

WPLYW NAWOŻENIA MINERALNEGO I ORGANICZNEGO NA PLONOWANIE ROŚLIN
ORAZ NA WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE I BIOLOGICZNE GLEBY LEKKIEJ

Sylwia Nowicka i Stanisław Karczmarczyk

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin AR w Szczecinie

Racjonalnym sposobem zagospodarowania gnojowicy jest jej rolnicze wykorzystanie w postaci nawozu. Gnojowica dodatkowo wpływa na plonowanie niektórych roślin uprawnych, o czym informują między innymi badania Kuszelewskiego [1], Maćkowiaka i Lipskiej [3], Mazura [4]. Nie w każdych warunkach jednak istnieją możliwości szerokiego stosowania gnojowicy. Najbardziej dyskusyjnym i niedostatecznie wyjaśnionym zagadnieniem jest termin i dawki stosowania gnojowicy, szczególnie na glebach lekkich o małej zdolności sorpcyjnej, toteż stosując nawożenie gnojowicą nie tylko należy uwzględnić potrzeby nawozowe roślin, ale również wymagania dotyczące ochrony środowiska.

Przeprowadzone badania miały na celu określenie optymalnego terminu stosowania gnojowicy do nawożenia kukurydzy, zbadanie jej następczego działania na plonowanie jęczmienia jarego oraz na właściwości gleby, a także porównanie działania samej gnojowicy i przyoranej z poplonem i sianem.

WARUNKI I METODYKA BADAŃ

Doświadczenia przeprowadzono w latach 1978-1981 w RZD Lipki koło Stargardu Szczecińskiego na glebie brunatnej kwaśnej, wytworzonej z piasku zwałowego lekkiego. Gleba zaliczana jest do kompleksu żytniego dobrego, IVb klasy bonitacyjnej. Doświadczenie założono metodą pasów prostopadłych w 4 powtórzeniach.

Czynnik I:

- kontrola - 0,
- nawożenie poplonem ścierniskowym rzepaku ozimego - p,
- nawożenie sianem jęczmienia jarego, który był przedplonem kukurydzy $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$
- s,
- nawożenie poplonem i sianem - p+s.

Czynnik II:

nawożenie mineralne ($200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, $160 \text{ kg P}_2\text{O}_5$, $240 \text{ kg K}_2\text{O}$) - NPK,

nawożenie obornikiem ($200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) - Ob,

nawożenie gnojowicą w zespole uprawek późniowych ($200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) - G I,

nawożenie gnojowicą w zespole uprawek przedzimowych - G II,

nawożenie gnojowicą przed siewem kukurydzy - G III,

nawożenie gnojowicą łącznie w trzech wyżej wymienionych terminach ($600 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) - G IV.

Dawki gnojowicy ustalano na podstawie składu chemicznego w odniesieniu do zawartości azotu i wielkości równoważników nawozowych zalecanych przez Spechta, Asmusa i Langeego [5]. Nawożenie fosforowe i potasowe na poletkach z zastosowaną gnojowicą i obornikiem było takie, jak na nawożonych nawozami mineralnymi. Gnojowicę zastosowano pod kukurydzę, a jęczmień jary był rośliną wyceniającą wartość stano-wiska.

Zawartość azotu w kukurydzy i jęczmieniu oznaczano metodą Kjeldahla, fosforu i magnezu kolorymetrycznie, potasu i wapnia fotometrem płomieniowym; podobnie analizowano glebę. Wyniki opracowano statystycznie i przedstawiono jako średnie z lat badań.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przeprowadzone badania wykazały, że działanie nawożenia zależało od rodzaju, formy i terminu jego zastosowania, jak również od przebiegu pogody w okresie wegetacji.

Plony kukurydzy przedstawiono w tabeli 1. Najwyższe plony świeżej i suchej masy kukurydzy uzyskano z obiektów trzykrotnie nawożonych gnojowicą w łącznej dawce 600 kg N (G IV) oraz obornikiem. Z tych obiektów zebrano średnio 95 ton z ha , w porównaniu z obiektem NPK i pozostałymi wariantami nawożenia gnojowicą plony były o 6 do 25% wyższe.

Najmniej korzystne okazało się stosowanie gnojowicy bezpośrednio na ściernisko (G I) oraz przed orką zimową (G II), gdyż niewątpliwie miało miejsce wymycie składników pokarmowych, zwłaszcza w latach o obfitych opadach.

Wprowadzenie do gleby substancji organicznej w postaci poplonu oraz poplonu i słomy zmniejszało straty składników pokarmowych oraz zwiększało efekt nawożenia gnojowicą. Przyoranie poplonu ścierniskowego rzepaku zwiększyło plon kukurydzy średnio o 9%, a zastosowanie go razem ze słomą - 11%. Efekt nawożenia samą słomą był mniejszy; plony świeżej i suchej masy z tego obiektu były podobne jak w kombinacji kontrolnej.

Zawartość niektórych składników mineralnych w kukurydzy była w dużym stopniu modyfikowana przez zastosowane nawożenie. Najwięcej azotu i potasu zawierała ku-

T a b e l a 1

Plony kukurydzy ($t \cdot ha^{-1}$)

Obiekty	Świeża masa					Sucha masa				
	0	p	s	p+s	\bar{x}	0	p	s	p+s	\bar{x}
G _I	61,8	77,9	70,4	75,5	71,4	12,5	16,9	14,5	16,6	15,1
G _{II}	74,0	78,9	75,1	81,1	77,3	15,2	16,2	15,2	16,9	15,9
G _{III}	83,2	85,4	79,5	88,0	84,0	17,5	18,5	16,8	19,1	18,0
G _{IV}	94,0	100,3	88,2	100,8	95,8	19,8	20,2	18,2	21,1	19,8
NPK	85,4	92,7	87,6	94,9	90,2	18,3	20,9	18,9	18,9	19,6
Ob	88,4	96,8	93,3	99,5	94,5	19,0	19,2	18,4	19,8	19,1
Średnio	81,1	88,7	82,7	90,0	-	17,1	18,7	17,2	18,7	-
NIR dla:										
I czynnika	4,82									
II czynnika	5,17	0,73								
		1,25								

T a b e l a 2

Zawartość składników mineralnych w kukurydzy (%)

Obiekty		N	P	K	Ca	Mg
G _I	0	1,44	0,22	1,41	0,34	0,28
	p+s	1,54	0,24	1,73	0,37	0,31
G _{II}	0	1,37	0,26	1,41	0,26	0,29
	p+s	1,47	0,27	1,53	0,34	0,26
G _{III}	0	1,68	0,27	1,47	0,44	0,25
	p+s	1,86	0,29	1,79	0,40	0,37
G _{IV}	0	1,94	0,30	2,32	0,43	0,35
	p+s	1,71	0,26	1,91	0,45	0,38
NPK	0	1,80	0,28	1,30	0,37	0,35
	p+s	1,78	0,28	1,44	0,39	0,38
Ob	0	2,07	0,25	1,82	0,41	0,37
	p+s	1,89	0,25	1,70	0,30	0,39
Średnio	0	1,72	0,26	1,62	0,38	0,32
	p+s	1,71	0,27	1,68	0,37	0,35
NIR dla:						
I czynnika		rn	rn	rn	rn	rn
II czynnika		0,26	rn	0,30	rn	0,07

kurydza nawożona 600 kg N w gnojowicy oraz obornikiem (tab. 2). W plonie z pozostałych obiektów było istotnie mniej azotu, potasu, wapnia i magnezu. Średnia zawartość azotu wahała się od 1,49% w kukurydzy nawożonej gnojowicą w listopadzie do 1,98% w uprawianej na poletkach nawożonych obornikiem. Najmniej potasu zawierała kukurydza nawożona NPK (1,37%), a najwięcej (2,12%) nawożona trzykrotnie gno-

Tabela 3

Plony jęczmienia jarego ($t \cdot ha^{-1}$)

Obiekty	Plon ziarna					Plon słomy				
	0	p	s	p+s	\bar{x}	0	p	s	p+s	\bar{x}
G _I	2,33	2,37	2,33	2,40	2,36	2,53	2,50	2,52	2,57	2,53
G _{II}	2,27	2,38	2,40	2,45	2,37	2,38	2,59	2,58	2,64	2,55
G _{III}	2,32	2,47	2,49	2,65	2,48	2,52	2,61	2,57	2,68	2,59
G _{IV}	2,48	2,71	2,68	2,76	2,66	2,60	2,76	2,70	2,80	2,71
NPK	2,40	2,62	2,63	2,73	2,59	2,57	2,63	2,71	2,75	2,66
Ob	2,48	2,74	2,80	2,94	2,74	2,67	2,85	2,71	2,90	2,78
Średnio	2,38	2,55	2,55	2,65	-	2,54	2,66	2,63	2,72	-
NIR dla:										
I czynnika		0,13					0,18			
II czynnika		0,21					0,23			

Tabela 4

Zawartość składników mineralnych w ziarnie jęczmienia jarego (%)

Obiekty		N	P	K	Ca	Mg
G _I	0	1,66	1,11	1,03	2,18	0,19
	p+s	1,76	0,90	1,00	2,09	0,14
G _{II}	0	1,66	0,95	1,03	2,34	0,25
	p+s	1,89	1,04	1,02	2,26	0,13
G _{III}	0	1,79	0,98	0,98	2,09	0,18
	p+s	1,87	0,93	0,98	2,11	0,11
G _{IV}	0	1,92	0,84	1,09	2,62	0,27
	p+s	1,96	0,90	1,12	2,18	0,26
NPK	0	1,93	1,01	1,23	2,38	0,37
	p+s	1,99	0,96	1,08	2,31	0,52
Ob	0	1,90	1,10	1,16	2,24	0,43
	p+s	2,00	1,09	1,04	2,39	0,21
Średnio	0	1,83	1,00	1,09	2,31	0,30
	p+s	1,93	0,97	1,04	2,22	0,24
NIR dla:						
I czynnika		rn	rn	rn	rn	rn
II czynnika		0,11	rn	rn	0,14	rn

jowicą. Zawartość fosforu w kukurydzy nie zależała od porównywanych form nawożenia.

W działaniu następczym najlepsze wyniki otrzymano stosując 600 kg N na 1 ha w gnojowicy oraz obornik, a także NPK. Plony ziarna jęczmienia jarego przedstawio-

T a b e l a 5

Niektóre chemiczne właściwości gleby po sprzęcie kukurydzy

Obiekty		Głębokość cm	pH w KCl	Suma zasad wymien- nych me/100 g	N mg%	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O mg/100 g
G _I	0	0-20	5,1	3,12	38,6	13,9	9,8
		21-40	5,3	2,90	40,2	11,4	10,1
		41-60	5,3	2,95	50,7	7,2	9,9
	p+s	0-20	5,2	3,80	41,0	14,2	11,3
		21-40	5,3	3,00	36,0	13,0	9,8
		41-60	5,4	2,14	25,0	8,5	7,9
G _{II}	0	0-20	5,2	3,30	35,2	13,7	10,4
		21-40	5,2	3,10	40,0	12,5	10,0
		41-60	5,4	3,00	46,2	8,0	9,8
	p+s	0-20	5,2	3,95	44,7	14,0	11,1
		21-40	5,3	2,80	36,9	12,7	8,2
		41-60	5,3	2,40	27,0	9,7	7,3
G _{III}	0	0-20	5,5	4,12	70,0	14,5	10,2
		21-40	5,6	3,90	57,0	12,2	7,0
		41-60	5,3	3,90	42,1	6,8	8,3
	p+s	0-20	5,4	4,60	74,0	16,2	12,1
		21-40	5,5	4,10	60,7	13,0	6,2
		41-60	5,5	3,00	31,2	8,3	6,6
G _{IV}	0	0-20	5,1	3,70	82,0	13,7	11,2
		21-40	5,2	4,00	65,0	9,4	10,2
		41-60	5,2	4,90	51,0	7,0	9,0
	p+s	0-20	5,4	4,20	84,0	14,2	14,0
		21-40	5,5	3,70	70,0	13,0	8,0
		41-60	5,3	3,50	39,0	7,8	6,3
NPK	0	0-20	5,2	4,21	66,5	13,8	9,3
		21-40	5,3	3,90	53,5	10,2	9,0
		41-60	5,3	3,16	50,3	10,3	7,2
	p+s	0-20	5,5	4,50	72,8	13,0	11,0
		21-40	5,5	3,65	64,0	15,2	7,2
		41-60	5,3	2,70	20,9	7,0	6,8
Ob	0	0-20	5,4	4,40	85,2	14,3	12,7
		21-40	5,5	3,75	70,0	9,0	10,7
		41-60	5,3	3,30	63,0	10,0	10,5
	p+s	0-20	5,5	4,60	90,7	13,2	13,2
		21-40	5,5	3,30	75,0	12,0	9,8
		41-60	5,6	2,62	40,2	10,1	8,0

T a b e l a 6

Niektóre chemiczne właściwości gleby po sprzęcie jęczmienia jarego

Obiekty	Głębokość cm	pH w KCl	Suma zasad wymyennych me/100 g	N mg%	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O mg/100 g	
G _I	0	0-20	5,2	2,70	19,2	13,0	7,2
		21-40	5,1	2,30	20,0	10,8	8,3
		41-60	5,2	2,65	32,2	6,8	10,5
	p+s	0-20	5,2	3,34	26,3	13,6	10,6
		21-40	5,1	2,98	28,1	12,3	9,0
		41-60	5,1	2,00	20,5	8,0	8,2
G _{II}	0	0-20	5,1	3,05	21,3	12,8	9,1
		21-40	5,2	2,70	19,6	12,0	8,5
		41-60	5,2	2,60	28,5	7,6	9,6
	p+s	0-20	5,2	3,40	29,8	13,8	10,7
		21-40	5,2	2,50	30,5	12,2	8,0
		41-60	5,3	2,17	21,3	8,8	7,8
G _{III}	0	0-20	5,3	3,86	52,2	13,7	9,3
		21-40	5,2	3,52	36,0	11,1	7,5
		41-60	5,0	3,40	23,0	7,0	8,0
	p+s	0-20	5,1	4,25	58,9	14,1	10,6
		21-40	5,1	3,95	51,3	12,3	7,0
		41-60	5,3	2,47	20,7	8,0	6,3
G _{IV}	0	0-20	5,0	3,41	61,3	12,8	10,0
		21-40	5,2	3,60	50,8	9,0	9,6
		41-60	5,0	4,20	35,2	7,1	9,5
	p+s	0-20	5,2	4,02	66,5	12,6	12,1
		21-40	5,3	3,51	60,2	11,3	8,5
		41-60	5,3	3,13	28,6	7,5	6,0
NPK	0	0-20	5,0	4,00	50,8	11,9	8,2
		21-40	5,3	3,52	37,4	9,6	9,6
		41-60	5,3	3,02	30,2	9,2	7,7
	p+s	0-20	5,4	4,32	57,3	12,3	9,7
		21-40	5,3	3,30	50,3	14,1	9,0
		41-60	5,3	2,16	15,9	6,8	6,2
Ob	0	0-20	5,3	4,10	61,4	12,9	10,3
		21-40	5,3	3,35	59,7	9,1	9,4
		41-60	5,0	3,00	45,2	9,3	10,8
	p+s	0-20	5,4	4,40	69,3	11,1	11,3
		21-40	5,4	3,00	60,9	10,3	10,0
		41-60	5,5	2,32	21,3	10,0	8,4

ne w tabeli 3 wahały się od 2,59 do 2,74 ton z ha na poletkach nawożonych NPK i obornikiem, a plony słomy odpowiednio 2,66 i 2,78 ton z 1 ha. Były one istotnie wyższe od plonów uzyskanych z obiektów G I, G II i G III. Uzyskane wyniki są po-

T a b e l a 7

Aktywność mikrobiologiczna gleby po sprzęcie kukurydzy
(tys.·g⁻¹)

Obiekty		Liczebność							
		bakterii		bakterii proteolitycznych		promieniowców		grzybów	
		0-20	21-40	0-20	21-40	0-20	21-40	0-20	21-40
G III	0	4462	1729	1557	2122	405	243	114	40
	p+s	5471	2721	1683	968	475	204	158	32
G IV	0	4573	1720	2806	538	457	129	229	22
	p+s	5050	2743	1719	1055	322	285	64	32
NPK	0	5294	1549	3706	1631	498	130	148	11
	p+s	6438	1888	2850	953	317	191	148	32
Ob	0	6166	2451	2404	1386	460	224	63	21
	p+s	6800	2896	2774	1345	448	134	107	10
Aktywność mikrobiologiczna gleby po sprzęcie jęczmienia jarego (tys.·g ⁻¹)									
G III	0	4235	2376	3046	2842	363	309	435	196
	p+s	4973	2945	3336	3104	435	375	428	215
G IV	0	4162	3207	2688	1875	402	237	304	236
	p+s	4938	3852	2547	2043	297	273	285	218
NPK	0	3256	2345	3952	2735	396	280	353	203
	p+s	4387	3300	4305	2777	340	273	406	198
Ob	0	5205	3243	2731	2025	408	347	386	265
	p+s	6023	3704	2998	2253	399	326	432	313

twierdzeniem badań Maćkowiaka i Lipskiej [3], którzy stwierdzili, że działanie następcze gnojowicy jest gorsze niż obornika i ogranicza się z reguły do jednego roku po zastosowaniu.

Wprowadzenie do gleby masy organicznej w formie poplonu i słomy istotnie zwiększa efekt następczego działania gnojowicy i obornika. Plony jęczmienia uprawianego po kukurydzy nawożonej słomą i poplonem były wyższe w porównaniu z kontrolą o 8 do 12%.

Zawartość makroelementów w ziarnie jęczmienia w nieznacznym stopniu zależała od nawożenia zastosowanego pod przedplon (tab. 4). Zawartość azotu w ziarnie jęczmienia wynosiła od 1,71 do 1,96%. Najwięcej azotu i magnezu zawierało ziarno pochodzące ze stanowisk nawożonych 600 kg N w gnojowicy, obornikiem albo NPK. Ilość potasu, fosforu i wapnia w ziarnie była podobna na wszystkich obiektach.

Po sprzęcie kukurydzy i jęczmienia wykonano analizę chemiczną gleby, uzyskane wyniki przedstawiono w tabelach 5 i 6. Odczyn gleby nie zmienił się pod wpływem zastosowanego nawożenia, natomiast suma zasad wymiennych wzrosła pod wpływem NPK

Aktywność drobnoustrojów celulolitycznych
(% rozłożonego błonnika)

Obiekty	Głębokość cm	Po spręćcie kukurydzy		Po spręćcie jęczmienia	
		0	p+s	0	p+s
G I	0-10	30,7	50,4	25,2	40,3
	11-20	28,3	37,2	20,7	30,0
	30-40	19,5	28,3	15,3	19,2
G II	0-10	36,0	49,0	31,0	42,1
	11-20	31,2	35,0	28,2	31,0
	30-40	25,3	29,2	20,5	25,3
G III	0-10	38,1	86,1	30,0	72,5
	11-20	30,2	80,9	26,2	70,3
	30-40	24,7	55,1	25,3	50,6
G IV	0-11	68,3	74,1	52,6	69,2
	11-20	59,6	70,9	50,3	65,3
	30-40	38,5	58,5	30,5	52,1
NPK	0-10	35,0	50,6	30,2	45,6
	11-30	30,4	39,9	24,2	30,8
	30-40	28,0	34,9	19,3	30,2
Ob	0-10	64,0	73,2	63,0	60,3
	11-20	55,3	53,6	40,2	43,6
	30-40	51,3	51,6	40,3	49,7

i obornika. Na poletkach, na których gnojowicę stosowano przed siewem kukurydzy, stwierdzono wyższą zawartość **zasad wymienionych** niż na obiektach nawożonych gnojowicą w zespole uprawek poźniowych albo przedzimowych. Przyorany poplon ze słomą ograniczał wymywanie pierwiastków zasadowych w głąb profilu glebowego. Zawartość fosforu w glebie zarówno w pierwszym roku po zastosowaniu nawożenia, jak i w roku następnym była podobna na wszystkich obiektach. Największe zmiany zawartości oznaczanych makroskładników dotyczyły azotu i potasu. Stwierdzono, że zawartość azotu na obiektach nawożonych gnojowicą w sierpniu i w listopadzie była dwukrotnie niższa niż na pozostałych obiektach. Przyoranie poplonu ze słomą spowodowało, że w glebie wszystkich poletek znacznie więcej azotu i potasu utrzymywało się w warstwie ornej. Wprowadzenie dodatkowej masy organicznej zahamowało więc przemieszczanie tych składników w głąb profilu glebowego, co należy uznać za korzystne zjawisko.

Zmiany właściwości gleby wywołane nawożeniem spowodowały zwiększenie jej aktywności biologicznej (tab. 7 i 8). Stwierdzono wzrost ogólnej liczebności bakterii i promieniowców. Zahamowany natomiast został rozwój grzybów, ale tylko w pierwszym roku po zastosowaniu porównywanych form nawożenia.

Nawożenie poplonem i słomą uaktywniło drobnoustroje glebowe, szczególnie w warstwie podornej. Również aktywność drobnoustrojów celulolitycznych wzrosła się pod wpływem zastosowanego nawożenia. Uaktywnienie mikroflory, zwłaszcza w warstwie podornej, świadczy o dodatnim wpływie zastosowanego nawożenia na żyzność i urodzajność gleby.

WNIOSKI

1. Pod wpływem gnojowicy zastosowanej w trzech dawkach, łącznie 600 kg N na ha, uzyskano najwyższy plon kukurydzy. Efekt następczy tego nawożenia, wyrażony plonem jęczmienia jarego, nieznacznie ustępował działaniu obornika.
2. Przyoranie poplonu ścierniskowego rzepaku ze słomą wydatnie zwiększało i przedłużało efekt nawozowy gnojowicy.
3. Kukurydza nawożona gnojowicą przyoraną z poplonem i słomą zawierała więcej azotu i potasu, a ziarno jęczmienia więcej azotu niż na obiektach nie nawożonych.
4. Nawożenie gnojowicą przyczyniło się do wzrostu zawartości azotu i zasad wymiennych w glebie. Przyoranie poplonu ze słomą ograniczyło przemieszczanie tych składników w głąb profilu gleby.
5. Nawożenie organiczne spowodowało znaczne wzmoczenie aktywności mikroflory glebowej. Najkorzystniej pod tym względem działało przyoranie poplonu ze słomą z 600 kg N na 1 ha w gnojowicy, zastosowanej w trzech dawkach.

LITERATURA

1. Kuszelewski L.: Działanie i wykorzystanie dużych dawek gnojowicy. Materiały z Sympozjum Naukowego, Olsztyn 1977.
2. Maćkowiak Cz.: Rolnicze wykorzystanie gnojowicy. Materiały z Krajowej Konferencji Naukowo-Techn., Gdańsk 1979.
3. Maćkowiak Cz., Lipska E.: Działanie nawozowe zróżnicowanych dawek gnojowicy i nawozów mineralnych w czteroletniej rotacji zmianowania na mikropoletkach. Materiały z Sympozjum Naukowego, Olsztyn 1977.
4. Mazur T.: Dotychczasowe doświadczenia nad produkcją i wykorzystaniem gnojowicy. Materiały z Sympozjum Krajowej Konferencji Naukowo-Techn., Gdańsk 1979.
5. Specht G., Asmus F., Lange H.: Wissenschaftlich-Technische Informationen für das Meliorationswesen, nr 13, 1971.