

STANISŁAW KALEMBASA, DOROTA KALEMBASA

BADANIA PORÓWNAWCZE METOD OZNACZANIA ZAWARTOŚCI  
WĘGLA ORGANICZNEGO W WYCIĄGACH GLEBOWYCH<sup>1</sup>Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej  
Wyższej Szkoły Rolniczo-Pedagogicznej w Siedlcach

W literaturze światowej zagadnieniu przemian węgla organicznego w glebie poświęca się dużo uwagi [6, 16, 18]. Opracowano wiele nowych metod laboratoryjnych, które pozwalają na wniknięcie w budowę strukturalną związków próchnicznych. Wstępem do tych metod jest najczęściej analiza frakcyjna węgla organicznego zawartego w glebie, przy zastosowaniu różnych odczynników ekstrakcyjnych i oznaczaniu ilości węgla w poszczególnych wyciągach i frakcjach. Działanie na glebę mocnymi kwasami i zasadami może powodować sztuczne podwyższanie ilości wydzielonego węgla z gleby oraz częściowo prowadzić do zmiany właściwości badanych związków próchnicznych. W czasie prowadzonych badań zwrócono uwagę na możliwości stosowania roztworów związków kompleksujących [2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 14, 15], których działanie na substancje próchniczne jest mniej drastyczne niż mocnych kwasów i zasad.

W celu dokładnej charakterystyki związków próchnicznych ważna jest nie tylko metoda ich wydzielania i frakcjonowania, ale także dokładne oznaczenie zawartości węgla w wyciągach glebowych. Oznaczenie całkowitej zawartości węgla organicznego w wyciągach glebowych jest uzależnione od opracowania metody, w której stosowane odczynniki i ich stężenia gwarantowałyby całkowite utlenienie różnych połączeń węgla, przechodzących do wyciągu.

Celem przeprowadzonych badań było porównanie metod oznaczania zawartości węgla organicznego w wyciągach glebowych i wykazanie, że metoda proponowana przez autorów jest metodą dobrą, a jednocześnie znacznie krótszą niż powszechnie stosowana w polskich pracowniach analityczno-gleboznawczych metoda Tiurina.

---

<sup>1</sup> Praca wykonana w ramach Komisji Żywności Gleby i Odżywiania Roślin Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Do badań użyto 29 powietrznie suchych próbek, pobranych z poziomu  $A_1$  gleb mineralnych należących do gleb: brunatnych kwaśnych, brunatnych właściwych, płowych i mad. Pod względem składu granulometrycznego były to gleby: lekkie, średnie i ciężkie o odczynie kwaśnym, lekko kwaśnym i obojętnym. Zawartość węgla organicznego, oznaczona metodą suchego spalania, w badanych próbkach glebowych wahała się od 540 do 6900 mg/100 g gleby.

## METODY EKSTRAKCJI I OZNACZANIA ZAWARTOŚCI WĘGLA ORGANICZNEGO W WYCIĄGACH GLEBOWYCH

Części ziemiste, po oddzieleniu części szkieletowych, poddano dalszemu rozdrobnieniu w moździerz agatowym typu KMI, do średnicy cząstek glebowych poniżej 0,5 mm. Z tak przygotowanego materiału glebowego ekstrahowano związki próchniczne następującymi metodami:

— Tiurina w modyfikacji Andrzejewskiego [1], uzyskując I i II wyciąg alkaliczny 0,1-molowym NaOH;

— Hocka w modyfikacji Stevensona [8] — wydzielanie związków węgla odbywa się w wyniku dwukrotnej ekstrakcji gleby 0,5-molowym NaOH, po uprzedniej dekalcytacji gleby 0,1-molowym HCl;

— Boratyńskiego i Wilka [3].

W wyciągach glebowych uzyskanych według tych metod zawartość węgla organicznego oznaczono trzema metodami.

— Metoda Tiurina [10]. Ilość wyciągu, używanego do analizy w tej metodzie, zależy od jego zabarwienia. Przy ciemnym zabarwieniu wyciągu pobierano 2—5 cm<sup>3</sup>, przy jasnym 10—15 cm<sup>3</sup>. Pobrany pipetą wyciąg przenoszono do kolby stożkowej o pojemności 100 cm<sup>3</sup> i zobojętniano, dodając po kropli kwas siarkowy, do pojawienia się zmętnienia. Następnie kolbę stawiano na łaźni wodnej i odparowywano do sucha. Po całkowitym odparowaniu dodawano do kolby szczyptę wyprażonego w 550°C pumeksu i z biurety 10 cm<sup>3</sup> 0,067-molowego dwuchromianu potasu w kwasie siarkowym [11]. Zawartość kolby mieszano, w szyjkę wkładano lejek o średnicy 4 cm i kolbę ustawiano na przykrytej siatką azbestową kuchence elektrycznej. Roztwór w kolbie utrzymywano w stanie łagodnego wrzenia przez 5 minut. Po ostudzeniu roztworu dodawano niewielką ilość wody (5—10 cm<sup>3</sup>), spłukując nią lejek. Po całkowitym ostudzeniu roztworu w kolbie nadmiar nie zredukowanego dwuchromianu potasu odmiareczkowano 0,1-molowym roztworem soli Mohra wobec kwasu N-fenylantranilowego jako wskaźnika.

— Metoda Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego [1]. Z wyciągu glebowego pobierano 10—30 cm<sup>3</sup> w zależności od zabarwienia, przenoszono do suchej kolby stożkowej na 300 cm<sup>3</sup> i dodawano 50 cm<sup>3</sup> wody destylowanej, 20 cm<sup>3</sup> 1-molowego NaOH i 25 cm<sup>3</sup>

0,02-molowego nadmanganianu potasu. Całość gotowano przez 6 minut. Po ostudzeniu dodawano 20 cm<sup>3</sup> 1-molowego kwasu siarkowego i gotowano przez 5 minut. Do gorącego roztworu dodawano 25 cm<sup>3</sup> 0,05-molowego kwasu szczawiowego i intensywnie mieszano do momentu całkowitego odbarwienia roztworu. Po odbarwieniu roztworu nadmiar kwasu szczawiowego odmiareczkowały 0,02-molowym KMnO<sub>4</sub>.

— Metoda Tinsleya w modyfikacji własnej. Proponowana metoda jest modyfikacją wcześniej opracowanej metody [9] do oznaczania zawartości węgla organicznego w glebach mineralnych. Wprowadzona modyfikacja metody Tinsleya [9] polegała na zmianie molowości i ilości poszczególnych składników mieszaniny utleniającej, co pozwoliło na skrócenie czasu procesu utleniania z 2 godzin do 20 minut. Ilość wyciągu glebowego używana do analizy w tej metodzie uzależniona jest także od intensywności zabarwienia roztworu. Przy wyraźnie ciemnym zabarwieniu wyciągu należy pobrać od 2 do 5 cm<sup>3</sup>, a przy jasnym 5—10 cm<sup>3</sup> roztworu. W pobranym wyciągu nie powinno być więcej niż 25 mg węgla organicznego. W przypadku mniejszej ilości wyciągu glebowego niż 10 cm<sup>3</sup> należy dodać tyle wody destylowanej, aby uzyskać 10 cm<sup>3</sup> roztworu. Wyciąg glebowy należy umieścić w okrągłodennej kolbie o pojemności 250 cm<sup>3</sup> ze szlifem. Do wyciągu glebowego dodaje się 10 cm<sup>3</sup> 0,167-molowego dwuchromianu potasu, uzyskując tym samym 20 cm<sup>3</sup> roztworu, co odpowiada stężeniu 0,083-molowego dwuchromianu potasu (jak w metodzie stosowanej do oznaczania zawartości węgla organicznego w glebach mineralnych [9]). Następnie do kolby okrągłodennej dodaje się 30 cm<sup>3</sup> mieszaniny kwasu siarkowego (c. wł. 1,84) i ortofosforowego (c. wł. 1,75) w stosunku 5:1. Kolbę podłącza się do wodnej chłodnicy zwrotnej i ogrzewa przez 20 minut, utrzymując roztwór w lekkim wrzeniu przez dodanie kilku perełek szklanych. Po ostudzeniu roztworu chłodnicę i szyjkę kolby należy przemywać wodą destylowaną (10—15 cm<sup>3</sup>) i dodać 2—3 krople wskaźnika kwasu N-fenyloantranilowego, przygotowanego przez rozpuszczenie 200 mg kwasu N-fenyloantranilowego w 100 cm<sup>3</sup> 2-procentowego roztworu węglanu sodu. Nie zredukowaną ilość dwuchromianu potasu trzeba odmiareczkować 0,2-molową solą Mohra, przygotowaną przez rozpuszczenie 78,5 g soli Mohra w kolbie miarowej na 1000 cm<sup>3</sup>, zawierającej 20 cm<sup>3</sup> stężonego kwasu siarkowego i uzupełnioną wodą destylowaną do kreski.

Szczegółową charakterystykę metod utleniania węgla organicznego w wyciągach glebowych podano w tabeli 1.

#### OMÓWIENIE WYNIKÓW

Badania na standardowych kwasach huminowych. Do badań standardowych zastosowano kwasy huminowe „Humussäure rein” firmy Ferak Berlin, w których zawartość węgla, oznaczona metodą

Tabela 1

Charakterystyka metod utleniania węgla organicznego wyciągów glebowych  
 Characteristics of methods of the organic carbon oxidation in soil extracts

Metoda - Method	Ilość wyciągu Amount of extract cm <sup>3</sup>	Czas utleniania Oxidation time min	Molowość składników mieszaniny utleniającej Molarity of oxidating mixture components				Odmiaraczkiowanie nadmiaru utleniacza Titration of the oxidant surplus	Wskaźnik oksydacyjno-redukcyjny Redox indicator
			H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	KMnO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>		
Tiurina - Tyurin	2-30	5	8,95	0,067	-	-	0,1 M sól Mohra 0.1 M salt of Mohr	kwas N-fenyl-antranilowy N-phenylanthra-nylic acid
Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego	2-40	5	0,154	-	0,00454 w środowisku zasadowym przy 20 cm <sup>3</sup> próbki	-	0,05 M kwas szczawowy 0.05 M oxalic acid	-
Pecheco modified by Andrzejewski					0,00454 in an alkaline medium at the sample of 20 cm <sup>3</sup>			
					0,00384 w środowisku kwaśnym przy 20 cm <sup>3</sup> próbki 0.00384 in an acid medium at the sample of 20 cm <sup>3</sup>			
Proponowana Proposed	2-10	20	8,95	0,033	-	1,6	0,2 M sól Mohra 0.2 M salt of Mohr	kwas N-fenyl-antranilowy N-phenylanthra-nylic acid

suchego spalania, wynosiła 48,57%. Oznaczenie prowadzono w siedmiu powtórzeniach. Ilość utlenionego węgla kwasów huminowych, oznaczona poszczególnymi metodami, była zróżnicowana w zależności od stosowanego rozpuszczalnika (tab. 2). W przypadku zastosowania wodorotlenku sodu jako rozpuszczalnika kwasów huminowych ilość oznaczonego w roztworze węgla metodami Tiurina i proponowaną wynosiła ponad 97,1% w stosunku do zawartości węgla w kwasach huminowych, oznaczonego metodą suchego spalania, natomiast metodą Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego zaledwie 90,4%.

Biorąc pod uwagę współczynnik zmienności, jego wartość była najniższa dla metody Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego i wyższa w obydwu pozostałych metodach. Wartość współczynnika korelacji w stosunku do metody Tiurina, przyjętej za standard, była wyższa dla metody Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego niż dla metody proponowanej.

Omawiane zależności kształtowały się nieco odmiennie przy zastosowaniu pirofosforanu sodu jako rozpuszczalnika, którego anion wiąże kationy metali wielowartościowych i w ten sposób umożliwia przeprowadzenie substancji próchnicznych do postaci fulwianów i humianów sodu, rozpuszczalnych w wodzie. Największe ilości węgla w roztworze, w stosunku do ilości węgla oznaczonego metodą suchego spalania (tab. 2), stwierdzono, stosując metodę proponowaną (98,4%), nieco mniej przy metodzie Tiurina (95,7%), a najmniej przy metodzie Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego (86,5%). Wartość współczynnika zmienności dla ilości oznaczonego węgla była najniższa w metodzie Tiurina, a najwyższa dla metody Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego.

**Badania na wyciągach glebowych.** Oznaczenie węgla w wyciągach glebowych badanymi metodami prowadzono w trzech powtórzeniach, a podane wyniki stanowią wartości średnie (tab. 3).

Największy wpływ na ilość węgla znajdującego się w wyciągu glebowym miał stosowany odczynnik ekstrakcyjny, a mniejszy — metoda oznaczania związków węgla w wyciągach glebowych. Najniższą zawartość węgla organicznego stwierdzono w II wyciągu alkalicznym, a najwięcej węgla organicznego zawierał wyciąg glebowy przygotowany według metody Hocka w modyfikacji Stevensona. Średnia zawartość węgla dla czterech wyciągów glebowych była jednakowa, gdy do jego oznaczania stosowano metodę Tiurina i proponowaną, a znacznie niższa przy zastosowaniu metody Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego. Różnica ta jest istotna przy  $NIR_{P_{0,05}} = 14,1$  mg węgla na 100 g gleby. Mniejsza zawartość węgla w wyciągach glebowych, oznaczona metodą Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego, w toku której pomija się proces odparowania wyciągów, a węgiel organiczny utlenia 0,02-molowym  $KMnO_4$ , potwierdza dane tego autora [1] co do niepełnego utleniania węgla zawartego w wyciągach przez nadmanganian potasu.

Procentowa ilość węgla kwasów huminowych oznaczona poszczególnymi metodami w stosunku do ilości węgla oznaczonego metodą suchego spalania, przyjętej za 100%

Per cent of carbon of humic acids determined by different method in relation to the carbon amount determined by the dry combustion method assumed for 100%

Rozpuszczalnik kwasów huminowych Solvent of humic acids	0,1 M NaOH			0,025 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$		
	Metoda Method	Tiurina Tyurin	Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego Pecheco modified Andrzejewski	proponowana proposed	Tiurina Tyurin	Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego Pecheco modified Andrzejewski
Suchego spalania, standardowa Dry combustion, standard	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Stosowana - Applied	97,7%	90,4%	97,1%	95,7%	86,5%	98,4%
Rozrzut wyników w mg na próbkę Dispersion of results in mg per sample	6,63-6,93	6,37-6,58	6,62-6,93	6,48-6,71	5,82-6,11	6,54-7,01
Odchylenie standardowe Standard deviation	0,11	0,07	0,10	0,09	0,16	0,16
Współczynnik zmienności Variability coefficient	2,38	1,70	2,18	1,32	2,69	2,42
Współczynnik korelacji w sto- sunku do metody Tiurina Coefficient of correlation to the Tyurin's method	-	+0,87	+0,82	-	+0,98	+0,99
Współczynnik regresji do me- tody Tiurina Coefficient of regression to the Tyurin's method	-	0,57	0,73	-	1,13	1,90
Równanie prostej regresji do metody Tiurina Equation of regression straight as related to the Tyurin's method	-	$Y = 1,69 + 0,57x$	$Y = 1,24 + 0,73x$	-	$Y = -1,49 + 1,13x$	$Y = -5,75 + 1,90x$

T a b e l a 3

Zawartość węgla organicznego w mg/100 g gleby  
oznaczona poszczególnymi metodami w wyciągach glebowych  
Wartości średnie z 29 próbek gleby

Organic carbon content in mg/100 g of soil determined by different methods in soil extracts  
Mean values for 29 soil samples

Metoda - Method Wyciąg glebowy Soil extract	Tiurina Tyurin	Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego Pecheco modified by Andrzejewski	Proponowana Proposed
	Ilość węgla w wyciągach glebowych wyrażona w mg/100 g gleby Carbon amount in soil extract in mg/100 g of soil		
I	587	536	585
II	331	278	333
III	1064	856	1057
IV	848	754	844
Średnie - Mean	707	606	705
W stosunku do ilości węgla oznaczonego metodą Tiurina = 100% In relation to the amount of carbon determined after Tyurin = 100%	100%	85,7	99,7
	Ilość węgla w wyciągach glebowych wyrażona w procentach węgla ogółem Carbon amount in soil extracts in per cent of total carbon		
I	24,3	22,2	24,2
II	13,7	11,5	13,8
III	44,1	35,5	43,8
IV	35,1	31,3	35,0
Średnie - Mean	29,3	25,1	29,2
I - według Andrzejewskiego I wyciąg alkaliczny - after Andrzejewski, the I st alkaline extract II - według Andrzejewskiego II wyciąg alkaliczny - after Andrzejewski, the II nd alkaline extract III - według Stevensona - after Stevenson IV - według Boratyńskiego i Wilka - after Boratyński and Wilk			

Ilość węgla organicznego w wyciągach glebowych oznaczona poszczególnymi metodami, w stosunku do węgla ogółem (średnia zawartość węgla ogółem dla 29 próbek wynosiła 2410 mg/100 g suchej gleby) była jednakowa dla metody Tiurina i proponowanej, a mniejsza dla metody Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego (tab. 3).

Wartość współczynnika korelacji  $r$  oraz równanie prostej regresji dla zależności pomiędzy ilością węgla oznaczonego metodą Tiurina, przyjętą za standard, a ilością węgla oznaczonego w wyciągach glebowych stosowanymi metodami, wskazują na dużą zgodność uzyskiwanych wyników zawartości węgla organicznego w wyciągach glebowych oznaczonych metodami Tiurina i proponowaną (tab. 4). Tego nie stwierdzono przy oznaczaniu zawartości węgla organicznego w glebach mineralnych [9]. Różnice te wynikają prawdopodobnie z faktu, iż w wyciągach glebowych znajdowały się związki węgla organicznego łatwo ulegające rozpuszczeniu

Tabela 4

Wartość współczynnika korelacji  $r$  i równanie prostej regresji dla ilości węgla oznaczonego metodami: proponowaną i Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego oraz Tiurina, przyjętej jako standard

The value of coefficient of correlation  $r$  and the equation of regression straight for the organic carbon amount determined by the methods proposed and of Pecheco modified by Andrzejewski and by the method of Tiurin assumed for standard

Metoda - Method Wyciąg glebowy Soil extract	Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego Pecheco modified by Andrzejewski	Proponowana Proposed
Wartość współczynnika korelacji $r$ Value of coefficient of correlation $r$		
I	0,99	0,99
II	0,95	0,96
III	0,98	0,98
IV	0,98	0,99
Równanie prostej regresji Equation of regression straight		
I	$Y = 3,15 + 0,908x$	$Y = -8,33 + 1,000x$
II	$Y = 9,94 + 0,808x$	$Y = +15,59 + 0,956x$
III	$Y = 14,91 + 0,790x$	$Y = + 0,52 + 0,991x$
IV	$Y = 20,07 + 0,866x$	$Y = + 7,71 + 0,985x$
I - według Andrzejewskiego I wyciąg alkaliczny	- after Andrzejewski, the 1st alkaline extract	
II - według Andrzejewskiego II wyciąg alkaliczny	- after Andrzejewski, the II <sup>nd</sup> alkaline extract	
III - według Hocka w modyfikacji Stevensona	- after Hock modified of Stevenson	
IV - według Boratyńskiego i Wilka	- after Boratyński and Wilk	

w stosowanych rozpuszczalnikach (brak humin i ulmin), a tym samym bardziej podatne na utlenianie.

Wartość współczynnika regresji dla zależności pomiędzy ilością węgla oznaczonego metodą Tiurina i proponowaną była wyższa niż dla metody Tiurina i Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego.

Podsumowując całość badań należy stwierdzić, że w metodzie Tiurina wymagane jest odparowanie do sucha wyciągów glebowych, co jest dużym mankamentem, gdyż wydłuża czas analizy oraz wymaga dodatkowego sprzętu laboratoryjnego. Ponadto w metodzie tej, jak w żadnej z porównywanych, wymagana jest dokładna kontrola ogrzewanej próbki. Przegrzanie pewnej ilości próbek bądź nierównomierne ich ogrzewanie prowadzi do dużej zmienności uzyskiwanych wyników. W metodzie Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego nie zachodzi konieczność odparowywania wyciągów do sucha, jednak niecałkowite utlenianie węgla organicznego jest poważnym niedociągnięciem tej metody.

Zaproponowana metoda oznaczania zawartości węgla organicznego w wyciągach glebowych powinna znaleźć zastosowanie przy oznaczaniu węgla w analizach seryjnych, w badaniach chemiczno-rolniczych. Do zalet proponowanej metody należy zaliczyć pominięcie procesu odparowywania nadmiaru wody w porównaniu do metody Tiurina (procesu niewygodnego w analizach seryjnych), a uzyskiwanie takich wyników, jak w metodzie Tiurina.



## WNIOSKI

Największe ilości węgla w roztworze, w stosunku do ilości węgla oznaczonego metodą suchego spalania, stwierdzono stosując metodę proponowaną (98,4%), nieco mniej dla metody Tiurina (95,7%), a najmniej dla metody Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego (86,5%).

Ilość węgla organicznego w wyciągach glebowych w stosunku do ilości węgla ogółem była jednakowa dla oznaczeń metodą Tiurina i proponowaną, a mniejsza dla metody Pecheco w modyfikacji Andrzejewskiego.

Proponowana metoda oznaczania zawartości węgla organicznego w wyciągach glebowych, ze względu na skrócenie czasu analizy, powinna być wprowadzana w analizach seryjnych w laboratoriach chemiczno-rolniczych.

## LITERATURA

- [1] Andrzejewski M.: Wpływ nawożenia organicznego na przemiany związków próchnicznych w glebie. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Wydział Nauk Roln. i Leśn. 11, 1962, 1.
- [2] Boratyński K., Wilk K.: Wstępne badania nad przygotowaniem wyciągów próchnicznych do analizy chromatograficznej. Roczn. glebozn. dod. do t. 13, 1963, 177—180.
- [3] Boratyński K., Wilk K.: Nowa metoda analizy frakcjonowanej związków próchnicznych w glebach mineralnych. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1963, 40a, 157—169.
- [4] Boratyński K., Wilk K.: Badania nad próchnicą. Cz. III. Ekstrakcja związków organicznych z mineralnych gleb kompleksującymi roztworami NaF,  $(\text{NH}_4)_2\text{F}_2$ ,  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  i  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Roczn. glebozn. 14, 1964, 3—14.
- [5] Bremner J. M., Heintz S. G., Mann P., Leer H.: Metalloorganic complexes in soil. Nature 1964, 158, 790—791.
- [6] Bremner J. M.: Total nitrogen. Ed. C. A. Black. Agronomy, 1965, 9, part II, 1162.
- [7] Duchaufoure Ph., Jacquin F.: Note sur une methode fractionnement des composes humiques son application a l'etude la pedogenese. Trans. 8-th Intern. Congr. Soil Sci. 3, 1964, 87—94.
- [8] Heese P. R.: A textbook of soil chemical analysis. J. Murray 1971, 246.
- [9] Kalembasa S. J.: Studia metodyczne nad oznaczaniem zawartości węgla organicznego w glebach mineralnych. PWN Warszawa—Poznań, STN, 1979, 46 (1), 71—103.
- [10] Kononowa M.: Substancje organiczne gleby, ich budowa, właściwości i metody badań. PWRiL 1968.
- [11] Kollender-Szych A.: Przydatność różnych rozpuszczalników do ekstrakcji i rozdziału związków próchnicznych. Roczn. glebozn. 24, 1973, 1, 171—179.
- [12] Kowaliński S., Drozd J., Licznar M.: Zmodyfikowana metoda oznaczania składu frakcyjnego próchnicy w glebach mineralnych. Roczn. glebozn. 24, 1973, 1, 129—144.

- [13] Kowaliński S., Drozd J.: Wpływ odczynu pirofosforanu sodu na wyniki składu frakcyjnego związków próchnicznych. Roczn. glebozn. dod. do t. 15, 1965, 329—355.
- [14] Lindquist J.: On the extraction and fractionation of humic acids. Lantbrukschöskolons Ann. 34, 1968, 377—389.
- [15] Schnitzer M., Schearer D. A., Wright R.: A study in infrared of high molecular weight organic matter extracted by various reagents from podzolic B horizon. Soil Sci. 87, 1959, 2, 252—257.
- [16] Schnitzer M., Khan S. U.: Soil organic matter. Development in Soil Science vol. 8. Elsevier Sc. Pub. Comp., 1978.
- [17] Springer U.: Neuere Methoden zur Untersuchungen der organische Substanz im Boden und ihre Anwendung auf Bodentypen und Humusformen. Ztsch. f. Pflanzen. Düng. u. Bodenkde 22, 1931, 1/2, 1—40.
- [18] Trojanowski J.: Przemiany substancji organicznych w glebie. PWRiL, Warszawa 1973.

С. Я. КАЛЕМБАСА, Д. КАЛЕМБАСА

#### СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПОЧВЕННЫХ ВЫТЯЖКАХ

Кафедра агрохимии и почвоведения Высшей сельскохозяйственно-педагогической школы в г. Седльце

#### Резюме

В исследованиях использовали 29 образцов минеральных почв с содержанием углерода колеблющимся от 540 до 6900 мг/100 г почвы. Из почвенных образцов были изготовлены вытяжки гумусных соединений по методу: Тюрина в модификации Анджеевского (0,1 моль и Боратынского и Вилька. В четырех почвенных вытяжках каждого образца почвы определяли органический углерод по методу: Тюрина, Печка в модификаций Анджеевского и Гинсли в модификации авторов. Принимая содержание углерода по методу Тюрина за стандарт, установлено, что результаты полученные по методу предложенному авторами составляют 98,4%, а по методу Печка в модификации Анджеевского 86,5%. Учитывая неудобство в определении углерода в почвенных вытяжках по методу Тюрина, заключающемся в необходимости испарения вытяжки до сухого состояния на водяной бане, предложенный нами метод может оказаться наиболее удобным в серийных анализах (вследствие отсутствия необходимости испарения воды), причем полученные результаты совпадают с результатами полученными по методу Тюрина. В предложенном нами методе в круглодонную колбу со шлифом вливают 2—10 см<sup>3</sup> вытяжки с содержанием органического углерода не более 25 мг, причем, если объем вытяжки менее 10 см<sup>3</sup>, пробу необходимо разбавить водой до 10 см<sup>3</sup>. Затем к пробе доливают 10 см<sup>3</sup> (0,167 моля) K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 25 см<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (удельный вес 1,84) и 5 см<sup>3</sup> H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (удельный вес 1,75). Колбу присоединяют к водному обратному холодильнику и кипятят в течение 20 мин. Излишек бихромата калия (невосстановленного) титруют 0,2 моль солью Мора, используя в качестве индикатора N-фенилантрапиловую кислоту.

S. KALEMBASA, D. KALEMBASA

COMPARATIVE INVESTIGATIONS OF THE METHODS OF ORGANIC CARBON  
CONTENT DETERMINATION IN SOIL EXTRACTSDepartment of Agricultural Chemistry and Soil Science  
of the Agricultural-Pedagogic of Siedlce

## Summary

For the investigations 29 samples of mineral soils with the carbon content varying from 540 to 6900 mg/100 g of soil were used. From soil samples extracts of humus compounds by the method of Tyurin modified by Andrzejewski (0,1 M NaOH I and II alkaline extract), of Hock modified by Stevenson (0.5 M NaOH) and of Boratyński and Wilk, were made. In four soil extracts of every soil sample the organic carbon content was determined by the method of Tyurin, Pecheco modified by Andrzejewski and Tinsley modified by the authors. While assuming the carbon content after Tyurin for standard, it has been proved that the results obtained at application of the method proposed by the authors amounted to 98.4% and those obtained at application of the method of Pecheco modified by Andrzejewski — to 86.5%. In view of an inconvenience in the carbon determination in soil extracts after Tyurin, consisting in the necessity of evaporation to dry state of the extract on the water bath, the method proposed can appear to be very useful in serial analyses (because of falling away the necessity of water evaporation), the results being very approximate to those obtained by the Tyurin's method. In the method proposed by the authors 2—10 cm<sup>3</sup> of the extract containing not more than 25 mg of organic carbon are to be taken into the bottom-rounded flask with ground joint (total volume of extracts must be 10 cm<sup>3</sup>. In case when less than 10 cm<sup>3</sup> of extract has been taken it is necessarily to add distilled water to volume of 10 cm<sup>3</sup>) and 10 cm<sup>3</sup> of 0.167 M K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 25 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (specific gravity 1.84) and 5 cm<sup>3</sup> of H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (specific gravity 1.75) are to be added. The flask is to be connected to the reversible water cooler and boiled for 20 min. The surplus of potassium bichromate (non-reduced) is to be titrated with 0.2 M Mohr's salt against the N-phenylanthranilic acid as an indicator.

*Prof. dr hab. Stanisław Kalembasa*  
*Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej*  
*Wyższej Szkoły Rolniczo-Pedagogicznej*  
*w Siedlcach*  
*Siedlce, ul. 3 maja 54*

*Wpłynęło do redakcji 1984.09.23*

