

Maria FLIS-BUJAK, Stanisław BARAN, Grażyna ŻUKOWSKA

Wpływ różnych środków użyźniających na materię organiczną gleb

The Effect of Different Fertilizing Agents on the Soil Organic Matter

Produkcja tradycyjnych nawozów organicznych nie pokrywa rosnącego zapotrzebowania w rolnictwie, coraz więcej uwagi poświęca się przystosowaniu do nawożenia różnych materiałów odpadowych (11, 12, 13). Ten sposób utylizacji odpadów nie tylko zmniejsza szkodliwość ich koncentracji w środowisku, lecz ma duże znaczenie z punktu widzenia obiegu pierwiastków w glebie. Ze względu na ujemny bilans materii organicznej w wielu glebach uprawnych szczególną uwagę zwraca się na rolnicze wykorzystanie odpadów pochodzenia organicznego. Nie bez znaczenia jest zatem ogólny poziom węgla (C_t) w glebie i jego udział we frakcjach materii organicznej.

Celem tego opracowania było porównanie wpływu różnych środków użyźniających (w tym odpadów) naturalnych i przetworzonych chemicznie na materię organiczną dwu typów gleb pod monokulturą żyta.

OBIEKTY I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono na modelu doświadczenia poletkowego założonego przez Zakład Agrofizyki PAN w Lublinie na glebie brunatnej o składzie gliny ciężkiej, która w dalszej części pracy określana jest jako gleba ciężka, oraz glebie bielcowej o składzie piasku słabogliniastego, dalej nazywanej glebą lekką.

Charakterystykę podstawowych właściwości tych gleb przedstawiono w tab. 1.

Jednym z głównych czynników eksperymentu było zastosowanie 7 różnych środków użyźniających; schemat doświadczenia przedstawiono w tab. 2.

Próbki glebowe do analiz materii organicznej pobrano z poziomu ornego w czwartym roku od wprowadzenia środków użyźniających spod monokultury żyta.

Jakość substancji organicznej oparto na określeniu podatności na utlenianie roztworami $KMnO_4$ w środowisku obojętnym (8). Autorzy metody podkreślają jej szczególną przydatność do określenia wpływu nawożenia czy też innych zabiegów agrotechnicznych na przemiany substancji organicznej (9). Zastosowana metoda Łoginowa-Wiśniewskiego przez kolejne stosowanie $KMnO_4$ o rosnących stężeniach (1/30, 5/30, 10/30 mol/dm³) pozwala na rozróżnienie czterech frakcji węgla: bardzo łatwo utleniającej (I), łatwo utleniającej (II), trudno utleniającej (III) i frakcji IV, która stanowi pozostały, nie utleniony w warunkach metody, węgiel organiczny.

Tab. 1. Charakterystyka gleb przed założeniem doświadczenia
Characteristics of the soils before setting the experiment

Gleba	Skład granulometryczny, % wielkość frakcji, mm						N ogółem N _t %	C ogółem C _t %	H	T	pH KCl	V %	Zawartość składników przyswajalnych mg/100g		
	1,0- -0,1	0,1- -0,05	0,05- -0,02	0,02- -0,005	0,005- -0,0002	poniżej 0,0002			meq/100 g						
Bielicowa	80	6	8	1	1	4	0,04	0,30	1,47	3,70	4,7	60,2	14,7	6,1	5,8
Brunatna	29	8	11	16	18	18	0,12	0,99	1,28	18,37	6,3	93,0	24,2	19,9	13,5

WYNIKI BADAŃ

Wpływ zastosowanych środków użyźniających na zawartość i jakość substancji organicznej badanych gleb ilustrują dane przedstawione w tab. 3 i 4.

Tab. 2. Dawki i skład chemiczny środków użyźniających zastosowanych w doświadczeniu (za Dębickimi 1)
Doses and composition of the fertilizing agents used in the experiment

Obiekty	Dawka t/ha	% s. m.	Skład chemiczny w % s. m.							
			N	C	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	C:N	
Kontrolny	NPK	N 0,07	-	-	-	-	-	-	-	-
		P 0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
		K 0,07	-	-	-	-	-	-	-	-
Obornik	+ NPK	60	27,0	2,34	32,63	1,02	1,33	0,19	1,02	14:1
Gnojowica bydlęca płynna	+ NPK	150	13,2	2,27	18,90	0,76	3,79	0,76	2,27	8:1
Gnojowica bydlęca agregowana	+ NPK	15	43,2	4,47	51,30	3,84	6,94	1,55	4,61	14:1
Granulat keratyno- koro-mocznikowy	+ NPK	4	86,0	26,88	27,00	0,13	0,25	0,02	0,26	1:1
Wapno defekacyjne	+ NPK	6	74,9	0,94	3,10	0,35	0,25	0,35	41,40	3:1
Osady ściekowe	+ NPK	60	46,0	1,27	15,50	1,54	0,29	0,12	2,96	12:1

Dawki środków nawozowych wprowadzono jednorazowo w roku założenia doświadczenia; nawożenie NPK stosowano corocznie.

Tab.3. Zawartość węgla ogółem (C_t) oraz podatność materii organicznej gleby bielcowej na utlenianie roz-
tworami KMnO₄

The content of total (C_t) and susceptibility of the organic matter of podzolic soil to oxidation with KMnO₄ solutions

Obiekty	C-ogółem (C _t) w mg/100 g	Frakcje w % C _t			
		I	II	III	IV
Kontrola	378	12,30	27,38	15,87	44,45
NPK					
Obornik	342	13,60	30,26	17,54	38,60
+ NPK					
Gnojowica płynna	360	12,92	16,25	29,17	41,66
+ NPK					
Gnojowica agregowana	300	14,00	31,00	10,00	45,00
+ NPK					
Granulat keratyno- koro-mocznikowy	306	13,73	20,59	ślady	65,68
+ NPK					
Wapno defekacyjne	360	12,92	24,58	20,83	41,67
+ NPK					
Osady ściekowe	388	11,98	26,68	38,66	22,68
+ NPK					

Tab.4. Zawartość węgla ogółem (C_t) oraz podatność materii organicznej gleby brunatnej na utlenianie roztworami $KMnO_4$ The content of total carbon (C_t) and susceptibility of the organic matter of brown soil to oxidation with $KMnO_4$ solutions

Obiekty	C-ogółem (C_t) w mg/100 g	Fracje w % C_t			
		I	II	III	IV
Kontrola	978	13,65	6,29	ślady	80,06
NPK					
Obornik	1146	12,96	5,37	5,54	75,13
+ NPK					
Gnojowica płynna	1062	12,85	9,04	0,71	77,40
+ NPK					
Gnojowica agregowana	1044	13,79	8,48	0,72	77,01
+ NPK					
Granulat keratyno- koro-mocznikowy	996	12,80	6,03	5,27	75,90
+ NPK					
Wapno defekacyjne	936	12,66	7,37	0,80	79,17
+ NPK					
Osady ściekowe	936	12,18	10,25	3,21	74,36
+ NPK					

GLEBA LEKKA

Zawartość C-ogółem (C_t) w obrębie zastosowanych kombinacji nawożeniowych waha się w przedziale 300-388 mg/100 g gleby; w kombinacji kontrolnej (nawożonej wyłącznie NPK) stanowiła 378 mg/100 g gleby. Poza gnojowicą agregowaną i granulem keratyno-koro-mocznikowym zastosowane środki nawozowe nie przyczyniły się do wyraźnego zróżnicowania poziomu węgla (C_t) w warstwie ornej gleby. W przypadku dawek gnojowicy agregowanej i granulatu keratyno-koro-mocznikowego ilości węgla (C_t) były wyraźnie niższe i wynosiły ok. 300 mg/100 g gleby.

Zmiany jakościowe materii organicznej modyfikowane czynnikami doświadczenia wyraziły się zróżnicowaniem udziału frakcji węgla, ocenianych na podstawie utleniania gleby roztworami $KMnO_4$ o różnym stężeniu.

Pod wpływem zastosowanych środków użyźniających nastąpiły niewielkie zmiany w zawartości frakcji I, tj. bardzo łatwo utlenialnej. Natomiast wyraźniej zaznaczyły się różnice w udziale procentowym frakcji II, III i IV. W przypadku frakcji II, tj. łatwo utlenialnej, ilość jej wahała się od ok. 16 do 31% C_t . Na kontroli frakcja łatwo utlenialna stanowiła ok. 27% C_t . Tak duże zróżnicowanie ilości omawianej frakcji wyraziło się spadkiem do ok. 16% C_t w wariantcie z gnojowicą płynną i do ok. 20% C_t w kombinacji użyźnianej granulem keratyno-koro-mocznikowym. Ponad 30% C_t przypadało na omawianą frakcję w kombinacji nawożonej obornikiem i gnojowicą agregowaną. W wariantcie z wapnem defekacyjnym omawiana frakcja stanowiła ok. 24% C_t . Frakcja trudno utlenialna (III) wahała się od ilości śladowych w kombinacji z granulem keratyno-koro-mocznikowym do 38% C_t w obiekcie nawożonym osadem ściekowym. Na frakcję IV, tj. nie ulegającą utlenieniu, w warunkach metody przypadało od 22 do ok. 65% C_t . O tak silnym zróżnicowaniu ilości opisywanej frakcji w składzie materii organicznej zdecydowały kombinacje z

dotądkiem granulatu keratyno-koro-mocznikowego (ponad 65% C_1) i osadu ściekowego (ok. 22% C_1). W pozostałych kombinacjach zróżnicowanie w stosunku do kontroli (ok. 44% C_1) mieściło się w granicach błędu metody.

W składzie materii organicznej analizowanych kombinacji nawozowych, poza wariantem z granulatem keratyno-koro-mocznikowym, dominowały frakcje utleniające roztworami $KMnO_4$. Wzrost udziału frakcji IV w wariantcie z granulatem keratyno-koro-mocznikowym wiąże się najprawdopodobniej ze składem i kwaśnym charakterem wprowadzanych substancji zawierających połączenia trudno dostępne dla mikroorganizmów (stosunek C:N - 1:1) (1). Potwierdzają to badania przeprowadzone przez Gostkowską i współpr. (6). Z badań tych wynika, że aktywność oddechowa mikroorganizmów była znacznie niższa w kombinacji nawożonej granulatem keratyno-koro-mocznikowym w porównaniu z pozostałymi obiektami. Natomiast bardzo znaczny spadek frakcji IV w wariantcie z osadem ścieków komunalnych wskazuje na następny wpływ zastosowanego nawożenia na wzrost podatności substancji organicznej gleby na rozkład oksydacyjny (na mineralizację). Potwierdzają to wyniki Gostkowskiej i współaut. (6), które wykazały wyraźną stymulację intensywności wydzielania CO_2 na omawianym modelu w glebie zasilonej dawką osadu ściekowego.

GLEBA CIĘŻKA

W analizowanych kombinacjach nawożeniowych ilość C-ogółem wahała się w granicach 936-1146 mg/100 g gleby. Wyższą ilość C_1 w przedziale 100-200 mg w stosunku do kontroli i pozostałych wariantów stwierdzono w obiekcie nawożonym obornikiem. Większą koncentrację C_1 , o ok. 100 mg, zanotowano w kombinacjach użyźnianych gnojowicą płynną i agregowaną w stosunku do obiektów z wapnem defekacyjnym i osadem ścieków komunalnych.

Uleniałość substancji organicznej, wyrażona udziałem frakcji I, utrzymywała się w analizowanych kombinacjach na zbliżonym poziomie i wahała się w przedziale 12-14% C_1 . Konsekwencją zastosowanych środków użyźniających było zróżnicowanie udziału frakcji łatwo utleniającej (frakcja II) od ok. 5 do ok. 10% C_1 . Największa ilość frakcji łatwo utleniającej ujawniła się w wariantcie z osadem ściekowym. W składzie substancji organicznej badanych kombinacji nawożeniowych frakcje węgla trudno utleniające (frakcja III) stanowiły mały udział. Śladowe ilości stwierdzono w kontroli i w kombinacjach z gnojowicą płynną i agregowaną oraz wapnem defekacyjnym. W pozostałych trzech kombinacjach ilość ich wahała się na poziomie ok. 3-6% C_1 . Frakcja IV stanowiła w składzie substancji organicznej badanych kombinacji nawożeniowych od ok. 74 do ok. 80% C_1 . Mniejsze ilości frakcji odpornej na utlenianie chemiczne w odniesieniu do kontroli (80% C_1) stwierdzono w kombinacjach z osadem ściekowym, obornikiem i granulatem keratyno-koro-mocznikowym (ok. 74-75% C_1). W kombinacjach z gnojowicą płynną i agregowaną na frakcję IV przypadało ok. 77% C_1 .

Przedstawiony udział wydzielonych frakcji w składzie materii organicznej omawianych kombinacji nawozowych nie wykazuje na ogół znaczącego zróżnicowania. W obrębie frakcji utleniających pewne wahania odnoszą się do frakcji II i III. Odnośnie do frakcji IV, tj. odpornej na utlenianie, w warunkach metody zauważa się jej zmniejszenie w kombinacjach nawozowych w porównaniu z kontrolą.

PODSUMOWANIE

Przedstawione wyniki badań wskazują na to, że oddziaływanie zastosowanych środków nawozowych (naturalnych i przetworzonych) związane jest z rodzajem gleby.

Na glebie lekkiej zastosowane środki użyźniające (poza gnojowicą agregowaną i granulatem keratyno-koro-mocznikowym) nie różnicowały koncentracji węgla (C_1) w poziomie ornym.

Na glebie ciężkiej zaznaczyło się zróżnicowanie ilości C_1 między obiektami nawozowymi. Wykazany wzrost zawartości C-ogółem w kombinacjach z obornikiem i gnojowicą jest faktem znanym z literatury przedmiotu (2, 5, 7, 10).

Zmiany ilościowe C_1 w omawianych glebach nie łączą się ze stwierdzonymi zmianami jakościowymi materii organicznej. Z szeregu opracowań wynika, że formy i ilości stosowanych nawozów oraz rodzaj resztek roślinnych wpływają na skład frakcyjny materii organicznej (2, 3, 4, 5, 10).

Zastosowane środki użyźniające wyraźniej zaznaczyły swój wpływ na skład materii organicznej w glebie lekkiej. Można to najprawdopodobniej powiązać z charakterem substancji organicznej badanych gleb. W składzie materii organicznej gleby lekkiej przeważają frakcje utlenialne, gdy w glebie ciężkiej frakcje nie ulegające utlenieniu roztworami $KMnO_4$ o stężeniu 10/30 mol/dm³.

W glebie lekkiej wystąpił silny wzrost frakcji utlenialnych w obiekcie z osadem ściekowym. W porównaniu z kontrolą niewielki wpływ na wzrost frakcji utlenialnych zaznaczył także obornik i w mniejszym stopniu gnojowica płynna i wapno defekacyjne. Natomiast w przypadku kombinacji z granulatem keratyno-koro-mocznikowym materia organiczna odznaczała się przewagą frakcji nie podlegających zastosowanemu utlenieniu chemicznemu (frakcja IV).

W glebie ciężkiej zróżnicowanie ilości węgla nie powiązane było ze zmianami jakościowymi substancji organicznej. Mało zaznaczone zmiany we frakcjach materii organicznej na glebie ciężkiej znajdują potwierdzenie w badaniach Gostkowskiej i wspólr. (6). Z opracowań wynika, że oddziaływanie badanych środków użyźniających na biologiczne właściwości gleby piaszczystej było nie tylko wyraźniejsze, lecz również bardziej zróżnicowane niż na glebie gliniastej. Badania Dę b i c k i e g o i wspólr. na omawianym modelu wskazują także na wyraźniejsze oddziaływanie zastosowanych środków nawozowych na glebie lekkiej (1).

WNIOSKI

1. Zastosowane środki użyźniające modyfikowały ilość węgla (C_1) głównie na glebie ciężkiej.
2. Zastosowane środki nawozowe w niewielkim stopniu oddziaływały na jakość materii organicznej gleby brunatnej wytworzonej z gliny ciężkiej.
3. Zmiany jakościowe materii organicznej zaznaczyły się przede wszystkim na glebie lekkiej. Granulat keratyno-koro-mocznikowy oddziaływał na zmniejszenie frakcji węgla podatnych na utlenianie chemiczne roztworami $KMnO_4$. Natomiast osad ściekowy wpłynął na wzrost podatności materii organicznej na rozkład oksydacyjny.

PIŚMIENNICTWO

1. Dębicki R., Rejman J., Wontroba J.: Oddziaływanie granulatu keratyno-koro-mocznikowego na niektóre właściwości fizyczne gleb. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 370, 212-38, 1989.
2. Flis-Bujak M., Turski R., Baran S., Żukowska G., Darwish Y.: Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na substancję organiczną gleby lekkiej. Zesz. Naukowe AR, Kraków, 37, cz. II, 383-390, 1993.
3. Flis-Bujak M., Turski R., Baran S., Żukowska G.: Wpływ nawożenia na jakość substancji organicznej gleb. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XLIII, Lublin 1993.
4. Flis-Bujak M., Turski R., Żukowska G.: Badania nad wskaźnikami jakościowymi materii organicznej gleb. IUNG Puławy, K/2/, 182-188, 1989.
5. Gonet S.S.: Właściwości kwasów huminowych gleb o zróżnicowanym nawożeniu. Rozprawa nr 33, ATR Bydgoszcz, 1989.
6. Gostkowska K., Woytowicz B., Szember A., Furczak J., Jezierska-Tys S., Jaśkiewicz W.: Wpływ różnych środków użyźniających na aktywność mikrobiologiczną gleby piaszczystej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 370, 75-85, 1989.
7. Koc J.: Wpływ 8-letniego nawożenia gnojowicą świńską na zawartość związków próchnicznych w glebie. Roczn. Glebozn., t. XLI, 1/2, 83-91, 1990.
8. Łoginow W., Wiśniewski W.: Studies on Humus Fractioning Based on Its Susceptibility to Oxidizing Agents. Polish Ekolog. Studies, 43, 2-6, 1982.
9. Łoginow W., Wiśniewski W., Gonet S.S., Cieślińska B.: Fractionation of Organic Carbon Based on Susceptibility to Oxidation. Polish Journal of Soil Sci., 20, z.1, 47-52, 1987.
10. Myśków W.: Rolnicze znaczenie próchnicy oraz sposoby regulowania jej ilości w glebie. IUNG Puławy, S(32), 1984.
11. Wołski T.: Zmodyfikowane białka keratynowe, ich właściwości fizyko-chemiczne, analiza oraz zastosowanie. Rozpr. hab., wyd. AM Lublin, 1985.
12. Wołski T., Dechnik L., Gliński J., Mazurkiewicz A.: Nawóz organiczno-mineralny i sposób wykorzystania nawozu organiczno-mineralnego. Patent PRL nr 129662, 1979.
13. Wołski T., Gliński J.: Organiczne odpady przemysłowe i ich przetwarzanie na użyteczne rolniczo preparaty. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 370, 11-20, 1989.

SUMMARY

The field experiment determined the effect of fertilizing agents (NPK, manure + NPK, liquid dungstead + NPK, aggregated dungstead + NPK, keratin-bark-urea granulate + NPK, defecative lime + NPK, municipal wastes sediment + NPK) on the organic matter of the light and heavy soils. The estimation was based mainly on the analysis of the carbon quantity in the process of fractional oxidation with growing concentrations of KMnO_4 . The results show that the fertilizing agents which were used differentiated the quantity of carbon (C_1) mostly in the heavy soil. The qualitative changes of the organic matter reflected in the proportion of carbon fractions susceptible to oxidation with KMnO_4 solutions were especially marked on the light soil. The keratin-bark-urea granulate affected the decrease of the susceptibility of the organic matter to oxidation distribution, while the wastes sediment affected its increase.