BEATA ŁABAZ, ADAM BOGACZ, BARTŁOMIEJ GLINA

Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

ZWIĄZKI PRÓCHNICZNE CZARNYCH ZIEM LEŚNYCH
W PARKU KRAJOBRAZOWYM „DOLINA BARYCZY”*HUMUS SUBSTANCES OF FOREST PHAEZEMS AND GLEYSOLS
IN *DOLINA BARYCZY* LANDSCAPE PARK

Abstract: This work describes the fractional composition of acid-formed humus based on physical-chemical and chemical properties in the Mollic Phaeozems Arenic and Mollic Gleysols Arenic. In terms of texture, sand and sandy loam with decalcification features dominate. Reactions of the researched soils are in a range from strong acid to alkaline. The organic O horizon and humic A horizon are very rich in total C. In absorbing complex alkaline character, cations dominate, mainly calcium and magnesium. The saturation degree of the sorption complex (BS) is very high in all profiles. As regards to the fractional composition, a small part represents fraction Ia. Within humus matter, fraction I dominates and within its humic acid. The $C_{HA}-Ca$ (humic acids bounded with Ca) part is very high, both in the organic O horizon and humic A horizon. In turn the part non-hydrolyzed C total is minor in the organic O horizon, as compared with humic A horizon. The high part humic acids bounded with Ca ($C_{HA}-Ca$), in the investigated soils stabilized the soil organic matter, despite the light texture.

Słowa kluczowe: kwasy huminowe i fulwowe, właściwości fizykochemiczne, właściwości chemiczne, skład frakcyjny związków próchnicznych

Key words: humic and fulvic acids, physico-chemical properties, chemical properties, fractional composition of humus

WSTĘP

Ilość i jakość zmagazynowanej w glebie materii organicznej jest wypadkową równocześnie zachodzących procesów jej mineralizacji i humifikacji. Na tempo tych przemian duży wpływ mają warunki powietrzno-wodne gleby kształtowane głównie przez jej skład granulometryczny. Jest on jednym z podstawowych elementów kształtujących nie tylko właściwości fizyczne czarnych ziem, ale również silnie determinujący ich właściwości chemiczne i biologiczne [Tabaczyński 1999].

Prezentowane badania prowadzone były w profilach czarnych ziem leśnych, występujących na terenie Parku Krajobrazowego „Dolina Baryczy”. Pierwotnie obszar ten zdominowany był przez rozległe bagna oraz tereny torfowiskowe. Rozbudowa obwałowań rzeki Baryczy na początku XIX wieku przyczyniła się do znacznego osuszenia terenu. W wielu miejscach utracił on cechy bagien i został przekształ-

cony w łąki oraz grunty orne i leśne [Ranoszek, Ranoszek 2004].

Celem przedstawionej pracy jest charakterystyka ilościowa i jakościowa substancji humusowych czarnych ziem leśnych występujących na terenie Parku Krajobrazowego „Dolina Baryczy”, na tle właściwości fizykochemicznych.

MATERIAŁY I METODY

Na obszarze wydzielonych czarnych ziem, wyznaczono do badań 5 profilów glebowych. Po opisanu ich morfologii, z poziomów genetycznych pobrano próbki glebowe, w których wykonano następujące oznaczenia: skład granulometryczny metodą areometryczną, C ogółem metodą oksydometryczną Tiurina, pH w 1 mol KCl metodą potencjometryczną, zawartość $CaCO_3$ metodą Scheiblera, kwasowość hydrolityczną metodą Kappena, zawartość N ogółem metodą Kjeldahla, wymienne kationy zasadowe (Ca, Mg, K, Na) metodą Pullmana.

Skład frakcyjny związków próchnicznych oznaczono zmodyfikowaną metodą Tiurina [Dziadowiec,

*Praca wykonana została w ramach Projektu Badawczego nr N N310 090336.

Gonet 1999], wydzielając następujące grupy substancji humusowych:

- frakcja Ia (fulwowa) obejmująca niskocząsteczkowe, silnie ruchliwe połączenia organiczne, przechodzące do roztworu podczas traktowania gleby $0,1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$;
- frakcja I obejmująca połączenia wolne, związane z wapniem i niekrzemianowymi formami R_2O_3 , wydzielone drogą wielokrotnego traktowania gleby $0,1 \text{ mol NaOH} \cdot \text{dm}^{-3}$;
- frakcja II obejmująca związki próchniczne mocniej związane z trwałymi krzemianowymi formami R_2O_3 , wydzielone podczas przemiennego traktowania gleby $0,1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ i $0,1 \text{ mol NaOH} \cdot \text{dm}^{-3}$;
- frakcja III obejmująca związki związane z niekrzemianowymi formami R_2O_3 , próchniczne wydzielone podczas bezpośredniego traktowania gleby $0,1 \text{ mol NaOH} \cdot \text{dm}^{-3}$;

- kwasy huminowe związane z wapniem (Ckh-Ca) wyliczone z różnicy zawartości Ckh frakcji I i Ckh Frakcji III.

WYNIKI I DYSKUSJA

Analizowane gleby, oznaczono na mapach glebowo-siedliskowych nadleśnictwa Żmigród w skali 1:5000, jako czarne ziemie murszaste. Są glebami niecałkowitymi, wytworzonymi głównie z utworów o uziarnieniu piasków i gliny piaszczystej, z wyraźnymi cechami oglejenia (tab. 1). Zgodnie ze sporządzonym operatem glebowo-siedliskowym (Operat glebowo-siedliskowy 1995] dla tego terenu na analizowanych obszarach występuje las silnie wilgotny (profil nr 1, 3, 5), las umiarkowanie wilgotny (profil nr 4) oraz las świeży (profil nr 2), w którym dominującym drzewostanem jest dąb, grab, czeremcha zwyczajna, rzadziej klon jawor, olsza i brzoza. We-

TABELA 1. Skład granulometryczny gleb

TABLE 1. Texture of soils

Nr profilu Profile No.	Poziom genetyczny Soil horizon	Głębokość pobrania Depth of sampling [cm]	Części szkieletowe Skeletal parts	Suma frakcji Sum of fraction			Grupy granulometryczne wg Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego [2009] Texture classes Polish Soil Society [2009]	
				% zawartość frakcji o Ø w mm % content of fraction Ø in mm				
				> 2,0	2,0–0,05	0,05–0,002		
Czarna ziemia murszasta – Mollic Gleysols Arenic								
1	A1	0–8	1	88	8	4	piasek słabo gliniasty	sand
	A2	8–25	3	85	9	6	piasek gliniasty	loamy sand
	ACg	25–40	0	80	8	12	glina piaszczysta	sandy loam
	Cg	40–52	0	96	2	2	piasek luźny	sand
	II Cgl	52–64	0	48	17	35	glina piaszczysto-ilasta	sandy clay loam
	I C2	>64	1	98	0	2	piasek luźny	sand
2	A	0–20	2	83	16	1	piasek gliniasty	loamy sand
	A/C	20–26	3	54	25	21	glina piaszczysto-ilasta	sandy clay loam
	II Cg	26–40	0	45	29	26	glina zwykła	loam
	III Cg1	40–56	1	54	26	20	glina lekka	sandy loam
	III Cg2	>56	2	97	1	2	piasek luźny	sand
3	A1	0–17	3	86	13	1	piasek słabo gliniasty	sand
	A2	17–25	1	65	18	17	glina piaszczysta	sandy loam
	II Cgg1	25–65	2	92	3	5	piasek słabo gliniasty	sand
	II Cgg2	65–100	1	88	5	7	piasek gliniasty	loamy sand
	III C	>100	0	43	33	24	glina zwykła	loam
Czarna ziemia murszasta – Mollic Phaeozems Arenic								
4	A	0–20	1	74	24	2	piasek gliniasty	loamy sand
	A/C	20–30	0	60	19	21	glina piaszczysto-ilasta	sandy clay loam
	II Cgl	30–41	0	33	37	30	glina ilasta	clay loam
	II Cg2ca	41–56	1	42	29	30	glina ilasta	clay loam
	III C	56–67	2	95	5	0	piasek luźny	sand
	IV C	67–74	1	97	3	0	piasek luźny	sand
	V C	>74	2	99	1	0	piasek luźny	sand
5	A1	0–28	1	91	9	0	piasek luźny	sand
	A2	28–42	0	91	8	1	piasek luźny	sand
	Cgg	>42	2	96	3	1	piasek luźny	sand

dług klasyfikacji zasobów glebowych świata [WRB 2006] badane gleby można zaliczyć do jednostek Mollic Phaeozems Arenic oraz Mollic Gleysols Arenic.

W budowie profilowej analizowanych czarnych ziem, wyraźnie zaznaczało się występowanie dobrze wykształconego poziomu próchnicznego o miąższości 25–42 cm (A+AC). W profilach nr 1, 4 i 5 poziom próchniczny został dodatkowo podzielony na powierzchniową warstwę A1 oraz warstwę głębiej załęgającą A2, różniącą się najczęściej barwą i strukturą. Wartości pH mieściły się w przedziale od 4,5 do 6,3 w poziomach ściółki nadkładowej oraz w przedziale od 4,1 do 8,3 w poziomach mineralnych (tab. 2). Oznaczone wartości pH wskazywały na kwaśny odczyn ściółek nadkładowych oraz na odczyn silnie kwaśny w kierunku do zasadowego w poziomach mineralnych. Zarówno poziomy ściółki nadkładowej, jak i poziomy mineralne były również wyraźnie zróżnicowane pod względem zawartości Corg (tab. 2). W poziomach ektopróchnicy mieściły się one w przedziale 181,8–328,8 g·kg⁻¹, natomiast w poziomach mineralnych w zakresie 0,3–69,4 g·kg⁻¹. Podobne zróżnicowanie zawartości występowało w przypadku Nog (0,6–19,0 g·kg⁻¹). Wartość stosunku C/N kształtowała się w granicach od 9,6 do 27,9 w poziomach ściółek i od 5,1 do 14,3 w poziomach mineralnych (tab. 2). Badane czarne ziemie pod względem przedstawionych parametrów, są bardzo podobne do czarnych ziem Równiny Tarnobrzelskiej badanych przez Klimowicza [1980], czarnych ziem Puszczy Kampińskiej prezentowanych przez Konecką-Betley i innych [1996, 1999] oraz czarnych ziem analizowanych przez Bartmińskiego i Klimowicza [2008].

Kompleks sorpcyjny analizowanych czarnych ziem murszastych w dużym stopniu wysycony był kationami zasadowymi, wśród których dominował wapń, na drugim miejscu znajdował się magnez (tab. 3). Udział kationów potasu i sodu często kształtował się w granicach wartości śladowych. Zarówno zawartość, jak i rozmieszczenie kationów wymiennych o charakterze zasadowym w poszczególnych profilach analizowanych gleb były silnie zróżnicowane i ściśle związane z zawartością Corg, czego potwierdzeniem są wyliczone istotne współczynniki korelacji ($\alpha = 0,05$, $n = 31$) (tab. 4). Relacje pomiędzy ilością i jakością glebowej materii organicznej a zasobnością kompleksu sorpcyjnego w kationy o charakterze zasadowym wynikają z tego, że substancja organiczna gleb stanowi istotną część kompleksu sorpcyjnego, będąc jednocześnie ważnym źródłem składników pokarmowych [Schnitzer, Khan 1972].

Kwasowość hydrolityczna mieściła się w przedziale od 0,6 do 1,3 cmol(+)·kg⁻¹ w poziomach ściółki nadkładowej oraz w granicach od 0,2 do 4,8 cmol(+)·kg⁻¹ w

TABELA 2. Właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb
TABLE 2. Physico-chemical and chemical properties of soils

Nr profilu Profile No.	Poziom gene- tyczny Soil horizon	Głębokość Depth [cm]	pH		CaCO ₃ [g·kg ⁻¹ gleby, of soil]	Corg TOC	Nog Nt	C/N
			H ₂ O	KCl				
Czarna ziemia murszasta – Mollic Gleysols Arenic								
1	O	3–0	5,1	4,5	0	328,8	11,8	27,9
	A1	0–8	5,6	4,7	0	37,7	3,1	12,2
	A2	8–25	5,2	4,1	0	27,1	2,3	11,7
	ACg	25–40	5,7	4,5	0	6,7	0,6	12,0
	Cg	40–52	6,7	5,3	0	2,7	n.o.	n.o.
	II Cg	52–64	7,0	5,2	0	4,4	n.o.	n.o.
	II C2	>64	6,7	5,6	0	2,6	n.o.	n.o.
2	O	3–0	6,5	6,3	0	268,2	17,9	15,0
	A	0–20	6,9	6,4	0	55,4	6,2	9,0
	A/C	20–26	7,4	6,3	0	13,9	1,6	8,7
	II Cg	26–40	7,7	6,6	0	5,1	n.o.	n.o.
	III Cg1	40–56	8,0	7,2	0	1,8	n.o.	n.o.
	III Cg2	>56	7,9	6,9	0	0,3	n.o.	n.o.
	3	O	2–0	6,8	6,2	0	320,0	18,1
A1		0–17	6,7	6,2	0	69,41	6,3	11,1
A2		17–25	7,2	6,2	0	8,9	3,7	5,1
II Cgg1		25–65	7,5	6,6	0	2,9	n.o.	n.o.
II Cgg2		65–10	7,7	6,9	0	5,2	n.o.	n.o.
III C		0>100	6,1	5,6	0	22,7	n.o.	n.o.
Czarna ziemia murszasta – Mollic Phaeozems Arenic								
4	O	2–0	5,7	5,2	0	201,8	11,5	17,5
	A	0–20	6,3	5,4	0	44,7	4,2	10,6
	A/C	20–30	6,8	5,6	0	15,7	1,1	14,3
	II Cg1	30–41	7,0	5,7	0	7,7	n.o.	n.o.
	II Cg2ca	41–56	8,3	7,4	3,7	6,1	n.o.	n.o.
	III C	56–67	8,5	7,5	0	3,1	n.o.	n.o.
	IV C	67–74	8,0	6,9	0	0,5	n.o.	n.o.
	V C	>74	8,3	7,3	0	0,5	n.o.	n.o.
5	O	2–0	6,0	5,6	0	181,8	19,0	9,6
	A1	0–28	5,7	5,2	0	43,4	4,8	9,1
	A2	28–42	8,0	7,4	0	20,7	2,8	7,4
	Cgg	>42	8,6	8,3	0	1,9	n.o.	n.o.

Objaśnienia – Explanation: n.o. – nie oznaczono; not determined.

poziomach mineralnych. Suma kationów wymiennych zasadowych (S) w poziomach próchnicznych wahała się w przedziale od 38,5 do 68,8 cmol(+)-kg⁻¹, a w poziomach mineralnych wartości tego parametru były silnie zróżnicowane zarówno w układzie profilowym, jak i pomiędzy badanymi profilami i kształtowały się w bardzo szerokich granicach wartości (1,8–51,6 cmol(+)-kg⁻¹). Stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym (T) mieścił się w zakresie od 39,4 do 69,4 cmol(+)-kg⁻¹ w poziomach próchnicznych oraz w przedziale od 3,2 do 51,8 cmol(+)-kg⁻¹ w poziomach mineralnych. Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym (V), w związku z notowanymi wysokimi wartościami sumy kationów zasadowych i relatywnie niskimi kwasowości hydrolitycznej, był

TABELA 3. Właściwości sorpcyjne badanych gleb
TABLE 3. Sorptive properties of examined soils

Nr profilu Profile No.	Poziom gene- tyczny Soil horizon	Głębokość Depth [cm]	Ca ²⁺ [cmol(+)kg ⁻¹]	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Hh ¹	S ²	T ³	V ⁴ [%]
Czarna ziemia murszasta – Mollic Gleysols Arenic										
1	O	3–0	48,0	5,2	6,4	1,2	1,3	60,8	62,1	97,9
	A1	0–8	8,8	1,6	0,2	0,4	2,9	11,0	13,9	78,9
	A2	8–25	13,6	2,5	0,2	0,9	2,7	17,2	20,0	86,3
	ACg	25–40	7,2	0,9	0,1	0,3	1,7	8,5	10,2	83,4
	Cg	40–52	2,3	0,4	0,1	0,3	1,4	3,0	4,4	68,2
	II Cg	52–64	1,8	0,3	0,0	0,1	2,2	2,2	4,4	49,8
	II C2	>64	18,4	1,4	0,2	0,6	1,6	20,6	22,2	92,6
2	O	3–0	54,4	7,1	5,9	1,4	0,6	68,8	69,4	99,2
	A	0–20	24,8	3,1	0,6	0,9	1,6	29,3	30,9	94,9
	A/C	20–26	1,8	0,4	0,1	0,2	1,1	2,4	3,5	69,4
	II Cg	26–40	24,0	4,2	0,2	1,2	1,0	29,5	30,6	96,7
	III Cg1	40–56	8,0	2,0	0,1	0,5	0,7	10,6	11,3	93,7
	III Cg2	>56	17,6	3,0	0,2	0,6	0,5	21,3	21,8	97,9
3	O	2–0	48,0	4,7	4,4	1,3	0,7	58,3	59,0	98,9
	A1	0–17	24,8	2,8	0,3	0,8	2,7	28,7	31,4	91,4
	A2	17–25	19,2	2,3	0,2	0,6	1,9	22,2	24,1	92,3
	II Cgg1	25–65	3,2	0,7	0,1	0,2	0,4	4,2	4,6	90,6
	II Cgg2	65–10	3,8	0,7	0,1	0,3	0,6	4,9	5,4	89,7
	III C	0>100	21,6	1,9	0,2	0,9	1,8	24,6	26,4	93,1
Czarna ziemia murszasta – Mollic Phaeozems Arenic										
4	O	2–0	38,4	7,7	3,8	0,7	0,8	50,6	51,3	98,5
	A	0–20	20,0	2,7	0,2	0,6	3,2	23,5	26,7	88,2
	A/C	20–30	16,0	1,7	0,2	0,6	1,4	18,4	19,7	93,2
	II Cg1	30–41	21,6	1,8	0,2	0,6	2,6	24,2	26,8	90,3
	II Cg2ca	41–56	48,8	1,5	0,2	1,1	0,2	51,6	51,8	99,5
	III C	56–67	2,3	0,4	0,0	0,2	0,9	2,9	3,8	75,2
	IV C	67–74	2,8	0,4	0,1	0,2	0,8	3,4	4,2	81,7
	V C	>74	1,3	0,3	0,0	0,2	1,5	1,8	3,2	54,3
5	O	2–0	25,6	8,4	3,3	1,2	0,9	38,5	39,4	97,6
	A1	0–28	19,2	1,4	0,5	0,7	4,8	21,8	26,6	81,9
	A2	28–42	19,2	0,8	3,3	0,8	0,5	24,1	24,7	97,8
	Cgg	>42	2,5	0,4	0,4	0,4	0,2	3,7	3,9	96,0

Objaśnienia – Explanations: ¹ kwasowość hydrolityczna, hydrolytic acidity; ² Suma kationów o charakterze zasadowym, base cation capacity; ³ pojemność sorpcyjna, sorption capacity; ⁴ wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym, base cation saturation.

wysoki i kształtował się w zakresie od 97,6 do 99,2% w poziomach ściółki nadkładowej oraz w granicach od 49,8 do 99,5% w poziomach mineralnych.

Właściwości próchnicy zależą od przebiegu procesu glebotwórczego i stanowią cechę charakterystyczną gleb różnych typów. Kwasy humusowe, jako główny składnik próchnicy, decydują o jej właściwościach, a w konsekwencji o roli próchnicy w środowisku przyrodniczym [Dziadowiec 1992].

Udział poszczególnych frakcji związków próchnicznych analizowany był w poziomach próchnicy nadkładowej O oraz w mineralnych poziomach próchnicznych A. Analizując skład frakcyjny związków próchnicznych można zauważyć, że niewielki udział

TABELA 4. Współczynniki korelacji pomiędzy wybranymi właściwościami gleby
TABLE 4. Coefficients of correlations between selected properties of soils

Zmienna Variable	Corg TOC	Frakcja Particle <0,02 mm	pH w KCl
T/CEC	0,46*	0,25	–0,08
V/BS	0,17	–0,03	0,23
S/TEB	0,41*	0,26	–0,01
Hh ¹	0,65*	–0,07	–0,72*

*Statystycznie istotne z $p < 0,05$, $n=31$ – statistically significant at $p < 0,05$, $n=31$,

¹ kwasowość hydrolityczna – hydrolytic acidity.

stanowiła frakcja Ia, reprezentująca niskocząsteczkowe połączenia organiczne, łatwo przemieszczające się w profilu glebowym (tab. 5). Udział węgla frakcji Ia w poziomach organicznych mieścił się w przedziale od 1,7 do 3,4% Corg, natomiast w poziomach próchnicznych w granicach od 1,9 do 5,9% Corg i był zbliżony do udziału tej frakcji w czarnych ziemiach leśnych prezentowanych przez Musierowicza i Skorupską [1966]. We wszystkich analizowanych profilach udział frakcji Ia wykazywał wyraźną tendencję wzrostu wraz z głębokością profilu, co dowodzi jej dużej mobilności. Największą ilość stanowiła frakcja I (29,2–46,0% Corg w poziomach O oraz 34,1–61,2% Corg w poziomach A). We frakcji I udział węgla kwasów huminowych wyraźnie dominował nad węglem kwasów fulwowych, szczególnie w poziomach mineralnych. Wartość stosunku Ckh/Ckf w poziomach ściółki nadkładowej kształtowała się w przedziale od 1,0 do 1,8, natomiast w poziomach mineralnych była zdecydowanie wyższa, w granicach od 1,2 do 4,2. Niższe wartości tego stosunku w poziomach organicznych są związane z dopływem do nich świeżej substancji organicznej, co prowadzi do powstania znacznej ilości połączeń organicznych o prostej budowie cząsteczkowej [Drozd 1973; Ciarkowska, Niemyska-Lukaszuk 1998]. W poziomach próchnicznych najwyższe wartości stosunku Ckh/Ckf w występowały w próbkach charakteryzujących się najniższym udziałem frakcji Ia. Zależność ta została stwierdzona już we wcześniejszych badaniach, prowadzonych przez Janowiak i innych [1999] oraz Mazurka i Niemyską-

dowej kształtowała się w przedziale od 1,0 do 1,8, natomiast w poziomach mineralnych była zdecydowanie wyższa, w granicach od 1,2 do 4,2. Niższe wartości tego stosunku w poziomach organicznych są związane z dopływem do nich świeżej substancji organicznej, co prowadzi do powstania znacznej ilości połączeń organicznych o prostej budowie cząsteczkowej [Drozd 1973; Ciarkowska, Niemyska-Lukaszuk 1998]. W poziomach próchnicznych najwyższe wartości stosunku Ckh/Ckf w występowały w próbkach charakteryzujących się najniższym udziałem frakcji Ia. Zależność ta została stwierdzona już we wcześniejszych badaniach, prowadzonych przez Janowiak i innych [1999] oraz Mazurka i Niemyską-

TABELA 5. Skład frakcyjny związków próchnicznych (w % Corg)
TABLE 5. Fractional composition of humus TOC (in % of TOC)

Nr profilu Profile No.	Poziom glebowy Soil horizon	Corg	Frakcja Ia		Frakcja I – Fraction I		Frakcja II – Fraction II		Frakcja III – Fraction III		C-niehydrol. C-non extracted		Ckh z Ca			
			Fraction Ia		C-wydz. C-extracted		Ckh	Ckf	Ckh/Ckf	C-wydz. C-extracted	Ckh	Ckf	Ckh/Ckf	CHaCa % Ckh % CHA		
			C-wydz. C-extracted	CHA	CFA	CFA	Ckh	Ckf	CHA:CFA	CHA:CFA	CHA	CFA	CHA:CFA			
g·kg ⁻¹ [%]																
Czarna ziemia murszasta – Mollic Gleysols Arenic																
1	O	328,8	2,4	29,2	14,8	14,5	1,0	n.o.	n.o.	n.o.	6,3	10,3	0,6	68,4	57,4	
	A1	37,7	2,9	42,9	34,5	8,4	4,1	12,6	7,2	5,3	1,4	12,8	11,4	1,1	41,7	62,9
	A2	27,1	4,2	48,4	37,6	10,9	3,5	10,2	8,1	2,1	3,8	18,5	12,7	1,5	37,2	50,6
	ACg	6,7	5,9	47,9	35,6	12,3	2,9	17,4	13,3	4,0	3,3	5,5	6,7	0,8	23,1	84,5
2	O	268,2	2,8	38,6	21,8	16,8	1,3	n.o.	n.o.	n.o.	7,6	11,2	0,7	58,6	65,3	
	A	55,4	2,8	56,5	42,2	14,3	3,0	19,7	13,4	6,3	2,1	9,0	7,5	1,2	21,0	78,6
	A/C	13,9	5,5	56,3	31,1	25,2	1,2	13,8	6,8	7,0	1,0	6,7	8,1	0,8	24,4	78,5
3	O	320,0	1,7	33,5	21,4	12,2	1,8	n.o.	n.o.	n.o.	6,5	8,8	0,7	64,8	69,5	
	A1	69,4	1,9	43,2	33,4	9,8	3,4	9,3	6,3	3,0	2,1	8,7	7,1	1,2	45,5	73,9
	A2	18,9	4,5	45,4	32,1	13,3	2,4	16,8	8,2	8,5	1,0	5,6	5,6	1,0	33,3	82,7
Czarna ziemia murszasta – Mollic Phaeozems Arenic																
4	O	201,79	2,2	35,6	20,6	15,0	1,4	n.o.	n.o.	n.o.	6,5	9,8	0,7	62,2	68,2	
	A1	44,7	2,2	54,2	43,7	10,5	4,2	13,1	8,5	4,6	1,9	10,9	8,1	1,4	30,5	75,1
	A/C	15,7	3,2	34,1	22,2	11,9	1,9	13,7	7,5	6,2	1,2	1,5	3,8	0,4	49,0	93,1
5	O	181,8	3,4	46,0	28,7	17,3	1,7	n.o.	n.o.	n.o.	8,6	12,7	0,7	50,6	70,1	
	A1	43,4	3,2	61,2	49,5	11,8	4,2	9,1	7,1	2,0	3,6	13,2	13,0	1,0	26,5	73,4
	A2	20,7	5,5	60,9	45,3	15,6	2,9	13,5	10,3	3,2	3,2	7,8	10,1	0,8	20,1	82,8

Objaśnienia – Explanation: n.o. – nie oznaczono; not determined.

Łukaszuk [2003]. Ogólnie wysokie wartości stosunku Ckh/Ckf w badanych glebach są typowe dla czarnych ziem i wynikają z intensywnie zachodzącego procesu humifikacji glebowej materii organicznej oraz odporności próchnicy na procesy utleniania [Mazurek, Niemyska-Łukaszuk 2003]. Ponadto, jak podaje Dziadowiec [1997] wysoka wartość stosunku kwasów huminowych do fulwowych w glebach leśnych jest dowodem szybkiego tempa mineralizacji materii organicznej, pochodzącej głównie z opadu liści i gałązek drzew liściastych. Udział węgla kwasów huminowych związanych z Ca (Ckh-Ca) był wysoki i mieścił się w przedziale od 57,4–70,1% Ckh w poziomach O oraz 50,6–93,1% Ckh w poziomach A. Uzyskane wartości omawianej frakcji wskazują na wyraźną przewagę kwasów huminowych, związanych z wapniem (tzw. kwasy huminowe szare) nad kwasami huminowymi luźno związanymi z ruchliwymi połączeniami żelaza i glinu (tzw. kwasy huminowe brunatne). W badanych glebach zaobserwować można również wzrost udziału frakcji Ckh-Ca wraz z głębokością profilu. Zależność tę prezentowali Musierowicz i Skorupska [1966], dowodząc, że wzrost udziału frakcji Ckh-Ca w głębszych poziomach genetycznych gleb leśnych może być spowodowany warunkami, jakie stwarza las, powodując przemieszczenie w głąb kwasów huminowych związanych z wapniem, względnie ich częściowe przejście w związki kwasów huminowych związanych z wodorotlenkami żelaza i glinu.

Udział frakcji II mieścił się w przedziale od 9,1 do 19,7% Corg, natomiast wartość stosunku Ckh/Ckf tej frakcji w granicach 1,0–3,8. Uzyskane wyniki zawartości frakcji II są bardzo zbliżone do danych prezentowanych przez Borowca i Wybieralską [1969] oraz Klimowicza [1980]. W badanych czarnych ziemiach, podobnie jak w czarnych ziemiach badanych przez Klimowicza [1980] oraz czarnych ziemiach leśnych analizowanych

przez Musierowicza i Skorupską [1966], obserwowany był wzrost udziału węgla frakcji II w głębszych poziomach genetycznych.

Udział węgla niehydrolizującego w poziomach ściółki nadkładowej kształtował się w granicach od 50,6 do 68,4% Corg, natomiast w poziomach mineralnych był wyraźnie niższy, w przedziale od 20,1 do 49,0% Corg i zbliżony do danych prezentowanych przez Musierowicza i Skorupską [1966], Borowca i Wybieralską [1969], Klimowicza [1980], Turskiego [1988] oraz Mazurka i Niemyską-Lukaszuk [2003].

WNIOSKI

1. Na obszarze Parku Krajobrazowego „Doliny Baryczy” występują czarne ziemie, użytkowane obecnie jako grunty leśne, charakteryzujące się bardzo lekkim i lekkim składem granulometrycznym z wyraźnymi cechami oglejenia.
2. Wszystkie analizowane profile badanych czarnych ziem charakteryzowały się wysokim stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym oraz dominującym udziałem kationów wapnia w pojemności sorpcyjnej. Zarówno zawartość, jak i rozmieszczenie kationów zasadowych w badanych profilach był silnie związany z zawartością Corg, czego potwierdzeniem były wyliczone współczynniki korelacji.
3. W składzie frakcyjnym związków próchnicznych największy udział stanowiła frakcja I, w której kwasy huminowe wyraźnie dominowały nad kwasami fulwowymi – stosunek C_{kh}/C_{kf} przyjmował wartości powyżej jedności.
4. Wysoki udział kwasów huminowych związanych z wapniem jak również silne uwilgotnienie badanych gleb decyduje o odporności próchnicy w badanych glebach na procesy utleniania, a tym samym sprzyja stabilizacji materii organicznej mimo ich lekkiego składu granulometrycznego.

LITERATURA

- BARTMIŃSKI P., KLIMOWICZ Z. 2008. Właściwości sorpcyjne czarnych ziem Kotliny Sandomierskiej wytworzonych z różnych skał macierzystych. *Rocz. Glebozn.* **59**, 3: 7–16.
- BOROWIEC S., WYBIERALSKA A. 1969. Zróżnicowanie składu próchnicy w zależności od typu gleb i ich użytkowania. *Rocz. Glebozn.* **20**, 1: 67–79.
- CIARKOWSKA K., NIEMYSKA-LUKASZUK J. 1998. Wpływ sposobu użytkowania na zawartość i jakość połączeń próchnicznych rędzin gipsowych Niecki Nidziańskiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **460**: 113–120.
- DROZD J. 1973. Związki próchniczne niektórych gleb na tle ich fizykochemicznych właściwości. *Rocz. Glebozn.* **24**, 1: 3–55.
- DZIADOWIEC H. 1992. Ekologiczna rola próchnicy glebowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **411**: 268–282.
- DZIADOWIEC H. 1997. Badania nad rozkładem gałązek grabu, dębu i sosny w rezerwacie Las Piwnicki k.Torunia. *Humic Subst. Environ.* **1**(97): 93–98.
- DZIADOWIEC H., GONET S. 1999. Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. Prace Komisji Naukowych PTG 120, 66 ss.
- JANOWIAK J., SPYCHAJ-FABISIAK E., MURAWSKA B. 1999. Relationship between soil properties and the labile humus fraction content. *Humic Subst. Environ.* **3** (99): 43–46.
- KLIMOWICZ Z. 1980. Czarne ziemie Równiny Tarnobrzkiej na tle zmian stosunków wodnych tego obszaru. *Rocz. Glebozn.* **31**, 1: 163–207.
- KONECKA-BETLEY K., CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA D., JANOWSKA E. 1996. Czarne ziemie w staroaluwialnym krajobrazie Puszczy Kampinoskiej. *Rocz. Glebozn.* **47**, 3: 145–158.
- KONECKA-BETLEY K., CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA D., JANOWSKA E. 1999. Przemiany pokrywy glebowej w Kampinoskim Parku Narodowym. *Rocz. Glebozn.* **50**, 4: 5–29.
- MAZUREK R., NIEMYSKA-LUKASZUK J. 2003. Zawartość i skład frakcyjny próchnicy różnie użytkowanych czarnych ziem Płaskowyżu Proszowickiego i Wyżyny Miechowieckiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **493**: 659–666.
- MUSIEROWICZ A., SKORUPSKA T. 1966. Frakcje związków humusowych czarnoziem, czarnych ziem i rędzin. *Rocz. Nauk Roln.*, **91-A-1**: 1–50.
- OPERAT GLEBOWO-SIEDLISKOWY 1995. Operat glebowo-siedliskowy Nadleśnictwa Żmigród na stan 1 stycznia 1995 roku. Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych.
- RANOSZEK E., RANOSZEK W. 2004. Park Krajobrazowy Dolina Baryczy. Przewodnik przyrodniczy. Wyd. Gottwald: ss. 192.
- SCHNITZER M., KAHN S.U. 1972. Humic substances in the environment. New York: Marcel Dekker ss. 327.
- TABACZYŃSKI R. 1999. Czarne ziemie gniewskie. Praca doktorska – maszynopis. Poznań: ss. 173.
- TURSKI R. 1988. Charakterystyka związków próchnicznych w glebach Polski. *Rocz. Nauk Rol. Monografie* 212. ss. 69.
- WORD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES. 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Soil Resources Reports 103. Rome: ss. 132.

Dr inż. Beata Labaz

Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

50-357 Wrocław, ul. Grunwaldzka 53

e-mail: beata.labaz@up.wroc.pl