

FRANCISZEK KUŹNICKI, PIOTR SKŁODOWSKI

ZAWARTOŚĆ RÓŻNYCH FORM ZWIĄZKÓW PRÓCHNICZYCH W GLEBACH PŁOWYCH ODGÓRNIIE OGLEJONYCH W NAWIĄZANIU DO ZAWARTOŚCI W NICH WOLNEGO ŻELAZA I WOLNEGO GLINU

Laboratorium Gleboznawstwa Instytutu Geodezji Gospodarczej
Politechniki Warszawskiej

Zawartość różnych form związków próchnicznych w glebach stanowi bardzo ważne kryterium ich typologii. Istnieje niewątpliwie specyfika przemian substancji organicznej w glebach w zależności od całokształtu ich właściwości fizykochemicznych. Duży wpływ na ewolucję substancji organicznej w glebie wywiera rodzaj utworu macierzystego i jego skład granulometryczny.

Profile przedstawione w pracy reprezentują gleby obszaru południowo-wschodniej części Niziny Mazowieckiej wytworzone z gliny zwałowej (profile 6, 11, 12) lub z piasku zwałowego gliniastego na glinie zwałowej (profil 13). W pierwszym przypadku odznaczają się zasadniczą budową profilu: $A_1-A_3g-B_tg-C$, w drugim przypadku budową profilu: $A_1-A_3g-B_tg-D$.

METODYKA BADAŃ

Analizę substancji organicznej (ekstrahowanie i frakcjonowanie) wykonano według metody Duchaufoura i Jacquin (tab: 2) [10]. Wolne żelazo oznaczono metodą Aguilera i Jacksona, wolny glin w wyciągu 0,5 N NaOH według metody Fostera.

WYNIKI BADAŃ

Wszystkie poziomy genetyczne zbadanych profilów, które zawierają próchnicę, odznaczają się znacznie większą zawartością frakcji ciężkiej substancji organicznej niż frakcji lekkiej (tab. 1).

Można stwierdzić, że w glebach tych w odróżnieniu od gleb bieli-

T a b e l a 1

Zawartość frakcji wolnej i frakcji związanej w substancji organicznej gleb
Content of free and bounden fraction in the organic matter of soil

Miejscowość Locality	Nr profilu Profile No.	Głębokość pobrania próbki Sampling depth cm	Poziom genetyczny Genetic horizon	Procent wagowy w stosunku do próbki wyjściowej Weight per cent in rela- tion to analyzed sample		C ogółem Total C %	Procent C w stosunku do gleby Per cent of C in rela- tion to soil		W procencie C ogółem In per cent of total C	
				frakcja wolna free fraction	frakcja związana bounden fraction		frakcja wolna free fraction	frakcja związana bounden fraction	frakcja wolna free fraction	frakcja związana bounden fraction
Wielądkki	6	10 - 20	A ₁	0,45	99,55	0,704	0,156	0,548	22,2	77,8
		35 - 50	A _{3g}	0,00	100,00	0,247	0,000	0,247	0,0	100,0
		65 - 80	B _{tg}	0,00	100,00	0,171	0,000	0,171	0,0	100,0
Płosodrze	11	5 - 20	A ₁	0,79	99,21	1,075	0,192	0,883	17,9	82,1
		35 - 45	A _{3g}	0,12	99,88	0,345	0,015	0,330	4,3	95,7
		60 - 75	B _{tg}	0,00	100,00	0,186	0,000	0,186	0,0	100,0
Worki - Wyrki	12	5 - 20	A ₁	0,65	99,35	1,059	0,133	0,926	12,6	87,4
		45 - 55	A _{3g}	0,00	100,00	0,170	0,000	0,170	0,0	100,0
		55 - 75	B _{tg}	0,00	100,0	0,293	0,000	0,293	0,0	100,0
Toluki	13	5 - 25	A ₁	0,82	99,18	0,815	0,225	0,590	27,6	72,4
		30 - 45	A _{3g}	0,14	99,86	0,263	0,019	0,245	7,2	92,8
		60 - 75	B _{tg}	0,00	100,00	0,259	0,000	0,219	0,0	100,0

cowych, istotną rolę w przemianach substancji organicznej odgrywa frakcja ciężka (związana). Wynika to ze stosunkowo znacznej zawartości, w szczególności w głębszych poziomach próchnicznych, części ilastych, warunkujących tworzenie się pewnej ilości związków kompleksowych próchniczno-mineralnych, jak również z całokształtu warunków ekologicznych, korzystniejszych — w porównaniu z glebami bielcowymi — dla rozkładu i humifikacji substancji organicznej świeżej [10].

Należy tu jednak podkreślić, że zarówno rozkład, jak i humifikacja substancji organicznej świeżej są w tych glebach słabsze niż w glebach brunatnych właściwych i w czarnoziemach, ponieważ proces odgórnego oglejenia, zaznaczający się okresowo w górnych warstwach gleb, zmniejsza w pewnym stopniu ich aktywność biologiczną.

Frakcja ciężka w procentach C ogółem waha się w poziomach A_1 od 72,4⁰/₀ do 87,4⁰/₀, wzrastając w poziomach głębszych do 100⁰/₀. Zawartość frakcji lekkiej największa jest w poziomach A_1 , malejąc w głębszych poziomach do 0 (tab. 1).

Zawartość w poziomach próchnicznych nie wyekstrahowanej części frakcji wolnej substancji organicznej, tzw. reziduum (R), waha się w poziomach A_1 badanych gleb od 10,5 do 24,3⁰/₀ w stosunku do C ogółem; maleje ona w poziomach A_{3g} od 5,7–0⁰/₀ w stosunku do C ogółem (tab. 2).

W porównaniu z bielcami i glebami brunatnymi kwaśnymi wysokogórkimi zawartość R w glebach pływych odgórnio oglejonych jest kilkakrotnie mniejsza, natomiast w porównaniu z glebami czarnoziemnymi znacznie większa.

Duży wpływ na zawartość tego reziduum substancji organicznej wywiera jakość szaty roślinnej oraz rodzaj i właściwości fizykochemiczne materiału glebowego. We frakcji lekkiej (poziom A_1) zaznacza się znaczna przewaga luźno związanych kwasów fulwowych I ekstrakcji — F_1 nad nieco mniej ruchliwymi kwasami fulwowymi II ekstrakcji (tab. 2). We frakcji tej zaznacza się ponadto nieznaczna przewaga kwasów huminowych I ekstrakcji — H_1 nad kwasami huminowymi II ekstrakcji — H_2 .

We frakcji ciężkiej (związanej) (tab. 2) przeważają znacznie kwasy fulwowe I ekstrakcji — F_3 nad kwasami fulwowymi II ekstrakcji — F_4 , jak również najczęściej kwasy fulwowe F_4 nad kwasami fulwowymi III ekstrakcji — F_5 .

Podobnie dominują w tej frakcji kwasy huminowe I ekstrakcji H_3 nad kwasami huminowymi II ekstrakcji — H_4 , natomiast kwasy huminowe najściślej związane z materiałem glebowym III ekstrakcji H_5 przeważają najczęściej nad kwasami huminowymi H_4 .

Huminy stanowiące nierozpuszczalną część frakcji związanej w wyniku trzech kolejnych ekstrakcji (tab. 2) występują w największych ilościach w poziomach A_1 — od 14,4 do 21,5⁰/₀ w stosunku do C ogółem.

Tabela 2

Zawartość różnych form związków próchnicznych w glebach oznaczonych metodą Duchaufoura i Jacquin
Content of different humus compound forms in soils determined by the method of Duchaufour and Jacquin

Nr profilu Profile No.	Poziom gene- tyczny Genetic horizon	C ogółem Total C %	Podział poszczególnych frakcji w procentach C ogółem - C fractioning in % of total											
			frakcja wolna - free fraction						frakcja związana - bounded fraction					
			I ekstrakcja Ist extract		II ekstrakcja IIInd extract		R	I ekstrakcja Ist extract		II ekstrakcja IIInd extract		III ekstrakcja IIIrd extract		Huminy Humines H
			F ₁	H ₁	F ₂	H ₂		F ₃	H ₃	F ₄	H ₄	F ₅	H ₅	
6	A ₁	0,704	0,7	0,8	0,2	0,6	19,9	13,1	17,5	9,1	4,1	5,8	10,8	17,4
	A _{2g}	0,247	-	-	-	-	-	13,8	16,6	8,9	12,1	15,4	31,2	2,0
	B _{1g}	0,171	-	-	-	-	-	42,1	29,2	3,5	3,5	1,2	20,5	0,0
11	A ₁	1,075	1,0	0,5	0,0	0,5	15,9	6,1	13,9	18,6	4,7	10,0	7,7	21,1
	A _{2g}	0,345	0,0	0,5	0,3	0,6	2,9	15,1	29,0	18,5	10,5	3,5	16,8	2,3
	B _{1g}	0,186	-	-	-	-	-	16,1	26,3	14,0	20,5	4,8	17,7	0,6
12	A ₁	1,059	0,7	0,8	0,1	0,5	10,5	21,5	17,6	6,2	4,1	4,1	12,4	21,5
	A _{2g}	0,170	-	-	-	-	-	28,8	24,1	8,2	19,4	4,2	13,5	1,8
	B _{1g}	0,293	-	-	-	-	-	45,1	41,1	1,8	3,8	2,4	5,8	0,0
13	A ₁	0,815	1,3	1,1	0,0	0,9	24,3	15,9	12,4	6,2	6,3	7,0	10,2	14,4
	A _{2g}	0,263	0,0	0,8	0,0	0,7	5,7	41,1	34,6	3,0	3,8	3,8	6,4	0,1
	B _{1g}	0,219	-	-	-	-	-	23,7	21,5	1,8	4,1	14,2	34,7	0,0

F ₁	- kwasy fulwowe we frakcji wolnej	- fulvic acids in free fraction
H ₁	- kwasy huminowe we frakcji wolnej	- humic acids in free fraction
F ₂	- kwasy fulwowe we frakcji wolnej	- fulvic acids in free fraction
H ₂	- kwasy huminowe we frakcji wolnej	- humic acids in free fraction
F ₃ , F ₄ , F ₅	- kwasy fulwowe we frakcji związanej	- fulvic acids in bounded fraction
H ₃ , H ₄ , H ₅	- kwasy huminowe we frakcji związanej	- humic acids in bounded fraction
R	- reziduum stanowiące nie wyekstrahowaną część frakcji wolnej	- "residuum" constituting a non-extracted part of the bounded fraction
I ekstrakcja	- roztwór Na ₄ P ₂ O ₇ + Na ₂ SO ₄ o pH = 7	- Ist extraction - Na ₄ P ₂ O ₇ + Na ₂ SO ₄ solution with pH = 7
II ekstrakcja	- roztwór Na ₄ P ₂ O ₇ o pH = 9,8	- IIInd extraction - Na ₄ P ₂ O ₇ solution with pH = 9,8
III ekstrakcja	- roztwór 0,1 N NaOH	- IIIrd extraction - 0,1 N NaOH solution

Tabela 3

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

Nr profilu	Poziom genetyczny	C ogółem	C kwasów fulwowych, huminowych, humin w % C _{og}					Stosunek H:F	Stopień humifikacji	Procentowa zawartość C poszczególnych frakcji w stosunku do gleby							
			C of fulvic acids and humic acids and of humines of total C							H:F ratio	Humification degree	Frakcja wolna			Frakcja związana		
			frakcja wolna		frakcja związana							R	F ₁ +F ₂	H ₁ +H ₂	F ₃ +F ₄ +F ₅	H ₃ +H ₄ +H ₅	huminy humines
	Profilowy	%	F ₁ +F ₂	H ₁ +H ₂	F ₃ +F ₄ +F ₅	H ₃ +H ₄ +H ₅	huminy humines										
6	A ₁	0,704	0,9	1,4	28,0	32,4	17,4	1,18	80,1	0,140	0,006	0,010	0,197	0,229	0,122		
	A _{2g}	0,247	-	-	38,1	59,9	2,0	1,57	100,0	-	-	-	0,148	0,094	0,005		
	B _{tg}	0,171	-	-	46,8	53,2	0,0	1,14	100,0	-	-	-	0,091	0,080	0,000		
11	A ₁	1,075	1,0	1,0	34,7	26,3	21,1	0,76	84,1	0,171	0,011	0,010	0,374	0,283	0,226		
	A _{2g}	0,345	0,3	1,1	37,1	56,3	2,3	1,53	97,1	0,010	0,001	0,004	0,128	0,194	0,008		
	B _{tg}	0,186	-	-	34,9	64,5	0,6	1,85	100,0	-	-	-	0,065	0,120	0,001		
12	A ₁	1,059	0,8	1,3	31,8	34,1	21,5	1,08	89,5	0,111	0,009	0,013	0,338	0,361	0,227		
	A _{2g}	0,170	-	-	41,2	57,0	1,8	1,39	100,0	-	-	-	0,070	0,097	0,003		
	B _{tg}	0,293	-	-	49,3	50,7	0,0	1,02	100,0	-	-	-	0,145	0,148	0,000		
13	A ₁	0,815	1,3	2,0	29,1	28,9	14,4	1,01	75,7	0,198	0,011	0,016	0,237	0,236	0,118		
	A _{2g}	0,263	0,0	1,5	47,9	44,8	0,1	0,97	94,3	0,015	0,000	0,004	0,126	0,118	0,001		
	B _{tg}	0,219	-	-	39,7	60,3	0,0	1,52	100,0	-	-	-	0,087	0,132	0,000		

Poziomy B_{tg} tych gleb w odróżnieniu od B_H bieliec zawierają bardzo małe ilości humin albo nie zawierają ich wcale [10].

Stosunek kwasów huminowych do kwasów fulwowych H/F (tab. 3) kształtuje się w tych glebach następująco: w poziomach A_1 0,76–1,18, w poziomach A_{3g} 0,97–1,57, a w poziomach B_{tg} 1,02–1,85, a więc jest podobny jak w glebach czarnoziemnych i niektórych rędzinach, natomiast jest około 2-krotnie wyższy niż w bielicach [10].

We wszystkich poziomach próchnicznych tych gleb zaznacza się duża przewaga, około 30-krotna, kwasów fulwowych frakcji ciężkiej ($F_3 + F_4 + F_5$) nad kwasami fulwowymi frakcji lekkiej ($F_1 + F_2$), jak również przewaga 30–60-krotna kwasów huminowych frakcji ciężkiej ($H_3 + H_4 + H_5$) nad kwasami huminowymi frakcji lekkiej ($H_1 + H_2$) (tab. 3). Należy tu podkreślić, że w porównaniu z badanymi glebami warstwy wierzchnie bieliec zawierają więcej kwasów fulwowych frakcji lekkiej ($F_1 + F_2$) niż kwasów fulwowych frakcji ciężkiej ($F_3 + F_4 + F_5$), natomiast poziomy iluwialne w porównaniu z poziomami wierzchnimi są bogatsze w kwasy fulwowe frakcji ciężkiej ($F_3 + F_4 + F_5$) [10].

Dane te wskazują, że w przypadku gleb bielicowych zachodzi w poziomie iluwialnym częściowa polimeryzacja niskocząsteczkowych kwasów fulwowych. Stopień humifikacji substancji organicznej wynosi w badanych glebach w A_1 — 75–89% (tab. 3); jest on przeszło dwukrotnie wyższy niż w poziomach A_1 bieliec oraz nieco mniejszy niż w glebach czarnoziemnych. W tych ostatnich stopień humifikacji waha się w granicach 97–100%.

Wymienione wyniki badań, określające zawartość różnych form związków próchnicznych i ich wzajemne zależności (tab. 1, 2, 3) w poszczególnych poziomach genetycznych profilów glebowych, wskazują na odrębność typologiczną gleb pływowych.

Ilości wolnych form żelaza i glinu zawarte w próchnicznych poziomach genetycznych profilów, jak również stosunek wolnego żelaza i wolnego glinu do węgla kwasów fulwowych, wyjaśniają w znacznym stopniu przebieg procesu przemywania, na który nałożył się w tych glebach proces odgórnego oglejenia (tab. 4).

W pierwszej kolejności nastąpiło w badanych glebach znaczne wyługowanie składników zasadowych z wierzchnich do głębszych poziomów oraz spiaszczenie wierzchnich warstw w wyniku zarówno zjawisk peryglacjalnych, jak i przemieszczenia mechanicznego części ilastych w głąb profilu pod wpływem opadów atmosferycznych (tab. 4). Część żelaza przemieszcza się również mechanicznie razem z łem.

W dalszej kolejności zaznaczyły się w górnych poziomach profilów procesy redukcyjne, spowodowane zatrzymywaniem w nich wody opadowej. Proces odgórnego oglejenia w dużym stopniu uruchomił w tych glebach związki żelaza.

Połączenia organiczno-mineralne, a wśród nich łatwo rozpuszczalne

Tabela 4

Stosunki żelaza wolnego i glinu wolnego do C kwasów fulwowych, pH_{KCl}, zawartość części < 0,002 mmRatio of free iron and free aluminium to C of fulvic acids, pH_{KCl}, content of particles < 0,002 mm

Miejscowość Locality	Nr profilu Profile No.	Poziom genetyczny Genetic horizon	Zawartość części < 0,002 mm Content of particles of < 0,002 mm	pH _{KCl}	Zawartość wolnego żelaza /Fe/ Content of free iron /Fe/ %	Zawartość wolnego glinu /Al/ Content of free iron /Al/ %	Procentowa zawartość C kwasów fulwowych w stosunku do gleby % of C content of fulvic acids in relation to soil	Fe/C mg/g	Al/C mg/g
wielądkki	6	A ₁	3	4,5	0,20	0,07	0,203	985	345
		A _{3g}	6	4,6	0,40	0,15	0,148	2703	1014
		B _{tg}	20	4,8	0,58	0,23	0,091	6374	2527
Płosodrze	11	A ₁	4	5,9	0,25	0,22	0,385	649	571
		A _{3g}	5	5,4	0,35	0,29	0,129	2713	2248
		B _{tg}	15	5,1	0,31	0,13	0,065	4769	2000
Borki-Wyrki	12	A ₁	6	5,5	0,33	0,16	0,347	951	461
		A _{3g}	7	5,7	0,18	0,15	0,070	2571	2143
		B _{tg}	26	4,8	0,60	0,29	0,145	4138	2000
Telaki	13	A ₁	2	4,3	0,26	0,09	0,248	1048	363
		A _{3g}	6	4,7	0,33	0,17	0,126	1825	1349
		B _{tg}	20	5,6	0,64	0,14	0,087	7356	1609

i „ruchliwe” związki kompleksowe żelazo- i glino-humusowe, odgrywają w procesach glebotwórczych olbrzymią rolę [1, 11].

Badania laboratoryjne i eksperymentalne prowadzone przez wielu badaczy w różnych krajach wyjaśniły w dużym stopniu mechanizm tworzenia się tych połączeń w zależności od warunków ekologicznych [1, 2, 4, 13, 14].

Z naszych badań [8, 9, 10] wynika, że w procesie bielcowania duże stosunkowo ilości kwasów fulwowych w warstwach wierzchnich wiążą żelazo i glin. Tworzą się w tym przypadku łatwo rozpuszczalne związki kompleksowe zarówno typu chelatów, w których żelazo i glin (Fe^{2+} i Al^{3+}) występują w ich części anionowej, jak również kompleksowe związki mniej ruchliwe i łatwiej ulegające strąceniu, w których żelazo i glin występują w postaci wymiennej — wodorotlenków żelaza i wodorotlenków glinu [4, 11]. Ta druga forma połączeń jest mniej stabilna: strącają się one w poziomie iluwialnym, odznaczającym się w glebach bielcowych w porównaniu z warstwami wierzchnimi wyższym pH oraz obecnością nieco większych ilości kompleksujących jonów Ca^{2+} .

Stosunek żelaza wolnego, jak również glinu wolnego do węgla kwasów fulwowych we wszystkich próchnicznych poziomach różnych gleb stanowi kryterium ich typologii.

Bardzo jaskrawo przedstawiają się te stosunki w glebach bielcowych, brunatnych i rdzawych wytworzonych z piasków [9], a również w glebach płowych odgórnie oglejonych, opisanych w niniejszej pracy. W tym ostatnim przypadku interpretacja wyników jest inna, ponieważ badane gleby są wytworzone z piasków zwałowych na glinie zwałowej i w różnym stopniu oglejone w warstwach górnych.

Znaczne uruchomienie żelaza jest przede wszystkim wynikiem tworzenia się w tych glebach w środowisku redukcyjnym ruchliwych połączeń próchniczno-mineralnych, w których składnik ten znajduje się w formie kationu Fe^{2+} wewnątrz molekuly organicznej. Tego rodzaju połączenia odznaczające się dużą ruchliwością noszą nazwę połączeń anionowych (chelatowych). Podobne połączenia przy pH poniżej 5 tworzyć mogą również kationy Al^{3+} [4, 5, 11].

Ilości glinu wolnego są we wszystkich poziomach genetycznych tych gleb znacznie mniejsze niż żelaza wolnego (tab. 4).

W glebach płowych odgórnie oglejonych następuje w okresach suchszych strącanie się w górnych poziomach glebowych związków żelaza ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$). Tworzą się obok jasnych plam i smug charakterystyczne drobne konkracje żelaziste [6, 12]. Należy tu zwrócić uwagę, że w glebach tych — w odróżnieniu od gleb bielcowych — wysokie stosunki żelaza wolnego i glinu wolnego do C kwasów fulwowych są wynikiem między innymi mniejszej stosunkowo ilości kwasów fulwowych niż kwasów huminowych (H/F powyżej 1).

Strącanie się łatwo rozpuszczalnych form związków żelaza

($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$) w okresach większego dostępu powietrza jest wynikiem między innymi tzw. biodegradacji, a więc ubytku anionów kompleksujących [4].

W zakończeniu należy stwierdzić, że proces odgórnego oglejenia, nakładający się w badanych glebach na proces przemiywania, wpływa w znacznym stopniu na całokształt ich właściwości fizykochemicznych, a między innymi na przemiany substancji organicznej.

LITERATURA

- [1] Aleksandrowa L.: Sowriemiennye predstavleniya o prirode gumusowych wieszczestw i ich organo-minieralnych proizwodnyh. Problemy Poczwowied. Izd. AN SSSR, Moskwa 1962.
- [2] Bruckert S., Metche M.: Dynamique du fer et de l'aluminium en milieu podzolique: Caracterisation des complexes organometalliques des horizons spodiques. Bulletin de LE N.S.A.L.A. de Nancy, t. 14, Fase II, 1972, 263-273.
- [3] Duchaufour Ph.: Atlas écologique des sols du monde. Paris 1976, s. 178.
- [4] Duchaufour Ph.: L'évolution des sols. Masson et Cie. Editeurs, Paris 1968, s. 94.
- [5] Duchaufour Ph.: Pédologie. 1. Pédogenese et classification. Masson, Paris 1977, s. 477.
- [6] Konecka-Betley K., Borek S., Czarnowska K., Kęпка M., Królów H., Łakomic I., Kobylińska J.: Wpływ procesu odgórnego oglejenia na kształtowanie się gleb wytworzonych z gliny zwałowej. Roczn. glebozn. 21, 1970, 1, 22-50.
- [7] Konecka-Betley K.: Zagadnienie żelaza w procesie glebotwórczym. Roczn. glebozn. 19, 1968, 1.
- [8] Kuźnicki F., Skłodowski P.: Wpływ procesów glebotwórczych na zawartość żelaza i glinu w kompleksach próchniczomineralnych. Roczn. glebozn. 20, 1968, 1, 3-23.
- [9] Kuźnicki F., Skłodowski P.: Stosunek żelaza wolnego do węgla kwasów fulwowych w glebach piaskowych jako jedno z kryteriów ich typologii. Roczn. glebozn. 28, 1977, 1, 107-116.
- [10] Kuźnicki F., Skłodowski P.: Przemiany substancji organicznej w niektórych typach gleb Polski. Roczn. glebozn. 19, 1968, 1, 3-25.
- [11] Musierowicz A.: Próchnica gleb. Wyd. II, PWRiL, 1964, s. 106.
- [12] Mückenhausen E.: Der Wasseranshalt der Pseudogleye und dessen Bedeutung für die Pflanze-Verhandlungen. II und IV Komis. Internat. Bodenkund. Gesellschaft, Hamburg 1958, s. 105-111.
- [13] Sapek A.: Rola kompleksotwórczych substancji humusowych w procesie bielicowania. St. Soc. Sci. For. 7, 1971, 5, 1-93.
- [14] Schnitzer M.: Reactions between fulvic acid a soil humic compound and inorganic soil constituents. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 33, 1969, 75-81.

Ф. КУЗЬНИЦКИ, П. СКЛОДОВСКИ

СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ГУМУСОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ
В ЛЕССИВИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТНО ОГЛЕЕННЫХ ПОЧВАХ
ПРИ УЧЕТЕ СОДЕРЖАНИЯ В НИХ СВОБОДНОГО ЖЕЛЕЗА
И СВОБОДНОГО АЛЮМИНИЯЛаборатория почвоведения Института хозяйственной геодезии, Варшавская
политехника

Резюме

В статье приведены результаты фракционного анализа и экстрагирования органического вещества (по методу Duchaufour и Jacquin) в образцах отобранных из перегнойных генетических горизонтов профиля лессивированных (псевдоподзолистых) поверхностно оглеенных почв (табл. 1, 2, 3) при учете некоторых их физико-химических свойств (табл. 4). Результаты и выводы из проведенных исследований следующие:

Органическое вещество находящееся во всех перегнойных генетических горизонтах почв отличается высшим содержанием фракции тяжелой, чем фракции легкой. Тяжелая фракция, выражаемая в процентах общего углерода, варьирует в горизонтах A_1 в пределах от 72 до 87%, повышаясь в более глубоких горизонтах до 100%. Содержание легкой фракции самое высокое в горизонтах A_1 ; оно уменьшается в более глубоких горизонтах до нуля.

Содержание в горизонтах A_1 неэкстрагируемой части свободной фракции т.н. „gezidium“ (R) значительно меньше, чем в подзолах, но на много больше чем в черноземах.

Содержание гуминов наиболее в горизонтах A_1 , но горизонты B_{tg} , в отличие от горизонтов B_H подзолов, содержат лишь небольшие количества гуминов или даже не содержат их вовсе.

Соотношение гуминовых кислот к фульвовым H:F (табл. 3) в горизонтах A_1 и B_{tg} сходно с их соотношением в черноземных почвах, превышая по большей части 1.

Во всех перегнойных горизонтах отмечается подавляющее превосходство суммы фульвовых кислот тяжелой фракции ($F_3 + F_4 + F_5$) над суммой фульвовых кислот фракции легкой ($F_1 + F_2$), а также превосходство суммы гуминовых кислот тяжелой фракции ($H_3 + H_4 + H_5$) над суммой гуминовых кислот легкой фракции ($H_1 + H_2$) (табл. 3).

Степень гумификации органического вещества в горизонтах A_1 очень высокая, она дважды выше, чем в горизонтах A_1 подзолов и лишь немного ниже, чем в черноземах.

Высокие соотношения свободного железа и свободного алюминия к углероду (с) фульвовых кислот (табл. 4) это следствие относительно меньшего количества фульвовых кислот, чем гуминовых кислот (H:F выше 1). Значительная подвижность железа является прежде всего результатом образования в восстановительной среде этих почв подвижных гумусово-минеральных соединений, где этот элемент находится в форме катиона Fe^{2+} внутри органической молекулы.

Подобные соединения анионов (хелаты) могут образовывать тоже катионы Al^{3+} при pH ниже 5.

Выпадение в осадок легкорастворимых форм соединений двухвалентного железа ($Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$) в периодах лучшей аэрации является результатом между прочим т.наз. биодепрессии, а стало быть, убытка комплексирующих анионов.

Результаты исследований, определяющие содержание различных форм гумусовых соединений и их взаимозависимость в отдельных генетических горизонтах почвенных профилей подчеркивают типологическое своеобразие лессивированных почв.

F. KUŹNICKI, P. SKŁODOWSKI

CONTENT OF VARIOUS FORMS OF HUMUS SUBSTANCES IN PSEUDOGLEYED LESSIVÉS SOILS WITH REFERENCE TO THE CONTENT OF FREE IRON AND FREE ALUMINIUM

Soil Laboratory, Department of Applied Surveying, Warsaw Technical University

Summary

In the paper results of the analysis (according to the Duchaufour and Jacquin's method) of samples of fractionated and extracted organic matter, taken from humus genetic horizons of profiles of pseudogleyed lessivés soils (Tables 1, 2, 3), with reference to some of their physico-chemical properties (Table 4), are presented. The results and conclusions of the investigations are as follows:

Organic matter contained in all humus genetic horizons of soils characterizes itself with higher content of heavy than of light fraction. The heavy fraction, in % of total C, varies in A_1 horizons within 72-87%, increasing in deeper horizons up to 100%.

The light fraction content is the highest in A_1 horizons, decreasing in deeper horizons to 0.

The content in A_1 horizons of non-extracted part of the free fraction, so-called „residuum” (R) is much less as compared with chernozems.

The content of humines is the highest in A_1 horizons, whereas in $B_{t,g}$ horizons, differently as in B_H horizons of podzols, very low amounts of humines are contained or are not contained at all. The ratio of humic acids to fulvic acids H:F (Table 3) in A_1 and $B_{t,g}$ horizons is similar as in chernozems, being usually higher than 1.

In all humus horizons a considerable predominance of the sum of fulvic acids of heavy fraction ($F_3+F_4+F_5$) over the sum of those of light fraction (F_1+F_2) as well as a predominance of the sum of humic acids of heavy fraction ($H_3+H_4+H_5$) over the sum of those of light fraction (H_1+H_2) (Table 3) has been found.

The humification degree of organic substance in A_1 horizons is very high, more than twofold higher than in A_1 horizons of podzols and somewhat lower than in chernozems. High ratios of free iron and free aluminium to C of fulvic acids (Table 4) are connected, among other things, with relatively less amount of fulvic than humic acids (H:F ratio more than 1). A strong mobilization of iron is, first of all, a consequence of the formation in these soils, in their reduction medium, of mobile humous-mineral compounds, in which this element occurs in the form of Fe^{2+} cation within the organic molecule. Similar anion (chelatic) compounds can also form Al^{3+} cations at pH below 5.

Precipitation of readily soluble forms of bivalent iron compounds ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$) in periods of better air access occurs, among other things, in consequence of the so-called biodegradation, i.e. diminution of complexing anions.

The investigations determined the content of various forms of humus compounds and their mutual relationships in particular genetic horizons of soil profiles, what proved a typological separateness of soils lessivés.

Prof. dr hab. Franciszek Kuźnicki
Instytut Geodezji Gospodarczej
Politechniki Warszawskiej
Warszawa, plac Jedności Robotniczej 1