

HENRYK PANAK, GRZEGORZ NOWAK

WPŁYW INTENSYWNEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO  
NA ROZKŁAD MATERII ORGANICZNEJ W GLEBIE

Katedra Chemii Rolnej Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie

## WSTĘP

Zawartość próchnicy w glebach można najwydatniej zwiększyć przez stosowanie nawożenia organicznego, szczególnie wówczas, gdy jest ono uzupełniane nawozami mineralnymi [2, 9, 11, 19]. Jednakże tempo rozkładu materii organicznej w glebach nawożonych obornikiem jest często mniejsze niż nawożonych tylko nawozami mineralnymi NPK [2, 19]. Wynika to najczęściej z niekorzystnego dla drobnoustrojów stosunku C : N w nawozach organicznych. Duże zapotrzebowanie bakterii na azot i inne składniki mineralne, zwłaszcza w przypadku ograniczeń w ich pobieraniu, może zahamować rozkład materii organicznej.

Spośród podstawowych składników NPK azot najsilniej oddziałuje na intensywność tempa rozkładu materii organicznej w glebach. Dodatek nawozów azotowych zwiększa rozkład materii organicznej [3, 4, 15, 16, 18, 21].

W badaniach Bhardwaja i Novaka [3] rozkład słomy, mierzony ilością uwalnianego  $\text{CO}_2$ , zwiększył się ponad dwukrotnie pod wpływem 400 mg/kg N. Z kolei wykazano [18], że szybkość mineralizacji materii organicznej jest większa, gdy azot zastosowano w formach  $\text{NaNO}_3$  lub  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  w porównaniu z  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Podobne wyniki uzyskali i inni badacze [12, 14, 17]. Oddziaływanie fosforu i potasu na rozkład materii organicznej w glebach jest znacznie mniejsze niż azotu [3, 7, 16, 18]. W badaniach Guliasza i Szegi [7] wzrost tempa rozkładu celulozy spowodowany dodatkiem do gleby fosforu wynosił ok. 6%, a potasu ok. 3%. Według Apfelthalera [1], efektywność działania fosforu była ok. 2-krotnie mniejsza niż azotu. Większość autorów [1, 9, 10, 20] uważa jednak, że procesy przemian związków organicznych zachodzą najsilniej pod wpływem pełnego nawożenia NPK.

## METODY BADAŃ

Doświadczenie założono w 1981 roku metodą losowanych bloków na polu doświadczalnym RZD Pozorty w Tomaszowie, na glebie brunatnej wytworzonej z gliny lekkiej. Gleba wykazywała odczyn lekko kwaśny (pH w H<sub>2</sub>O — 6,7, 1 M KCl — 6,0, a kwasowość hydrolityczna 1,5 meq/100 g) i była zasobna w przyswajalny fosfor (4,4 mg P na 100 g), potas (13,3 mg K na 100 g) i magnez (10,6 mg Mg na 100 g). Doświadczenie obejmowało trzy serie: bez nawożenia organicznego, z corocznym stosowaniem 15 t/ha obornika oraz z corocznym stosowaniem 30 t/ha obornika.

Schemat nawożenia mineralnego był następujący:

- |   |   |
|---|---|
| 1. N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> | 5. N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>           |
| 2. N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> | 6. N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub>           |
| 3. N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> | 7. N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> + Mg      |
| 4. N <sub>3</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> | 8. N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> + Mg + Na |

Taki układ doświadczenia pozwolił prześledzić wpływ nawożenia mineralnego NPK, a zwłaszcza różnych poziomów nawożenia azotem i potasem, na rozkład i zawartość materii organicznej, a z drugiej strony dał możliwość określenia wpływu zróżnicowanego nawożenia obornikiem na akumulację materii organicznej w glebie.

W doświadczeniu zastosowano następujące zmianowanie: w 1981 r. kapusta głowiasta (odm. Amager), w 1982 r. kukurydza (LG-3), w 1983 r. buraki ćwikłowe (odm. Okrągły Ciemnoczerwony) i w 1984 r. kapusta głowiasta (odm. Amager). Ilość stosowanych nawozów mineralnych w uprawie poszczególnych roślin podano w tabeli 1.

Tabela 1

Dawki nawozów mineralnych — Rates of mineral fertilizers  
(kg/ha)

Roślina Plant	N			P	K			Mg	Na
	1	2	3		1	2	3		
Kapusta głowiasta Cabbage	100	200	300	52,8	83	166	249	54	148,4
Kukurydza Maize	70	140	210	39,6	58,1	116,2	174,3	36	103,9
Buraki ćwikłowe Beets	100	200	300	52,8	83	166	249	54	148,4

Azot stosowano w dwóch równych dawkach: bezpośrednio przed siewem oraz po przerywce (kapusta i buraki) lub w dwa tygodnie po wschodach (kukurydza). Pozostałe nawozy zastosowano jednorazowo przed siewem. Fosfor stosowano w formie superfosfatu (20,2% P), potas w postaci

soli potasowej 49,8%, magnez — kizerytu (13,7% Mg), a sód — soli kuchennej (37,1% Na). Obornik pod każdą roślinę stosowano jesienią z wyjątkiem pierwszego roku prowadzenia doświadczenia, kiedy to z przyczyn technicznych nawóz ten zastosowano wiosną. Agrotechnikę, prace pielęgnacyjne oraz zabiegi ochrony roślin prowadzono w sposób optymalny dla warunków doświadczenia.

Próby glebowe do analiz pobierano corocznie z powierzchniowej 20-centymetrowej warstwy, za pomocą laski Egnera, z poszczególnych poletek po sprzecie każdej rośliny. Próbkę z poletek łączono ze sobą według obiektów nawozowych.

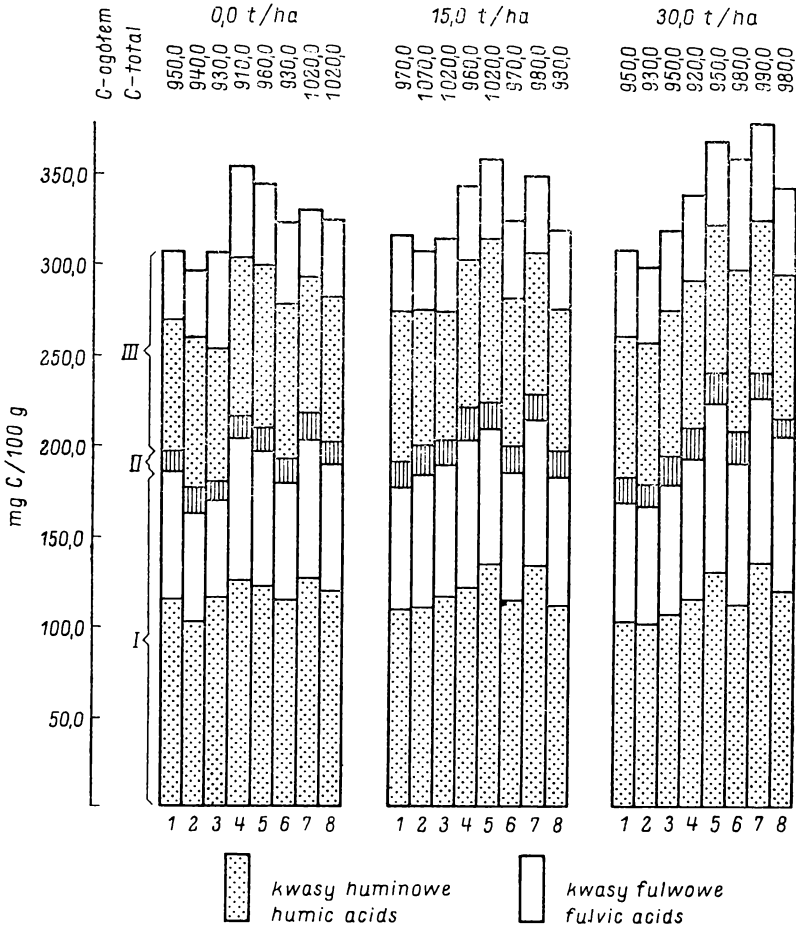
Ekstrakcję i frakcjonowanie związków próchnicznych z gleby wykonano metodą Andrzejewskiego w modyfikacji Myśkowa. Obejmowała ona w pierwszej fazie dwustopniową alkaliczną ekstrakcję gleby za pomocą 0,05 M i 0,02 M NaOH (frakcja I); następnie dekalcytację 0,25 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (frakcja II) i ponownie dwustopniową alkaliczną ekstrakcję za pomocą 0,1 M i 0,02 NaOH (frakcja III). We wszystkich trzech frakcjach oznaczono całkowitą zawartość węgla metodą Tiurina. We frakcjach I i III oznaczono zawartość kwasów huminowych i fulwowych, po wytrąceniu tych pierwszych z alkalicznych ekstraktów za pomocą 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

#### WYNIKI

Zastosowana metoda ekstrakcji pozwoliła na wyizolowanie średnio 33,9% całkowitej ilości glebowej materii organicznej (rys. 1 - 4). Spośród związków próchnicznych ulegających ekstrakcji alkalicznej zhumifikowana materia organiczna, słabo związana z mineralną częścią gleby, wynosiła 57,7% (frakcja I), a uwolniona podczas dekalcytacji za pomocą H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — 4,0% (frakcja II). Kwasy próchniczne silniej związane z minerałami ilastymi gleby (frakcja III) stanowiły przeciętnie 38,2% całkowitej ilości wyekstrahowanego węgla. W obu alkalicznych ekstraktach, zwłaszcza we frakcji III, przeważały kwasy huminowe nad fulwowymi. Stanowiły one średnio 60% wyekstrahowanego z gleby węgla.

Na intensywność procesów rozkładu, a tym samym akumulacji materii organicznej w glebie, duży wpływ miało nie tylko stosowanie obornika, ale także nawożenie mineralne. Na działanie tych czynników podatne były w szczególności związki próchnicowe słabiej związane z mineralną częścią gleby (frakcja I). Kwasy próchnicowe występujące w połączeniach z minerałami ilastymi (frakcja II i III) okazały się bardziej trwałą formą materii organicznej. Działanie obornika uwidocznilo się już w pierwszym i drugim roku po jego zastosowaniu, głównie przyrostem ilości wyekstrahowanego węgla organicznego (rys. 1 i 2). Jednakże całkowita ilość utleniaelnego węgla w tym czasie praktycznie nie uległa większym zmianom. Dopiero w trzecim i czwartym roku badań (rys. 3 i 4) zaobserwo-

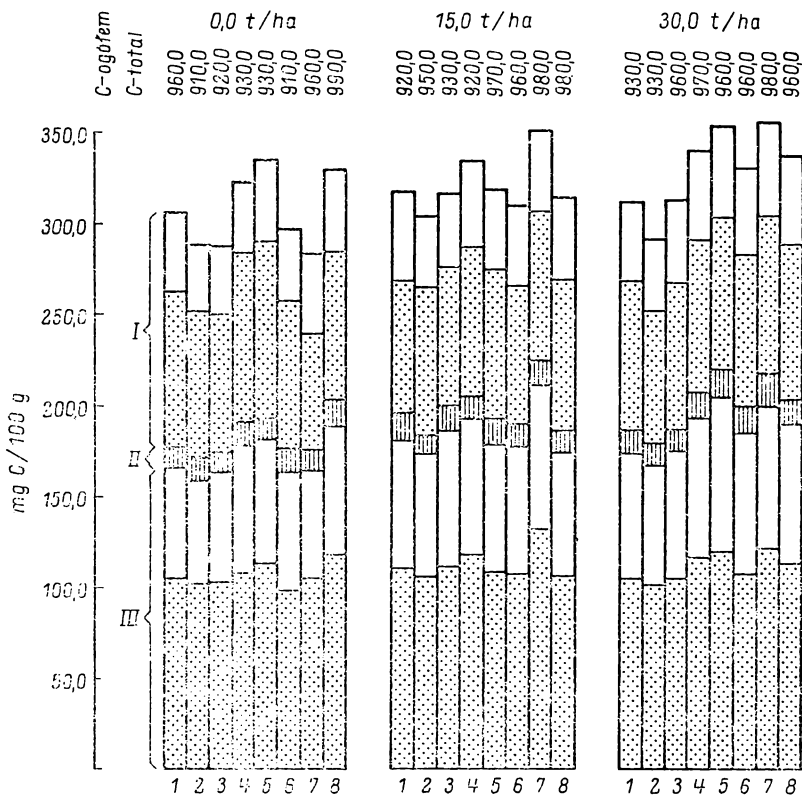
wano wyraźne zwiększenie zawartości próchnicy w glebie, zwłaszcza na obiektach nawożonych obornikiem w ilości 30 t/ha. Równolegle nastąpił przyrost węgla we wszystkich trzech frakcjach, zwłaszcza w kwasach fulwowych. Nawożenie mineralne, pomimo występujących czasami dość nieregularnych odchyłeń w zawartości węgla organicznego, wykazało określony kierunek oddziaływania. Wyraźny wpływ tego czynnika uwi-  
docznił się w trzecim i czwartym roku badań. Nawożenie azotowe zde-



Rys. 1. Skład frakcyjny związków próchnicowych gleby po zbiorze kapusty głowiastej (1981), kolejne frakcje I, II, III — kwaszy huminowe i fulwowe; nawożenie mineralne: 1 —  $N_0P_0K_0$ , 2 —  $N_1P_1K_1$ , 3 —  $N_2P_1K_1$ , 4 —  $N_3P_1K_1$ , 5 —  $N_2P_1K_2$ , 6 —  $N_2P_1K_3$ , 7 —  $N_2P_1K_3 + Mg$ , 8 —  $N_2P_1K_3 + Mg + Na$

Fig. 1. Fractional composition of humic compounds after the white cabbage harvest (1981), subsequent fractions I, II, III humic and fulvic acids; mineral fertilization as above

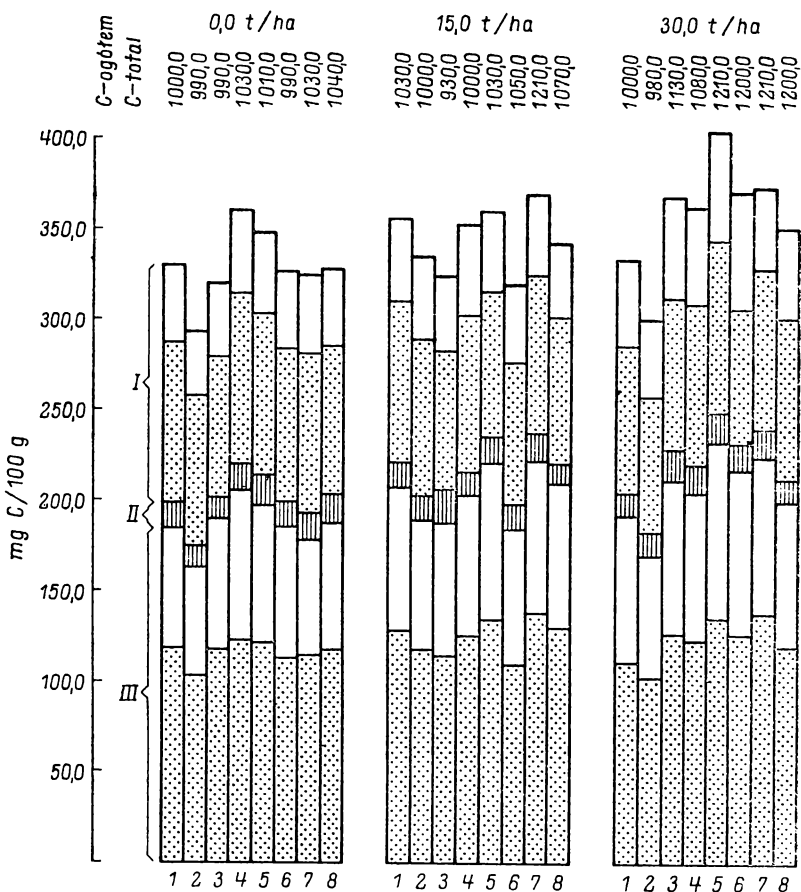
cydowanie zwiększało ilość związków próchnicznych, które można było wyekstrahować ługiem sodowym. Uwidocznilo się to niezależnie od wielkości zastosowanej dawki obornika. Przyrost ten zaznaczył się w szczególności w obrębie kwasów fulwowych.



Rys. 2. Skład frakcyjny związków próchnicznych gleby po zbiorze kukurydzy (1982). Objaśnienia jak na rys. 1

Fig. 2. Fractional composition of soil of humic compounds of soil after the maize harvest (1982). Explanations — see Fig. 1

Wyniki frakcjonowania materii organicznej gleby w zależności od nawożenia obornikiem obliczono na podstawie średnich z poszczególnych lat i za cały okres badań (tab. 2). Całkowita zawartość węgla utleniającego niezależnie od nawożenia organicznego ulegała pewnym wahaniom. Zdecydowane obniżenie nastąpiło w drugim roku po zbiorze kukurydzy, zwłaszcza w seriach bez obornika oraz na pojedynczej dawce obornika. Natomiast najkorzystniejsze warunki do akumulacji materii organicznej w glebie uwidoczniły się w trzecim roku, po zbiorze buraków ćwikłowych, kiedy to można było zaobserwować przyrost próchnicy nawet

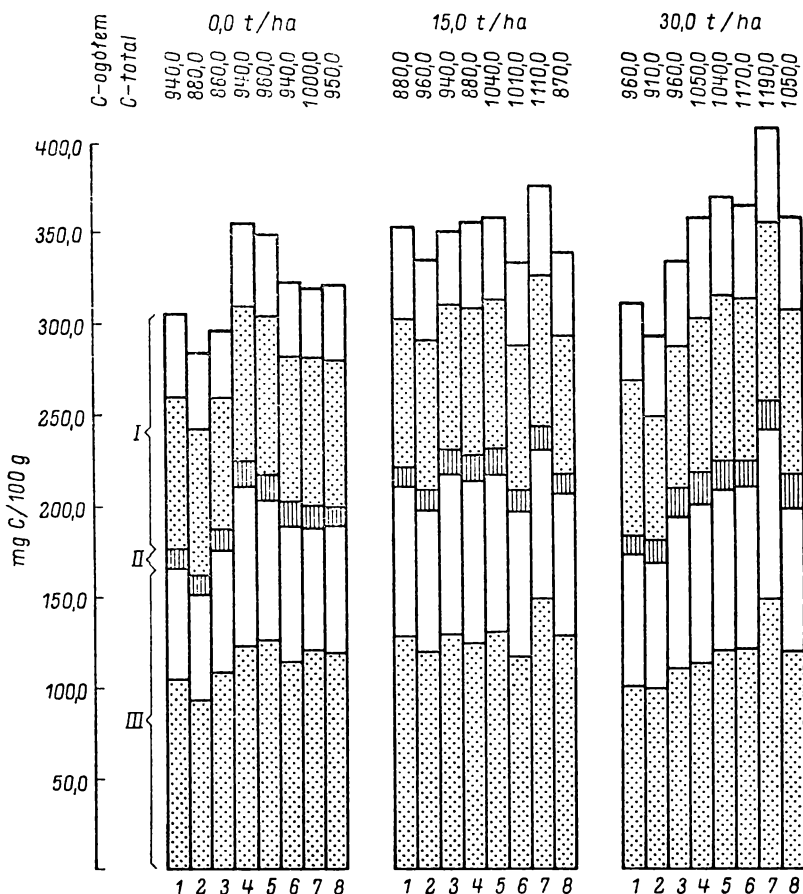


Rys. 3. Skład frakcyjny związków próchnicowych gleby po zbiorze buraków ćwikłowych (1983). Objaśnienia jak na rys. 1

Fig. 3. Fractional composition of humic compounds after the garden beet harvest (1983). Explanations — see Fig. 1

w serii bez obornika. Być może, poza wpływem szaty roślinnej, również przebieg warunków meteorologicznych okazał się korzystniejszy w roku 1983 w porównaniu z innymi latami. Małe ilości opadów, a jednocześnie dość wysokie temperatury sprzyjały procesowi humifikacji.

Przyrost zawartości węgla utleniającego w glebie pod wpływem 30 t/ha obornika, w porównaniu z serią bez obornika, wyniósł ok. 13%. Średnio za cały okres badań zastosowana dawka 30 t/ha obornika zwiększyła zawartość węgla o 6,2%. Nawożenie organiczne spowodowało wzrost ilości węgla związków próchnicznych ulegających alkalicznej ekstrakcji odpowiednio o 5,8% (15 t/ha) i 8,4% (30 t/ha), średnio z czterech lat badań. Zwiększenie rozpuszczalności wystąpiło szczególnie wyraźnie we frak-



Rys. 4. Skład frakcyjny związków próchnicowych gleby po zbiorze kapusty głowiastej (1984). Objaśnienia jak na rys. 1

Fig. 4. Fractional composition of humic acids of soil after the white cabbage harvest (1984). Explanations — see Fig. 1

cyjach próchnicy słabo związanej z minerałami ilastymi. Pomimo że w badanej glebie węgiel związków próchnicowych występował w większych ilościach w kwasach huminowych niż fulwowych, to jednak przyrosty spowodowane wniesieniem do gleby materii organicznej obornika wystąpiły silniej w kwasach fulwowych niż huminowych. Zaznaczyło się wyraźnym zwiężeniem stosunku węgla kwasów huminowych do fulwowych we frakcji I (1,65 - 1,47) i frakcji III (2,05 - 1,74). Średnio za cztery lata coroczne stosowanie obornika w ilości 15 t/ha zwiększyło o 12% ilość węgla kwasów fulwowych we frakcji I, a dawka obornika 30 t/ha — o około 17%. Przyrosty te we frakcji II wyniosły odpowiednio: 8,9 i 18%, a we frakcji III: 8,9 i 20%. Podobnie jak całkowita zawartość próchnicy

Tabela 2

Skład frakcyjny związków próchnicowych w zależności od nawożenia obornikiem w mg C w 100 g gleby  
 Fractional composition of humic compounds depending on the fertilization with farmyard manure in mg C per 100 g of soil

Dawka obornika Farmyard manure rate t/ha	Ogółem Total	Frakcja I Fraction I			Frakcja II Fraction II	Frakcja III Fraction III			Suma frakcji Sum of fraction	Wyekstrahowany C Extracted C %
		ogółem total	kwasy huminowe humic acids	kwasy fulwowe fulvic acids		ogółem total	kwasy huminowe humic acids	kwasy fulwowe fulvic acids		
1981 r.										
0	960,0	186,2	116,8	69,4	13,3	124,2	83,0	41,2	323,7	33,86
15	990,0	192,8	119,0	73,8	14,9	122,9	79,9	43,0	330,6	33,24
30	960,0	195,1	117,3	77,8	14,5	132,4	84,6	47,8	342,0	35,74
1982 r.										
0	940,0	170,6	106,5	64,1	12,0	124,7	83,4	41,3	307,3	32,68
15	950,0	184,5	113,4	71,1	13,1	124,6	80,8	43,8	322,2	33,76
30	960,0	186,8	111,6	75,2	14,3	130,0	82,7	47,3	331,1	34,61
1983 r.										
0	1000,0	187,2	117,1	70,2	13,9	123,2	85,3	37,9	325,2	32,31
15	1040,0	204,3	125,9	78,4	13,8	127,7	82,8	44,8	345,8	33,35
30	1130,0	207,9	123,5	84,4	14,9	136,2	86,4	49,8	359,0	31,96
1984 r.										
0	930,0	184,4	113,7	70,7	10,2	123,7	81,6	42,0	319,5	34,20
15	960,0	212,3	128,6	83,7	12,1	126,2	80,9	45,3	350,7	36,90
30	1040,0	199,9	117,1	82,7	15,1	135,6	85,5	49,9	350,3	33,60
1981-1984										
0	960,0	182,1	113,5	68,6	12,4	124,0	83,3	40,6	318,9	33,26
15	990,0	198,5	121,7	76,8	13,5	125,4	81,1	44,2	337,3	34,31
30	1020,0	197,4	117,4	80,0	14,7	133,7	84,8	48,7	345,8	33,98



w glebie, akumulacja węgla we frakcji kwasów fulwowych była większa w trzecim i czwartym roku badań niż w pierwszym i drugim.

Odmienne działanie obornika na skład frakcyjny próchnicy stwierdzili Heising i wsp. [9] oraz Łakomiec [13]. W obu przypadkach obserwowano znaczne przyrosty związków trudno rozpuszczalnych, zwłaszcza humin. Nasze wcześniejsze badania [16], prowadzone z materią organiczną znakowaną izotopem  $^{14}\text{C}$ , również potwierdzają występowanie takiej prawidłowości. Ponadto akumulacja węgla zachodziła w silniejszym stopniu we frakcji kwasów huminowych przy jednoczesnym ubytku węgla kwasów fulwowych.

Wyniki frakcjonowania materii organicznej gleby w zależności od nawożenia mineralnego obliczono na podstawie średnich z poszczególnych lat i za cały okres badań (tab. 3). Zarówno wzrastające nawożenie azotem i potasem, jak i magnezem oraz sodem nie miało praktycznie większego wpływu na proces akumulacji węgla w glebie. Natomiast zauważono zdecydowany wzrost rozpuszczalności związków próchnicznych, wyrażający się zwiększonym procentem wyekstrahowanego węgla z gleby. Podwojenie dawki azotu zwiększało (średnio za 4 lata) ilość węgla we wszystkich frakcjach o około 6%, a potrojenie — o ponad 15%. Przyrosty te obejmowały w szczególności związki próchniczne słabo związane z częściami mineralnymi gleby (odpowiednio o około 10 i 18%). Zaznaczyło się to najwyraźniej w trzecim roku badań (1983).

W odróżnieniu od działania obornika, nawożenie azotowe w sposób bardziej równomierny zwiększyło tak ilość węgla kwasów fulwowych, jak i huminowych frakcji I. Zaznaczyło się to brakiem zmian w ilorazie tych wielkości. Niemniej jednak w warunkach potrójnej dawki azotu obserwowano średni wzrost zawartości węgla kwasów fulwowych o 22%, a huminowych o około 15%. Najsilniej zostało to zaakcentowane w roku 1983, a najslabiej w roku 1982. Oddziaływanie nawożenia azotowego na związki próchnicowe silniej związane z minerałami ilastymi gleby (frakcja III) było zdecydowanie słabsze. Tylko potrójna dawka azotu zwiększyła ilość węgla kwasów huminowych o około 9%, a fulwowych o 19%, natomiast dawka podwójna nie miała większego wpływu. W efekcie iloraz węgla kwasów huminowych i fulwowych w tej frakcji uległ zwężeniu (1,91 - 1,75).

Wyniki te znalazły szerokie potwierdzenie w literaturze [2, 3, 4, 14, 16, 18]. Nawożenie azotem, przyczyniając się do szybszego tempa rozkładu materii organicznej, sprzyja na ogół tworzeniu związków niskocząsteczkowych [5, 14, 16]. Najczęściej obserwuje się daleko większy wzrost tempa akumulacji węgla we frakcji kwasów fulwowych niż huminowych przy jednoczesnym zmniejszeniu zawartości humin [6, 8].

Nawożenie potasem, a zwłaszcza magnezem i sodem, miało zdecydowanie słabszy wpływ na przemiany węgla w glebie niż nawożenie obor-

Tabela 3

Skład frakcyjny związków próchnicowych w zależności od nawożenia mineralnego w mg C/100 g gleby  
 Fractional composition of humic acids depending on the mineral fertilization in mg C per 100 g of soil

Nawożenie mineralne Mineral fertilization	Ogółem Total	Frakcja I Fraction I			Frakcja II Fraction II	Frakcja II Fraction II			Suma frakcji Sum of fraction	Wyekstrahowany C Extracted C %
		ogółem total	kwasy humin. humic acids	kwasy fulwowe fulvic acids		ogółem total	kwasy humin. humic acids	kwasy fulwowe fulvic acids		
1981 r.										
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	956,6	169,9	105,8	64,1	15,1	126,8	83,8	43,0	311,8	32,59
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	980,0	170,3	105,8	64,5	14,1	117,5	78,2	39,4	302,0	30,81
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	966,6	184,9	114,1	70,9	13,4	116,1	75,5	40,6	314,5	32,53
N <sub>3</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	930,0	200,3	121,7	78,5	14,8	132,0	84,7	47,3	347,0	37,31
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	976,0	210,5	128,9	81,7	14,6	134,9	87,9	47,0	360,1	36,89
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub>	960,0	186,6	114,5	72,1	15,1	135,7	88,3	47,3	337,3	35,13
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> +Mg	996,7	215,1	132,8	82,4	14,4	124,8	81,2	43,6	354,4	35,55
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> +Mg+Na	993,3	193,2	118,2	75,1	12,3	124,1	80,2	43,9	329,6	33,18
1982 r.										
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	936,7	174,5	107,4	67,1	12,3	126,7	83,2	43,5	313,5	33,46
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	930,0	165,4	102,4	63,0	12,3	117,7	77,8	39,9	295,4	31,76
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	936,7	175,2	107,0	68,2	12,5	119,2	77,8	41,4	306,9	32,76
N <sub>3</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	940,0	188,4	114,8	73,6	13,2	133,1	85,9	47,2	334,7	35,60
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	953,3	189,7	114,3	75,5	14,0	132,5	85,7	46,8	336,2	35,26
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub>	943,3	174,9	105,3	69,6	13,4	125,9	81,8	44,1	314,1	33,29
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> +Mg	973,3	192,6	119,9	72,7	14,3	125,3	81,6	43,7	332,1	34,12
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> +Mg+Na	976,7	184,5	113,0	71,5	13,3	131,0	84,7	46,3	328,8	33,66

1983 r.										
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1010,0	195,8	119,9	76,0	12,7	131,5	86,4	45,0	340,0	33,66
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	990,0	175,1	108,3	66,8	12,7	123,4	80,8	42,6	311,1	31,42
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1016,7	198,2	121,4	76,9	15,3	124,2	80,0	44,4	337,6	33,20
N <sub>3</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1036,7	205,8	124,7	81,1	14,3	139,1	88,2	50,9	359,2	34,64
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1083,3	218,1	131,5	86,7	15,6	138,5	88,6	49,9	372,2	34,35
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub>	1080,0	196,6	117,4	79,2	14,4	129,0	82,8	46,2	340,0	31,48
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> +Mg	1150,0	209,1	131,0	78,1	15,4	134,0	88,5	45,5	358,6	31,18
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> +Mg+Na	1103,0	199,6	123,1	76,5	13,2	128,9	83,6	45,3	341,7	30,97
1984 r.										
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	926,7	183,6	111,8	71,8	10,2	129,9	83,8	46,1	323,6	34,91
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	916,7	172,9	104,2	68,7	11,4	120,4	77,8	42,5	304,7	33,23
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	920,0	195,4	115,7	79,7	13,3	119,3	76,1	43,3	328,1	35,66
N <sub>3</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	926,7	208,7	120,7	88,0	15,0	133,4	83,4	50,0	357,2	38,54
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1013,3	210,5	126,0	84,4	13,5	135,5	86,6	49,0	359,5	35,47
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub>	1040,0	199,1	118,1	81,0	13,1	129,2	82,9	46,3	341,4	32,82
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> +Mg	1100,0	222,2	139,5	82,7	13,3	132,4	87,7	44,6	367,8	33,43
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> +Mg+Na	956,7	198,7	122,5	76,1	13,3	127,4	83,0	44,4	339,4	35,47
1981-1984										
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	957,5	181,0	111,2	69,8	12,6	128,7	84,3	44,4	322,2	33,65
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	954,2	170,9	105,2	65,8	12,6	119,8	78,6	41,1	303,3	31,78
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	960,0	188,4	114,6	73,9	13,6	119,7	77,4	42,4	321,8	33,52
N <sub>3</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	958,4	200,8	120,5	80,3	14,3	134,4	85,6	48,9	349,5	36,46
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1006,5	207,2	125,2	82,1	14,4	135,4	87,2	48,2	357,0	35,46
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub>	1005,8	189,3	113,8	75,5	14,0	130,0	84,0	46,0	333,2	33,12
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> +Mg	1055,0	209,8	130,8	79,0	14,4	129,1	84,8	44,4	353,2	33,47
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> +Mg+Na	1007,4	194,0	119,2	74,8	13,0	127,9	82,9	45,0	334,9	33,24

nikiem lub azotem. Potas zastosowany w podwójnej dawce równomiernie zwiększał ilość rozpuszczalnego węgla kwasów huminowych i fulwowych frakcji I i III. Dawka potrójna utrzymywała ilość węgla kwasów huminowych i fulwowych frakcji I i II na takim poziomie, jak dawka pojedyncza, natomiast zwiększała średnio o 8,5% zawartość węgla frakcji III.

Badania prowadzone przez Guliasza i Szegi [7] wykazały również słabe oddziaływanie zarówno fosforu, jak i potasu na tempo rozkładu materii organicznej w glebie. Wzrost wydzielania CO<sub>2</sub> spowodowany nawożeniem fosforowym wynosił 6%, a nawożeniem potasowym zaledwie 3%. Jednocześnie skład frakcyjny próchnicy nie uległ większym zmianom.

Nawożenie magnezem tylko w niewielkim stopniu zwiększyło ilość węgla próchnicy (ok. 5,0% — średnia z czterech lat), w nieco większym stopniu zawartość węgla słabo związanego z minerałami ilastymi (frakcja I), zwłaszcza kwasów huminowych (ok. 15%). Natomiast nie miało żadnego wpływu na ilość węgla silniej związanego z minerałami ilastymi (frakcja III).

Działanie sodu zaznaczyło się niewielkim obniżeniem ilości węgla próchnicy (średnio o 4,5%) oraz mniejszą ilością węgla kwasów huminowych (o 9,6%) i fulwowych (o 5,3%) we frakcji I, natomiast nie miało żadnego wpływu na zawartość węgla w pozostałych frakcjach próchnicy.

#### WNIOSKI

1. Nawożenie wzrastającymi dawkami obornika zwiększało akumulację próchnicy w glebie. Pod wpływem obornika zwiększała się ilość związków próchnicznych ulegających ekstrakcji, zwłaszcza kwasów fulwowych słabiej związanych z minerałami ilastymi gleby.

2. Nawożenie azotem nie miało większego wpływu na proces akumulacji próchnicy w glebie. Zwiększało jednak w sposób bardziej równomierny, w porównaniu z obornikiem, ilość węgla kwasów huminowych i fulwowych słabiej związanych z minerałami ilastymi gleby.

3. Nawożenie potasem, magnezem oraz sodem nie miało większego wpływu na rozkład obornika i akumulację materii organicznej w glebie.

#### LITERATURA

- [1] Apfelthaler R. The respiration activity of soil enriched with organic matter, and its regulation in the course of breakdown. Rostl. Vyroba 20 1974 8 s. 843 - 852.
- [2] Apfelthaler R. Comparison of the effects of NPK — fertilizers and cattle

- study of the soil organic matter. *Transact. Int. Symp. Humus of Plants VII*, Brno 1979 s. 540 - 544.
- [3] Bhardwaj K. R., Novak B. Effect of moisture and nitrogen levels on the decomposition of wheat straw in soil. *Zbl. Bakt. Abt. 2* 1978 133 s. 477 - 482.
- [4] Czekala J., Andrzejewski M. Przemiany związków próchnicznych w dwóch typach gleb pod wpływem wysokich dawek azotu. *Pr. Kom. Nauk Rol. i Leśn. PTPN*, 1978 45 s. 43 - 51.
- [5] Freytag H., Müller G. Prüfung von Beziehungen zwischen mineralischer Düngung und Huminstoffen. *Zbl. Bakteriologie. Parasiten-, Infek. Hyg., Abt.* 1975 2 130 5 s. 477 - 485.
- [6] Führ F., Sanerbeck D. The uptake of straw decomposition products by plant roots. Report FAO—IAEA Technical Meeting. Brunswick 1963 s. 73 - 83.
- [7] Guliasz F., Szegi J. Wlijanije wysokich doz mineralnych udobrenij na mineralizaciju cellulozы w micelarnom czernoziemie. *Transact. Int. Symp. Humus et Plants VII*, Brno 1979 s. 286 - 288.
- [8] Halsbach J., Klaszka F. Humification barley straw under model conditions. *Transact. Int. Symp. Humus et Plants. VII*, Brno 1979 s. 300 - 303.
- [9] Heising W., Schönmeier H., Asmus F. Zur Wirkung von verschiedenen organischen und mineralischen Düngern auf die Zusammensetzung der Huminstoffe einiger Böden. *Arch. Acker Pfl. Bdk.* 1977 21, 5 s. 369 - 378.
- [10] Igel H. Über die Humifizierung von  $^{14}\text{C}$ -markierten Glukose und Zellulose unter besonderer Berücksichtigung einer zusätzlichen Mineralstoffgabe und nativen Huminstoffpegels. *Albrecht-Thaer-Archiv* 1969 13, 3 s. 267 - 282.
- [11] Klimanek E. M. Mineralisierungsleistung unterschiedlicher Böden in Abhängigkeit von der Düngung. *Arch. Acker. Pfl. Bdk.* 1980 24 4 s. 225 - 232.
- [12] Ledatko A. G., Szkarin B. J. Izuczenije rozłożenija mieczennoj  $^{14}\text{C}$  risowoj sołomy w zatoplajennych poczwach. *Izviestija TSChA*, 1979, 5 s. 73 - 78.
- [13] Łakomic I. Wpływ wieloletniego nawożenia na skład związków próchnicowych w glebach bielicowych. *Rocz. Glebozn.* 1966 16, 1 s. 131 - 156.
- [14] Myśków W. Wpływ nawozów azotowych na mikrobiologiczne przemiany substancji organicznych w glebie. *Pam. Puł.* 1975 65 s. 7 - 32.
- [15] Novak B. Respiration des Bodens nach Zusatz von Glucose und mineralischen Stickstoff. *Zbl. Bakt. Abt.* 1970 2, 125 s. 71 - 76.
- [16] Nowak G. Przemiany roślinnej materii organicznej znakowanej izotopem  $^{14}\text{C}$  w glebach intensywnie nawożonych. *Zesz. Nauk. ART Olszt.* 1982, 35 s. 3 - 57.
- [17] Pankow W., Dimitrow G., Barrow W. Analiz za wlijanieto na toreneto s azot warchu katalaznata aktiwnost na aluwialnoliwidna poczwa. *Poczwozn. i Agrochim.* 1978 1 s. 91 - 98.
- [18] Piasecki J. Studia nad rozkładem słomy w glebie. *Szczec. Tow. Nauk.* 1965 22, 2.
- [19] Putikova A., Novak B. Effect of fertilizing on the soil organic matter stability. *Transact. Int. Symp. Humus et Plants VI*, Praha 1975 s. 313 - 316.
- [20] Todorow B. J. Wlijanije na mnogogodisznoto sistemacizno torene s mineralni torowe warchu sodarzanieto i sastawa na humusa pri silno izluženite czernozemi w rajona na SNII „Obrazcow Cziflik”. *Poczwozn. i Agrochim.* 1973 2 s. 111 - 117.
- [21] Wojcik-Wojtkowiak D. Przemiany związków azotowych znakowanych  $^{15}\text{N}$  podczas humifikacji słomy w glebie. (Praca hab.). *Rocz. AR Pozn.* 64.

Г. ПАНАК, Г. НОВАК

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА РАЗЛОЖЕНИЕ  
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ

Кафедра агрохимии Сельскохозяйственно-технической академии в Ольштыне

## Резюме

В период 1981–1984 гг. на бурой почве образованной из легкой глины проводился полевой опыт, в котором возделывали растения без стойлового навоза и со стойловым навозом вносимым в дозе 15 или 30 т/га. Во всех вариантах применяли одинаковые дозы и формы минеральных удобрений в соответствии со схемой:  $N_0P_0K_0$ ;  $N_1P_1K_1$ ;  $N_2P_1K_1$ ;  $N_3P_1K_1$ ;  $N_2P_1K_2$ ;  $N_2P_1K_3$ ;  $N_2P_1K_3 + Mg$ ;  $N_2P_1K_3 + Mg + Na$ .

Под влиянием повышающихся доз стойлового навоза происходило более интенсивное накапливание гумуса в почве, особенно фульвокислот более слабо связанных с илестыми минералами почвы. Хотя азотное удобрение не оказывало существенного влияния на процесс накапливания гумуса в почве, однако оно, в отличие от стойлового навоза, повышало более равномерно количество углерода гуминовых кислот и фульвокислот более слабо связанных с илестыми минералами почвы. Исследования показали также, что калиевое, магниевое и натриевое удобрение не оказывало существенного влияния на разложение стойлового навоза и накапливание органического вещества в почве.

H. PANAK, G. NOWAK

EFFECT OF AN INTENSIVE MINERAL FERTILIZATION ON THE ORGANIC  
MATTER DECOMPOSITION IN SOILDepartment of Agricultural Chemistry  
University of Agriculture and Technology in Olsztyn

## Summary

A field experiment was carried out in 1981–1984 on brown soil developed from light loam, on which crops without farmyard manure and with every-year farmyard manure application at the rate of 15 or 30 t per hectare were cultivated. In all treatments equal rates and forms of mineral fertilizers were applied in accordance with the scheme:  $N_0P_0K_0$ ,  $N_1P_1K_1$ ,  $N_2P_1K_1$ ,  $N_3P_1K_1$ ,  $N_2P_1K_2$ ,  $N_2P_1K_3$ ,  $N_2P_1K_3 + Mg$ ,  $N_2P_1K_3 + Mg + Na$ .

Increasing farmyard manure rates led to intensified accumulation of humus in soil, particularly of fulvic acids weaker bounded with clay minerals of soil. Although the nitrogen fertilization did not exert any significant effect on the humus accumulation in soil, it led, contrary to farmyard manure, to more uniform increase of carbon of both humic acids and fulvic acids weaker bounded with clay minerals of soil. The investigations have proved as well that the potassium, magnesium and sodium fertilization did not exert any significant effect on the farmyard manure decomposition and the organic matter accumulation in soil.