ROCZNIKI GLEBOZNAWCZE T. XLII, NR 3/4, WARSZAWA 1991: 27-35

BOŻENA RABIKOWSKA, KAZIMIERZ WILK

WPŁYW WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA OBORNIKIEM I AZOTEM NA WŁAŚCIWOŚCI GLEBY GLINIASTEJ. CZĘŚĆ I. ODCZYN GLEBY ORAZ ZAWARTOŚĆ WĘGLA I AZOTU

Katedra Chemii Rolniczej Akademii Rolniczej we Wrocławiu

WSTĘP

Jednym z kierunków badań skutków nawożenia jest ocena zmian zachodzących w środowisku glebowym. W literaturze rolniczej znaleźć można wiele prac, w których porównywano działanie nawożenia organicznego i mineralnego oraz mieszanego na zmiany właściwości gleby po kilku [3], kilkunastu [1, 2, 4, 5] oraz kilkudziesięciu latach [6] prowadzenia doświadczeń statycznych.

W ostatnich latach, w warunkach rosnącej intensyfikacji rolnictwa, wzrosło zainteresowanie współdziałaniem między nawożeniem organicznym a mineralnym. Ocenę obornika w aspekcie jego oddziaływania na zwiększenie efektywności nawożenia mineralnego prowadzono w różnych układach doświadczalnych. Obok badań, w których uwzględniono kilka poziomów NPK [8, 10], prowadzono także analizę działania obornika w warunkach niezrównoważonego nawożenia mineralnego [9, 11] oraz wzrastających dawek azotu [12, 13].

Celem niniejszych badań było prześledzenie wpływu wzrastających dawek azotu mineralnego stosowanego na tle corocznego i okresowego nawożenia obornikiem na niektóre właściwości gleby. W tym opracowaniu przedstawiono wpływ zastosowanego nawożenia na odczyn gleby oraz zawartość węgla organicznego i azotu ogólnego. Wyniki badań dotyczące zawartości rozpuszczalnych form makroskładników w glebie i właściwości sorpcyjnych w stosunku do fosforu przedstawione zostaną w kolejnym opracowaniu.

MATERIAŁ I METODYKA

Wieloletnie doświadczenie zostało założone jesienią 1974 roku w RZD Pawłowice na stałym polu doświadczalnym Katedry, na którym od 1966 roku nie stosowano obornika. Pole doświadczalne leży na glebach płowych właściwych, wytworzonych z gliny lekkiej, zalegającej na glinie średniej. Pod względem przydatności rolniczej glebę zaliczono do kompleksu pszennego dobrego.

Doświadczenie prowadzone jest w 4-letnim zmianowaniu (kukurydza — jęczmień jary — rzepak ozimy lub gorczyca biała — pszenica ozima) na poletkach o powierzchni 50 m^2. Założono je metodą losowanych podbloków (nawożenie obornikiem) w pięciu powtórzeniach. Obiekty nawożenia obornikiem podano w tabeli 1.

Tabela 1

Nawożenie obornikiem w latach 1975-1986 (t/ha)
Farmyard manuring in 1975-1986 (t/ha)

Obiekt Object	Rotacja — Crop rotation		
	I	II	III
a — bez obornika — without farmyard manure	0	0	0
b — corocznie — every year	10	15	15
c — co 2 lata — every 2 years	20	30	30
d — jednorazowo w rotacji — once in crop rotation	40	60	60

Obornik stosowano jesienią: w obiekcie *d* po zbiorze pszenicy ozimej, tj. pod pierwszą roślinę, natomiast w obiekcie *c* pod pierwszą i trzecią roślinę. Używano dobrze przefermentowanego obornika bydlęcego.

W obrębie każdego podbloku rozlosowano 4 obiekty nawożenia azotem, przy czym wielkość podstawowej dawki azotu (N_1) zależała od uprawianej rośliny. W omawianym okresie badań, obejmującym trzy 4-letnie rotacje, na obiekcie N_1 zastosowano łącznie 770, na N_2 — 1540, a na N_3 — 2310 kg N na 1 ha, co stanowi średnio odpowiednio — 64, 128 i 192 kg N na 1 ha i na rok. Azot stosowano w postaci saletry amonowej oraz mocznika. Nawożenie fosforowe oraz potasowe było jednakowe na całym doświadczeniu, a stosowano je w dawkach 38 kg P i 173 kg K na 1 ha i rok. W 1980 roku na całym doświadczeniu zastosowano wapno nawozowe w ilości 3 t CaO na 1 ha.

Próbki glebowe pobrano przed założeniem doświadczenia z warstwy 0-20 cm całej powierzchni pola pod doświadczeniem oraz po 12 latach prowadzenia badań z warstw 0-20 cm i 20-40 cm czterech powtórzeń każdego obiektu. Oznaczenia wykonano ogólnie przyjętymi metodami, a wyniki opracowano statystycznie, stosując dwuczynnikową analizę wariancji i weryfikację testem *t*-Studenta.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Dane zamieszczone w tabeli 2 wskazują, że o odczynie obu analizowanych warstw gleby decydowało zarówno nawożenie obornikiem, jak i azotem mineralnym. Wprawdzie warstwa 0-20 cm charakteryzowała się nieco większym zakwaszeniem niż poziom 20-40 cm, ale kierunki zmian pH_{KCl} spowodowane wieloletnim nawożeniem były w obu warstwach bardzo podobne.

Tabela 2

Wpływ 12-letniego nawożenia obornikiem i azotem na pH_{KCl}
Effect of 12-year of farmyard manuring and nitrogen fertilization on pH_{KCl}

Nawożenie obornikiem Farmyard manuring	Poziomy nawożenia azotem — Nitrogen fertilization levels				$\overline{X}$ **)
	N_0	N_1	N_2	N_3	
	Warstwa gleby — soil layer 0-20 cm				
Przed założeniem doświadczenia — Before establishment of the experiment					— 5,8
a)	5,3	5,1	4,9	4,8	5,0
c	5,5	5,4	5,3	5,1	5,3
d	5,8	5,6	5,4	5,2	5,5
b	6,1	5,9	5,7	5,7	5,8
$\overline{X}$ **)	5,6	5,4	5,2	5,1	5,3
	Warstwa gleby — soil layer 20-40 cm				
a	5,7	5,3	5,2	5,1	5,2
c	5,6	5,6	5,4	5,4	5,5
d	5,9	5,8	5,7	5,5	5,7
b	6,1	6,1	6,1	5,8	6,0
$\overline{X}$ **)	5,8	5,6	5,5	5,4	5,5

*) Objaśnienia w tab. 1 — Explanation see in Table 1.
**) — Grupy średnich o różnicach statystycznie nie udowodnionych oznaczono linią ciągłą.
— Współdziałanie: obornik x poziom N — nie udowodnione.
**) — The solid line showed groups of the average statistically differentiated unsignificantly.
— Interaction: manure x N level — insignificant.

Wszystkie podbloki nawożone obornikiem wykazują pH_{KCl} istotnie większe niż obiekty z wyłącznym nawożeniem mineralnym. Wyraźnie korzystny wpływ na odczyn gleby wykazało coroczne stosowanie po 1/4 dawki obornika przewidzianej na 4-letnią rotację. Stosowanie obornika jednorazowo co 4 lata, podobnie jak co 2 lata w ilości odpowiadającej 1/2 dawki pełnej, okazało się mniej efektywne. W innych badaniach [1, 2, 5, 6, 9] wykazano podobnie, iż długoletnie nawożenie obornikiem w porównaniu z nawożeniem wyłącznie mineralnym wpływa korzystnie na odczyn gleby, zwłaszcza w przypadku corocznego stosowania obornika [6].

Zjawisko odkwaszania gleby przez obornik wyjaśnia się m.in. oddziaływaniem amoniaku powstającego w procesie mineralizacji. Korzystny jest również wpływ tego nawozu na zawartość kationów zasadowych w kompleksie sorpcyjnym [1, 3, 10, 13].

Znaczne zróżnicowanie odczynu gleby spowodowane zostało nawożeniem azotowym. W miarę wzrostu dawki azotu miało miejsce coraz większe zakwaszanie gle-

by, zwłaszcza w warstwie 0-20 cm. Mimo zastosowania w połowie omawianego okresu badań 3 t CaO na ha, odczyn gleby nie nawożonej obornikiem był w warstwie 0-20 cm wyraźnie niższy niż przed założeniem doświadczenia.

Z dwóch najczęściej wskazywanych przyczyn obniżania się odczynu przy stosowaniu nawozów azotowych, większy wpływ należałoby przypisać stymulowaniu pobierania przez rośliny jonów z roztworu glebowego i kompleksu sorpcyjnego. Mniejsze znaczenie wydaje się mieć bezpośrednie działanie tych nawozów, ponieważ zastosowana w doświadczeniu dawka wapnia przewyższała ilość CaO niezbędną do zrównoważenia bezpośredniego efektu zakwaszającego azotu nawet na obiekcie N_3.

Analiza wariancji $[H^+]_{KCl}$ nie wykazała statystycznie udowodnionej interakcji nawożenia obornikiem i azotem. Tym samym bezsporne efekty odkwaszania środowiska przez obornik nie można było łączyć z równoczesnym działaniem buforującym odnośnie do odczynu. Wyniki innych prac [9, 10, 11], dotyczących współdziałania nawożenia organicznego z mineralnym w oddziaływaniu na odczyn gleby, nie są jednoznaczne. Zdaniem Kuszelewskiego i Łabętowicza [9], obornik osłabia zakwaszające działanie nawożenia mineralnego, jak też osłabia odkwaszające

Tabela 3

Wpływ 12-letniego nawożenia obornikiem i azotem na zawartość węgla organicznego (mg/100 g gleby)
Effect of 12-year of farmyard manuring and nitrogen fertilization on the content of organic carbon (mg/100 g of soil)

Nawożenie obornikiem Farmyard manuring	Poziomy nawożenia azotem Nitrogen fertilization levels				$\overline{X}$ **)
	N_0	N_1	N_2	N_3	
Warstwa gleby — soil layer 0-20 cm					
Przed założeniem doświadczenia — Before establishment of the experiment					— 679
a *)	634	638	648	668	647
c	676	704	742	722	711
d	722	762	776	779	760
b	808	816	803	883	828
$\overline{X}$ **)	710	730	742	763	736
Warstwa gleby — soil layer 20-40 cm					
a	506	519	534	524	521
d	573	607	613	594	597
c	593	624	642	671	663
b	732	803	768	770	768
$\overline{X}$ **)	601	638	639	640	630

*) Objaśnienia w tab. 1 — Explanation see in Table 1.
**) Objaśnienia w tab. 2 — Explanation see in Table 2.

działanie wapnowania. Podobnych tendencji nie obserwowano natomiast w badaniach Urbanowskiego i Bilskiego [11].

Rozpatrując wpływ nawożenia obornikiem na zawartość węgla organicznego, należy zauważyć, że w doświadczeniu obornik stosowano w tej samej dawce łącznej (160 t/ha/12 lat), ale w różny sposób (tab. 1). Gleby do badań laboratoryjnych pobierano po zakończeniu rotacji, a więc po 4 latach od zastosowania pełnej dawki pod pierwszą roślinę w rotacji (obiekt *d*), natomiast po roku od zastosowania 1/4 dawki przewidzianej na 4-letnią rotację (obiekt *b*).

Jak wynika z danych tabeli 3, zawartość substancji organicznej w warstwie ornej poletek podbloku kontrolnego (bez obornika) uległa po 12 latach niewielkiemu obniżeniu. Zależnie od wielkości dawki azotu jest to poziom niższy od stanu wyjściowego względnie od 2% (na N_3) do 7% (na N_0). Próbki gleby z obiektów nawożonych obornikiem zawierały w obu analizowanych warstwach istotnie więcej $C_{org.}$ niż próbki z obiektu bez obornika. Efekt nawożenia obornikiem uzależniony był jednak od sposobu stosowania go w rotacji. I tak zastosowanie obornika jednorazowo w rotacji, albo po 1/2 dawki pełnej co 2 lata dawało zbliżone efekty, zwłaszcza jeśli rozpatrywać obie warstwy gleby łącznie, czyli poziom 0-40 cm. Najwięcej substancji organicznej zawierała gleba z poletek nawożonych corocznie obornikiem w dawce odpowiadającej 1/4 dawki pełnej. Należy jednak przypuszczać, że stwierdzony układ odzwierciedla inny stan zaawansowania procesów rozkładu obornika niż na podblokach, gdzie między zastosowaniem obornika a pobieraniem próbek glebowych upłynęły dwa, czy też cztery lata. Przypuszczenia takie nasuwają wyniki badań zmian zawartości $C_{org.}$ w glebie po zastosowaniu obornika, przeprowadzonych przez Wiśniewskiego i innych [12]. Jest dalece prawdopodobne, że $C_{org.}$, oznaczony przez nas na obiekcie z corocznym nawożeniem obornikiem, może obejmować również węgiel nie rozłożonego obornika.

Wyniki badań wpływu nawożenia mineralnego stosowanego na tle obornika na zawartość $C_{org.}$ w glebie nie są jednoznaczne. Według niektórych autorów, wyłączne nawożenie mineralne ogranicza spadek zawartości $C_{org.}$, a stosowanie NPK łącznie z obornikiem powoduje wyraźny wzrost zawartości węgla [8, 10]. W innych badaniach [12] stwierdzono niższy poziom $C_{org.}$ w glebie w warunkach łącznego stosowania azotu i obornika niż wyłącznie obornika. W naszych badaniach stwierdzono istotny i korzystny wpływ nawożenia azotem mineralnym na poziom $C_{org.}$ w glebie. Zwiększone nagromadzenie się substancji organicznej w glebie pod wpływem azotu obserwowano zarówno przy wyłącznym nawożeniu mineralnym, jak i na obiektach nawożonych obornikiem, przy czym nie stwierdzono udowodnionego współdziałania obu rodzajów nawożenia. Wzrastające dawki azotu powodowały w warstwie 0-20 cm przyrost zawartości $C_{org.}$ w glebie średnio o 2,8, 4,5 i 7,5% w stosunku do obiektu bez azotu, natomiast w warstwie 20-40 cm średnia zawartość $C_{org.}$ jest na obiektach nawożonych azotem o około 6% większa niż na obiekcie bez azotu mineralnego. Wielkość dawki azotu nie miała jednak udowodnionego wpływu na zawartość $C_{org.}$ w tej warstwie.

Po trzech 4-letnich rotacjach obie analizowane warstwy gleby zawierały na obiektach nawożonych obornikiem istotnie więcej $N_{og.}$ niż na obiekcie kontrolnym (tab. 4). Należy przy tym dodać, iż obornik pozwolił na utrzymanie zawartości $N_{og.}$ w warstwie 0-20 cm na poziomie zbliżonym do stanu wyjściowego, a nawet nie-

Tabela 4

Wpływ 12-letniego nawożenia obornikiem i azotem na zawartość azotu ogólnego (mg/100 g gleby)
Effect of 12-year of farmyard manuring and nitrogen fertilization on the content of total nitrogen (mg/100 g of soil)

Nawożenie obornikiem Farmyard manuring	Poziomy nawożenia azotem — Nitrogen fertilization levels				$\overline{X}$ **)
	N_0	N_1	N_2	N_3	
	Warstwa gleby — soil layer 0-20 cm				
Przed założeniem doświadczenia — Before establishment of the experiment					— 72
a)	62	63	68	67	65
c	70	71	76	74	73
d	74	77	77	80	77
b	83	81	84	89	84
$\overline{X}$ **)	72	73	76	77	75
Warstwa gleby — soil layer 20-40 cm					
a	56	56	59	58	57
d	64	64	64	66	64
c	64	66	67	71	67
b	75	78	75	81	77
$\overline{X}$ **)	65	66	66	69	66

*) Objanienia w tab. 1 — Explanation see in Table 1.

znacznie wyższym. Natomiast na poletkach podbloku nie nawożonego obornikiem nastąpił po 12 latach wyraźny spadek zawartości azotu ogólnego. Korzystny wpływ obornika na poziom azotu w glebie stwierdzono również w badaniach innych autorów [8, 9, 10].

Efekty nawożenia azotem na zawartość $N_{og.}$ w glebie widoczne są zwłaszcza między skrajnymi obiektami tego nawożenia, tj. N_0 i N_3. Działanie obornika na zawartość $N_{og.}$ w glebie było w naszym doświadczeniu wyraźniejsze niż wpływ azotu nawozów mineralnych, mimo iż z obornikiem wprowadzono do gleby około 3 razy mniej azotu niż na obiekcie N_3. Przeciętnie w doświadczeniu gleba z poletek podbloku nawożonego raz na 4 lata zawierała w warstwie 0-20 cm o 18%, zaś w warstwie 20-40 cm o 12% więcej azotu niż na podbloku kontrolnym. W przypadku corocznego nawożenia obornikiem przeciętna względna różnica w stosunku do podbloku bez nawożenia organicznego jest większa i wynosi odpowiednio 29% i 35%. Nie udowodnione statystycznie współdziałanie obu rodzajów nawożenia wskazuje na niezależ-

ność oddziaływania zarówno obornika, jak i nawozów azotowych na zawartość $N_{og.}$ w glebie.

W przedstawionych badaniach można obserwować bardzo zbliżony charakter zmian zawartości $C_{org.}$ i $N_{og.}$ w glebie pod wpływem nawożenia, zwłaszcza obornikiem. Równoległą kumulację węgla i azotu w glebie pod wpływem obornika podkreślają również inni autorzy [7, 8], a według Körschensa i Buś [7] efekty nawożenia obornikiem w ilości 5 t/ha na rok, wycenione na podstawie analizy wyników 25 doświadczeń statycznych trwających powyżej 20 lat, określa się na 0,16% C oraz 0,015% $N_{og.}$.

WNIOSKI

1. Wieloletnie stosowanie obornika i nawozów azotowych powodowało zmiany odczynu, zawartości węgla organicznego i azotu ogólnego w glebie zarówno w warstwie 0-20 cm, jak i 20-40 cm.

2. Nawożenie obornikiem zwiększało, natomiast azotem mineralnym zmniejszało pH_{KCl} gleby. Oba rodzaje nawożenia przyczyniały się do wzrostu zawartości węgla organicznego i azotu ogólnego.

3. Nie stwierdzono udowodnionego współdziałania obu rodzajów nawożenia w kształtowaniu badanych właściwości gleby.

LITERATURA

[1] Adamus M., Stanisławska E. Wpływ długoletniego nawożenia obornikiem lub nawozami mineralnymi na plony i właściwości glebowe. Mat. Symp. nt. Równowaga jonowa w glebach i roślinach w warunkach intensywnego nawożenia. Cz. I, Wrocław 1986: 114-118.

[2] Boratyński K., Adamus M., Hendrysiak J., Kowalińska I., Kozłowska H. Wpływ nawożenia mineralnego i organicznego na plony roślin i właściwości gleby lekkiej w długoletnim doświadczeniu w Laskowicach Oławskich. Pam. Puł. 1976, 66: 119-129.

[3] Czuba R. Badania nad nawożeniem w płodozmianie. Cz. II. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na niektóre właściwości gleby. Rocz. Nauk Rol. 94-A 1967, 1: 13-53.

[4] Gawrońska A. Wpływ wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego na niektóre chemiczne właściwości gleby. Mat. Symp. nt. Skutki wieloletniego stosowania nawozów. Cz. II, Puławy 1976: 35-41.

[5] Gawrońska-Kulesza A., Roszak W. System uprawy roślin i nawożenie a żyzność gleby. Cz. I. Wpływ uprawy żyta w monokulturze i zmianowaniu na niektóre wskaźniki żyzności gleby. Rocz. Nauk. Rol. 106-A 1984, 1: 83-99.

[6] Goralski J., Mercik S., Gutyńska B. Trwałe doświadczenia nawozowe w Skierniewicach. Rocz. Nauk Rol. 103-A 1978, 2: 111-130.

[7] Körschens M., Buś E. Der Einfluss unterschiedlicher Fruchtarten auf den C_t — Gehalt des Bodens. Arch. Acker — u. Pflanzenbau u. Bodenkd. 1982, 26, 11: 711-716.

[8] Kuszelewski L., Łabętowicz J. Współdziałanie nawożenia mineralnego i organicznego w kształtowaniu żyzności gleby. Rocz. Glebozn. 1986 37, 2-3: 411-419.

[9] Kuszelewski L., Łabętowicz J. Współdziałanie nawozów organicznych i mineralnych w kształtowaniu składu chemicznego plonów i właściwości chemiczno-rolniczych gleby. Mat. Symp. nt. Rola nawożenia w podniesieniu produkcyjności i żyzności gleb. Cz. I. Olsztyn 1988: 19-29.

[10] Szagała J., Wróbel Z., Mazur T. Współdziałanie nawozów organicznych i mineralnych w zmianowaniu na niektóre właściwości gleby. Mat. Konf. Nawozy organiczne. Cz. II, Szczecin 1984: 21-27.
[11] Urbanowski S., Bilski J. Wpływ wieloletniego nawożenia na odczyn i zawartość przyswajalnych makro- i mikroelementów w glebie. Cz. I. Odczyn gleby i zawartość fosforu, potasu i magnezu. Zesz. Nauk. AR-T Bydgoszcz 145, Rolnictwo 1988, 24: 51-59.
[12] Wiśniewski W., Gonet S.S. Wpływ nawożenia azotem mineralnym i obornikiem na skład frakcyjny materii organicznej gleby. Pam. Puł. 1986, 87: 19-29.
[13] Wiśniewski W., Wegner K., Gonet S.S. Wpływ mineralnego i organicznego nawożenia na jakość próchnicy. Rocz. Glebozn. 1986, 37, 2/3: 287-294.

Б. РАБИКОВСКА, К. ВИЛЬК

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО УДОБРЕНИЯ СТОЙЛОВЫМ НАВОЗОМ И АЗОТОМ НА СВОЙСТВА СУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ ЧАСТЬ I. РЕАКЦИЯ И СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА И АЗОТА

Кафедра агрохимии Сельскохозяйственной академии во Вроцлаве

Резюме

Целью исследований была оценка воздействия 12-летнего удобрения стойловым навозом и азотом на реакцию почвы и содержание органического углерода и общего азота. Полевой опыт с четырьмя вариантами удобрения стойловым навозом (без навоза, ежегодно по 1/4 дозы предусмотренной для 4-летней ротации, каждые 2 года по 1/2 дозы и полная доза под 1 растение в севообороте). Также с четырьмя уровнями удобрения азотом (N_0, N_1, N_2, N_3), разными для отдельных видов растений проводился с 1974 года на типичной лессивированной почве с механическим составом легкого суглинка на средней глине.

После трех 4-летних севооборотов были установлены существенные изменения исследуемых свойств в слоях 0-20 см и 20-40 см.

Применение стойлового навоза вызывало рост реакции почвы. По мере увеличения доз азота происходил систематический рост закисления почвы.

Оба вида удобрения вызывали прирост содержания органического углерода и общего азота. Не было обнаружено взаимодействие стойлового навоза и минерального азота при образовании исследуемых свойств почвы.

B. RABIKOWSKA, K. WILK

EFFECT OF LONG-TERM FERTILIZATION WITH FARMYARD MANURE AND NITROGEN ON PROPERTIES OF LOAMY SOIL PART I. SOIL REACTION AND THE CARBON AND NITROGEN CONTENT

Department of Agricultural Chemistry
Agricultural University of Wrocław

Summary

The aim of the respective investigations was to estimate the effect of 12-year fertilization with farmyard manure and nitrogen on the reaction of soil and the content in it of organic carbon and total nitrogen. Field experiments with four treatments of fertilization with farmyard manure (no fertilization, every year by 1/4 rate provided for the 4-year crop rotation, every 2 years by 1/2 rate and the whole rate for 1 plant in the crop rotation) as well as with four nitrogen fertilization levels (N_0, N_1, N_2, N_3) different

for particular crop kinds, were carried out since 1974 on typical soil lessive with mechanical composition of light loam underlain with medium loam.

After three 4-yield crop rotations significant changes of the properties investigated in the 0-20 cm and 20-40 cm layers have been found. Farmyard manure caused the soil reaction growth. Along with increasing nitrogen rates a systematic growth of the soil acidification took place. Both fertilization kinds caused an increment of organic carbon and total nitrogen. No interaction of farmyard manure and mineral nitrogen in formation of the soil properties investigated has been proved.

Dr B. Rabikowska
Katedra Chemii Rolniczej
Akademia Rolnicza
50-357 Wrocław, Grunwaldzka 53

Praca wpłynęła do redakcji w lutym 1991 r.