

WŁAŚCIWOŚCI KWASÓW HUMINOWYCH GLEB CZARNOZIEMNYCH WYSTĘPUJĄCYCH W REJONIE KŁODZKA

Beata ŁABAZ

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

Słowa kluczowe: kwasy huminowe, skład elementarny, widma w podczerwieni, właściwości fizykochemiczne, właściwości optyczne

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była charakterystyka właściwości fizykochemicznych oraz składu ilościowego i jakościowego związków próchnicznych gleb występujących w rejonie Kłodzka, a zaliczanych obecnie do czarnych ziem. Warunki fizjograficzne na tym obszarze nie wskazują na możliwość przebiegu procesu bagiennego, który warunkuje powstawanie czarnych ziem. Na podstawie badań terenowych i wyników analiz należy stwierdzić, że gleby te wykazują wiele cech wspólnych z glebami czarnoziemnymi Płaskowyżu Głubczyckiego. Potwierdza to analiza ilościowa składu frakcyjnego związków próchnicznych, jak również przeprowadzone analizy fizykochemiczne kwasów huminowych.

WSTĘP

Skład ilościowy i jakościowy glebowej substancji organicznej jest determinowany zarówno czynnikami siedliskowymi (klimat, typ gleby, skład granulometryczny), jak i czynnikami antropogenicznymi, związanymi ze sposobem jej użytkowania [MAZUREK, NIEMYSKA-ŁUKASZCZUK, 2003]. Substancje próchniczne, które w glebach mineralnych występują w niewielkich ilościach, ze względu na swój specyficzny charakter odgrywają nierzadko poważną rolę w przebiegu wielu procesów fizycznych, chemicznych i biochemicznych w profilu glebowym [DROZD, 1973; DROZD i in., 2000]. Oddziałują w ten sposób na kształtowanie się

wielu istotnych właściwości gleb, które decydują o ich prawidłowej klasyfikacji przyrodniczej.

Celem badań była charakterystyka składu ilościowego i jakościowego substancji humusowych gleb występujących na obszarze Kotliny Kłodzkiej, na podstawie której można przeprowadzić prawidłową klasyfikację przyrodniczą analizowanych gleb próchnicznych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Na obszarze Kotliny Kłodzkiej występują gleby, które w czasie wykonywania map klasyfikacyjnych i glebowo-rolniczych zostały zaliczone do czarnych ziem. Są one rozmieszczone lokalnie i zajmują niewielkie obszary. Położone są na płaskowyżu (ok. 300 m n.p.m.), na zachodnich granicach miasta Kłodzka, w obrębie miejscowości Zagórze i Leszczyna. W wyniku przeprowadzonych prac terenowych na wybranym obszarze wyznaczono do badań 4 profile glebowe. Profile nr 1, 2 i 3 znajdują w obrębie miejscowości Zagórze, natomiast profil nr 4 – w obrębie miejscowości Leszczyna. Po opisanie ich morfologii pobrano z poziomów genetycznych 20 próbek glebowych, w których wykonano następujące oznaczenia: uziarnienie metodą areometryczną Bouyoucosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego, pH w H_2O i $1 \text{ mol KCl} \cdot \text{dm}^{-3}$, zawartość węgla organicznego (C_{org}) metodą Tiurina, zawartość azotu ogółem (N_{og}) – metodą Kjeldahla za pomocą analizatora firmy Büchi, zawartość CaCO_3 metodą Scheiblera, skład frakcyjny substancji humusowych metodą Tiurina [DZIADOWIEC, GONET 1999]. Stosując tę metodę, wydzielono i oznaczono następujące grupy:

- substancje do roztworu podczas traktowania gleby $0,1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ – frakcja Ia (fulwowa), obejmująca niskocząsteczkowe, silnie ruchliwe połączenia organiczne;
- substancje wydzielone drogą wielokrotnego traktowania gleby $0,1 \text{ mol NaOH} \cdot \text{dm}^{-3}$ – frakcja I, obejmująca połączenia wolne, związane z wapniem i niekrzemianowymi formami R_2O_3 ;
- substancje 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 II, obejmująca związki próchniczne mocniej związane z trwałymi krzemianowymi formami R_2O_3 ;
- substancje wydzielone podczas bezpośredniego traktowania gleby $0,1 \text{ mol NaOH} \cdot \text{dm}^{-3}$ – frakcja III, obejmująca połączenia wolne, związane z niekrzemianowymi formami R_2O_3 , wydzielona w celu określenia ilości kwasów huminowych związanych z wapniem;
- udział kwasów huminowych związanych z wapniem (C_{kh}-Ca), obliczony na podstawie różnicy zawartości C_{kh} frakcji I i C_{kh} frakcji III.
- udział węgla niehydrolizującego (C-niehydrolizujący), obliczony na podstawie różnicy: $100\% - (\text{udział frakcja Ia} + \text{udział frakcja I} + \text{udział frakcja II})$.

Z kwasów huminowych poziomów orno-próchnicznych wyekstrahowanych metodą Tiurina i oczyszczonych według zaleceń metody SCHNITZERA i KAHNA [1972] oraz DZIADOWIEC i GONETA [1999] przygotowano preparaty kwasów huminowych (KH) metodą liofilizacji, w których oznaczono: wartość współczynnika absorpcji $A_4:A_6 - 10$ mg preparatu rozpuszczono w 50 cm^3 $0,1 \text{ mol NaOH} \cdot \text{dm}^{-3}$, skład pierwiastkowy (C, H, N) na autoanalyzerze CHNS EA 1110 firmy CE Instruments, zawartość O obliczono na podstawie różnicy $- 100\% - (C + H + N)$, natomiast współczynnik Żdanowa ze wzoru: $\omega = (2O + 3N-H)/C$ [ŽDANOV, 1965]; wykonano spektrogramy w podczerwieni spektrometrem FTIR Spectrum BX firmy Perkin-Elmer w zakresie liczby falowej $400-4000 \text{ cm}^{-1}$, stosując tabletki 3 mg KH w 800 mg KBr .

Analizowane gleby zostały oznaczone na mapach klasyfikacyjnych i glebowo-rolniczych w skali 1:5000 jako czarne ziemie właściwe (profil 4) i zdegradowane (profile 1, 2 i 3). Zaliczono je do II (profile 2 i 4) i IIIa (profile 1 i 3) klasy bonitacyjnej oraz do kompleksu przydatności rolniczej pszennej bardzo dobrego (profile 1, 2 i 4) i pszennej dobrego (profil 3). Są to gleby całkowite, wytworzone z łu pylastego (tab. 1) [Systematyka..., 1989], w których budowie profilowej wyraźnie zaznacza się dobrze wykształcony poziom próchniczny miąższości $70-85 \text{ cm}$ (A + AC). Przeprowadzone badania wskazują na zachodzący proces przemywania i ługowania tych gleb, o czym świadczy zwiększenie zawartości cząstek $<0,002 \text{ mm}$ w dolnej części poziomu A lub A/C oraz obecność węglanu wapnia jedynie w głębszych poziomach genetycznych niektórych profilów (prof. 2, 3) – tabela 2. Pod tym względem badane gleby są podobne do gleb czarnoziemnych Płaskowyżu Głubczyckiego, mających również cechy odwapnienia w powierzchniowych poziomach genetycznych lub w całym profilu [LICZNAR, 1976; 1985]. Wyraźnie jednak różnią się od czarnych ziem wrocławskich [DROZD i in., 1987; LABAZ, 2007], jak również od czarnych ziem, występujących w innych rejonach Polski [BOREK, 1975; HOFFMANN, KOWALKOWSKI, 1961; MARCINEK, WIŚLAŃSKA 1984], w których CaCO_3 znajduje się we wszystkich poziomach genetycznych. Procesy przemywania i ługowania przyczyniają się do zmniejszenia wartości pH w powierzchniowych poziomach genetycznych i stopniowego ich zwiększania w głębszych poziomach profilów glebowych. Wartości pH w poziomach Ap i A mieszczą się w przedziale $5,42-6,24$, natomiast w poziomach C $5,93-7,29$. Zawartość C_{org} w poziomach orno-próchnicznych badanych gleb kształtuje się w granicach od $15,2$ do $16,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ i jest zdecydowanie mniejsza niż w analogicznych poziomach czarnych ziem wrocławskich [DROZD i in., 1987; LABAZ, 2007]. W głębszych poziomach genetycznych ilość omawianego składnika gwałtownie się zmniejsza. Podobnie rozmieszczony jest w profilu N_{og} . W poziomach Ap zawartość N_{og} wynosi $1,50-1,70 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, natomiast w głębszych poziomach genetycznych stopniowo się zmniejsza. Stosunek C:N w poziomach orno-próchnicznych, próchnicznych i przejściowych jest dość zróżnicowany – $(8,7-11,5):1$.

Tabela 1. Skład granulometryczny badanych czarnych ziem

Table 1. Texture of the studied black earths

Nr profilu Profile no.	Poziom genetyczny ¹⁾ Genetic horizon ¹⁾	Miaższość poziomu Thickness cm	Udział frakcji, % Percent of fraction										Grupa granulometryczna ¹⁾ Soil texture ¹⁾
			< 1 mm	1,0-0,5 mm	0,5-0,25 mm	0,25-0,10 mm	0,1-0,05 mm	0,05-0,02 mm	0,02-0,006 mm	0,006-0,002 mm	< 0,002 mm		
1	Ap	0-30	4	1	2	3	8	28	28	9	21	ip	
	Aa	30-50	3	1	1	2	3	36	25	13	19	ip	
	Aa/C	50-70	1	1	1	1	8	30	27	9	23	ip	
	C1g	70-105	1	1	1	1	8	33	26	8	22	ip	
	C2g	>105	0	1	1	1	7	34	27	7	22	ip	
2	Ap	0-35	1	1	2	3	1	41	23	13	16	ip	
	Aa	35-60	3	1	1	2	7	28	31	8	22	ip	
	AaC	60-82	3	1	1	2	4	35	26	9	22	ip	
	C1g	82-105	1	1	1	1	6	33	29	8	21	ip	
	C2g	>105	1	1	1	1	8	30	29	8	22	ip	
3	Ap	0-30	1	1	2	2	7	29	29	11	19	ip	
	Aa	30-55	2	1	1	2	6	27	27	12	24	ip	
	AaC	55-85	1	1	1	2	6	33	25	10	2	ip	
	C	85-110	4	1	1	1	7	30	29	9	22	ip	
	Ccag	>110	1	1	1	1	9	32	27	10	19	ip	
4	Ap	0-30	1	1	1	2	10	32	23	12	19	ip	
	Aa	30-47	1	1	1	2	8	29	25	10	24	ip	
	AaC	47-73	0	1	1	2	5	32	23	10	26	ip	
	C1	73-105	0	1	1	2	8	35	23	8	22	ip	
	C2	>105	0	1	2	2	9	34	22	8	22	ip	

¹⁾ Poziomy genetyczne oraz grupy granulometryczne oznaczone wg podziału zaproponowanego przez PTG [Systematyka..., 1989].

¹⁾ Genetic horizon and soil texture determined according to PTG [Systematyka..., 1989].

Tabela 2. Wybrane właściwości badanych czarnych ziem**Table 2.** Some properties of studied black earths

Nr profilu Profile no.	Poziom genetyczny ¹⁾ Genetic horizon ¹⁾	pH _{KCl}	Zawartość, g·kg ⁻¹ Content, g·kg ⁻¹			C:N
			CaCO ₃	C _{org.}	N _{og.} N _{tot.}	
1	Ap	6,03	0	15,20	1,60	9,4
	Aa	5,85	0	9,10	1,10	8,7
	Aa/C	5,95	0	4,50	0,40	10,7
	C1g	6,28	0	n.o.	n.o.	n.o.
	C2g	6,28	0	n.o.	n.o.	n.o.
2	Ap	6,24	0	16,00	1,50	10,4
	Aa	6,18	0	10,60	1,20	8,9
	AaC	6,30	0	5,00	0,50	10,6
	C1g	6,68	0	n.o.	n.o.	n.o.
	C2g	7,21	0,41	n.o.	n.o.	n.o.
3	Ap	6,12	0	16,60	1,70	9,9
	Aa	5,71	0	12,30	1,10	11,0
	AaC	5,90	0	3,40	0,40	9,2
	C	6,54	0	n.o.	n.o.	n.o.
	Ccag	7,29	4,98	n.o.	n.o.	n.o.
4	Ap	5,89	0	15,30	1,70	9,1
	Aa	5,42	0	10,50	0,90	11,5
	AaC	5,60	0	4,00	0,40	9,5
	C1	5,93	0	n.o.	n.o.	n.o.
	C2	6,00	0	n.o.	n.o.	n.o.

¹⁾ Jak pod tabelą 1. ¹⁾ As in Tab. 1.

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

W składzie frakcyjnym substancji humusowych badanych gleb, w poziomach Ap i Aa połączenia niskocząsteczkowe (frakcja Ia) stanowią niewielką część, mieszczą się w przedziale od 3,9 do 5,9% C_{org.}, podobnie jak (3,3–4,6% C_{org.}) w czarnoziemach Płaskowyżu Głubczyckiego [LICZJAR, DROZD, LICZJAR, 1993] (tab. 3). Największy udział mają związki humusowe frakcji I – 40,1–50,7% C_{org.}. W tej frakcji dominują kwasy huminowe związane z Ca (78,6–96,6% C_{kh} – Ca), mają zdolność do stabilizowania próchnicy i decydują o wytworzeniu poziomów próchnicznych dużej miąższości. Kierunek procesu humifikacji, określony na podstawie stosunku C_{kh}:C_{kf} wskazuje na przewagę kwasów huminowych nad fulwowymi (1,1–1,6):1. Profilowe rozmieszczenie kwasów huminowych związanych z Ca, jest podobne jak w czarnoziemach Płaskowyżu Głubczyckiego [LICZJAR, 1976; 1985] i wskazuje wyraźnie na większą akumulację tego typu połączeń w po-

Tabela 3. Skład frakcyjny próchnicy w badanych glebach
Table 3. Fractional composition of humus in studied soils

Nr profilu Profile no.	Poziom genetyczny ¹⁾ Genetic horizon ¹⁾	Zawartość C _{org.} Content g·kg ⁻¹	Frakcja Ia Fraction Ia			Frakcja I Fraction I			Frakcja II Fraction II			C-niehydrol. C-non extract.	Udział Ckh-Ca Percentage share Cha-Ca
			C-wydz. C-extract.	Ckh Cha	Ckf Cfa	C-wydz. C-extract.	Ckh Cha	Ckf Cfa	C-wydz. C-extract.	Ckh Cha	Ckf Cfa		
1	Ap A	15,2 9,1	3,9	27,0	23,7	50,7	27,0	23,7	5,3	3,2	2,1	40,1	89,3
			5,7	24,7	20,3	45,1	24,7	20,3	5,7	4,1	1,6	2,6	43,5
2	Ap A	16,0 10,6	5,9	26,9	21,9	48,8	26,9	21,9	5,3	3,3	2,0	40,0	87,7
			4,2	30,2	18,4	48,6	30,2	18,4	4,4	3,5	0,9	3,9	42,8
3	Ap A	16,6 12,3	4,6	24,4	15,7	40,1	24,4	15,7	5,0	3,6	1,4	50,3	79,5
			5,3	26,8	19,1	45,9	26,8	19,1	5,0	3,4	1,6	2,1	43,8
4	Ap A	15,3 10,5	4,3	23,2	19,6	42,8	23,2	19,6	5,0	3,4	1,6	47,9	78,6
			5,2	24,8	20,5	45,2	24,8	20,5	5,1	3,2	1,9	1,7	44,5

Objaśnienia: Ckh – kwasy huminowe, CKf – kwasy fulwowe, Ckh-Ca – kwasy huminowe związane z wapniem.
 Explanations: Ckh – humic acids, CKf – fulvic acids, Ckh-Ca – humic acids bounded with Ca.

ziomie próchnicznym A niż w orno-próchnicznym. Udział frakcji II, związanej z połączeniami krzemianowymi, jest znacznie mniejszy. W tej frakcji kwasy huminowe dominują nad fulwowymi wyraźniej niż we frakcji I. Wskazuje na to stosunek C_{kh}:C_{kf} w tej frakcji, mieszczący się w granicach (1,5–4,0):1. Udział C-niehydrolizującego wynosi od 39,9 do 50,3% C_{org.}.

Jedną z podstawowych właściwości fizykochemicznych, informującej o budowie wewnętrznej kwasów huminowych, jest gęstość optyczna. Jak podaje KONONOWA [1968], gęstość optyczna substancji próchnicowych zależy od stosunku węgla w jądrze aromatycznym do węgla w rodnikach bocznych. Autorka ta podaje, że „młodsze” pod względem chemicznym kwasy huminowe odznaczają się mniejszą gęstością optyczną w porównaniu z kwasami „dojrzałymi”. Wynika to z dużej kondensacji jądra aromatycznego w „dojrzałych” kwasach huminowych, natomiast w kwasach „młodszych” – z przewagi łańcuchów bocznych. Zmiany gęstości optycznej roztworów humianów sodu, uzyskanych z poziomów Ap zostały wyrażone wartościami absorbancji przy długościach fal 464 nm i 664 nm oraz stosunku absorbancji A₄₆₄:A₆₆₄ (A_{4/6}) (tab. 4). Przyjmuje się, że wartość A₄₆₄ określa absorbancję substancji w początkowym stadium humifikacji, a A₆₆₄ – substancji o wysokim stopniu humifikacji [GONET, DĘBSKA, 1993; KONDRATOWICZ-MACIEJEWSKA, GONET, 1997]. Obliczona wartość stosunków absorbancji A_{4/6} w badanych roztworach jest mało zróżnicowana (3,24–3,59):1 i bardzo zbliżona do stwierdzonych w czarnych ziemiach wrocławskich oraz w glebach czarnoziemnych Płaskowyżu Głubczyckiego [LICZNAR, 1985].

Tabela 4. Właściwości optyczne preparatów huminowych na poziomach Ap

Table 4. Optical properties of humic acid preparation in Ap horizon

Nr profilu Profile no	Absorbancja przy długości fal		A _{4/6}
	465 nm	Absorbance at 665 nm	
1	1,184	0,365	3,24
2	2,631	0,783	3,36
3	1,580	0,440	3,59
4	1,756	0,506	3,47

Skład pierwiastkowy kwasów huminowych jest ściśle uzależniony od zmieniających się warunków siedliska, w którym zachodzi proces humifikacji [DROZD, 1973; DZIADOWIEC, 1993; GONET, 1989; KONDRATOWICZ-MAJEWSKA, GONET, 1997; KONONOWA, 1968; ORLOV, 1990; SCHNITZER, KAHN, 1972; STEVENSON, 1982]. Powszechnie przyjmuje się, że jest to jedna z podstawowych cech substancji humusowych, którą wykorzystuje się do identyfikacji oraz wnioskowania o ich budowie.

Na podstawie analizy elementarnej stwierdzono, że kwasy huminowe badanych gleb zawierają mniej węgla (36,93–37,91% C) i więcej tlenu (21,23–23,41% O) niż

czarnoziemy Płaskowyżu Głubczyckiego. Różnice te są jeszcze większe w stosunku do czarnych ziem wrocławskich (tab. 5). Zawartości azotu (2,34–2,66% N) są porównywalne z stwierdzonymi w czarnoziemach Płaskowyżu Głubczyckiego, natomiast wyraźnie większe niż w stosunku czarnych ziemiach wrocławskich. Zawartość wodoru (36,87–39,11% H) kształtuje się na bardzo zbliżonym poziomie w porównywanych glebach.

Tabela 5. Skład pierwiastkowy kwasów huminowych poziomów Ap

Table 5. Elemental composition of humic acids in Ap horizon (in atomic percentage)

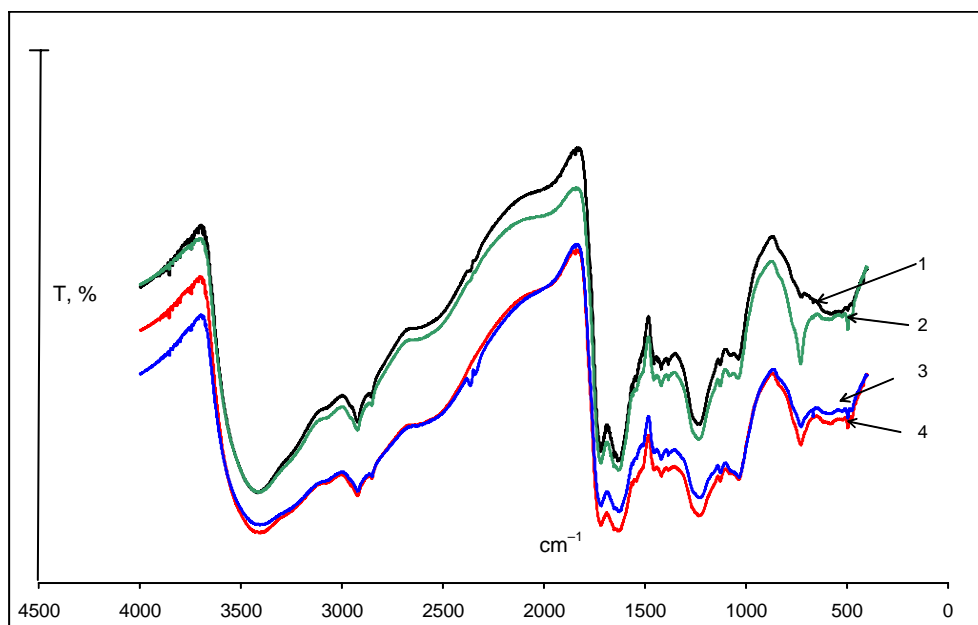
Nr profilu Profile no.	Popiół Ash %	C	H	N	O	H:C	N:C	C:N	O:C	O:H	ω
		% atomowe w stosunku do bezpopielnej substancji atomic percentage in ash-free substance									
1	2,42	37,91	36,87	2,41	22,81	0,97	0,06	15,73	0,60	0,62	0,42
2	5,28	37,78	38,33	2,66	21,23	1,01	0,07	14,20	0,56	0,55	0,32
3	5,10	37,01	37,08	2,50	23,41	1,00	0,07	14,80	0,63	0,63	0,47
4	5,67	36,93	39,11	2,34	21,62	1,06	0,06	15,78	0,59	0,55	0,30

Objaśnienia: $\omega = (2O + 3N - H) : C$. Explanations: $\omega = (2O + 3N - H) : C$.

Na podstawie wartości stosunków atomowych H:C i O:C można w przybliżeniu ocenić „aromatyczność” i stopień skondensowania pierścieni aromatycznych w cząsteczkach kwasów huminowych [GONET, 1989]. Powszechnie przyjmuje się, że wartości stosunków H:C, mieszczące się w przedziale 0,7–1,5, odpowiadają układom aromatycznym sprzężonym z alifatycznym łańcuchem, zawierającym do 10 atomów węgla. Obliczone na podstawie składu elementarnego stosunki H:C w przedziale od 0,97:1 do 1,06:1 są wyraźnie wyższe w porównaniu z notowanymi w czarnych ziemiach właściwych, zbrunatniałych i wylugowanych, występujących w rejonie Wrocławia, natomiast nieco niższe niż w czarnych ziemiach zdegradowanych tego terenu. Wartość H:C jest odwrotnie proporcjonalna do aromatyczności związków organicznych, w związku z czym można wnioskować, że gleby występujące w rejonie Kłodzka charakteryzują się większym udziałem struktur alifatycznych w porównaniu z czarnymi ziemiami wrocławskimi i bardziej przypominają czarnoziemy Płaskowyżu Głubczyckiego. Potwierdzają to również uzyskane wartości współczynnika utlenienia wewnętrznego ω , wskazujące na wyraźnie wyższy stopień utlenienia kwasów huminowych w glebach kłodzkich niż w czarnych ziemiach wrocławskich.

Analiza widm w podczerwieni wskazuje na dość zbliżoną budowę kwasów huminowych czarnych ziem rejonu Kłodzka i czarnoziemów Płaskowyżu Głubczyckiego, jak również czarnych ziem wrocławskich, szczególnie podtypów zbrunatniałych i wylugowanych. W analizowanych widmach kwasów huminowych ujawniło się szerokie pasmo absorpcji w zakresie liczb faliowych 3 100–3 600

cm^{-1} , odpowiadające między innymi drganiom rozciągającym grup $-\text{OH}$ (rys. 2), oraz pasmo absorpcyjne w zakresie liczb falowych $2\,920\text{--}2\,960\ \text{cm}^{-1}$ oraz $2\,850\ \text{cm}^{-1}$, charakterystyczne dla drgań grup $-\text{CH}_3$ i $=\text{CH}_2$ połączeń alifatycznych. Na tej podstawie można wnioskować o wyraźnym udziale struktur alifatycznych w budowie kwasów huminowych gleb kłodzkich [LICZNAR, 1985]. W kwasach huminowych badanych gleb zaznaczyła się również silna absorpcja w zakresie liczb falowych $1710\text{--}1730\ \text{cm}^{-1}$, która wskazuje na obecność wiązań $\text{C}=\text{O}$ w grupach karboksylowych i ketonach oraz świadczy o dość dużej dojrzałości kwasów huminowych badanych gleb, porównywalnej z dojrzałością czarnych ziem wrocławskich oraz czarnoziemów Płaskowyżu Głubczyckiego. W interpretacji budowy kwasów huminowych ważny jest również fragment widma w zakresie liczb falowych $1\,600\text{--}1\,660\ \text{cm}^{-1}$, związany między innymi z obecnością drgań rozciągających $\text{C}=\text{C}$ w pierścieniu aromatycznym oraz drgań wiązań $\text{C}=\text{N}$, które w badanych glebach ujawniły się na poziomie porównywalnym z występującym w czarnoziemach głubczyckich oraz czarnych ziemiach zbrunatniałych i wylugowanych okolic Wrocławia. Słabo zaznaczona strefa absorbancji w zakresie liczb falowych $1\,400\ \text{cm}^{-1}$ świadczy o obecności w badanych kwasach huminowych wiązań $\text{C}-\text{H}$ w grupach metylowych oraz grup karboksylowych w postaci anionu COO^- . We wszystkich badanych preparatach obserwuje się dobrze zaznaczoną absorbancję w zakresie liczb falowych $1\,230\ \text{cm}^{-1}$, świadczącą o obecności w nich wiązań $\text{C}-\text{O}$, charakte-



Rys. 2. Widma w podczerwieni kwasów huminowych poziomów Ap (1–4 – numery profili)

Fig. 2. IR spectra of humic acids Ap horizon (1–4 – numbers of profiles)

rystycznych dla fenoli. W interpretacji budowy kwasów huminowych istotny jest wzajemny układ stref absorpcji przy liczbie falowej 1720 cm^{-1} i 1630 cm^{-1} , który zależy od warunków przebiegu procesów humifikacji. Porównując te fragmenty widma można stwierdzić, że kwasy huminowe badanych gleb kłodzkich są bardziej zbliżone do występujących w czarnoziemach głubczyckich niż w czarnych ziemiach wrocławskich. Może to świadczyć o podobnych warunkach przebiegu procesu humifikacji, a tym samym zbliżonym poziomie „dojrzałości” kwasów huminowych w glebach okolic Kłodzka i czarnoziemach Płaskowyżu Głubczyckiego.

Badane gleby są położone na lokalnym płaskowyżu, wyraźnie otoczonym dolinami. Substratem macierzystym tych gleb są utwory pyłowe lessowate, pozbawione wody gruntowej w profilu glebowym. Takie warunki nie mogły sprzyjać procesom bagiennym i powstawaniu gleb bagiennych, z których na drodze ewolucji wytworzyły się czarne ziemie. Zwięzła budowa tych utworów mogła natomiast sprzyjać dużej retencji wody w poziomach powierzchniowych. Potwierdzają to występujące współcześnie formy oglejenia odgórnego w poziomach AC lub C. Obszar występowania badanych gleb znajduje się w strefie większych opadów ($599\text{ mm}\cdot\text{rok}^{-1}$), co w połączeniu z większą zasobnością skał macierzystych w wapń może stworzyć korzystne warunki do przebiegu procesu humifikacji. Kierunek transformacji materii organicznej w tych glebach sprzyja wytworzeniu się związków próchnicznych, których właściwości są bardzo zbliżone do połączeń charakteryzujących czarnoziemy spotykane na obszarze Płaskowyżu Głubczyckiego [LICZNAR, 1976]. Analizowane gleby mogą tworzyć najdalej na zachód wysunięte obrzeża większego kompleksu, występującego w rejonie Raciborza, Głubczyc i Prudnika. Łączą je między innymi zbliżone warunki klimatyczne, geologiczne i fizjograficzne. Dokładniejsze określenie ich genezy i właściwości powinno być przedmiotem dalszych badań gleboznawczych.

WNIOSKI

1. Gleby występujące w rejonie Kłodzka, aktualnie klasyfikowane jako czarne ziemie, charakteryzują się niezbyt dużą zawartością węgla organicznego, odczynem lekko kwaśnym i kwaśnym oraz odwapnieniem, które wskazuje na zachodzący w nich proces ługowania.

2. Znaczny udział kwasów huminowych i ich form związanych z wapniem przyczynia się do stabilizacji materii organicznej w poziomach próchnicznych o dużej miąższości.

3. Widma w podczerwieni i skład elementarny wskazują na duży udział i wysoki stopień „dojrzałości” drobin kwasów huminowych, bardzo zbliżony do występujących w glebach czarnoziemnych Płaskowyżu Głubczyckiego.

4. Kwasy huminowe czarnych ziem z rejonu Kłodzka wykazują duże podobieństwo do czarnoziemów z niektórych obszarów Polski. Wskazuje na to kierunek

transformacji materii organicznej, na podstawie którego należy przypuszczać, że badane gleby mogą stanowić najdalej na zachód wysunięte obrzeża większego kompleksu gleb z rejonu Raciborza, Głubczyc i Prudnika.

LITERATURA

- BOREK S., 1975. Kierunki zmian właściwości czarnych ziem błońsko-sochaczewskich po drenowaniu. *Roczniki Gleboznawcze* t. 26 z. 1 s. 101–140.
- DROZD J., 1973. Związki próchniczne niektórych gleb na tle ich fizykochemicznych właściwości. *Roczniki Gleboznawcze* t. 24 z. 1 s. 3–55.
- DROZD J., KOWALINSKI S., LICZNAR M., LICZNAR E., 1987. Mikromorfologiczna interpretacja procesów fizykochemicznych w glebach pobagiennych. *Roczniki Gleboznawcze* t. 38 z. 3 s. 121–137.
- DROZD J., JEZERSKI J., LICZNAR M., LICZNAR S., 2000. IR spectra and analysis of humic acids isolated from municipal composts in different stages of maturity. *Humic substances in the environment. An International Journal* 2 s. 11–15.
- DZIADOWIEC H., 1993. Ekologiczna rola próchnicy glebowej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* z. 411 s. 269–282.
- DZIADOWIEC H., GONET S., 1999. Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. Warszawa: Prace Komisji Nauk PTG nr 120 ss. 66.
- GONET S., 1989. Właściwości kwasów huminowych gleb o zróżnicowanym nawożeniu. *Rozprawy* 33. Bydgoszcz: ATR ss. 55.
- GONET S., DĘBSKA B., 1993. Charakterystyka kwasów huminowych powstałych w procesie rozkładu resztek roślinnych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* z. 411 s. 241–247.
- HOFFMAN M., KOWALKOWSKI A., 1961. Czarne ziemie obniżonych terenów Niziny Pyrzyckiej. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Nauk Leśnych PTPN* 10 1/1 s. 5–35.
- KONDRATOWICZ-MACIEJEWSKA K., GONET S., 1997. Charakterystyka preparatów humusowych powstałych z oxhumolitów. *Humic Substances in the Environment* 1 s. 135–140.
- KONONOWA M., 1968. *Substancje organiczne gleb*. Warszawa: PWRiL ss. 390.
- LICZNAR M., 1976. Właściwości i geneza niektórych gleb czarnoziemnych Płaskowyżu Głubczyckiego. *Roczniki Gleboznawcze* t. 27 z. 4 s. 107–148.
- LICZNAR M., 1985. Właściwości gleb i kierunki ich ewolucji na terenach erodowanych Płaskowyżu Głubczyckiego. *Roczniki AR Wrocław* ss. 79.
- LICZNAR M., DROZD J., LICZNAR E., 1993. Skład ilościowy i jakościowy związków próchnicznych gleb deluwialnych płaskowyżu głubczyckiego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* z. 411 s. 139–148.
- ŁABAZ B., 2007. Skład frakcyjny próchnicy czarnych ziem okolic Wrocławia. *Roczniki Gleboznawcze* t. 58 z. 1/2 s. 69–83.
- MARCINEK J., WIŚLAŃSKA A., 1984. Asocjacje czarnych ziem i gleb płowych falistej moreny dennej Równiny Kościańskiej. *Roczniki AR Poznań* s. 65–80.
- ORLOV D.S., 1990. *Humus acids of soils and general humification theory*. Moscow: MGU ss. 326.
- MAZUREK R., NIEMYSKA-ŁUKASZUK J., 2003. Zawartość i skład frakcyjny różnie użytkowanych czarnych ziem Płaskowyżu Proszowickiego i Wyżyny Miechowskiej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* z. 493 s. 693–666.
- SCHNITZER M., KAHN S.U., 1972. *Humic substances in the environment*. New York: Marcel Dekker ss. 327.
- STEVENSON F.J., 1982. *Humus chemistry. Genesis, composition, reactions*. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore: J. Wiley & Sons ss. 241.
- Systematyka gleb Polski, 1989. *Roczniki Gleboznawcze* t. 40 z. 3–4 ss. 150.

ŽDANOV J. A., 1965. Srednjaja stepen' okislenija ugleroda i nezamenimost' aminokislot. Biochimija 30 s. 1257–1259.

Beata LABAZ

PROPERTIES OF HUMIC ACIDS IN PHAEOZEMS OF THE KŁODZKO DISTRICT

Key words: elemental composition, humic acids, IR spectra, optical properties, physico-chemical properties

S u m m a r y

This publication describes physico-chemical properties and the qualitative and quantitative composition of humus from Phaeozems in the Kłodzko district. Physiographic conditions of the area seemed to exclude a possibility of bog-forming processes which determine the black earth development. Based on performed studies one may conclude that the studied soils showed many features common with the soils of the Głubczycki Plateau. Quantitative analysis of fractional composition of humic compounds and physico-chemical properties of humic acids confirmed this conclusion.

Recenzenci:

prof. dr hab. Jan Gliński

doc. dr hab. Zygmunt Miatkowski

Praca wpłynęła do Redakcji 21.10.2009 r.