

ADAMBOGACZ

## SKŁAD FRAKCYJNY ZWIĄZKÓW PRÓCHNICZNYCH ORGANICZNYCH GLEB POPOŻAROWYCH W NADLEŚNICTWIE CHOCIANÓW

### FRACTIONAL COMPOSITION OF HUMIC COMPOUNDS IN ORGANIC SOILS AFFECTED BY FIRE IN FOREST DIVISION CHOCIANÓW

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

*Abstract:* The study was conducted in 2004–2007 on organic soils in Forest Division Chocianów, District Wierzbowa in the south-western Poland. The objects were located in the neighbourhood of former training fields of Russian Army, where great fires on the area of ca 1000 ha were noted in 1983–1991. Organic-muck soils were characterized in 6 typical profiles (one of them on the site not affected by fire), and 30 samples were taken for analysis. The aim of study was to characterize the changes in composition of humic substances of organic soils affected by fire. The fractional composition of humic compounds was determined by Tiurin method, modified by Ponomareva and Plotnikova. In soils affected by fire humic acid prevailed over the fulvic acid. Among fractions of humic acids, the free humic acids fraction CHA1 was the dominant while the fraction CHA2 connected with calcium, was the least important one. Fulvic acids composition was predominated by both CFA1a and CFA2 fractions. Higher degree of humification was observed in the surface muck horizons as compared with deeper layers of peat.

*Słowa kluczowe:* kwasy humusowe, właściwości fizykochemiczne, skład frakcyjny związków próchnicznych, organiczne gleby popożarowe.

*Key words:* humic and fulvic acids, physico-chemical properties, fractional composition of humus, pyrogenic organic soils.

## WSTĘP

W procesie powstawania torfu tworzy się szereg specyficznych związków próchnicznych, których ilość i jakość jest ściśle związana z warunkami siedliskowymi w czasie ich tworzenia się [Gonzalez-Perez i in. 2004], a głównie warunkami hydrotermicznymi [Plotkina 1980; Skrynnikova 1974]. Coraz częściej występujące w ostatnich latach pożary gleb torfowych, oprócz zmian wielu właściwości fizyko-

chemicznych [Zaidelman i in. 2003], zmieniają również szereg właściwości chemicznych gleb [Zaidelman i in. 1999], w tym skład ilościowy i jakościowy związków próchnicznych [Efremov, Efremova 2006].

Celem prowadzonych badań było określenie zmian zachodzących w składzie frakcyjnym związków próchnicznych gleb na tle ich właściwości fizykochemicznych w różnym stopniu modyfikowanych przez pożar.

## OBIEKT I METODY BADAŃ

Badania prowadzono w latach 2004–2007 na glebach organicznych w Nadleśnictwie Chocianów w obrębie Wierzbowa (oddziały 311 i 332), zlokalizowanych w sąsiedztwie byłych poligonów Armii Radzieckiej. W latach 1983 i 1991 na obszarach leśnych i łąkowych notowano tu pożary, które swym zasięgiem objęły powierzchnię: 1382 ha w roku 1983 oraz 1122 ha w roku 1991. W pracy przedstawiono charakterystykę gleb obszarów leśnych siedlisk boru mieszanego wilgotnego z dominującym udziałem gatunków *Pinus silvestris* oraz *Betula verrucosa* znajdujących się poza zasięgiem ówczesnych pożarów reprezentowanych przez profil nr 1 oraz gleb silnie przesuszonej brzeziny bagiennej w zasięgu obu wymienionych pożarów – profile nr 2–6. Analizowane gleby reprezentują płytkie gleby torfowo-murszowe – Sapric Histosols Dystric bądź Eutric lub Sapric Gleysols Histic [FAO-WRB 1998]. W 2004 roku z profili pobrano łącznie 30 próbek glebowych.

W zebranym materiale glebowym (30 próbek) określono następujące właściwości:

– fizyczne:

- stopień rozkładu materii organicznej na podstawie testu pirofosforanowego (SPEC) oraz wyliczonego indeksu pirofosforanowego (IP) [Lynn i in. 1974],
- zawartość włókna przed i po rozcieraniu, za pomocą metody półstrzykawki [Lynn i in. 1974],

– fizykochemiczne:

- zawartość kationów wymiennych o charakterze zasadowym ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) metodą Pallmana w  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  o stężeniu  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ,
- $\text{Alw}^{3+}$  i  $\text{Hw}^+$  wymienny – metodą Sokołowa,
- pH w  $\text{H}_2\text{O}$  i  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  KCl potencjometrycznie,

– chemiczne:

- zawartość węgla organicznego (Corg) – przy użyciu aparatu CS-MAT 5500,
- zawartość azotu ogółem (Nog) – metodą Kjeldahla na analizatorze firmy Büchi,
- skład frakcyjny związków próchnicznych metodą Tiurina w modyfikacji Ponomarewej i Płotnikowej [1968].

W próbkach z poziomów organicznych określono zawartość węgla w kwasach huminowych (Ckh) oraz węgla w kwasach fulwowych (Ckf). Na podstawie zawartości C ogółem oraz udziału Ckh i Ckf wyliczono zawartość frakcji węgla niehydrolizującego (Cnh), nazwanej umownie huminami, a także stosunek Ckh/Ckf oraz indeks humifikacji wg Sequi [1986]  $\text{IH} = (\text{Cnh})/(\text{Ckh} + \text{Ckf})$ .

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

We wszystkich analizowanych profilach obserwowano aktualnie zachodzący proces murszowy w różnym stopniu zaawansowania (od MtI do MtII). Poniżej przedstawiono przykładowy opis profilu gleby torfowo-murszowej charakterystycznej dla badanego obiektu popożarowego.

Profil nr 4		
Klasyfikacja:		Gleba murszowa, torfowo-murszowa, słabo murszała, płytka: PTG [1989]; Dystri-Sapric Histosols: FAO-WRB [1998]
Rzeźba terenu:		płaska
Wysokość n. p. m.:		164 m
Współrzędne geograficzne:		N51°22'21,3" E15°42'12,8"
Region:		Bory Dolnośląskie
Skala podścielająca:		piasek aluwialny
Zbiorowisko roślinne:		przesuszona brzezina bagienna ze znacznym udziałem trzciny pospolitej, traw i paproci
Położenie odkrywki		lekkie zagłębienie popożarowe
Mtpr1	-5 cm	poziom murszowy barwy 10YR 2/1, świeży, struktura drobno gruzełkowata, poziom silnie poprzerastany korzeniami traw, przejście poziomu stopniowe,
Mtpr2	-14 cm	poziom murszowy barwy 10YR 2/2, wilgotny, struktura grubogruzełkowata, widoczne nadpalone kawałki drewna i kory, przejście poziomu stopniowe,
Otpr1	-23 cm	poziom torfu przejściowego drzewnego barwy 10YR 2/1, mokry, średnio rozłożony R2, struktura amorficzno kawałkowa, część torfu przepalona z wyraźnie zaznaczonymi warstewkami popiołu, przejście poziomu wyraźne,
Otpr2	23-38 cm	poziom torfu przejściowego drzewnego barwy 10YR 3/1, mokry, średnio rozłożony R2, struktura amorficzno kawałkowa, w masie torfowej widoczne fragmenty nadpalonego drewna barwy 10YR 2/1, przejście poziomu zaciekowe,
Dgg	38 cm	poziom podścielający – piasek luźny, barwy 10YR5/3, mokry, struktura rozdzielno ziarnista, oglejenie strefowe, w materiale piaszczystym widoczne fragmenty storfiąlego drewna.

Uwagi: Poziom wody glebowo-gruntowej na głębokości 57 cm.

Miąszość poziomów organicznych była silnie zróżnicowana ze względu na intensywność pożaru. W układzie poszczególnych poziomów genetycznych stwierdzano najczęściej pod poziomem murszowym poziomy torfu przejściowego drzewnego, o miąższości przekraczającej niekiedy 30 cm. W poziomach torfowych i murszowych widoczne były warstewki złożone z nadpalonych gałęzi oraz kory, warstewki popiołu i węgielków. Poziomy Ol<sub>fh</sub> z profilów popożarowych miały najczęściej miąższość zaledwie kilku centymetrów. W swoim składzie, oprócz liści i gałązek, zawierały często domieszki popiołów po spalonym torfie. Poziomy wzobogacone w popiół spotykano również w warstwach organicznych, zalegających głębiej – profile nr 5 i 6. Taki układ był wynikiem występowania pożarów wglębnych lub – w mniejszym stopniu – mógł być związany z możliwością przemieszczaniem się popiołu w głąb profilu glebowego oraz obecnością śladów znacznie starszych pożarów. Poziomy organiczne zalegały na piaszczystym podłożu pochodzenia aluwialnego, wykazującym skład granulometryczny piasku luźnego. W wyniku pożaru zmniejszyła się miąższość poziomów organicznych w niektórych przypadkach o 30 do 40 cm.

Stopień rozkładu materii organicznej określany metodą SPEC [Lynn i in. 1974] i wyrażony w badanych poziomach przez wartości indeksu pirofosforanowego (IP), wskazuje, że w większości poziomów organicznych występuje silnie rozłożony materiał sapric. W kilku poziomach stwierdzono obecność materiału glebowego typu hemic. Obserwacje te potwierdzają również wyniki badań zawartości włókna bez rozcierania (A) i po rozcieraniu (B) [Soil Survey Staff 1998]. Zawartości obydwu rodzajów włókna wskazują na korelację z wartościami (IP) ( $r=0,64$  oraz  $r=0,90$  dla  $n=23$ ,  $p<0,05$ ) (tab. 1, 4).

Pożary na glebach organicznych prowadzą najczęściej do wzrostu alkalizacji poziomów wierzchnich [Zaizdelman i in. 1999]. Zjawisko to ma zazwyczaj charakter krótkotrwały i już po kilku latach od zaistniałego pożaru odczyn gleby kształtuje się na poziomie zbliżonym do tego sprzed pożaru. Obecnie w poziomach organicznych badanych gleb odczyn jest silnie kwaśny. pH kształtuje się od 3,0 w H<sub>2</sub>O i 2,5 w KCl w poziomie murszowym profilu nr 6 do 4,4 w H<sub>2</sub>O i 3,6 w KCl również w poziomie murszowym profilu nr 4 (tab. 1). Pożary występujące na badanych glebach, a także ich silne przesuszenie przyczyniły się do obniżenia ogólnej zawartości węgla w poziomach powierzchniowych. Zawartość węgla kształtowała się w poziomach organicznych od 139 do 511 g · kg<sup>-1</sup> gleby i była silnie związana z odczynem środowiska glebowego ( $r = -0,73$ ,  $n = 23$ ,  $p<0,05$ ) oraz pojemnością kompleksu sorpcyjnego – PWK (CEC) ( $r=0,64$ ,  $n=23$ ,  $p<0,05$ ) (tab. 1, 4).

Gleby organiczne charakteryzuje zazwyczaj wysoka zawartość azotu ogółem [Lucas 1982]. W glebach Nadleśnictwa Chocianów zawartość tego pierwiastka w poziomach organicznych mieściła się w przedziale od 3,9 do 19,3 g · kg<sup>-1</sup> gleby i najczęściej ulegała zmniejszeniu w powierzchniowych poziomach popożarowych. Wartość stosunku C/N, będąca ważnym wskaźnikiem szybkości przemian biologicznych zachodzących w torfie [Kaunisto, Aro 1996], kształtowała się w badanych glebach w przedziale od 14,2 do 43,6. W przesuszonych poziomach powierzchniowych ściółek oraz murszów wartości tego wskaźnika były niższe niż w głębiej leżących poziomach torfowych. Może to wskazywać na intensywnie zachodzące procesy mineralizacji materii organicznej w poziomach gleb popożarowych (tab. 1).

Wysoka pojemność kompleksu sorpcyjnego, tak charakterystyczna dla poziomów torfowych [Thorpe 1971], kształtowała się w badanych poziomach organicznych w zakresie od 11,24 cmol·kg<sup>-1</sup> gleby w poziomie torfowym profilu nr 2 do 32,71 cmol·kg<sup>-1</sup> gleby w poziomie murszowym tego samego profilu. Stosunkowo wysoka pojemność sorpcyjna poziomów murszowych była zapewne spowodowana domieszką popiołu pozostałego po pożarach (tab. 2).

TABELA 1. Właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb  
 TABLE 1. Physicochemical and chemical properties of soil

Nr proflu Profile No	Poziom glebowy Soil horizon	Głębok. pobrania Depth of sampling [cm]	pH		C g·kg <sup>-1</sup> gleby – of soil	N	C/N	IP	Rodzaj utworu Soil kind	Objętość włókna Volume of fiber [% obj. – vol.]	
			KCl	H <sub>2</sub> O						A*	B*
1	Ol <sub>fh</sub>	0-10	2,9	3,9	437	19,3	22,6	3	sapric	n.o.	n.o.
	Mt <sub>pr</sub>	15-25	2,5	3,3	446	12,0	37,1	0	sapric	36	10
	Ot <sub>pr1</sub>	35-50	2,9	3,3	511	11,7	43,6	0	sapric	40	4
	Ot <sub>pr2</sub>	52-65	3,5	3,6	350	10,9	32,0	0	sapric	38	2
2	Ol <sub>fh</sub>	0-4	3,3	4,1	366	16,8	21,7	0	sapric	44	4
	Mt <sub>pr1</sub>	5-15	2,7	3,6	454	12,0	37,8	0	sapric	40	2
	Mt <sub>pr2</sub>	25-35	2,6	3,4	497	12,0	41,3	0	sapric	36	6
	Ot <sub>pr1</sub>	35-46	2,7	3,5	490	11,5	42,5	0	sapric	44	2
	Ot <sub>pr2</sub>	46-53	3,0	3,6	149	3,9	38,3	0	sapric	n.o.	n.o.
3	Ol <sub>fh</sub>	0-2	3,4	4,4	309	11,2	27,5	1	sapric	n.o.	n.o.
	Mt <sub>pr</sub>	2-13	3,1	3,9	411	12,0	34,2	0	sapric	38	2
	Ot <sub>pr</sub>	13-22	3,4	4,0	347	8,1	42,8	0	sapric	20	4
	O/D	22-30	3,9	4,5	55	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
4	Mt <sub>pr1</sub>	0-5	3,6	4,4	420	15,1	27,8	0	sapric	n.o.	n.o.
	Mt <sub>pr2</sub>	5-14	3,2	3,9	462	12,8	36,0	0	sapric	36	1
	Ot <sub>pr1</sub>	14-23	3,3	3,9	470	12,0	39,1	0	sapric	40	4
	Ot <sub>pr2</sub>	23-38	3,3	3,9	470	13,1	35,8	0	sapric	30	6
5	Ol <sub>fh</sub>	0-5	3,8	4,3	139	9,8	14,2	4	hemic	47	29
	Mt <sub>pr1</sub>	5-15	2,4	3,2	478	12,9	37,1	4	hemic	50	35
	Mt <sub>pr2</sub>	15-20	2,4	3,1	476	16,2	29,4	2	sapric	55	35
	Ot <sub>pr1</sub>	20-35	2,3	3,1	493	14,0	35,2	3	sapric	49	23
	Ot <sub>pr2</sub>	35-45	2,7	3,3	493	18,5	26,6	2	sapric	37	21
	Ot <sub>pr3</sub>	60-70	2,9	3,4	484	15,7	30,8	4	hemic	49	33
	Ot <sub>pr4</sub>	70-80	3,7	3,5	189	9,0	20,1	3	sapric	49	23
	D	80-90	3,9	4,0	8	4,5	–	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
6	Ol <sub>fh</sub>	0-5	3,1	3,4	230	9,0	25,5	4	hemic	48	33
	Mt <sub>pr1</sub>	5-10	2,8	3,2	349	10,1	34,5	2	sapric	62	39
	Mt <sub>pr2</sub>	10-20	2,5	3,0	442	10,9	40,6	4	hemic	50	39
	Ot <sub>pr1</sub>	20-30	2,8	3,1	489	16,2	30,2	2	sapric	45	13
	Ot <sub>pr2</sub>	50-60	3,1	3,2	475	12,3	38,6	1	sapric	38	14
	Ot <sub>pr3</sub>	60-70	3,4	3,3	287	17,1	16,8	1	sapric	21	7
	D	70-80	3,9	3,6	12	2,8	–	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.

Objaśnienia: n.o. – nie oznaczono, IP – indeks pirofosforanowy, A\* – przed roztarciem, B\* – po roztarciu; Explanation: n.o. – not identified, IP – pyrophosphate index, A\* – unrubbed, B\* – rubbed

TABELA 2. Właściwości sorpcyjne w badanych poziomach glebowych  
TABLE 2. Sorption properties of investigated soil horizons

Nr profilu Profile No	Poziom glebowy Soil horizon	Głębok. prób Depth of sampling [cm]	Alw	Hw	Kw	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	PKW CEC	V BS
			cmol · kg <sup>-1</sup> gleby – of soil								
1	Ol <sub>fh</sub>	0-10	8,8	4,0	12,8	7,27	1,07	0,38	0,27	21,79	41,3
	M <sub>tpr</sub>	15-25	13,4	2,4	15,8	7,87	0,92	0,68	0,35	25,62	38,3
	O <sub>tpr1</sub>	35-50	16,8	4,0	20,8	4,58	0,44	0,30	0,33	26,45	21,4
	O <sub>tpr2</sub>	52-65	17,4	1,2	18,6	1,99	0,25	0,01	0,29	21,14	12,0
	D	65-70	0,2	0,6	0,8	0,65	0,13	0,05	0,08	1,71	53,2
2	Ol <sub>fh</sub>	0-4	3,6	3,0	6,6	9,96	1,68	0,36	0,33	18,93	65,1
	M <sub>tpr1</sub>	5-15	13,4	1,0	14,4	8,96	1,26	0,68	0,33	25,63	43,8
	M <sub>tpr2</sub>	25-35	13,2	5,2	18,4	12,45	1,01	0,46	0,39	32,71	43,7
	O <sub>tpr1</sub>	35-46	11,2	0,8	12,0	14,44	0,85	0,28	0,43	28,00	57,1
	O <sub>tpr2</sub>	46-53	5,8	1,2	7,0	3,78	0,23	0,07	0,16	11,24	37,7
	D1	55-65	0,2	0,4	0,6	0,94	0,14	0,04	0,07	1,79	66,5
	D2	70-80	0	0,8	0,8	1,24	0,15	0,02	0,08	2,29	65,1
3	Ol <sub>fh</sub>	0-2	4,0	2,0	6,0	9,46	2,10	0,29	0,27	18,12	66,9
	M <sub>tpr</sub>	2-13	9,6	1,2	10,8	10,46	1,09	0,24	0,33	22,92	52,9
	O <sub>tpr</sub>	13-22	9,2	1,0	10,2	8,47	0,29	0,36	0,30	19,62	48,0
	O/D	22-30	7,4	2,0	9,4	3,39	0,23	0,10	0,16	13,28	29,2
	D	35-45	0	0,6	0,6	1,64	0,17	0,04	0,09	2,54	76,4
4	M <sub>tpr1</sub>	0-5	4,6	1,4	6,0	13,94	2,21	0,32	0,48	22,95	73,9
	M <sub>tpr2</sub>	5-14	11,4	1,0	12,4	14,44	1,29	0,24	0,46	28,83	56,9
	O <sub>tpr1</sub>	14-23	14,2	1,2	15,4	14,94	0,91	1,04	0,38	32,67	52,9
	O <sub>tpr2</sub>	23-35	12,8	0,8	13,6	11,45	0,58	0,66	0,33	26,62	48,9
	D	40-50	6,2	0,6	6,8	1,64	0,18	0,10	0,11	8,83	22,9
5	Ol <sub>fh</sub>	0-5	8,8	1,0	9,8	5,12	1,86	0,41	0,44	17,64	44,4
	M <sub>tpr1</sub>	5-15	15,5	0,7	16,2	11,84	1,86	0,19	0,43	30,53	46,9
	M <sub>tpr2</sub>	15-20	14,9	0,8	15,7	12,00	1,41	0,27	0,59	29,98	47,6
	O <sub>tpr1</sub>	20-35	16,2	0,7	15,5	10,00	1,67	0,20	0,55	27,93	44,5
	O <sub>tpr2</sub>	35-60	16,2	1,2	17,4	6,56	0,87	0,21	0,36	25,40	31,5
	O <sub>tpr3</sub>	60-70	13,7	0,6	14,3	5,92	0,90	0,12	0,34	21,54	33,6
	O <sub>tpr4</sub>	70-80	14,0	0,5	14,5	4,72	0,65	0,11	0,22	20,20	28,2
	D	+80	1,2	0,5	1,7	1,60	0,42	0,06	0,15	3,92	56,6
6	Ol <sub>fh</sub>	0-5	13,9	0,5	14,4	5,84	1,43	0,25	0,40	2,31	35,4
	M <sub>tpr1</sub>	5-10	16,0	0,5	16,5	9,20	2,53	0,27	0,51	29,01	43,1
	M <sub>tpr2</sub>	10-20	18,4	0,6	19,0	13,44	2,02	0,19	0,53	35,19	46,0
	O <sub>tpr1</sub>	20-30	15,4	0,5	15,9	5,60	1,04	0,10	0,40	23,04	31,0
	O <sub>tpr2</sub>	50-60	20,2	0,7	20,9	3,68	0,81	0,10	0,32	25,80	19,0
	O <sub>tpr3</sub>	60-70	19,0	0,4	19,4	2,08	0,61	0,09	0,25	22,43	13,5
	D	+70	3,2	0,4	3,6	0,96	0,40	0,05	0,15	5,16	30,2

Objaśnienia: Alw – glin wymienny, Hw – wodór wymienny, Kw – kwasowość wymienna.  
PKW – kompleks pojemności sorpcyjnej, V – stopień wysycenia gleby kationami zasadowymi;  
Explanation: CEC – cation exchange capacity, BS – base saturation, Alw – exchange Al,  
Hw – exchange H, Kw – exchange acidity

Spośród kationów o charakterze zasadowym największy udział w kompleksie sorpcyjnym miały wapń oraz magnez. Zawartość wapnia była silnie zróżnicowana w poszczególnych profilach osiągając ponad  $14 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby w poziomach torfowych i murszowych profilów nr 2 i 4 (tab. 2). Zawartość kationów  $\text{Mg}^{2+}$  nie przekraczała zazwyczaj wartości  $2 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby. Udział kationów  $\text{K}^+$  i  $\text{Na}^+$  w kompleksie sorpcyjnym gleb organicznych był znacznie mniejszy od wcześniej opisywanych jonów. Zawartość jonów  $\text{K}^+$  nie przekraczała  $1 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby, a jonów  $\text{Na}^+$  –  $0,5 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby. Najwyższe zawartości  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  i  $\text{Na}^+$  stwierdzano w poziomach powierzchniowych bądź podpowierzchniowych, na co wskazują obliczone współczynniki korelacji pomiędzy zawartością poszczególnych jonów a głębokością (tab. 2, 4). Stopień wysycenia gleb kationami o charakterze zasadowym (V) w glebie torfowo-murszowej nieobjętej pożarami (profil nr 1) przyjmował wartości mniejsze od 50%. W poziomach profilów nr 2–4 wskaźnik V osiągał w większości poziomów organicznych wartości większe od 50%, przy tym najwyższe wartości tego wskaźnika wystąpiły w poziomach powierzchniowych (tab. 2).

### Skład frakcyjny związków próchnicznych

Zestawione wyniki analiz składu frakcyjnego związków próchnicznych (tab. 3) wskazują jednoznacznie na podobny kierunek transformacji materii organicznej w glebach badanych obszarów popożarowych. Występujące w przeszłości pożary oraz przesuszenie gleb sprzyja powstawaniu swoistych, wielkocząsteczkowych związków zaliczanych do kwasów huminowych, których ilość wyraźnie dominuje nad ilością kwasów fulwowych. Mimo że jest to zjawisko powszechnie występujące na obszarze badań, to jednak zarysowują się wyraźne różnice ilościowe w obrębie poszczególnych grup połączeń opisywanych związków.

Wśród trzech wydzielonych frakcji kwasów huminowych dominuje frakcja wolnych kwasów huminowych Ckh1. Najmniejszy udział ma natomiast frakcja kwasów huminowych stanowiąca ich połączenia z Ca – (Ckh2). Ilość tej frakcji nie przekracza 15% C ogółem, a nawet dość często obserwuje się jej brak. Łączny udział frakcji Ckh1 oraz Ckh3 stanowił niekiedy nawet ponad 60% C ogółem. Najwięcej kwasów huminowych – aż 83,9% C ogółem wyizolowano z poziomu murszu torfowego Mtp1 profilu nr 3, najmniej zaś – 38,8% C ogółem było w poziomie ściółki leśnej Ol1h profilu nr 1 nieobjętego przez pożar (tab. 3).

Frakcje kwasów fulwowych występują w znacznie mniejszej ilości i stanowią od 12,4% C ogółem w poziomie torfu przejściowego Otp2 profilu nr 5 do 37,3% C ogółem w poziomie murszu Mtp1 profilu nr 4. Spośród czterech wydzielanych frakcji Ckf dominują frakcje kwasów fulwowych „wolnych” Ckf1a i Ckf1, stanowiąc niekiedy ponad 30% C ogółem. Udział procentowy frakcji Ckf3, opisywanej jako frakcja C silnie związana z krzemianowymi formami  $\text{R}_2\text{O}_3$ , jest niewielki. Większy udział tej frakcji w obrębie węgla wydzielonych kwasów fulwowych obserwowany jest w większości poziomów powierzchniowych ściółek i murszy. W analizowanych poziomach gleb murszowych obserwuje się, wyraźny spadek udziału węgla kwasów fulwowych wraz z głębokością profilów glebowych ( $r=-0,49$ ,  $n=23$ ,  $p<0,05$ ) (tab. 3, 4). Zawartość swoistych związków próchnicznych, wyrażonych przez sumę wydzielonych frakcji węgla kwasów huminowych i fulwowych, mieści się w szerokich granicach od 59,0% C ogółem w poziomie Mtp2 profilu nr 5 do 99,4% C ogółem w poziomie Otp1 profilu nr 3 (tab. 3).

Zawartość C niehydrolizującego, którego udział w poziomach murszowych był na ogół niższy niż w poziomach nieobjętych tym procesem, kształtował się w bardzo szerokich granicach od 0,7% C ogółem w silnie przekształconym przez pożar poziomie Mtp1 profilu

TABELA 3. Skład frakcyjny związków próchnicznych (w % Corg.) gleb organicznych popożarowych w Nadleśnictwie Chocianów

TABLE 3. Fractional composition of humic substances (in % of TOC) in pyrogenic organic soils of Forest Division Chocianów

Nr No	Poziom Horizon	Głębok. Depth [cm]	Corg TOC [g·kg <sup>-1</sup> ]	Frakcja kw. humin. Humic acids fraction			ΣCkh ΣCHA	Frakcja kwasów fulwowych Fulvic acids fraction				ΣCkf ΣCFA	Ckh +	Cnh	Ckh : Ckf CHA : CFA	IH
				Ckh1	Ckh2	Ckh3		Ckf1a	Ckf1	Ckf2	Ckf3					
1	Olfh	0-10	438	23,8	4,71	10,3	38,8	1,55	16,0	0	2,81	20,3	59,1	40,9	1,9	0,69
	Mtpr	15-25	446	39,5	7,66	11,7	58,9	1,08	12,5	2,73	0,96	17,3	76,2	23,8	3,4	0,31
	Otpr1	35-50	511	35,1	6,70	9,46	51,2	0,76	11,4	0	2,49	14,7	65,9	34,1	3,4	0,52
	Otpr2	52-65	350	44,9	0	11,6	56,4	2,17	11,1	2,34	2,83	18,5	74,9	25,1	3,1	0,34
2	Olfh	0-4	366	19,8	11,2	9,10	40,1	5,96	9,34	0	6,83	22,1	62,3	37,7	1,8	0,61
	Mtpr1	5-15	454	44,4	5,66	17,1	67,2	5,15	16,1	1,54	1,52	24,3	91,5	8,46	2,8	0,09
	Mtpr2	25-35	497	43,4	14,2	13,0	70,6	4,33	12,9	0	1,77	19,0	89,5	10,5	3,7	0,12
	Otpr1	35-46	490	41,5	13,4	11,3	66,3	4,67	10,7	0	0,55	16,0	82,2	17,8	4,2	0,22
Otpr2	46-53	149	57,1	0	5,30	62,4	14,1	0	5,77	0,87	20,7	83,2	16,9	3,0	0,20	
3	Olfh	0-2	309	39,5	0	9,06	48,6	1,55	12,4	0	3,75	17,7	66,3	33,7	1,9	0,51
	Mtpr	2-13	411	62,1	8,22	13,5	83,9	1,87	10,0	0	3,70	15,6	99,4	0,67	5,4	0,07
	Otpr	13-22	347	58,5	3,43	17,7	79,6	2,36	4,35	6,34	6,54	19,6	99,2	0,85	4,1	0,09
4	Mtpr1	0-5	420	33,6	3,14	10,8	47,6	9,69	24,8	0	2,83	37,3	84,9	15,1	1,3	0,18
	Mtpr2	5-14	462	40,3	0	8,66	48,9	5,71	21,7	0	1,00	28,4	77,3	22,7	1,7	0,29
	Otpr1	14-23	470	41,0	0	11,7	52,7	8,79	14,1	0	1,23	24,2	76,9	23,2	2,2	0,30
5	Olfh	0-5	139	20,0	8,98	20,9	49,9	4,23	14,7	0	8,46	27,4	77,3	22,7	1,8	0,29
	Mtpr1	5-15	479	37,9	5,14	5,79	48,9	0,56	13,0	4,74	0,12	18,5	67,4	32,7	2,7	0,48
	Mtpr2	15-20	476	32,1	6,69	2,24	41,0	0,46	16,5	0,69	0,29	18,0	59,0	11,0	2,3	0,19
	Otpr1	20-35	494	32,7	6,86	3,89	44,4	0,40	14,9	0	2,37	17,9	62,3	37,7	2,5	0,60
	Otpr2	35-45	493	42,6	0	7,86	50,4	0,85	9,87	0	1,64	12,4	62,8	37,2	4,1	0,59
	Otpr3	60-70	485	47,0	0	10,7	57,7	1,28	11,9	0	2,27	15,5	73,2	26,8	3,7	0,37
Otpr4	70-80	190	60,7	0	19,9	66,2	3,90	10,0	0	1,63	15,3	71,5	24,5	4,3	0,34	
6	Olfh	0-5	230	40,5	0	1,52	42,0	3,00	8,87	0	12,7	24,6	66,6	33,4	1,7	0,50
	Mtpr1	5-10	349	32,9	5,13	2,92	41,0	2,23	17,2	0	17,7	37,1	78,1	21,9	1,1	0,28
	Mtpr2	10-20	442	31,9	0,93	12,1	44,9	1,87	19,4	0	0,58	21,9	66,9	33,2	2,1	0,50
	Otpr1	20-30	489	31,0	4,88	14,5	50,4	1,76	19,1	0	1,16	22,0	72,4	17,6	2,3	0,24
	Otpr2	50-60	475	41,1	0	10,6	51,7	1,60	17,5	0	7,53	26,6	78,3	11,7	2,0	0,15
	Otpr3	60-70	287	55,1	4,21	14,6	73,8	4,77	8,07	0	7,55	20,4	94,2	5,79	3,6	0,06

TABELA 4. Zależność pomiędzy składem frakcyjnym związków próchnicznych w poziomach organicznych a niektórymi właściwościami gleby

TABLE 4. Correlation matrix between fractional composition of humus and some soil properties

Zmienna Variable	pH	Głębok. Depth	PWK CEC	IP	Włókno, Fiber A B		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
C org	-0,73*		0,64*							
Fracja Ckh Fraction CHA				-0,45*				-0,55*	-0,56*	
Fracja Ckf Fraction CFA		-0,49*						0,56*		
Ckh+Ckf CHA+ CFA		0,44*		-0,49*						
C niewydziel. C nonextract.				0,45*						
IH index	0,48			0,43*						
PWK – CEC	-0,67*						0,69*		0,57*	
IP					0,64*	0,90*				
V – BS							0,83*	0,43*		
Głębokość Depth							-0,50*	-0,45*	-0,59*	-0,42*

\*p = 0,05

nr 3 do ponad 40% C ogółem w poziomie ściółki leśnej profilu nr 1. Stosunek Ckh/Ckf, będący wskaźnikiem kierunku przemian związków próchnicznych [Kononova 1961], kształtował się w bardzo szerokim przedziale od 1,1 w poziomie murszowym Mtp profilu nr 6 do 5,4 również w poziomie murszowym profilu nr 3. Wartości tego wskaźnika wykazywały silny związek ze wzrostem głębokości w profilach glebowych ( $r=0,44$ ,  $n=23$ ,  $p<0,05$ ) (tab. 3, 4).

Indeksy humifikacji wg Sequi [1986] wykazywały wartości z przedziału od 0,06 w poziomie Otp3 profilu VI do 0,69 w poziomie powierzchniowym Olh profilu I (tab. 3). Wartości indeksu humifikacji (IH) były silnie zróżnicowane i wskazywały na ogół na wysoki stopień humifikacji materii organicznej w glebach opisywanego obszaru.

## WNIOSKI

1. W badanych glebach popożarowych ilość kwasów huminowych dominuje nad ilością kwasów fulwowych.
2. Wśród kwasów huminowych przeważała frakcja wolnych kwasów huminowych Ckh1, a najmniejszy udział miała frakcja Ckh2 związana z wapniem.
3. W obrębie frakcji kwasów fulwowych dominowały frakcje Ckf1a i Ckf1, czyli frakcje tak zwanych wolnych kwasów fulwowych.
4. W poziomach murszowych obserwowano wyższy stopień humifikacji materii organicznej w porównaniu z poziomami głębiej zalegających torfów.

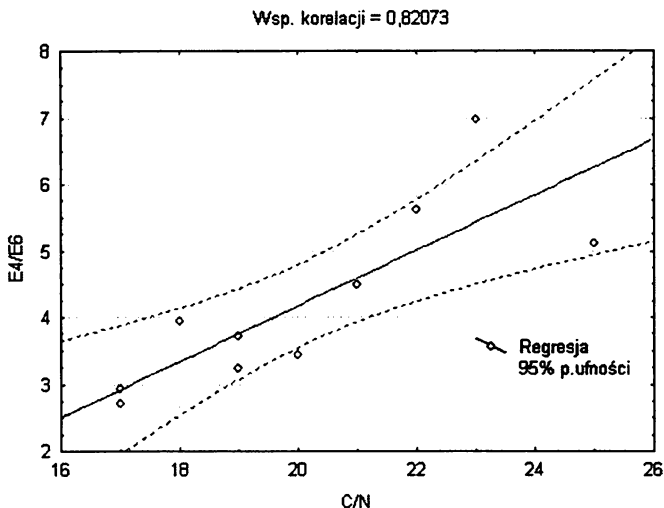
## LITERATURA

- EFREMOV T.T., EFREMOVA S.P. 2006: Pyrogenic transformation of organic mater in soils of forest bogs. *Eurasian Soil Science* **39**, 12: 1441–1450.
- GONZALEZ-PEREZ J.A., GONZALES-VILA J., ALMENDROS G., KNIKER H. 2004: The effect of fire on soil organic matter – a review. *Environmental International* **30**: 855–870.
- KAUNISTO S., ARO L. 1996: Forestry use of cut-away peatlands. W: Peatlands in Finland. Vasander H. (red.), Finish Peat Society, Helsinki: 130–134.
- KONONOVA M.M. 1961: Soil Organic Matter. Its Nature, Its Role in Soil Formation and Soil Fertility. The Academy of Sciences of the USSR. The V.V. Dokuchaev Institute. Pergamon Press, New York.
- LUCAS R.E. 1982: Organic Soils (Histosols). Formation, distributions, physical and chemical properties and menagement for crops production. Michigan State University. Research Report No. 435 (Farm Science).
- LYNN W.C., MCKINZIE W.E., GROSSMAN R.B. 1974: Field laboratory tests for characterization of Histosols. W: Histosols: Their Characteristis, Classification and Use. Stelly M. (red.), SSSA Spec. Pub. 6 Medison, WI.: 11–20.
- PLOTKINA YU. M. 1980: Naprawlennost izmenenija organiczeskowo wieszczestwa w torfianno-bołotnych poczwach Bielorusi pri ich osuszeczenii i oswoenii. *Poczwowiedenie* **2**: 44–52.
- PONOMAREVA V.V., PLOTNIKOVA T.A. 1968: Methods and some results of chemozem humus fractionation. *Poczwowiedenie* **11**: 104–117.
- SEQUI P., DE NOBILI M., LEITA L., CERCIGNANI G. 1986: A new index of humification. *Agrochémica* **30**: 175–179.
- SKRYNNIKOVA I.N. 1974: Niekotoryje problemy melioracji i sielskochozajstwienuwo ispolzowanija torfiannyh poczw w SSSR. Trudy X Mezdunarodnowo Kongr. *Poczwowiedenie* **10**: 242–250.
- SOIL SURVEY STAFF 1998: Key to Soil Taxonomy. 8th ed. USDA-NRCS. US Govt. Printing Office, Washington DC.
- THORPE V.A. 1973: Colaborative study of the cation exchange capacity of peat materials. *J. Association of Analytical Chemistry* **56**, 1: 154–156.
- WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES 1998: World Soil Resources Report, 84. FAO-ISRIC-ISSS, Rome: 88 pp.
- ZAIDELMAN F.R., BANNIKOV M.V., SHVAROV A.P. 1999: Properties and Fertility of Pyrogenic formations on Burnt Drained Peaty Soils. *Eurasian Soil Science* **32**, 9: 1032–1039.
- ZAIDELMAN F.R., MOROZOWA D.I., SHVAROV A.P. 2003: Changes in the Properties of Pyrogenic Formations and Vegetation on Burnt Previously drained Peat Soils of Polesie landscapes. *Eurasian Soil Science* **36**, 11: 1159–1167.

Dr hab. inż. Adam Bogacz  
Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
50-357 Wrocław, ul. Grunwaldzka 53  
e-mail: adam.bogacz@up.wroc.pl

## ERRATA DO T. 60 ROCZNIKÓW GLEBOZNAWCZYCH

W nr 2 t. 60 z 2009 r. zauważono brak podpisu pod rysunkiem na str. 51  
*Powinno być*



RYSUNEK 1. Wykres zależności między stosunkiem C/N a wartościami absorbancji E4/E6 w poziomach ektopróchnicy gleb Puszczy Jaworowej

FIGURE 1. Correlation between C/N ratio and E4/E6 value in the ectohumus horizons from the Sycamore Forest region

### Errata do nr 3 Roczniki Gleboznawcze t.60 2009 r.

str	wiersz	Jest	Powinno być
	od góry		
29	17	Mtpr1 -5 cm	Mtpr1 0-5 cm
29	20	Mtpr2 -14 cm	Mtpr2 5-14 cm
29	23	Otpr1 -23 cm	Otpr1 14-23 cm
65	11	3. Udział C organicznego oznaczonego metodą Tiurina w tzw. stratach ....	3. Udział C organicznego oznaczonego metodą Tiurina i w tzw. stratach ...
87	opis u dołu rysunku	<del>xxx</del> $\Sigma \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ [cmol(+) $\cdot$ kg <sup>-1</sup> ]	<del>xxx</del> $\Sigma \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ [cmol(+) $\cdot$ kg <sup>-1</sup> ]