

PIOTR SKŁODOWSKI

WPŁYW UŻYTKOWANIA GLEB NA AKUMULACJĘ I JAKOŚĆ ZWIĄZKÓW PRÓCHNICZNYCH

Zakład Gleboznawstwa i Ochrony Gruntów Instytutu Geodezji Gospodarczej
Politechniki Warszawskiej

WSTĘP

Akumulacja materii organicznej i jej przemiany są przede wszystkim uzależnione od konkretnych warunków ekologicznych i ściśle związane z poszczególnymi typami i rodzajami gleb [Skłodowski 1986]. Jednakże czynniki antropogeniczne, takie jak: mechaniczna uprawa roli i nawożenie, mogą modyfikować zarówno ilość, jak i właściwości związków próchnicznych. Dlatego celowe jest prowadzenie badań, zarówno ze względów poznawczych jak i praktycznych, które wyjaśniłyby głębiej te zagadnienia.

Celem pracy jest określenie wpływu zróżnicowanego użytkowania gleb na akumulację materii organicznej oraz na jej niektóre właściwości, takie jak: stopień humifikacji, zawartość humin, a także stosunek kwasów huminowych do kwasów fulwowych.

MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Badaniami objęto poziomy próchniczne 10 gleb brunatnych kwaśnych wytworzonych z piaszczowców sylurskich, dewońskich, triasowych i jurajskich regionu świętokrzyskiego – pięć reprezentowało gleby użytkowane rolniczo, a następne pięć – pod roślinnością leśną [Zarzycka 1988]. W glebach leśnych wśród drzewo-

stanów dominuje jodła, której towarzyszą: buk, sosna i dąb szypułkowy. Drzewostany te jeszcze obecnie reprezentują w dużym stopniu naturalny skład gatunkowy [Szafranek 1989].

Gleby dobierano parami (orne i leśne) tak, aby znajdowały się obok siebie. Tym samym każda analizowana para znajdowała się pod wpływem identycznego klimatu, zbliżonego układu stosunków wodnych, podobnego pochodzenia geologicznego skały macierzystej, o zbliżonym składzie granulometrycznym oraz podobnej konfiguracji terenu. Przyjęto, że gleby tworzyły się w tym samym okresie. Ten sposób doboru par umożliwił analizę wpływu gospodarczej działalności człowieka, gdyż zasadniczym czynnikiem różnicującym gleby w parze był sposób ich użytkowania.

Ogólną zawartość węgla organicznego oznaczono metodą Tiurina, natomiast analizę materii organicznej (ekstrahowanie i frakcjonowanie) wykonano metodą Duchaufoura i Jacquin [1966].

Symbole zastosowane w tabelach:

F ₁ – kwasy fulwowe we frakcji lekkiej H ₁ – kwasy huminowe we frakcji lekkiej	I ekstrakcja za pomocą roztworu 0,1 M Na ₄ P ₂ O ₇ + Na ₂ SO ₄ , pH = 7,0
F ₂ – kwasy fulwowe we frakcji lekkiej H ₂ – kwasy huminowe we frakcji lekkiej	II – ekstrakcja za pomocą 0,1 M roztworu Na ₄ P ₂ O ₇ , pH = 9,8
F ₃ – kwasy fulwowe we frakcji ciężkiej H ₃ – kwasy huminowe we frakcji ciężkiej	I – ekstrakcja za pomocą 0,1 M roztworu Na ₄ P ₂ O ₇ + Na ₂ SO ₄ , pH = 7,0
F ₄ – kwasy fulwowe we frakcji ciężkiej H ₄ – kwasy huminowe we frakcji ciężkiej	II ekstrakcja za pomocą 0,1 M roztworu Na ₄ P ₂ O ₇ , pH = 9,8
F ₅ – kwasy fulwowe we frakcji ciężkiej H ₅ – kwasy huminowe we frakcji ciężkiej	III ekstrakcja za pomocą 0,1 M roztworu NaOH
R – "reziduum" – nie wyekstrahowana część frakcji lekkiej H – "huminy" – część frakcji ciężkiej nie wyekstrahowana w wyniku 3 kolejnych ekstrakcji.	

Stopień humifikacji – suma wyekstrahowanych z frakcji lekkiej i ciężkiej kwasów fulwowych i huminowych oraz humin w procentach C ogółem

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zawartość węgla organicznego w poziomach próchnicznych gleb ornych jest średnio 2,7 razy mniejsza niż w poziomach A gleb leśnych (tab. 1). Jednakże ogólna zawartość materii organicznej w poziomach próchnicznych gleb ornych, ze względu na prawie czterokrotnie większą miąższość, jest wyraźnie większa niż w poziomach A gleb leśnych. Akumulację węgla organicznego na powierzchni 1 hektara można ocenić na ok. 35 ton dla poziomów Ap gleb ornych i 25 ton gleb leśnych. W zależności od sposobu użytkowania we wszystkich badanych przy-

TABELA 1. Zawartość frakcji lekkiej i ciężkiej w substancji organicznej gleby
Content of light and heavy fractions in the organic matter of soils

Nr profilu użytko- wanie Profile No and use	Głębokość pobrania próbki Sampling depth [cm]	% wag.*we frakcji weight per cent in fraction		C og. Total C [%]	% od C og. C we frakcji in per cent of C total C of fraction		w % C gleby C we frakcji in % of soil C C of fraction	
		lekkiej light	ciężkiej heavy		lekkiej light	ciężkiej heavy	lekkiej light	ciężkiej heavy
Sylur								
31 Ls	1-6	10,37	89,63	4,44	51,13	48,87	2,27	2,17
32 R	0-15	1,52	98,48	1,34	16,42	83,58	0,22	1,12
Dewon								
28 Ls	1-9	3,57	96,43	2,70	37,53	62,47	1,01	1,69
29 R	0-15	2,54	97,46	1,54	25,50	74,50	0,39	1,15
Trias								
2 Ls	3-8	4,18	95,82	2,57	48,64	51,36	1,25	1,32
3 R	5-15	0,65	99,35	0,70	18,57	81,43	0,13	0,57
Trias								
11 Ls	2-6	6,09	93,91	3,29	50,76	49,24	1,67	1,62
60 R	5-20	1,52	98,48	1,03	39,80	60,20	0,41	0,62
Jura								
16 Ls	4-8	4,73	95,27	2,98	44,29	55,71	1,32	1,66
15 R	5-20	1,17	98,83	1,22	22,13	77,87	0,27	0,95

Wyjaśnienie – Explanation: Ls – forest use, R – agricultural use; * – procent wagowy w stosunku do próbki wyjściowej – weight per cent in relation to analyzed samples.

padkach stwierdzono bardzo wyraźne zróżnicowanie poziomów próchnicznych pod względem zawartości frakcji lekkiej i frakcji ciężkiej (tab. 1). W poziomach próchnicznych gleb leśnych bardzo ważną rolę odgrywa materia organiczna, odpowiadająca tzw. frakcji lekkiej nie związanej z mineralną częścią gleby. Przypada na tę frakcję przeciętnie 46,5% ogólnej zawartości C. Natomiast w poziomach próchnicznych gleb ornych zawartość frakcji lekkiej jest prawie 2-krotnie mniejsza i wynosi średnio 24,5% ogólnej zawartości węgla. W poziomach tych zdecydowanie przeważa materia organiczna związana z mineralną częścią gleby, czyli frakcja ciężka, która stanowi 75,5% ogólnej zawartości C (tab. 1).

We frakcji lekkiej część nie wyekstrahowana za pomocą pirofosforanu sodu (2 kolejne ekstrakcje przy pH 7,0 i pH 9,8), czyli reziduum, wynosi średnio 41% ogólnej zawartości C w poziomach próchnicznych gleb leśnych i jest dwukrotnie większa niż w glebach ornych (tab. 2). Wskazuje to na dość słabą humifikację materii organicznej w poziomach próchnicznych gleb leśnych (tab. 3). Natomiast materia organiczna występująca w poziomach próchnicznych gleb ornych cechuje się znacznie wyższym stopniem humifikacji (średnio 79%) w stosunku do materii organicznej poziomów A gleb leśnych (średnio 59%).

TABELA 2. Zawartość różnych form związków próchnicznych oznaczonych metodą Duchaufoura i Jacquin
Content of different humus compound forms in soil determined by method of Duchaufour and Jacquin

Nr profilu Profile No	Głębokość pobrania próbki Sampling depth [cm]	C og. Total C [%]	Podział w % C og. frakcji z ekstrakcji in per cent of total C fractioning from extraction											Huminy humines
			lekkiej – light fraction						ciężkiej – heavy fraction					
			I		II		R	I		II		III		
			F ₁	H ₁	F ₂	H ₂		F ₃	H ₃	F ₄	H ₄	F ₅	H ₅	
31	1–6	4,44	2,12	0,81	0,74	0,79	46,67	4,64	0,72	1,33	0,86	4,23	3,24	33,85
32	0–15	1,34	0,90	1,79	0,53	1,04	12,16	9,63	2,61	5,45	4,55	5,82	7,54	47,98
28	1–9	2,70	7,93	0,78	0,70	0,55	33,57	13,41	1,48	5,07	1,81	4,96	6,09	29,65
29	0–15	1,54	0,97	2,14	0,58	1,70	20,11	7,40	1,10	1,69	2,66	6,23	4,61	50,81
2	3–8	2,57	3,19	1,05	0,70	1,64	42,06	4,63	1,13	1,56	0,78	2,92	1,70	38,64
3	5–15	0,70	0,57	1,71	0,14	0,29	15,86	10,86	1,14	2,71	4,57	5,29	5,72	51,14
11	2–6	3,29	3,80	0,43	1,46	0,78	44,29	5,93	1,49	1,19	1,58	2,80	2,82	33,43
60	5–20	1,03	0,78	0,49	0,10	0,57	37,86	10,19	0,97	1,84	3,50	3,79	5,93	33,98
16	4–8	2,98	2,15	1,07	1,07	0,67	39,33	5,64	0,77	2,05	1,04	3,59	3,90	38,72
15	5–20	1,22	0,41	1,31	0,16	0,41	19,84	11,31	2,05	2,87	3,44	2,38	5,00	50,82

TABELA 3. Sumaryczna zawartość różnych form związków próchnicznych w poszczególnych frakcjach i wartości charakteryzujące humifikację
Total content of different humus compounds forms in particular fractions and the values characteristic for humification

Nr profilu Profile No	Głębokość pobrania C próbki [%] Sampling depth [cm]	C og. Total C of fulvic and humic acids and humines in % of total C	C kwasów fulwowych, huminowych, humin w % C og. C of fulvic and humic acids and humines in % of total C				Huminy Stosunek humines Ch : Cf Ratio Ch : Cf	Stożek humifikacji Humification degree	Procentowa zawartość C poszczególnych frakcji w stosunku do gleby Per cent of content in particular fractions in relation to soil				Huminy humines		
			frakcja lekka light fraction		frakcja ciężka heavy fraction				R	frakcja lekka light fraction		frakcja ciężka heavy fraction			
			F ₁ +F ₂	H ₁ +H ₂	F ₃ +F ₄	H ₃ +H ₄				F ₁ +F ₂	H ₁ +H ₂	F ₃ +F ₄		H ₃ +H ₄	
					+F ₅	+H ₅					+F ₅	+H ₅			
31	1-6	4,44	2,86	1,55	10,20	4,82	33,90	0,49	53,33	2,07	0,13	0,07	0,45	0,22	1,50
32	0-15	1,34	1,43	2,83	20,90	14,70	47,98	0,79	87,84	0,16	0,02	0,04	0,28	0,20	0,64
28	1-9	2,70	2,63	1,33	23,44	9,38	29,65	0,41	66,43	0,90	0,07	0,04	0,63	0,25	0,81
29	0-15	1,54	1,55	3,84	15,32	8,37	50,81	0,72	79,89	0,31	0,02	0,06	0,24	0,13	0,78
1	3-8	2,57	3,89	2,69	9,11	3,61	38,64	0,48	57,94	1,08	0,10	0,07	0,24	0,09	0,99
3	5-15	0,70	0,71	2,00	18,86	11,43	51,14	0,69	84,14	0,11	0,01	0,01	0,13	0,08	0,36
11	2-6	3,29	5,26	1,21	9,92	5,89	33,43	0,47	55,71	1,46	0,17	0,04	0,33	0,19	1,10
60	5-20	1,03	0,88	1,06	15,82	10,40	33,18	0,69	62,14	0,39	0,01	0,01	0,16	0,11	0,35
16	4-8	2,18	3,22	1,74	11,28	5,71	38,72	0,51	60,67	1,17	0,10	0,05	0,34	0,17	1,15
15	5-20	1,22	0,57	1,72	16,56	10,49	50,82	0,71	80,16	0,24	0,01	0,02	0,20	0,13	0,62

W wyniku dwóch kolejnych ekstrakcji pirofosforanem sodu, z frakcji lekkiej ekstrahuje się bardzo niewielkie ilości kwasów próchnicznych. Dotyczy to zarówno gleb leśnych, jak i gruntów ornych. Ilości te wynoszą ok. 5% dla gleb leśnych i 3% dla gleb ornych ogólnej zawartości węgla organicznego. Wśród wyekstrahowanych z frakcji lekkiej kwasów próchnicznych zdecydowanie przeważają kwasy próchniczne pierwszej ekstrakcji (pirofosforan sodu – pH 7,0), a więc kwasy fulwowe i kwasy huminowe brunatne, odznaczające się dużą ruchliwością w porównaniu z innymi formami związków próchnicznych.

Obserwuje się istotne różnice między poziomami próchnicznymi gleb ornych a poziomami A gleb leśnych pod względem składu kwasów próchnicznych wydzielonych z frakcji lekkiej. Wśród kwasów próchnicznych gleb leśnych zdecydowanie przeważają kwasy fulwowe, podczas gdy wśród kwasów próchnicznych wydzielonych z poziomów próchnicznych gleb ornych stwierdza się 2,3 razy więcej kwasów huminowych niż kwasów fulwowych.

Również istotne różnice między poziomami próchnicznymi gleb leśnych i gleb ornych obserwuje się pod względem ilości i jakości związków próchnicznych wyekstrahowanych z frakcji ciężkiej. W wyniku trzech kolejnych ekstrakcji z poziomów próchnicznych gleb ornych uwalniane są znacznie większe ilości związków próchnicznych (średnio 28,6%) niż z poziomów A gleb leśnych (średnio 18,7%). Dlatego też poziomy te w sposób istotny różnią się między sobą pod względem zawartości humin, tj. kompleksowych związków próchniczno-mineralnych, nie wyekstrahowanych w wyniku trzech kolejnych ekstrakcji. Zawartość tych ostatnich w poziomach A gleb leśnych wynosi średnio 35% ogólnej zawartości C, natomiast w poziomach próchnicznych gleb ornych średnio 47%.

Wśród wydzielonych z frakcji ciężkiej związków próchnicznych zdecydowanie przeważają kwasy fulwowe. Jest to szczególnie widoczne w przypadku poziomów próchnicznych gleb leśnych, gdzie ilość kwasów fulwowych jest dwukrotnie większa niż kwasów huminowych. Różnice te są znacznie mniejsze w poziomach próchnicznych gleb ornych. W tym przypadku kwasy huminowe stanowią średnio 63% wydzielonych kwasów fulwowych.

Generalnie wśród wyekstrahowanych z frakcji lekkiej i frakcji ciężkiej kwasów próchnicznych zdecydowanie przeważają kwasy fulwowe. Chociaż, jak wskazują wyniki badań zamieszczone w tabeli 3, użytkowanie gleb wywiera bardzo duży wpływ na stosunek kwasów huminowych do kwasów fulwowych. Stosunek $C_H:C_F$ w poziomach A gleb leśnych waha się w granicach 0,41–0,51, podczas gdy w poziomach próchnicznych gleb ornych jest on znacznie wyższy i waha się w granicach 0,69–0,79 (tab. 3). Tak więc rolnicze użytkowanie gleb w sposób wyraźny wpłynęło na zwiększenie ilości kwasów huminowych w poziomach próchnicznych gleb.

Materia organiczna znajdująca się we frakcji ciężkiej poziomów próchnicznych jest bardzo labilna; świadczy o tym największa ilość związków próchnicznych uwalniana w wyniku pierwszej ekstrakcji (pirofosforan sodu – pH 7,0). Wśród związków próchnicznych uwalnianych podczas ekstrakcji pirofosforanem

sodu o pH 7,0 zdecydowanie przeważają kwasy fulwowe (tab. 2); dotyczy to zarówno gleb ornych, jak gleb leśnych. Ilości związków próchnicznych uwalniane w następnych ekstrakcjach maleją (tab. 2); dotyczy to zwłaszcza ekstrakcji drugiej.

Wśród związków próchnicznych wydzielonych podczas drugiej i trzeciej ekstrakcji wzrasta udział kwasów huminowych; dotyczy to szczególnie związków próchnicznych uwalnianych podczas trzeciej ekstrakcji 0,1 M roztworem NaOH, zwłaszcza poziomów próchnicznych gleb ornych (tab. 3). W tym ostatnim przypadku stwierdza się wyraźnie więcej kwasów huminowych niż kwasów fulwowych.

WNIOSKI

Uzyskane wyniki badań upoważniają do wyciągnięcia następujących wniosków:

1. Sposób użytkowania gleb wywiera bardzo wyraźny wpływ na ilość i przemiany materii organicznej w poziomach próchnicznych.

2. Poziomy próchniczne gleb ornych w porównaniu z poziomami gleb leśnych charakteryzują się:

- mniejszą zawartością węgla organicznego,
- lepszym powiązaniem materii organicznej z mineralną częścią gleby,
- wyższym stopniem humifikacji,
- większą zawartością kwasów huminowych,
- większą zawartością humin, tj. trwałych kompleksowych połączeń próchniczno-mineralnych.

LITERATURA

- DUCHAUFOR P., JACQUIN F., 1966: Nouvelles recherches sur l' extraction et le fractionnement des composés humiques. Extrait du *Bulletin de l' Ecole Supérieure Agronomique de Nancy*, t. 8 Fasc. I, s. 24.
- SKŁODOWSKI P., 1986: Przemiany materii organicznej w glebach rdzawych i brunatnych kwaśnych. *Rocz. Glebozn.* 37: 127–137.
- SZAFRANEK A., 1989: Wpływ rzeźby terenu i skały macierzystej na kształtowanie się gleb z piaszczawców dewońskich i triasowych regionu świętokrzyskiego. Cz. I. Warunki powstawania i rozwoju gleb. Morfologia gleb. *Rocz. Glebozn.* 40, 2: 59–81.
- ZARZYCKA H., 1988: Wpływ sposobu użytkowania gleb na ich cechy morfologiczne i właściwości chemiczne na przykładzie regionu świętokrzyskiego. [Praca doktorska]. Wydział Geodzieji i Kartografii PW.

P. SKŁODOWSKI

INFLUENCE OF SOIL USE ON TRANSFORMATION
OF ORGANIC MATTER

Department of Soil Science and Soil Conservation, Warsaw University of Technology

Summary

The aim of the work was to determine the effect of agricultural use of the former forest soils on accumulation of organic matter and properties of humus compounds, such as: humification degree, ratio of humic acids to fulvic acids, content of humines.

The respective investigations have been carried out when using samples taken from the horizons of 10 acid brown soil profiles developed from Triassic, Devonian, Jurassic and Silurian sandstones in the region of the Świętokrzyskie Mountains. In each particular case compared pair (forest - arable soil) has been developed in the same climatic conditions from the same parent material and characterized by similar texture.

The total content of organic carbon was determined with the Tiurin method. The Duchaufour and Jacquin's method was applied for fractionation and determination of humus compounds, so as to explain the organic matter changes in soil.

It has been found that cultivation of the former forest soils considerably effected on accumulation and transformation of organic matter in humus horizons. An agricultural use of soils causes decrease in the total content of organic carbon. Arable soils indicate the increase in the content of organic matter strongly bounded with the mineral part of soil. Upper horizons of arable grounds, in comparison with A horizons of forest soils, characterize themselves by a higher humification degree and higher content of humic acids and humines. It is evident that there is an increase in the $C_h:C_f$ ratio.

Praca wpłynęła do redakcji w marcu 1994 r.

Prof. dr Piotr Skłodowski

Zakład Gleboznawstwa i Ochrony Gruntów Politechniki Warszawskiej

00-661 Warszawa, Plac Politechniki 1