

KAZIMIERZ WILK, WŁADYSŁAW NOWAK

SKŁAD FRAKCYJNY ZWIĄZKÓW PRÓCHNICZNYCH  
NIEKTÓRYCH TYPÓW GLEB UPRAWNYCHInstytut Chemii Rolniczej, Gleboznawstwa i Mikrobiologii  
Akademii Rolniczej we Wrocławiu

## WSTĘP

Do charakterystyki próchnicy gleb stosuje się różne metody analizy frakcyjnej związków próchnicznych. W pracowniach gleboznawczo-rolniczych w Polsce [3, 18] do oznaczania składu frakcji próchnicy gleb stosowane są metody Tiurina [20], Kononowej i Bielczikowej [13] bądź ich modyfikacje [11], Boratyńskiego i Wilka [2, 4, 5, 6, 7, 17], a ostatnio także i metoda Duchaufoura i Jacquin [8]. Materiał analityczny uzyskany tymi metodami jest dość znaczny, ale zarazem tak różnorodny, że wyciągnięcie choćby ogólnych wniosków co do składu próchnicy gleb Polski jest dość ryzykowne lub nawet niemożliwe. Świadczą o tym choćby badania Kleszczyckiego, Kozakiewicza i Łakomca [11], w których do oznaczenia składu próchnicy tych samych gleb zastosowano różne metody. Uzyskane wyniki były z sobą nieporównywalne. Z tego względu scharakteryzowanie próchnicy różnych typów gleb za pomocą jednej metody ma duże znaczenie. Biorąc pod uwagę, że w metodzie Boratyńskiego i Wilka [4] stosuje się łagodnie działający pirofosforan sodu i alkaliczną ekstrakcję, do badań próchnicy wybrano właśnie tę metodę.

## BADANIA WŁASNE

Celem badań było porównanie składu frakcyjnego próchnicy niektórych typów gleb uprawnych wytworzonych w różnych warunkach klimatyczno-glebowych. Próbkę pobrano z ornej warstwy następujących gleb.

1. Stare Żabno, woj. zielonogórskie. Czarna ziemia zdegradowana wytworzona z piasków starych tarasów rzecznych, gleba okresowo za mokra, kompleksu żytniego słabego.

2. Stary Korczyn, woj. kieleckie. Gleba szarobrunatna wytworzona z piasku gliniastego lekkiego, gleba okresowo za mokra, kompleksu żytniego słabego.

3. Świebodzin, woj. zielonobórskie. Czarna ziemia właściwa wytworzona z utworów pojeziornych, gleba kompleksu pszennego dobrego, okresowo za mokra, charakterystyczna dla dawnych zastoisk wodnych.

4. Kandlewo, woj. leszczyńskie. Czarna ziemia właściwa wytworzona z gliny lekkiej, kompleksu pszennego dobrego.

5. Stary Korczyn, woj. kieleckie. Czarnoziem zdegradowany wytworzony z utworów pyłowo-ilastych. Gleba zaliczana do kompleksu pszennego bardzo dobrego.

6. Kobierzyce, woj. wrocławskie. Czarna ziemia wytworzona z utworu pyłowo-ilastego na glinie pylastej średniej. Gleby te zaliczane są do najlepszych gleb Dolnego Śląska. Szczegółową charakterystykę czarnych ziem wrocławskich podaje K o w a l i ń s k i [16].

7. Siedlnica, woj. leszczyńskie. Czarna ziemia właściwa wytworzona z gliny średniej. Gleby zaliczane są do kompleksu pszennego dobrego, okresowo podmokłe. Charakterystykę gleb woj. zielonogórskiego podaje K e r n [9].

Do badań porównawczych włączono także czarnoziem kurski — ZSRR i bułgarską smonicę<sup>1</sup>, których próchnica odznacza się najbardziej korzystnymi właściwościami z punktu widzenia żywności gleb.

8. Rezerwat środkowoczarnoziemnej strefy ZSRR — Strielecki Stiep, około 20 km od Kurska. Czarnoziem wylugowany wytworzony z ciężkiej gliny pylastej. Szczegółową charakterystykę czarnoziemów Strieleckiego Stiepu podaje A f a n a s j e w a i G o ł u b i e w [1].

9. Bożuriste, kilkanaście kilometrów od Sofii — Bułgaria. Czarnoziem smonica wytworzona z ciężkich gliniastych skał osadowych, szeroko rozprzestrzeniona w nizinach i kotlinach środkowej i południowej Bułgarii. Charakterystykę czarnoziemów — smonic podaje K o j n o w [12].

#### ME/ODYKA BADAŃ

W pobranych próbkach gleby oznaczono:

— skład mechaniczny metodą areometryczną Bouyoucosa w modyfikacji Cassagrande'a i Prószyńskiego,

— pH w wodzie i KCl potencjometrycznie,

— sumę kationów wymiennych metodą Kappena,

— C ogółem metodą Tiurina,

— N ogółem według metody Kjeldhala,

— zawartość węglanów metodą Scheiblera.

<sup>1</sup> Próbki gleb zebrał doc. dr hab. K. Wilk będąc na stażach naukowych w ZSRR i Bułgarii.

Skład frakcyjny próchnicy oznaczono według metody Boratyńskiego i Wilka [4], wprowadzając następujące zmiany.

— Określoną ilość gleby przesianej przez sito o oczkach 1 mm umieszczono na sicie o oczkach 0,1 mm i przemywano roztworem 0,1n pirofosforanu sodu (pH-7) w celu oddzielenia nierozłożonych resztek organicznych. Glebę na sicie rozcierano na mokro pałeczką szklaną z naciągniętym węzłem gumowym do momentu uzyskania bezbarwnego przecieku. Na sicie pozostawał piasek, nasiona chwastów i resztki organiczne. Na kilkakrotne przemywanie próbki gleby na sicie zużywano około 30 ml roztworu pirofosforanu. Zawartość węgla organicznego w wyciągach przeliczano na wyjściową naważkę gleby<sup>2</sup>.

— Dalsza zmiana polegała na zastąpieniu kwasu siarkowego (po wydzieleniu próchnicy pirofosforanem i ługiem) kwasem solnym z uwagi na zawartość w niektórych glebach węglanów. Po rozłożeniu węglanów odmywano kwas solny wodą do zaniku reakcji na chlor i następnie zadawano glebę w probówkach wirówkowych roztworem 0,1n NaOH, postępując dalej zgodnie z metodą.

— Wydzielone za pomocą pirofosforanu związki próchniczne rozdzielano na kwasy huminowe i fulwowe.

W celu lepszego scharakteryzowania wydzielonych w trakcie analizy kwasów huminowych oznaczono ich gęstość optyczną w zakresie światła widzialnego przy 7 długościach fal i wykreślono krzywe absorpcji. Pomiarzy wykonano na spektrokolorymetrze Spekol w kiuwetach o grubości warstwy 1 cm.

#### WYNIKI BADAŃ

Pod względem składu mechanicznego (tab. 1) badane gleby były znacznie zróżnicowane: od piasków gliniastych lekkich do iłów. Z tego względu badane gleby podzielono na dwie grupy: gleby 1—4 stanowiły gleby piaszczyste, pozostałe zaliczono do gleb gliniastych i ciężkich.

Spośród badanych gleb 5 wykazuje odczyn kwaśny i słabo kwaśny, pozostałe 4 wykazują burzenie z kwasem solnym (tab. 2). W glebach nie zawierających węglanów znajdowało się 4,0 do 46,5 m.e. kationów wymiennych w 100 g gleby.

Zawartość C organicznego wahała się od 0,72 do 3,92%. Najmniej węgla organicznego (0,72%) zawierała czarna ziemia ze Starego Żabna, najwięcej zaś czarnoziem kurski (3,92%). Stosunkowo niewysoką zawartość C (1,99%) w smonicy bułgarskiej (gleba 9) mimo intensywnie czarnej barwy tłumaczy się reliktową cechą tych gleb [12].

Wraz ze wzrostem zawartości węgla organicznego obserwuje się w ba-

<sup>2</sup> Metodyka oddzielania części nierozłożonych będzie przedmiotem oddzielnej publikacji.

Tabela 1

Skład mechaniczny badanych gleb<sup>x</sup> - Mechanical composition of the soils<sup>x</sup>

Nr No.	Gleba, miejscowość Soil, locality	Zawartość frakcji mechanicznych, % - Content of mechanical fractions, %											Grupa mechaniczna Mechanical group
		1-0,5	0,5- 0,25	0,25 -0,10	0,10 -0,05	0,05 -0,02	0,02- 0,006	0,006 -0,002	< 0,002	1-0,1	0,01 -0,02	< 0,02	
1	Czarna ziemia - Stare Żabno Black earth - Stare Żabno	7,8	42,1	33,1	5	1	3	3	5	83	6	11	piasek gliniasty lekki light loamy sand
2	Szarobrunatna - Stary Korczyn Grey-brown - Stary Korczyn	11,5	15,3	40,2	10	9	6	2	6	67	19	14	piasek gliniasty lekki light loamy sand
3	Czarna ziemia - Świebodzin Black earth - Świebodzin	15,5	21,8	21,7	12	10	8	5	6	59	22	19	piasek gliniasty mocny heavy loamy sand
4	Czarna ziemia - Wschowa Black earth - Wschowa	10,6	26,5	22,9	13	5	9	5	8	60	18	22	głina lekka light loam
5	Czarnoziem zdegradowany - Stary Korczyn Degraded chernozem - Stary Korczyn	0,4	1,8	9,8	11	42	18	6	11	12	53	35	pył ilasty clayey silt
6	Czarna ziemia - Kobierzyce Black earth - Kobierzyce	3,7	6,1	6,2	7	29	23	8	17	16	36	48	głina średnia pyłasta silty medium loam
7	Czarna ziemia - Wschowa Black earth - Wschowa	7,3	23,3	11,4	6	3	6	10	33	42	9	49	głina średnia medium loam
8	Czarnoziem kurski - ZSRR Chernozem from Kursk - ZSRR	0,8	9,7	14,5	3	12	23	13	24	25	15	60	głina ciężka heavy loam
9	Czarnoziem smonica - Bułgaria Smonitsa chernozem - Bulgaria	1,7	1,4	9,9	4	5	14	7	57	13	9	78	iz - clay

<sup>x</sup>Analizy wykonała Stacja Chemiczno-Rolnicza we Wrocławiu  
Analyses were carried out by the Agricultural Chemistry Station in Wrocław

Tabela 2

Niektóre właściwości fizyczne i chemiczne badanych gleb  
Some physical and chemical properties of the soils

Gleba Soil	pH		Suma kationów wymennych m.e./100 g gleby Sum of exchan- geable cations, m.e./100 g of soil	C ogółem C total %	N ogółem N total %	C/N	Zawartość węglanów Content of carbonates %
	H <sub>2</sub> O	KCl					
1	6,0	4,8	4,0	0,72	0,08	9,0	n.o.
2	6,7	5,9	12,3	1,47	0,17	8,6	n.o.
3	silne burzenie z kwasem strong bubbling with acid		n.o.	2,74	0,25	11,0	7,2
4	słabe burzenie z kwasem weak bubbling with acid		n.o.	1,07	0,11	9,7	0,3
5	6,8	5,9	11,6	0,94	0,13	7,2	n.o.
6	silne burzenie z kwasem strong bubbling with acid		n.o.	2,48	0,17	14,6	11,6
7	słabe burzenie z kwasem weak bubbling with acid		n.o.	1,42	0,15	9,5	0,4
8	6,4	5,3	36,9	3,92	0,32	12,2	n.o.
9	6,8	5,9	46,5 \	1,99	0,18	11,1	n.o.
n.o. = not determined							

danych glebach także wzrost zawartości zotu, co potwierdza znany fakt, że azot gromadzony jest głównie w związkach próchnicznych.

Gleby silnie burzące z kwasem solnym (gleby 3 i 6) zawierały 7,2 i 11,6% węglanów, natomiast słabo burzące z kwasem (gleby 4 i 7) zawierały poniżej 0,5% węglanów.

#### SKŁAD FRAKCYJNY ZWIĄZKÓW PRÓCHNICZNYCH BADANYCH GLEB

Na podstawie składu frakcyjnego związków próchnicznych można sądzić o przemianach substancji organicznej, procesach zachodzących w glebie i w dużej mierze wnioskować o wartości rolniczej gleby. Wiadomo bowiem, że najbardziej wartościowa jest ta próchnica, w której składzie przeważają kwasy huminowe odznaczające się najbardziej korzystnymi właściwościami w porównaniu z innymi frakcjami próchnicy. Tak więc do najbardziej urodzajnych gleb należą czarnoziemy, których próchnica zawiera więcej kwasów huminowych niż fulwowych [1, 15].

Związki rozpuszczalne w alkoholu i benzenie (1 : 1). Zawartość związków organicznych rozpuszczalnych w mieszaninie alkoholu i benzenu była wyższa w glebach lżejszych (tab. 3) i wynosiła 5—12% C ogółem, natomiast w cięższych glebach tych związków było mniej — 1,5 do 5% C ogółem (tab. 4). Tłumaczy się to silną adsorpcją par alkoholu i benzenu na częściach ilastych, wskutek czego zawartość węgla organicznego w glebach ciężkich po ekstrakcji rozpuszczalnikami organicznymi może być nawet wyższa niż przed ekstrakcją.

Związki próchniczne rozpuszczalne w 0,1n Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> — pH=7. Do wy-

ekstrahowania związków próchnicznych rozpuszczalnych w pirofosforanie trzeba było 3 do 7 ekstrakcji przy stosunku gleby do roztworu równym 1 : 5 (tab. 3 i 4). Dla smonicy zachowano szerszy stosunek gleby do roztworu — 1 : 10, ponieważ przy węższym stosunku nie można było odwirować wyciągu. Trzykrotna ekstrakcja była wystarczająca do wydziele-

T a b e l a 3

Analiza frakcyjna związków próchnicznych gleb lżejszych według metody Boratyńskiego i Wilka, w % C ogółem  
 Fractional analysis of humus compounds in lighter soils according to the method of Boratyński and Wilk

Wyszczególnienie Specification	Nr gleby - C w mg/100 g gleby - Soil No., C in mg/100 g of soil			
	1 - 717	2 - 1467	3 - 2743	4 - 1067
Związki organiczne rozpuszczalne w alkoholu i benzynie /1:1/ Organic compounds soluble in alcohol and benzene /1:1/	11,7	7,2	6,4	4,7
0,1n Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> - pH = 7	21,4 /5/ <sup>x</sup>	12,3 /4/	15,9 /5/	15,3 /3/
0,1n NaOH - I	26,2 /4/	24,1 /4/	22,7 /5/	18,4 /3/
0,1n NaOH - II	5,6 /3/	13,5 /4/	13,4 /7/	17,3 /4/
Suma C wydzielonego Sum of the C secreted	64,9	57,1	58,4	55,7
C nie hydrolizujący oznaczony Non-hydrolyzable C determined	33,2	47,8	44,6	46,4
Kwasy huminowe: - Humic acids:				
0,1n Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> - pH = 7	12,2	3,4	7,1	4,0
0,1n NaOH - I	18,5	7,6	11,1	6,4
0,1n NaOH - II	3,3	5,5	7,0	7,0
Suma C kwasów huminowych Sum of C of humic acids	34,0	16,5	25,2	17,4
<sup>x</sup> Liczba ekstrakcji - Number of extracts				

nia ruchliwych związków próchnicznych z czarnych ziem wschowskich (gleby 4 i 7) wykazujących słabe burzenie z kwasem solnym. Z pozostałych gleb ruchliwe związki próchniczne wydzielono w 4—6-krotnych, a z czarnoziemiu kurskiego w 7-krotnej ekstrakcji.

Nie stwierdzono jednak zależności między liczbą ekstrakcji pirofosforanem a procentowym udziałem ruchliwych związków próchnicznych w węglu ogółem zarówno w glebach lżejszych, jak i cięższych. Najmniej tych związków próchnicznych znajdowało się w glebie szarobrunatnej (gleba 2) i w czarnych ziemiach z Kobierzyc i Wschowej (gleby 6 i 7) oraz w czarnoziemiu zdegradowanym (gleba 5) bo około 12% C ogółem. Najwięcej tych ruchliwych połączeń (21,4% C ogółem) zawierała czarna ziemia ze Starego Żabna (gleba 1). W pozostałych glebach zawartość ruch-

Tabela 4

Analiza frakcyjna związków próchnicznych gleb cięższych według metody Boratyńskiego i Wilka, w % C ogółem  
 Fractional analysis of humus compounds in heavier soils according to the method of Boratyński and Wilk

Wyszczególnienie Specification	Nr gleby, C w mg/100 g - Soil No., C in mg/100 g of soil				
	5 - 936	6 - 2476	7 - 1415	8 - 3920	9 - 1990
Związki organiczne rozpuszczalne: w alkoholu i benzynie /1:1/ Organic compounds soluble in alcohol and benzene /1:1/ 0,1n Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> - pH = 7 0,1n NaOH - I 0,1n NaOH - II	3,1 12,2 /5/ <sup>x</sup> 30,5 /4/ 14,0 /4/	4,6 11,9 /6/ 13,5 /4/ 22,0 /7/	1,5 - 11,6 /3/ 14,6 /3/ 22,9 /4/	2,9 16,8 /7/ 24,4 /7/ 25,6 /6/	0,0 13,7 /5/ 18,0 /4/ 31,5 /5/
Suma C wydzielonego Sum of the C secreted C nie hydrolizujący oznaczony Non-hydrolyzable C determined	59,9 43,4	52,0 49,4	50,6 53,4	69,7 31,9	62,8 37,0
Kwasy huminowe: Humic acids: 0,1n Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> - pH = 7 0,1n NaOH - I 0,1n NaOH - II	2,9 12,9 6,1	2,9 4,5 10,8	4,1 4,0 6,6	9,7 12,8 22,1	5,7 8,3 22,7
Suma C kwasów huminowych Sum of C of humic acids	21,9	18,2	14,7	44,6	36,7
<sup>x</sup> Liczba ekstrakcji - Number of extracts					

liwych związków próchnicznych wahała się w granicach 14—17% C ogółem.

— Związki próchniczne związane w silniejszym stopniu z mineralną częścią gleby — rozpuszczalne w 0,1 n NaOH—I po uprzedniej ekstrakcji gleb pirofosforanem. W celu wydzielenia związków próchnicznych związanych w silniejszym stopniu z mineralną częścią gleby, większość badanych gleb ekstrahowano 3—5-krotnie roztworem 0,1n NaOH; 7-krotnej ekstrakcji tym rozpuszczalnikiem wymagał tylko czarnoziem kurski. Podobnie jak przy ekstrakcji pirofosforanem liczba ekstrakcji ługiem nie korelowała z procentowym udziałem wydzielonych związków próchnicznych w węglu ogółem zarówno w glebach lżejszych, jak i cięższych. Świadczy to o różnym stopniu związania tej frakcji próchnicy z częściami gliniastymi gleby.

Największe ilości tej frakcji próchnicy wydzielono z czarnoziemem zdegradowanego ze Starego Korczyna (gleba 5) — 30,6% C ogółem i czarnej

ziemi wytworzonej z piasków starych tarasów rzecznych ze Starego Żabna (gleba 1) — 26,2<sup>0</sup>/o C ogółem. W pozostałych glebach udział tej frakcji próchnicy stanowił 13,5 do 24,4<sup>0</sup>/o C ogółem.

— Związki próchniczne trwale związane z mineralną częścią gleby — rozpuszczalne w 0,1 n NaOH—I po wyekstrahowaniu z gleb związków próchnicznych rozpuszczalnych w pirofosforanie i 0,1n NaOH-I. Z danych dotyczących tej frakcji próchnicy wynika (tab. 3 i 4), że gleby lżejsze (gleby 1—4) o małej zawartości części gliniastych zawierały mniej związków próchnicznych związanych trwale z glebą. W czarnej ziemi ze Starego Żabna (gleba 1) tej frakcji próchnicy znajduje się 2—3 razy mniej niż w pozostałych typach gleb lżejszych (tab. 3). Główna część związków próchnicznych wydziela się z tej gleby w trzech poprzednich ekstrakcjach: alkoholobenzenowej, pirofosforanowej i 0,1n NaOH—I. W glebach cięższych natomiast frakcja ta stanowi 22,0 do 31,5<sup>0</sup>/o C ogółem. Widać z tego wyraźnie, że kwaśna hydroliza kwasem solnym w tych glebach powodowała uwolnienie z kompleksów organiczno-mineralnych znacznej ilości związków próchnicznych. Wyjątek w glebach cięższych stanowi tylko czarnoziem zdegradowany (gleba 5), z którego po kwaśnej hydrolizie wydzielono tylko 14,0<sup>0</sup>/o C ogółem. Najwięcej tej frakcji próchnicy znajdowało się w bułgarskiej smonicy (31,5<sup>0</sup>/o C ogółem), zawierającej najwięcej części spławialnych.

— Związki próchniczne bardzo trwale związane z mineralną częścią gleby — C nie hydrolizujący. W związkach próchnicznych bardzo trwale związanych z gliniastą częścią gleby zaznaczają się pewne różnice w zależności od typu glebowego. W czarnej ziemi ze Starego Żabna (gleba 1) znajduje się najmniej tej frakcji próchnicy — 33,2<sup>0</sup>/o C ogółem, gdy tymczasem w pozostałych badanych typach gleb Polski jest jej o kilkanaście procent więcej. W czarnoziemie kurskim i bułgarskiej smonicy (gleby 8 i 9) znajdowało się tych związków 31,9 i 37,0<sup>0</sup>/o C ogółem.

Najbardziej niekorzystny skład frakcyjny próchnicy miała czarna ziemia ze Starego Żabna (gleba 1). Znajduje się w niej prawie dwa razy więcej związków organicznych rozpuszczalnych w mieszaninie alkoholu i benzenu oraz ruchliwych połączeń próchnicznych (rozpuszczalnych w pirofosforanie), a także znacznie mniej związków próchnicznych trwale związanych z gliniastą częścią gleby w porównaniu ze składem próchnicy pozostałych gleb.

Gleby cięższe w porównaniu do lżejszych mają znacznie korzystniejszy skład frakcji próchnicy. Zawierają one mniej związków organicznych rozpuszczalnych w alkoholu i benzenie i ruchliwych związków próchnicznych (rozpuszczalnych w pirofosforanie). Przeważają w nich natomiast frakcje próchnicy silniej związane z gliniastą częścią gleby. Najbardziej korzystny skład frakcji próchnicy wykazują: czarnoziem kurski i bułgarska smonica.



## KWASY HUMINOWE W UZYSKANYCH FRAKCJACH PRÓCHNICZY

— Wyciąg 0,1n  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ —pH=7. Do wyciągu pirofosforanowego przechodzą najbardziej labilne kwasy huminowe, stanowiąc w badanych glebach z reguły kilka procent C ogółem (tab. 3 i 4). Natomiast przeważającą frakcją próchnicy są w tym wyciągu kwasy fulwowe. Najwięcej C kwasów huminowych w stosunku do C ogółem, bo 12,2<sup>0</sup>%, zawiera czarna ziemia ze Starego Żabna (gleba 1) przy stosunku C kwasów huminowych do C kwasów fulwowych równym 0,7.

Najniższą wartością stosunku C kwasów huminowych do C kwasów fulwowych (0,3) odznaczają się wyciągi pirofosforanowe z czarnoziem zdegradowanego (gleba 5), czarnej ziemi z Kobierzyc (gleba 6) i czarnej ziemi ze Wschowej (gleba 7). Wyjątek stanowi czarnoziem kurski, w którym stosunek C kwasów huminowych do C kwasów fulwowych w wyciągu pirofosforanowym jest równy jedności.

— Wyciąg 0,1n NaOH—I. W kolejnej ekstrakcji roztworem 0,1n NaOH przechodzi do wyciągu więcej kwasów huminowych, w związku z czym stosunek C kwasów huminowych do C kwasów fulwowych zbliża się bardziej do jedności (tab. 5). Niższe wartości tego stosunku (0,4—0,5)

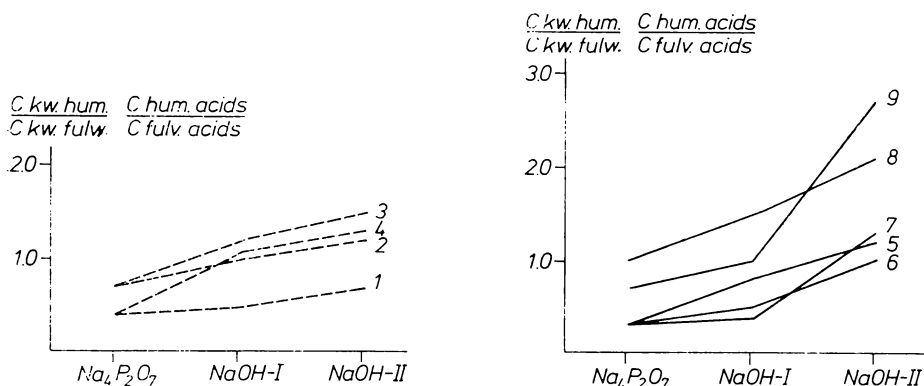
T a b e l a 5

Stosunek C kwasów huminowych do fulwowych w kolejnych wyciągach  
Ratio between humic and fulvic acids in subsequent extracts

Nr No.	Gleba - Soil	0,1n $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	0,1n NaOH-I	0,1n NaOH-II	Srednie Mean
		A	B	C	A+B+C
1	Czarna ziemia - Black earth	0,7	1,0	1,2	1,0
2	Szarobrunatna - Grey-brown soil	0,4	0,5	0,7	0,5
3	Czarna ziemia - Black earth	0,7	1,2	1,5	1,1
4	Czarna ziemia - Black earth	0,4	0,8	1,3	0,8
5	Czarnoziem zdegradowany Degraded chernozem	0,3	0,8	1,2	0,8
6	Czarna ziemia - Black earth	0,3	0,5	1,0	0,6
7	Czarna ziemia - Black earth	0,3	0,4	1,3	0,7
8	Czarnoziem kurski - Kursk chernozem	1,0	1,5	2,1	1,5
9	Czarnoziem smonica - Smonitsa chernozem	0,7	1,0	2,7	1,5

obserwuje się w glebie szarobrunatnej (gleba 2), czarnej ziemi z Kobierzyc (gleba 6) i czarnej ziemi ze Wschowej (gleba 7). W niektórych glebach: czarnej ziemi ze Świebodzina i czarnoziemie kurskim (gleby 3 i 8) zaczynają przeważać kwasy huminowe nad fulwowymi.

— Wyciąg 0,1n NaOH—II. W następnej i ostatniej ekstrakcji 0,1n NaOH—II (po wydzieleniu związków próchnicznych pirofosforanem, 0,1n NaOH—I i po kwaśnej hydrolizie kwasem solnym) prawie ze wszystkich



Rys. 1. Stosunek C kwasów huminowych do C kwasów fulwowych w wyciągach 0,1n  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , 0,1n NaOH—I, 0,1n NaOH—II

liczby 1—9 oznaczają gleby (objaśnienie w tab. 1 i w tekście)

Ratio between C of humic acids and C of fulvic acids in the extracts of 0.1N  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , 0.1 N NaOH—I and 0.1 N NaOH—II

with the number 1—9 soils are marked (explanations in Table 1 and in the text)

badanych gleb wydziela się więcej kwasów huminowych niż fulwowych, a stosunek pierwszych do drugich jest wyższy od jedności (rys. 1).

W glebach cięższych w porównaniu z glebami lżejszymi kwasów huminowych znajdowało się więcej. Szczególnie korzystnie układała się zawartość kwasów huminowych w czarnoziemie kurskim i smonicy (do 45% C ogółem, gdy tymczasem w innych glebach sięgała 15—34% C ogółem).

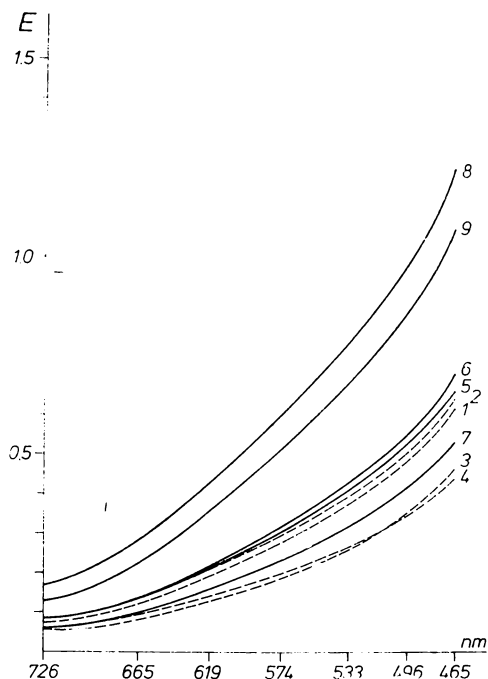
Interesująco układa się stosunek kwasów huminowych do fulwowych w poszczególnych wyciągach (tab. 5). We wszystkich badanych glebach jest on najniższy w wyciągu pirofosforanowym, wyższy w wyciągu 0,1n NaOH—I i najwyższy w wyciągu 0,1n NaOH—II po kwaśnej hydrolizie. Kwaśna hydroliza w przypadku gleb cięższych powodowała uwolnienie z kompleksów gliniasto-próchnicznych znacznych ilości kwasów huminowych.

W świetle uzyskanych wyników można powiedzieć, że najlepszymi właściwościami pod względem składu frakcyjnego odznaczają się próchnice czarnoziemiu kurskiego i bułgarskiej smonicy (tab. 4, gleby 8 i 9). Z gleb Polski stosunkowo korzystny skład frakcji próchnicy ma czarna ziemia z Kobierzyc (gleba 6). W składzie próchnicy tych gleb dominuje frakcja silnie związana z mineralną częścią gleby — wydzielona 0,1n NaOH—II, a kwasy huminowe stanowią stosunkowo wysoki udział w stosunku do ogólnej zawartości C.

— Gęstość optyczna kwasów huminowych w wyciągach 0,1n  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ —pH=7, 0,1n NaOH—I i 0,1n NaOH—II. Gęstość optyczną kwasów huminowych z poszczególnych wyciągów mierzono przy zawartości C w mg/l: dla wyciągu pirofosforanowego — 55, dla wyciągu 0,1n

NaOH—I=100 i dla 0,1n NaOH—II=65, kierując się przy tym najlepszym zakresem czułości pomiaru na aparacie Spekol. Na podstawie uzyskanych wartości ekstynkcji dla długości fal 726, 665, 619, 574, 533, 496 i 465 nm wykreślono krzywe absorpcji (rys. 2, 3 i 4).

Jak się powszechnie przyjmuje [15, 19], gęstość optyczna kwasów huminowych powiązana jest z ich budową. Kwasy huminowe gleb, w których są korzystne warunki do tworzenia się próchnicy, jak na przykład w czarnoziemach, odznaczają się wyższą gęstością optyczną w porównaniu np. do kwasów huminowych gleb bielcowych.



Rys. 2. Gęstość optyczna kwasów huminowych w wyciągu 0,1n  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  (55 mg/l C) objaśnienia jak w rys. 1

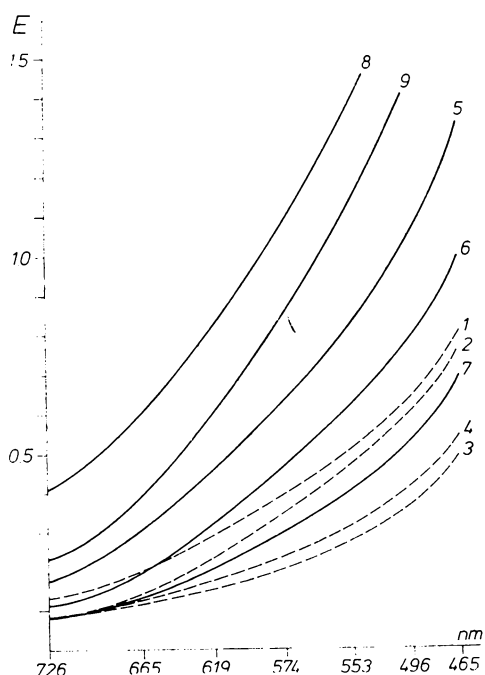
Optical density of humic acids in the 0.1 N  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  extract (55 mg C/l) explanations — see Fig. 1

Najwyższe położenie w układzie współrzędnych i najbardziej stromy przebieg mają krzywe absorpcji kwasów huminowych czarnoziemiu kurckiego i bułgarskiej smonicy. Znacznie poniżej nich i blisko siebie leżą krzywe absorpcji kwasów huminowych w wyciągu pirofosforanowym z czarnej ziemi z Koberzyc, czarnoziemiu zdegradowanego, gleby szarobrunatnej i czarnej ziemi ze Starego Żabna (rys. 2). Najniższe położenie zajmują krzywe absorpcji kwasów huminowych czarnych ziem ze Świebodzina i Wschowej.

Nieco inaczej układają się krzywe absorpcji kwasów huminowych z wyciągu 0,1n NaOH—I, szczególnie z gleb cięższych (rys. 3). W ukła-

dzie współrzędnych widać tu wyraźne przesunięcie w górę krzywych absorpcji kwasów huminowych czarnoziemiu zdegradowanego i czarnej ziemi z Koberzyc (gleby 5 i 6). Najbardziej stromo i najwyżej układają się również krzywe absorpcji kwasów huminowych czarnoziemiu kurckiego i bułgarskiej smonicy (gleby 8 i 9), najniżej zaś krzywe absorpcji kwasów huminowych czarnych ziem ze Świebodzina i Wschowej (gleby 3 i 4). Sądząc z nachylenia krzywych absorpcji kwasów huminowych i ich wzajemnego położenia można powiedzieć, że kwasy huminowe wydzielone 0,1n NaOH—I mają bardziej złożoną budowę niż kwasy huminowe z wyciągu pirofosforanowego.

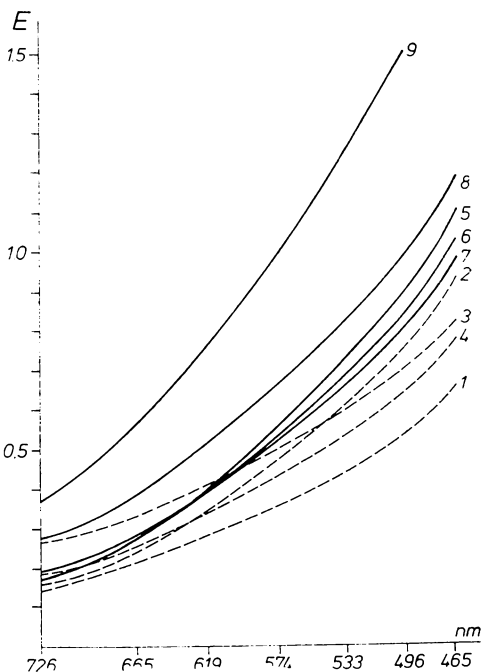
W kolejnej ekstrakcji 0,1n NaOH—II po kwaśnej hydrolizie wydzielone kwasy huminowe w mniejszym stopniu różnią się gęstością optyczną, poza kwasami huminowymi bułgarskiej smonicy, której krzywa



Rys. 3. Gęstość optyczna kwasów huminowych w wyciągu 0,1n NaOH—I (100 mg/l C)

objaśnienia jak w rys. 1

Optical density of humic acids in the 0.1N NaOH—I extract (100 mg C/l)  
explanation — see Fig. 1



Rys. 4. Gęstość optyczna kwasów huminowych w wyciągu 0,1n NaOH—II (65 mg/l C)

objaśnienia jak w rys. 1

Optical density of humic acids in the 0.1 N NaOH—II extract (60 mg C/l)  
explanations — see Fig. 1

absorpcji zajmuje najwyższe położenie i jest nachylona najbardziej stromo. Świadczy to o tym, że trwale związane z mineralną częścią gleby kwasy huminowe są bardziej zbliżone do siebie w budowie, podobnie jak

kwasy huminowe z wyciągu pirofosforanowego. Pod krzywą absorpcji kwasów huminowych bułgarskiej smonicy układają się krzywe pozostałych gleb cięższych (gleby 8, 5, 6 i 7), a pod nimi krzywe absorpcji kwasów huminowych gleb lżejszych (gleby 1—4). Najniżej i przy najmniejszym kącie nachylenia leży krzywa absorpcji kwasów huminowych czarnej ziemi ze Starego Żabna (gleba 1).

Kwasy huminowe z wyciągu pirofosforanowego i 0,1n NaOH—I odznaczają się zbliżonymi wartościami wskaźnika  $Q_{4/6}$ , a kwasy huminowe wydzielone 0,1n NaOH—II miały niższe wartości tego wskaźnika (tab. 6).

T a b e l a 6

Wartości wskaźnika  $Q_{4/6}$  kwasów huminowych w poszczególnych wyciągach  
Values of the  $Q_{4/6}$  index of humic acids in particular extracts

Gleba - Soil Wyciąg - Extract	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,1n $H_4P_2O_7$ - pH = 7	5,2	4,8	5,9	4,5	4,7	4,9	5,3	4,4	4,8
0,1n NaOH - I	4,0	5,0	4,4	4,5	4,4	5,0	4,9	3,5	4,9
0,1n NaOH - II	3,1	3,9	2,4	3,0	4,1	3,7	3,5	3,0	3,3

### WNIOSKI

1. Zastosowanie metody analizy frakcyjnej związków próchnicznych Boratyńskiego i Wilka pozwoliło na wydzielenie z badanych gleb ruchliwych związków próchnicznych (rozpuszczalnych w pirofosforanie) w ilościach 12—21% ogólnej zawartości C, frakcji próchnicy w silniejszym stopniu związanej z mineralną częścią gleby (wydzielonej 0,1n NaOH—I) — 14 do 31% i frakcji trwale związanej z mineralną częścią gleby (wydzielonej 0,1n NaOH—II) — 13 do 31% C ogółem.

2. W wyciągach pirofosforanowych w badanych glebach Polski przeważały kwasy fulwowe nad huminowymi. Jednakże przy obliczaniu sumarycznego stosunku kwasów huminowych do fulwowych w glebie należałoby je uwzględnić.

3. Nie stwierdzono zależności między liczbą ekstrakcji poszczególnymi roztworami a procentowym udziałem wydzielonych związków próchnicznych w ogólnej zawartości węgla zarówno w glebach lżejszych, jak i cięższych.

4. Najbardziej korzystnym składem próchnicy odznaczały się czarnoziem kurski i bułgarska smonica.

5. Kwasy huminowe w wyciągach pirofosforanowych, 0,1n NaOH—I i 0,1n NaOH—II, z gleb lżejszych odznaczały się mniejszą gęstością op-

tyczną w porównaniu z kwasami huminowymi gleb cięższych (rys. 2—4). Gęstość optyczna kwasów huminowych w wyciągu 0,1n NaOH—I była bardziej zróżnicowana (rys. 3).

## LITERATURA

- [1] Afanasjewa J. A., Gołubiew W. N.: Poczwiennno-botaniczeskij oczerk strieleckoj stiepi. Kursk 1962.
- [2] Bielczikowa N. P.: Organiczeskoje wieszczstwo poczw razlicznoj stiepieni okulturiennosti. *Agrochimija* 2, 1965, 98—109.
- [3] Birecki M., Gastoł J.: Influence of plants and soil freezing on the fractional humus composition of the soil and soil aggregates. *Rocz. glebozn. Dodatek do t. 14, 1964, 59—72.*
- [4] Boratyński K., Wilk K.: Nowa metoda analizy frakcjonowanej związków próchnicznych w glebach mineralnych. *Zesz. probl. Post. Nauk rol. 40a, 1963, 157—169.*
- [5] Borowiec J.: Charakterystyka porównawcza czarnoziemów występujących na terenie Polski. *Ann. UMCS Ser. F, 23, 1968, 4, 45—68.*
- [6] Drozd J., Kowaliński S.: Profilowe zróżnicowanie składu próchnicy w glebach różnych kategorii użytkowych. *Rocz. glebozn. Dodatek do t. 15, 1965, 215—217.*
- [7] Drozd J.: Związki próchniczne gleb na tle ich fizykochemicznych właściwości. *Rocz. glebozn. 24, 1973, 1, 3—55.*
- [8] Kuźnicki F., Skłodowski P.: Przemiany substancji organicznej w niektórych typach gleb Polski. *Rocz. glebozn. 19, 1968, 1, 3—25.*
- [9] Kern H.: Rolnicza przydatność gleb Polski. *Woj. Zielona Góra. Wydanie IUNG, Puławy 1971.*
- [10] Kleist H., Mucke D.: Optische Untersuchungen an Huminsäuren. *Albrecht Thaer-Archiv 10, 1966, 5, 471—484.*
- [11] Kleszczycki A., Kozakiewicz A., Łakomiec J.: Porównanie metod stosowanych w badaniach próchnicy gleb mineralnych. *Rocz. glebozn. 17, 1967, 229—241.*
- [12] Kojnow W.: Poczwy jugo-wostocznoj Ewropy. Materiały międzynarodowego sympoziuma po poczwowiedieniju. *Sofia 1964, 95—112.*
- [13] Kononowa M. M., Bielczikowa N. P.: Uskoriennyje metody opriedielenija sostawa gumusa mineralnych poczw. *Poczwow. 10, 1961, 75—87.*
- [14] Kononowa M. M.: Metody opriedielenija sostawa gumusa i ich racionalizacja. *Poczwow. 7, 1967, 49—60.*
- [15] Kononowa M. M.: Substancje organiczne gleby, ich budowa, właściwości i metody badań. *PWRiL, Warszawa 1968.*
- [16] Kowaliński S.: Czarne ziemie wrocławskie. *Rocz. glebozn. 2, 1952, 59—91.*
- [17] Kowaliński S., Drozd J., Licznar M.: Zmodyfikowana metoda oznaczania składu frakcyjnego próchnicy w glebach mineralnych. *Rocz. glebozn. 24, 1973, 1, 129—144.*
- [18] Musierowicz A., Sytek A.: Frakcje związków humusowych gleb brunatnych i pseudobielicowych orných wytworzonych z lessów. *Rocz. Nauk rol. 91-A-1, 1966, 87—112.*
- [19] Orłow D. S.: Pogłoszczenie swieta gumusowymi wieszczstwami w widimyj czasti spektra. *Naucznyje Dokłady Wyższ. Szkoły. Biol. Nauki nr 4, 1959, 192—197.*
- [20] Tiurin J. W.: Organiczeskoje wieszczstwo poczwy i jego rol w płodorodii. *Izd. Nauka, Moskwa 1965.*

K. ВИЛЬК, В. НОВАК

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ГУМУСОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ  
ТИПОВ ПАХОТНЫХ ПОЧВИнститут агрохимии, почвоведения и микробиологии,  
Сельскохозяйственная академия во Вроцлаве

## Резюме

В 5 черных землях, 2 черноземах и 1 серо-бурой почве, образовавшихся в разных почвенно-климатических условиях, определяли фракционный состав гумуса по методу Боратынского и Вилька.

В легких почвах преобладали гумусовые соединения растворимые в пирофосфате и в растворе 0,1 н NaOH-I; в почвах с более тяжелым механическим составом находилось больше гумусовых соединений прочно связанных с минеральной частью почвы (растворимых в 0,1 н NaOH-II после кислого гидролиза).

Наиболее благоприятным фракционным составом гумуса отличались курский чернозем и болгарская смолица.

Гуминовые кислоты легких почв в вытяжках: пирофосфатной, 0,1 н NaOH-I и 0,1 н NaOH-II характеризовались низшими значениями оптической плотности, по сравнению с гуминовыми кислотами более тяжелых почв.

K. WILK, W. NOWAK

FRACTIONAL COMPOSITION OF HUMUS COMPOUNDS IN SOME  
CULTIVATED SOIL TYPESDepartment of Agricultural Chemistry, Soil Science and Microbiology,  
College of Agriculture in Wrocław

## Summary

In 5 black earths, 2 chernozems and 1 grey-brown soil, developed in different climatic and soil conditions, the fractional composition of humus compounds was determined by the method of Boratyński and Wilk.

In lighter soils humus compounds soluble in pyrophosphate and in the 0.1 N NaOH-I solution prevailed, while heavier soils contained more humus compounds steadily bounded with mineral part of the soils (soluble in 0.1 N NaOH-II after the acid hydrolysis).

The most favourable fractional composition of humus showed the Kursk chernozem and the Bulgarian smonitsa chernozem.

Humic acids of lighter soils in the extracts of pyrophosphate, 0.1 N NaOH-I and 0.1 N NaOH-II characterized themselves with lower optical density values than humic acids of heavier soils.

*Doc. dr Kazimierz Wilk**Instytut Chemii Rolniczej,  
Gleboznawstwa i Mikrobiologii AR  
Wrocław, ul. Grunwaldzka 53*

