

DOROTA KALEMBASA, MARCIN BECHER

WĘGIEL I AZOT W WYDZIELONYCH FRAKCJACH MATERII ORGANICZNEJ LEŚNYCH GLEB RDZAWYCH I BIELICOWYCH NIZINY POŁUDNIOWOPODLASKIEJ

CARBON AND NITROGEN IN SEPARATED FRACTIONS OF ORGANIC MATTER IN FOREST HAPLIC ARENOSOLS AND HAPLIC PODZOLS OF SOUTH PODLASIE LOWLAND

Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolnej, Akademia Podlaska

Abstract: The content of total carbon and nitrogen in organic matter and in different fractions in forest soils of the South Podlasie Lowland region is presented. The content of organic carbon in the analyzed fractions was as follows (% C in C_g): bitumen 2.70–18.2, fulvic acids 9.50–59.8, humic acid 3.28–37.6, in residue after extraction 15.8–71.0 and nitrogen respectively (% N in N_g): 0.57–55.1; 12.4–53.3; 10.1–60.0; 3.77–74.4. The content of nitrogen expressed as total amount and in fractions was differentiated among analyzed profiles, and was significantly correlated with the content of organic carbon. The differentiated values of ratio C:N confirmed big variability in the quality of organic matter depending on the type of soil and genetic horizons.

Słowa kluczowe: materia organiczna gleb, gleby rdzawe, gleby bielice.

Key words: soil organic matter, Haplic Arenosols, Haplic Podzols.

WSTĘP

Glebową materią organiczną jako centrum obiegu węgla, jego sekwestracji, produkcji i emisji CO₂ zajmuje ważne miejsce w pracach Komisji Europejskiej dotyczących Strategii Ochrony Gleb [Gonet 2004]. Szczególną rolę spełnia ona w genezie gleb bielicoziemnych [Buurman, Jongmans 2005]. Ze względu na spowolniony obieg biologiczny, spowodowany oligotrofiznością lub mezotrofiznością środowiska, poszczególne typy tworzące ten rząd gleb są interesującymi obiektami badań materii organicznej, gdyż akumulacja próchnicy następuje w poziomach organicznych, próchnicznych, iluwialnych i eluwialnych. Badania nad składem frakcyjnym materii organicznej

gleb bielicoziemnych Nizu Polskiego, z wykorzystaniem różnych metod badawczych, świadczą o znacznej dynamice zmian udziału poszczególnych frakcji między poziomami genetycznymi oraz między poszczególnymi typami gleb. Różnice te dotyczą udziału frakcji wolnych (najczęściej przeważających w tych glebach) związanych z mineralną częścią gleby oraz ilości węgla kwasów huminowych i fulwowych [Kuźnicki, Skłodowski 1974; Kusińska 1982; Skłodowski 1986; Bednarek 1991]. Polska literatura gleboznawcza zawiera skąpe informacje na temat ilości azotu w wydzielonych frakcjach materii organicznej gleb bielicoziemnych, a przecież znaczna część organicznego azotu glebowego identyfikowana jest jako struktury substancji humusowych [Schulten, Schnitzer 1997]. Różne warunki procesu humifikacji, których następstwem są substancje próchniczne o zróżnicowanej budowie, determinują zasoby i postacie chemiczne azotu w glebie [Dębska 2004].

Celem badań była charakterystyka zawartości węgla i azotu w wydzielonych frakcjach materii organicznej leśnych gleb rdzawych i bielcowych.

MATERIAŁ I METODY

Badania glebowe prowadzono w trzech leśnych rezerwach przyrody: Gołobórz obok Siedlec (gleba rdzawa i bielcowa – profil nr 1 i 3), Zabuze w granicach Parku Krajobrazowego – Podlaski Przełom Bugu (gleba rdzawa – profil nr 2) i Jata koło Łukowa (gleba bielcowa – profil nr 4), położonych na Nizinie Południowopodlaskiej w obszarze zlodowacenia środkowopolskiego. Do badań wybrano gleby o możliwie najmniejszym wpływie antropopresji i dobrze wykształconych poziomach genetycznych.

Badania glebowej materii organicznej przeprowadzono (w trzech powtórzeniach): w podpoziomach organicznych (O), poziomach próchnicznych (A), wzbogacania gleb rdzawych (Bv) oraz eluwalnych (Ees) i iluwalnych (Bhfe) gleb bielcowych. Bituminy wydzielono z gleb na aparacie Soxhleta, za pomocą wyczerpującej ekstrakcji azeotropową mieszaniną benzenu i etanolu; węgiel i azot w preparatach bitumin oznaczono na autoanalyzerze Series II 2400, firmy Perkin Elmer, z detektorem przewodności cieplnej (TCD). Ekstrakcję kwasów humusowych wykonano na podstawie metody Schnitzera; węgiel w związkach organicznych poszczególnych utworów glebowych (Corg), w roztworach kwasów humusowych (CKF+CKH) oraz kwasów fulwowych (CKF) oznaczono metodą oksydacyjno-miareczkową; azot (odpowiednio: N_t – całkowity ogólny, NKF+NKH, NKF) metodą Kjeldahla [Kalembasa S. 1995]. Węgiel i azot w roztworze kwasów huminowych podano z różnicy: $CKH=(CKF+CKH)-CKF$, $NKH=(NKF+NKH)-NKF$; obliczono także stosunek węgla i azotu kwasów huminowych do fulwowych (CKH:CKF, NKH:NKF). Ilości węgla organicznego i azotu całkowitego, które nie zostały wyekstrahowane z gleby, określono jako węgiel i azot w poekstrakcyjnej pozostałości.

Wyniki frakcjonowania węgla materii organicznej analizowanych gleb przedstawiono w odniesieniu do masy absolutnie suchej gleby ($g \cdot kg^{-1}$) oraz jako procentowy udział w całej puli węgla organicznego (%Corg). Dla wykazania zależności między zawartością związków organicznych i węgla poszczególnych frakcji, a także między zawartością azotu całkowitego w glebie i w poszczególnych frakcjach materii organicznej, obliczono

współczynniki korelacji prostej. Obliczono także stosunki ilościowe C:N w glebie i w wydzielonych frakcjach materii organicznej oraz współczynniki korelacji prostej między całkowitą zawartością węgla i azotu a ich udziałem w poszczególnych frakcjach.

WYNIKI I DYSKUSJA

Węgiel

Na podstawie przeprowadzonego frakcjonowania materii organicznej w poziomach glebowych, gdzie występuje akumulacja węgla organicznego, porównano ilość i jakość poszczególnych frakcji w obrębie poszczególnych profili oraz między profilami. Zawartość wyekstrahowanego węgla bitumin wykazywała zróżnicowaną zmienność profilową i zmniejszała się wraz z głębokością (tab. 1). Z uwagi na hydrofobowe właściwości bitumin glebowych należy wykluczyć przemieszczanie się tych substancji w profilu glebowym, w wyniku zstępującego ruchu wody glebowej [Braids, Miller 1975]. Natomiast różna zawartość węgla bitumin w ściółkach leśnych determinowana jest rodzajem opadu roślinnego oraz czasem rozkładu (rozkładowi ściółek towarzyszy zmniejszanie się ilości węgla bitumin) [Dziadowiec 1990].

Postępująca wraz z głębokością skuteczność ekstrakcji wodorotlenkiem sodu świadczy o zwiększającym się udziale substancji próchnicowych w glebowej materii organicznej. Wzrost stopnia humifikacji materii organicznej wraz z głębokością podaje Skłodowski [1996]. W poziomach próchnicznych analizowanych gleb stały dopływ nieprzetworzonej materii organicznej powodował, że roztworem NaOH wyekstrahowano mniej niż połowę węgla organicznego. We wszystkich podpoziomach organicznych wraz z postępującym procesem humifikacji zwiększała się ilość wyekstrahowanego węgla kwasów huminowych (CKH), a zmniejszała fulwowych (CKF). Wyrazem profilowej zmienności ilości węgla frakcji kwasów huminowych i fulwowych są różne wartości stosunków CKH:CKF. W omawianych glebach następowało zwiększenie ilości CKH od podpoziomów surowinowych (Ol) do poziomów próchnicznych (Ah), co świadczy o zwiększaniu się stopnia humifikacji [Plichta 1981]. W poziomach wzbogacania (Bv) gleb rdzawych oraz eluwalnych (Ees) i iluwalnych (Bhfe) gleb biellicowych następowało zmniejszenie wartości tego ilorazu w porównaniu z poziomem próchnicznym. Zawartość CKF w poziomach Bhfe była większa niż w poziomach próchnicznych Ah. Stwierdzone w badanych glebach wartości stosunków CKH:CKF w niektórych podpoziomach organicznych i próchnicznych, są wyższe od prezentowanych przez innych badaczy [Kuźnicki, Skłodowski 1974; Plichta 1981; Skłodowski 1986]. Należy jednak wziąć pod uwagę wpływ etapów analizy w różnych metodach badań na uzyskane wyniki. Zdaniem Bednarek [1991], która badała wiek i genezę gleb rdzawych, na stosunek CKH:CKF wpływa czas oddziaływania czynników glebotwórczych, tzn. że starsze gleby rdzawe w porównaniu z młodszymi odznaczają się szerszym stosunkiem węgla tych frakcji w poziomach próchnicznych i sideric.

Wysokie wartości CKH:CKF powyżej 2 w poziomach Oh i Ah gleby biellicowej z rezerwatu Gołobórz oraz Ah z rezerwatu Jata mogą wynikać z przebiegu procesu biellicowania, w którym kwasy huminowe o mniejszej liczbie grup funkcyjnych,

TABELA 1. Zawartość węgla związków organicznych w poziomach badanych gleb oraz w wydzielonych frakcjach materii organicznej
 TABLE 1. The content of carbon in the horizons of investigated soils and in separated fractions of organic matter

Typ gleby, lokalizacja, nr profilu Type of soil, localization, profile No.	Poziom genet. Genetic horizon	Corg			C wydzielony 0,1 mol NaOH · dm ⁻³ C separated by 0.1 mol NaOH · dm ⁻³						C w pozost. C in residue		CKH : CKF C _{HA} : C _{FA}
		g·kg ⁻¹	C bitumin C bitumens		CKF+CKH C _{FA} + C _{HA}		CKF C _{FA}		CKH C _{HA}		g·kg ⁻¹	% Corg	
			g·kg ⁻¹	% Corg	g·kg ⁻¹	% Corg	g·kg ⁻¹	% Corg	g·kg ⁻¹	% Corg			
Rdzawa, rezerwat Gołobórz 1	Ol	443	56,2	12,7	72,4	16,3	52,4	11,8	20,0	4,51	314	71,0	0,38
	Ofh	238	19,1	8,00	59,5	25,0	33,4	14,0	26,1	11,0	159	67,0	0,78
	AhBv	20,6	2,25	10,9	9,00	43,7	3,49	16,9	5,51	26,8	9,35	45,4	1,58
	Bv	4,39	0,22	4,97	2,40	54,6	1,37	31,2	1,03	23,5	1,77	40,4	0,75
Rdzawa, rezerwat Zabuże 2	Ol	499	73,5	14,8	81,1	16,3	65,0	13,0	16,1	3,23	344	69,0	0,25
	Ofh	177	13,7	7,95	45,3	25,6	27,5	15,5	17,8	10,1	118	66,5	0,65
	AhBv	24,9	3,52	14,1	11,4	45,8	4,03	16,2	7,37	29,6	9,98	40,1	1,83
	Bv	3,38	0,15	4,36	2,20	65,1	0,99	29,3	1,21	35,8	1,03	30,6	1,22
Bielicowa, rezerwat Gołobórz 3	Ol	524	95,2	18,2	89,2	17,0	49,7	9,48	39,5	7,54	339	64,8	0,80
	Of	329	42,8	13,0	95,7	29,1	37,9	11,5	57,8	17,6	197	57,9	1,52
	Oh	307	36,5	11,9	122	39,7	37,2	12,1	84,8	27,6	149	48,4	2,28
	Ah	16,8	1,76	10,5	6,27	37,3	1,85	11,0	4,42	26,3	8,77	52,2	2,39
	Ees	5,25	0,54	10,3	2,45	46,7	0,81	15,4	1,64	31,2	2,26	43,0	2,02
	Bhfē	10,8	0,71	6,53	8,18	75,7	5,03	46,6	3,15	29,2	1,91	17,7	0,63
Bielicowa, rezerwat Jata 4	Ol	493	62,7	12,7	80,2	16,3	53,4	10,8	26,8	5,44	350	71,0	0,50
	Ofh	237	20,5	8,66	62,0	26,2	34,0	14,4	28,0	11,8	154	65,2	0,82
	Ah	33,3	3,09	9,27	12,3	36,9	3,51	10,5	8,79	26,4	17,9	53,8	2,50
	Ees	1,73	0,16	9,25	1,03	59,5	0,38	22,0	0,65	37,6	0,54	31,2	1,71
	Bhfē	7,14	0,20	2,74	5,82	81,5	4,27	59,8	1,55	21,7	1,12	15,8	0,36

mniejszych zdolnościach tworzenia kompleksów z kationami Al i Fe, większej masie cząsteczkowej, mniejszej hydrofilności i mniej labilne w glebie pozostały w tych poziomach, a kwasy fulwowe przemieściły się w głąb profilu.

Zawartość węgla związków organicznych (Corg) w badanych glebach wysoko istotnie korelowała z udziałem tego pierwiastka we wszystkich frakcjach materii organicznej; dodatnio w przypadku węgla bitumin i poekstrakcyjnej pozostałości; ujemnie w przypadku węgla kwasów huminowych i fulwowych oraz ich sumy (tab. 2). Wartości współczynnika korelacji wykazały większe zależności korelacyjne dla gleb bielcowych niż dla rdzawych. Stwierdzono ujemną zależność pomiędzy zawartością węgla w bituminach a zawartością węgla w kwasach humusowych razem i osobno (CKF+CKH oraz CKF i CKH); dodatnią zależność między C bitumin a zawartością węgla w poekstrakcyjnej pozostałości. Na podstawie tych wartości można przypuszczać, że w glebach bielcoziemnych gromadzeniu bitumin nie towarzyszą procesy tworzenia się kwasów humusowych. Proces humifikacji w tych glebach jest ograniczony i przeważają związki węgla nieulegające hydrolizie alkalicznej. Suma węgla kwasów humusowych wykazywała wysoce istotną zależność z ilością węgla w związkach nieulegających ekstrakcji (Cpoz.). Węgiel w kwasach fulwowych był silnie istotnie skorelowany z zawartością węgla w kwasach huminowych gleb rdzawych, przy braku tych zależności w glebach bielcowych. Węgiel w kwasach huminowych korelował ujemnie z ilością węgla w poekstrakcyjnej pozostałości (bardziej w glebach rdzawych niż bielcowych).

Azot

W analizowanych leśnych glebach rdzawych i bielcowych stwierdzono niewielki i zróżnicowany udział azotu bitumin w całkowitej zawartości tego pierwiastka (tab. 3).

Obliczony w stosunku do całkowitej zawartości tego pierwiastka procentowy udział azotu w kwasach fulwowych i huminowych (NKF+NKH) zwiększał się wraz z głębokością. Nieco szerszą wartość stosunku NKH:NKF stwierdzono w glebach bielcowych. W obydwu badanych typach gleb, początkowo wraz z głębokością następowało rozszerzenie tego stosunku, a następnie zwężenie w poziomach rdzawienia Bv i iluwialnych Bhfe. W większości badanych poziomów genetycznych wartość stosunku NKH:NKF wynosiła powyżej jedności, co wskazuje na przewagę azotu (wyraźniejszą w glebach bielcowych) we frakcji kwasów huminowych.

Zależności korelacyjne między Nt i udziałem azotu w wydzielonych frakcjach (%N w Nt) w analizowanych glebach przedstawiono w tabeli 4. Stwierdzono silne związki korelacyjne pomiędzy całkowitą zawartością węgla i azotu a udziałem tych pierwiastków w poszczególnych frakcjach, przeważnie notowano wysoko istotne korelacje pomiędzy większością badanych parametrów (tab. 5); słabsze związki korelacyjne wystąpiły tylko w przypadku stosunków węgla i azotu kwasów huminowych do fulwowych a większością uzyskanych frakcji materii organicznej.

Badanie zawartości węgla i azotu we frakcjach materii organicznej umożliwiło obliczenie stosunku ilościowego tych pierwiastków (C:N) (tab. 6). Zróżnicowanie bezwzględnej zawartości węgla i azotu w poszczególnych frakcjach materii organicznej badanych gleb determinowało zmienność wartości ilorazów C:N w tych frakcjach. W

TABELA 2. Wartość współczynników korelacji prostej dla zawartości węgla organicznego (Corg) i składu frakcyjnego materii organicznej (wyrażonego w % C w Corg)

TABLE 2. The values correlation coefficient between the content of organic carbon and separated fractions of organic matter (% C in Corg)

	Corg	Cbit C bitum.	CKF+CKH $C_{HA} + C_{FA}$	CKF C_{FA}	CKH C_{HA}	Cpoz. C residue	CKH : CKF $C_{HA} : C_{FA}$
Gleby rdzawe – Haplic Arenosols							
Corg	x						
C bit C bitumens	0,568**	x					
CKH+CKF $C_{HA} + C_{FA}$	-0,896**	-0,608**	x				
CKF C_{FA}	-0,691**	-0,788**	0,873**	x			
CKH C_{HA}	-0,912**	-0,427*	0,956**	0,692**	x		
Cpoz. C residue	0,873**	0,441*	-0,981**	-0,793**	-0,976**	x	
CKH : CKF $C_{HA} : C_{FA}$	-0,795**	-0,017	0,661**	0,227	0,843**	-0,743**	x
Gleby bielcowe – Haplic Podsoils							
Corg	x						
C bit C bitumens	0,768**	x					
CKH+CKF $C_{HA} + C_{FA}$	-0,769**	-0,828**	x				
CKF C_{FA}	-0,492**	-0,798**	0,886**	x			
CKH C_{HA}	-0,828**	-0,460**	0,666**	0,268	x		
Cpoz. C residue	0,736**	0,759**	-0,993**	-0,872**	-0,681**	x	
CKH : CKF $C_{HA} : C_{FA}$	-0,337	0,161	-0,141	-0,519**	0,577**	0,132	x

*istotne przy $\alpha = 0,05$; **wysoko istotne przy $\alpha = 0,01$;

*significant at $\alpha = 0.05$; **highly significant at $\alpha = 0.01$

TABELA 3. Zawartość azotu całkowitego w badanych glebach leśnych oraz w wydzielonych frakcjach materii organicznej
 TABLE 3. The content of total nitrogen and in separated fractions of forestry Haplic Arenosols and Haplic Podzol soils

Typ gleby, lokalizacja, nr profilu Type of soil, localization, profile No.	Poziom genetycz. Genetic horizon	Nt	N bitumin N bitumens	N wydzielony 0,1 mol NaOH · dm ⁻³ N separated by 0.1 mol NaOH · dm ⁻³						N w pozostałości N in residue		NKH : NKF · N _{HA} : N _{FA}
				NKF+NKH N _{FA} + N _{HA}		NKF N _{FA}		NKH N _{HA}		g·kg ⁻¹	% Nt	
		g·kg ⁻¹	% Nt	g·kg ⁻¹	% Nt	g·kg ⁻¹	% Nt	g·kg ⁻¹	% Nt			
Rdzawa, rezerwat Gołobórz 1	Ol	10,9	2,13	2,56	23,5	1,35	12,4	1,21	11,1	8,11	74,4	0,90
	Ofh	9,76	1,85	5,09	52,2	2,33	23,9	2,76	28,3	4,49	46,0	1,18
	AhBv	0,98	1,45	0,83	84,7	0,31	31,6	0,52	53,1	0,14	13,8	1,68
	Bv	0,22	0,83	0,21	95,4	0,10	45,5	0,11	50,0	0,008	3,77	1,10
Rdzawa, rezerwat Zabuże 2	Ol	10,5	2,76	3,18	30,3	1,70	16,2	1,48	14,1	7,03	66,9	0,87
	Ofh	8,30	1,45	3,79	45,7	1,83	22,0	1,96	23,6	4,39	52,9	0,94
	AhBv	1,38	1,72	0,95	68,8	0,33	23,9	0,62	44,9	0,406	29,5	1,88
	Bv	0,15	0,78	0,14	93,3	0,08	53,3	0,06	40,0	0,009	5,92	0,75
Bielicowa, rezerwat Gołobórz 3	Ol	12,5	5,51	4,44	35,5	1,79	14,3	2,65	21,2	7,37	59,0	1,48
	Of	13,7	2,52	6,33	46,2	2,05	15,0	4,28	31,2	7,02	51,3	2,09
	Oh	11,5	1,99	6,63	57,7	1,85	16,1	4,78	41,6	4,64	40,3	2,58
	Ah	0,56	2,58	0,43	76,8	0,14	25,0	0,29	51,8	0,115	20,6	2,07
	Ees	0,20	2,54	0,18	90,0	0,06	30,0	0,12	60,0	0,015	7,46	2,00
	Bhfe	0,39	1,83	0,35	89,7	0,16	41,0	0,19	48,7	0,033	8,43	1,19
Bielicowa, rezerwat Jata 4	Ol	18,8	3,23	4,59	24,4	2,70	14,4	1,89	10,1	13,6	72,4	0,70
	Ofh	12,9	1,41	4,78	37,1	2,30	17,8	2,48	19,2	7,94	61,5	1,08
	Ah	1,78	1,43	0,82	46,1	0,25	14,0	0,57	32,0	0,934	52,5	2,28
	Ees	0,10	1,75	0,09	90,0	0,03	30,0	0,06	60,0	0,008	8,25	2,00
	Bhfe	0,35	0,57	0,31	88,6	0,14	40,0	0,17	48,6	0,038	10,8	1,21

TABELA 4. Wartość współczynników korelacji prostej dla całkowitej zawartości azotu (Nt) i jego udziału we frakcjach materii organicznej (%N w Nt) badanych gleb
 TABLE 4. The values of correlation coefficient between the content of total nitrogen (Nt) and in separated fractions of organic matter (%N in Nt) of investigated soils

	Ncał N total	Nbit N bit	NKH+NKF $N_{HA} + N_{FA}$	NKF N_{FA}	NKH N_{HA}	Npoz N res.	NKH: NKF $N_{HA} +$ N_{FA}
Gleby rdzawe – Haplic Arenosols							
Ncał; Ntotal	x						
N bit N bitumens	0,787**	x					
NKH+NKF $N_{HA} + N_{FA}$	-0,950**	-0,863**	x				
NKF; N_{FA}	-0,816**	-0,882**	0,914**	x			
NKH; N_{HA}	-0,933**	-0,724**	0,934**	0,709**	x		
Npoz N residue	0,951**	0,857**	-1,000**	-0,911**	-0,936**	x	
NKH : NKF $N_{HA} + N_{FA}$	-0,436*	-0,025	0,306	-0,094	0,613*	-0,312	x
Gleby bielcowe – Haplic Podzol							
Ncał; N total	x						
N bit N bitumens	0,465**	x					
NKH+NKF $N_{HA} + N_{FA}$	-0,880**	-0,465**	x				
NKF; N_{FA}	-0,743**	-0,468**	0,887**	x			
NKH; N_{FA}	-0,866**	-0,398*	0,959**	0,720**	x		
Npoz N residue	0,876**	0,415*	-0,999**	-0,882**	-0,960**	x	
NKH : NKF NHA + NFA	-0,305	-0,089	0,230	-0,215	0,476**	-0,230	x

*istotne przy $\alpha = 0,05$; ** wysoko istotne przy $\alpha = 0,01$; *

*significant at $\alpha = 0.05$; **highly significant at $\alpha = 0.01$

TABELA 5. Wartość współczynników korelacji prostej dla całkowitej zawartości węgla i azotu (Corg i Ncałk.) oraz udziału tych pierwiastków we frakcjach materii organicznej (%C w Corg i %N w Ncałk.) badanych gleb

TABLE 5. The values of correlation coefficient between the content of carbon and total nitrogen (Corg and Nt) in soils and in separated fractions of organic matter (%C in Corg and %N in Nt) of investigated soils

	Corg C org	C bit C bit	CKH+CKF $C_{HA} + C_{FA}$	CKF C_{FA}	CKH C_{HA}	Cpoz C res	CKH : CKF $C_{HA} : C_{FA}$
Gleby rdzawe – Haplic Arenosols							
Ncałk.; Ntotal	0,920**	0,426*	-0,953**	-0,766**	-0,952**	0,973**	-0,767**
Nbit N bitumens	0,874**	0,853**	-0,865**	-0,854**	-0,768**	0,768**	-0,451*
NKH+NKF $N_{HA} + N_{FA}$	-0,929**	-0,635**	0,955**	0,843**	0,908**	-0,924**	0,658**
NKF; N_{FA}	-0,775**	-0,806**	0,931**	0,951**	0,807**	-0,853**	0,389
NKH; N_{HA}	-0,931**	-0,394	0,841**	0,629**	0,868**	-0,854**	0,801**
Npoz N residue	0,927**	0,627**	-0,954**	-0,840**	-0,908**	0,924**	-0,661**
NKH: NKF $N_{HA} : N_{FA}$	-0,470*	0,381	0,209	-0,177	0,417	-0,332	0,796**
Gleby bielcowe – Haplic Podzol							
Ncałk.; Ntotal	0,940**	0,615**	-0,769**	-0,499**	-0,819**	0,769**	-0,324
N bit N bitumens	0,699**	0,902**	-0,647**	-0,528**	-0,510**	0,565**	-0,099
NKH+NKF $N_{HA} + N_{FA}$	-0,843**	-0,622**	0,870**	0,620**	0,833**	-0,884**	0,157
NKF; N_{FA}	-0,721**	-0,752**	0,927**	0,869**	0,547**	-0,924**	-0,284
NKH; N_{HA}	-0,823**	-0,473**	0,739**	0,400*	0,915**	-0,763**	0,409*
Npoz N residue	0,826**	0,590**	-0,856**	-0,607**	-0,825**	0,875**	-0,155
NKH : NKF $N_{HA} : N_{FA}$	-0,273	0,177	-0,005	-0,380*	0,613**	-0,032	0,911**

*istotne przy $\alpha = 0,05$; **wysoko istotne przy $\alpha = 0,01$;

*significant at $\alpha = 0.05$; **highly significant at $\alpha = 0.01$

TABELA 6. Stosunek C:N w badanych glebach i w wydzielonych frakcjach materii organicznej
 TABLE 6. Ratio of C:N in soils as well as in separated fractions of organic matter of investigated profiles

Typ gleby, lokalizacja, nr profilu Type of soils localization profile No.	Poziom genet. Genetic horizon	C : N					
		w glebie przed ekstrak. in soil before extraction	w bitumi- nach ¹ in bitu- mens	w eks- trakcie alkaliczn. ² extracted NaOH	we frakcji kwasów fulwowych ³ in fulvic acid fraction	we frakcji kwasów huminiow. ⁴ in humic acid fraction	w poeks- trakcyjnej pozosta- łości in residue
Rdzawa, rezerwat Gołobórz 1	O1	40,6	242	28,3	38,8	16,5	38,7
	Ofh	24,4	106	11,7	14,3	9,46	35,4
	AhBv	21,0	159	10,8	11,3	10,6	66,8
	Bv	19,9	119	11,4	13,7	9,36	221
Rdzawa, rezerwat Zabuże 2	O1	47,6	255	25,5	38,2	10,9	48,9
	Ofh	21,4	114	11,9	15,0	9,08	26,9
	AhBv	17,9	148	12,0	12,2	11,9	24,6
	Bv	22,5	125	15,7	12,4	20,2	114
Bielicowa, rezerwat Gołobórz 3	O1	41,8	138	20,1	27,8	14,9	46,0
	Of	24,0	124	15,1	18,5	13,5	28,1
	Oh	26,7	160	18,4	20,1	17,7	32,1
	Ah	30,4	123	14,6	13,2	15,2	76,3
	Ees	26,3	107	13,6	13,5	13,7	150
	Bhfe	27,5	98,7	23,4	31,4	16,6	57,9
Bielicowa, rezerwat Jata 4	O1	26,3	103	17,5	19,8	14,2	25,7
	Ofh	18,3	113	13,0	14,8	11,3	19,4
	Ah	18,8	121	15,0	14,0	15,4	19,2
	Ees	17,3	91,9	11,4	12,7	10,8	67,5
	Bhfe	20,0	98,4	18,8	32,6	9,12	29,5

¹ obliczono na podstawie składu elementarnego;

² (CKF+CKH) : (NKF+NKH); $(C_{FA} + C_{HA}) : (N_{FA} + N_{HA})$;

³ CKF : NKF; $C_{FA} : N_{FA}$; ⁴ CKH : NKH; $C_{HA} : N_{HA}$

bituminach stwierdzono zróżnicowany i bardzo szeroki stosunek C:N, co świadczy o dominacji w tej frakcji związków bezazotowych [Drozd 1986]. Szeroki stosunek C:N pozwala przypuszczać, że bituminy cechują się znaczną odpornością na rozkład mikrobiologiczny. Zmiany profilowe tego ilorazu sugerują, że w toku przemian materii organicznej w glebie następuje pewne wzbogacenie bitumin w azot. Szerszy stosunek C:N we frakcji kwasów fulwowych podpoziomów surowinowych badanych gleb oraz poziomów iluwalnych gleb bielcowych, w stosunku do pozostałych poziomów, świadczy o większym zubożeniu w azot tych poziomów. Stosunek C:N we frakcji kwasów huminowych był nieco węższy niż w kwasach fulwowych i charakteryzował się mniejszymi wahaniami. Szeroki i zróżnicowany stosunek C:N w poekstrakcyjnej pozostałości wskazuje na niewielki i zmienny udział azotu w tej frakcji materii organicznej.

WNIOSKI

1. W badanych leśnych glebach rdzawych i bielcowych, położonych na terenie Niziny Południowopodlaskiej, zawartość węgla i azotu w wydzielonych frakcjach materii organicznej (bitumin, kwasów fulwowych, kwasów huminowych i poekstrakcyjnej pozostałości) zróżnicowana była zależnie od typu gleby i poziomu genetycznego.
2. Większe zróżnicowanie profilowe udziału poszczególnych frakcji materii organicznej (jako następstwo procesów glebotwórczych) stwierdzono w glebach bielcowych.
3. W wyekstrahowanych frakcjach materii organicznej wystąpiła wysoce istotna korelacja między azotem i węglem.
4. Zróżnicowanie wartości stosunków C:N w badanych glebach oraz w wydzielonych frakcjach materii organicznej sugeruje znaczną zmienność jakościową tej materii.

LITERATURA

- BEDNAREK R. 1991: Wiek, geneza i stanowisko systematyczne gleb rdzawych w świetle badań paleopedologicznych w okolicach Osina (Bory Tucholskie). Rozprawy UMK w Toruniu.
- BRAIDS O. C., MILLER R.H. 1975: Fats, Waxes and Resins in Soil. Soil components 1. W: Organic Components. Gieseking J.E. (red.). Springer Verlag, New York.
- BUURMAN P., JONGMANS A.G. 2005: Podzolisation and soil organic matter dynamics. *Geoderma* **125**: 71–83.
- DĘBSKA B. 2004: Właściwości substancji humusowych gleby nawożonej gnojowicą. Rozprawy ATR w Bydgoszczy.
- DROZD J. 1986: Zmiany zawartości azotu w związkach próchnicznych gleb murszowych wytworzonych w różnych warunkach hydrologicznych. *Rocz. Glebozn.* **37**: 195–203.
- DZIADOWIEC H. 1990: Rozkład ściółek w wybranych ekosystemach leśnych (mineralizacja, uwalnianie składników pokarmowych, humifikacja). Rozprawy UMK w Toruniu.
- GONET S.S. 2004: Materia organiczna w strategii ochrony gleb. W: Diagnostyka gleb i roślin w rolnictwie zrównoważonym. Kalembasa S. (red.). Wyd. AP Siedlce: 89–97.
- KALEMBASA S. 1995: Zastosowanie izotopów ^{15}N i ^{13}N w badaniach gleboznawczych i chemiczno-rolniczych. WNT, Warszawa.
- KUSIŃSKA A. 1982: Fractional composition of the humus substances of rusty and podzolic soils. *Pol. J. Soil Sci.* **15**, 1: 3–11.
- KUŹNICKI F., SKŁODOWSKI P. 1974: Content of various forms of humus compounds in podzolized rusty soils and podzol, developed from fluvio-glacial sands. *Rocz. Glebozn.* do-
datek do t. 25: 185–196.
- PLICHTA W. 1981: Zagadnienia genezy, właściwości i klasyfikacji próchnicy mor. Rozprawy UMK w Toruniu.
- SCHULTEN H.R., SCHNITZER M. 1997: Chemical model structures for soil organic matter and soils. *Soil Sci.* **162**: 115–130.
- SKŁODOWSKI P. 1986: Przemiany materii organicznej w glebach rdzawych i brunatnych kwaśnych. *Rocz. Glebozn.* **37**: 127–137.

Dr hab. Dorota Kalembasa, prof. nadzw. AP
Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej, Akademia Podlaska
ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce
e-mail: kalembasa@ap.siedlce.pl