

WPLYW NAWOŻENIA AZOTOWEGO NA PLONY ORAZ SKŁAD BOTANICZNY I CHEMICZNY RUNI PASTWISKA

Mieczysław Nowak, Henryk Kolera

WSTĘP

Wysokie dawki nawozów mineralnych, a zwłaszcza azotowych, zwiększają masę roślinną produkowaną na użytkach zielonych oraz wpływają na jej wartość biologiczną. Drugim łatwo dostrzegalnym zjawiskiem jest zmiana składu botanicznego runi. Na podstawie wyników wielu doświadczeń stwierdzono, że pod wpływem dużych dawek azotu, stosowanych przez kilka lat, część traw niskich i średnich ustępuje z runi, a siedlisko opanowują głównie trawy wysokie, azotolubne, o szybkim tempie wzrostu i dużej zdolności konkurencyjnej. W tych warunkach ubożeje jednak skład botaniczny, runi wypełnia mniejsza liczba gatunków, ustępują całkowicie motylkowe, wskutek czego pasza staje się mniej wszechstronna pod względem żywieniowym. Wysokie dawki nawożenia azotowego powodują również ustępowanie z runi niektórych ziół [3] o znaczeniu dietetycznym i smakowym.

Intensywne nawożenie azotowe powoduje wzrost zawartości białka w paszy [10]. W doświadczeniu Gruszki [10] dawka 240 kg/ha azotu przyniosła, przy stałym nawożeniu fosforowo-potasowym (P_2O_5 — 60 kg/ha, K_2O — 90 kg/ha), wzrost zawartości białka o 12% oraz podniesienie plonu o 92%. Wraz ze wzrostem w paszy zawartości białka następuje zwiększenie ilości azotu niebiałkowego i azotanów.

Wiele badań przeprowadzono w celu poznania wpływu dawek azotu na stosunki między składnikami mineralnymi, zawartymi w paszy [6—8, 10]. Brak równowagi między składnikami mineralnymi lub tylko jej zachwianie może utrudnić prawidłową przemianę materii i powodować schorzenia zwierząt.

Większe dawki nawożenia azotowego mogą również wpływać ograniczająco na zawartość w paszy mikroelementów. Voisin [9] i Ryś [10] zauważyli, że po obfitych dawkach azotu, wskutek wzrostu zawartości amin, nastąpiło zmniejszenie się przyswajalności dla zwierząt miedzi, znajdującej się w paszy.

WPLYW WZRATAJĄCYCH DAWEK AZOTU NA PLON
I JAKOŚĆ PASZY

Jednym z pierwszych doświadczeń, założonych w Polsce w celu badania wpływu wzrastających dawek nawożenia azotowego na produktywność pastwisk i wartość biologiczną zielonki pastwiskowej, było doświadczenie prowadzone od 1962 r. w gospodarstwie Łąki Jaktorowskie, należącym do Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Chylice Akademii Rolniczej w Warszawie. W doświadczeniu tym, przeprowadzonym w dwóch wariantach (wcześniejsze i późniejsze użytkowanie), stosowano azot w pięciu różnych dawkach: wiosną i po przepasieniach. Zastosowano następujące nawożenie fosforowo-potasowe: P_2O_5 75 kg/ha w jednej dawce wiosennej i K_2O 120 kg/ha w dwóch równych dawkach — wiosną i po drugim wypasie. Użyto nawozów: saletrzaku 25% (od 1966 r. saletry amonowej), superfosfatu 18% i soli potasowej 40 i 60%.

Do 1965 r. stosowano dawki azotu od 60 do 300 kg/ha, a od 1966 r. — od 60 do 600 kg/ha. Doświadczenie założono metodą bloków losowanych; poletka z wypasami wcześniejszymi miały powierzchnię 60 m², a z wypasami późniejszymi — 25 m². W metodyce przewidziano 5 wypasów; wysokość plonów oznaczano bezpośrednio przed wypasem, przez wykaszanie za każdym razem innego pasa poletka, stanowiącego piątą część jego powierzchni. Każde poletko było w okresie wegetacji cztery razy wypasione, a jeden raz wykoszone.

Gleby pastwisk w Łąkach Jaktorowskich, na których zlokalizowano doświadczenia, stanowiły czarne ziemie właściwe, wytworzone z aluwialnych namulów, z gatunku słabo gliniastych piasków. Są to gleby średnio oglejone, o pH od 6,5 do 7,0. Zawartość próchnicy w warstwie 0—45 cm wynosi ok. 1,8%.

Charakterystykę warunków klimatycznych i hydrologicznych podano w tabeli 1.

Porównanie danych z tabel 2—6 pozwala zauważyć, że plony z kwatery drugiej przy użytkowaniu późniejszym były średnio o 20—30% wyższe niż z kwatery dziewiątej; wyniki wskazują więc na przewagę stosowania wypasów późniejszych. Przyjęty system badań nie pozwala na razie z dostateczną pewnością stwierdzić, mimo danych analizy wariancji, że wzrost plonów na kwaterze II spowodował późniejszy wypas, a nie inne czynniki, np. nieco odmienne warunki glebowe.

Wysokie dawki azotu, do 600 kg/ha, zwiększały plon ze znacznymi wahaniami w poszczególnych latach. W kilku wypadkach azot nie tylko nie powiększył, ale obniżył plony. Pomijając możliwość ewentualnego błędu technicznego przy określaniu plonów, można przypuszczać, że mogły na to wpłynąć trudne do określenia względy biologiczne, zwłaszcza że średnie plony uzyskane podczas wypasów w drugiej połowie lata i w jesieni nie wykazywały już tych odchyżeń. Z punktu widzenia ogólnej efektywności nawożenia, można stwierdzić stopniowe powiększanie się plonów w wyniku systematycznego, co roku stosowanego nawożenia azotowego. Potwierdzają to również wyniki uzyskane w innych ośrodkach badawczych [5]. Zjawisko powyższe można tłumaczyć stopniowym przysto-

T a b e l a 1

Niektóre dane meteorologiczne w latach 1962—1973 wg Stacji Meteorologicznej
w Chylicach

Rok	Opady całego roku mm	Opady mm w okresie IV—IX	Suma miesięcznych niedoborów wg Hohen- dorfa mm	Średnie temperatury powietrza w w okresie we- getacji °C	Wahania poziomu wody gruntowej cm	Ogólny charakter roku pod względem opadów
1962	688,5	498	—52	13,0	30—90	lato wilgotne
1963	498,5	394	—116	15,0	40—160	lato suche
1964	476,4	334	—176	14,0	20—100	lato suche
1965	589,3	444	—66	12,3	nie badano	lato suche
1966	642,8	406	—104	14,4	40—150	wiosna wilgotna
1967	605,7	376	—134	14,9	nie badano	wiosna wilgotna
1968	671,1	510	—40	14,1	56—126	rok optymalny
1969	730,7	488	—62	14,4	50—121	lato suche
1970	800,8	536	—14	13,5	0—115	rok wilgotny
1971	768,9	572	+22	14,2	40—100	rok bardzo wilgotny
1972	661,5	577	+18	13,7	0—121	wiosna wilgotna
1973	504,6	300,8	—255	14,3	20—178	rok suchy

T a b e l a 2

Plony q/ha powietrznie suchej masy w doświadczeniu z wypasami wcześniejszymi —
— kwatery IX

Rok	Dawki azotu w kg/ha								
	0	60	120	180	240	300	360	480	600
1962	24,6	31,7	36,8	43,0	47,9	54,7	—	—	—
1963	20,7	30,2	36,7	53,1	53,8	62,5	—	—	—
1964	25,2	26,4	26,4	35,4	39,1	48,4	—	—	—
1965	19,4	34,4	34,6	39,4	46,1	48,3	—	—	—
1966	34,7	—	38,2	—	53,3	—	70,4	72,3	—
1967	29,3	—	48,2	—	65,0	—	79,0	91,0	92,8
1968	21,6	—	39,8	—	53,3	—	71,6	86,2	104,5
1969	24,4	—	45,7	—	62,5	—	72,1	79,6	90,9
1970	58,4	—	71,0	—	75,1	—	86,6	100,2	103,6
1971	47,3	—	74,9	—	78,2	—	77,4	92,6	103,1
1972	56,7	—	92,0	—	105,4	—	106,6	113,5	121,4
1973	38,4	—	58,8	—	88,2	—	93,4	105,1	112,0
\bar{x}	33,39	30,68	50,26	42,72	62,99	53,48	82,14	92,56	104,04

Tabela 3

Plony q/ha powietrznie suchej masy w doświadczeniu na kwaterze I (wypasy późniejsze)

Rok	Dawki azotu w kg/ha								
	0	60	120	180	240	300	360	420	480
1962	20,8	32,8	38,7	45,3	53,0	—	—	—	—
1963	26,0	31,9	38,1	49,4	66,2	—	—	—	—
1964	27,9	36,9	45,5	50,0	60,7	—	—	—	—
1965	34,0	40,9	44,1	39,3	59,5	60,2	—	—	—
1966	49,6	74,5	101,3	96,8	103,3	125,5	137,7	147,8	160,3
1967	28,1	36,8	50,6	57,3	72,0	78,6	87,2	87,3	91,3
1968	38,5	62,4	85,8	90,7	101,7	110,8	116,8	123,6	127,0
1969	30,3	54,0	70,2	80,1	98,4	101,8	113,7	119,9	120,9
1970	75,7	86,4	113,6	113,8	116,8	126,1	132,1	131,2	149,0
1971	58,7	94,2	96,8	112,7	115,8	124,5	140,1	144,0	138,6
1972	50,7	89,4	109,1	113,3	125,7	128,4	130,7	135,2	138,2
1973	27,6	36,0	50,7	55,0	66,3	70,1	74,8	69,5	78,6
\bar{x}	38,99	56,35	70,38	75,31	86,62	102,89	116,64	119,81	125,49

Tabela 4

Analiza wariancji plonów z lat 1962—1966

Źródło zmienności	Liczba stopni swobody	Suma kwadratów	Średni kwadrat	F _{emp.}	F _{0,05}
Lata — L	3	17 181	5 727	1	
Kwaterny — K	1	463 081	463 081	53,43**	4,75
Dawki — N	4	3 754 769	938 692	108,31**	3,26
Współdziałanie:					
L × K	3	278 752	92 917	10,72*	3,49
L × N	12	356 705	29 725	3,43*	2,69
K × N	4	123 288	30 822	3,56*	3,26
L × K × N	12	104 004	8 667		
Całkowita	39	5 097 780			
NIR _L	=	2,87			
NIR _N	=	3,21			
NIR _K	=	2,03			
NIR _{LK}	=	4,06			
NIR _{NK}	=	4,54			

Tabela 5

Analiza wariancji, część 2 (1966—1973)

Źródło zmienności	Liczba stopni swobody	Suma kwadratów	Średni kwadrat	F _{emp.}	F _{0,05}
Kwata II					
Lata — L	7	32 675 151	4 667 879	81,98**	2,18
Dawki — N	8	45 226 843	5 653 355	99,29**	2,11
Współdziałanie L × N	56	3 188 506	56 938		
Całkowita	71	733 172 500			
NIR _L = 7,114					
NIR _N = 7,546					
Kwata IX					
Lata — L	7	7 239 018	1 034 145	17,02**	2,29
Dawki — N	5	22 811 234	4 562 247	75,08**	2,49
Współdziałanie L × N	35	2 126 628	60 761		
Całkowita	47	32 176 880			
NIR _L = 9,045					
NIR _N = 87,833					

Tabela 6

Porównanie średnich plonów w latach, w zależności od nawożenia, z kwater z wcześniejszym (IX) i późniejszym (II) wypasem, w latach 1966—1973, q/ha

Kwata IX						
	0	120	240	260	480	600
0		19,73	33,77	43,29	53,71	66,31
120			14,04	23,56	33,98	46,58
240				9,52	19,94	32,54
360					10,42	23,02
480						12,60
600						

NIR_N = 7,833

Kwata II

	60	120	180	240	360	360	420	480
0	21,81	39,86	45,06	55,86	63,32	71,74	74,91	80,59
60		18,05	23,25	33,29	41,51	49,93	53,10	58,78
120			5,20	15,24	23,46	31,88	35,05	40,73
180				10,04	18,26	26,68	29,85	35,53
240					8,22	16,64	19,81	25,49
300						8,42	11,59	17,27
360							3,17	8,85
420								5,68

NIR_N = 7,546

sowywaniem się gatunków runi pastwiskowej do nawożenia. Pod jego wpływem ustąpiły gatunki mało wydajne, a pozostały tylko silnie reagujące na azot.

Za kryterium oceny oddziaływania wzrastających dawek nawożenia azotowego na wzrastanie plonów przyjęto wydajność 1 kg zastosowanego składnika. Zwyżki plonu powietrznie suchej masy pod wpływem zwiększania dawek azotu (tab. 7) lepiej charakteryzują oddziaływanie nawozu i jego efektywność niż wówczas, gdy zwyżkę obliczono w stosunku do całych dawek (tab. 8).

Wpływ nawożenia azotowego na wzrost plonu był duży, a uzyskiwane średnie zwyżki wahały się od 8,2 do 28,8 kg p. s. m. na 1 kg N (wyniki średnie z 12 lat); obniżanie się średniej efektywności 1 kg azotu z 28,8 do 8,2 kg p. s. m. pomimo wzrostu dawek jest uzasadnione biologicznym prawem zmniejszającego się oddziaływania składnika na glebę i roślinność. Prawo to wyznacza również ekonomicznie uzasadnioną górną granicę dawki, powyżej której wartość zwyżki plonu jest mniejsza od jednostkowego kosztu nawożenia. Różnice, występujące w efektywności poszczególnych dawek pomiędzy latami, wynikają częściowo ze zmienności warunków meteorologicznych. Nie próbowano w niniejszym opracowaniu interpolacji wyników pozytywnych i odrzucania wyników wątpliwych (obarczonych błędem), co mogłoby pomóc w interpretacji efektów nawożenia azotowego.

Nawożenie azotowe wpływa w istotny sposób na zmiany składu botanicznego i chemicznego produkowanej masy roślinnej, przy czym przede wszystkim oddziałują wysokość stosowanej dawki nawozu, jakkolwiek nie bez wpływu jest kompleks warunków siedliskowych, w których najważniejszą rolę odgrywają: wahania pogody i klimat. Na rozwój i utrzymywanie się gatunków wpływa też uwilgotnienie gleby, determinowane wysokością opadów i ich rozłożeniem, przy czym ujemnie na skład runi użytku oddziałują susze i mrozy.

Wzrastające nawożenie azotowe w ciągu 12 lat spowodowało procentowy wzrost zawartości kupkówki pospolitej, wiechliny łąkowej oraz perzu właściwego (tab. 9). Wyraźnie widoczne jest całkowite wyparcie z runi koniczyn i roślin motylkowych oraz poważne zmniejszenie się udziału kostrzewy czerwonej oraz liczby ziół.

Za szczególnie niepożądane należy uważać pojawienie się perzu, począwszy od dawki N 300 kg/ha, wypierającego nie tylko życicę trwałą i wiechlinę łąkową, ale również kupkówkę pospolitą oraz niektóre ziola, wytrzymujące dawkę azotu do 240 kg/ha.

Pewną lukę w wynikach doświadczenia stanowi brak orientacji co do zawartości darni. Z innych badań [10] wynika, że wraz ze wzrostem dawek nawozów azotowych gęstość runi początkowo wzrasta, lecz po 2—3 latach rozluźnia się, chociaż nie wpływa to na wysokość plonów, które wzrastają.

Duży jest wpływ intensywnego nawożenia na zmiany w składzie chemicznym plonu, tj. w zawartości składników mineralnych. Analizy chemiczne plonu (tab. 10) potwierdziły tezę, że nawożenie azotowe, począwszy od dawki N 120 kg/ha, zwiększa w roślinach zawartość azotu. Poniżej tej dawki nie stwierdza się takiej zależności, gdyż rośliny zdolne są całą ilość dostarczonego pierwiastka

Tabela 7

Efektywność 1 kg N, w kg p.s.m., obliczona z różnic pomiędzy wzrastającymi dawkami nawozu

Rok	Dawki azotu w kg/ha							
	60	120	180	240	300	360	420	480
1962	20,0	9,8	11,0	12,8	—			
1963	9,8	10,3	18,8	28,0	—			
1964	15,0	14,3	7,5	17,8	—			
1965	11,5	5,3	—8,0	33,7	0,1			
1966	40,7	44,7	—7,5	10,8	37,0	20,3	16,8	20,8
1967	14,5	23,0	11,2	24,5	11,0	14,3	0,2	6,7
1968	39,8	39,0	8,2	18,3	15,2	10,0	11,3	5,7
1969	39,5	27,0	16,5	30,5	5,7	19,8	10,3	1,7
1970	17,8	45,5	0,3	5,0	15,5	10,0	—1,5	29,7
1971	59,2	4,3	26,5	3,8	15,8	26,0	6,5	—9,0
1972	64,5	8,8	7,0	20,6	4,5	3,8	7,5	5,0
1973	14,0	24,5	7,1	18,8	6,3	7,8	24,5	15,1
\bar{x}	28,86	21,38	8,22	18,72	12,34	14,00	9,45	9,46

Tabela 8

Efektywność 1 kg azotu w kg p.s.m. obliczona z całej zastosowanej dawki, kwatery II, wypasy późniejsze

Rok	Dawki azotu w kg/ha							
	60	120	180	240	300	360	420	480
1962	20,0	14,9	13,6	13,4	—	—	—	—
1963	9,8	10,1	13,0	16,8	—	—	—	—
1964	15,0	14,7	12,3	13,7	—	—	—	—
1965	11,5	8,4	2,9	10,6	8,7	—	—	—
1966	40,7	43,1	26,2	22,4	25,3	24,5	23,4	23,1
1967	14,5	18,8	16,2	18,3	16,8	16,4	14,1	13,2
1968	39,8	39,4	29,0	26,3	24,1	20,1	20,3	18,4
1969	39,5	33,3	27,9	28,4	23,8	23,2	21,3	18,9
1970	17,8	31,6	21,2	17,1	16,8	15,7	13,2	15,3
1971	59,2	31,8	30,0	23,5	21,9	22,6	20,3	16,6
1972	64,5	48,7	34,8	31,2	25,9	22,2	20,1	18,2
1973	14,0	19,3	15,2	16,1	14,2	13,1	10,0	10,6
\bar{x}	28,9	33,3	26,6	23,6	20,7	19,3	16,9	15,1

Procentowa zawartość w darni kilku traw

Rok	Kupkówka pospolita					Wiechlina łąkowa				
	0	120	240	480	600	0	120	240	480	600
1962	22,6	24,7	31,8			10,5	12,7	17,9		
1963	12,4	12,0	20,3			5,2	9,5	8,9		
1964	3,2	20,4	29,1			14,2	23,6	20,9		
1965	7,7	7,7	12,4			12,8	17,9	20,4		
1966	10,5	8,5	10,5	12,0		12,1	15,8	19,5	20,6	
1967	1,1	3,9	4,5	10,2		13,2	30,9	24,5	18,8	
1968	2,9	2,4	22,9	20,0	33,4	4,9	7,9	11,4	6,4	13,9
1969	3,1	10,6	12,3	17,2		15,5	25,7	44,5	16,9	
1970	6,5	14,9	25,8	19,5	21,0	1,6	5,3	4,8	2,3	1,7
1971	7,1	10,3	26,5	24,5	28,5	19,1	30,6	25,8	13,3	12,6
1972	8,6	15,9	23,2	24,5	15,6	19,0	24,8	21,1	23,2	20,6

wykorzystać na rozwój swej masy. Na obniżenie procentowej zawartości azotu w suchej masie plonu wpływa zawartość wody, zawsze zwiększająca się w roślinach nawożonych tym składnikiem.

WPŁYW AZOTU NA ZAWARTOŚĆ INNYCH SKŁADNIKÓW MINERALNYCH

Azot oddziałuje synergicznie na inne składniki mineralne, które pobiera roślinność; wskazują na to dostatecznie wysokie zawartości fosforu, potasu i wapnia (tab. 11—13). Nawożenie fosforowo-potasowe stosowano, jak podano wyżej, w jednakowej ilości w obu doświadczeniach, przy wszystkich poziomach nawożenia azotowego. Zawartość procentowa fosforu mimo poważnego wzrostu plonów, nie uległa zmianom i z minimalnymi wahaniami utrzymywała się na poziomie 0,77—1,17% P_2O_5 ; także zawartość potasu we wszystkich latach była na ogół wysoka i w większości wypadków wynosiła ok. 2,40% K_2O .

Nawożenie azotowe wpływało w małym stopniu na zawartość CaO w plonie. Pewne obniżenie się ilości tego składnika, które następowało wraz ze wzrostem dawki azotu, należy tłumaczyć całkowitym ustąpieniem z runi roślin motylkowych oraz zmniejszeniem się ilości ziół i chwastów, zawierających więcej tego pierwiastka w porównaniu z runią trawiastą. Zachodzi więc w tym wypadku zjawisko synergicznego oddziaływania azotu na pobieranie wapnia przez rośliny. Nawet przy znacznej ilości roślin motylkowych w runi zawartość wapnia jest tylko niewiele wyższa w plonie z poletek, na których nie stosowano azotu, a nawożenie fosforowo-potasowe spowodowało utrzymanie się w runi 20—35% motylkowych.

W badaniach nie uwzględniono zawartości magnezu i sodu w plonie. Część próbek analizowano w Wojewódzkiej Stacji Chemiczno-Rolniczej na zawartość miedzi, manganu, żelaza oraz azotanów. W kilkudziesięciu próbkach zielonki

Tabela 9

oraz ziół w zależności od dawki azotu w kg/ha

Kostrzewa czerwona					Perz właściwy					Ziolo				
0	120	240	480	600	0	120	240	480	600	0	120	240	480	600
23,9	15,1	10,7			0,6	0,3	0,3			8,9	8,1	4,7		
24,3	14,3	9,1			1,2	0,8	2,3			6,5	3,6	4,3		
13,1	6,2	2,5			2,7	5,3	7,4			9,5	11,6	13,3		
13,6	13,2	7,1			3,3	3,1	10,8			5,3	5,8	4,9		
10,1	7,3	10,6	5,4		2,8	5,2	6,0	21,2		8,2	5,5	8,6	8,4	
3,4	6,5	2,7	1,5		1,6	3,0	8,4	18,7		6,3	4,3	3,2	3,8	
30,5	29,7	5,6	1,6	0,9	0,9	1,5	11,6	29,2	25,9	7,3	8,2	7,0	3,8	2,6
2,3	2,3	1,0	0,7		2,9	6,0	8,6	29,0		8,2	9,8	8,2	7,1	
10,5	6,4	2,8	0,3	0,3	2,4	10,5	9,1	46,2	55,6	10,2	9,6	8,6	2,0	2,0
5,4	3,0	2,8	0,6	0,3	9,0	17,2	18,1	49,1	52,5					
17,8	22,3	6,9	5,1	2,0	10,3	7,2	14,5	30,0	52,1	14,2	12,3	9,2	1,6	3,1

Tabela 10

Procentowa zawartość azotu w a.s.m. runi pastwiskowej

Rok	Dawki azotu w kg/ha						
	0	60	120	240	360	480	600
1962	2,40	2,48	2,56	2,79	—		
1963	2,77	2,78	2,66	2,79	—		
1964	2,26	2,02	2,02	2,09	—		
1965	2,75	2,58	2,62	2,59	—		
1966	3,05	—	3,03	3,16	3,49	3,68	
1967	2,72	2,65	2,56	2,74	3,00	3,13	
1968	2,40	—	2,48	2,60	3,38	3,54	
1969	2,46	2,31	2,33	2,61	3,00	3,44	3,72
1970	3,12	2,94	2,99	3,23	3,58	4,01	
1971	3,52	3,18	3,07	3,30	3,81	4,26	
1972	2,21	2,32	2,36	2,83	3,30	3,82	
1973	2,80	2,80	2,73	2,95	2,22	3,71	
\bar{x}	2,71	2,61	2,62	2,81	3,35	3,70	3,72

pobranych na poletkach nawożonych dawkami N 240 i 360 kg/ha, stwierdzono ilości azotanów wahające się pomiędzy 0,07 a 0,12% w a.s.m. Pozwala to na udokumentowane stwierdzenie, że wraz ze zwiększaniem się dawki azotu, wzrasta zawartość azotanów w runi. W doświadczeniach na Łąkach Jaktorowskich, przy zachowaniu karencji ok. 3—4 tygodni pomiędzy zastosowaniem nawozu a wypasem pastwiska, w żadnej próbce zielonki nie stwierdzono ilości azotanów, którą normy określają jako szkodliwą dla zdrowia zwierząt.

Analizy chemiczne na zawartość pierwiastków śladowych wykazały, że wysokie nawożenie N (ponad 240 kg/ha) powoduje obniżenie zawartości miedzi

Tabela 11

Procentowa zawartość P_2O_5 w a.s.m. runi pastwiskowej

Rok	Dawki azotu w kg/ha						
	0	60	120	240	360	480	600
1962	0,77	0,77	0,78	0,80			
1963	0,93	0,98	0,98	1,00			
1964	0,82	0,83	0,80	0,77			
1965	1,04	0,99	1,01	0,96			
1966	1,17	—	1,06	1,03	1,04	0,91	
1967	0,92	1,00	1,00	0,92	0,93	0,92	
1968	0,98	—	0,94	1,04	1,04	0,99	
1969	0,98	1,00	0,94	0,92	0,90	0,89	
1970	1,06	1,04	1,02	0,97	0,97	0,99	1,00
1971	1,00	0,97	0,88	0,89	0,85	0,81	
1972	0,81	0,87	0,91	0,93	0,99	1,05	
1973	0,80	0,80	0,78	0,80	0,79	0,79	
\bar{x}	0,94	0,93	0,93	0,92	0,94	0,92	1,00

Tabela 12

Procentowa zawartość K_2O w a.s.m. runi pastwiskowej

Rok	Dawka azotu w kg/ha						
	0	60	120	240	360	480	600
1962	2,53	2,80	2,72	2,69			
1963	2,87	3,05	3,05	2,74			
1964	3,63	3,60	3,47	3,14			
1965	2,70	2,57	2,57	2,57			
1966	3,64	—	3,55	3,51	3,36	3,45	
1967	3,13	3,24	3,14	3,16	3,09	2,98	
1968	3,43	—	3,71	3,38	3,45	2,91	2,81
1969	3,22	3,10	3,14	2,97	3,12	2,71	
1970	3,61	3,82	3,62	3,40	2,66	2,38	
1971	3,43	2,63	3,63	3,06	2,70	2,26	
1972	2,69	2,68	2,66	2,18	2,20	2,12	
1973	2,98	3,25	3,00	2,90	2,44	2,34	
\bar{x}	3,16	3,07	3,19	2,98	2,90	2,60	2,81

o 1—2 mg na 1 kg s.m., a manganu o ok. 5—10 mg na 1 kg s.m. Dalsze badania nad przyczynami braku w paszy dostatecznej ilości miedzi są dla gospodarstwa Łąki Jaktorowskie ważne, gdyż zawartość tego pierwiastka w granicach ok. 5 mg/kg s.m. nasuwa przypuszczenie, że gleby te są w miedź raczej ubogie i wprowadzenie jej do gleby może być celowe.

Przy stosowaniu nawożenia mineralnego istotnym zagadnieniem jest wykorzystanie użytej dawki składnika mineralnego, tj. określenie ilości składnika

Tabela 13

Procentowa zawartość CaO w a.s.m. runi pastwiskowej

Rok	Dawki azotu w kg/ha					
	0	60	120	240	360	480
1962	0,90	0,70	0,69	0,69		
1963	1,61	1,44	1,47	1,46		
1964	1,52	1,36	1,21	1,21		
1965	0,93	0,94	0,80	0,80		
1966	1,04	—	0,80	0,80	0,82	0,83
1967	0,85	0,97	0,81	0,81	0,78	0,72
1968	0,59	—	0,55	0,55	0,53	0,55
1969	0,98	0,99	0,84	0,84	0,90	0,79
1970	1,47	1,21	1,04	1,04	1,01	1,00
1971	1,55	1,24	1,14	1,14	1,20	1,28
1972	0,82	0,72	0,84	0,84	1,11	1,11
1973	0,99	0,93	0,83	0,97	0,98	0,88
\bar{x}	1,10	1,05	0,92	0,93	0,92	0,89

pobranego przez rośliny z nawozów oraz pozostającego w glebie w formach przyswajalnych lub uwstecznionych, a także ilości bezpowrotnie straconej wskutek wymycia przez deszcze lub zalewy.

W tym celu wykonano obliczenia (tab. 14), które nie uwzględniały jednak zapasu składników nawozowych w glebie i ich ewentualnego przyrostu z wodami powierzchniowymi (wiosenne roztoły lub wylewy rzek wskutek wysokich opadów), a nawet w wyniku działalności mikroorganizmów glebowych i dlatego nie można uważać ich za bilans składników pokarmowych. Pozwalają jednak ogólnie zorientować się w wykorzystaniu zastosowanej dawki nawozu. Z obliczeń tych wynika, że:

1) dawki azotu do 150--180 kg/ha są w pełni wykorzystywane przez ruń pastwiskową; z dawek wyższych stopniowo coraz większe ilości pierwiastka pozostają w glebie (np. w zwiększonej masie korzeniowej, rozłogach, powstającej z obumierających korzeni próchnicy), lub zostają wymyte z warstwy glebowej.

2) nawożenie fosforowe przy dawce N 360 kg/ha jeszcze pokrywało, co wynika z ilości P_2O_5 pobranej w plonie uzyskanym w doświadczeniu, zapotrzebowanie roślinności pastwiskowej na ten składnik.

3) nawożenie potasowe nie zostało wykorzystane przez rośliny w pełni jedynie przy jednoczesnym nawożeniu dawkami azotu w granicach nieco powyżej 100 kg/ha.

Z obliczeń wynika poza tym, że zawartość tlenu potasu nawet przy dawce N 600 kg/ha utrzymywała się na wymaganym poziomie. Fakt ten potwierdza tezę wysuniętą przez T' Harta [4], że na glebach dostatecznie zasobnych w fosfor i potas nie zachodzi potrzeba powiększania dawek tych składników przy intensyfikowaniu nawożenia azotowego. Według Kreila [2] na glebach, w których

Tabela 14

Porównanie ilości składników mineralnych wprowadzonych w nawozach do gleby oraz pobranych przez plon, kg

		Nawożenie w kg/ha przy dawce $P_2O_5 = 72$ kg/ha i $K_2O = 120$ kg/ha					
		0	60	120	240	260	480
		liczba lat badań					
		12	6	12	12	8	8
Azot	1	1 083,0	1 164,0	1 573,0	2 170,0	2 201,4	2 739,8
	2	0,0	360,0	1 660,0	2 880,0	2 880,0	3 840,0
	3	-1 083,0	-804,0	+87,0	+710,0	+678,6	+1 100,2
Fosfor	1	408,0	221,7	567,2	707,8	545,0	641,0
	2	864,0	432,0	864,0	864,0	576,0	576,0
	3	+456,0	+210,3	+296,8	+156,2	+31,0	-65,0
Potas	1	1 301,8	674,7	1 823,2	2 085,0	1 762,4	2 186,9
	2	1 660,0	830,0	1 660,0	1 660,0	960,0	960,0
	3	+358,2	+155,3	-163,2	-425,0	-802,4	-226,9

1 — ilość składnika stwierdzona w plonie.

2 — ilość składnika wprowadzona do gleby w nawozie.

3 — różnica (—) którą dostarczyła gleba, różnica (+), która pozostała w glebie nie wykorzystana.

tych składników brakuje, należy zwiększać nawożenie potasowe o 30%, a fosforowe o 15% w stosunku do podwyższonej dawki azotu. Oczywiście postępuje się w ten sposób w wypadkach gleb zasobnych, przy nawożeniu których nie zależy rolnikowi, aby w całości zwrócić zabrane z plonem składniki. Podstawową zasadą nawożenia gleb lekkich jest jednak uzupełnienie, nawet z nadwyżką, ilości wszystkich zabranych z plonem pierwiastków.

LITERATURA

1. Biuletyn Informacyjny Instytutu Zootechniki (poświęcony nawożeniu azotem) 1969 nr 2, nr 5.
2. Kreil W., Kaltofen H.: Fragen der Stickstoffdüngung des Graslandes. Sitzungsberichte DAL Berlin, t. 16:1967 z. 4.
3. Królikowski J.: Rola niektórych ziół i chwastów w poroście pastwiskowym. Prz. hod. 1971 nr 11.
4. Nitrogen and grassland. Proceedings of the 1st General Meeting of the European Grassland Federation, 1965. Wageningen 1966.
5. Klapp E.: Łąki i pastwiska, Warszawa 1962.
6. Nowak M., Niczyporuk A.: Intensywne nawożenie pastwisk azotem. Zesz. nauk. SGGW Rol. 1969 z. 13.
7. Nowak M., Nazaruk.: Wpływ wzrastających dawek azotu na wydajność pastwisk. Wiad. IMUZ t. 7:1967 z. 1.
8. Nowak M.: Düngung der Weiden mit werschieden hohen N-Mengen in der VR Polen. W: Zur Stickstoffdüngung der Weiden. Berlin 1968 Tag-Ber. Dt. Akad. Landwirtsch.-Winss. Berlin nr 94.
9. Voisin A.: Tetanie d'herbe. Paris 1963.

10. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie 197 nr 7 (zeszyt poświęcony intensyfikacji nawożenia azotowego użytków zielonych).
11. Intensywne nawożenie azotem użytków zielonych. Materiały z Międzynarodowej Konferencji, Warszawa 6-11 IX 1971. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1973 z. 150.

M. Nowak, G. Kolera

ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙ И БОТАНИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПАСТБИЩНОГО ТРАВСТОЯ

Резюме

Исследовали влияние высоких доз азотных удобрений на урожай и качество корма, состав травостоя и содержание других минеральных элементов. Установлено неуклонное повышение урожаев под влиянием ежегодного азотного удобрения. Снижение средней эффективности 1 кг азота определяет экономически обоснованную верхнюю границу дозы азота, при превышении которой стоимость прибавок урожая ниже удельной стоимости удобрения. На изменения ботанического и химического состава производимой массы корма воздействуют величина дозы удобрения, а также климатические и экологические условия.

Азот оказывает синергетическое влияние на усваивание других минеральных элементов. Содержание фосфора удерживалось на неизменном уровне, несмотря на повышение урожаев, а содержание калия достигало около 2,4% K_2O .

Установлено небольшое влияние азота на содержание CaO в урожае. Высокие дозы N приводят к сокращению содержания меди на 1—2 мг, а марганца — на около 5—10 мг/кг с.м.

Использование азота удобрений было максимальным в случае доз 150—180 кг/га. Фосфорное удобрение удовлетворяло потребности в фосфоре растений при дозе N 360 кг/га. Калийное удобрение не использовалось растениями в случае низких доз азота (около 100 кг/га). Содержание K_2O в растениях удерживалось на требуемом уровне, даже в случае дозы N 600 кг/га. Поэтому на почвах удобряемых высокими дозами фосфора следует повышать калийное удобрение на 70%, а фосфорное на 15%.

M. Nowak, H. Kolera

NITROGEN FERTILIZATION EFFECT ON YIELD AND BOTANICAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF PASTURE SWARD

Summary

The effect of high nitrogen fertilization rates on magnitude and quality of fodder yield, sward composition and content of other mineral elements was investigated. A gradual yield increase under influence of every-year nitrogen fertilization has been found. The decrease of average effectiveness of 1 kg of nitrogen determines economically justified upper limit of the nitrogen rate, at exceeding of which the yield increment value would be considerably less than the unit costs of the fertilization. Changes of the botanical and chemical composition of the produced fodder bulk occur under influence of the fertilization rate as well as of climatic and ecological conditions.

Nitrogen exerts a synergetic effect on the availability of other mineral elements. The phosphorus content maintained itself at an unchanged level, despite the yield increase, while the potassium content amounted as much as to 2.4% K_2O .

A little effect of nitrogen on CaO content in the yield has been proved. High N rates lead to a drop of copper content by 1-2 mg and of manganese content by about 5-10 mg per 1 kg of d.m.

The utilization of nitrogen from fertilizers was maximal at the rates of 150—180 kg per hectare.

The phosphorus fertilization covered phosphorus requirements of plants at the N rate of 360 kg per hectare.

The potassium fertilization was not utilized by plants at a low nitrogen rate (about 100 kg per hectare). The K_2O content in plants maintained itself at the required level, even at the N rate of 600 kg per hectare. Therefore, on soils fertilized with higher nitrogen rates the potassium fertilization ought to be increased by 30% and the phosphorus fertilization by 15%.