

STANISŁAW MERCIK

WPŁYW WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA
MINERALNEGO I ORGANICZNEGO NA ZAWARTOŚĆ AZOTU
I SUBSTANCJI ORGANICZNEJ W GLEBIE

Katedra Chemii Rolniczej SGGW Warszawa

Kierownik — prof. dr M. Górski

Powszechnie uważa się, że badanie zasobności gleb w dostępne formy azotu na szerszą skalę jest niepotrzebne ze względu na to, że ogromna większość gleb Polski wymaga nawożenia azotowego. Jednak różnice w zwyczajach plonów pod wpływem nawożenia azotowego są duże i przypuszcza się, że przy wyższych dawkach nawozów różnice te mogą być jeszcze większe. Ponieważ dawki nawozów mineralnych ciągle wzrastają, ciekawe jest, w jakim stopniu w przyszłości zmienią one zasobność nasyconych gleb w azot ogólny, azot przyswajalny oraz w próchnicę. Tym samym można by ustalić, w jakim stopniu zmieni się potrzeba oznaczania żyzności gleb pod względem azotu. Już obecnie w niektórych krajach (między innymi w Stanach Zjednoczonych i Anglii) oznacza się zasobność gleb w dostępne formy azotu.

Większość autorów z przytoczonej literatury uważa [3, 7, 8, 13], że wieloletnie nawożenie mineralne tylko w pewnym stopniu wpływa na zwiększenie ogólnej zawartości azotu w glebie. W Rothamsted [13] na polach nawożonych od 1843 r. dość wysokimi dawkami nawozów mineralnych ogólna zawartość azotu zwiększyła się o 20% w porównaniu do kombinacji zerowej. Na glebach w Broadbalk [13], nawożonych przez 70 lat i na glebach w Halle [8], nawożonych przez 76 lat wszystkimi podstawowymi składnikami pokarmowymi (NPK), ogólna zawartość azotu w glebie zwiększyła się tylko o 10%, w porównaniu do kombinacji nawożonych wyłącznie nawozami fosforowo-potasowymi (PK). Również i inni autorzy [3, 7] wykazują, że opuszczanie przez wiele lat nawozów azotowych w nawożeniu w niewielkim stopniu wpływa na zasobność gleb w azot ogółem.

Jeśli chodzi o zasobność gleb w dostępne formy azotu w zależności od wieloletniego nawożenia azotowego, to zdania są podzielone. Część autorów [5, 7, 9] uważa, że wieloletnie nawożenie azotowe ma bardzo mały wpływ na zasobność gleb w dostępne formy azotu. Inni [10, 11] badając te formy azotu za pomocą grzyba *Cunninghamella elegans* i *Aspergillus niger* oraz metodą chemiczną (Tiurin, Kononowa) wykazali bardzo wyraźny wpływ wieloletniego nawożenia azotowego na zasobność gleb w dostępne formy azotu. Wniosek ten budzi jednak pewne wątpliwości, gdyż w pracach tych posługiwano się próbkami pobranymi na wiosnę po wysiewie nawozów.

Wieloletnie nawożenie mineralne wpływa również nieznacznie na zwiększenie próchnicy glebowej [2, 3, 6, 7, 8, 9, 13, 15]. Zwyżka procentowej zawartości próchnicy nie przekracza 20%. Wieloletnie nawożenie fosforowo-potasowe nie wpływa na zwiększenie azotu w glebie [7, 13].

Większość autorów [3, 5, 8—13] podkreśla dodatnie działanie wieloletniego stosowania obornika na zasobność azotu ogółem i dostępnego w glebie. Jeśli obornik stosowano przez długi okres czasu [3, 8, 9, 13] oraz w wysokich dawkach, zwyżka azotu ogółem dochodzi do 100% (w porównaniu do kombinacji zerowej). Przy średnich dawkach obornika stosowanego przez wiele lat przyrost azotu ogółem i dostępnego jest niewielki [7]. Wieloletnie stosowanie nawozów organicznych bardzo wyraźnie zwiększa zawartość próchnicy w glebie [1, 2, 3, 5—9, 13, 15]. W niektórych pracach [6, 8, 15] zwyżki te sięgają 100%. Zależy to w bardzo dużym stopniu od długoletności nawożenia oraz od dawek nawozów organicznych. Według Kudziņa [7] średnie dawki obornika (co rok 60 q/ha) zwiększyły zawartość próchnicy w glebie w stosunku do kombinacji zerowej tylko o 6%.

Z przytoczonego materiału można przypuszczać, że zwiększone dawki nawozów mineralnych w niewielkim tylko stopniu mogą wpłynąć na zasobność gleb w dostępne formy azotu.

BADANIA WŁASNE

W pracy niniejszej chodziło o wykazanie, w jakim stopniu wieloletnie nawożenie mineralne, a szczególnie azotowe, wpływa na ogólną zawartość azotu i azotu dostępnego dla roślin oraz na zawartość substancji organicznej w glebie. Oznaczeń tych dokonano na glebach pochodzących z pola doświadczalnego Katedry Chemii Rolniczej i Katedry Warzywnictwa¹ SGGW w Skierniewicach. Za podstawę wzięto poletka, które od 1922 r.

¹ Pobranie próbek z pól Katedry Warzywnictwa umożliwił mi prof. dr E. Chroboczek, za co składam serdeczne podziękowanie.

nie były nawożone nawozami azotowymi (kombinacja PK i CaPK) oraz poletka nawożone w tym czasie co rok wszystkimi podstawowymi składnikami pokarmowymi (NPK i CaNPK). Te dwie kombinacje powtarzają się w różnym zmianowaniu oraz przy różnych nawozach azotowych. Schemat tych doświadczeń oraz warunki glebowe opisane dokładnie w pracy Górski, Mercik [4]. Prócz tego postaram się wykazać, w jakim stopniu wieloletnie nawożenie obornikiem wpłynęło na zasobność dostępnych form azotu w glebie. Za podstawę wzięto poletka nawożone od 1922 r. obornikiem bez nawozów mineralnych oraz nawożone tylko nawozami mineralnymi lub nie nawożone żadnymi nawozami. Wydaje się, że różnice w zawartości dostępnych form azotu w badanych glebach pod wpływem wieloletniego nawożenia azotowego mogą odzwierciedlać zmiany, których oczekujemy w przyszłości pod działaniem większych dawek nawozów mineralnych.

Azot ogółem określono metodą Kjeldahla, azot dostępny metodą *Aspergillus niger* [11], a także metodą Tiurina-Konońowej [16]. Prócz tego określano azot uruchomiony w czasie inkubacji gleb. W tym celu od zawartości azotu dostępnego oznaczonego metodą *A. niger* w glebie inkubowanej odejmowano zawartość azotu dostępnego, oznaczonego tą samą metodą na glebie nie inkubowanej [11]. Ponadto oznaczono jeszcze azot amonowy i azotanowy [14] oraz substancję organiczną metodą nadmanganianową.

WPLYW WIELOLETNIEGO NAWOZENIA MINERALNEGO
NA ZAWARTOŚĆ AZOTU OGÓLEM, AZOTU DOSTĘPNEGO DLA ROŚLIN
I SUBSTANCJI ORGANICZNEJ W GLEBIE

Próbki gleb przeznaczone do badań laboratoryjnych zostały pobrane wiosną 1960 r. przed wysiewem nawozów. Wyszuszone je do stanu powietrznie suchej gleby, przesiano przez sito (2 mm) i w tym stanie przechowywano w temperaturze pokojowej (w słojach ze szlifem). Oznaczeń dokonano po kilku miesiącach.

Azot dostępny dla *A. niger* oznaczony był na każdym poletku oddzielnie, dlatego podane wyniki są średnimi z 9—12 oznaczeń. Przy metodach chemicznych oznaczano azot w próbce średniej, pochodzącej z indywidualnych prób reprezentujących dane poletka. Oznaczeń tych dokonano w trzech powtórzeniach.

Wyniki analiz zestawione w tabl. 1 wyraźnie wskazują, że opuszczanie przez 37 lat azotu w nawożeniu (kombinacja PK lub CaPK) nie wpłynęło na zawartość dostępnych form azotu w glebie (porównaj z kombinacją IV PK lub CaNPK, nawożonymi co rok wszystkimi podstawowymi składnikami pokarmowymi). Widzimy więc, że określenie azotu dostępnego podanymi metodami nie pozwala odróżnić gleb nawożonych od nie nawo-

Zawartość różnych form azotu i substancji organicznej w glebach w zależności od wieloletniego nawożenia nawozami azotowymi (mg N/100 g gleby)
Soil content of different nitrogen forms and organic matter in relation to many years' fertilization with nitrofertilizers (mg N/100 g soil)

Zmianowanie Crop rotation		Kombinacje wieloletn. nawożenia Many years fertil. comb.	Azot ogółem Total nitrogen	Azot dostępny - Nitrogen available						Zawartość substancji organicznej Organic subst. cont. %	C : N
				dla to A. niger	urucho- miony* mobil.	amonowy from ammon.	azotanowy from nitrates	mineralny mineral (NO ₃ +NH ₄)	met. Tiuryn- Kononowa		
Monokultura żyta Rye monoculture		NPK	77	1,6	3,5	0,7	0,8	1,5	3,9	0,95	7,2
		PK	74	1,9	3,5	0,6	0,8	1,4	4,2	0,86	6,7
Zmianowanie dowlone bez motylkowych Free rotation without papi- lion	N w post. NaNO ₃ ^{as}	NPK	80	1,2	2,1	0,7	0,5	1,2	3,8	0,80	5,8
		PK	74	1,4	1,3	0,7	0,5	1,2	3,4	0,73	5,7
		CaNPK	74	1,6	2,6	0,6	0,5	1,1	2,8	0,68	5,3
		CaPK	73	1,2	3,1	0,5	0,6	1,1	2,9	0,65	5,2
	N w post. (NH ₄) ₂ SO ₄ ^{as}	NPK	86	1,6	1,5	0,8	0,5	1,3	3,5	0,88	5,9
		PK	77	1,6	1,0	0,6	0,7	1,3	2,8	0,76	5,7
Zmianowanie dowlone, co 3-4 lata rośliny motylkowe N w post. NaNO ₃ ^{as} Free rotation, papilion. every 3 to 4 years		CaNPK	90	1,9	2,6	0,7	1,0	1,7	3,5	0,95	6,1
		CaPK	83	1,9	2,0	0,7	0,9	1,6	3,4	0,93	6,5
Wieloletnia uprawa roślin warzywnych Many years vegetable- growing		PK + N ₂₄ kg/ha	46	0,6	1,0	0,9	0,3	1,2	2,9	0,68	8,6
		PK + N ₂₄ kg/ha	44	0,7	0,5	0,9	0,4	1,3	2,5	0,65	8,6

* W czasie inkubacji - at incubation time

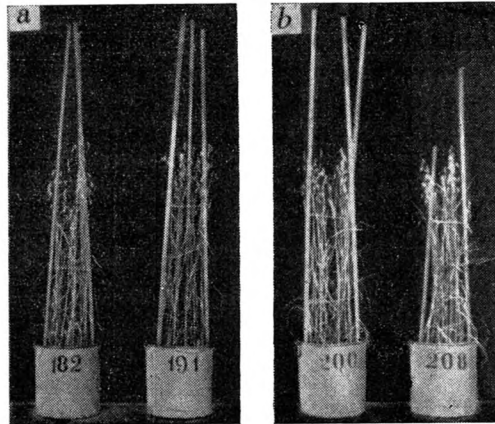
zonych nawozami azotowymi. Nie znaczy to oczywiście, że azot glebowy oznaczony tymi metodami nie odzwierciedla zasobności gleb w dostępne formy azotu. Po prostu wieloletnie opuszczenie w nawożeniu azotu nie wpłynęło w większym stopniu na zawartość azotu dostępnego w glebie. Dostarczony w danym roku azot w postaci nawozów został albo pobrany przez rośliny, albo też wypłukany z gleby. Ponieważ na poletkach nawożonych nawozami azotowymi są zawsze wyższe plony (spowodowane bezpośrednim działaniem nawozów azotowych), wyższy jest również plon resztek poźniwnych. Jak widzimy, nie wpłynęły one na zawartość dostępnych form azotu w glebie. Pewne znaczenie mogły one mieć w nagromadzeniu się ogólnej zawartości azotu i substancji organicznej. Wprawdzie zwiększenie zawartości tych związków w glebie pod wpływem nawożenia azotowego jest niewielkie, lecz powtarza się na każdym polu.

Charakterystyczną cechą jest wąski stosunek węgla do azotu (C : N) na wszystkich poletkach z wyjątkiem pól będących pod wieloletnią uprawą roślin warzywnych (tabl. 1).

WPLYW WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO NA PLON OWSA
ORAZ NA POBIERANIE AZOTU PRZEZ OWIES

Najbardziej miarodajnym czynnikiem zasobności gleb w dostępne formy azotu jest plon roślin, a szczególnie zawartość azotu w plonie. Dlatego to założono doświadczenia wazonowe na glebach pochodzących z poszczególnych kombinacji nawozowych. Próbkę tych gleb pobierano w analogiczny sposób jak te, które służyły do oznaczeń laboratoryjnych. Doświadczenia przeprowadzono w 1960 r. w wazonach Wagnera (7,5 kg gleby) w 4 powtórzeniach. Jako nawożenie podstawowe zastosowano na każdy wazon 0,6 g P_2O_5 w postaci $Ca(H_2PO_4)_2$, prócz tego 1,0 g K_2O w postaci K_2SO_4 oraz pożywkę mikroelementów. Na każdej glebie zastosowano 3 kombinacje ze wzrastającymi dawkami nawozów azotowych w formie NH_4NO_3 (0, 0,2, 0,4 g N na wazon). Wyniki doświadczeń zestawiono w tabl. 2, 3 i 4.

Z tablicy 2 oraz rys. 1 widzimy, że plony owsa na glebach, które od 1923 r. nie były nawożone nawozami azotowymi (PK), są bardzo podobne do plonów owsa na poletkach nawożonych w tym czasie wszystkimi podstawowymi składnikami pokarmowymi (NPK). Potwierdza to wyniki laboratoryjnych oznaczeń dostępnych form azotu w glebie (tabl. 1). Dodanie azotu do gleby nie spowodowało różnic w plonach na glebach uprzednio przez wiele lat nawożonych i nie nawożonych azotem. Dawka azotu w ilości 0,2 g na wazon przeszło czterokrotnie zwiększyła plony ziarna i słomy owsa. Zwiększenie dawki azotu do 0,4 g na wazon pod-



Rys. 1. Owies

a — na glebie z monokulturą żyta: 182 — PK od 1923 r., 191 — NPK od 1923 r.; b — na glebie z uprawą roślin w zmianowaniu dowolnym: 200 — PK od 1923 r., 208 — NPK od 1923 r.

Oat

a — on soil with rye monoculture: 182 — PK since 1923, 191 — NPK since 1923; b — on soil with plant cultivation in free rotation: 200 — PK since 1923, 208 — NPK since 1923

T a b l i c a 2

Doświadczenie wazonowe z owsem na glebach z wieloletnim nawożeniem azotowym.
Średnie plony suchej masy g/wazon
Pot experiments with oat on soils with many years' nitrofertalization.
Mean d.m. yields g/pot

Poprzednie nawożenie gleby Preceding soil fertil.		Dawka N g/wazon - N dose g/pot					
Zmianowanie Crop rotation	Kombinacja wieloletniego nawożenia Many years' fertil. comb.	0	0,2	0,4	0	0,2	0,4
		plon ziarna grain yield			plon słomy straw yield		
Monokultura żyta Rye monoculture	NPK	2,5	10,7	13,5	4,9	16,7	20,9
	PK	2,4	10,4	14,0	4,9	16,6	22,0
Zmianowanie dowolne Free rotation	NPK	2,2	10,0	14,0	4,4	17,3	22,9
	PK	1,9	10,5	14,9	4,2	18,3	24,2
Uprawa roślin wa- rzywanych Vegetable-growing	PK + N 72 kg/ha	1,6	6,6	11,6	3,3	16,1	24,0
	PK + N 24 kg/ha	1,8	7,9	12,2	3,9	13,2	25,0
μt (P=0,95)		0,69			1,24		

wyższyło plon owsa (w porównaniu do dawki 0,2 g) tylko o około 40%, co dowodzi, że działanie azotu przy większych dawkach było znacznie mniejsze w porównaniu do dawek małych.

W materiale roślinnym pochodzącym z tych doświadczeń oznaczono ogólną zawartość azotu metodą Kjeldhala. Z wyników tych (zestawionych w tabl. 3) widać, że wieloletnie nawożenie azotowe nie wpłynęło na procentową zawartość azotu w materiale roślinnym. Nawozy azotowe dane pod owies ogólnie biorąc obniżyły procentową zawartość azotu, zwłaszcza w słomie. Najwyższy procent azotu mają rośliny w wazonach nie nawożonych azotem i to na wszystkich glebach niezależnie od tego, z jakiego zmianowania lub kombinacji nawozowej pochodzą.

W tabelicy 4 zestawiono ilość pobranego azotu oraz jego wykorzystanie w zależności od gleby i dawki azotu na wazon. Z wyników tych widzimy, że wieloletnie nawożenie azotowe nie wpłynęło na ilość pobranego azotu przez owies. Z gleb, na których przez wiele lat uprawiano rośliny warzywne, owies pobrał mniej azotu niż z gleb. z uprawą roślin rolniczych. Również wykorzystanie azotu z nawozów azotowych na tych glebach jest nieco mniejsze. Przy wyższej dawce azotu jego wykorzystanie z nawozów jest również mniejsze. Wyniki te jeszcze raz potwierdzają, że wieloletnie nawożenie azotowe nie wpływa na zawartość dostępnych form azotu w glebie.

T a b l i c a 3

Doświadczenia wazonowe z owsem na glebach z wieloletnim nawożeniem azotowym
 Procentowa zawartość azotu w plonach s.m. owsa
 Pot experiments with oat on soils with many years' nitrofertlization
 Percent nitrogen content in oat d.m. yields

Poprzednie nawożenie gleby Preceding soil fertil.		Dawka N g/wazon - N dose g/pot					
Zmianowanie Crop rotation	Kombinacje wieloletniego nawożenia Many years' fertil. comb.	0	0,2	0,4	0	0,2	0,4
		% N w ziarnie % N in grain			% N w słomie % N in straw		
Monokultura żyta Rye monoculture	NPK	2,06	1,86	1,85	0,43	0,35	0,35
	PK	1,95	1,88	1,90	0,49	0,36	0,32
Zmianowanie dowolne Free rotation	NPK	1,79	1,71	1,85	0,54	0,34	0,33
	PK	2,01	1,79	1,87	0,53	0,37	0,29
Uprawa roślin wa- rzywnych Vegetable-growing	PK + N 72 kg/ha	1,97	1,88	1,80	0,42	0,28	0,30
	PK + N 24 kg/ha	2,12	1,89	1,94	0,39	0,29	0,27

Doświadczenie wazonowe z owsem na glebach z wieloletnim nawożeniem azotowym
Zawartość N w plonach przeciętnie g/wazon
Pot experiments with oat on soils with many years' nitrofertlization
Mean N content in crops g/pot

Poprzednie nawożenie gleby Preceding soil fertil.		Dawka N g/wazon - N dose g/pot				
Zmianowanie Crop rotation	Kombinacje wieloletniego nawożenia Many years' fertil. comb.	0	0,2	0,4	0,2	0,4
		Ilość azotu pobranego przez owies Nitrogen amount uptake by oat			Wykorzystanie N z nawozów % % N - recovery from fertil.	
Monokultura żyta Rye monoculture	NPK	0,073	0,257	0,323	92	62
	PK	0,071	0,255	0,336	92	66
Zmianowanie dowolne Free rotation	NPK	0,063	0,230	0,335	83	68
	PK	0,060	0,256	0,349	97	72
Uprawa roślin warzywnych Vegetable-growing	PK + N 72 kg/ha	0,045	0,169	0,281	62	59
	PK + N 24 kg/ha	0,053	0,186	0,304	66	62

WPLYW WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA ORGANICZNEGO
NA ZAWARTOŚĆ AZOTU OGÓLEM I AZOTU DOSTĘPNEGO
ORAZ SUBSTANCJI ORGANICZNEJ W GLEBIE

W rozdziale tym omówiono tylko wpływ obornika i roślin motylkowych na zawartość dostępnych form azotu w glebie. Do analiz laboratoryjnych i doświadczeń wazonowych wzięto gleby, które od 1923 r. były nawożone co rok obornikiem w różnych dawkach.

Jak widać z tabl. 5, zawartość azotu dostępnego w glebie wyraźnie zwiększyła się pod wpływem wieloletniego stosowania obornika. Największy przyrost azotu dostępnego stwierdzono przy oznaczaniu azotu uruchomionego w czasie inkubacji oraz przy oznaczaniu azotanów. Na glebie nawożonej najwyższymi dawkami obornika (600 q/ha) uruchomiło się w czasie inkubacji 6,5 mg N, a na glebie nawożonej tylko nawozami mineralnymi 0,5 mg N/100 g gleby. Pod wpływem większych dawek obornika bardzo wyraźnie zwiększa się również zawartość azotu ogółem w glebie. Widzimy to zarówno przy uprawie roślin rolniczych i warzywnych pod wpływem wieloletniego stosowania obornika, jak również pod wpływem roślin motylkowych. Pozwala to przypuszczać, że pod wpływem obornika i roślin motylkowych zwiększa się zawartość bakterii nitryfikacyjnych, nagromadzających azotany zarówno w warunkach polowych w czasie wegetacji, jak i laboratoryjnych podczas inkubacji.

T a b l i c a 5

Zawartość azotu ogółem dostępnego i substancji organicznej w glebie w zależności od wieloletniego nawożenia organicznego (mg N/100 g gleby)
Soil content of total and available N and of organic matter in relation to many years' organic fertilization (mg N/100 g soil)

Zmianowanie Crop rotation	Dawka obornika co rok Annual dose of farmyard manure (q/ha)	Azot ogółem Total nitro- gen	Azot dostępny - Nitrogen available						Zawartość substancji organicznej Organic subst. cont. %	C : N
			dla to A. niger	urucho- miony* mobil.	amonowy from ammon.	azotanowy from nitrates	mineralny mineral (NO ₃ +NH ₄)	met. Tiuryn- Kononowa		
Uprawa roślin warzywnych Vegetable-growing	600	149	1,8	6,5	1,3	1,8	3,1	5,9	3,48	13,6
	400	131	1,8	5,6	1,0	1,2	2,2	5,0	2,73	12,1
	200	79	0,9	3,4	0,8	0,7	1,5	5,2	1,50	11,0
	NPK	44	0,7	0,5	0,9	0,4	1,3	2,5	0,65	8,6
Monokultura żyta Rye monoculture	200	108	2,0	6,0	0,7	1,4	2,1	4,6	1,52	8,1
	NPK	77	1,6	3,5	0,7	0,8	1,5	3,9	0,93	7,0
	0	74	1,9	3,5	0,6	0,8	1,4	4,2	0,86	6,8
Wieloletnie zmianowanie Many years' rotation	z motylko- wymi with papi- lion	87	1,8	3,9	0,7	0,9	1,6	3,4	0,94	6,2
	bez motyl- kowych no papilion.	73	1,4	2,8	0,6	0,5	1,1	2,8	0,66	5,2

* W czasie inkubacji - during incubation

T a b l i c a 6

Wpływ wieloletniego nawożenia obornikiem na zwiększenie azotu ogółem i substancji organicznej w glebie
Influence of many years' manuring on increase of total nitrogen and organic matter in soil

Zmianowanie Crop rotation	Coroczna dawka obornika Annual manure dressing q/ha	W okresie 37 lat wniesiono do gleby na ha During 37 years period soil was given per ha		Zawartość w glebie azotu ogółem po 37 latach Total soil nitrogen content after 37 years' kg / ha	Przyrost N w glebie pod wpływem nawożenia obornikiem, wyrażony w % ogólnej ilości N dostarczonego w oborniku Increase of N in soil due to manuring, ex- pressed in % of total N - supply by manure	Zwiększenie N i substancji organicznej w glebie pod wpływem obornika (przyjmując NPK lub 0 za 100) Increase of N and org. matter in soil due to manuring (taking NPK or 0 as 100)	
		obornika manure q	kg N			N	substancja organiczna organic matter
Uprawa roślin warzywnych Vegetable-growing	600	22 200	11 100	4 470	28	338	535
	400	14 800	7 400	3 930	35	299	420
	200	7 400	3 700	2 370	28	179	220
	NPK	-	888	1 320	-	100	100
Monokultura żyta Rye monoculture	200	7 400	3 700	3 240	27	146	164
	0	-	-	2 220	-	100	100

Można by sądzić, że te dwie formy azotu w największym stopniu odzwierciedlają żyzność gleby pod względem azotu. Obornik wpływa w najmniejszym stopniu na nagromadzenie się w glebie form amonowych. Mniejsze dawki obornika i rośliny motylkowe nie wpłynęły na zwiększenie ilości azotu amonowego w glebie. Pewien przyrost widzimy dopiero przy najwyższej dawce obornika. Zawartość azotu dostępnego oznaczonego metodą *Aspergillus niger* w glebie nie inkubowanej i oznaczonego metodą chemiczną Tiurina-Kononowej zwiększa się pod wpływem obornika i roślin motylkowych szybciej niż formy amonowe, lecz wolniej niż azotany i azot uruchomiony w czasie inkubacji.

Aby wykazać, w jakim stopniu obornik i zawarty w nim azot wpłynęły na zwiększenie azotu ogółem i substancję organiczną w glebie, w tabl. 6 zestawiono liczby obrazujące ilość dostarczonego do gleby azotu w okresie 37 lat oraz wzrost ogólnej zawartości azotu i substancji organicznej po 37 latach.

Obornik bardzo wyraźnie zwiększył zawartość azotu ogółem i substancji organicznej w glebie. Jeżeli przyjąć średnio 0,5% azotu w oborniku, to w ciągu 37 lat wniesiono do gleby przy najwyższej dawce obornika (600 q/ha) 11,100 kg azotu na 1 ha. Pod wpływem tego azotu w warstwie ornej zwiększyła się ogólna zawartość azotu o 3,150 kg, co stanowi 28% w stosunku do ilości wniesionego azotu z obornikiem. Dla pozostałych dawek obornika procent ten wynosi 27—35. Widzimy więc, że około 30% azotu zawartego w oborniku może pozostać w glebie. W tablicy 6 wykazano również, że pod wpływem obornika znacznie szybciej przyrasta w glebie substancja organiczna niż azot ogółem. Tak np. pod wpływem największych dawek obornika azot ogółem zwiększył się w glebie o 238%, a substancja organiczna o 435% w porównaniu do kombinacji nawożonych nawozami mineralnymi. Podobnie i w pozostałych kombinacjach przyrost substancji organicznej w glebie jest szybszy niż przyrost azotu. W związku z tym im wyższa dawka obornika, tym stosunek C : N jest szerszy (tabl. 5). Przy dawce obornika 600 q/ha co rok wynosi on 13,6, a przy dawce 200 q/ha 11,0. Przy stosowaniu nawozów mineralnych C : N wynosi 8,6.

WPLYW WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA ORGANICZNEGO NA PLON OWSA ORAZ NA POBIERANIE AZOTU PRZEZ OWIES

Jak już wykazano poprzednio, wieloletnie nawożenie obornikiem wyraźnie wpływa na zwiększenie dostępnych form azotu w glebie. W celu potwierdzenia tych wyników postanowiono sprawdzić wpływ tego nawożenia na plon i pobieranie azotu przez owies. Doświadczenie to zało-

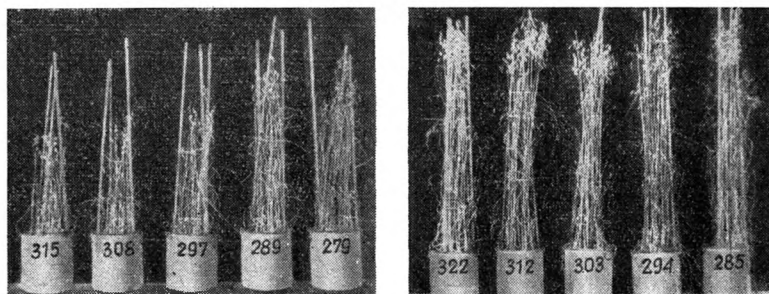
żono w takich samych warunkach jak na glebach nawożonych od wielu lat tylko nawozami mineralnymi.

Na kombinacji bez dodatkowego nawożenia azotem plony owsa na glebach nawożonych przez wiele lat obornikiem są wyraźnie większe niż na glebach nie nawożonych obornikiem. Przy nawożeniu azotowym różnice te są już znacznie mniejsze, a szczególnie przy dawce 0,4 g N na wazon (tabl. 7 i rys. 2).

Z tablicy 7 widać również, że przy dawce 0,4 g N na wazon na glebach nie nawożonych od wielu lat nawozami organicznymi uzyskano podobne plony jak na glebach nawożonych od 37 lat bardzo wysokimi dawkami obornika. Rozszerzając ten wniosek możemy przypuszczać, że na glebach słabo próchnicznych przy odpowiednim nawożeniu mineralnym i odpowiedniej wilgotności możemy uzyskać tak samo wysokie plony jak na glebach bardziej próchnicznych. Wzrost plonów owsa pod wpływem mniejszych dawek azotu (0,2 g) jest bowiem znacznie większy niż wzrost pod wpływem wieloletniego stosowania nawet najwyższych dawek obornika.

W materiale roślinnym pochodzącym z tych doświadczeń oznaczono procentową zawartość azotu (tabl. 8). Wieloletnie nawożenie obornikiem w małym stopniu wpłynęło na procentową zawartość azotu w ziarnie owsa. W słomie natomiast możemy zaobserwować nieco wyższą zawartość azotu na glebach nawożonych obornikiem w porównaniu do gleb nawożonych tylko nawozami mineralnymi lub do gleb nie nawożonych. Nawożenie azotowe dane pod owies bardzo wyraźnie obniżyło procentową zawartość azotu zarówno w ziarnie, jak i w słomie.

Najbardziej miarodajnym czynnikiem oznaczania zasobności gleb w dostępne formy azotu jest ilość pobranego azotu przez rośliny. Z przytoczonych wyników (tabl. 9) widzimy, że owies pobrał znacznie więcej azotu z gleb, na których przez wiele lat stosowano nawozy organiczne niż z gleb nawożonych tylko nawozami mineralnymi. Im wyższa dawka obornika, tym więcej azotu pobrał owies. Tak np. przy dawce obornika 600 q/ha ilość pobranego azotu jest 3-krotnie wyższa niż przy nawożeniu mineralnym. Wyniki te potwierdzają laboratoryjne oznaczenia dostępnych form azotu w glebie. Jeżeli gleby te nawozić azotem, omawiane różnice będą znacznie mniejsze. Tak np. przy dawce 0,4 g N na wazon owies pobrał tylko 19% więcej azotu z gleb nawożonych co rok obornikiem niż z gleb o nawożeniu mineralnym. Wyniki te jeszcze raz potwierdzają, że na glebach, na których od wielu lat nie stosowano obornika (mniej próchnicznych) można uzyskać tak samo wysokie plony jak na glebach, na których co rok stosowano obornik.



Ryc. 2. Owies na glebach o następującym wieloletnim nawożeniu

315 — PK + N₂₄, 308 — PK + N₇₂ kg/ha, 297 — obornika 200 q, 289 — obornika 400 q, 279 — obornika 600 q/ha, 322 N₂₄ + 0,4 g N na wazon, 312 — N₇₂ + 0,4 g N na wazon, 303 — obornika 200 q + 0,4 g N na wazon, 294 — obornika 400 q + 0,4 g N na wazon, 285 — obornika 600 q + 0,4 g N na wazon

Oat on soil with the following many years' fertilization

315 — PK + N₂₄, 308 — PK + N₇₂ kg/ha, 297 — farmyard manure 200 q/ha, 289 — 400 q farmyard manure, 279 — farmyard manure 600 q, 322 — N₂₄ + 0,4 g N per pot, 312 — N₇₂ + 0,4 g N per pot, 303 — farmyard manure 200 q + 0,4 g N per pot, 294 — farmyard manure 400 q + 0,4 g N per pot, 285 — farmyard manure 600 q + 0,4 g N per pot

Tablica 7

Doświadczenie wazonowe z owsem na glebach z wieloletnim nawożeniem obornikiem.

Srednie plony s.m. g/wazon

Influence of many years' manuring on increase of total nitrogen and organic matter in soil.
Mean crops g/pot

Poprzednie nawożenie gleby Preceding soil fertil.		Dawka N g/wazon - N dose g/pot					
Zmianowanie Crop rotation	Dawki obornika co- rok Annual manure dressing (q/ha)	0	0,2	0,4	0	0,2	0,4
		plon ziarna grain yield			plon słomy straw yield		
Uprawa roślin warzywnych Vegetable-growing	600	4,9	10,7	14,0	9,6	21,9	28,3
	400	4,0	10,0	15,0	8,4	18,8	26,9
	200	2,7	7,1	12,1	5,7	15,1	22,9
	NPK	1,8	7,9	12,1	3,9	13,4	25,3
Monokultura żyta Rye monoculture	200	3,4	12,0	13,4	9,1	23,4	27,5
	NPK	2,5	10,7	13,5	4,9	16,7	20,9
μ. t. (P=0,95)		0,81			1,87		

T a b l i c a 8

Doświadczenia wazonowe z owsem na glebach z wieloletnim nawożeniem organicznym
Zawartość N w plonach s.m. owsa
Pot experiments with oat on soils with many years' manuring
N content in oat d.m. yield

Poprzednie nawożenie gleby Preceding soil fertil.		Dawka N g/wazon - N dose g/pot					
Zmianowanie Crop rotation	Dawka obornika co rok Annual manure dressing q/ha	0	0,2	0,4	0	0,2	0,4
		% N w s.m. ziarna % N in grain d.m.			% N w s.m. słomy % N in straw d. m.		
Uprawa roślin wa- rzywnych Vegetable-growing	600	2,28	1,80	2,01	0,46	0,30	0,28
	400	2,28	1,89	1,83	0,51	0,33	0,30
	200	2,15	1,85	1,83	0,54	0,29	0,30
	NPK	2,12	1,89	1,94	0,39	0,29	0,27
Monokultura żyta Rye monoculture	200	2,01	1,80	1,73	0,50	0,41	0,42
	NPK	2,06	1,86	1,85	0,43	0,35	0,35
Średnia - Average		2,15	1,85	1,88	0,46	0,32	0,31

T a b l i c a 9

Doświadczenia wazonowe z owsem na glebach z wieloletnim nawożeniem organicznym
Zawartość azotu oraz jego wykorzystanie z nawozów (%)
Pot experiments with oat on soils with many years' manuring
Nitrogen content and its recovery from fertilizer (%)

Poprzednie nawożenie gleby Preceding soil fertil.		Ilość azotu pobranego przez owies przy dawce N/wazon Nitrogen amount uptaken by oat with dose N/pot			Wykorzystanie N z nawozów przy dawce N/wazon % % N recovery from fertilizer with dose N/pot	
Zmianowanie Crop rotation	Dawka obornika co rok Annual manure dressing q/ha	0	0,2	0,4	0,2	0,4
		Uprawa roślin wa- rzywnych Vegetable-growing	600	0,155	0,258	0,360
400	0,136		0,251	0,356	57	55
200	0,089		0,175	0,315	43	56
NPK	0,053		0,186	0,304	66	62
Monokultura żyta Rye monoculture	200	0,113	0,312	0,347	100	59
	NPK	0,070	0,258	0,341	94	68

KORELACJA MIĘDZY AZOTEM POBRANYM PRZEZ OWIES A ZASOBNOŚCIĄ GLEB
W AZOT OZNACZANY RÓŻNYMI METODAMI

Pozostało jeszcze do omówienia, w jakim stopniu stosowane metody oznaczania dostępnych form azotu i substancji organicznej w glebie odzwierciedlają naturalną żyzność gleby pod względem azotu.

Za podstawę wzięto ilość azotu pobranego przez owies z doświadczeń wazonowych, założonych na glebach, na których stosowano różne wieloletnie nawożenie mineralne i organiczne. Doświadczenia te założono na 11 glebach. Mając plon azotu pobranego przez owies przy nawożeniu mineralnym bez azotu (PK) oraz zawartość dostępnych form azotu w tych glebach obliczono współczynnik korelacji dla poszczególnych metod. Współczynniki te są następujące:

- azot ogółem 0,97
- azot dostępny dla *A. niger* w glebie nie inkubowanej 0,58
- azot dostępny uruchomiony w czasie inkubacji 0,92
- azot dostępny amonowy 0,67
- azot dostępny azotanowy 0,94
- azot dostępny oznaczony metodą Tiurina-Kononowej 0,87
- substancja organiczna 0,96

Azot ogółem oznaczony metodą Kjeldahla w największym stopniu odzwierciedla żyzność gleby pod względem azotu. Współczynnik korelacji przy tej metodzie jest najwyższy i wynosi 0,97. Z dostępnych form azotu największą korelację z plonem owsa dają azotany oraz azot uruchomiony w czasie inkubacji i oznaczony metodą *A. niger*. Najmniejszą korelację stwierdzono przy oznaczaniu azotu dostępnego metodą *A. niger* w glebie nie inkubowanej oraz przy oznaczaniu form amonowych w glebie. Dość wysoką korelację stwierdzono również przy oznaczaniu azotu dostępnego metodą Tiurina-Kononowej. Stwierdzono również bardzo wysoką korelację między zawartością substancji organicznej w glebie a ilością pobranego azotu przez owies. Możemy więc z dużym prawdopodobieństwem sądzić o zasobności gleb w dostępne formy azotu na podstawie substancji organicznej w glebie.

Z przytoczonego materiału widzimy, że przy badaniu wpływu nawożenia mineralnego i organicznego na zasobność gleb w dostępne formy azotu powinniśmy szczególnie zwrócić uwagę na ogólną zawartość azotu, azot uruchomiony w czasie inkubacji, azotany oraz na substancję organiczną.

WNIOSKI

Na podstawie przytoczonego materiału możemy wyciągnąć następujące wnioski:

1. Gleby, które od 37 lat nie były nawożone nawozami azotowymi (PK), zawierają takie same ilości dostępnych form azotu jak gleby

nawożone w tym czasie wszystkimi podstawowymi składnikami pokarmowymi (NPK).

Pod wpływem wieloletniego nawożenia azotowego nagromadziło się w glebie niewiele więcej azotu ogółem i substancji organicznej niż w glebie, która nie była nawożona azotem.

2. W doświadczeniach wazonowych plony owsa oraz ilość pobranego przezeń azotu (bez dodatkowego nawożenia azotem w wazonach) na glebach nie nawożonych przez wiele lat nawozami azotowymi (PK) są takie same jak na glebach nawożonych w tym czasie wszystkimi podstawowymi składnikami pokarmowymi (NPK). Dodatkowe nawożenie azotem zwiększyło znacznie plony owsa.

3. Wieloletnie nawożenie obornikiem (stosunkowo wysokimi dawkami) wyraźnie zwiększyło zawartość azotu ogółem, azotu dostępnego i substancji organicznej w porównaniu z glebami nawożonymi tylko nawozami mineralnymi lub nie nawożonymi żadnymi nawozami. Pod wpływem wieloletniego stosowania obornika najbardziej zwiększyła się w glebie zawartość azotu uruchomionego w czasie inkubacji.

4. W doświadczeniach wazonowych założonych na glebach przez wiele lat nawożonych obornikiem plony owsa były większe niż na glebach z nawożeniem mineralnym. Dodanie w tych warunkach azotu mineralnego podniosło znacznie plony, przy czym stosunkowo większe plony uzyskano na glebie nawożonej uprzednio większymi dawkami obornika.

5. W celu stwierdzenia, w jakim stopniu stosowane metody odzwierciedlają żyzność gleby pod względem azotu, obliczono korelację między tymi metodami a ilością pobranego azotu przez owies w doświadczeniach wazonowych. Najwyższą korelację stwierdzono między azotem pobieranym przez owies a ogólną zawartością azotu w glebie, azotem uruchomionym w czasie inkubacji, azotanami i zawartością substancji organicznej. Najmniejszą korelację wykazuje azot dostępny dla *A. niger* w glebie nie inkubowanej oraz azot amonowy.

LITERATURA

- [1] Bielyczkova N. P.: Niektóre zakonomiarnosti sodierżanja sostwa gumusa i swoistw gumusowych wieszcziestw w gławniejszych grupach poczw SSSR. Trudy Poczw. in-ta AN SSSR, t. 38, 1951.
- [2] Gorodnij N. S.: Wlijanie dlitielnogo sistimaticzeskogo wniesienia udobrieni na nakoplienie gumusa w poczwie i urożaj sielskochoziajstwiennych kultur. Poczwowiedien., nr 2, 1961, s. 86—93.
- [3] Górski M., Królikowski L.: Zawartość związków próchnicznych w glebie w zależności od nawożenia. Roczn. Glebozn., t. 2, 1952.
- [4] Górski M., Mercik S.: Wieloletnie doświadczenia z nawożeniem pod ziemiaki. Roczn. Glebozn., t. 12, s. 25—37.

- [5] Heick Fr., Dorph-Peterson K.: Fastligende godningsforsog pa let sandjord ved Jundewad 1942—1957. Tidskr — planteavl 1960—1964, nr 3, s. 481—514.
- [6] Iwersen: Doświadczenia z obornikiem i sztucznym nawożeniem w Danii. Stacja Doświadczalna w Askov 1894—1948. Materiały z międzynarodowego zjazdu naukowego w Szczecinie w 1960 r.
- [7] Kudzin J. K.: Rieakcja kukuruzy, sacharnoj swiekly i kartofielia na izmienie pitatielnogo riezima poczwy pri dlitielnom primienieni udobrenij. Poczwowiedien. 1960, nr 6, 1960, s. 71—77.
- [8] Merker J.: Untersuchungen on den Ernten und den Boden des Versuches „Ewiger Roggenbau” in Halle-Saale. Kuch. Arch. 70, Sissert 1956.
- [9] Moroz E.: Wpływ wieloletniego nawożenia na zawartość węgla organicznego, odczyn gleby, ilość azotu dostępnego oraz plony i jakość ziarna na polu z monokulturą żyta w Skierniewicach. Praca magisterska wykonana w Zakładzie Chemii Rolniczej SGGW, 1961.
- [10] Nowosielski O.: Zagadnienie badania potrzeb nawozowych gleb w stosunku do azotu. Roczn. Glebozn., t. 6, 1957, s. 51—78.
- [11] Nowosielski O.: Oznaczenie różnych form azotu za pomocą grzyba *Aspergillus niger*. Roczn. Glebozn., t. 9, z. 2, 1960, s. 37—55.
- [12] Nowosielski O.: Ocena zapasów azotu dostępnego w różnych glebach za pomocą *Aspergillus niger*. Roczn. Glebozn., t. 10, z. 2, 1961.
- [13] Russel E. J.: Warunki glebowe a wzrost roślin. PWRiL, Warszawa 1958.
- [14] Schillak R.: Oznaczanie azotu mineralnego w glebie. Roczn. Glebozn., dodatek do tomu 7, 1958.
- [15] Schmalfus K.: Fragen den organischen Düngen Sitzungsberichte. T. 7, z. 3, D. S. Landwirtschaftwissenschaften zu Berlin.
- [16] Tiurin J. W., Konnonowa M. M.: O nowom metodie opriedelenia postriebnosti poczw w azocie. Trudy Poczw Inst. im. W. W. Dokuczajewa, 10 (1934).

С. МЭРЦИК

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО МИНЕРАЛЬНОГО И ОРГАНИЧЕСКОГО
УДОБРЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА И ОРГАНИЧЕСКОГО
ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ

Кафедра Агрохимии Главной Сельскохозяйственной Школы, Варшава

Резюме

На опытном поле Кафедры Агрохимии и Кафедры Овощеводства Главной Сельскохозяйственной Школы в Скерневицах с 1923 года проводятся опыты с удобрением; в этих опытах удобрительные комбинации на отдельных участках не меняются со времени заложения опытов. Ближайшие данные о ведении этих опытов приводятся на стр. 25.

В обсуждаемых опытах изучались почвы следующих севооборотов, различным образом удобрявшиеся минеральными удобрениями:

1. Монокультура ржи.
2. Произвольное чередование культур без навоза и мотыльковых.
3. Произвольное чередование культур без навоза, но с культурой мотыльковых через 3—4 года.
4. Культура овощей.

Сведения об изученных комбинациях удобрений в пределах этих чередований культур приведены в таб. 1 и 5.

В опытах изучалось плодородие почв с точки зрения участия азота в удобрительных комбинациях отдельных севооборотов. С этой целью определялся в почвах валовой азот и доступный азот — посредством нескольких методов; определялось также органическое вещество. Доступный азот определялся:

а) методом *A. niger* в почве, подвергнутой инкубации [11]; б) приведенный в движение во время инкубации, этот азот определялся разницей между азотом доступным для *A. niger* после инкубации и перед инкубацией почвы [11]; в) по методу Тюрина-Кононовой [16]; г) нитратом; д) нитратом аммония [14]. Содержание органического вещества в почве определялось при помощи перманганата. Результаты этих опытов приведены в табл. 1 и 5. Данные о росте азота под влиянием многолетних доз навоза и увеличении органической субстанции в почве приведены в табл. 6. Для подтверждения влияния многолетнего применения все тех же севооборотов и тех же самых удобрений, на почвах изучаемых удобрительных комбинаций заложены вегетационные опыты с овсом, и на основании урожая оценивалось плодородие опытных почв (см. табл. 2, 3, 4, 7, 8, 9).

Результаты всех этих опытов позволяют придти к следующим заключениям:

1. Почвы, не удобрявшиеся в продолжение 37 лет азотными удобрениями (РК), содержат такие же количества доступных форм азота, что и почвы удобрявшиеся в это время всеми основными питательными элементами (НРК).

Под влиянием многолетнего азотного удобрения в почве накопилось также несколько большее количество валового азота и органического вещества, чем в почве, не получавшей азотного удобрения.

2. В вегетационных опытах урожая овса и количество усвоенного им азота (без добавочного удобрения азотом в сосудах) на легких почвах, в течение многих лет не получавших азотных удобрений (РК) оказались такими же, как на почвах удобрявшихся в то же время всеми основными питательными элементами (НРК). Добавочное азотное удобрение значительно повысило урожай овса.

3. Многолетнее удобрение навозом (с применением относительно высоких доз) определенно увеличило содержание общего азота, доступного азота и органического вещества против почв, удобренных лишь минеральными удобрениями или вовсе лишенными кокого либо удобрения. Под влиянием многолетнего применения навоза больше всего возросло в почве содержание доступного азота, приведенного в движение в течение инкубации.

4. В вегетационных опытах, заложенных на почвах, не удобрявшихся в течение многих лет навозом, урожай овса были выше, чем на почвах с минеральным удобрением. В этой обстановке прибавка минерального азота значительно повысила урожай, причем относительно более высокие урожаи получены на почве предварительно удобренной высшими дозами навоза.

5. Для установления, в какой степени примененные методы свидетельствуют о плодородии почвы под воздействием азота, вычислена корреляция между этими методами и количеством азота, поглощенного овсом в вегетационных опытах.

Самая высокая корреляция отмечена между азотом, поглощенным овсом, и валовым содержанием азота в почве, азотом приведенным в движение во время инкубации, нитратами и содержанием органической субстанции. Всего меньше корреляция, которую проявляет азот доступный для *A. niger* в почве не подвергается инкубации.

S. MERCIK

EFFECT OF MANY YEARS' MINERAL AND ORGANIC
FERTILIZATION ON SOIL CONTENT OF NITROGEN
AND ORGANIC SUBSTANCE

Summary

Chair of Agrochemistry, Central School of Agriculture Warsaw

On the Experimental Field of the Chair of Agrochemistry and the Chair of Vegetable-Growing at Skierniewice fertilizing experiments are being conducted since 1923 in which the fertilizer combinations on the individual plots have remained unaltered since the commencement of the trials. Detailed information on procedure are given on p. The experimental object are soils enriched in different ways by mineral fertilizers originating from the following crop rotations:

1. Rye monoculture.
2. Free rotation with no farmyard manure nor papilionaceae.
3. Free rotation without farmyard manure but with cultivation of papilionaceae every 3—4 years.
4. Cultivation of vegetables.

Information on fertilizer combinations with the above crop rotations contain tabs. 1 and 5.

The aim of the present investigations was the study of soil productivity in respect to the nitrogen of the fertilizing combinations in the individual crop rotations. To this end total nitrogen and available nitrogen were determined in the soils by several methods, also the organic matter. The available nitrogen was determined:

- a) with the *A. niger* method in incubated soil [11];
- b) N mobilized during incubation was determined from the difference between *A. niger*-available nitrogen after and prior to incubation of the soil [11];
- c) with the Tiurin-Konnonowa method [16];
- d) with nitrates [19];
- e) with nitrogen from ammonium [14].

Soil content of organic matter was determined with permanganate. The findings are given in tabs. 1 and 5. Tab. 6 shows the increase in nitrogen resulting from many year's manuring and of the organic matter in the soils. In order to determine the effect of many years' application of the same crop rotations and the same fertilizers on soils with the abovementioned fertilizing combinations, pot experiments with oats were set up and the productivity of the tested soils was estimated on base of their yields (see tabs. 2, 3, 4, 7, 8, 9).

The results obtained in this research allow to draw the following conclusions:

1. Soils which had not been dressed with nitrofertilizers (PK) for a period of 37 years contain the same amount of available nitrogen forms as the soils fertilized during this period with all basic nutrient components (NPK).

The amount of total nitrogen and organic matter accumulated in soils with many years' nitrofertilizing do not exceed significantly those in soils with no nitrogen dressing.

2. In the pot experiments the oat crops and the quantity of nitrogen uptaken by them (no nitrofertilizer being added to the pots) are the same on soils not dressed with nitrofertilizers (PK) for many years', as on soils dressed during this time with all basic nutrient components (NPK). Additional nitrofertilizing caused considerable increase in oat crops.

3. Many years' farmyard manuring (relatively large dressings) raised considerably contents of total nitrogen, available nitrogen and organic matter in comparison to mineral or no fertilization at all. Under the influence of many years' farmyard manuring the soil content of available nitrogen mobilized during incubation showed the highest increase.

4. In pot experiments set up on soils manured during many years the oat crops were greater than on soils with mineral fertilization. Addition of mineral nitrogen in these conditions raised the crops considerably, relatively higher yields being obtained on soils previously enriched with greater manure doses.

5. In order to ascertain to what extent the methods applied in research actually reflect the influence of the nitrogen on soil fertility, the correlation of those methods with the amount of nitrogen uptaken by oat in the pot experiments was computed. Highest correlation was observed between the nitrogen uptake by oat and total soil nitrogen content, nitrogen mobilized during incubation, nitrates and content of organic matter. Lowest correlation was shown by *A. niger*-available nitrogen in non-incubated soil and nitrogen from ammonium.