

NOWA METODA ANALIZY FRAKCJONOWANEJ ZWIĄZKÓW PRÓCHNICZNYCH W GLEBACH MINERALNYCH¹

Новый метод фракционного анализа гумусных соединений, минеральных почв

Neue Methode der Fraktionsanalyse des Humus der Mineralböden

K. BORATYŃSKI, K. WILK

Z Katedry Chemii Rolnej WSR we Wrocławiu

Dotychczasowe metody charakterystyki substancji organicznej różnych typów glebowych szły bądź w kierunku oznaczenia w nich tzw. „prawdziwej próchnicy” (Springer 31—33), bądź też polegały na wyodrębnieniu poszczególnych frakcji próchnicy (Sven Oden 34a i inni). W tym drugim przypadku istniała dążność do maksymalnego wydzielenia z gleby połączeń próchnicznych, co szczególnie zaznacza się w metodzie Tiurina (1). Liczne uproszczenia czy modyfikacje tej ostatniej metody sprowadzały się w zasadzie do skrócenia toku postępowania analitycznego (21, 25, 36, 7, 24, 22).

Metody te nie dawały i nie dają jednak możliwości wyodrębnienia z gleby najbardziej labilnych, ruchliwych związków organicznych. Tymczasem związkom tym przypisuje się obecnie szczególnie ważną rolę w migracji składników mineralnych w glebie w procesach glebotwórczych, w dynamice gleby. Z licznych prac (15, 3, 16, 18, 20, 23) wynika bowiem, że związki organiczne w glebie mogą tworzyć połączenia metalo-organiczne i migrować w postaci prostych kompleksów lub rozpuszczalnych chelatów w głąb profilu glebowego (4, 5, 34, 2, 19, 26, 27, 30). Według innych jeszcze badaczy (17, 18) rola ruchliwych związków organicznych w migracji składników mineralnych w glebie polegać ma na peptyzującym i ochronnym działaniu na koloidy.

Celem naszych badań było opracowanie takiej metody analizy frakcjonowanej związków próchnicznych, która by uwzględniając nowe osiągnięcia nauki pozwalała na wyodrębnienie z gleb tych labilnych połączeń

¹ Praca była częściowo dotowana przez Wydział V PAN.

organicznych oraz dawała jednocześnie możność wydzielenia połączeń próchnicznych związanych w mniej lub bardziej silnym stopniu z gliniastą częścią gleby.

Przeprowadzone przez nas wstępne badania nad wpływem czasu przechowywania próbek glebowych (próbki wilgotne zaraz po pobraniu, świeżo wysuszone wzgl. przechowywane przez kilka tygodni) nie wykazały różnic w ilościach poszczególnych frakcji próchnicy (37, 8). Tym niemniej uważamy, że próbki glebowe do analizy frakcjonowanej nie powinny być przechowywane zbyt długo.

Badania nasze wykazały również, że jeśli przed przystąpieniem do analizy frakcjonowanej nie zostaną usunięte bituminy, to w toku dalszej analizy przypadają one na kwasy huminowe i fulwowe. Otrzymuje się przez to fałszywy obraz zawartości tych kwasów. Z drugiej strony stosując ekstrakcję alkoholowo-benzenową wydziela się z gleby sumarycznie biorąc większą ilość połączeń próchnicznych (37, 8). Dlatego też analizę frakcjonowaną próchnicy rozpoczynać należy od usuwania z gleby związków bitumicznych.

Z badań naszych wynika dalej, że dla wyekstrahowania z gleby związków próchnicznych rozpuszczalnych w danym rozpuszczalniku nie wystarcza jednorazowe potraktowanie gleby tym roztworem lecz należy stosować kilkakrotną ekstrakcję (39, 12, 10).

Potwierdzają to dane Schnitzera i Wright'a (29) oraz Wright'a i współpracowników (40), którzy zalecają trzykrotną ekstrakcję 0,5% HF-HCl, dla wydzielenia z gleb związków organicznych rozpuszczalnych w tym roztworze. Również Tinsley i Salam (35) stosują trzykrotną ekstrakcję przy wydzielaniu z gleb połączeń organicznych pirofosforanem, pirobromem lub siarczanem sodowym.

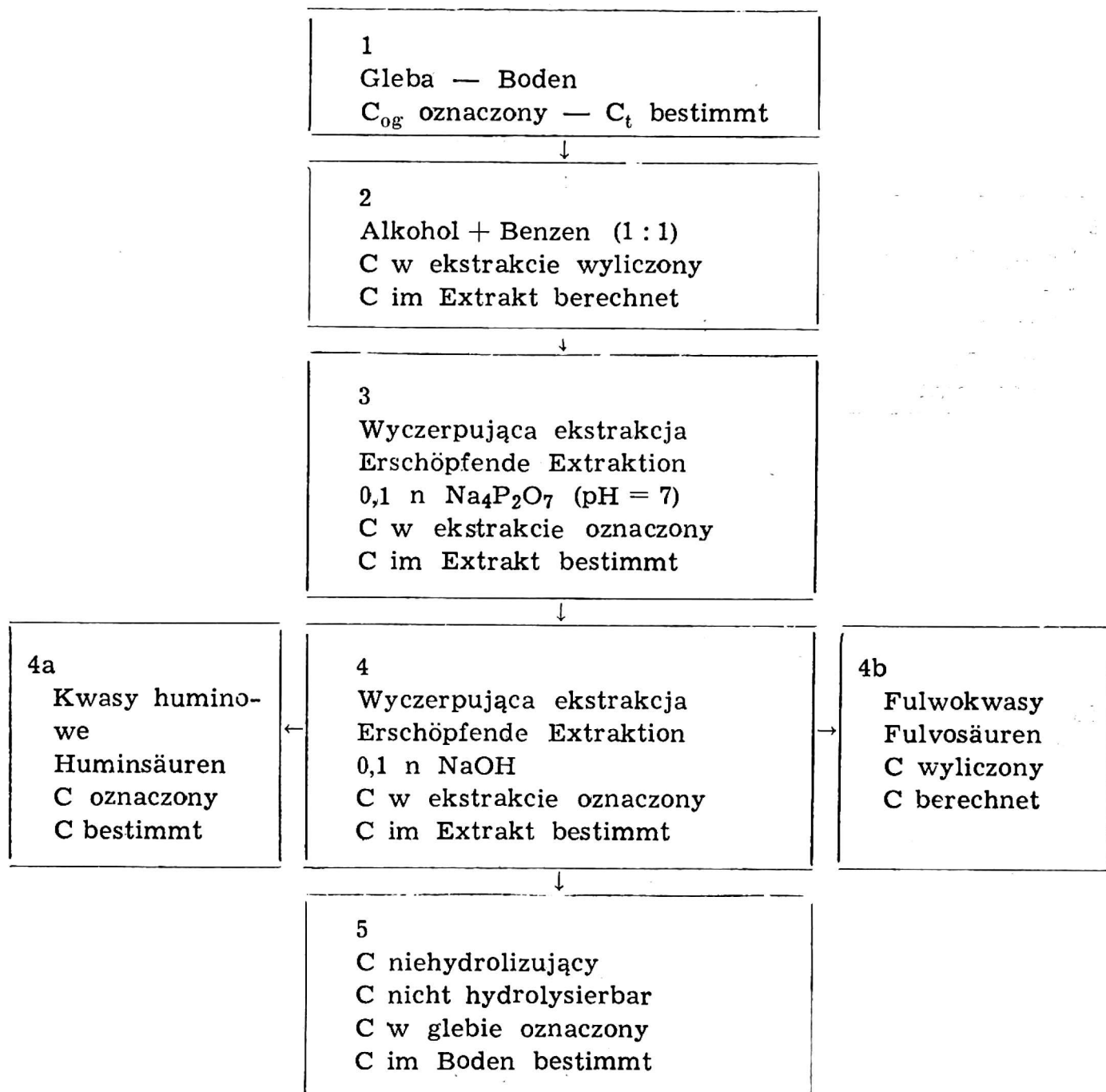
W naszych badaniach ekstrakcję danym odczynnikiem powtarzaliśmy aż do otrzymania prawie bezbarwnych wyciągów. Przy użyciu pirofosforanu sodowego wzgl. ługu sodowego (0,1 n) wydzielanie połączeń organicznych kończyło się zazwyczaj na 3-krotnej ekstrakcji. Na podstawie więc naszych badań, jak również i wyżej wspomnianych danych literatury przy wydzielaniu z gleby połączeń organicznych według podanych przez nas schematów (p. niżej) należy stosować we wszystkich przypadkach wyczerpującą ekstrakcję.

Dla wybrania najbardziej odpowiedniego rozpuszczalnika w celu wyodrębnienia z gleby ruchliwych połączeń organicznych, przeprowadzono badania z różnymi roztworami kompleksującymi o różnym stężeniu (39, 10), a analizę frakcjonowaną próchnicy prowadzono przy użyciu roztworów kompleksujących i rozcieńczonych roztworów ługu sodowego. Bada-

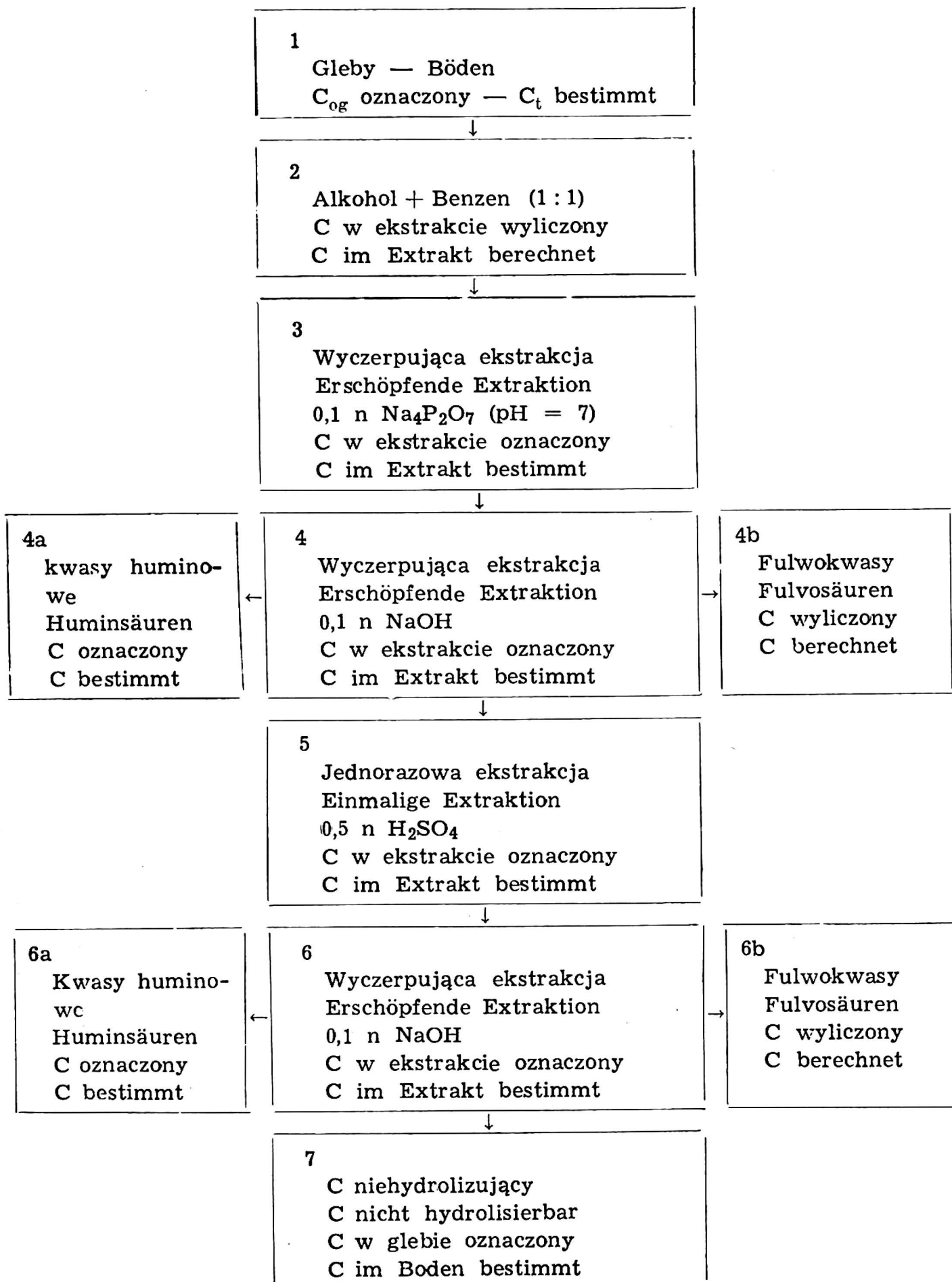
nia przeprowadzano na różnych typach glebowych, względnie na glebach o różnym stanie kultury czy sposobie użytkowania — w obrębie jednego typu glebowego (11, 12). Dla porównania wykonano także frakcjonowaną analizę próchnicy klasyczną metodą *Tiurina* (9), skróconą met. *Tiurina* (36, 7), oraz przy użyciu tylko ługów (13, 14).

Wszystkie te wyżej wymienione, kilkuletnie badania pozwoliły na wyłonienie metody, przy pomocy której można scharakteryzować nie tylko różne typy glebowe co do zawartości w nich tak ruchliwych związków organicznych, jak i związków próchnicznych związanych w silniej-

Schemat 1 — Schema 1

GLEBY LEKKIE
Leichte Böden

Schemat 2 — Schema 2

GLEBY CIĘŻSZE
Schwerere Böden

Uwagi i wyjaśnienia do schematów:

- ad 1 i 2. Nie wymaga objaśnień.
- od 3. Wyczerpująca ekstrakcja 0,1 n $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ o $\text{pH} = 7$ ma na celu wydzielenie z gleby ruchliwych związków organicznych. W ekstrakcie tym przeważają w znacznej mierze fulwokwasy nad kwasami huminowymi (10). Można więc ograniczyć się do oznaczenia tylko C w wyciągu.
- od 4. Przy pomocy wyczerpującej ekstrakcji 0,1 n NaOH (po uprzedniej ekstrakcji $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) wydzielone zostają połączenia próchniczne silniej związane z mineralną częścią gleby. W ekstrakcie tym oznacza się C wydzielony oraz C kwasów huminowych. Zawartość C fulwokwasów wylicza się z różnicy między zawartością C w wyciągu i C kwasów huminowych.
- ad 5. Gleby lekkie. Dalsze frakcjonowanie związków próchnicznych w glebach lekkich nie jest celowe, gdyż nie otrzymuje się już zróżnicowania we frakcjach połączeń organicznych (11, 12). Oznaczenie C w glebie po ekstrakcji ma na celu kontrolę dokładności całości przeprowadzonych oznaczeń. W naszych badaniach różnica między C ogólnym a sumą C wszystkich frakcji nie przekraczała $\pm 5\%$.
- ad. 5. Gleby cięższe. W glebach cięższych można, a nawet wskazane jest prowadzenie dalszego frakcjonowania. Działanie 0,5 n H_2SO_4 powoduje częściowy rozkład kompleksu organomineralnego. Ilości węgla przechodzącego do roztworu H_2SO_4 są nieznaczne. Oznacza się przeto tylko C w ekstrakcie.
- ad. 6. Kolejną ekstrakcją 0,1 n NaOH (po hydrolizie H_2SO_4) wydziela się związki próchniczne jeszcze silniej związane z mineralną częścią gleby. W ekstrakcie tym oznacza się C wydzielony i C kwasów huminowych, a C fulwokwasów wylicza (por. ad 4).
- ad 7. Kontrolne oznaczenie C w glebie po wszystkich ekstrakcjach (por. ad 5. gleby lekkie).

szym stopniu z mineralną częścią gleby, lecz metoda ta pozwala także i na uchwycenie różnic w zawartości wspomnianych wyżej połączeń organicznych w glebach o różnym stopniu kultury w obrębie tego samego typu glebowego.

Opracowane przez nas schematy analizy frakcjonowanej są dla gleb lekkich i cięższych w zasadzie jednakowe z tym jednak, że dla gleb cięższych schemat jest poszerzony o dwie dodatkowe ekstrakcje (hydroliza kwaśna i kolejna ekstrakcja NaOH (p. dalej).

Według powyższych schematów określono frakcyjny skład próchnicy w różnych glebach. Przytoczone dla ilustracji wyniki analiz tylko dla niektórych z przebadanych gleb (tab. 1—3) wykazują, że nasza metoda daje wyraźne zróżnicowanie we frakcjach próchnicy.

Z gleb lekkich (tab. 2) o niższej kulturze (gleby 1a, 2a, 3a) w porównaniu do gleb o dobrym stanie kultury (gleby 1, 2, 3) wydzielona zostaje znacznie większa ilość ruchliwych związków organicznych (rozpuszczalnych w 0,1 n $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$). Stosunek kwasów huminowych do fulwokwasów

Tabela 1

Krótki opis analizowanych gleb
Kurze Beschreibung der analysierten Böden

Nr	Miejscowość Ortschaft	Rodzaj gleby Bodenart	Stan kultury wzgl. użytkowanie Kulturzustand bzw. Art der Nutzung	Części Teil- chen < 0,02 mm	Głębokość pobrania Entnahme- tiefe
Gleby lekkie / leichte Böden					
1			dobry / gut	12	
1a		piaski	niski / niedrig	11	z warstwy
2		gliniaste	dobry / gut	13	ornej
2a	Mochełek	lehmige	niski / niedrig	12	Acker-
3		Sande	dobry / gut	14	krume
3a			niski / niedrig	12	(0—25 cm)
Gleby cięższe / schwerere Böden					
4		wytworzona z utworów			
4a	Racibórz	lessowatych lössartiger Lehm	rola / Acker las / Wald	49 37	10—20 cm 7—15 cm
5		wytworzona z utworów			
5a	Magnice	lessowych Lösslehm	rola / Acker las / Wald	44 36	7—17 cm 5—10 cm
6		wytworzona z utworów			
6a	Werbko- wice	lessowych Lösslehm	rola / Acker las / Wald	41 38	7—17 cm 5—10 cm

w wyciągu NaOH jest niższy, a suma wyekstrahowanego węgla jest wyższa o około 15%.

W glebach cięższych (tab. 3) będących od kilkadziesiąt lat w użytkowaniu leśnym (gleby 4a, 5a, 6a), znajdujemy w porównaniu do gleb ornych (gleby 4, 5, 6) nie tylko większą zawartość C ogólnego, ale także większą ilość ruchliwych związków organicznych (rozpuszczalnych w 0,1 n $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$). Również stosunek kwasów huminowych do fulwokwasów w wyciągu NaOH I (bezpośrednio po ekstrakcji $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) jest w glebach leśnych niższy. W wyciągu NaOH II (po hydrolizie H_2SO_4) wydzielone zostaje z gleb ornych około 2 razy więcej węgla organicznego, niż z gleb leśnych. W sumie wydzielone zostaje tą metodą 50—70% C ogólnego.

OPIS METODY — TOKU POSTĘPOWANIA ANALITYCZNEGO

A. Gleby lekkie

1. Z powietrznie suchej gleby, po wybraniu z niej korzeni i resztek roślinnych oraz przesianiu przez sito o ϕ 1,0 mm, pobiera się średnią

Tabela 2

Skład frakcyjny próchnicy w glebach lekkich o różnym stopniu kultury
(w %% C — ogólnego)
Fraktionelle Zusammensetzung des Humus in leichten Böden verschiedenen
Kulturzustandes (in %% des C_t)

Ekstrakcja Extraktion	Gleba Boden	1	1a	2	2a	3	3a
		Zawartość C ogólnego* — Der Gehalt des C _t *					
		0,62	0,52	0,57	0,48	0,59	0,49
0,1 n Na ₄ P ₂ O ₇		18,0	28,6	15,7	31,3	23,4	25,6
0,1 n NaOH		33,0	32,0	28,4	38,8	27,0	38,0
Σ C wydzielonego Σ C extrahiert		51,0	60,6	44,1	70,1	50,4	63,6
C niehydrolizujący C nicht hydrolysierbar		49,0	39,4	55,9	29,9	49,6	36,4
Kwasy huminowe** Huminsäuren**		18,7	16,0	17,0	18,4	14,7	16,9
Fulwokwasy** Fulvosäuren**		14,3	16,0	11,4	20,4	12,3	21,1
C kw. huminowe							
C fulwokwasy		1,3	1,0	1,5	0,9	1,2	0,8
C Huminsäuren							
C Fulvosäuren							

* Oznaczony w glebie odbituminowanej
bestimmt im Boden nach der Alkohol + Benzen — Extraktion

** W wyciągu NaOH (po Na₄P₂O₇)
im NaOH — Extrakt (nach Na₄P₂O₇)

próbkę (ca 5 g), którą rozciera się w moździerzu agatowym tak, by w całości przeszła przez sito o ϕ 0,25 mm. Z tak przygotowanej gleby pobiera się średnią naważkę dla oznaczenia C ogólnego.

2. 40—50 g p. s. gleby przesianej przez sito o ϕ 1,0 mm (j. w.) ekstrahuje się w aparacie Soxhleta mieszaniną alkoholu z benzenem (1 : 1) w ciągu 12—20 godzin (tj. do czasu, aż rozpuszczalnik przestanie się zabarwiać). Ekstrakcja ta ma na celu usunięcie związków rozpuszczalnych w tej mieszaninie, które określamy nazwą umowną — związki bitumiczne. Po wysuszeniu gleby na powietrzu całą ilość rozciera się tak, by przeszła przez sito ϕ 0,25 mm. W średniej próbce oznacza się zawartość C ogólnego. C bitumiczny wylicza się z różnicy między zawartością C ogólnego przed i po ekstrakcji.

Tabela 3

Skład frakcyjny próchnicy w glebach cięższych (w % C ogólnego)

Gleby orne i leśne

Fraktionelle Zusammensetzung des Humus in schwereren Böden (in % des C_t)

Acker — bzw. Waldböden

Ekstrakcja Extraktion	Gleba Boden	4	4a	5	5a	6	6a
		Zawartość C ogólnego* — Der Gehalt des C_t *					
		0,95	2,69	0,67	2,07	1,48	1,80
0,1 n $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (pH-7)		14,1	26,4	20,6	27,1	17,4	22,1
0,1 n NaOH I		25,3	27,9	36,9	24,4	30,0	27,6
0,5 n H_2SO_4		1,4	1,0	3,3	1,0	1,7	1,3
0,1 n NaOH II		12,8	4,9	8,7	4,5	14,1	10,7
Σ C wydzielonego							
Σ C ekstrahiert		53,6	60,2	69,5	57,0	63,2	61,7
C niehydrolizujący							
C nicht hydrolysierbar		44,6	40,0	29,4	44,0	35,3	37,8
Kwasy huminowe**							
Huminsäuren**		14,8	13,2	17,5	11,6	16,4	12,3
Fulwokwasy**							
Fulvosäuren**		10,5	14,7	19,4	12,8	13,6	15,3
Kwasy huminowe**							
Fulwokwasy							
Huminsäuren**		1,4	0,9	0,9	0,9	1,2	0,8
Fulvosäuren							

* C_{og} oznaczony w glebie odbituminowanej C_t bestimmt im Boden nach der Alkohol + Benzen — Extraktion** W wyciągu NaOH I (po $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$)im NaOH I — Extrakt (nach $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$)

3. 5—10 g odbituminowanej gleby umieszcza się w próbówce wirówkowej, zadaje 25 ml 0,1 n $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (pH = 7), zamyka korkiem gumowym i ręcznie wytrząsa, spłukuje korek kilkoma kroplami roztworu $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ i pozostawia próbówkę z zawiesiną w spokoju. Następnego dnia nie mieszając odwirowuje się w ciągu 10 minut przy 3000 obr./min. Klarowny roztwór zlewa się do kolbki, a glebę w próbówce zadaje się ponownie 25 ml 0,1 n $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ewentualnie miesza pałeczką szklaną, wytrząsa (skłóca) i pozostawia do następnego dnia. Przed wirowaniem dodaje się 5 ml nasyconego roztworu Na_2SO_4 dla wytrącenia części gliniastych. Po odwirowaniu dołącza się klarowny wyciąg do pierwszego ekstraktu. Operacje te powtarza się tak długo, aż otrzymane wyciągi będą prawie bez-

barwne. Zwykle wystarczają trzy ekstrakcje. Zebrane razem wyciągi sączy się przez sączek bibułowy i oznacza w równoważnej części wyciągu zawartość węgla.

4. Pozostałość na sączku (po przesączeniu wyciągu $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) spłukuje się 0,1 n NaOH do tej samej próbówki z glebą, dodaje 0,1 n NaOH do objętości około 25 ml, wytrząsa i pozostawia w spokoju. Następnego dnia dodaje się 5 ml nasyconego roztworu Na_2SO_4 i odwirowuje. Klarowny roztwór zlewa się do kolbki, a glebę w próbówce zadaje się ponownie 0,1 n NaOH, wytrząsa i pozostawia do następnego dnia. Dalszy ciąg postępowania jak przy pierwszej ekstrakcji. Ekstrakcję 0,1 n NaOH powtarza się aż do uzyskania prawie bezbarwnych wyciągów, co osiąga się zazwyczaj już przy trzeciej ekstrakcji. Połączone razem wszystkie wyciągi (0,1 n NaOH) uzupełnia się 0,1 n NaOH do określonej objętości. W równoważnej (mniejszej) części oznacza się zawartość C ogólnego. W oddzielnej (większej) części wytrąca się kwasy huminowe kwasem siarkowym i po odsączeniu i spłukaniu ze sączka wzgl. ponownym rozpuszczeniu w NaOH oznacza się w nich zawartość C (kwasów huminowych). Z różnicy między zawartością C w wyciągu i C w kwasach huminowych oblicza się C fulw kwasów.

5. Glebę w próbówce uwalnia się od nadmiaru soli zadając ją jeden raz wodą dest. zakwaszoną kwasem siarkowym, a następnie kilka razy czystą wodą destylowaną odwirowując każdorazowo. Po przemyciu przenosi się glebę do parowniczek, odparowuje na łaźni wodnej do sucha, a następnie doprowadza do stanu powietrznie suchego, po czym przepuszcza w całości przez sito o ϕ 0,25 mm i oznacza w niej zawartość C.

B. Gleby cięższe

1. 2. 3. 4. Jak w glebach lekkich.

5. Glebę w próbówce zalewa się 30 ml 0,5 n H_2SO_4 , wytrząsa (skłóca) ręcznie i pozostawia w spokoju. Następnego dnia odwirowuje się, a klarowny roztwór zlewa się do kolbki. Glebę przemywa się jeszcze dwa razy wodą destylowaną odwirowując za każdym razem. Wszystkie trzy ekstrakty łączy się razem i oznacza w nich zawartość C.

6. Kolejną ekstrakcję 0,1 n NaOH (po hydrolizie 0,5 n H_2SO_4) przeprowadza się jak opisano pod 4 dla gleb lekkich.

7. Oznaczenie C niehydrolizującego w glebie (po wszystkich kolejnych ekstrakcjach) wykonuje się jak podano pod 5 dla gleb lekkich.

Ekstrakcję wszystkimi roztworami prowadzi się na zimno (w temperaturze pokojowej). C ogólny w glebie i w poszczególnych frakcjach (wyciągach) oznaczać można jakąkolwiek z wypróbowanych szybkich metod. W naszych badaniach oznaczaliśmy C metodą Tiurina (6, 38).

LITERATURA

1. Arinuszkin E. W. — Chemiczkiej analizy poczw i gruntow. Izdatielstwo Moskowski Uniwersiteta (1952).
2. Atkinson H. J., Wright J., R. — Chelation and the vertical movement of soil constituents. *Soil Sci.* 84, 1, 1, (1957).
3. Beckwith R. S. — Metal complexes in soils. *Austral J. Agric. Research* 6, 5, 685, (1955).
4. Bloomfield C. — A study of podzolization. I. The mobilization of iron and aluminium by scots pine needles. *J. Soil Sci.* 4, 1, 5, (1953).
5. Bloomfield C. — A study of podzolization. V. The mobilization of iron and aluminium by aspen and ash leaves. *J. Soil Sci.* 5, 1, 50, (1954).
6. Boratyński K. — O metodach oznaczania węgla organicznego w glebie. *Roczn. Gleb.* 7, Dodatek, 3, (1958).
7. Boratyński K., Wilk K. — Dynamika związków próchnicznych w glebach lekkich pod wpływem niektórych zabiegów agrotechnicznych. *Z. Probl. Post. Nauk Roln.* 21, 219, (1959).
8. Boratyński K., Wilk K. — Badania nad próchnicą. I. Wpływ ekstrakcji alkoholo-benzenowej oraz czasu pobrania próbki glebowej na zawartość niektórych frakcji próchnicy. *Rocz. Gleb.* w druku.
9. Boratyński K., Wilk K. — Badania nad próchnicą. II. Przydatność metody Tiurina do określania składu próchnicy w jednym typie gleb. *Roczn. Gleb.* w druku.
10. Boratyński K., Wilk K. — Badania nad próchnicą. III. Ekstrakcja związków organicznych z gleb mineralnych kompleksującymi roztworami: NaF, $(\text{NH}_4)_2\text{F}_2$, $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$. *Roczn. Gleb.* w druku.
11. Boratyński K., Wilk K. — Badania nad próchnicą. IV. Frakcjonowanie związków próchnicznych przy użyciu roztworów kompleksujących i rozcieńczonych roztworów ługów. *Rocz. Gleb.* — w druku.
12. Boratyński K., Wilk K. — Investigations on complex use of different extractants [NaF, $(\text{NH}_4)_2\text{F}_2$, $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, NaOH] for extraction of organic complexes from soil. Symposium „Humus a rostalina”, Czechosłowacja-Praha, — w druku.
13. Boratyński K., Wilk K. — Skład frakcji próchnicy w niektórych madach okolic Wrocławia. *Roczn. Gleb.* X. Dodatek, 645, (1961).
14. Boratyński K., Kowaliński S., Wilk K. — Skład związków próchnicznych gleb wytworzonych w różnych strefach bioekologicznych. *Roczn. Gleb.* X. Dodatek, 764, (1961).
15. Bremner J. M., Mann P. J. G., Heintze S. G., Lees H. — Metallo-organic complexes in soil. *Nature* 158, 790, (1946).
16. Broadbent E., Ott J. — Soil organic matter-metal complexes. I. Factors affecting retention of various cations. *Soil. Sci.* 83, 6, 419, (1957).
17. De Long W. A., Schnitzer M. — Investigations on the mobilization and transport of iron in a forested soils. The capacities of leaf extracts and leachates to react with iron. *Soil Sci. Soc. Amer. Proceed.* 19, 3, 360, (1955).
18. Evans L. — The use of chelating reagents and alkaline solution in soil organic matter extraction. *J. Soil Sci.* 10, 110, (1959).
19. Himes F. L., Barber S. A. — Chelating ability of soil organic matter. *Soil Sci. Soc. Amer. Proceed.* 21, 4, 368, (1957).
20. Kawaguchi K., Kyuma K. — On the complex formation between soil humus and polyvalent cations. *Soil a. Plant Food* 5, 54, (1959).
21. Kononowa M. M. — Problema poczwinnego gumusa i sownie-

miennyje zadaczi jego izuczenija, Moskwa (1951).

22. Kononowa M. M., Bielczikowa N. P. — Uskoriennyje metody opriedielienija sostawa gumusa mineralnych poczw. Poczwow. 10, 75, (1961).

23. Kononowa M. M., Titowa N. A. — Primienienije elektroforieza na bumagie dlia frakcjonowanija gumusowych wieszczestw poczwy i izuczenija ich kompleksnych soedinienij z żeliezom. Poczwow. 11, 81, (1961).

24. Kononowa M. M., Bielczikowa N. P., Aleksandrowa I. W. — Sowieszczanije po metodam izuczenija poczwiennogo gumusa. Poczwow. 11, 110, (1960).

25. Sarkadi J. — Examination of the quality of soil humus from the point of view of soil fertility. VI. Congr. Internat. de la Sci. Sol. Com. IV—VI, Paris (1956).

26. Scheffer F., Ulrich B., Hiestermann P. — Die Bedeutung der Chelatisierung in der Agrikulturchemie und Bodenkunde. Z. Pfl. Düng. Bod., Bd. 76, (121), H-2, 146, (1957).

27. Scheffer F., Ulrich B., Hiestermann P. — Ein methodischer Weg zur Ermittlung der Komplex- und Chelatbildungskapazität von organischen Stoffen und Boden. Z. Pfl. Düng. Bod., Bd. 78/123/H-2/3, 168, (1957).

28. Schnitzer M., De Long W. A. — Investigations on the mobilization and transport of iron in a forested soils. II. The nature of the reaction of leaf extracts and leachates with iron. Soil. Sci. Amer. Proceed. 19, 3, 363, (1955).

29. Schnitzer M., Wright J. R. — Extraction of organic matter from podzolic soils by means of dilute inorganic acids. Canad. J. Soil Sci. 37, 2, 89, (1957).

30. Scholz G. — Die Rolle von Chelaten bei der Eisenversorgung und

im Stoffwechsel der Pflanze. Z. Pfl. Düng. Bod., Bd. 76, (121), H-2, 133, (1957).

31. Springer U. — Beitrag zur Fraktionierung der echten Humusstoffe. Bodenk. u. Pflanzenernährung Bd. 32, H-3, 129, (1943).

32. Springer U. — Die Heutige Stand der Humusuntersuchungsmethodik mit besonderer Berücksichtigung der Trennung, Bestimmung und Charakterisierung der Humusäuretypen und ihre Anwendung auf charakteristische Humusformen. Bod. u. Pflanzenernährung, Bd. 6 (51), 312 (1938).

33. Springer U. — Zur Charakteristik der Dauerhumus — Komponente in Bodentypen. Z. Pfl. Düng. Bod., Bd. 60 (105), H-3, 285, (1953).

34a. Sven Oden E. — Huminsäuren, Dresden (1949).

34. Swindale L. D., Jackson M. L. — Genetic processes in some residual podzolised soils of New Zealand. VI. Congr. Inter. de la Sci. Sol. 233, Paris (1956).

35. Tinsley J., Salam A. — Chemical studies of soil organic matter. I. Extraction with aqueous solutions. J. Soil Sci. 12, 2, 259, (1961).

36. Wilk K. — Badania nad przemianą związków próchnicznych w glebie lekkiej. Roczn. Gleb. 7, Dodatek, 221, (1958).

37. Wilk K. — Niektóre spostrzeżenia przy analizie frakcjonowanej związków próchnicznych skróconą metodą Tiurina. Z. Nauk. WSR we Wrocławiu, R. 11, 113, (1961).

38. Wilk K. — Porównanie metody Tiurina z innymi metodami oznaczenia węgla organicznego w glebie. Z. Nauk. WSR we Wrocławiu, R. 13, 38, 137, (1961).

39. Wilk K. — Przydatność różnych roztworów (NaOH, Na₄P₂O₇, NaF, Na₂C₂O₄) do wydzielania związków próchnicznych z gleb lekkich w badaniach nad dynamiką próchnicy. Z.

Nauk. WSR we Wrocławiu, R. 14, 40, 119, (1961).

40. Wright J. R., Schnitzer M., Levick R. — Some characteristics

of the organic matter extracted by dilute inorganic acids from a podzolic B horizon. Canad. J. Soil Sci. 38, 3, 14, (1958).

К. Боратыньски, К. Вильк

НОВЫЙ МЕТОД ФРАКЦИОННОГО АНАЛИЗА ГУМУСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВ

Резюме

На основании проведенных в течении нескольких лет исследований авторы разработали метод, при помощи которого можно выделить из почвы лабильные органические соединения, а также гумусные соединения, связанные более тесно с минеральным слоем почвы. Основанием метода является последовательное действие на одну и ту же пробу почвы растворов с постепенно более и более сильным действием.

Условия проведения авторами анализа были в основном для легких почв (схема 1) и более тяжелых (схема 2) одинаковы, с той только разницей, что для более тяжелых почв добавлено две (последовательные) экстракции.

Благодаря этому методу можно не только определить разные почвенные типы в отношении содержания выше описанных органических соединений, но также учесть разницы во фракциях гумуса почв одного и того же типа на разном уровне культуры (срав. таб. 1 и 2) или при разном способе пользования (срав. таб. 1 и 3).

При помощи этого метода можно из почвы выделить 50—70% органического С.

K. Boratyński, K. Wilk

NEUE METHODE DER FRAKTIONANALYSE DES HUMUS DER MINERALBÖDEN

Zusammenfassung

Auf Grund von mehrjährigen Untersuchungen wurde eine Methode ausgearbeitet, die die beweglichen, labilen organischen Bodenverbindungen sowie auch mit den Mineralbestandteilen des Bodens stärker gebundene Humuskomponente aus dem Boden zu extrahieren gestattet.

Das Prinzip der Methode beruht auf aufeinanderfolgender Behandlung derselben Bodenprobe mit Lösungen von jeweils stärker eingreifender Wirkung, wobei mit jedem Lösungsmittel erschöpfend extrahiert wurde.

Der Gang des von uns ausgearbeiteten Verfahrens ist im Grunde genommen für leichte (Schema 1) und schwere (Schema 2) Böden gleich, jedoch mit der Bemerkung, dass bei schwereren Böden zwei zusätzliche Extraktionen in den Gang der Analyse eingereiht sind.

Die Methode gibt nicht nur die Möglichkeit der Charakterisierung von verschiedenen Bodentypen in Bezug auf die oben genannten organischen Bodenverbindungen, sondern ermöglicht auch die Erfassung der Unterschiede in den Fraktionen des Humus in Böden desselben Typus, die einen verschiedenen Kulturzustand aufweisen (s. Tab. 1 u. 2) bzw. verschiedenartig genutzt werden.

Mit Hilfe von dieser Methode kann etwa 50—70% des C_t aus dem Boden aus extrahiert werden.