

BEATA ŁABAZ

SKŁAD FRAKCYJNY PRÓCHNICY CZARNYCH ZIEM OKOLIC WROCŁAWIA*

FRACTIONAL COMPOSITION OF HUMUS IN BLACK EARTHS IN WROCŁAW DISTRICT

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Abstract: The aim of the research is characteristics of the humic substances of the Wrocław black earths on the base of their physico-chemical and chemical properties. Samples from 8 profiles of the arable soils were analyzed. 5 additional samples were taken from the Ap horizon in the neighborhood of the profiles to the statistical verification of the results. The emphasis was put on the chemical properties of the humic acids from the Ap horizon. On the base of the results, significant correlation between soil properties and fractional composition of humus was found. The fractional composition of humus can be criterion during describing subtypes of the black earths.

Słowa kluczowe: czarne ziemie, właściwości fizykochemiczne i chemiczne, skład frakcyjny związków próchnicznych, kwasy humusowe.

Key words: black earths, physico-chemical and chemical properties, fractional composition of humus, humic acids.

WSTĘP

W pokrywie glebowej Polski na szczególną uwagę zasługują czarne ziemie należące do gleb o dużej potencjalnej żyzności i urodzajności. Powstanie czarnych ziem wiąże się z akumulacją materii organicznej w warunkach dużej wilgotności w mineralnych utworach glebowych, zasobnych w węglan wapnia i części ilaste [Systematyka gleb

*Niniejsza praca przedstawia wybrane zagadnienia z rozprawy doktorskiej pt.: "Związki próchniczne czarnych ziem wrocławskich na tle ich właściwości" wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. S. E. Licznar z AR we Wrocławiu w ramach Projektu Badawczego nr 3PO6 R 02423 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych. Recenzentami pracy byli prof. dr hab. J. Drozd z AR we Wrocławiu i prof. dr hab. M. Flis-Bujak z AR z Lublina.

Polski 1989]. W czarnych ziemiach zróżnicowane warunki wilgotnościowe wpływają na intensywność mineralizacji i humifikacji materii organicznej, a efekt tych dynamicznych procesów wyraża się ilością i jakością kumulowanej materii organicznej [Drozd i in. 1987]. Substancje próchniczne, które występują w glebach mineralnych w niewielkich ilościach, ze względu na swój specyficzny charakter odgrywają poważną rolę w przebiegu procesów fizycznych, chemicznych i biochemicznych zachodzących w profilu glebowym [Drozd 1973; Drozd i in. 2000].

W literaturze gleboznawczej spotyka się wiele opracowań dotyczących składu frakcyjnego związków próchnicznych czarnych ziem występujących w różnych rejonach Polski [Hoffmann, Kowalkowski 1967; Kuźnicki, Skłodowski 1968; Kowaliński i in. 1973; Gonet 1989a i b]. Natomiast w czarnych ziemiach wrocławskich, terenach intensywnej gospodarki rolniczej Polski południowo-zachodniej, związki próchniczne nie były przedmiotem szerszej prowadzonych badań. Jedyne sporadycznie w literaturze spotyka się analizowane pojedyncze profile tych gleb [Kowaliński 1969; Kollender-Szych 1973; Wilk, Nowak 1977]. Dlatego też celem pracy było wykonanie badań związków próchnicznych czarnych ziem wrocławskich w powiązaniu z właściwościami fizykochemicznymi i chemicznymi analizowanych gleb.

MATERIAŁY I METODY

Przedmiotem badań były czarne ziemie wrocławskie zlokalizowane na nizinym wododziale rzek Ślęzy i Oławy użytkowane jako grunty orne. Do badań pobrano próbki z profili glebowych reprezentujących podtypy czarnych ziem: właściwych, zbrunatniałych, wylugowanych i zdegradowanych, które zgodnie z klasyfikacją FAO-WRB 1998 odpowiadają jednostkom systematycznym, takim jak: Chernozems i Phaeozems. Dodatkowo z poziomów orno-próchnicznych pobrano po 5 próbek w sąsiedztwie każdego z profili w celu opracowania statystycznego wyników badań. W zebranych materiale glebowym oznaczono: uziarnienie – metodą areometryczną Bouyoucosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego, pH – w H_2O i $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{KCl}$, kwasowość hydrolityczną (Hh) w $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ – metodą Kappena, zawartość kationów wymiennych o charakterze zasadowym (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+) w $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{CH}_3\text{COONH}_4$ – metodą Pallmanna, zawartość węgla organicznego (Corg) – metodą Tiurina, zawartość azotu ogółem (Nog) – metodą Kjeldahla na analizatorze firmy Büchi, zawartość CaCO_3 – metodą Scheiblera, zawartość S ogółem (Sog) – metodą spektrometrii NDIR na analizatorze CS Mat 5500, skład frakcyjny związków próchnicznych – metodą Tiurina [Dziadowiec, Gonet 1999]. Metodą tą wydzielono i oznaczono następujące grupy substancji humusowych:

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

- substancje próchniczne wydzielone podczas przemiennego traktowania gleby $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ H}_2\text{SO}_4$ i $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ NaOH}$ – frakcja II obejmująca związki próchniczne mocniej związane z trwałymi krzemianowymi formami R_2O_3 ,
- substancje próchniczne wydzielone podczas bezpośredniego traktowania gleby $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ NaOH}$ – frakcja III obejmująca związki próchniczne związane z niekrzemianowymi formami R_2O_3 ,
- kwasy huminowe związane z wapniem (Ckh-Ca) wyliczone z różnicy zawartości Ckh frakcji I i Ckh frakcji III.

Zależności między badanymi cechami określono za pomocą współczynników korelacji wykorzystując program statystyczny STATISTICA.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Analizowane profile czarnych ziem wrocławskich były to profile gleb niecałkowitych, średnio głębokich i głębokich, o niejednorodnym składzie granulometrycznym (tab. 1). Podobnie jak czarne ziemie innych rejonów kraju [Hoffman, Kowalkowski 1961; Klimowicz 1980; Cierniewski 1986; Chojnicki 1994], gleby te charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem uziarnienia od piasków luźnych i gliniastych przez gliny lekkie, średnie i ciężkie do ilów. Pod względem kategorii ciężkości, podtypy właściwe i zbrunatniałe reprezentowały gleby ciężkie, natomiast podtypy wyługowane i zdegradowane – gleby średnie i lekkie.

Badane gleby charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem odczynu (tab. 2). Wartości pH w KCl oznaczone w poziomie Ap wahały się w zakresie 4,27–7,39, co wskazywało, że poziomy orno-próchniczne miały odczyn od kwaśnego do zasadowego. Wartości pH zwiększały się wraz z głębokością w profilach glebowych. Zasadowy odczyn w niektórych profilach badanych gleb uwarunkowany był obecnością węgla wapnia. Poziomy orno-próchniczne czarnych ziem charakteryzowały się znaczną zawartością Corg ($8,1\text{--}23,7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), która zmniejszała się wraz z głębokością. Porównując zawartość Corg w poziomach Ap należy stwierdzić, że czarne ziemie zdegradowane zawierają mniej próchnicy niż pozostałe podtypy czarnych ziem. Niską zawartość Corg w czarnych ziemiach zdegradowanych tłumaczyć można odmiennymi warunkami hydrologicznymi, a także przyspieszoną mineralizacją materii organicznej w porównaniu z pozostałymi podtypami [Klimowicz 1980]. Zawartość Nog w poziomach Ap i Aa wahała się w zakresie $0,60\text{--}2,50 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, natomiast wartość stosunku C/N kształtowała się w granicach 9,2–14,2. Z zawartością Corg korelowała zawartość Sog, która przyjmowała wartości z zakresu $0,50\text{--}1,20 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ i nieznacznie zmniejszała się lub utrzymywała na tym samym poziomie w głębszych poziomach profilu glebowego.

Kompleks sorpcyjny czarnych ziem wrocławskich był w dużym stopniu wysycony kationami zasadowymi, wśród których dominował wapń. Znaczny udział kationów wymiennych o charakterze zasadowym w kompleksie sorpcyjnym badanych gleb potwierdzają wcześniejsze badania Kowalińskiego [1979] oraz Drozda i innych [1995]. Kwasowość hydrolityczna mieściła się w zakresie $0,1\text{--}4,8 \text{ cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 3), a jej wartość obniżała się w głąb profilu, co uwarunkowane było obecnością węgla wapnia (tab. 3). Obserwowano wzrost wartości kwasowości hydrolitycznej w poziomach Ap

TABELA 1. Uziarnienie czarnych ziem – TABLE 1. Texture of the black earths

Nr profilu Prifil No	Poziom Horizon	Głębokość Depth [cm]	Procentowy udział frakcji o średnicy w mm Percent of fraction with diameter in mm									Grupa granulometryczna Soil texture	
			>1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	<0,002	PTG*	PN-R-04033**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Czarne ziemie właściwe – Calcic Chernozems***													
1	Ap	0–25	0	3	3	2	10	23	28	11	20	ip	pi
	Aa	25–43	0	2	2	1	7	24	26	15	23	ip	pi
	Aa/Cca	43–65	0	1	2	2	9	31	31	8	16	ip	pi
	Cca	>65	0	0	1	1	9	31	33	9	16	ip	pi
Czarne ziemie właściwe – Pachi-Gleyic Phaeozems***													
2	Ap	0–30	0	0	0	1	3	19	22	13	42	il	ipł
	Aa	30–90	0	0	1	0	5	17	14	14	49	il	ipł
	Aa/Cgg	90–110	0	0	1	1	4	11	15	11	57	il	i
	Cgg	>110	0	0	0	0	3	12	12	11	62	il	ic
Czarne ziemie zbrunatniałe – Calcic-Gleyic Chernozems***													
3	Ap	0–30	0	1	2	6	6	28	27	9	21	ip	pi
	Aa	30–40	0	1	3	16	6	25	17	10	20	gsp	gpł
	Aa/Bbr	40–55	6	5	9	12	9	21	18	8	18	gsp	gpł
	Bbrca	55–83	2	8	12	28	9	10	9	10	14	gl	gl
	Ccagg	>83	2	3	8	36	12	8	9	10	14	gl	gl
Czarne ziemie zbrunatniałe – Gleyic Chernozems***													
4	Ap	0–25	0	1	2	8	14	21	27	10	17	gcp	gpł
	Aa	25–40	0	0	1	10	17	18	28	5	21	gcp	gpł
	Aa/Bbr	40–55	0	0	0	2	3	33	29	8	25	ip	pi
	Bbrgg	55–80	0	0	1	8	5	22	27	7	30	ip	gpł
	Cgg	>85	0	0	0	0	6	25	35	9	25	ip	pi

TABELA 1. cd. – TABLE 1. continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Czarne ziemie wyługowane – Pachic Phaeozems***													
5	Ap	0–30	9	23	11	18	3	10	14	5	16	gl	g
	Aa	30–70	5	32	15	23	2	4	10	5	9	gl	gp
	Aa/C	70–90	17	45	14	16	3	4	8	3	7	pgm	pg
	CI	90–110	29	50	20	17	2	3	3	4	1	ps	p
	CII	>110	0	8	12	61	16	0	1	1	1	pl	p
Czarne ziemie wyługowane – Pachic Phaeozems***													
6	Ap	0–30	1	7	14	11	6	21	19	11	11	gsp	pfp
	Aa	30–60	0	8	14	7	7	21	20	10	13	gsp	pfp
	AaC	60–85	10	11	20	20	7	16	12	4	10	gl	gl
	C	>85	10	2	45	47	3	2	0	0	1	gl	p
Czarne ziemie zdegradowane – Haplic Phaeozems***													
7	Ap	0–40	5	19	36	21	4	7	7	4	2	pgl	ps
	AaBbr	40–80	0	2	30	63	2	0	1	1	1	pl	p
	Bbr	80–110	0	3	18	65	10	0	0	2	2	pl	p
	C	>110	0	1	7	78	8	0	0	2	3	pl	p
Czarne ziemie zdegradowane – Haplic Phaeozems***													
8	Ap	0–30	5	19	36	19	6	8	7	5	0	pgl	pg
	Aa	30–55	2	8	22	27	8	11	9	5	10	gl	gp
	AaBbr	55–75	1	5	19	34	12	12	6	5	7	pgm	gp
	CI	75–110	0	2	7	25	14	20	10	5	17	gfp	g
	CII	>110	0	11	39	40	3	1	1	0	5	ps	ps

* – grupy granulometryczne oznaczone wg podziału zaproponowanego przez PTG;

** – grupy granulometryczne oznaczone wg normy PN-R-04033 [1998]

*** – Klasyfikacja gleb wg normy FAO-WRB [2006]

TABELA 2. Wybrane właściwości badanych czarnych ziem

TABLE 2. Some properties of investigated black earths

Nr profilu Profile No	Poziom Horizon	pH		CaCO ₃	Corg	Nog N total	Sog S total	C:N
		H ₂ O	KCl					
Czarne ziemie właściwe – Calcic Chernozems***								
1	Ap	7,97–8,10	7,36–7,39	52–56	22,9–23,7	2,40–2,50	0,60–0,75	9,2–9,6
	Aa	8,21	7,63	54*	23,3*	2,48*	0,70*	9,4*
	Aa/Cca	8,30	7,67	22	5,3	0,80	0,80	6,6
	Cca	8,24	7,72	14	1,2	n.o.	0,70	n.o.
				16	1,0	n.o.	0,80	n.o.
Czarne ziemie właściwe – Pachic-Gleyic Phaeozems***								
2	Ap	7,70–7,83	7,06–7,17	4–7	18,8–19,6	2,00–2,10	0,70–0,85	9,3–9,6
	Aa	7,94	6,89	6*	19,0*	2,02*	0,80*	9,4*
	Aa/Cgg	7,88	7,01	3	17,1	2,00	0,90	8,8
	Cgg	7,89	7,00	3	2,7	n.o.	0,80	n.o.
				3	2,3	n.o.	0,80	n.o.
Czarne ziemie zbrunatniałe – Calcic-Gleyic Chernozems***								
3	Ap	7,59–7,70	7,12–7,25	16–20	18,1–19,1	1,80–1,90	0,6	9,5–10,4
	Aa	7,95	7,35	19*	18,6*	1,85*	0,60*	10,0*
	Aa/Bbr	8,28	7,57	12	12,8	1,20	0,60	10,7
	Bbrca	8,51	7,82	28	7,6	n.o.	0,40	n.o.
	Ccagg	8,44	7,84	94	5,4	n.o.	0,40	n.o.
				67	5,0	n.o.	0,40	n.o.
Czarne ziemie zbrunatniałe – Gleyic Phaeozems ***								
4	Ap	6,62–6,90	5,74–6,00	0-1	21,8–23,5	2,00–2,30	0,90–1,20	10,1–11,1
	Aa	7,14	6,32	1*	22,6*	2,10*	1,00*	10,8*
	Aa/Bbr	7,96	7,22	1	14,4	1,50	1,10	9,6
	Bbrgg	8,31	7,50	7	6,9	n.o.	1,10	n.o.
	Cgg	7,96	7,31	1	6,9	n.o.	1,10	n.o.
				102	2,8	n.o.	1,00	n.o.
Czarne ziemie wylugowane – Pachic Phaeozems***								
5	Ap	7,09–7,30	6,59–6,80	1–2	21,7–23,8	2,10–2,20	0,70–1,00	10,3–10,8
	Aa	7,85	7,35	1*	22,7*	2,10*	0,90*	10,8*
	Aa/C	8,04	7,47	1	17,7	1,70	0,70	10,4
	CI	8,44	7,66	1	4,6	n.o.	0,50	n.o.
	CII	8,22	7,17	1	2,7	n.o.	0,50	n.o.
				0	4,8	n.o.	0,60	n.o.
Czarne ziemie wylugowane – Pachic Phaeozems***								
6	Ap	6,91–7,10	6,63–6,80	1	17,3–18,7	1,95–2,10	0,60–0,90	8,7–9,1
	Aa	7,17	6,64	1*	18,0*	2,00*	0,70*	9,0*
	Bbr	8,10	7,39	2	14,6	1,80	0,60	8,1
	C	8,51	7,65	1	3,5	n.o.	0,60	n.o.
				1	0,8	n.o.	0,50	n.o.

TABELA 2. cd. – TABLE 2. continued

Nr profilu Profile No	Poziom Horizon	pH		CaCO ₃	Corg	Nog N total	Sog S total	C:N
		H ₂ O	KCl	g · kg ⁻¹				
Czarne ziemie zdegradowane – Haplic Phaeozems***								
7	Ap	6,26–6,42	5,39–5,55	1	10,1–11,1	1,00	0,60–0,70	10,2–11,4
				1*	10,5*	1,00*	0,65*	10,5*
	AaBbr	6,44	5,86	1	8,0	1,00	0,50	8,0
	Bbr	7,05	6,08	1	6,9	n.o.	0,40	n.o.
	C	7,02	5,90	1	2,9	n.o.	0,40	n.o.
Czarne ziemie zdegradowane – Haplic Phaeozems***								
8	Ap	5,26–5,39	4,27–4,37	0	8,1–9,3	0,6	0,50–0,70	13,3–14,2
				0*	8,5*	0,60*	0,60*	14,2*
	Aa	6,03	5,02	1	7,0	0,80	0,70	8,8
	AaBbr	6,63	5,94	1	6,1	n.o.	0,50	n.o.
	CI	7,06	5,88	1	4,8	n.o.	0,60	n.o.
	CII	7,19	6,61	1	3,2	n.o.	0,50	n.o.

* – wartości średnie – mean values; *** – Klasyfikacja gleb wg normy FAO-WRB [2006]

w kierunku od czarnej ziemi właściwej poprzez czarną ziemię zbrunatniałą i wylugowaną do czarnej ziemi zdegradowanej. Najwyższe wartości pojemności sorpcyjnej w poziomach Ap występowały w czarnych ziemiach właściwych (31,2–38,0 cmol(+) · kg⁻¹). W pozostałych podtypach wartości były niższe (od 7,9–8,3 cmol(+) · kg⁻¹ w czarnych ziemiach zdegradowanych do 23,3–27,7 cmol(+) · kg⁻¹ w czarnych ziemiach zbrunatniałych). Niskie wartości pojemności sorpcyjnej występujące w czarnych ziemiach zdegradowanych wynikają przede wszystkim z ich piaszczystego uziarnienia [Szerszeń i in. 1983], ale również i niskiej zawartości Corg. Podobny układ przyjmowały wartości stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym. W poziomach Ap czarnych ziem właściwych, zbrunatniałych i wylugowanych stwierdzono wysoki stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego (80,5–99,8%). Wartości tego parametru nie ulegały istotnym zmianom w głębszych poziomach genetycznych. Natomiast w czarnych ziemiach zdegradowanych wartości omawianego parametru były zdecydowanie niższe i bardziej zróżnicowane w profilu glebowym (41,3–94,6%). Zależność taką stwierdził już wcześniej Borkowski [1964]. Podaje on, że suma kationów zasadowych oraz stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym w czarnych ziemiach właściwych nie ulega istotnym wahaniom w profilu glebowym, natomiast w czarnych ziemiach zdegradowanych znacznie wzrasta w głąb profilu glebowego. Wyraźnie dominującym kationem był wapń, którego zawartość wahała się w zakresie 33,9–94,3% PWK, a najniższe jego zawartości występowały w profilach czarnych ziem zdegradowanych. Magnez, który zajmował drugie miejsce wśród kationów wymiennych, występował w zdecydowanie mniejszej ilości (3,0–17,1% PWK). Udział pozostałych kationów potasu i sodu był zróżnicowany. Potas w większej ilości występował w poziomach orno-próchnicznych, co związane jest z nawożeniem badanych gleb, natomiast zawartość sodu najczęściej wzrastała w głąb profilu glebowego.

TABELA 3. Właściwości sorpcyjne czarnych ziem – TABLE 3. Sorptive properties of the investigated black earths

Nr profilu Profile No	Poziom Horizon	Hh	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	S	PWK CEC	V- BS	Procentowy udział kationów w PWK [%] % of CEC				
		cmol(+) · kg ⁻¹								%	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Czarne ziemie właściwe – Calcic Chernozems***														
1	Ap	0,3-0,4 0,4*	28,6-32,9 31,4*	1,2-1,3 1,2*	0,7-1,0 0,8*	0,3-0,4 0,4*	30,8-35,8 33,8*	31,2-35,8 34,2*	98,8-99,2 99,0*	91,3-92,7 91,9*	3,2-3,8 3,6*	2,3-2,8 2,4*	0,9-1,2 1,1*	0,9-1,2 1,0*
	Aa	0,1	22,6	1,5	0,2	0,4	24,8	24,9	99,6	90,8	6,0	1,0	1,8	0,4
	Aa/Cca	0,1	13,2	1,6	0,2	0,4	15,3	15,4	99,7	85,7	10,2	1,4	2,4	0,3
	Cca	0,1	12,8	1,5	0,2	0,4	14,9	15,0	99,7	85,5	10,1	1,4	2,6	0,3
Czarne ziemie właściwe – Pachi-Gleyic Phaeozems***														
2	Ap	0,3-0,4 0,3*	32,9-35,4 34,0*	1,4-4,5 1,4*	1,2-1,4 1,3*	0,60 0,6*	32,9-35,4 37,3*	35,2-37,7 37,7*	99,0-99,2 99,1*	90,0-90,8 90,3*	3,6-3,9 3,8*	3,1-3,8 3,5*	1,5-1,6 1,5*	0,8-0,9 0,9*
	Aa	0,4	37,1	1,0	0,1	0,7	39,0	39,4	99,1	94,3	2,7	0,3	1,8	0,9
	Aa/Cgg	0,4	36,7	1,3	0,4	0,7	39,0	39,4	99,1	93,3	3,2	1,0	1,7	0,9
	Cgg	0,4	38,0	1,4	0,4	0,6	40,5	40,8	99,1	93,1	3,4	1,1	1,6	0,9
Czarne ziemie zbrunatniałe – Calcic-Gleyic Chernozems***														
3	Ap	0,6-0,7 0,6*	22,1-32,9 22,9*	1,4-1,6 1,5*	1,5-1,6 1,6*	0,4-0,5 0,4*	26,0-27,0 26,4*	26,3-27,7 27,0*	97,4-97,8 97,8*	84,2-85,2 84,8*	5,3-5,7 5,6*	5,5-5,9 5,8*	1,6-1,7 1,6*	2,2-2,6 2,2*
	Aa	0,3	23,0	1,4	0,9	0,5	25,7	26,0	98,8	88,3	5,3	3,4	1,9	1,2
	Aa/Bbr	0,1	20,0	1,3	0,3	0,5	22,0	22,1	99,4	90,4	5,7	1,2	2,1	0,6
	Bbrca	0,1	18,4	1,9	0,2	0,4	20,9	21,0	99,6	87,7	8,9	0,9	2,1	0,4
	Ccagg	0,1	17,6	3,8	0,3	0,5	22,1	22,2	99,5	79,3	17,0	1,2	2,1	0,5
Czarne ziemie zbrunatniałe – Gleyic Chernozems***														
4	Ap	4,3-4,7 4,6*	16,0-18,0 17,5*	1,7-1,9 1,8*	0,5-0,6 0,5*	0,3-0,4 0,4*	18,8-20,7 20,2*	23,3-25,4 24,8*	80,5-82, 81,6*	68,6-71,9 70,7*	6,9-8,1 7,3*	1,6-2,4 2,1*	1,4-1,6 1,5*	17,2-19,5 18,4*
	Aa	2,3	16,0	1,8	0,5	0,4	18,6	20,9	89,2	76,6	8,4	22,5	1,7	10,8
	Aa/Bbr	0,6	19,2	1,7	0,4	0,4	21,7	22,3	97,5	86,2	7,8	1,7	1,8	2,5
	Bbrgg	0,3	18,4	1,4	0,4	0,4	20,6	20,9	98,6	88,0	6,7	1,7	2,1	1,4
	Cgg	0,1	20,4	1,6	0,4	0,4	22,8	22,9	99,8	89,3	7,0	1,7	1,9	0,2

TABELA 3. cd. – TABLE 3. continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Czarne ziemie wyługowane – Pachic Phaeozems***														
5	Ap	2,1-2,9 2,4*	15,2-16,8 16,2*	1,2-1,6 1,3*	1,2-1,3 1,2*	0,4-0,5 0,5*	18,2-20,0 19,2*	20,4-22,9 21,6*	87,2-20,0 88,8*	73,2-75,7 74,9*	5,7-6,4 6,1*	5,4-6,2 5,7*	2,1-2,4 2,2*	10,5-12,8 11,2*
	Aa	0,8	14,0	0,6	0,3	0,4	15,4	16,2	95,1	86,6	3,9	1,9	2,7	4,9
	Aa/C	0,3	11,2	0,4	0,1	0,5	12,2	12,5	97,6	89,6	3,3	0,9	3,8	2,4
	CI	0,1	4,8	0,5	0,1	0,3	5,7	5,8	98,6	83,3	8,3	1,1	5,9	1,4
	CII	0,1	4,0	0,5	0,1	0,3	4,9	5,0	98,4	80,4	10,6	1,0	6,5	1,6
Czarne ziemie wyługowane – Pachic Phaeozems***														
6	Ap	2,7-2,8 2,8*	13,6-16,0 14,6*	1,2-1,4 1,3*	0,6-0,7 0,7*	0,3 0,3*	16,0-18,2 16,9*	18,7-21,0 19,6*	85,2-86,8 86,0*	72,8-76,4 74,3*	5,9-7,6 6,8*	3,0-3,8 3,4*	1,4-1,6 1,5*	13,2-14,8 14,0*
	Aa	2,0	14,4	1,0	0,3	0,3	16,0	18,0	89,2	80,0	5,6	1,9	1,7	10,8
	AaC	0,2	16,4	0,6	0,3	0,2	17,6	17,8	98,8	92,3	3,3	1,8	1,4	1,2
	C	0,1	6,2	0,3	0,1	0,2	6,8	6,9	98,4	90,1	4,2	1,0	3,0	1,6
Czarne ziemie zdegradowane – Haplic Phaeozems***														
7	Ap	3,0-3,2 3,1*	3,8-4,0 3,9*	0,4-0,5 0,4*	0,3-0,4 0,4*	0,2 0,2*	4,8-5,1 4,9*	7,9-8,1 8,0*	60,0-62,4 61,5*	48,2-50,8 49,2*	5,2-5,8 5,6*	3,5-5,4 4,5*	1,9-2,4 2,1*	37,6-40,0 38,6*
	AaBbr	2,5	4,4	0,5	0,2	0,2	5,3	7,8	67,8	56,8	6,3	2,2	2,5	32,2
	Bbr	0,4	3,2	0,4	0,1	0,2	3,9	4,3	90,5	74,5	8,6	2,0	5,3	9,5
	C	0,4	3,6	0,5	0,2	0,2	4,4	4,8	91,5	74,3	10,2	3,6	3,5	8,5
Czarne ziemie zdegradowane – Haplic Phaeozems ***														
8	Ap	4,4-4,8 4,6*	2,8-3,0 2,9*	0,3 0,3*	0,20 0,2*	0,20 0,2*	3,4-3,7 3,6*	8,0-8,3 8,2*	41,3-45,7 43,6*	33,9-37,6 36,0*	3,0-3,4 3,3*	2,0-2,5 2,2*	1,8-2,3 2,1*	54,3-58,7 56,4*
	Aa	3,5	6,4	0,6	0,2	0,2	7,3	10,8	67,9	59,3	5,2	1,6	1,8	32,1
	AaBbr	1,2	5,7	0,4	0,1	0,2	6,4	7,6	84,7	75,6	5,7	1,0	2,4	15,3
	CI	1,0	10,4	1,1	0,1	0,2	11,9	12,9	92,2	80,6	8,5	1,1	1,9	7,8
	CII	0,3	4,0	0,3	0,0	0,2	4,6	4,8	94,6	82,9	7,0	1,0	3,7	5,4

* – wartości średnie – mean values; *** – Klasyfikacja gleb wg normy FAO-WRB [2000]

TABELA 4. Skład frakcyjny związków próchnicznych czarnych ziem – TABLE 4. Fractional composition of humus (in % of Corg) in black earths

Nr profilu Profile No	Poziom Horizon	Corg [g · kg ⁻¹]	Frakcja Fraction Ia [%]	Frakcja – Fraction Ia [%]			Ckh/Ckf C _{HA} :C _{FA}	Frakcja – Fraction II [%]			Ckh/Ckf C _{HA} :C _{FA}	Frakcja – Fraction III [%]			Ckh/Ckf C _{HA} :C _{FA}	C _{nichydrod nonextr.} [%]	Ckh z Ca C _{HA} Ca [%]
				C _{wydz} C _{extr.}	Ckh C _{HA}	Ckf C _{FA}		C _{wydz} C _{extr.}	Ckh C _{HA}	Ckf C _{FA}		C _{wydz} C _{extr.}	Ckh C _{HA}	Ckf C _{FA}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Czarne ziemie właściwe – Calcic Chernozems***																	
1	Ap	22,5-23,8 23,3*	2,4-2,9 2,7*	45,2-50,7 47,9*	30,9-35,0 33,2*	13,5-15,8 14,7*	2,1-2,5 2,3*	7,6-9,1 8,1*	5,7-6,8 6,1*	1,9-2,3 2,1*	2,9-3,0 3,0*	3,7-4,4 4,1*	0,7-1,1 0,9*	2,4-3,5 3,2*	0,2-0,3 0,3*	38,4-44,4 41,3*	30,2-33,9 32,3*
	Aa	5,9	10,0	27,7	8,1	19,6	0,4	7,4	5,4	2,0	2,7	4,1	0,7	3,4	0,2	54,9	7,4
	Aa/Cca	1,2	16,1	29,8	8,9	21,0	0,4	8,9	6,5	2,4	2,7	11,3	1,6	9,7	0,2	45,2	7,3
	Cca	1,0	14,7	25,5	6,9	18,6	0,4	9,8	6,9	2,9	2,3	11,8	1,0	10,8	0,1	50,0	5,9
Czarne ziemie właściwe – Pachic Gleyic Phaeozems***																	
2	Ap	18,8-19,6 19,1*	2,9-3,4 3,1*	67,4-69,9 68,7*	38,7-41,1 39,9*	27,1-30,1 28,8*	1,3-1,5 1,4*	4,1-6,1 4,8*	2,4-3,7 2,9*	1,5-2,5 1,9*	1,4-1,7 1,5*	3,4-4,6 4,0*	0,6-0,8 0,7*	2,7-3,8 3,3*	0,2-0,3 0,2*	20,9-25,4 23,4*	37,9-40,4 39,2*
	Aa	17,0	3,6	63,3	35,3	28,0	1,3	5,2	3,1	2,1	1,5	1,2	0,2	0,9	0,3	27,9	35,0
	Aa/Cgg	2,7	7,7	26,1	13,6	12,5	1,1	10,3	4,4	5,9	0,8	5,5	0,7	4,8	0,2	55,9	12,9
	Cgg	2,4	6,4	30,9	10,6	20,3	0,5	5,9	2,5	3,4	0,8	5,5	0,4	5,1	0,1	56,8	10,2
Czarne ziemie zbrunatniałe – Calcic Gleyic Chernozems***																	
3	Ap	18,1-19,2 18,6*	3,1-4,0 3,6*	42,0-45,7 42,9*	28,3-31,1 29,3*	13,0-14,5 13,6*	2,1-2,2 2,2*	8,9-9,7 9,2*	6,7-7,2 6,9*	2,1-2,5 2,3*	2,8-3,2 3,0*	6,7-7,5 7,2*	2,2-3,3 2,8*	4,0-4,7 4,4*	0,5-0,8 0,7*	41,6-45,8 44,3*	25,4-29,0 26,5*
	Aa	12,8	4,1	40,6	26,6	14,0	1,9	8,6	6,2	2,4	2,5	3,6	0,7	2,9	0,2	46,7	25,9
	Aa/Bbr	7,6	4,3	12,2	5,4	6,8	0,8	10,6	5,9	4,7	1,3	3,1	0,5	2,6	0,2	72,8	4,9
	Bbrca	5,4	5,2	9,6	3,9	5,7	0,7	8,7	1,5	7,2	0,2	2,8	0,4	2,4	0,2	76,5	3,5
	Ccagg	5,0	3,4	8,8	2,8	6,0	0,5	8,0	1,4	6,6	0,2	1,6	0,2	1,4	0,1	79,8	2,6
Czarne ziemie zbrunatniałe – Gleyic Chernozems***																	
4	Aa	21,8-23,5 22,6*	3,1-3,7 3,4*	52,6-56,7 54,8*	36,1-38,9 37,2*	16,5-18,5 17,6*	2,1-2,2 2,1*	2,0-2,2 2,1*	1,4-1,5 1,5*	0,6-0,7 0,7*	2,1-2,4 2,3*	12,6-15,2 13,87*	5,7-7,82 7,4*	5,8-7,0 6,4*	0,8-1,3 1,2*	37,9-42,1 39,6*	28,5-33,2 29,8*
	Aa/Bbr	14,4	4,5	56,3	39,7	16,6	2,4	4,9	2,9	2,0	1,4	8,5	4,3	4,2	1,0	34,2	35,4
	Bbrgg	6,9	5,5	27,0	13,3	13,6	1,0	3,6	2,3	1,3	1,8	6,8	3,3	3,5	1,0	63,9	10,0
	Cgg	6,9	4,9	22,5	10,4	12,0	0,9	2,8	1,7	1,0	1,7	5,7	2,6	3,0	0,9	69,9	7,8
		2,8	9,0	16,2	6,8	9,4	0,7	6,1	4,0	2,2	1,8	10,1	4,3	5,8	0,8	68,7	2,5

TABELA 4. cd. – TABLE 4. continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Czarne ziemie wylugowane – Pachic Phaeozems***																	
5	Ap	21,7-23,8 22,7*	3,2-3,5 3,4*	49,2-52,0 49,67*	31,4-34,4 32,8*	15,8-17,8 16,7*	1,9-2,0 2,0*	3,4-4,1 3,8*	1,8-2,2 2,0*	1,6-2,0 1,8*	1,1-1,2 1,1*	11,8-13,4 12,3*	6,0-6,7 6,2*	5,9-6,7 6,2*	1,0-1,0 1,0*	41,2-45,6 43,2*	25,3-28,1 26,7*
	Aa	17,7	3,8	55,0	36,8	18,2	2,0	3,6	1,9	1,7	1,1	6,7	3,3	3,5	1,0	37,5	33,5
	Aa/C	4,6	5,2	57,3	26,8	30,5	0,9	6,5	3,9	2,6	1,5	10,9	4,6	6,3	0,7	30,9	22,2
	CI	2,7	5,5	20,2	8,8	11,4	0,8	7,4	4,4	2,9	1,5	7,0	2,9	4,0	0,7	66,9	5,9
	CII	4,8	4,8	7,1	2,7	4,4	0,6	4,8	2,3	2,5	0,9	2,9	1,0	1,9	0,6	83,3	1,7
	Czarne ziemie wylugowane – Pachic Phaeozems***																
6	Ap	17,3-18,8 18,0*	2,6-3,1 2,9*	56,5-62,3 59,7	39,9-43,8 41,5*	16,6-19,2 18,2*	2,1-2,4 2,3*	2,9-3,5 3,0*	1,7-2,5 2,2*	0,7-1,0 0,8*	2,6-3,07 2,7*	10,5-11,5 11,0*	4,8-4,9 4,9	5,6-6,6 6,2*	0,7-0,9 0,8*	31,6-37,7 34,5*	35,2-38,9 36,6
	Aa	14,6	3,6	58,7	39,1	19,7	2,0	3,9	2,3	1,6	1,5	7,5	2,7	4,7	0,6	33,8	36,3
	AaC	3,5	11,9	38,4	14,1	24,3	0,6	10,2	5,6	4,5	1,3	7,1	2,5	4,5	0,6	39,5	11,6
	C	0,9	14,3	28,6*	11,0	17,6	0,6	16,5	7,7	8,8	0,9	18,7	5,5*	13,2	0,4	40,7	5,5
	Czarne ziemie zdegradowane – Haplic Phaeozems***																
7	Ap	10,1-11,2 10,5*	4,4-5,0 4,7*	45,6-50,0 48,0*	24,8-27,8 26,7*	19,3-22,2 21,3*	1,2-1,4 1,3*	16,4-17,8 17,0*	6,8-8,3 7,6*	8,4-10,6 9,4*	0,7-1,0 0,8*	30,8-33,6 32,2*	17,0-18,8 17,8*	13,5-15,2 14,4*	1,2-1,3 1,2*	27,5-29,8 30,4	7,5-10,0 8,9*
	Aa	8,0	6,8	49,3	24,7	24,7	1,0	17,2	9,2	8,1	1,1	38,6	19,2	19,4	1,0	26,7	5,4
	ABbr	6,9	5,1	22,0	9,6	12,5	0,8	12,8	6,8	5,9	1,1	4,8	1,2	3,6	0,3	60,1	8,4
	Bbr	2,9	12,2	19,5	7,0	12,5	0,6	15,7	8,7	7,0	1,3	10,1	2,4	7,7	0,3	52,6	4,5
	C	0,4	15,9	18,2	6,8	11,4	0,6	11,4	4,5	6,8	0,7	27,3	4,5	22,7	0,2	54,5*	2,3
	Czarne ziemie zdegradowane – Haplic Phaeozems***																
8	Ap	8,1-9,3 8,5*	5,3-6,1 5,7*	43,2-51,4 47,3*	22,5-26,2 24,1*	20,7-25,2 23,2*	1,0-1,1 1,0*	14,8-18,2 16,6*	6,0-7,7 6,9*	8,0-11,1 9,7*	0,6-1,0 0,7*	25,7-45,2 33,0*	14,6-25,5 18,9*	11,1-19,6 14,1*	1,3-1,4 1,3*	24,6-35,6 30,5*	6,0-10,0 8,3*
	Aa	7,0	6,3	45,9	22,3	23,6	0,9	19,9	10,9	9,0	1,2	23,4	10,0	13,4	0,7	28,0	12,3
	AaBbr	6,1	6,1	28,7	12,2	16,5	0,7	17,0	9,6	7,4	1,3	5,1	2,1	3,0	0,7	48,2	10,1
	CI	4,8	7,7	15,7	6,1	9,6	0,6	18,8	11,3	7,5	1,5	4,0	1,3	2,7	0,5	57,8	4,8
	CII	3,2	7,8	18,0	5,6	12,4	0,5	24,8	15,5	9,3	1,7	3,1	0,9	2,2	0,4	49,4	4,7

*wartości średnie – mean values; *** – Klasyfikacja gleb wg normy FAO-WRB [2006]

Jak podają wcześniejsze opracowania, w czarnych ziemiach proces mineralizacji i humifikacji materii organicznej zachodzi w różnych warunkach uwilgotnienia, co wpływa na ilość i jakość kumulowanej materii organicznej [Drozd i in. 1987]. Na podstawie składu frakcyjnego związków próchnicznych można sądzić o przemianach substancji organicznej, procesach zachodzących w glebie oraz jej genezie [Hoffmann, Kowalkowski 1961; Cieśla 1961; Musierowicz, Skorupska 1966; Borowiec, Wybieralska 1969; Wilk, Nowak 1977; Borowiec 1986 a i b; Turski 1986a i b, 1988; Drozd i in. 2000].

W składzie frakcyjnym związków próchnicznych czarnych ziem wrocławskich niewielki udział stanowiła frakcja Ia. Jej zawartość w poziomach orno-próchnicznych czarnych ziem właściwych, zbrunatniałych i wylugowanych była dość zbliżona i wahała się w zakresie 2,4–4,0% Corg (tab. 4). Wyższy udział tej frakcji notowano w czarnych ziemiach zdegradowanych, w zakresie 4,4–6,1% Corg. W układzie profilowym udział frakcji Ia wzrastał w głębszych poziomach genetycznych nawet do 16,1% Corg (profil nr 1). Może być to związane z zasadowym odczynem w głębszych poziomach gleby [Musierowicz, Skorupska 1966], jak również łatwym przemieszczaniem się ruchliwych połączeń niskocząsteczkowych, szczególnie w utworach piaszczystych (profile nr 6 i 7). Wśród związków próchnicznych dominującą grupę stanowiła frakcja I, której zawartość w poziomach Ap stanowiła od 42,0 do 69,9% Corg, nawet w obrębie jednego podtypu (profil nr 1 i 2). Uwarunkowane było to prawdopodobnie znaczną ilością CaCO_3 w profilu nr 1, który utrudniał ekstrakcję związków humusowych. W obrębie frakcji I badanych podtypów czarnych ziem właściwych, zbrunatniałych i wylugowanych kwasy huminowe w poziomach Ap zdecydowanie dominowały nad kwasami fulwowymi, a stosunek Ckh/Ckf przyjmował wartości 1,3–2,5. W czarnych ziemiach zdegradowanych omawiana wartość stosunku była niższa, w granicach 1,0–1,4. W układzie profilowym wartość stosunku Ckh/Ckf wykazywała tendencję spadkową, często poniżej jedności. Udział węgla kwasów huminowych związanych z Ca (Ckh-Ca) w poziomach próchnicznych czarnych ziem właściwych był zdecydowanie wyższy (30,2–40,4% Corg) w porównaniu z udziałem w pozostałych podtypach czarnych ziem, a szczególnie z czarnymi ziemiami zdegradowanymi (7,5–10,1% Corg). Wysoki udział omawianych połączeń w poziomach Ap jest cechą charakterystyczną czarnych ziem właściwych, zbrunatniałych i wylugowanych.

Zawartość frakcji II w poziomach Ap czarnych ziem właściwych, zbrunatniałych i wylugowanych była dość zbliżona i udział tej frakcji wahał się w zakresie 2,0–9,7% Corg, zaś wartość stosunku Ckh/Ckf przyjmowała wartości powyżej jedności. Udział omawianej frakcji w czarnych ziemiach zdegradowanych był znacznie wyższy (14,8–18,2% Corg), gdy wartość stosunku Ckh/Ckf była niższa od jedności.

W badanych poziomach Ap udział frakcji III wyraźnie wzrastał przechodząc od czarnych ziem właściwych, poprzez zbrunatniałe i wylugowane do czarnych ziem zdegradowanych. Ponadto wyliczony stosunek Ckh/Ckf, tylko w profilach czarnych ziem zdegradowanych przyjmował wartości powyżej jedności (1,2–1,4). Udział węgla niehydrolizującego w poziomach Ap badanych czarnych ziem wahał się w zakresie 20,9–45,8% Corg, a w układzie profilowym jego wartość z reguły wzrastała w głąb profilu glebowego. Może to być związane ze wzrostem zawartości ilu koloidalnego w głębszych poziomach niektórych profilów, z którym tworzy on trwałe, silnie spolimery-

zowane kompleksy organiczno-mineralne [Drozd 1973; Klimowicz 1980]. Również do wzrostu zawartości C-niehydrolizującego może przyczynić się oglejenie głębszych poziomów genetycznych, które osłabia tempo humifikacji oraz obecność węgla wapnia, który tworzy ze związkami próchnicznymi stosunkowo trwałe połączenia utrudniające ich ekstrakcję.

Wartości współczynników korelacji obliczone zostały na podstawie wartości wybranych parametrów próbek glebowych reprezentujących poziomy orno-próchniczne (tab. 5). Stwierdzono wysoką dodatnią korelację między zawartością Corg, udziałem Ckh frakcji I oraz Ckh-Ca będących w puli Corg a sumą kationów zasadowych, pojemnością sorpcyjną, stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi, zawartością Nog oraz zawartością frakcji koloidalnej. Natomiast udział frakcji fulwowej Ia, frakcji II i frakcji III, w tym też Ckh tej frakcji, wykazywał wysoką ujemną korelację z większością ujętych w tabeli parametrów badanych gleb. Ujemna korelacja pomiędzy wartościami kwasowości hydrolitycznej Hh a zawartością Corg oraz udziałem Ckh-Ca oraz dodatnia z udziałem frakcji Ia i frakcji III w puli Corg, wskazuje, że w badanych poziomach Ap wartość kwasowości hydrolitycznej maleje ze wzrostem ilości Corg i udziału kwasów huminowych związanych z wapniem, natomiast rośnie ze wzrostem ilości frakcji fulwowej i związków próchnicznych związanych z niekrzemianowymi formami R_2O_3 .

WNIOSKI

1. Czarne ziemie wrocławskie charakteryzują się ogólnie wysoką zawartością węgla organicznego oraz wysoką pojemnością sorpcyjną i stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym. Zróżnicowanie wyżej wymienionych właściwości oraz zróżnicowanie odczynu pozwala na wydzielenie czarnych ziem: właściwych, zbrunatniałych, wyługowanych i zdegradowanych.
2. Cechą charakterystyczną składu frakcyjnego próchnicy czarnych ziem wrocławskich jest znaczny udział kwasów huminowych związanych z wapniem. Największy udział tych połączeń występuje w czarnych ziemiach właściwych, natomiast zdecydowanie najmniejszy w czarnych ziemiach zdegradowanych.
3. Analiza statystyczna wykazała dodatnie korelacje między zawartością węgla organicznego, udziałem Ckh frakcji obejmującej połączenia wolne, związane z wapniem i niekrzemianowymi formami R_2O_3 , C-niehydrolizującego oraz połączeń Ckh-Ca będących w puli Corg a sumą kationów zasadowych, pojemnością sorpcyjną, stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym, ilością Nog oraz ilością frakcji koloidalnej.
4. Ujemne korelacje zaistniały między udziałem frakcji obejmującej niskocząsteczkowe, silnie ruchliwe połączenia organiczne, frakcji obejmującej związki próchniczne mocniej związane z trwałymi, krzemianowymi formami R_2O_3 , frakcji obejmującej związki próchniczne związane z niekrzemianowymi formami R_2O_3 , w tym też Ckh tych frakcji, a większością ujętych w tabeli parametrów badanych gleb.

TABELA 5. Zależności pomiędzy składem frakcyjnym związków próchnicznych poziomów Ap a niektórymi właściwościami gleb

TABLE 5. Correlation matrix between fractional composition of humus and soil properties

Zmienna Variable	Hh	S	PWK CEC	V BS	Nog Nt	CaCO ₃	<0,002
Corg	-0,59**	0,81**	0,81**	0,84**	0,96**	0,72**	0,64**
Frakcja – Fraction Ia C _{extr}	0,59**	-0,78**	-0,78**	-0,85**	-0,93**	-0,47*	-0,64**
Frakcja – Fraction I Cha - C _{HA}	–	–	–	–	–	–	0,60**
Frakcja – Fraction I Cha - C _{HA}	–	0,58**	0,61**	0,64**	0,71**	–	0,61**
Frakcja – Fraction II C _{extr}	–	-0,61**	-0,65**	-0,68**	-0,85**	–	-0,59**
Frakcja – Fraction II Cha - C _{HA}	–	–	–	–	-0,59**	–	–
Frakcja – Fraction III C _{extr}	0,70**	-0,89**	-0,89**	-0,88**	-0,87**	-0,49*	-0,78**
Frakcja – Fraction III Cha - C _{HA}	0,72**	-0,89**	-0,89**	-0,88**	-0,87**	-0,48*	-0,79**
C niehydrolizujący C non-extracted	–	–	–	–	0,46*	0,57**	–
C _{HA} bound with Ca	-0,55*	0,83**	0,85**	0,83**	0,87**	–	0,79**

* $\alpha = 0,05$; ** $\alpha = 0,01$

5. Skład frakcyjny związków próchnicznych może być jednym z kryteriów ułatwiających wydzielenie poszczególnych podtypów w obrębie czarnych ziem.

LITERATURA

- BORKOWSKI J. 1964: Czarne i szare ziemie wytworzone z utworów pyłowych i pylastych Śląska. *Rocz. Glebozn.* **14**, 1: 61–77.
- BOROWIEC S. 1986a: Podobieństwo próchnicy poziomów akumulacyjnych gleb uprawnych i leśnych na podstawie wybranych cech diagnostycznych. *Rocz. Glebozn.* **37**, 2-3: 91–99.
- BOROWIEC S. 1986b: Przestrzenne zróżnicowanie zawartości próchnicy w glebach uprawnych północno-zachodniej Polski. *Rocz. Glebozn.* **37**, 2-3: 101–165.
- BOROWIEC S., WYBIERALSKA A. 1969: Zróżnicowanie składu próchnicy w zależności od typu gleb i ich użytkowania. *Rocz. Glebozn.* **20**, 1: 67–79.
- CIEŚLA W. 1961: Właściwości chemiczne czarnych ziem kujawskich na tle środowiska geograficznego. *PTPN, Prace Kom. Nauk Rol. i Nauk Leśn.* **8**, 24: 91 ss.
- CIERNIEWSKI J. 1986: Zmienność przestrzenna czarnych ziem właściwych wycinka Równiny Kociańskiej określona na podstawie badań przekrojów glebowych. *Rocz. Glebozn.* **37**, 4: 95–111.
- CHOJNICKI J. 1994: Czarne ziemie Równiny Błonsko-Sochaczewskiej wytworzone z pokrywowych utworów pyłowych. *Rocz. Glebozn.* **45**, 3/4: 97–107.

- DROZD J. 1973: Związki próchniczne niektórych gleb na tle ich fizykochemicznych właściwości. *Rocz. Glebozn.* **24**, 1: 3–55.
- DROZD J., KOWALINSKI S., LICZNAR M., LICZNAR E. 1987: Mikromorfologiczna interpretacja procesów fizykochemicznych w glebach pobagiennych. *Rocz. Glebozn.* **38**, 3: 121–137.
- DROZD J., LICZNAR M., LICZNAR S. E. 1995: Wycena wartości użytkowo-rolniczej wybranych profilów czarnych ziem na podstawie ich urodzajności. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **418**, 1: 127–133.
- DROZD J., JEZIEWSKI 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 Inter J.* **2**: 11–15.
- DZIADOWIEC H., GONET S. 1999: Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. *Prace Komisji Naukowych PTG* **120**: 66 ss.
- GONET S. S. 1989a: Właściwości kwasów huminowych gleb o zróżnicowanym nawożeniu. *Akademia Tech.-Rol., Bydgoszcz, Rozprawy* **33**: 55 ss.
- GONET S. S. 1989b: Badania kwasów huminowych metodą termicznej analizy różnicowej. *Rocz. Glebozn.* **40**, 1: 27–38.
- HOFFMAN M., KOWALKOWSKI A. 1961: Czarne ziemie obniżonych terenów Niziny Pyrzyckiej. *PTPN, Prace Kom. Nauk Rol. i Nauk Leśn.* **10**, 1/1: 5–35.
- HOFFMAN M., KOWALKOWSKI A. 1967: Jakościowy skład próchnicy w czarnych ziemiach i glebach brunatnych Niziny Pyrzyckiej. *PTPN, Prace Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leśn.* **23**, 1: 131–150.
- KLIMOWICZ Z. 1980: Czarne ziemie Równiny Tarnobrzeskiej na tle zmian stosunków wodnych tego obszaru. *Rocz. Glebozn.* **31**, 1: 163–207.
- KOLLENDER-SZYCH A. 1973: Porównawcze badania nad substancją organiczną w niektórych glebach torfowych i próchnicznych Śląska. *Rocz. Glebozn.* **24**, 1: 181–202.
- KOWALIŃSKI S. 1969: Soils of south-western Poland. PWN, Wrocław: 130 ss.
- KOWALIŃSKI S. 1979: Gleboznawcza charakterystyka czarnych ziem wrocławskich. *SITR, Konf. Nauk.-Tech.*, Wrocław: 7–25.
- KOWALIŃSKI S., DROZD J., LICZNAR M. 1973: Badania nad wyczerpującą analizą frakcjonowania związków próchnicznych niektórych gleb. *Rocz. Glebozn.* **24**, 1: 103–127.
- KUŹNICKI F., SKŁODOWSKI P. 1968: Przemiany substancji organicznej w niektórych typach gleb Polski. *Rocz. Glebozn.* **19**, 1: 3–23.
- MUSIEROWICZ A., SKORUPSKA T. 1966: Frakcjonowanie związków humusowych czarnoziem, czarnych ziem i rędzin. *Rocz. Nauk Roln.* **91-A-1**: 1–50.
- Systematyka gleb Polski 1989: *Rocz. Glebozn.* **40**, 3/4: 1–150.
- SZERSZEŃ L., LASKOWSKI S., ROSZYKOWA S. 1983: Oddziaływanie procesów typologicznych na zawartość mikroelementów w glebach wytworzonych z utworów polodowcowych Dolnego Śląska. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **242**: 31–42.
- TURSKI R. 1986a: Związki próchniczne gleb Polski. *Rocz. Glebozn.* **37**, 2–3: 75–89.
- TURSKI R. 1986b: Kwasy huminowe gleb czarnoziemnych. *Rocz. Glebozn.* **37**, 2–3: 107–126.
- TURSKI R. 1988: Charakterystyka związków próchnicznych w glebach Polski. *Rocz. Nauk Rol., Seria Monografie* **212**: 69 ss.
- Word reference base for soil resources, 1998: World Soil Resources Report, 84. FAO-ISRIC-ISSS, Rome: 1–88.
- WILK K., NOWAK W. 1977: Skład frakcyjny związków próchnicznych niektórych typów gleb uprawnych. *Rocz. Glebozn.* **28**, 2: 33–47.

Dr inż. Beata Łabaz

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego,

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

50-357 Wrocław, ul. Grunwaldzka 53

e-mail: labaz@ozi.ar.wroc.pl