ROCZNIKI GLEBOZNAWCZE, T. XVII, WARSZAWA 1967

ANTONI KLESZCZYCKI, ALEKSANDER KOZAKIEWICZ,
IGNACY ŁAKOMIEC

WPŁYW WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO I OBORNIKA NA SUBSTANCJĘ ORGANICZNĄ GLEBY W ŚWIETLE 44-LETNICH DOŚWIADCZEŃ

Katedra Chemii Ogólnej SGGW Warszawa

WSTĘP

Tysiące prac naukowych z zakresu substancji organicznej gleb mineralnych, opublikowanych w ostatnich latach [2, 6], wskazuje na duże zainteresowanie, jakie budzi ten problem.

Jednym z czynników, za pomocą którego człowiek mógłby częściowo zmieniać zawartość próchnicy w glebie, jest odpowiednie nawożenie.

Zagadnienie w jakim stopniu wpływa wieloletnie nawożenie mineralne i organiczne na ogólną zawartość próchnicy i jej skład, jest przedmiotem niniejszych badań. Wykorzystano w nich wieloletnie doświadczenia nawozowe w Skierniewicach, prowadzone od 1921 r.

Próbki glebowe pochodziły z pasa „wieczne żyto", z głębokości 0—20 cm. W badaniach uwzględniono następujące kombinacje nawozowe:

1 — O, poletka nie nawożone od 1921 r.,

2 — $NaNO_3$,

3 — PK,

4 — NPK,

5 — CaNPK,

6 — obornik.

METODYKA BADAŃ

Skład próchnicy określono metodą Tiurina w modyfikacji Kozakiewicza [3]. Modyfikacja sprowadza się do wyeliminowania siarczanu sodowego, używanego w metodzie Tiurina do klarowania wyciągów alkalicznych, zastępując ten zabieg wirowaniem wyciągów przy 16—18 tys. obrotów na min, co odpowiada ok. 30—32 tys. g. Odwirowane wyciągi były klarowane i można było je sączyć przez sączki bakteryjne (G 5). Dane dotyczące wpływu siarczanu sodowego dodanego do wyciągów alkalicznych gleb mineralnych na substancję organiczną są zamieszczone w poprzednich publikacjach [1, 3].

Ogólną zawartość węgla w badanej glebie oraz węgiel w każdej frakcji oznaczono metodą Tiurina [8].

WYNIKI BADAŃ

W tabeli 1 zamieszczono dane dotyczące zawartości węgla organicznego, azotu ogółem oraz stosunku węgla do azotu. W tabelach 2 i 3 podane są dane dotyczące składu próchnicy. Tabela 4 przedstawia skład elemen-

Tabela 1

Wpływ nawożenia mineralnego oraz obornika na ogólna zawartość C i N
Effect of mineral treatment and farmyard manure on total C and N contents

Kombinacje nawozowe Treatment	C	N	Stosunek Ratio C : N
	g/100 g gleby - soil		
O Poletka nie nawożone Without farmyard manure	0,55	0,050	11,0
N - $NaNO_3$	0,63	0,054	11,6
PK	0,52	0,044	11,7
NPK	0,55	0,053	10,5
CaNPK	0,59	0,053	11,1
Obornik - Farmyard manure	0,90	0,074	12,1

tarny kwasów huminowych, wydzielonych z gleby nie nawożonej (kombinacja O), z gleby nawożonej nawozami azotowymi, fosforowymi i potasowymi (kombinacja NPK) oraz z gleby, która była dodatkowo nawożona wapniem (kombinacja CaNPK).

Tabela 2

Skład próchnicy określony metodą Tiurina w modyfikacji Kozakiewicza
Humus composition determined with Tiurin's method modified by Kozakiewicz

Frakcje wydzielone z gleby Fractions extracted from soil	Zawartość węgla w poszczególnych frakcjach w procencie ogólnej zawartości C w glebie następujących kombinacji nawozowych Carbon content of particular humus fractions in per cent of total soil C with fertilizer treatment:					
	0	$NaNO_3$	PK	NPK	CaNPK	Obornik Farmyard manure
Bituminy Bitumins	5,42	4,65	4,47	5,13	4,24	4,17
Połączenia organiczne wydzielone 0,1n H_2SO_4 Organic compounds separated with 0.1n H_2SO_4	3,67	4,62	4,24	4,12	3,64	2,81
Kwasy huminowe wydzielone 0,1n NaOH: Humic acids separated with 0.1n NaOH:						
- pierwsze traktowanie first treatment	18,23	24,66	18,43	20,67	22,75	23,24
- drugie traktowanie second treatment	5,42	5,70	5,36	7,15	6,61	6,37
- trzecie traktowanie third treatment	2,59	2,77	4,33	5,16	3,47	2,91
Suma kwasów huminowych Sum of humic acids	26,24	33,12	28,12	32,98	32,83	32,52
Kwasy fulwowe wydzielone 0,1n NaOH: Fulvic acids separated with 0.1n NaOH:						
- pierwsze traktowanie first treatment	14,36	13,87	14,58	13,66	12,00	9,72
- drugie traktowanie second treatment	3,83	3,34	3,81	4,22	3,25	2,49
- trzecie traktowanie third treatment	3,19	2,15	3,56	3,45	2,65	2,38
Suma kwasów fulwowych Sum of fulvic acids	21,38	19,36	21,95	21,33	17,90	14,59
Stosunek kwasów huminowych do kwasów fulwowych Ratio humic acids to fulvic acids	1,23	1,71	1,28	1,54	1,83	2,23
Suma wydzielonych frakcji - % Sum of separated fractions - %	56,71	61,75	58,78	63,56	58,61	54,09

Tabela 3

Kwasy huminowe i kwasy fulwowe wydzielone w wyniku trzykrotnej ekstrakcji 0,1n roztworem NaOH bez uprzedniej dekalcytacji gleby

Humic and fulvic acids separated by threefold extraction with 0.1n NaOH solution without preceding treatment with 0.1n H_2SO_4

Frakcje wydzielone z gleby Fractions extracted from soil	Zawartość węgla w poszczególnych frakcjach w procencie ogólnej zawartości C w glebie następujących kombinacji nawozowych Carbon content of particular humus fractions in per cent of total soil C with fertilizer treatment					
	O	NaNO	PK	NPK	CaNPK	Obornik Farmyard manure
Kwasy huminowe wydzielone: Humic acids separated:						
- po dekalcytacji 0,1n H_2SO_4 from soil which was treated with 0,1n H_2SO_4	26,24	33,12	28,12	32,98	32,83	32,52
- bez uprzedniej dekalcytacji from soil which was treated with 0,1n H_2SO_4	20,00	21,56	18,74	20,97	12,83	19,44
- trwałej związane z mineralną częścią gleby wg wzoru $\frac{a-b}{a} \cdot 100$ acids more firmly fixed with mineral soil parts calculated by using formula $\frac{a-b}{a} \cdot 100$	23,78	34,90	33,37	36,53	60,91	40,21
Kwasy fulwowe wydzielone: Fulvic acids separated:						
- po dekalcytacji 0,1n H_2SO_4 from soil which was treated with 0.1n H_2SO_4	21,38	19,36	21,95	21,33	17,90	14,59
- bez uprzedniej dekalcytacji from soil which was treated with 0.1n H_2SO_4	16,19	15,40	15,93	18,35	10,58	12,69
- trwałej związane z mineralną częścią gleby wg wzoru $\frac{d-e}{d} \cdot 100$ acids more firmaly fixed with mineral soil parts calculated by using formula $\frac{d-e}{d} \cdot 100$	24,28	20,45	27,42	13,97	40,89	13,02

Kwasy huminowe do analizy elementarnej oznaczano przez trzykrotne rozpuszczanie w $NaHCO_3$ i strącanie za pomocą HCl oraz poddawano je dwudziestoczterogodzinnej dializie.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

WPŁYW NAWOŻENIA NA OGÓLNĄ ZAWARTOŚĆ WĘGLA I AZOTU W GLEBIE

Dane zamieszczone w tab. 1 wskazują na to, że wieloletnie nawożenie obornikiem wywarło zasadniczy wpływ na zawartość próchnicy. Zawartość węgla w glebie pobranej z poletek nawożonych obornikiem jest o 63,7% większa niż w glebie nie nawożonej, a o 73,7% większa w porównaniu z zawartością C w glebie nawożonej nawozami fosforowo-potasowymi.

Najniższą zawartość substancji organicznej stwierdzono w glebie nawożonej nawozami fosforowo-potasowymi. Obecność fosforu i potasu w glebie prowadziła do intensywniejszego rozkładu substancji organicznej w porównaniu z glebą nie nawożoną.

Odwrotne zjawisko mamy w przypadku jednostronnego nawożenia azotowego (kombinacja z $NaNO_3$). Zawartość węgla w glebie nawożonej $NaNO_3$ jest większa o ok. 14,5% niż w glebie nie nawożonej i o 15,5% większa niż w glebie nawożonej nawozami fosforowo-potasowymi.

Pozostałe nawozy mineralne nie wywarły znaczniejszego wpływu na zawartość substancji organicznej.

Porównując dane zamieszczone w tab. 1 widać, że nawożenie wywarło analogiczny wpływ zarówno na zawartość węgla, jak i azotu w glebie. Przy najniższej zawartości węgla w glebie nawożonej nawozami fosforowo-potasowymi (kombinacja PK) stwierdzono najniższą zawartość azotu. Odpowiednio przy najwyższej zawartości węgla w glebie (poletka nawożone obornikiem) jest najwyższa zawartość azotu.

Wyliczony stosunek węgla do azotu bez względu na formę nawożenia jest podobny. Jest on nieco większy w glebie nawożonej obornikiem, co wskazywałoby, że przynajmniej część substancji organicznej, pochodzącej z obornika, wykazuje słabszy stopień rozkładu w porównaniu z substancją organiczną w glebie z innych poletek.

WPŁYW WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA NAWOZAMI MINERALNYMI I OBORNIKIEM NA SKŁAD PRÓCHNICY

Analiza frakcjonowana połączeń organicznych wykonana zmodyfikowaną metodą T i u r i n a [4] wskazuje na duży wpływ nawożenia mineralnego oraz nawożenia obornikiem na ilość i jakość próchnicy.

Wpływ ten jest widoczny szczególnie przy porównywaniu stosunku kwasów huminowych do kwasów fulwowych. Jest rzeczą bardzo ciekawą, że stosunek ten jest najniższy w glebie nie nawożonej w ogóle żadnymi nawozami przez 44 lata oraz nawożonej nawozami fosforowo-potasowymi. Najwyższy stosunek kwasów huminowych do kwasów fulwowych jest w glebie nawożonej CaNPK oraz w glebie nawożonej obornikiem. Z danych tych wynika, że pełne nawożenie mineralne oraz nawożenie obornikiem umożliwia nagromadzanie się kwasów huminowych, uważanych za wartościowszą frakcję próchnicy w porównaniu z kwasami fulwowymi. Wpływ kationów wapniowych zaznacza się szczególnie wyraźnie w zakresie wzrostu zawartości kwasów huminowych i fulwowych, trwałej związanych z mineralną częścią gleby. W glebie nawożonej kombinacją NPK 36% kwasów huminowych i 14% fulwokwasów stanowiły frakcje trwałej związane z mineralną częścią gleby, natomiast w glebie nawożonej kombinacją CaNPK wzrosły one do 61% w pierwszym przypadku i do 41% w drugim.

Tabela 4

Skład elementarny kwasów huminowych
Elementary composition of humic acids

Kombinacje nawozowe Treatment	Zawartość w procencie suchej masy Contents in per cent of dry matter				Zawartość w procencie substancji organicznej Contents in per cent of organic matter			
	C	N	H	Popiół	C	N	C : N	H
0	51,8	4,1	5,1	3,7	53,8	4,3	12,5	5,3
NPK	52,8	4,5	5,0	4,7	55,4	4,8	11,7	5,3
CaNPK	50,9	3,1	5,0	6,7	54,5	3,3	16,6	5,3

Analiza elementarna kwasów huminowych wydzielonych z gleby nie nawożonej i nawożonej NPK i CaNPK wskazuje na zróżnicowanie tych kwasów pod względem zawartości azotu. Najniższą zawartość azotu zawierają kwasy huminowe z poletek nawożonych CaNPK, mają także wyraźnie wyższy stosunek węgla do azotu. Zawartość węgla i wodoru w stosunku do substancji organicznej jest w tych kwasach prawie identyczna.

WNIOSKI

1. W wyniku czterdziestoczteroletniego nawożenia mineralnego i organicznego nastąpiły zmiany zarówno w ogólnej zawartości próchnicy, jak i w zawartości poszczególnych frakcji.

2. Nawożenie obornikiem podniosło zawartość próchnicy o 63,7% w porównaniu z glebą nie nawożoną i o 73,7% w porównaniu z glebą nawożoną nawozami fosforowo-potasowymi.

3. Z nawozów mineralnych najsilniejszy wpływ na stabilność próchnicy w glebie wywarło jednostronne nawożenie azotowe w postaci saletry sodowej (kombinacja nawozowa $NaNO_3$). Wzrost węgla w glebie nawożonej saletrą sodową wynosi ok. 14,5% w stosunku do zawartości węgla w glebie nie nawożonej i 15,5% w stosunku do gleby nawożonej nawozami fosforowo-potasowymi.

4. O różnym wpływie nawożenia na skład próchnicy mogą świadczyć wyliczone stosunki kwasów huminowych do kwasów fulwowych, a mianowicie: gleba nie nawożona — 1,23, nawożona PK — 1,28, NPK — 1,54, $NaNO_3$ — 1,71, CaNPK — 1,83, nawożona obornikiem — 2,23.

5. Najniższą zawartość azotu oraz najwyższy stosunek C : N stwierdzono w kwasach huminowych wydzielonych z gleby nawożonej CaNPK.

6. Wapnowanie doprowadziło do nagromadzenia połączeń humusowych trwałej związanych z mineralną częścią gleby (60,91% kwasów huminowych i 40,89% kwasów fulwowych). Najniższą zawartość kwasów huminowych trwałej związanych z mineralną częścią gleby stwierdzono w glebie nie nawożonej (kombinacja O).

LITERATURA

[1] Kleszczycki A., Kozakiewicz A., Łakomiec I.: Porównanie metod stosowanych w badaniach próchnicy gleb mineralnych. Roczn. Glebozn., t. XVII, s. 229.

[2] Kononowa M. M.: Organiczeskoje wieszczestwo poczwy. AN SSSR, Moskwa 1963.

[3] Kozakiewicz A.: Modyfikacja metody I. Tiurina z 1951 roku. Roczn. Glebozn., t. XVI, z. 1, s. 114.

[4] Kuszelewski M., Górski M.: Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość substancji organicznej i skład próchnicy glebowej w świetle doświadczeń w Skierniewicach. Roczn. Glebozn., t. XIII, z. 2, Warszawa 1963.

[5] Łakomiec I.: Wpływy wieloletniego nawożenia na skład związków próchnicowych w glebach bielicowych. Roczniki Gleboznawcze, t. 16, z. 1.

[6] Scheffer F., Ulrich B.: Humus und Humusdüngung. B. 1, Stuttgart 1960.

[7] Skłodowski P.: Wpływ nawożenia i płodozmianu na zawartość związków organicznych oraz odczyn gleby. Biuletyn Warzywniczy IUNG, t. 6, 1961—1962.

[8] Tiurin I. W.: K mietodikie analiza dla srawnitielnogo izuczenija sostawa poczwiennogo humusa. Trudy Poczw. Inst. AN SSSR, t. 38, 1951.

А. КЛЕЩИЦКИ, А. КОЗАКЕВИЧ, И. ЛАКОМЕЦ

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И НАВОЗА НА СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ, НА ФОНЕ 44-ЛЕТНИХ ОПЫТОВ

Кафедра Общей Химии Варшавской Сельскохозяйственной Академии

Резюме

Проведено исследования влияния 44-летнего применения минеральных удобрений и навоза на состав гумусовых соединений в почве. Образцы почв отбирались из полосы „вечная рожь" опытного поля в Скерневицах. Удобрение почвы 200 цетн/га навоза ежегодно вызвало повышение на 64% содержания органического вещества по сравнению с неудобрённой почвой и на 74% по сравнению с почвой удобрённой ежегодно фосфорно-калийными удобрениями. В почве удобренной навозом возрастало более интенсивно содержание гуминовых кислот.

Существенное влияние на повышение общего содержания органических веществ, в том и гуминовых кислот, проявила натриевая селитра ($NaNO_3$). Известкование почв (1600 кг на 1 га CaO раз на 4 года) повлияло на повышение содержания гуминовых кислот прочнее связанных с минеральной частью почвы. Установлено тоже самое низкое содержание азота и самое высокое соотношение C : N в гуминовых кислотах выделеных из почвы удобренной CaNPK.

Многолетнее применение минеральных удобрений и навоза оказывает существенное влияние на состав перегноя, о чем свидетельствует соотношение гуминовых кислот к фульвокислотам: неудобрённая почва — 1,23; удобренная PK — 1,28; NPK — 1,54; $NaNO_3$ — 1,71; CaNPK — 1,83 и навозом — 2,23.

A. KLESZCZYCKI, A. KOZAKIEWICZ, I. ŁAKOMIEC

EFFECT OF MANY-YEAR TREATMENT WITH MINERAL FERTILIZERS AND FARMYARD MANURE ON THE ORGANIC SOIL MATTER IN THE LIGHT OF 44 EXPERIMENTAL YEARS

Department of General Chemistry, Warsaw Agricultural University

Summary

Investigations on the effect of 44 years mineral and organic fertilization on the group composition of humus compounds in soil were performed on soil samples from the „perennial rye" strip of the experimental field at Skierniewice. Soil treatment with annual doses of 20 q/ha farmyard manure caused a 64% increase of organic matter as compared to unfertilized soil, and of 74% in comparison with soil treated with phosphorus-potassium fertilizers. In a soil treated with farmyard manure was observed more intense increase of the humic acid contents. Essential influence on the increase in contents of total organic matter and humic acids was

exercised by sodium nitrate ($NaNO_3$). Liming of the soil (1600 kg CaO/ha every fourth year) contributed to the increase of those humic acids more firmly fixed with the mineral soil parts. Lowest nitrogen content and the highest C : N ratio was found in humic acids extracted from soil which was treated by CaNPK.

Fertilizing exercises an essential influence on the soil humus composition, as shown by the ratios of humic: fulvic acids: untreated soil — 1,23, soil treated with PK — 1.28, NPK — 1.54, $NaNO_3$ — 1.71, CaNPK — 1.83, farmyard manure — 2.23.