklasyfikowano do Obszarów Specjalnej Ochrony o nazwie „Jezioro Miedwie i Okolice”.

W omawianym terenie zostało przebadanych łącznie 30 profili glebowych (rys.1), których szczegółową charakterystykę podano w pracy Mellera [2006]. W pracy tej wykazano, że gleby organogeniczne otoczenia jeziora Miedwie znajdują się obecnie w stadium decesji. Ze względu na przebieg procesu murszenia Meller [2006] proponuje wyróżnić trzy podtypy gleb pobagiennych różniące się miąższością poziomu murszowego oraz zawartością w nim materii organicznej, są to gleby: węglanowo-murszowe o profilu Mgyca-Cgyca, węglanowo-murszowate o profilu AOMca-Cgyca oraz czarne ziemie murszaste o profilu Ae-Cgyca wszystkie wytworzone na kredzie jeziornej (rys. 2).

Ze wspomnianych 30 profili do badań pobrano próbki z poziomów murszowych 9 wybranych profili, po 3 z każdego podtypu (rys.1) różniących się zawartością CaCO_3 , C_{org} oraz zaawansowaniem procesu murszenia. Z pracy Mellera [2006] wykorzystano charakterystykę podstawowych właściwości fizykochemicznych poziomów murszowych tych gleb podaną w tabeli 1. Gęstość właściwą (S) oznaczono metodą piknometryczną; porowatość ogólną na podstawie pomiaru gęstości właściwej (S) oraz gęstości objętościowej (S_0); zawartość węgla organicznego C_{org} w poziomie murszowym metodą Alena opracowaną przez Plichtę [1999]; zawartość węgla we frakcjach próchnicy (C_{T1} , C_{T2} , C_{T3} , C_{T4}) o różnym stopniu podatności na utlenianie za pomocą KMnO_4 w środowisku obojętnym C_{T1} za pomocą $0,0333 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ KMnO}_4$; C_{T2} za pomocą $0,1667 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$



RYSUNEK 1. Lokalizacja profili gleb
FIGURE. 1. Location of soils profile

Legenda

0 0,5 1,0 km

10 – numer odkrywki

○ • odkrywki, z których pobrano próbki do badań

● • pozostałe odkrywki

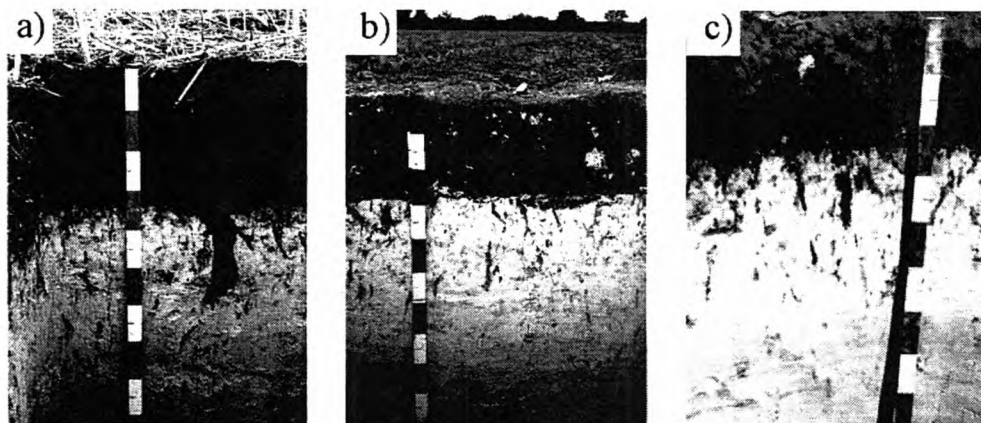
□ • zasięg gytiowiska

TABELA 1. Charakterystyka fizykochemiczna próbek badanych gleb [Meller 2006]

TABLE 1. Physicochemical characteristics of soil samples from chosen profiles [Meller 2006]

Nr profilu Profile No	Głębokość Depth [cm]	Gęstość obj. So Bulk density [Mg·m ⁻³]	Porowatość Porosity [m ³ ·m ⁻³]	N _{og} N _t	CaCO ₃	C _{org} TOC	C _{T1} * C _{T1} *	C _{T2} * C _{T2} *	C _{T3} * C _{T3} *	C _{T4} * C _{T4} *
Gleby węglanowo-murszowe na kredzie jeziornej (WM) – Calcareous-muck soils on lacustrine chalk										
12	0–32	0,72	0,697	8,7	532	120,5	16,2	10,3	13,5	80,5
17	0–32	0,44	0,797	15,4	342	189,9	28,8	19,9	14,2	127,0
1	0–32	0,58	0,729	15,8	305	218,3	34,7	31,6	15,9	136,1
Gleby węglanowo-murszowate na kredzie jeziornej (WMR) – Calcareous-mucky soils on lacustrine chalk										
15	0–28	0,83	0,657	4,4	747	70,8	9,7	4,7	4,3	52,2
23	0–30	0,76	0,696	8,0	607	77,1	8,8	5,6	5,7	56,9
10	0–28	0,88	0,626	8,1	549	104,3	11,9	7,6	4,7	80,1
Czarne ziemie murszaste na kredzie jeziornej (CZM) – Mucky-black soils on lacustrine chalk										
21	0–25	1,05	0,585	6,3	769	57,1	6,1	4,5	2,3	44,2
28	0–32	0,95	0,623	6,2	748	48,2	6,4	3,4	2,9	35,5
8	0–25	0,99	0,602	8,5	694	47,2	3,3	3,2	2,9	38,8

*C_{T1}, C_{T2}, C_{T3}, C_{T4} – węgiel związków organicznych o różnej utlenialności KMnO₄ –
carbon of organic compounds with different KMnO₄ oxidizability



RYSUNEK 2. Zdjęcia 3 wybranych profili gleb wytworzonych na kredzie jeziornej: a – gleba węglanowo-murszowa; b – gleba węglanowo-murszowata, c – czarna ziemia murszasta
 FIGURE 2. Photos of 3 chosen soil profiles developed on lacustrine chalk: a – calcareous-muck soil; b – calcareous-mucky soil; c – mucky-black soil

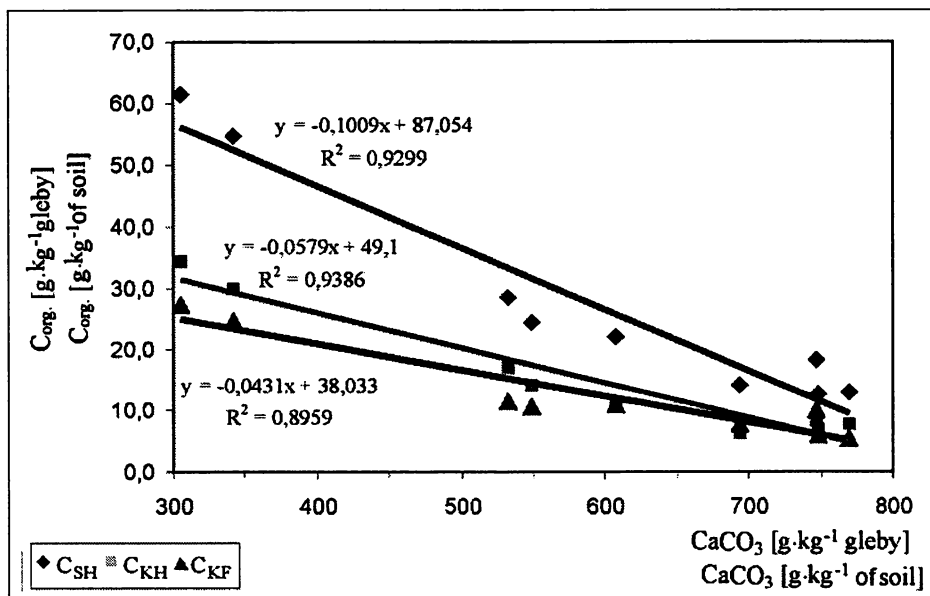
KMnO_4 ; CT_3 za pomocą $0,3333 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ KMnO}_4$; $\text{C}_{\text{T4}} = \text{C}_{\text{org}} - (\text{C}_{\text{T1}} + \text{C}_{\text{T2}} + \text{C}_{\text{T3}})$; metodą Łoginowa i Wiśniewskiego [1976] opracowaną przez Goneta [1999]; zawartość węgla wapnia metodą Scheiblera wg Ostrowskiej i in. [1991].

Do badań nad próchnicą pobrano próbki z powierzchniowych (przeważnie od 0 do 32 cm) poziomów 9 wybranych profili. Materiał glebowy poddano ekstrakcji metodą Schnitzera i Khana [1978] za pomocą $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-1} \text{ NaOH}$. Ekstrakcję poprzedzono dekalcytacją za pomocą $25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-1} \text{ HCl}$ zgodnie z procedurą podaną przez Goneta [1990]. Zawartość węgla w ekstraktach substancji humusowych (SH) oraz we frakcji kwasów huminowych (KH) wytraconych po zakwaszeniu ekstraktów stężonym H_2SO_4 do pH 1,5 oznaczono metodą Orlova [Orlov i in. 1969]. Zawartość węgla we frakcji kwasów fulwowych (KF) obliczono z różnicy $\text{C}_{\text{KF}} = \text{C}_{\text{SH}} - \text{C}_{\text{KH}}$. Przeprowadzono statystyczną analizę korelacyjną i funkcji dyskryminacyjnej wykorzystując dane analizy fizykochemicznej próbek oraz dane dotyczące składu frakcyjnego próchnicy. Posłużono się w tym celu programem Statistica 7.0.

WYNIKI I DYSKUSJA

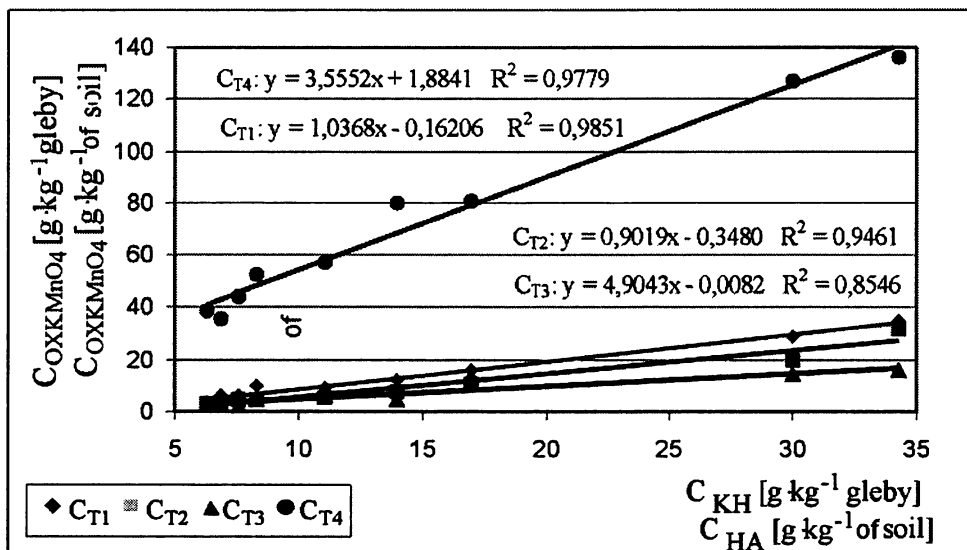
Uzyskane dane zamieszczone na rysunku 3 wskazują, że zawartość węgla sumy frakcji substancji humusowych (C_{SH}), jak i węgla frakcji kwasów huminowych (C_{KH}) i fulwowych (C_{KF}) jest istotnie ujemnie skorelowana z zawartością CaCO_3 . Współczynniki determinacji R^2 linii trendów są bardzo wysokie, dla C_{KH} ($R^2 \geq 0,9$).

Stwierdzono również (rys. 4), że zawartość węgla frakcji kwasów huminowych C_{KH} jest dodatnio skorelowana z zawartością węgla we frakcjach C_{T1} , C_{T2} , C_{T3} i C_{T4} , o różnej podatności na utlenianie za pomocą KMnO_4 . Współczynniki determinacji tych linii trendu są również bardzo wysokie z tym, że najwyższe dla frakcji C_{T4} , a najmniejsze dla C_{T3} . Z danych tych wynika, że w badanych poziomach gleb murszowych udział frakcji węgla o różnej podatności na utlenianie za pomocą KMnO_4 jest proporcjonalny do zawartości węgla frakcji KH i że związki te mają w swojej strukturze podobny udział różnych struktur ulegających utlenianiu za pomocą KMnO_4 .



RYSUNEK 3. Korelacja pomiędzy zawartościami węgla organicznego w alkalicznych ekstraktach substancji humusowych C_{SH} , frakcji kwasów huminowych C_{KH} i fulwowych C_{KF} a zawartością CaCO_3 w próbkach glebowych

FIGURE 3. Correlation between organic carbon C_{SH} contents in alkaline extract of humus substances SH, in fractions of humic acids C_{HA} and fulvic acids C_{FA} and CaCO_3 content in soil samples



RYSUNEK 4. Korelacja pomiędzy zawartością węgla w KH (C_{KH}) i we frakcjach węgla C_{T1} , C_{T2} , C_{T3} i C_{T4} o różnym stopniu wrażliwości na utlenianie za pomocą KMnO_4

FIGURE 4. Correlation between carbon content in humic acid (C_{HA}) and carbon content in C_{T1} , C_{T2} , C_{T3} and C_{T4} fraction with different degree of susceptibility to oxidation with KMnO_4

TABELA 2. Skład frakcyjny próchnicy glebowej i jej parametry

TABLE 2. Composition of humus fractions and its parameters

Profil Profile	C_{SH}	C_{KH}	C_{KF}	$(C_{T1}+C_{T2}+C_{T3})$	$C_{KH}:C_{KF}$	$C_{T1}:C_{org}$	$C_{T2}:C_{org}$	$C_{T3}:C_{org}$	$C_{T4}:C_{or}$
	C_{HS}	C_{HA}	C_{FA}		$C_{HA}:C_{FA}$	$C_{T1}:T_{OC}$	$C_{T2}:T_{OC}$	$C_{T3}:T_{OC}$	$C_{T4}:T_{OC}$
	[gC·100g ⁻¹ suchej gleby] [gC·100g ⁻¹ dry matter of soil]					[%]			
Gleby węglanowo-murszowe na kredzie jeziornej [WM] Calcareous-muck soils on lacustrine chalk									
12	2,86	1,70	1,16	4,00	1,46	13,4	8,5	11,2	66,9
17	5,47	3,00	2,47	6,29	1,22	15,2	10,5	7,5	66,8
1	6,16	3,43	2,73	8,21	1,26	15,9	14,5	7,3	62,3
Gleby węglanowo-murszowate na kredzie jeziornej [WMR] Calcareous-mucky soils on lacustrine chalk									
15	1,8	0,83	0,99	1,86	0,84	13,7	6,6	6,1	7,36
23	2,21	1,11	1,10	2,01	1,01	11,4	7,3	7,4	7,39
10	2,46	1,40	1,06	1,42	1,33	11,4	7,3	4,5	7,68
Czarne ziemie murszaste na kredzie jeziornej [CZM] Mucky-black soils on lacustrine chalk									
21	1,3	0,76	0,54	1,28	1,40	10,7	7,9	4,0	77,4
28	1,27	0,69	0,58	1,29	1,18	13,3	7,1	6,0	73,6
8	1,40	0,63	0,77	0,94	0,82	6,8	6,6	6,0	80,6

W tabeli 2 zebrano dane dotyczące składu frakcyjnego próchnicy badanych gleb i niektórych jej parametrów. Pokazują one, że w glebach o zawartości $CaCO_3$ większych od 549 g·kg⁻¹ – węglanowo-murszowatej i czarnej ziemi murszastej – praktycznie cały wyekstrahowany za pomocą 0,1 mol·d⁻³ NaOH węgiel (C_{SH}) odpowiada sumie zawartości węgla w trzech frakcjach o różnej podatności na utlenianie za pomocą $KMnO_4$, tj. ($C_{T1}+C_{T2}+C_{T3}$), natomiast w glebach o mniejszej zawartości $CaCO_3$ – węglanowo-murszowych – ilość C ulegającego utlenieniu za pomocą $KMnO_4$ jest o ok. 25% wyższa niż C_{SH} uzyskanego w drodze alkalicznej ekstrakcji za pomocą NaOH. Interesująca wydaje się również wartość stosunku $C_{T4}:C_{org}$ informująca o udziale węgla odpornego na utlenienie w warunkach zastosowanej metody w całej puli węgla organicznego w badanych próbkach gleby. Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 2, w glebach o zawartości węglanu wapnia mniejszej niż 532 g·kg⁻¹ C_{T4} stanowi średnio ok. 65%, podczas gdy w pozostałych badanych glebach średnio 76,5% C_{org} .

Przeprowadzono analizę funkcji dyskryminacyjnej dla zbioru danych dotyczących charakterystyki fizykochemicznej próbek gleb ($CaCO_3$, C_{org} , Nog. i gęstość objętościowa – So) oraz oddzielnie dla zbioru danych związanych z jakością próchnicy w badanych glebach (C_{T1} , C_{T3} , C_{T4} , C_{KH}).

Macierze klasyfikacji sporządzone zarówno na podstawie wymienionych fizykochemicznych parametrów próbek gleb, jak i danych związanych z zawartą w nich próchnicą są identyczne dla obu zbiorów danych (tab. 3) i pozwalają na zakwalifikowanie pochodzenia próbek ze 100% poprawnością do trzech grup, czym potwierdzony został wstępny proponowany przez Mellera [2006] podział badanych gleb na 3 grupy gleby: węglanowo-murszowe (WM), węglanowo-murszowate (WMR) i czarne ziemie murszaste na kredzie jeziornej (CZM).

Analiza funkcji dyskryminacyjnej na podstawie właściwości fizykochemicznych poziomów murszowych pokazała jednak, że poziom wyżej omawianego podziału nie jest istotny statystycznie przy $p>0,05$ (tab. 4).

TABELA 3. Macierz klasyfikacji w analizie dyskryminacyjnej (na podstawie fizykochemicznych parametrów próbek gleb oraz na podstawie parametrów charakteryzujących próchnicę badanych gleb)
TABLE 3. Classification matrix in discrimination analysis (on the physicochemical parameters of soil samples and on the basis of parameters characterized of soil humus) $p=0,333$

Grupa Profil	Poprawne Correct [%]	WM	WMR	CZM
		$p=0,333$		
WM (1, 12, 17)	100,0	3	0	0
WMR (10, 15, 23)	100,0	0	3	0
CZM (8, 21, 28)	100,0	0	0	3
Razem – Total	100,0	3	3	3

Analiza funkcji dyskryminacyjnej przedstawiona natomiast w tabeli 5 na podstawie danych odnoszących się do właściwości próchnicy badanych gleb ($C_{KH}, C_{T1}, C_{T3}, C_{T4}$) uzasadnia przyjęty w pracy podział gleb. Autorzy pracy proponują wprowadzić do przygotowywanej Systematyki gleb Polski, w glebach pobagiennych, dwóch jednostek: gleby węglanowo-murszowe na kredzie jeziornej oraz gleby węglanowo-murszowate na kredzie jeziornej. Zaproponowane jednostki dla badanych gleb, które zgodnie z

TABELA 4. Podsumowanie analizy funkcji dyskryminacyjnej na podstawie danych analizy fizykochemicznej próbek glebowych
TABLE 4. Recapitulation of analysis of discrimination functions on the basis of physicochemical data of soil samples

n=9	Lambda Wilksa Wilks' Lambda	Cząstk. Wilksa Partial Lambda	Poziom p p-level	Tolerancja Tolerance	(R ²)
CaCO ₃	0,0357	0,3139	0,3139	0,0452	0,9548
C _{org.} – TOC	0,0149	0,7530	0,7530	0,1308	0,8692
N _{org.} – N _{tot.}	0,0729	0,1536	0,1536	0,0310	0,9690
Gęstość obj. So Bulk density	0,0129	0,8699	0,8699	0,0143	0,9857
Porowatość Porosity	0,0125	0,8956	0,8956	0,0166	0,9834

TABELA 5. Podsumowanie analizy funkcji dyskryminacyjnej na podstawie danych składu próchnicy glebowej
TABLE 5. Recapitulation of analysis of discrimination functions on the basis of soil humus composition data

n = 9	Lambda Wilksa Wilks' Lambda	Cząstk. Wilksa Partial Lambda	Poziom p p-level	Tolerancja Tolerance	(R ²)
C _{T1}	0,0024	0,5467	0,4042	0,0391	0,9609
C _{T3}	0,0938	0,01394	0,0016	0,1094	0,8906
C _{T4}	0,0120	0,1088	0,0359	0,0116	0,9884
C _{KH} , C _{HA}	0,0106	0,1233	0,0433	0,0046	0,9954

obowiązującą systematyką [Systematyka gleb Polski 1989] zaliczane są dotychczas do podtypu gytiowo-murszowych, pozwolą uszczegółowić ich podział wynikający z ich specyficznych właściwości determinowanych występowaniem kredy jeziornej. Według klasyfikacji WRB [2006] badane gleby (WM), spełniające kryterium gleb organicznych, można zaliczyć do Sapric Limnic Histosols (Hypercalcaric), a spełniające kryterium gleb organiczno-mineralnych (WMR) i CZM należące do gleb mineralnych – do Gleyic Rendzic Leptosols.

Dane zamieszczone w tabeli 5 pokazują, że parametrem najlepiej dyskryminującym badane próbki jest parametr C_{T3} , na podstawie którego można dokonać podziału badanych gleb na 3 grupy przy poziomie istotności $p=0,001$.

WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonych badań proponuje się wprowadzić do następnej wersji Systematyki gleb Polski, w glebach pobagiennych, dwóch nowych jednostek: gleby węglanowo-murszowe na kredzie jeziornej oraz gleby węglanowo-murszowate na kredzie jeziornej.
2. W glebach bogatszych w węglany (55–77% $CaCO_3$) relatywnie większa część węgla (76,5% C_{org}) występuje w trwałych połączeniach z częścią mineralną niż w glebach uboższych w węglan wapnia (30–53% $CaCO_3$), w których ta frakcja węgla stanowi ok. 65% C_{org} .
3. Parametry związane z jakością próchnicy glebowej – C_{T3} , C_{T4} , i C_{KH} – w sposób statystycznie istotny dzielą (dyskryminują) badane gleby na 3 podtypy. Przy tym najlepszym dyskryminatorem tego podziału jest zawartość węgla frakcji C_{T3} obejmującej związki najtrudniej ulegające utlenieniu za pomocą $KMnO_4$ ($p=0,001$).

LITERATURA

- BEJGER R., WIATROWSKA E., GOŁĘBIEWSKA D. 2004: Wpływ sposobu suszenia i procesu debituminiacji na wydajność ekstrakcji i skład frakcyjny kwasów huminowych z torfu niskiego. W: Metody badań substancji humusowych ekosystemów wodnych i lądowych. Wyd. AR Szczecin: 131–134.
- BOROWIEC S., WYBIERSKA A. 1969: Zróżnicowanie składu próchnicy w zależności od typu gleb i ich użytkowania. *Rocz. Glebozn.* 20/1: 67–78.
- GONET S.S. 1990: Ekstrakcja z gleb i oczyszczanie kwasów humusowych metodami Schnitzera. W: Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. *Pr. Kom. Nauk PTG - Komisja Chemii Gleb II/15*: 33–34.
- GONET S.S. 1999: Oznaczanie frakcji próchnicy podatnych na utlenianie roztworami $KMnO_4$ w środowisku obojętnym. W: Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. *Pr. Kom. Nauk PTG - Komisja Chemii Gleb II/16*: 37–38.
- ILNICKI P. 2002: Torfowiska i torf. Wyd. AR Poznań: 606 ss.
- JASNOWSKI M. 1972: Rośliny naczyniowe torfowisk Pomorza Szczecińskiego. Uzupełnienie II. *Fragm. Florist. Geobot.* 18(3/4): 239–254.
- ŁOGINOW W., WIŚNIEWSKI W. 1976: Studies on humus fractioning based on its susceptibility to oxidizing reagents. *Pol. Ecol. Stud.* 2(1): 43–51.
- MATYKA-SARZYŃSKA D. 2002: Wpływ wybranych czynników fizycznych i chemicznych na uruchamianie związków organicznych z utworów murszowych. praca doktorska- maszynopis: 96 ss.
- MATYKA-SARZYŃSKA D., SOKOŁOWSKA Z. 2005: Właściwości fizykochemiczne utworów murszowych o różnym stopniu wtórnego przeobrażenia. *Acta Agrophys. Rozpr., Monografie.* 6: 1–68.

- MELLER E. 2006: Płytkie gleby organogeniczno-węglanowe na kredzie jeziornej i ich przeobrażenia w wyniku uprawy. *Seria - rozprawy nr 233* Wyd. AR Szczecin: 115 ss.
- OKRUSZKO H., KOZAKIEWICZ A. 1973: Humifikacja i mineralizacja jako elementy składowe procesu murszenia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **146**: 63–76.
- OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKA Z. 1991: Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa: 185 ss.
- ORLOV D.S., GRIŠINA L.A., JEROŠIČEVA N.L. 1969: Praktikum po biochemii gumusa. Izd. Moskovskogo Universiteta, Moskva: 17–25.
- PLICHTA W. 1999: Oznaczanie węgla w próbkach gleb organicznych zmodyfikowaną metodą Alena. W: Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. *Pr. Kom. Nauk PTG - Komisja Chemii Gleb II/16*: 9 ss.
- SCHNITZER M., KHAN S. 1978: Soil organic matter. Elsevier, New York: 319 ss.
- SŁAWIŃSKI C., SOKOŁOWSKA Z., WALCZAK R. 2000: Effects of secondary transformation of peat-moorsh soils on their physical properties. *Acta Agrophysica* **26**: 85–94.
- Systematyka gleb Polski 1989: wyd. IV. *Rocz. Glebozn.* **40**, 3–4: 1–150.
- TURSKI R. 1988: Charakterystyka związków próchnicznych w glebach Polski. *Rocz. Nauk Rol. seria D - Monografie* 212, PWN, Warszawa: 1–65.
- WOŁEJKO L. 1982: Udział i rola torfowisk i gytiowisk w kształtowaniu środowiska przyrodniczo-gospodarczego na obszarze zlewni rzeki Płoni. *Zesz. Nauk. AR Szczecin., Ser. Rol.* **95**(29): 125–135.
- WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES 2006: First update 2007. *World Soil Resources Reports* 103.

Edward Meller

Katedra Gleboznawstwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin,

E-mail: kgleb@agro.ar.szczecin.pl