

AGNIESZKA ŚLIWIŃSKA*, MICHAŁ DRAB**

**ZMIANY ZAWARTOŚCI WĘGLA ORGANICZNEGO
ORAZ WZAJEMNY STOSUNEK JEGO FORM
W REKULTYWOWANYCH UTWORACH PO EKSPLOATACJI
WĘGLA BRUNATNEGO W REJONIE ŁĘKNICY**

Streszczenie

Materiał badawczy pochodził z poletek doświadczenia założonego na terenach pokopalnianych po byłej Kopalni „Przyjaźń Narodów” w rejonie Łęknicy w województwie lubuskim. Omówione grunty charakteryzowały bardzo niekorzystne właściwości fizyczno-chemiczne [Krzaklewski I Wójcik 2007, Greinert 1988 oraz Greinert i in. 2009]. Uśrednione próbki gruntów pobrane z różnych głębokości poddano ekstrakcji metodą Schnitzera wykorzystując ług sodowy. W dalszej kolejności w próbkach tych oznaczono zawartości węgla ogólnego oraz sumy węgla kwasów huminowych i kwasów fulwowych przy użyciu analizatora TOC-Vcsn Total Organic Carbon Analyser-Shimadzu. Badania wykazały wysoce istotne zróżnicowanie zawartości węgla ogólnego oraz węgla kwasów huminowych i fulwowych. Stosunki węgla kwasów huminowych do węgla kwasów fulwowych przekraczały znacznie wartość 1,0. Wskazuje to na słaby stopień mineralizacji masy organicznej w badanych gruntach.

Słowa kluczowe: nieużytki po kopalni węgla brunatnego, rekultywacja, węgiel organiczny, kwasy fuwowe i huminowe

WSTĘP

Pozostające w glebach resztki roślinne i zwierzęce są źródłem materii organicznej. Procesy przemian materii organicznej są bardzo złożone i najsilniej zachodzą w powierzchniowej warstwie gleb tzw. poziomie próchnicznym. Odpowiedzialnymi za te procesy są drobnoustroje i mikrofauna glebowa [Badura 2004, Gonet i Markiewicz 2007]. Tempo przemian związków organicznych w

* doktorantka kierunku inżynieria środowiska; Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Inżynierii Łądowej i Środowiska, Instytut Inżynierii Środowiska

** Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Inżynierii Łądowej i Środowiska, Instytut Inżynierii Środowiska, Zakład Ochrony i Rekultywacji Gruntów

materię organiczną - humus - próchnicę zależy od warunków klimatycznych [Gonet i Markiewicz 2007]. Głównym składnikiem masy organicznej są według Kononowej [1968] tzw. swoiste substancje próchnicze (substancje humusowe). Stanowią one od 85-90% ogólnej ilości materii organicznej. Wśród substancji humusowych w glebach wyróżnia się kwasy fulwowe, kwasy huminowe i huminy. Wymienione związki tworzą w glebach mieszaninę – kompleks różnych substancji organicznych w zależności od rodzaju połączeń, z których powstają oraz warunków środowiska. Układy tych związków są zróżnicowane między sobą w zależności od budowy rodników i stopnia polimeryzacji.

CHARAKTERYSTYKA SUBSTANCJI ORGANICZNYCH

Substancje organiczne w glebie odgrywają dużą rolę. Według Dziadowiec [2004] wpływają one korzystnie na właściwości fizyczne, fizykochemiczne, chemiczne i biologiczne gleb. Nadają one barwę ciemną i dzięki temu gleby pochłaniając promieniowanie słoneczne szybciej się nagrzewają, przedłużając okres wegetacji roślin. Substancje organiczne mają wysoką pojemność wodną. Wydatnie zwiększają zdolności sorpcyjne gleb, adsorbują duże ilości kationów i regulują przy tym stężenie roztworów glebowych. Substancje organiczne zwiększają też zdolności buforowe gleb, regulując ich odczyn i stężenie składników pokarmowych niezbędnych do życia roślin. Są głównym źródłem węgla i azotu [Gonet i Markiewicz 2007]. Wzbogacają gleby w wyniku procesów syntezy i mineralizacji w składniki pokarmowe m.in.: fosfor, potas, wapń i wiele innych. Substancje humusowe wpływają korzystnie na aktywność biologiczną gleb [Eliada i in. 2005].

Ze względu na złożoną budowę oraz skład elementarny substancje humusowe klasyfikuje się za Odenem [Świdowska-Bróz 1985] według ich rozpuszczalności oraz w zależności od źródła ich pochodzenia. Wykazano, że od masy cząsteczkowej substancji humusowych zależy szybkość wiązania przez nie protonów i metali, a także zdolność do adsorpcji oraz migracji w środowisku. Substancje humusowe o niższej masie cząsteczkowej cechuje szybszy proces sorpcji oraz większa ruchliwość, natomiast substancje o większej masie cząsteczkowej wykazują większą zdolność wiązania metali [Krupińska 2012].

Kwasy fulwowe (KF) składają się z utlenionych pierścieni aromatycznych z rozbudowanymi łańcuchami bocznymi. Od kwasów huminowych różnią się swym składem elementarnym, budową i właściwościami.

Z tabeli 1 wynika, że kwasy fulwowe w stosunku do kwasów huminowych mają mniejszą zawartość węgla i azotu, a większą tlenu, natomiast zawartości wodoru są porównywalne. Łatwa rozpuszczalność fulwokwasów, jak i większości ich soli, decyduje o ich ruchliwości i zdolności przenikania w głąb profilów glebowych. Budowa i właściwości fulwokwasów nie są dotychczas zbadane

oraz wyjaśnione. Kwasy te dysocjują w roztworach silniej niż kwasy huminowe i wykazują odczyn silnie kwaśny.

Tab. 1. Skład elementarny frakcji próchnicznych wg Dobrzańskiego i Zawadzkiego [1999]

Tab. 1. Elemental composition of the humus fractions acc. to Dobrzański and Zawadzki [1999]

%	Kwasy huminowe	Kwasy fulwowe
C	53,6-56,2	40,7-50,6
H	3,2-6,2	3,8-7,0
O	33,3-38,8	43,1-49,7
N	0,8-5,5	0,9-3,3

Kwasy huminowe (KH) tworzą się w wyniku rozkładu wyjściowych organicznych substancji roślinnych i zwierzęcych oraz syntezy wielocząsteczkowych związków kwasów huminowych. Z chemicznego punktu widzenia kwasy huminowe zbudowane są z części aromatycznych i alifatycznych połączonych ze sobą wiązaniami kowalencyjnymi tzw. mostkami atomów np.: tlenowym –O–, azotowym –N= posiadającymi liczne grupy karboksylowe, hydroksylowe, metoksyłowe, karbonyłowe, chinonowe, sulfonowe oraz węglanowe, przyłączone do części alifatycznych i aromatycznych. Omówione związki różnych gleb charakteryzują się zróżnicowaną budową.

Interakcje pomiędzy substancjami organicznymi i mineralnymi są bardzo ważnymi fizykochemicznymi procesami zachodzącymi w glebie. Do charakterystyki właściwości próchnicy ważnym jest znajomość stosunku kwasów huminowych do fulwowych, a zwłaszcza w nowo powstających glebach.

CEL I OBIEKT BADAŃ

Celem pracy było określenie zawartości węgla wyekstrahowanego metodą Schnitzera [Dziadowiec i Gonet 1999] w stosunku do węgla ogólnego oraz określenie stosunku CKH/ CKF w glebach z poletka kontrolnego (bez nawożenia) i poletek nawożonych różnymi wariantami, nawozów mineralnych po 24 latach trwania doświadczenia.

Utwory zwałowe po byłej kopalni węgla brunatnego w Łęknicy stanowią głównie fitotoksyczne kwaśne piaski mioceńskie z różną ilością okruchów węgla brunatnego. Niekorzystną cechą tych utworów oprócz nadmiernego zakwaszenia (pH w 1M KCl często poniżej 3,5) są bardzo negatywnie ukształtowane właściwości fizyczne (nadmierna zwięzłość i skłonność do cementacji). Są to grunty o niejednorodnej budowie, niekorzystnych właściwościach powietrzno-wodnych, bardzo małej zasobności w składniki mineralne oraz niskiej aktywno-

ści biologicznej [Krzaklewski i Wójcik 2007, Greinert i in. 2009]. Właściwości te były zbliżone do właściwości utworów zwałowych w rejonie kopalni „Turów”, które w swoim składzie zawierają silnie zawęglone i zasiarczone ily kaolinitowe [Krzaklewski i Mikłaszewski 1996].

Prace badawcze prowadzono na terenach po byłej kopalni węgla brunatnego „Przyjaźń Narodów” – w rejonie Łęknicy, województwo lubuskie. Po zakończeniu wydobywania węgla tereny zrekultywowano [Greinert 1988] następująco:

- wyrównanie powierzchni spychaczami,
- odkwaszanie gruntów wapnem magnezowym z Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” w ilości $50 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$,
- nawożenie mineralne: mączka fosforytowa w ilości $5 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$, saletrzak w ilości $0,2 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$, fosforan amonu w ilości $0,2 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i sól potasowa w dawce $0,4 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$,
- obsadzanie powierzchni sosną zwyczajną.

METODYKA BADAŃ

Doświadczenie polowe założono w 1986 roku. Poletka wytyczono na powierzchniach obsadzonych sosną. Wymiary poletek wynosiły $35 \times 8 \text{ m}$. Na poletkach zastosowano zmienne warianty nawożenia mineralnego według schematu:

- kontrola – bez nawożenia mineralnego
- wapno magnezowe $8 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$
- N – $0,10 + \text{P}_2\text{O}_5 - 0,07 + \text{K}_2\text{O} - 0,16 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$
- N – $0,20 + \text{P}_2\text{O}_5 - 0,14 + \text{K}_2\text{O} - 0,32 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$
- wapno magnezowe $8 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1} + \text{N} - 0,10 + \text{P}_2\text{O}_5 - 0,07 + \text{K}_2\text{O} - 0,16 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$
- wapno magnezowe $8 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1} + \text{N} - 0,20 + \text{P}_2\text{O}_5 - 0,14 + \text{K}_2\text{O} - 0,32 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$

Wapno magnezowe stosowano jednorazowo, jesienią 1986 roku. Nawozy mineralne stosowano wiosną 1987 roku w postaci:

- N – saletry amonowej
- P_2O_5 – superfosfatu pojedynczego pylistego
- K_2O – soli potasowej 50%

Jesienią 2010 roku z charakterystycznych warstw poziomu próchnicznego gleb inicjalnych z poszczególnych poletek pobrano uśrednione próbki. Próbki poddano ekstrakcji metodą Schnitzera przy pomocy ługu sodowego bez wstępnej dekalcytacji. Następnie w każdej próbie określono w trzech powtórzeniach zawartość węgla ogólnego oraz węgla wyekstrahowanego czyli sumy węgla kwasów huminowych i węgla kwasów fulwowych za pomocą analizatora TOC-Vcsn Total Organic Carbon Analyzer Shimadzu.

WYNIKI BADAŃ

Dane zawarte w tabeli 2 wskazują, że zawartości C ogólnego w próbkach glebowych pobranych z poszczególnych poletek były wyraźnie zróżnicowane. Najmniej C ogólnego stwierdzono w próbkach gruntu pobranych z poletka nr 5 (wapno magnezowe $8 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1} + \text{N} - 0,10 + \text{P}_2\text{O}_5 - 0,07 + \text{K}_2\text{O} - 0,16 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Najwięcej omówionej formy węgla wystąpiło w próbkach z poletka nr 4 (warian z nawożeniem $\text{N} - 0,20 + \text{P}_2\text{O}_5 - 0,14 + \text{K}_2\text{O} - 0,32 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Tab. 2. Zawartości form węgla oraz stosunek $C_{KH/KF}$ w próbkach glebowych

Tab. 2. Content and the ratio $C_{KH/KF}$ of carbon forms in soil samples

Nr poletka	Głębokość pobrania próbek; cm	C ogólny	C wyekstrahowany	Udział C wyekstrahowanego do ogólnego	Stosunek $C_{KH/KF}$
1	0-3	423,5	53,8	127,0	1,5
	3-8	10,2	4,9	480,4	1,5
	8-30	5,5	4,0	727,3	3,4
	<30	3,8	3,5	921,1	4,4
2	0-3	387,3	115,2	297,4	2,8
	1,5-12	34,3	16,4	478,1	9,3
	12-30	31,2	19,6	628,2	13,0
	<30	23,4	16,0	683,4	8,6
3	0-2,5	319,0	70,1	219,7	2,3
	2,5-9	24,3	11,3	465,0	6,7
	9-30	12,9	10,0	775,2	6,3
	<30	44,1	30,9	700,7	12,0
4	0-3	436,9	90,6	207,4	2,7
	3-7	21,5	10,2	474,4	3,4
	7-22	15,0	11,3	753,3	5,9
	<42	13,2	10,0	757,5	4,0
5	0-3	55,9	13,0	232,6	1,8
	3-7	12,2	5,8	475,4	2,4
	7-23	14,5	10,6	731,0	4,3
	<32	8,7	6,6	758,6	2,9
6	0-3	148,4	24,6	165,8	3,3
	3,5-10	14,5	8,9	613,8	3,1
	10-32	14,8	10,2	689,2	5,2
	<32	11,3	8,0	708,0	4,4

Analiza statystyczna wykazała wysoce istotne zróżnicowanie zawartości C ogólnego w próbkach pobranych z poszczególnych poletek doświadczenia, NIR

= 0,012 g·kg⁻¹, p < 0,01. Bez względu na zastosowany wariant nawozowy najwyższe zawartości C ogólnego stwierdzono w poziomach ściółki leśnej. Wraz ze wzrostem głębokości poboru próbek zawartości omówionej formy węgla zmniejszały się. Analiza statystyczna ukazała wysoce istotny wpływ głębokości poboru próbek gruntów na zmiany C ogólnego, NIR = 0,011 g·kg⁻¹, p < 0,01. Podobne zależności wykazano w przypadku zawartości węgla wyekstrahowanego z badanych gleb. W tym przypadku wartości NIR wyniosły odpowiednio 0,042 g·kg⁻¹ dla poletek i 0,035 g·kg⁻¹ dla głębokości a prawdopodobieństwo dla obu przypadków było poniżej 0,01.

Udział procentowy węgla wyekstrahowanego w stosunku do formy ogólnej węgla w próbkach pobranych z poziomu ściółki leśnej wszystkich badanych poletek był wyraźnie niższy w porównaniu z próbkami pobranymi z głębszych warstw. Wraz ze wzrostem głębokości poboru próbek wszystkich poletek wzrastał udział węgla wyekstrahowanego w stosunku do formy ogólnej węgla. W próbkach pobranych z poziomów głębszych udział węgla wyekstrahowanego w stosunku do węgla ogólnego zmieniał się od 2,3-krotnie w próbkach z poletka nr 2 (wariant z wapnem magnezowym) do 7,2-krotnie w próbkach z poletka kontrolnego – bez nawożenia. Stosunek C_{KH}/C_{KF} charakteryzujący, stopień rozkładu masy organicznej bardzo wyraźnie przewyższał wartość 1,0 (tab. 2). Świadczy to o bardzo słabym stopniu mineralizacji substancji organicznej w badanych gruntach pokopalnianych. Stosunek ten był najwyższy na poletku 2 (wariant z wapnem), na którym wynosił od 2,8 w poziomie ściółki leśnej do 13,0 w próbce pobranej z głębokości 12-30 cm. Najniższe stosunki oznaczonych kwasów organicznych stwierdzono w próbkach pobranych z poletka kontrolnego, w których kształtował się on od 1,5 do 4,4. Próbki pobrane z poletek 4, 5 i 6 wykazały bardzo zbliżone wartości stosunków kwasów huminowych do fulwowych.

DYSKUSJA

Powstająca w czasie rekultywacji masa organiczna wpływa znacząco na właściwości powstających gleb na terenach pokopalnianych. Efektywność rekultywacji stanowi kryterium oceny jakościowej powstających gleb. Istotnym przy ocenie jakości masy organicznej jest stosunek węgla kwasów huminowych do węgla kwasów fulwowych (C_{KH}/C_{KF}). W badanych profilach wyekstrahowane związki wskazują na wyraźną dominację kwasów huminowych. W najwyższej położonych poziomach wszystkich poletek stosunek C_{KH}/C_{KF} wskazywał na intensywne gromadzenie się kwasów huminowych. Omówiony stosunek kwasów do siebie ma wartość powyżej 1. Podobny skład frakcyjny wykazano w utworach zwałowych z terenów kopalni „Turów”, w których frakcja kwasów huminowych wyraźnie dominowała. Dzięki ich właściwościom i budowie

można tłumaczyć wiele procesów zachodzących w gruntach pogórnicych [Gilewska 1991]. Przyjmuje się, że cechą charakterystyczną próchnicy kwaśnych gleb bielcowych jest przewaga fulwokwasów nad kwasami huminowymi, to jest stosunek $C_{KH/KF} < 1,0$ [Kononowa 1968]. W badanych glebach we wszystkich badanych próbkach stosunek $C_{KH/KF}$ był wyższy od 1,0 a w miarę wzrostu głębokości poboru próbek najczęściej zwiększał się. Tylko w poziomach > 30 cm i > 42 cm nieznacznie był mniejszy od poziomów zalegających ponad wymienionymi. Wyniki opisane korespondują z wynikami badań gruntów pogórnicych zwałowisk „Bełchatów” i „Piaseczno” w wariantach żyzniejszych ($C_{KH/KF}$ odpowiednio 1,38 i 1,70) oraz na zwałowisku „Smolnica” w wariantcie nienawożonym [Pietrzykowski 2010].

Nawożenie mineralne wpływa pozytywnie na przemiany masy organicznej [Neagu, Oprea 2012]. Zmniejszanie zawartości masy organicznej w głąb profilu wskazuje na mineralizację szczątków organicznych a więc wzrost aktywności biologicznej [Luspascu i in. 2011]. Niniejsze badania wykazały powolną mineralizację, a więc akumulację masy organicznej w każdym z badanych profili. Procentowy udział węgla wyekstrahowanego w stosunku do węgla ogólnego wahał się od 12,7 do 92,1. Substancje organiczne ulegają szybciej mineralizacji, gdy stopień humifikacji, a więc udział węgla wyekstrahowanego w zawartości węgla ogólnego wynosi powyżej 70% [Luspascu i in. 2011].

W badanych utworach pokopalnianych w każdym profilu wytworzył się na głębokości 0-3 cm poziom organiczny „O” przypominający właściwościami naturalny poziom ściółki leśnej. Poziom ten jest najbardziej zasobny w masę organiczną, pochodzącą nie tylko z okruców węgla brunatnego ale z opadu drzewnego. Z pewnością na procesy przemian masy organicznej w badanych utworach pokopalnianych miały też wpływ właściwości gruntów, to jest silne jego ubicie oraz niekorzystne właściwości fizykochemiczne i chemiczne [Greenert i in. 2009].

WNIOSKI

Przeprowadzone badania upoważniają do sformułowania następujących wniosków:

- Zawartość węgla organicznego oraz węgla wyekstrahowanego czyli sumy węgla kwasów huminowych i fulwowych w glebach z poszczególnych poletek była wysoce istotnie zróżnicowana.
- Najwyższe zawartości obu form węgla występowały w wierzchniej warstwie poziomu próchnicznego gleb. W miarę wzrostu głębokości pobrania próbek zawartości te ulegały zmniejszeniu. Stwierdzono wysoce istotne zróżnicowanie zawartości węgla organicznego i jego form zależnie od głębokości zalegania materiału.

- Stosunek $C_{KH/KF}$ w badanych gruntach pokopalnianych znacznie przekraczał wartość 1,0. Świadczy to o słabej mineralizacji masy organicznej w badanych glebach.

LITERATURA

1. BADURA L., 2004. Mikroorganizmy w glebach – ich rola i znaczenie, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Zeszyty Naukowe nr 2, Kraków.
2. DOBRZAŃSKI B., ZAWADZKI S., 1999. Gleboznawstwo. PWRiL Warszawa.
3. DZIADOWIEC H., 2004. Procesy humifikacji w glebach leśnych. Metody badań substancji humusowych ekosystemów wodnych i lądowych; pod redakcją D. Gołębiowskiej, Akademia Rolnicza w Szczecinie.
4. DZIADOWIEC H., GONET S., 1999. Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. Prace Komisji Naukowych Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego nr 120, Warszawa.
5. ELIADA M. PENA-MENDEZ; HAVEL J., PATOCKA J., 2005. Humic substances – compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine, Journal of Applied Biomedicine. Vol: 3 Issue: 1 Pages/record No.: 13-24.
6. GONET S., MARKIEWICZ M., 2007. Rola materii organicznej w środowisku. Polskie Towarzystwo Substancji Humusowych, Wrocław.
7. GILEWSKA M., 1991. Rekultywacja biologiczna gruntów pogórnich przykładowo KWB „Konin”, Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań.
8. GREINERT H., 1988. Charakterystyka właściwości gleb powstałych w wyniku rekultywacji terenów po eksploatacji węgla brunatnego w rejonie Łęknicy, Zeszyty Naukowe nr 84, Inżynieria Środowiska 4, Zielona Góra.
9. GREINERT H., DRAB M., GREINERT A., 2009. Studia nad efektywnością zwałowisk fitotoksycznie kwaśnych piasków mioceńskich po byłej kopalni węgla brunatnego w Łęknicy, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra.
10. KONONOWA M., 1968. Substancje organiczne gleby, ich budowa, właściwości i metody badań, PWRiL Warszawa.
11. KRUPIŃSKA I., 2012. Problemy związane z występowaniem substancji humusowych w wodach podziemnych, Zeszyty Naukowe nr 148, Inżynieria Środowiska 28, Zielona Góra.
12. KRZAKLEWSKI W., WÓJCIK J., 2007. Doskonalenie technologii rekultywacji biologicznej zboczy i kształtowanie biotopu dla leśnego zagospodowania.

- rowania zwałowiska zewnętrznego KWB „Turów”. IKiOS AGH, Kraków, 12-20.
13. KRZAKLEWSKI W., MIKŁASZEWSKI A., 1996. Rekultywacja zwałów nadkładu w górnictwie węgla brunatnego w Polsce (Reclamation of dumpings in brown coal industry in Poland). Prace naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 79. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej Wrocław.
 14. LUPASCU A., CHELARIU D., 2011. Humic fractions from two soil types located in Harghita Mountains, Present Environment and Sustainable Development, Vol: 5 Issue: 1 Pages/record No.: 197-206.
 15. NEAGU C.V., OPREA G., 2012. Humus Substances and Soil Fertility, Scientific Papers Series: Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, Vol: 12 Issue: 1 Pages/record No.: 153-156.
 16. PIETRZYKOWSKI M., 2010. Skład frakcyjny i właściwości optyczne próchnic gleb powstających na terenach pogórnicznych rekultywowanych dla leśnictwa Fractional composition and optical properties of humus of soils developing on post-mining areas reclaimed for forest use. SYLWAN R.154 (11):742-749.
 17. ŚWIDERSKA-BRÓŹ M., 1985. Interakcja związków humusowych z wybranymi metalami oraz jej wpływ na usuwanie badanych metali z wody, Wyd. PWr., Wrocław.

THE CHANGES IN FORMS OF ORGANIC CARBON AND ITS CONTENT IN RECLAIMED AREA OF ŁĘKNICA REGION

S u m m a r y

The samples were taken from the plots experiment established in the areas of the "Przyjaźń Narodów" lignite mine in Łęknica Region. The discussed land characterized very unfavorable physical-chemical properties chemiczne [Krzaklewski i Wójcik 2007, Greinert 1988, Greinert et al. 2009]. The mean soil samples taken from individual soil horizons were extracted by sodium hydroxide (Schnitzer method). Subsequently, these samples were determined in the content of total carbon and the sum carbon from humic and fulvic acids on TOC-V_{CSN} Shimadzu. The study showed highly significant differences in the content of total carbon and carbon from humic and fulvic acids. Relations between total coal to coal from humic and fulvic acids exceed the value of 1.0 which may suggest a low level of mineralization of organic matter in studied soils.

Key words: land after brown coal-mine, reclamation, organic carbon, fulvic and humin acids