

SUBSTANCJE HUMUSOWE I WŁAŚCIWOŚCI CZARNYCH ZIEM WYSTĘPUJĄCYCH W OBNIŻENIU MILICKO-GŁOGOWSKIM

Beata ŁABAZ, Adam BOGACZ, Rafał ŻYMEŁKA

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

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

Streszczenie

Celem pracy była charakterystyka ilościowa i jakościowa substancji próchnicznych czarnych ziem Obniżenia Milicko-Głogowskiego na tle właściwości chemicznych oraz właściwości sorpcyjnych. W zebranych materiałach z 5 profili glebowych oznaczono: właściwości chemiczne, właściwości sorpcyjne oraz skład frakcyjny związków próchnicznych metodą Tiurina. Wartości pH wskazywały na odczyn od lekko kwaśnego do zasadowego. Poziomy próchniczne badanych gleb były wyraźnie zróżnicowane pod względem zawartości C_{org} , którego ilość kształtowała się w przedziale 7,52–50,1 g·kg⁻¹. Podobne zróżnicowanie zawartości wykazywał N_{org} (0,28–6,37 g·kg⁻¹), natomiast wartość stosunku C : N zawierała się w przedziale 7,9–13,9. Kompleks sorpcyjny był w dużym stopniu wysycony kationami zasadowymi, wśród których dominował wapń. Pozostałe kationy Mg^{+2} , K^+ i Na^+ występowały w ilościach śladowych. Suma kationów zasadowych (S) kształtowała się w granicach 2,2–25,3 cmol(+)·kg⁻¹, natomiast wartość pojemności sorpcyjnej (PWK) w zakresie 2,8–26,2 cmol(+)·kg⁻¹. Wartości S oraz PWK zmniejszały się wraz z głębokością profili glebowych. W składzie frakcyjnym związków próchnicznych niewielki udział stanowiła frakcja Ia. Wśród związków próchnicznych największą grupą była frakcja I z udziałem 33,2–51,2% C_{org} . W jej obrębie kwasy huminowe zdecydowanie dominowały nad kwasami fulwowymi, a stosunek C_{kh} : C_{kf} przyjmował wartości 1,1–2,9. Udział węgla kwasów huminowych związanych z Ca (C_{kh}-Ca) kształtował się w przedziale 4,7–24,3% C_{org} . Udział frakcji II zawierał się w przedziale 4,1–8,6% C_{org} , natomiast węgla niehydrolizującego w przedziale 40,2–55,1% C_{org} .

Adres do korespondencji: dr inż. Beata Łabaz, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław; tel. +48 (71) 320-19-02, e-mail: beata.labaz@up.wroc.pl

WSTĘP

Skład glebowej substancji organicznej jest uwarunkowany zarówno czynnikami siedliskowymi, takimi jak klimat, typ gleby, skład granulometryczny, jak i czynnikami antropogenicznymi, związanymi ze sposobem jej użytkowania [MAZUREK, NIEMYSKA-ŁUKASZUK, 2003]. W czarnych ziemiach, kształtujących się w warunkach dużej wilgotności, tempo procesów mineralizacji i humifikacji sprzyja kumulowaniu glebowej materii organicznej, co decyduje o ich wysokiej urodzajności i żyzności. Występujące na terenie Polski czarne ziemie są zazwyczaj bogate w substancję koloidalną oraz węglan wapnia, który stabilizuje procesy przemian substancji próchnicznych. Rzadko spotykane są bezwęglanowe czarne ziemie o składzie granulometrycznym piasków, a dane o nich są fragmentaryczne [BOGACZ i in., 2008; KLIMOWICZ, 1980; KONECKA-BETLEY i in., 1996; ŁABAZ, 2007; ŁABAZ i in., 2008; MAZUREK, NIEMYSKA-ŁUKASZUK, 2003]. Istotne staje się więc lepsze poznanie tych gleb pod względem właściwości chemicznych oraz charakteru kumulowanej substancji próchnicznej.

Celem pracy była charakterystyka ilościowa substancji humusowych występujących w czarnych ziemiach Obniżenia Milicko-Głogowskiego na tle ich właściwości chemicznych oraz właściwości sorpcyjnych.

MATERIAŁY I METODY BADAŃ

Badania prowadzono w profilach czarnych ziem występujących na terenie Obniżenia Milicko-Głogowskiego. Pierwotnie obszar ten zajmowały rozległe bagna oraz tereny torfowiskowe. Rozbudowa obwałowań rzeki Baryczy na początku XIX w. przyczyniła się do znacznego osuszenia terenu. W wielu miejscach teren ten utracił cechy bagien i został przekształcony w łąki i grunty orne. Ingerencja człowieka w środowisko naturalne Doliny Baryczy przyczyniła się do wytworzenia obecnie występujących typów glebowych. Oprócz piaszczystych wzgórz sandrowych, na których powstały bielice, w obniżeniach terenu wykształciły się lokalnie piaszczyste czarne ziemie z głębokim poziomem próchnicznym.

Przedmiotem badań były czarne ziemie o składzie granulometrycznym piasków [Klasyfikacja..., 2009], występujące na obszarze Kotliny Milickiej. Po przestudiowaniu map glebowo-rolniczych w skali 1 : 25 000 oraz przeprowadzeniu prac terenowych wyznaczono pięć profili glebowych czarnych ziem zlokalizowanych w miejscowościach: Szkaradowo (profile 1 i 2) i Piotrkosice (profile 3, 4 i 5). Wybrane profile glebowe oznaczone były na mapach jako czarne ziemie zdegradowane, zagospodarowane jako grunty orne (profile 1 i 2 – pola uprawne kukurydzy) oraz użytki zielone (profile 3, 4 i 5 – łąki kośne). Zgodnie z klasyfikacją zasobów glebowych świata [World..., 2006] badane gleby można zaliczyć do jednostek Umbrisols i Gleysols.

W materiale glebowym pobranym z wydzielonych poziomów genetycznych, wykonano następujące badania: składu granulometrycznego metodą areometryczną Bouyoucosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego, pH w H₂O i w 1 mol KCl·dm⁻³, zawartości węgla organicznego (C_{org}) metodą Tiurina, zawartości azotu ogółem (N_{og}) metodą Kjeldahla na analizatorze firmy Büchi, zawartości CaCO₃ metodą Scheiblera, kwasowości hydrolitycznej (Hh) w 1 mol Ca(CH₃COO)₂·dm⁻³ metodą Kappena, zawartości kationów wymiennych o charakterze zasadowym (Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺) w 1 mol CH₃COONH₄·dm⁻³ metodą Pallmanna oraz składu frakcyjnego związków próchnicznych metodą Tiurina [DZIADOWIEC, GONET, 1999]. Ostatnią metodą wydzielono i oznaczono następujące grupy substancji humusowych:

- substancje przechodzące do roztworu podczas traktowania gleby 0,1 mol H₂SO₄·dm⁻³ – frakcja Ia (fulwowa), obejmująca niskocząsteczkowe, silnie ruchliwe połączenia organiczne;
- substancje próchniczne wydzielone drogą wielokrotnego traktowania gleby 0,1 mol NaOH·dm⁻³ – frakcja I, obejmująca połączenia wolne, związane z wapniem i niekrzemianowymi formami R₂O₃;
- substancje próchniczne wydzielone podczas przemiennego traktowania gleby 0,1 mol H₂SO₄·dm⁻³ i 0,1 mol NaOH·dm⁻³ – frakcja II, obejmująca związki próchniczne mocniej związane z trwałymi krzemianowymi formami R₂O₃;
- substancje próchniczne wydzielone podczas bezpośredniego traktowania gleby 0,1 mol NaOH·dm⁻³ – frakcja III, obejmująca związki próchniczne związane z niekrzemianowymi formami R₂O₃;
- kwasy huminowe związane z wapniem (Ckh–Ca), wyliczone z różnicy zawartości Ckh frakcji I i Ckh frakcji III.

Badania związków próchnicznych poszerzono o analizę preparatów kwasów huminowych w celu określenia wartości współczynnika absorbancji A₄ : A₆, po rozcieńczeniu próbek wyjściowych kwasów huminowych 0,1 mol·dm⁻³ NaOH w stosunku 1 : 5.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W budowie morfologicznej analizowanych profili glebowych wyróżniono powierzchniowe poziomy próchniczne A oznaczone jako poziomy A1 o miąższości 15–42 cm oraz poziomy próchniczne zalegające głębiej jako poziomy A2 i A3, różniące się najczęściej barwą, strukturą lub pojawiającym się oglejeniem (tab. 1). Poziomy te oraz poziomy przejściowe A/C były zdecydowanie głębsze w profilach gleb użytkowanych jako grunty orne i sięgały nawet do głębokości 80 cm (profil 1). W analizowanych glebach zaznaczały się cechy oglejenia oraz ślady wytrąceń żelazistych w postaci plam, pieprzy i pionowych zacieków. Stopień oglejenia w poszczególnych profilach glebowych był zróżnicowany i zależał od intensywności

Tabela 1. Skład granulometryczny gleb okolic Młilicza
Table 1. Grain size structure of soil in the Młilicz region

Profil Profile	Poziom gene- tyczny Genetic horizon	Głębokość pobrania Depth of sampling cm	Zawartość frakcji, % Content of fraction, %								Grupa granulometryczna ¹⁾ Soil texture ¹⁾		
			> 2 mm	2-1 mm	1,0-0,5 mm	0,5-0,25 mm	0,25-0,10 mm	0,10-0,05 mm	0,05-0,02 mm	0,02-0,006 mm		0,006-0,002 mm	<0,002 mm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			Mollic Umbrisols Arenic										
1	A1	5-15	0	5	8	32	31	8	2	8	1	6	piasek gliniasty loamy sand
	A2	23-33	0	6	8	26	29	8	5	6	1	6	piasek gliniasty loamy sand
	A/C	46-56	1	7	10	31	31	7	0	4	1	8	piasek gliniasty loamy sand
	A/C	70-80	3	9	12	33	28	5	0	3	1	6	piasek gliniasty loamy sand
	IICgg	85-95	0	1	2	17	36	12	3	8	4	16	glina piaszczysta sandy loam
			Mollic Umbrisols Arenic										
2	A1	5-15	0	1	5	26	41	15	3	3	3	4	piasek słabogliniasty light loamy sand
	A2	25-35	0	2	6	22	40	17	3	0	2	4	piasek słabogliniasty light loamy sand
	A2	45-55	0	5	5	26	35	15	5	2	0	3	piasek słabogliniasty light loamy sand
	A/C	60-70	0	1	9	23	46	16	0	0	0	7	piasek słabogliniasty light loamy sand
	IICgg	100-110	0	0	5	39	47	0	1	6	3	6	piasek gliniasty loamy sand
			Mollic Gleysols Arenic										
3	A1	5-15	0	0	6	44	29	6	5	4	4	2	piasek gliniasty loamy sand
	A2	20-30	0	1	4	36	36	8	0	6	0	4	piasek słabogliniasty light loamy sand
	Cgg	50-60	0	0	5	37	42	4	0	4	0	9	piasek słabogliniasty light loamy sand
	IICgg	63-68	0	0	2	26	33	4	1	7	2	22	glina piaszczysto- ilasta sandy clay loam
	IIICgg	70-80	0	5	5	33	39	8	0	1	0	5	piasek słabogliniasty light loamy sand
	IVCgg	85-90	12	18	26	29	16	3	0	1	0	9	piasek słabogliniasty light loamy sand

cd. tab. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	VCgg G	90-95 100-110	3 0	7 5	8 7	19 18	45 18	14 20	2 0	1 0	1 0	7 7	piasek gliniasty loamy sand piasek słabogliniasty light loamy sand
4	A1 A2 A3gg C1gg C2gg G	5-12 15-25 25-35 55-65 80-90 100-110	0 0 0 0 0 0	1 1 1 1 0 2	6 7 10 9 11 4	40 35 44 46 45 16	33 34 37 36 39 54	0 7 4 3 5 18	10 4 0 0 0 0	0 1 0 0 4 0	1 0 0 1 0 0	6 6 7 1 5 8	piasek gliniasty loamy light loamy sand piasek słabogliniasty light loamy sand piasek słabogliniasty light loamy sand piasek luźny loose sand piasek słabogliniasty light loamy sand piasek słabogliniasty light loamy sand
5	A1 A2 A/C C1gg C2gg	5-15 20-30 30-40 70-80 95-105	0 0 0 0 0	2 0 1 0 0	6 7 7 5 7	31 40 39 46 35	32 34 33 43 48	7 5 7 4 5	5 1 0 0 1	3 1 3 0 0	5 2 0 0 0	5 5 11 7 6	piasek gliniasty loamy sand piasek słabogliniasty light loamy sand piasek gliniasty loamy light loamy sand piasek słabogliniasty light loamy sand piasek słabogliniasty light loamy sand

¹⁾ Oznaczono wg podziału PTG [Klasyfikacja..., 2009].

Objaśnienia: profile 1-2 – Szkaradowo, grunty orne; profile 3-5 – Piotrkosice, łąki kośne.

¹⁾ Determined according to Polish Soil Society [Klasyfikacja..., 2009].

Explanations: profiles 1-2 – Szkaradowo, arable land; profiles 3-5 – Piotrkosice, mown meadow.

zachodzących procesów redukcyjnych, wywołanych działaniem stagnujących wód gruntowych, zalegających na głębokości od 110 cm (profil 1) do 150 cm (profil 2). Poziom zalegania lustra wody gruntowej determinował głębokość pobierania próbek glebowych do analiz laboratoryjnych.

Skład granulometryczny piaszczystych gleb czarnoziemnych znacząco wpływa na ich właściwości fizyczne i fizykochemiczne [DROZD, LICZNAR, 1996]. W częściach ziemistych przeważa frakcja piasku (2,0–0,05 mm), której udział kształtuje się na poziomie 60–95% i wyraźnie zwiększa się wraz z głębokością profili glebowych. Zawartość frakcji pyłowej (0,05–0,002 mm) jest znacznie mniejsza i nie przekracza 10%. W próbkach stwierdzono bardzo niewielki udział frakcji ilastej (<0,002 mm) (tab. 1). Gleby te wykazywały zatem skład granulometryczny piasków słabogliniastych, gliniastych lub luźnych [Klasyfikacja..., 2009].

Czarne ziemie wytworzyły się z utworów o niewielkiej zawartości węgla wapnia (0–2,8% CaCO₃), uwarunkowanej piaszczystym składem granulometrycznym (tab. 2). Wartości pH (od 5,5 do 7,6) w 1 mol KCl·dm⁻¹ wskazywały na odczyn od lekko kwaśnego do zasadowego. Zaobserwowano również nieznaczną tendencję do zwiększania się wartości pH w głębiej zalegających poziomach genetycznych w profilach gleb użytkowanych jako łąki kośne.

Poziomy próchniczne badanych gleb były wyraźnie zróżnicowane pod względem zawartości C_{org}, którego ilość kształtowała się w przedziale 7,52–50,1 g·kg⁻¹ z tendencją zmniejszania się już w poziomach głębiej zalegających (tab. 2). Podobne zróżnicowanie zawartości wykazywał N_{og} (0,28–6,37 g·kg⁻¹), natomiast wartość stosunku C : N zawierała się w przedziale od 7,9 do 13,9. Większe wartości stosunku C : N w poziomach A1 notowano w glebach użytkowanych jako pola orne kukurydzy. Czarne ziemie występujące na terenie Obniżenia Milicko-Głogowskiego, pod względem omawianych w niniejszej pracy właściwości, nie różnią się od czarnych ziem wytworzonych z piasków Równiny Tarnobrzeskiej, badanych przez KLIMOWICZA [1980], czarnych ziem piaszczystych Puszczy Kampinoskiej, analizowanych przez KONECKĄ-BETLEY i in. [1996; 1999], czarnych ziem Pojezierza Poznańskiego, opisywanych przez MARCINKA i KOMISAREK [2004] oraz czarnych ziem Parku Krajobrazowego „Doliny Baryczy”, które były przedmiotem badań ŁABAZ i in. [2008].

Wyraźnie większa zawartość C_{org} i N_{og} w poziomach próchnicznych gleb użytkowanych jako łąki kośne, w porównaniu z glebami zagospodarowanymi jako pola orne kukurydzy, jest spowodowana wyżej zalegającym poziomem wód gruntowych sprzyjającym kumulacji substancji próchnicznych. Systematyczne nawożenie gnojowicą badanych łąk kośnych stabilizuje tę właściwość. Taką zależność stwierdziła również DĘBSKA [2004]. Autorka stwierdziła, że nawożenie gnojowicą dawkami powyżej 50 m³·ha⁻¹·rok⁻¹ powoduje widoczne zwiększenie zawartości C_{org} i N_{og} w glebie oraz zróżnicowanie właściwości kwasów huminowych. Zmniejsza się również wartość stosunku C : N, co zazwyczaj jest spowodowane większą kumulacją azotu niż węgla [KOC, 1992].

Relacje pomiędzy ilością i jakością glebowej materii organicznej a zasobnością kompleksu sorpcyjnego w kationy o charakterze zasadowym są oczywiste, ponieważ substancja organiczna gleb stanowi istotną część powierzchni sorpcyjnej i jednocześnie ważne źródło składników pokarmowych [SCHNITZER, KHAN, 1972].

Wyższa zawartość C_{org} i N_{og} oraz składników pokarmowych w powierzchniowych poziomach genetycznych A1, w porównaniu z poziomami A2, w profilach gleb użytkowanych jako grunty orne, może być związana z obecnością w nich domieszek resztek poźniwnych. Natomiast obserwowane zróżnicowanie zawartości węgla wapnia w poziomach A1, w profilach gleb użytkowanych jako grunty orne, wynika z różnego stadium przygotowania pól do prowadzonych upraw.

W czarnych ziemiach Obniżenia Milicko-Głogowskiego kompleks sorpcyjny był w dużym stopniu wysycony kationami zasadowymi, wśród których dominował wapń (tab. 3). Udział pozostałych kationów Mg^{+2} , K^+ i Na^+ był często w granicach wartości śladowych. Kwasowość hydrolityczna mieściła się w przedziale 0,5–4,4 $cmol(+)\cdot kg^{-1}$, a jej wartość zmniejszała się wraz z głębokością profili glebowych. Większą wartością Hh niż gleby zagospodarowane jako pola orne kukurydzy, charakteryzowały się gleby użytkowane jako łąki kośne. Suma kationów zasadowych (S) kształtowała się w granicach 2,2–25,3 $cmol(+)\cdot kg^{-1}$, natomiast wartość pojemności sorpcyjnej (PWK) w zakresie 2,8–26,2 $cmol(+)\cdot kg^{-1}$. Wartości obu parametrów były w większości przypadków dość zbliżone i zmniejszały się wraz ze wzrostem głębokości profili glebowych. Właściwość ta miała również odzwierciedlenie w stopniu wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym, który był znaczący (62,0–96,6%) we wszystkich badanych profilach. Uzyskane wartości V (%) nie odbiegały od danych notowanych w czarnych ziemiach piaszczystych występujących w innych rejonach Polski [GAĐOR, 1966; KONECKA-BETLEY i in., 1999; ŁABAZ, 2007; MUSIEROWICZ i in., 1960]. Analizując procentowy udział kationów Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ oraz $H^+ + Al^{+3}$ w stosunku do PWK zaobserwowano istotny udział kationu wapnia (47,7–88,5% PWK) oraz kationów wodoru i glinu (3,4–38,0% PWK). Udział pozostałych kationów zasadowych był wyraźnie mniejszy, często w ilościach śladowych.

Właściwości próchnicy zależą od przebiegu procesu glebotwórczego i stanowią cechę charakterystyczną gleb różnych typów. Kwasy humusowe, jako główny składnik próchnicy, decydują o jej właściwościach i w efekcie o roli próchnicy w środowisku przyrodniczym [DZIADOWIEC, 1993].

W poziomach próchnicznych badanych czarnych ziem analizowano udział poszczególnych frakcji związków humusowych. Frakcja Ia kształtowała się na poziomie 2,9–6,8% C_{org} z wyraźnie zwiększającym się jej udziałem w głębszych warstwach gleby (tab. 4). Jest to związane z łatwym przemieszczaniem się ruchliwych połączeń niskocząsteczkowych w utworach piaszczystych [ŁABAZ, 2007] oraz z zasadowym odczynem głębszych poziomów glebowych [MUSIEROWICZ, SKORUPSKA, 1966]. Zbliżone wyniki badań zawartości frakcji Ia prezentowali w swoich badaniach KOZAKIEWICZ [1966], LICZNAR, DROZD [1985], ŁABAZ [2007] oraz

Tabela 2. Właściwości chemiczne gleb

Table 2. Chemical properties of soils

Profil Profile	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość pobrania Depth of horizon cm	pH		CaCO ₃	C _{org}	N _{og}	C : N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
			H ₂ O	KCl							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			Mollic Umbrisols Arenic								
1	A1	5-15	6,2	5,6	0,4	16,7	1,75	9,6	30,1	29,4	10,2
	A2	23-33	6,7	6,4	2,0	14,9	1,61	9,3	12,3	8,5	8,7
	A/C	46-56	7,5	7,2	2,8	2,19	0,42	-	1,4	5,4	3,4
	A/C	70-80	7,7	7,3	2,4	0,36	-	-	0,3	1,2	2,7
	IICgg	85-95	7,7	6,9	2,4	-	-	-	0,1	1,5	8,0
			Mollic Umbrisols Arenic								
2	A1	5-15	7,6	7,4	1,8	29,5	2,59	11,4	31,2	2,9	4,2
	A2	25-35	7,6	7,3	1,2	22,7	2,66	8,5	14,3	1,9	3,1
	A2	45-55	7,7	7,5	0,7	15,3	1,61	9,5	3,9	1,4	2,3
	A/C	60-70	7,9	7,5	0,8	-	-	-	2,2	5,2	1,6
	IICgg	100-110	7,9	7,6	0,8	-	-	-	1,5	0,9	1,6
			Mollic Gleysols Arenic								
3	A1	5-15	6,4	5,9	2,0	37,8	3,57	10,6	2,60	6,3	2,6
	A2	20-30	6,3	5,7	0,8	23,3	1,68	13,9	0,3	0,5	0,7
	Cgg	50-60	6,8	6,4	1,2	1,92	-	-	0,1	1,5	1,3
	IICgg	63-68	6,6	5,5	0	3,62	-	-	0,4	12,6	6,6
	IIICgg	70-80	7,1	6,7	0,8	1,92	-	-	0,1	1,7	1,1
	IVCgg	85-90	7,0	6,2	1,2	1,57	-	-	0,4	3,3	4,5
	VCgg	90-95	7,2	6,6	1,2	-	-	-	0,1	2,9	3,5
	G	100-110	7,4	6,9	0,4	-	-	-	0,2	3,4	2,7

cd. tab. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4	A1	5-12	6,3	Mollic Gleysols Arenic								
	A2	15-25	6,3	5,8	0,8	36,6	4,20	8,7	7,7	4,0	3,7	
	A3gg	25-35	6,8	5,8	0,8	36,1	3,64	9,9	4,7	0,9	2,5	
	C1gg	55-65	7,4	6,5	1,2	7,52	0,28	26,9	1,7	0,1	1,2	
	C2gg	80-90	7,8	7,1	1,2	-	-	-	0,1	0,1	0,8	
	G	100-110	7,8	7,3	2,4	-	-	-	-	0,1	0,5	1,0
					7,2	0,4	-	-	-	1,4	4,0	2,8
5	A1	5-15	6,4	Mollic Gleysols Arenic								
	A2	20-30	6,5	6,0	1,6	50,1	6,37	7,9	4,6	4,2	8,8	
	A/C	30-40	7,0	6,1	1,2	27,7	2,94	9,4	1,2	0,1	5,0	
	C1gg	70-80	7,6	6,6	1,2	2,36	-	-	0,8	0,4	4,0	
	C2gg	95-105	8,0	7,3	1,2	-	-	-	-	0,6	0,4	1,9
					7,1	0,4	-	-	-	0,5	0,1	1,3

Objaśnienia, jak pod tabelą 1.

Explanations as in Tab. 1.

Tabela 3. Właściwości sorpcyjne badanych gleb
Table 3. Sorptive properties of the studied soils

Profil Profile	Poziom genetyczny Genetic horizon	Hh ⁽¹⁾	cmol (+)·kg ⁻¹						S ⁽²⁾	PWK ⁽³⁾ CEC	V ⁽⁴⁾ BS %	Procentowy udział kationów w PWK, % % of CEC				
			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	6	7				8	9	10	11	12
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Mollic Umbrisols Arenic															
	A1	3,2	5,3	1,6	0,6	0,4	7,9	11,1	71,2	47,7	14,7	5,0	3,8	28,8		
	A2	1,8	6,0	1,0	0,2	0,3	7,5	9,3	80,6	64,6	11,2	1,8	3,0	19,4		
	A/C	0,7	4,3	0,7	<0,1	0,2	5,3	6,0	87,7	72,0	11,9	<0,1	3,5	12,3		
1	A/C	0,6	3,1	0,6	<0,1	0,2	3,9	4,5	86,3	69,1	13,1	<0,1	3,9	13,7		
	IICgg	0,7	6,4	1,4	0,1	0,5	8,4	9,1	92,5	70,3	15,7	1,6	5,0	7,5		
	Mollic Umbrisols Arenic															
2	A1	0,9	23,2	1,3	0,1	0,8	25,3	26,2	96,6	88,5	4,8	0,4	2,9	3,4		
	A2	1,0	15,6	0,8	0,1	0,6	17,0	18,0	94,5	86,8	4,3	0,4	3,1	5,5		
	A2	0,8	8,0	0,6	<0,1	0,3	8,9	9,8	91,5	81,8	6,3	<0,1	3,4	8,5		
	C1	0,5	3,3	0,5	<0,1	0,2	4,0	4,5	89,9	73,7	12,3	<0,1	3,9	10,1		
	C1	0,5	2,2	0,5	<0,1	0,1	2,9	3,4	85,1	65,5	15,5	<0,1	4,1	14,9		
	Mollic Gleysols Arenic															
3	A1	4,0	7,8	0,7	0,1	0,4	9,0	13,0	69,3	60,1	5,1	0,9	3,2	30,7		
	A2	3,7	5,4	0,4	<0,1	0,2	6,0	9,7	62,0	55,4	4,5	<0,1	2,2	38,0		
	Cgg	1,1	2,2	0,5	<0,1	0,1	2,8	3,8	72,4	56,8	13,8	<0,1	1,8	27,6		
	IICgg	2,2	5,1	1,1	0,2	0,2	6,6	8,8	75,1	58,4	12,2	2,1	2,4	24,9		
	IIICgg	0,8	1,8	0,5	<0,1	0,1	2,4	3,1	75,8	56,2	16,3	<0,1	3,3	24,2		
	IVCgg	1,2	3,0	0,9	0,1	0,3	4,2	5,4	77,8	54,7	16,2	1,9	5,1	22,2		
	VCgg	0,9	2,6	0,8	0,1	0,2	3,7	4,6	80,1	56,1	17,5	2,0	4,5	19,9		
	G	0,8	2,2	0,6	0,1	0,1	2,9	3,7	79,6	58,8	16,9	1,9	1,9	20,4		

cd. tab. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	A1	4,4	8,8	0,8	0,1	0,4	10,1	14,4	69,8	61,0	5,5	0,4	2,9	30,2
	A2	3,8	8,2	0,7	<0,1	0,3	9,2	13,0	70,6	62,7	5,3	<0,1	2,4	29,4
	A3gg	1,5	5,7	0,4	<0,1	0,1	6,3	7,7	81,1	74,0	5,7	<0,1	1,4	18,9
	C1gg	0,8	2,0	0,5	<0,1	0,1	2,5	3,3	76,6	60,9	14,1	<0,1	1,6	23,4
	C2gg	0,6	1,9	0,6	<0,1	0,2	2,7	3,2	82,9	59,8	17,3	<0,1	5,4	17,1
	G	0,5	2,8	0,7	<0,1	0,1	3,6	4,1	87,7	67,8	15,8	<0,1	3,4	12,3
5	A1	3,9	13,6	1,5	0,2	0,6	15,9	19,8	80,3	68,5	7,7	0,9	3,2	19,7
	A2	2,4	9,2	0,7	0,1	0,4	10,4	12,8	81,2	71,7	5,8	0,4	3,4	18,8
	A/C	1,3	5,2	0,8	<0,1	0,2	6,2	7,5	82,6	69,2	10,3	<0,1	2,8	17,4
	C1gg	0,6	2,5	0,4	<0,1	0,2	3,1	3,7	83,8	67,1	10,3	<0,1	5,2	16,2
	C2gg	0,6	1,7	0,4	<0,1	0,1	2,2	2,8	78,7	61,1	13,5	<0,1	3,7	21,3

¹⁾ Kwasowość hydrolytyczna. ²⁾ Suma kationów o charakterze zasadowym. ³⁾ Pojemność sorpcyjna. ⁴⁾ Wyciszenie kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym.

¹⁾ Hydrolytic acidity. ²⁾ Sum of base cations. ³⁾ Sorption capacity. ⁴⁾ Base cation saturation.

Objaśnienia, jak pod tabelą 1.

Explanations as in Tab. 1.

Tabela 4. Skład frakcyjny związków próchnicznych (% C_{org})

Profil Profile	Poziom genetyczny Genetic horizon	C _{org} g·kg ⁻¹	Frakcja Ia Fraction Ia	Frakcja I Fraction I			C _{kh} : C _{Rk} C _{HA} : C _{FA} I
				C-wydz. C-extr.	C _{kh} C _{HA}	C _{kf} C _{FA}	
				%			
Mollic Umbrisols Arenic							
1	A1	16,7	3,6	43,6	27,4	16,2	1,7
	A2	14,9	4,5	33,2	24,7	8,5	2,9
Mollic Umbrisols Arenic							
2	A1	29,5	3,0	37,5	23,1	14,4	1,6
	A2	22,7	5,3	46,5	27,5	19,0	1,5
	A2	15,4	6,2	38,9	28,1	10,8	2,6
Mollic Gleysols Arenic							
3	A1	37,8	4,4	46,4	24,1	22,3	1,1
	A2	23,3	6,8	37,8	22,9	14,9	1,5
Mollic Gleysols Arenic							
4	A1	36,6	3,7	49,4	28,8	20,6	1,4
	A2	36,1	2,9	42,5	24,7	17,8	1,4
	A3gg	7,5	4,7	39,7	27,3	12,4	2,2
Mollic Gleysols Arenic							
5	A1	50,1	3,2	51,2	28,8	22,4	1,3
	A2	27,7	3,9	42,9	30,9	12,1	2,6

Objaśnienia: C-wydz. – węgiel wydzielony, C-nh – węgiel niehydrolizujący, C_{kh} – kwasy huminowe, C_{kf} – kwasy fulwowe, C_{kh}-Ca – kwasy huminowe związane z wapnem; pozostałe objaśnienia jak pod tabelą 1.

ŁABAZ i in. [2008]. We wszystkich analizowanych profilach największy udział w składzie frakcyjnym substancji humusowych stanowiła frakcja I (33,2–51,2% C_{org}), w której kwasy huminowe istotnie dominowały nad kwasami fulwowymi, a stosunek C_{kh} : C_{kf} kształtował się na poziomie 1,1–2,9. Nie zaznaczyły się wyraźne różnice w ilości wydzielonej frakcji I ze względu na sposób użytkowania badanych gleb, co dowodzi stabilności kwasów huminowych poddanych różnym formom użytkowania. Można jedynie zauważyć nieco większą wartość stosunku C_{kh} : C_{kf} frakcji I oraz sumy kwasów huminowych (frakcja I i II) w glebach użytkowanych jako pola orne kukurydzy. Duże wartości stosunku C_{kh} : C_{kf} w badanych glebach są typowe dla czarnych ziem i wynikają z intensywnie zachodzącego procesu humifikacji glebowej materii organicznej oraz odporności próchnicy na procesy utleniania [MAZUREK, NIEMYSKA-ŁUKASZUK, 2003]. Udział prezentowanej frakcji I w składzie frakcyjnym związków próchnicznych był zbliżony do wyników badań przedstawionych przez ŁABAZ i in. [2008]. Autorzy podają, że udział omawianej frakcji w składzie substancji humusowych czarnych ziem Parku Krajobrazowego „Doliny Baryczy” kształtował się w przedziale 25,0–63,1% C_{org}. Odmiennie wyniki udziału frakcji I w czarnych ziemiach prezentowali KLIMOWICZ [1980] oraz ŁABAZ [2007]. Klimowicz, po analizie czarnych ziem Równiny Tar-

Table 4. Fractional composition of humus (in % of C_{org})

Frakcja II		Fraction II		$C_{kh} : C_{fk}$ $C_{HA} : C_{FA}$	C-nh C-ne	Chk-Ca $C_{HA Ca}$	C-wydz. C-extr. Ia + I + II	Chk C_{HA} I + II	Ckf C_{FA} I + II	$C_{kh} : C_{fk}$ $C_{HA} : C_{FA}$ I + II
C-wydz. C-extr.	Ckh C_{HA}	Ckf C_{FA}	II							
Mollic Umbrisols Arenic										
6,0	4,5	1,5	3,0	46,9	12,5	53,1	31,9	17,7	1,8	
7,8	5,4	2,4	2,3	54,5	18,6	45,5	30,1	10,9	2,8	
Mollic Umbrisols Arenic										
4,4	2,4	2,0	1,2	55,1	16,2	44,9	25,5	16,4	1,6	
5,2	3,7	1,5	2,5	43,1	18,3	57,0	31,2	20,5	1,5	
5,2	3,2	2,0	1,6	49,7	22,0	50,3	31,3	12,8	2,4	
Mollic Gleysols Arenic										
4,3	2,4	2,0	1,2	44,9	10,6	55,1	26,4	24,3	1,1	
4,6	3,5	1,1	3,2	50,8	4,7	49,2	26,4	16,0	1,6	
Mollic Gleysols Arenic										
4,8	2,6	2,2	1,2	42,1	12,7	57,9	31,4	22,8	1,4	
4,6	2,5	2,1	1,2	50,0	13,9	50,0	27,2	19,9	1,4	
8,6	3,7	4,9	0,8	47,0	18,8	53,0	31,1	17,3	1,8	
Mollic Gleysols Arenic										
5,5	3,3	2,1	1,6	40,2	18,9	59,8	32,1	24,5	1,3	
4,1	3,1	1,1	2,9	49,1	24,3	50,9	33,9	13,1	2,6	

Explanations: C-extr. – extractable carbon, C-ne – non-hydrolyzing carbon, Ckh – humic acids, Ckf – fulvic acids, Ckh–Ca – humic acids bound with Ca; other as in Table 1.

że udział frakcji I kształtował się na znacznie niższym poziomie, zawierającym się w przedziale 18,5–30,1% C_{org} . Natomiast u ŁABAZ [2007] udział frakcji I w czarnych ziemiach z okolic Wrocławia był większy i kształtował się w granicach od 27,7–69,9% C_{org} . Udział węgla kwasów huminowych związanych z wapniem (Ckh–Ca) w badanych glebach przyjmował wartości 4,7–24,3% C_{org} i był nieznacznie większy w porównaniu z profilami czarnych ziem o składzie granulometrycznym piasków prezentowanych przez ŁABAZ [2007] oraz ŁABAZ i in. [2008]. Natomiast udział frakcji II zawierał się w przedziale 4,1–8,6% C_{org} , a wartość stosunku Ckh : Ckf kształtowała w granicach 0,8–3,2. Uzyskane wyniki zawartości frakcji II w składzie frakcyjnym związków próchnicznych były bardzo zbliżone do danych prezentowanych przez KLIMOWICZA [1980]. Autor w swoim opracowaniu uzyskał wartości zawierające się w przedziale 4,1–10,1% C_{org} , natomiast wartość stosunku Ckh : Ckf mieściła się w mniejszym przedziale (0,8–1,5) w porównaniu z omawianymi glebami. Udział węgla niehydrolizującego kształtował się na poziomie typowym dla gleb czarnoziemnych (40,2–55,1% C_{org}). Zbliżoną wartość dla tej frakcji prezentowali w swoich badaniach również ŁABAZ [2007], ŁABAZ i in. [2003], ŁABAZ i in. [2008] oraz TURSKI [1988].

Przeprowadzona analiza absorbancji przy długościach fal 464 nm i 664 nm wskazała na „dojrzałą” budowę i wysoki stopień humifikacji kwasów huminowych wyekstrahowanych z poziomów próchnicznych (tab. 5). Obliczony współczynnik $A_4 : A_6$, w porównaniu z czarnymi ziemiami prezentowanymi przez ŁABAZ i in. [2008], przyjmował jednak większe wartości, w zakresie od 3,74 do 5,09, co może wskazywać na ich mniejszą gęstość optyczną.

Tabela 5. Właściwości optyczne preparatów kwasów huminowych

Table 5. Optical properties of humus acids preparation

Profil Profile	Poziom genetyczny Genetic horizon	Absorbancja przy długości fal Absorbance at a wavelength		$A_4 : A_6$
		464 nm	664 nm	
1	A1	0,34	0,08	4,35
	A2	0,35	0,09	3,97
2	A1	0,61	0,14	4,34
	A2	0,82	0,19	4,43
	A2	0,65	0,15	4,31
3	A1	0,67	0,13	5,09
	A2	0,60	0,13	4,76
4	A1	0,76	0,15	4,98
	A2	0,88	0,20	4,41
	A3gg	0,61	0,16	3,91
5	A1	0,83	0,18	4,61
	A2	1,08	0,29	3,74

Objaśnienia, jak pod tabelą 1.

Explanations as in Tab. 1.

WNIOSKI

1. Czarne ziemie występujące na obszarze Obniżenia Milicko-Głogowskiego charakteryzują się bardzo lekkim i lekkim składem granulometrycznym z wyraźnymi cechami oglejenia.

2. Cechą badanych czarnych ziem jest znaczna miąższość poziomu próchnicznego o dużej zawartości węgla organicznego.

3. Duża zawartość C_{org} i N_{og} w glebach łąkowych jest uwarunkowana oddziaływaniem na glebę wysokiego poziomu wód gruntowych oraz systematycznym nawożeniem gnojowicą.

4. W składzie frakcyjnym związków próchnicznych przeważa frakcja I, w której kwasy huminowe dominują nad kwasami fulwowymi, a stosunek $C_{kh} : C_{kf}$ przyjmuje wartości powyżej jedności. Nieznacznie większe wartości stosunku $C_{kh} : C_{kf}$ w poziomach próchnicznych obserwuje się na polach ornych kukurydzy.

5. Biorąc pod uwagę skład granulometryczny badanych gleb oraz ich właściwości fizykochemiczne i chemiczne, niesprzyjające stabilizacji materii organicznej, można stwierdzić, że badane czarne ziemie mają dużą zdolność kumulowania substancji próchnicznych o wysokim stopniu „dojrzałości” drobin kwasów huminowych.

6. Analizowane profile czarnych ziem należą do gleb rzadko spotykanych w Polsce, występujących lokalnie, o bardzo ograniczonym zasięgu terenu. Ich podstawowe właściwości fizyczne i chemiczne są jednak zbliżone do właściwości czarnych ziem o piaszczystym uziarnieniu, występujących w innych rejonach Polski.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr N N310 090336.

LITERATURA

- BOGACZ A., ŁABAZ B., DĄBROWSKI P., 2008. Wybrane właściwości fizyczne i fizykochemiczne czarnych ziem w Parku Krajobrazowym „Dolina Baryczy”. *Roczniki Gleboznawcze* t. 59 z. 1 s. 43–51.
- DĘBSKA B., 2004. Właściwości substancji humusowej gleby nawożonej gnojowicą. *Rozprawy* 110. Bydgoszcz: ATR s.112.
- DROZD J., LICZNAK M., 1996. Wpływ stosunków wodnych na urodzajność czarnych ziem. *Roczniki Gleboznawcze* t. 47 z. 3–4 s. 9–12.
- 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 Naukowych PTG nr 120 ss. 66.
- GADOR J., 1966. Badania nad zależnością budowy i właściwościami czarnych ziem od niektórych czynników glebotwórczych. *Pamiętniki Puławskie* 22 s. 245–259.
- Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych. PTG, 2009. *Roczniki Gleboznawcze* t. 60 z. 2 s. 5–16.
- KLIMOWICZ Z., 1980. Czarne ziemie Równiny Tarnobrzeskiej na tle zmian stosunków wodnych tego obszaru. *Roczniki Gleboznawcze* t. 31 z. 1 s. 163–207.
- KOC J., 1992. Porównanie wpływu pięciu systemów nawożenia organiczno-mineralnego na fizykochemiczne właściwości gleby lekkiej. *Mater. Konf. Nauk. Nawozy organiczne 2*. Szczecin: AR s. 41–46.
- KONECKA-BETLEY K., CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA D., JANOWSKA E., 1996. Czarne ziemie w storoaluwalnym krajobrazie Puszczy Kampinoskiej. *Roczniki Gleboznawcze* t. 47 z. 3 s. 145–158.
- KONECKA-BETLEY K., CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA D., JANKOWSKA E., 1999. Przemiany pokrywy glebowej w Kampinoskim Parku Narodowym. *Roczniki Gleboznawcze* t. 50 z. 4 s. 5–29.
- KOZAKIEWICZ A., 1966. Nowe poglądy na skład próchnicy niektórych typów gleb mineralnych w świetle wyników uzyskanych zmodyfikowaną metodą Tiurina (cz. I). *Roczniki Gleboznawcze* t. 16 z. 1 s. 113–130.
- LICZNAK M., DROZD J., 1985. Wpływ erozji na właściwości związków próchnicznych w niektórych jednostkach systematycznych gleb. *Roczniki Gleboznawcze* t. 36 z. 3 s. 189–199.
- ŁABAZ B., LICZNAK S., LICZNAK M., 2003. Fractional composition of humus in black earths in Wrocław district. *Humic Substances in Ecosystems* 5 s. 51–55.
- ŁABAZ B., 2007. Skład frakcyjny próchnicy czarnych ziem okolic Wrocławia. *Roczniki Gleboznawcze* t. 58 z. 1–2 s. 69–83.

- ŁABAZ B., BOGACZ A., CYBULA M., 2008. Właściwości substancji humusowych czarnych ziem w Parku Krajobrazowym „Dolina Baryczy”. Roczniki Gleboznawcze t. 59 z. 3–4 s. 175–184.
- MARCINEK J., KOMISAREK J., 2004. Antropogeniczne przekształcenia gleb Pojezierza Poznańskiego na skutek intensywnego użytkowania rolniczego. Poznań: Wydaw. AR ss. 118.
- MAZUREK R., NIEMYSKA-ŁUKASZUK J., 2003. Zawartość i skład frakcyjny próchnicy różnie użytkowanych czarnych ziem Płaskowyżu Proszowickiego i Wyżyny Miechowieckiej. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 493 s. 659–666.
- MUSIEROWICZ A., KUŹNICKI F. 1960. Magnez w glebach Niziny Mazowiecko-Podlaskiej i Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej. Roczniki Nauk Rolniczych Ser. A t. 82 z. 2 s. 251–302.
- MUSIEROWICZ A., SKORUPSKA T., 1966. Frakcje związków humusowych czarnoziemiu, czarnych ziem i rędzin. Roczniki Nauk Rolniczych Ser. A t. 91 z. 2 s. 1–50.
- SCHNITZER M., KAHN S. U., 1972. Humic substances in the environment. New York: ss. 327.
- TURSKI R., 1988. Charakterystyka związków próchnicznych w glebach Polski. Roczniki Nauk Rolniczych Ser. Monografie 212 ss. 69.
- World Reference Base for Soil Resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006. World Soil Resources Reports 103. Rome: FAO ss. 132.

Beata ŁABAZ, Adam BOGACZ, Rafał ŻYMEŁKA

HUMIC SUBSTANCES AND THE PROPERTIES OF UMBRISOLS AND GLEYSOLS IN THE MILICZ-GŁOGÓW DEPRESSION

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

S u m m a r y

This publication describes the composition of humic acids and the physical, chemical and sorption properties of the Mollic Umbrisols Arenic and Mollic Gleysols Arenic of the Milicz-Głogów depression. The following analyses were made in collected soils samples: grain size composition, pH in 1mol KCl·dm⁻³, hydrolytic acidity (Hh), C total, N total, CaCO₃, the content of exchangeable alkaline cations (Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺) and fractional composition of humic compounds with the Tiurin's method. Loamy sand and sand dominated among analysed soils. Reactions of the studied soils ranged from slightly acidic to alkaline. The content of organic C and total N differed widely. The C : N ratio ranged from 7.9 to 13.9. Alkaline cations dominated in the soil sorption complex. Concentrations of base cations (S) were found to vary between 2.2 and 25.3 cmol(+)·kg⁻¹, cation exchange capacity (CEC) in the range from 2.8 to 26.2 cmol(+)·kg⁻¹ and base saturation (BS) was high and varied between 62.0 and 96.6%. Fraction Ia was negligible in the composition of the studied soils. Humic compounds were dominated by fraction I (humic compounds bound with calcium and mobile forms of R₂O₃). Humic acids significantly prevailed over fulvic acids and the ratio of C_{HA} : C_{FA} was 1.1–2.9. C_{HA}-Ca (humic acids bound with Ca) constituted 4.7–24.3% of organic C and non-hydrolyzing C – 40.2–55.1% of organic C.

Recenzenci:

prof. dr hab. Jan Gliński

doc. dr hab. Zygmunt Miatkowski

Praca wpłynęła do Redakcji 29.12.2009 r.