

WPŁYW NAWOŻENIA NA PRODUKTYWNOŚĆ ZMIANOWAŃ I WŁAŚCIWOŚCI GLEBY

Alicja Gawrońska-Kuleszowa

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin SGGW w Warszawie

Wykładnikiem prawidłowego zmianowania i nawożenia jest żyzność gleby, wyrażająca się wysokością i jakością uzyskiwanych plonów. Poznanie reakcji roślin na stosowane zabiegi agrotechniczne, a zwłaszcza nawożenie, stosowane w zmianowaniu, jest tematem szeregu wieloletnich doświadczeń prowadzonych w kraju i za granicą [1, 3, 4, 5, 11, 10, 15, 18, 22, 24]. Doświadczenia te prowadzone są w odmiennych warunkach glebowo-klimatycznych z zastosowaniem różnych dawek nawozów organicznych i mineralnych w różnych zmianowaniach. Toteż wnioski wyciągane z tych doświadczeń odnośnie działania nawożenia organicznego, mineralnego i mieszanego (organicznego + mineralnego) są często rozbieżne.

Autorzy szeregu prac [3, 6, 7, 8, 13, 16, 18, 19, 20, 22] zwracają uwagę na zmiany we właściwościach chemicznych i fizycznych gleby, zachodzące pod wpływem nawożenia i zmianowania. W świetle prowadzonych doświadczeń coraz wyraźniej uwidacznia się istnienie ścisłej zależności między nawożeniem, rozwojem i plonowaniem roślin a procesami zachodzącymi w glebie. Zadaniem rolnika jest kierowanie tymi procesami i utrzymanie intensywności tych procesów na poziomie zapewniającym otrzymanie maksymalnych plonów o wysokiej jakości.

W pracy niniejszej zostaną przedstawione wyniki doświadczeń nad efektywnością nawożenia obornikiem i nawozami mineralnymi stosowanego w dwóch różnych zmianowaniach, przeprowadzonych na dwóch glebach lekkich w latach 1960-1968.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia przeprowadzono w latach 1960-1968 w RZD SGGW Chylice na glebie bielcowej, wytworzonej z piasków gliniastych lekkich na piaskach luźnych, podścielonych gliną zwałową lekką. Klasa użytkowa IVb, pH 5,2, zawartości: P_2O_5 7 mg/100 g gleby, K_2O — 6,9 mg/100 g gleby. Prowadzono dwa doświadczenia, w których na tle dwóch zmianowań porównywano różne formy i dawki nawozów, jednakowe w obydwu zmianowaniach. Doświadczenie I

o zmianowaniu *A*: len-len-owies-ziemniaki-len-owies-ziemniaki. Doświadczenie II o zmianowaniu *B*: żyto-żyto-ziemniaki-owies-żyto-ziemniaki-owies-żyto. Obydwa doświadczenia były zlokalizowano obok siebie. Zróżnicowane nawożenie było stosowane pod każdą roślinę zmianowania (tab. 1). Doświadczenia założono

T a b e l a 1

Schemat nawożenia stosowanego pod każdą roślinę (dla zmianowania *A* i *B*)

Nr kombinacji	Nawożenie
1	kontrola nie nawożona
2	obornik 150 q/ha,
3	nawożenie mineralne N-35 P-40 K-60
4	obornik 300 q/ha,
5	obornik 150q/ha N-35 P-40 K-60
6	nawożenie mineralne N-70 P-80 K-120

metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach. Wielkość poletek do nawożenia 28 m², do zbioru — 18 m².

Ilość opadów i średnie temperatury powietrza w okresie trwania doświadczenia podano w tabeli 2.

T a b e l a 2

Wysokość opadów i temperatury powietrza w czasie prowadzenia doświadczenia. Dane meteorologiczne

Lata	Opady w mm		Temperatura w °C	
	jesień + zima	wiosna + lato	średnia za okres	
	1 IX — 31 III	1 IV — 31 VIII	IX — III	IV — VIII
1960/61	186,9	349,6	+3,7	+14,6
1961/62	227,1	455,2	+3,5	+13,8
1962/63	129,7	342,8	+2,2	+16,1
1963/64	160,3	289,8	+0,6	+14,9
1964/65	193,7	380,5	+1,2	+13,4
1965/66	173,0	343,4	+0,9	+14,8
1966/67	339,8	340,6	+2,9	+15,5
1967/68	229,1	440,0	+2,5	+14,9

W nasionach i bulwach oznaczono azot niebiałkowy, po wytrąceniu białka wg Sandersa i azot ogółem metodą Kjeldahla. Z różnicy obliczono zawartość azotu białkowego, skrobię w bulwach ziemniaków oznaczono na wadze Reihmanna.

Ocenę technologiczną ziarna i mąki przeprowadzono w Katedrze Przetwórstwa Zbożowego SGGW. W glebie oznaczono węgiel organiczny i azot ogólny metodą Tiurina oraz skład frakcyjny próchnicy metodą Kononowej i Bielczikowej (z pirofosforanem sodu).

PLONY

Zróznicowanie plonów roślin pod wpływem zastosowanego nawożenia w badanych zmianowaniach, obrazują dane przedstawione w tabeli 3. Jak wynika z przedstawionych tam liczb, badane formy i dawki nawozów działały odmiennie w obu zmianowaniach. W zmianowaniu *A* na obiektach z nawożeniem mineralnym uzyskano wyższe plony nasion i bulw niż na obiektach nawożonych obornikiem. Nawożenie mieszane ustępowało nieznacznie w tym zmianowaniu nawożeniu wysoką dawką nawozów mineralnych (różnice statystyczne nie udowodniono).

Przeciętna zwyżka plonu nasion i bulw za okres trwania doświadczenia w stosunku do kontroli nie nawożonej wynosiła 30% dla kombinacji nawożonej 150 q/ha obornikiem, 70% dla kombinacji nawożonej niskimi dawkami nawozów mineralnych i dla kombinacji nawożonej 300 q/ha obornikiem, 95% dla kombinacji nawożonej nawozami mieszanymi i 120% dla kombinacji nawożonej wysokimi dawkami nawozów mineralnych.

W zmianowaniu *B* różnice w plonach uzyskane w porównywanych kombinacjach nawozowych były mniejsze. Plony na poletkach nawożonych obornikiem były nieznacznie niższe niż na poletkach nawożonych nawozami mineralnymi. W zmianowaniu tym nawożenie mieszane działało na ogół lepiej niż samo nawożenie mineralne, czy samo nawożenie obornikiem. W kombinacji tej uzyskano najwyższe plony w większości lat prowadzonego doświadczenia. Przeciętna zwyżka plonów za okres trwania doświadczenia w stosunku do kontroli nie nawożonej wyniosła w kombinacji z nawożeniem 150 q/ha obornika 26%, nawożeniem niską dawką nawożenia mineralnego 36%, nawożeniem 300 q/ha obornika lub wysoką dawką nawozów mineralnych 43%, a nawożeniem mieszanym 54%.

Celem lepszej wyceny zastosowanego nawożenia i porównania jego efektywności w obu zmianowaniach, plony przeliczono na jednostki zbożowe i białko. Wyniki przedstawiono w tabeli 4. W zmianowaniu *A* najwyższy plon jednostek zbożowych i białka uzyskano w kombinacji nawożonej wysoką dawką nawozów mineralnych. W zmianowaniu *B* najwyższy plon jednostek zbożowych i białka uzyskano na nawożeniu mieszanym. Najniższe zbiory w obydwu zmianowaniach uzyskano w kombinacji nawożonej niską dawką obornika i na kontroli nie nawożonej.

Zestawienie to zdaje się potwierdzać wysuniętą wyżej tezę, że o działaniu zastosowanego nawożenia decydowały rośliny wchodzące w skład zmianowania. Zastąpienie lnu żytem zmieniło w sposób dość istotny efektywność nawożenia mineralnego, stosowanego w wysokiej dawce.

Nawożenie było czynnikiem decydującym nie tylko o wysokości plonów, ale również o zawartości azotu ogólnego w nasionach i bulwach (tab. 5). Stwierdzono wyraźny wzrost zawartości azotu ogólnego w nasionach roślin zbożowych i lnu uprawianych w badanych zmianowaniach. Nie miało natomiast ono wpływu na zawartość azotu ogółem w bulwach.

Celem lepszej wyceny działania wieloletniego nawożenia na wartość plonu

Wpływ nawożenia na plonowanie						
Plon ziarna, bulw — q/ha						
Nawożenie						
Rok	Roślina	kontrola	150 q obornika	N-35 P-40 K-60	300 g obornika	150 q obornika + N-35 P-40 K-60
Zmianowanie						
1961	len	4,4	5,6	7,1	7,5	6,8
1962	len	3,5	5,8	7,4	7,2	7,9
1963	owies	14,1	23,1	32,6	31,6	33,1
1964	ziemniaki	174,0	232,0	284,0	297,0	293,0
1965	len	2,9	2,9	5,2	4,2	5,9
1966	owies	13,5	18,7	20,7	24,2	22,5
1967	ziemniaki	147,0	194,0	275,0	251,0	302,0
Przeciętna roczna zwyżka plonów w %		—	34	77	71	95
Zmianowanie						
1961	żyto	29,0	29,1	36,1	35,0	39,0
1962	żyto	22,8	26,0	25,8	26,6	27,9
1963	ziemniaki	111,0	202,0	179,0	222,0	236,0
1964	owies	35,8	36,9	42,1	42,4	38,5
1965	żyto	24,2	27,4	30,4	32,8	35,9
1966	ziemniaki	194,0	293,0	352,0	355,0	389,0
1967	owies	18,8	20,7	23,6	22,1	23,6
1968	żyto	23,3	32,1	30,1	34,0	33,5
Przeciętna roczna zwyżka plonów w %		—	26	36	43	54

przeprowadzono szczegółowe badania rośliny zamykającej zmianowanie. W zmianowaniu *A* były to ziemniaki, a w zmianowaniu *B* — żyto.

Uzyskane wyniki analizy plonu bulw przedstawiono w tabeli 6. Stwierdzono wyraźny wzrost przeciętnego ciężaru jednej bulwy pod wpływem nawożenia wysoką dawką obornika, wysoką dawką nawozów mineralnych i na nawożeniu mieszanym (obornik + mineralne). Najmniejszym ciężarem charakteryzowały się bulwy uzyskane w kombinacji nawożonej obornikiem w ilości 150 q/ha. Nawożenie miało również decydujący wpływ na strukturę plonu bulw. Najkorzystniejszą strukturę plonu bulw (najwięcej bulw o ciężarze 40-100 g) uzyskano na nawożeniu: mieszanym, wysoką i niską dawką nawozów mineralnych i na nawożeniu mieszanym, a najmniej korzystną na kombinacji kontrolnej i na niskiej dawce obornika (najwięcej bulw drobnych o ciężarze poniżej 40 g).

Uzyskane wyniki analizy ziarna i mąki żyta zamykającego zmianowanie *B* podano w tabeli 7. Pod wpływem stosowanego nawożenia stwierdzono zmniejszenie ciężaru 1000 nasion, hektolitra oraz celności i wyrównania w stosunku do kontroli.

Tabela 3

roślin w zmianowaniach *A* i *B*

Plon całkowity (ziarno + słoma + plewy) q/ha								
Nawożenie								
N-70 P-80 K-120	NUR (0,95)	kontrola	150 q obornika	N-35 P-40 K-60	300 q obornika	150 q obornika + N-35 P-40 K-60	N-70 P-80 K-120	NUR (0,95)
<i>A</i>								
6,0	1,4	51,3	62,3	77,5	74,5	80,9	73,1	13,3
10,6	2,3	21,6	27,6	43,3	37,1	47,0	60,5	10,5
34,5	4,6	31,8	53,5	77,5	73,5	79,8	86,4	7,7
307,0	33,0	—	—	—	—	—	—	—
10,9	0,9	20,5	24,2	31,4	27,4	43,1	56,8	16,5
26,2	2,8	27,6	42,9	42,9	53,7	51,2	56,9	6,4
325,0	38,0	—	—	—	—	—	—	—
119	—	—	40	86	84	99	141	—
<i>B</i>								
35,8	5,0	89,2	90,4	109,7	106,4	116,1	109,0	9,8
28,3	5,8	63,2	74,6	75,0	78,2	80,0	81,8	8,0
188,0	42,0	—	—	—	—	—	—	—
39,0	4,5	74,9	74,0	83,3	88,5	80,0	80,0	6,9
33,7	7,4	69,0	81,2	91,4	93,3	100,4	98,9	11,6
364,0	67,0	—	—	—	—	—	—	—
23,6	3,5	37,2	44,3	53,8	48,1	62,9	63,7	8,9
31,4	4,5	68,1	88,9	86,1	98,1	90,6	89,9	10,4
43	—	—	25	38	44	51	45	—

Nawożenie spowodowało nie tylko zmiany w jakości ziarna, ale również i wartości mąki uzyskanej z tego ziarna.

Nawożenie mineralne niezależnie od dawki poprawiało wartości technologiczne mąki. Mąka wyprodukowana z ziarna uzyskanego w tych kombinacjach posiadała skrobię wolno rozkładaną przez enzymy i o większej zdolności do pęcznienia, wyrażonej w jednostkach Brabendera (cecha dodatnia mąki).

Porównując wpływ nawożenia na pozostałe cechy mąki można stwierdzić, że nawożenie skracało optymalny czas fermentacji, a tym samym skracało czas wyrabiania ciasta i zwiększało straty wypieku w stosunku do kontroli nie nawożonej. Natomiast porowatość ciasta i objętość pieczywa zwiększyła się pod wpływem nawożenia. Pory w pieczywie były średniej wielkości, niezależnie od dawki i typu nawożenia.

Reasumując, należy stwierdzić, że nawożenie wysoką dawką obornika w zmianowaniu *A* dawało niższe plony niż nawożenie wysoką dawką nawozów mineralnych i nawożenie mieszane (obornik + mineralne). W zmianowaniu *B* najwyższe plony uzyskano na nawożeniu mieszanym. Plony w tych kombinacjach charakteryzowały się na ogół wyższą jakością.

T a b e l a 4

Plon jednostek zbożowych i białka w zależności od nawożenia i zmianowania (średni roczny plon z ha)

	Jednostki zbożowe				Białko w q								
	Nawożenie												
Badana cecha	kontrola	150 q obornika	N-35 P-40 K-60	300 q obornika	150 q obornika + N-35 P-40 K-60	N-70 P-80 K-120	kontrola	150 q obornika	300 q obornika	150 q obornika + N-35 P-40 K-60	N-70 P-80 K-120		
	Zmianowanie A	29,4	35,7	50,7	48,9	55,2	60,2	1,26	1,82	2,40	2,33	2,58	3,02
Zmianowanie B	31,3	41,9	46,0	47,6	50,2	47,0	47,0	2,28	3,00	3,29	3,48	3,70	3,45

Tabela 5

Wpływ nawożenia na zawartość azotu ogółem w nasionach i bulwach roślin uprawianych w badanym zmianowaniu (w % s. m.)

Rok	Zmianowanie	kontrola	150 q					NUR
			150 q obornika	N-35 K-60 P-40	300 q obornika	150 q obornika N-35 P-40 K-60	N-70 P-80 K-120	
Zmianowanie A								
1961	len	4,21	4,47	4,44	4,32	4,45	4,54	0,19
1962	len	3,79	3,94	3,84	3,84	3,84	3,90	n.u.
1963	owies	1,37	1,58	1,53	1,57	1,70	1,64	0,10
1964	ziemniaki	0,94	0,91	1,07	0,91	1,03	1,11	n.u.
1965	len	3,66	3,68	3,62	3,99	3,82	3,96	0,06
1966	owies	1,92	2,12	2,01	2,12	2,16	2,25	0,20
1967	ziemniaki	1,28	1,27	1,22	1,30	1,27	1,26	n.u.
Zmianowanie B								
1961	żyto	1,23	1,26	1,27	1,29	1,32	1,31	n.u.
1962	żyto	1,20	1,28	1,31	1,20	1,31	1,26	0,06
1963	ziemniaki	1,59	1,53	1,57	1,55	1,62	1,64	n.u.
1964	owies	1,26	1,26	1,19	1,28	1,28	1,33	0,06
1965	żyto	1,54	1,59	1,49	1,61	1,55	1,55	0,07
1966	ziemniaki	1,27	1,15	1,20	1,19	1,17	1,20	n.u.
1967	owies	1,32	1,42	1,45	1,48	1,46	1,50	0,08
1968	żyto	1,38	1,54	1,55	1,79	1,69	1,66	0,11

Tabela 6

Wpływ wieloletniego nawożenia na jakość bulw w 1967 r.

Badana cecha	0	150 q				
		150 q obornika	N-35 P-40 K-60	300 q obornika	150 q obornika + N-35 P-40 K-60	N-70 P-80 K-120
Przeciętny ciężar 1 bulwy w g	31,6	34,7	37,5	38,8	39,5	38,0
Udział w plonie bulw o ciężarze <						
40 g w %	53	46	35	34	34	37
" " " " 40—69 g "	40	41	51	55	47	50
" " " " 70—99 g "	5	12	10	8	17	7
" " " " > 100 g "	2	1	4	3	2	6
Zawartość skrobi w %	18,5	18,0	18,2	18,3	18,2	19,1
Zawartość azotu białkowego w %	0,88	0,90	0,88	0,94	0,93	0,92
Udział azotu białkowego w azocie ogólnym w %	69	71	71	73	72	71
Stosunek azotu białkowego do rozpuszczalnego	2,26	2,41	2,43	2,69	2,68	2,43

Tabela 7

Wpływ wieloletniego nawożenia na jakość ziarna i mąki żyta w 1968 r.

Badana cecha	Nawożenie					
	kontrola	150 q		300 q		150 q
		obornika	N-35 P-40 K-60	N-70 P-80 K-120	obornika	N-35 P-40 K-60
Ziarna						
Ciężar 1000 nasion g	32,6	30,3	30,0	26,6	29,0	30,6
Ciężar hektolitra kg/hl	73,3	71,6	71,2	70,0	70,0	71,6
Ciężar właściwy g/cm ³	1,3183	1,3174	1,3150	1,3158	1,2978	1,3106
Celność w % (2,8+2,5 mm)	32,2	30,9	23,4	23,3	23,6	18,4
Wyrównanie % (2,5+2,2 mm)	81,4	75,5	66,9	66,5	65,5	64,9
Mąki						
Maksymalna lepkość klejkowiny j. Br.	430	490	520	455	490	540
Wydajność ciasta %	162,9	166,0	167,1	164,3	159,1	157,7
Czas końca fermentacji min.	38	34	36	36	32	34
Objętość pieczywa cm ³	658	668	665	673	673	698
Strata wypiek. całkowita %	18,6	18,6	17,4	16,3	16,6	17,1

AZOT OGÓLEM I WĘGIEL ORGANICZNY W GLEBIE

Drugim, obok wysokości i jakości plonu, miernikiem oddziaływania nawożenia na glebę są zmiany zachodzące w jej właściwościach chemicznych i fizycznych.

W przedstawionych doświadczeniach badano zmiany w zawartości azotu ogółem i węgla organicznego, zachodzące w glebie pod wpływem stosowanego nawożenia w stosowanych zmianowaniach. Zawartość tych składników w glebie oznaczono jesienią 1960 r. przed rozpoczęciem doświadczenia, jesienią 1965 i 1968 r. (po sprzęcie lnu w zmianowaniu *A* i żyta w zmianowaniu *B*). Kierunki zmian badanych składników zależały nie tylko od nawożenia, ale również i od roślin uprawianych w zmianowaniu. Po 8 latach w zmianowaniu *A* stwierdzono zmniejszenie się zawartości węgla przeciętnie o 15% w stosunku do zawartości w chwili rozpoczynania doświadczenia. W zmianowaniu *B* natomiast stwierdzono przyrost o 29% w stosunku do zawartości w glebie w chwili rozpoczynania doświadczenia (tab. 8). W obydwu zmianowaniach stwierdzono wyraźne dodatnie działanie nawożenia organicznego, wyrażające się bądź to największym przyrostem węgla (zmianowanie *B*), bądź też najmniejszymi stratami tego składnika w glebie (zmianowanie *A*). Wydaje się, że o różnym działaniu stosowanego nawożenia decydował skład gatunkowy badanych zmianowań, a co za tym idzie różna ilość pozostawionych w glebie resztek poźniwnych przez żyto i len [2]. Stwierdzono także silne oddziaływanie zmianowania na zmiany w zawartości azotu ogółem

Tabela 8

Zmiany w zawartości w glebie węgla, azotu oraz stosunku C:N w zależności od nawożenia i zmianowania

Nawożenie	Zmianowanie A			Zmianowanie B		
	jesienią 1960 r.	zmiany		jesienią 1960 r.	zmiany	
		1964 r. jesień	1968 r. jesień		1964 r. jesień	1968 r. jesień
	% C					
Kontrola	0,740	-0,060	-0,278	0,670	+0,095	+0,092
Obornik 150 q	0,710	-0,040	-0,105	0,640	+0,120	+0,216
N-35 P-40 K-60	0,700	+0,040	-0,068	0,680	+0,020	+0,166
Obornik 300 q	0,690	+0,090	+0,045	0,650	+0,180	+0,258
150 q+N-35 P-40 K-60	0,720	+0,050	-0,093	0,650	+0,130	+0,283
N-70 P-80 K-120	0,760	-0,020	-0,144	0,680	+0,090	+0,135
Średnie dla zmianowania	0,720	+0,010	-0,107	0,662	+0,104	+0,192
	% N					
Kontrola	0,078	-0,009	-0,036	0,071	+0,005	-0,003
Obornik 150 q	0,078	-0,007	-0,024	0,074	+0,003	+0,007
N-35 P-40 K-60	0,082	-0,007	-0,024	0,069	+0,006	+0,013
Obornik 300 q	0,074	—	-0,011	0,071	+0,015	+0,010
150 q+N-35 P-40 K-60	0,083	-0,008	-0,028	0,076	+0,004	+0,013
N-70 P-80 K-120	0,080	-0,008	-0,026	0,080	+0,006	+0,008
Średnie dla zmianowania	0,078	-0,007	-0,025	0,074	+0,007	+0,013
	Stosunek C:N					
Kontrola	10,15	10,13	10,90	9,43	10,06	11,20
Obornik 150 q/ha	9,46	9,47	11,20	8,64	9,87	10,60
N-35 P-40 K-60	9,33	9,89	10,90	9,85	9,33	10,30
Obornik 300 q/ha	9,30	10,56	11,70	9,15	9,65	11,20
150 q+N-35 P-40 K-60	9,70	10,21	11,50	8,55	9,75	10,50
N-70 P-80 K-120	9,81	10,22	11,40	8,50	9,00	9,30
Średnie dla zmianowania	9,62	10,08	11,10	9,07	9,61	10,42

(tab. 8). W zmianowaniu A zanotowano straty rzędu 32%, a w zmianowaniu B przyrosty o 18%. W zmianowaniu A nawożenie, niezależnie od formy i dawki, w niewielkim tylko stopniu zmniejszyło straty azotu ogółem (z 46% strat na kontroli do 16% na oborniku). W zmianowaniu B straty azotu ogółem stwierdzono jedynie w glebie nie nawożonej. W pozostałych kombinacjach nawozowych zanotowano zwiększenie zawartości tego składnika przeciętnie o 15-18%.

Zmiany, jakie zaszły w glebie w zawartości azotu i węgla, pod wpływem nawożenia i zmianowania, spowodowały rozszerzenie stosunku C:N (tab. 8).

Celem uzyskania pełniejszego obrazu zmian, jakie zaszły w glebie, w 1968 r. oznaczono skład frakcyjny próchnicy. Wyniki podano w tabeli 9. Z danych tych wynika, że zmianowanie w niewielkim tylko stopniu zmieniało udział węgla

T a b e l a 9

Wpływ zmianowania i nawożenia na skład frakcyjny próchnicy (w % C ogólnego)

Nawożenie	Zmianowanie A					Zmianowanie B						
	C-ogól. mg/100g gleby	C-nie- hydroli- zujący %	wydzielony 0,2n Na ₄ P ₂ O ₇ w %		C-ogól. mg/100 g gleby	C-nie- zujący hydroli- zujący	wydzielony 0,2n Na ₄ P ₂ O ₇ w %		stosunek H/F	stosunek H/F		
			kwasów humino- wych	fulwo- kwasów razem			kwasów humino- wych	fulwo- kwasów razem				
Kontrola	468	53,5	15,0	31,5	46,5	0,48	762	59,1	18,0	23,0	41,0	0,79
Obornik 150 q	605	46,6	25,3	28,1	53,4	0,90	865	55,4	16,0	28,6	28,6	0,60
N-35 P-40 K-60	646	67,4	18,6	14,0	32,6	1,33	846	58,5	13,6	27,9	41,5	0,50
Obornik 300 g	740	57,0	29,5	13,5	43,0	2,18	908	51,2	20,3	28,5	48,8	0,78
150 q + N-35 P-40 K-60	716	58,8	23,8	17,4	41,2	1,36	933	60,0	18,5	21,4	49,9	0,86
N-70 P-80 K-40	665	61,3	22,1	16,6	38,7	1,33	815	58,4	17,5	24,0	41,5	0,73
Średnia dla zmianowania	640	57,2	22,6	20,2	42,8	—	853	57,1	17,3	25,6	42,9	—

frakcji niehydrolizujących (57%) i węgla frakcji wydzielanej 0,2 n pirofosforanem sodu (42%). Wpłynęło ono natomiast w dość istotny sposób na zawartość kwasów huminowych i fulwokwasów we frakcji wydzielonej pirofosforanem. W zmianowaniu *A* kwasy huminowe stanowiły 51%, a w zmianowaniu *B* 40% węgla frakcji wydzielonej pirofosforanem sodu.

Różnicujące działanie nawożenia było związane bardzo ściśle z roślinami zmianowania. W zmianowaniu *A* zróżnicowanie w jakości próchnicy na skutek nawożenia, było silniejsze niż w zmianowaniu *B*. Wskazują na to wartości wskaźników podanych w tabeli 9.

Należy stwierdzić, że wpływ nawożenia na glebę był uzależniony od sposobu jej użytkowania — gatunku roślin występujących w zmianowaniu — pomimo, że różniły się te zmianowania tylko jedną rośliną: len — żyto. Wpływ zmianowania na skład jakościowy próchnicy był znacznie mniejszy niż nawożenia.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedstawione wyniki doświadczeń potwierdzały wnioski wysuwane przez wielu autorów [7, 8, 17], że efektywność nawożenia wiąże się przede wszystkim z wysokością stosowanych dawek nawozów, a nie z jego formami. Jak wykazały nasze badania, wniosek ten można rozciągnąć również na gleby lżejsze, piaszczysto-gliniaste. Zastosowanie jednakowych kombinacji nawozowych w różnych zmianowaniach pozwoliło udowodnić, że efektywność nawożenia zależy również od zmianowania. Wyników uzyskanych w określonym typie zmianowania nie należy uogólniać dla innych warunków. Wydaje się, że przedstawione wyniki w pewnym stopniu mogą wyjaśnić przyczyny kontrowersyjnych wniosków spotykanych często w literaturze na temat możliwości eliminacji nawożenia obornikiem w zmianowaniu.

Sowden [20, 21] na podstawie swoich doświadczeń wnioskuje, że o kierunku zmian ilościowych i jakościowych decyduje, obok nawożenia, typ gleby. Nasze doświadczenia wskazują, że równie ważnym czynnikiem, często modyfikującym wpływ nawożenia na glebę, może być zmianowanie.

Przedstawione wyniki 8-letnich doświadczeń z nawożeniem w zmianowaniu pozwalają na sformułowanie następujących wniosków.

1. Na glebach lekkich istnieje możliwość zastąpienia obornika nawozami mineralnymi bez obawy obniżenia wysokości i jakości plonów.

2. Wieloletnie nawożenie wysokimi dawkami nawozów mineralnych, obornikiem lub stosowanie nawożenia mieszanego (obornik + mineralne) wpływa na poprawienie struktury plonu ziemniaka — zwiększenie udziału bulw średnich w plonie.

3. Wieloletnie nawożenie wysokimi dawkami nawozów mineralnych, obornika lub stosowania nawożenia mieszanego nie spowodowało istotnych zmian w technologicznych właściwościach ziarna i mąki żyta.

4. Wpływ porównywanego nawożenia na zawartość węgla organicznego i azotu związany był ze zmianowaniem — roślinami uprawianymi w zmianowaniu.

5. W efekcie długotrwałego nawożenia stwierdzono utrwalenie próchnicy, o czym świadczą wartości obliczonych wskaźników.

6. Skład gatunkowy zmianowania w istotny sposób wpływał na zawartość kwasów huminowych i fulw kwasów w próchnicy. Suma ich natomiast w obu zmianowaniach była zbliżona i wynosiła 42-43% węgla związków organicznych.

7. Działanie nawożenia organicznego i mineralnego zależy w dużym stopniu od roślin wchodzących w skład zmianowania, w którym porównuje się obie formy nawozów. W związku z tym należy zawsze przy wnioskowaniu uwzględniać czynnik zmianowania.

LITERATURA

1. Ansorge H.: Ergebnisse von achtjährigen Versuchen zur Überprüfung verschiedener organischer Düngemittel insbesondere der Strohdüngung auf verschiedenen Standorten. Albrecht-1 Thear-Archiv, 10, 11, 1966
2. Czuba R.: Rola nawożenia organicznego w warunkach intensywnego nawożenia mineralnego. Post. Nauk rol., 4, 1967
3. Czuba R.: Badania nad nawożeniem w płodozmianach. Roczn. Nauk rol., ser. A, t. 94, z. 1, 1967
4. Dospiechow B.A.: Faktory efektywnosti udobrenii. Izwiestia TSCHA, 5, 1967
5. Halsteal R. L., Sowden F.J.: Effect of long-term additions of organic matter on crop yields soil properties. Canad. J. Soil Sci. 48, 3, 1968
6. Jegorow W.E.: Wlijanie dlitelno go primenenija udobrenii i płodosmena na sodierżanie i sostaw gumusa. Izwiestia TSCHA, 2, 1966
7. Karpowa E.S., Pietrowa L.I.: Wlijanie dlitelno go primenenija nawoża i mineralnych udobrenii na płodorodie pieszczano-legkosuglinistoi derno wo-podzolistoi poczwy. Poczwo wiedenie, 8, 1969
8. Kudzin J.K., Suchobrus S.W.: Wlijanie 50-letniego wnesenija nawoża i mineralnych udobrenii na swoistwa cziernoziemno j poczwy i produktiwnost kultur sewooborota. Agrochemija, 6, 1966
9. Kudzin J.K., Getmsenec A.J.: Wlijanie 60-letniego wnesenija nawoża i mineralnych udobrenii na sodierżanie i sostaw organiczeskiego wieszczestwa w czarnozeme. Agrochimija, 5, 1968
10. Kuszelewski L., Żurawska A.: Działanie wysokich dawek nawozów mineralnych na glebie bielcowej lekkiej Cz. II. Roczn. Nauk rol. ser. A, t. 9, z. 4, 1966
11. Leontiew A.K.: Rol udobrenii w processach prewraszczenija organiczeskiego wieszczestwa wyszczelocennogo czernozema. Poczwo wiedenie 8, 1969
12. Łucik N.F.: Wlijanija mnogoletniego wnesenija mineralnych udobrenii na sodierżanie i formy azota w seroi opodzolennoi poczwie. Poczwo wiedenie, 4, 1969
13. Łykwow A.M.: Wlijanie dlitelno go primenenija mineralnych udobrenii na organiczeskce wieszczestwo derno wo — podzolistoi poczwy. Izwiestia TSCHA, 3, 1968
14. Madrainow I.I.: Wlijanie dlitelno go wnesenija nawoża i mineralnych udobrenii na izmenenie płodorodija serozema. Agrochimija 2, 1968
15. Malowa A.W.: Wlijanie oddelnych widow udobrenii i ich soczetanii w płodozmiennom sewooborote na urożai i kaczestwo ozimoi rży. Wiestnik ACHN, 10, 1968
16. Morel R.: Evolution de l'azote et du carbone organique de sol en cours d'une experience de longue durée. Annals Agron., 19, 2, 1968
17. Pankratewa S.A.: Technologiczeskie kaczestwa zerna rży pri dlitelnom primenenii udobrenii w sewooborote i monokulture. Izwiestia TSCHA, 3, 1966

18. Rauhe K.: Gedanken zur Künftigen Gestaltung der Humusersatzwirtschaft im Rahmen industriemässiger produktions metoden. Sitzungsberichte, XV, 1, 1966
19. Scheffer F.: Stickstoffdüngung und organische Substanz im Boden. Stickstoff, 5, 1967
20. Sowden F.J.: Effect of long-term annual additions of various organic amendements on the nitrogenous components of a clay and sand. Canad. J. Soil Sci, 48, 3, 1968
21. Sowden F.J.: Effect of long-term annual additions of various organic amendements on the organic matter of a clay and sand. Canad. J. Soil Sci, 48, 3, 1968
22. Strumpe H., Kolbe G.: Wirkung von Stalmist — und Mineraldüngung auf Pflanzenertrag und Bodeneigenschaften. Albrecht-Thaer-Archiv, 12, 1968
23. Wabersich R.: Den Benburgen Danerdüngungsversuch 2 Mitt. Die Kohlenstoff — und Stickstoffverhältnisse. Albrecht-Thaer-Archiv, 11, 9, 1967
24. Widdowson F.V., Penny A.: Results of an experiment at Rothamsted testing farmyard manure and N, P, K fertilizers on five arable crops and permanent gras. III. Yields 1961-1965. J. Agron. Sci, 70, 1968
25. Zameck Ch.: Einfluss regelmässing Stallmistdüngung auf einige chemische Bodeneigenschaften. Albrecht-Thaer-Archiv, 5, 1967

А. ГАВРОНЬСКА-КУЛЕШОВА

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРЕХПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ И СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Резюме

В период 1961-1968 гг. проводились опыты по эффективности применяемого в севообороте органического и минерального удобрения. Опыты были заложены по методу случайных блоков на подэолистой почве образованной из легкой супеси на рыхлом песке подстеленном легкой валунной глиной. Удобрения вносили под каждую культуру севооборота, при применении следующих вариантов: 1) неудобряемая контроль; 2) 300 ц/га навоза; 3) 150 ц/га навоза; 4) N-35, P-40, K-60; 5) 150 ц/га навоза + N-35, P-40, K-60; 6) N-70, P-80, K-120. Эффективность удобрения исследовали в двух севооборотах: А) лен — лен — овес — картофель — лен — овес — картофель; В) рожь — рожь — картофель — овес — рожь — картофель — овес — рожь.

Действие минеральных удобрений и навоза было сходным. Наивысшие урожаи были достигнуты на высоких дозах навоза и минеральных удобрений, а также на смешанном удобрении. Различия в величине урожаев в указанных вариантах на были доказаны статистически. Также не были доказаны различия между урожаем полученным на низкой дозе навоза и на пизких дозах минеральных удобрений. Наивысший общий урожай зерновых был достигнут в севообороте А в случае удобрения высокими дозами минеральных удобрений (421), а в севообороте Б с случае смешанного удобрения (402). Самый малый эффект был получен в варианте с удобрением низкими дозами навоза. Сбор зерновых единиц составлял 270 в севообороте А и 335 в севообороте Б, а выход протеина соответственно 12 и 22.

С целью обеспечения более правильной оценки влияния многолетнего минерального и органического удобрения на плодородие почвы, был проведен ряд анализов качества урожая заканчивающих севооборот культур. Сверх того были определены некоторые параметры плодородия почвы (содержание общего азота, органического угля и его фракций).

A. GAWROŃSKA-KULESZOWA

EINFLUSS DER DÜNGUNG AUF DIE PRODUKTIVITÄT DER DREIFELD-FRUCHT-
FOLGEN UND AUF DIE BODENFRUCHTBARKEIT

Z u s a m m e n f a s s u n g

In den Jahren 1961-1968 waren die Versuche über die Effektivität der in der Fruchtfolge angewendeten organischen und mineralischen Düngung geführt. Die Versuche wurden nach der Zufallsblocksmethode auf einem Podsolboden, entwickelt aus leichten anlehmigem Sand auf losem Sand, unterlagert mit leichtem Geschiebelehm, angelegt, unter Anwendung folgender Varianten: 1) Kontrolle ohne Düngung; 2) 300 dt/ha Stallmist; 3) 150 dt/ha Stallmist; 4) N-35, P-40, K-80; 5) 150 dt/ha Stallmist+N-35, P-40, K-60; 6) N-70, P-80, K-120. Die Düngungseffektivität war in zwei Fruchtfolgen untersucht, und zwar: A) Lein-Lein-Hafer-Kartoffeln-Lein-Hafer-Kartoffeln; B) Roggen-Roggen-Kartoffeln-Hafer-Roggen-Kartoffeln-Hafer-Roggen

Die Wirkung der Mineraldünger und des Stallmist war ähnlich. Die höchsten Erträge wurden auf hohen Stallmist- und Mineraldüngergaben sowie auf gemischter Düngung erzielt. Die Ertragsunterschiede in obigen Varianten wurden statistisch nicht bewiesen. Gleichfalls wurden die Unterschiede zwischen dem Ertrag auf niedriger Stallmistgabe und auf niedrigen Mineraldüngergaben nicht bewiesen. Der höchste Gesamtertrag von Getreideeinheiten wurde in der Fruchtfolge A auf hohen Mineraldüngergaben (421) und in der Fruchtfolge B auf gemischter Düngung (404) erzielt. Die schwächsten Effekte wurden im Falle der Düngung mit niedrigen Stallmistgaben erhalten. Der Ertrag betrug 270 Getreideeinheiten in der Fruchtfolge A und 335 Getreideeinheiten in der Fruchtfolge B; der Proteinertrag betrug entsprechend 12 und 22.

Um den Einfluss der mehrjährigen mineralischen und organischen Düngung auf die Bodenfruchtbarkeit besser bewerten zu können, wurde eine ausführliche Analyse der Ertragsqualität der die Fruchtfolge schliessenden Kulturpflanzenarten durchgeführt. Überdies wurden manche Bodenfruchtbarkeitsparameter (Gesamtstickstoff-, organische Kohle- und deren Fraktionen-gehalt) bestimmt.