

WPŁYW WZRASTAJĄCYCH DAWEK PK I N NA WYDAJNOŚĆ PASTWISK ORAZ NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE GLEB

Mikołaj Nazaruk, Antoni Niczyporuk

Instytut Przyrodniczych Podstaw Melioracji AR — Warszawa
Dyrektor: prof. dr hab. Józef Prończuk

Instytut Produkcji Roślinnej AR — Warszawa
Dyrektor: prof. dr hab. Roman Moraczewski

WSTĘP

Wieloletnie badania i praktyka wykazały, że plonowanie runi pastwiskowej jest pochodną nawożenia, głównie azotowego. Nawożenie fosforowo-potasowe na pastwiskach traktuje się jako tło do nawożenia azotem. Wiadomo, że wraz ze wzrostem plonu wzrasta także zapotrzebowanie na fosfor i potas. Doświadczenia polowe jak i analizy paszy wykazują jednak, że zawartość tych składników w paszy jest różna na różnych glebach, a w związku z tym nawożenie to powinno być również zróżnicowane. W odniesieniu do łąk Moraczewski [5] stwierdził, że istnieje możliwość określenia potrzeb nawozowych gleb w stosunku do fosforu i potasu na podstawie składu chemicznego traw I pokosu. Autor ten podaje liczby graniczne zawartości P_2O_5 i K_2O oraz odpowiadające im potrzebne coroczne dawki nawozów fosforowych i potasowych. Doboszyński [1] na podstawie wielu badań doszedł do wniosku, że przy dawkach nawozów 300-400 kg NPK na ha w warunkach łąkowych średnich stosunek składników nawozowych $N:P_2O_5:K_2O$ powinien być zbliżony do wartości 1 : 0,3 : 0,6. Godna uwagi jest również metoda ustalania proporcji dawek NPK w nawożeniu pastwisk, polecana przez Kaltofena [3] dla warunków NRD. Według tego autora, stosując jako podstawowe dawki 100 kg N + 50 kg P_2O_5 + 80 kg K_2O na ha, na dalsze 100 kg azotu należy zwiększać ilość stosowanego tlenku fosforu o 15%, a tlenku potasu o 30% w stosunku do użytych ilości azotu. Przy ustalaniu dawek na pastwiska Nazaruk [6, 8] proponuje przyjmować za punkt wyjściowy: wysokość plonu, który chcemy osiągnąć, oraz pożądaną zawartość składników pokarmowych dla potrzeb pokarmowych roślin i zwierząt. W ZSRR

Lubimowa [4] doszła do wniosku, że dawki NPK można planować w oparciu o wyjściowe proporcje pobranych tych składników przez plon. Ponadto stwierdzono, że przy tym sposobie nawożenia trwałych pastwisk straty i zatrzymywanie przez glebę składników rekompensują się uruchamianiem zapasów glebowych i pobraniem azotu z powietrza. Stout [10] podaje, że w Stanach Zjednoczonych również prowadzi się badania na powyższy temat, wykorzystując do tego celu komputery, które ułatwiają ustalanie dawek nawozów mineralnych, jednak według tego autora wyniki analiz chemicznych mogą do nich wprowadzić znaczne poprawki.

Ogólnie należy stwierdzić, że problematyka wzajemnego stosunku składników nawozowych jest otwarta, a potwierdzeniem tego są liczne badania prowadzone w tym zakresie, których wyniki i ostateczne wnioski są często kontrowersyjne [1, 2, 7, 8, 9, 11, 12].

Celem niniejszej pracy było:

— uchwycenie górnych granic opłacalności nawożenia azotem przy zwiększającym się nawożeniu fosforowo-potasowym;

— zbadanie celowości stosowania równoczesnego zwiększania nawożenia PK wraz ze wzrostem dawek azotu, zgodnie z potrzebami pokarmowymi roślin;

— wyjaśnienie możliwości uzyskania wysokiej wydajności pastwiska przez zwiększenie udziału roślin motylkowatych w runi przy niskich dawkach azotu;

— uchwycenie zmian zachodzących w składzie botanicznym przy równoległym stosowaniu wzrastającego nawożenia NPK;

— uchwycenie ewentualnych zmian w zawartości P i K w glebie w związku z większym pobieraniem tych składników przez runię w stosunku do stosowania z nawożeniem.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU DOŚWIADCZALNEGO

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1961-1968 na trwałych pastwiskach Rolniczego Zakładu Doświadczalnego SGGW-Chylice, położonych w odległości 37 km na południowy zachód od Warszawy.

Glebę na pastwisku zaliczono do czarnej ziemi właściwej wytworzonej z piasku gliniastego lekkiego na glebie lekkiej o miąższości warstwy akumulacyjnej od 30 do 40 cm. Odznaczała się ona dobrą strukturą gruzełkowatą i stosunkowo dużą żyznością. Zawartość próchnicy w warstwie od 0 do 20 cm wynosiła 3,25%, pH — 7,2, P_2O_5 — 32 i K_2O — 11 mg w 100 g gleby (wg Egnera-Riehma).

Sumy opadów w mm za okres wegetacyjny oraz za cały rok podane są w tabeli 1. Ogólnie w ciągu badanego okresu opady były większe od

Tabela 1

Miesięczne sumy opadów wg stacji RZD — Chylice (w mm)

Lata	Miesiąc							Suma	
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	za okres IV-X	za rok
1965	63,9	78,2	81,9	99,6	56,9	58,5	3,4	442,4	589,3
1966	20,8	62,3	69,2	82,3	79,5	29,3	62,7	406,1	642,8
1967	65,0	46,1	104,7	66,3	39,3	19,2	35,5	376,1	606,3
1968	41,1	93,0	112,8	96,9	32,9	63,3	70,2	510,2	671,1
Średnie z lat 1955-1964	33,0	56,6	74,3	83,2	63,1	43,6	28,0	381,8	534,8

średnich wielolecia, a ich rozkład był stosunkowo korzystny. Jedynie w drugiej połowie 1967 r. opady były niższe od przeciętnych.

Poziomy zwierciadła wody gruntowej (rys. 1) w poszczególnych latach w ciągu okresu wegetacyjnego wahały się:

1965	od	0	do	100 cm,
1966	"	40	"	128 "
1967	"	6	"	160 "
1968	"	50	"	150 "

Po wielkich opadach w 1965 i 1967 r. woda kilkakrotnie stała na powierzchni pastwiska. Ogólnie jednak obserwowano spadek zwierciadła wody gruntowej od wiosny ku jesieni. Ze względu na dużą pojemność wodną gleby run nie odczuwała w ciągu okresu badań większych niedoborów wody.

METODYKA BADAŃ

Doświadczenie założono w układzie split-plot w 4 powtórzeniach przy trzech poziomach nawożenia fosforowo-potasowego (PK) i 9 poziomach nawożenia azotowego (N). Badania wykonano w dwóch etapach. W pierwszym etapie badań w latach 1961-1964 na tle trzech poziomów nawożenia potasowo-fosforowego dawki azotu wzrastały od 0 do 240 kg/ha, a w drugim etapie w latach 1965-1968 nawożenie azotowe podwojono i wynosiło ono od 0 do 480 kg/ha N (tab. 2). Opracowanie niniejsze obejmuje drugi etap badań.

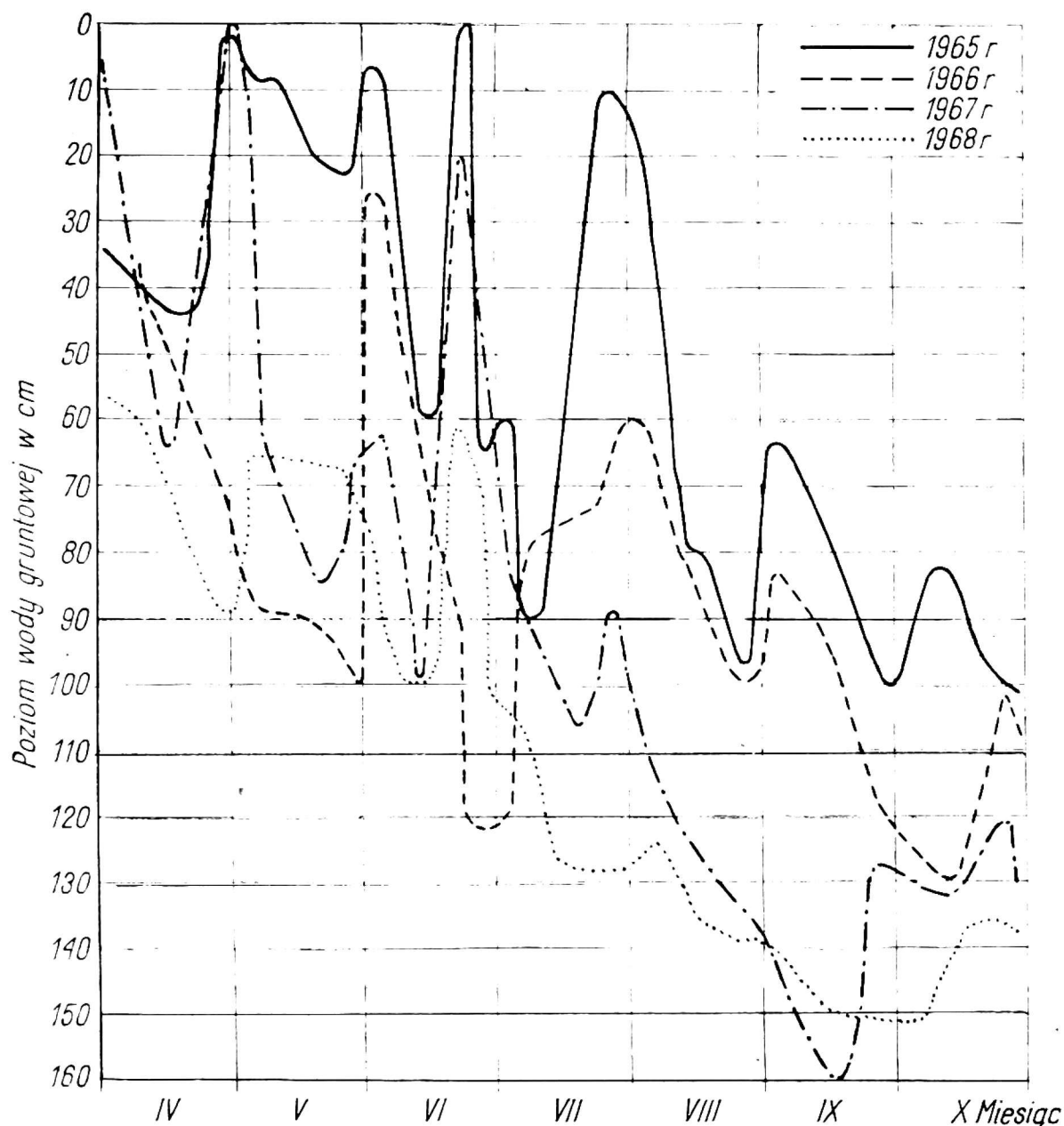
Dawki nawożenia fosforowo-potasowego (PK) wynosiły:

P_0K_0 — bez nawożenia fosforem i potasem,

P_1K_1 — 72 kg P_2O_5 i 120 kg K_2O na 1 ha,

P_2K_2 — 144 kg P_2O_5 i 240 kg K_2O na 1 ha.

Razem doświadczenie składało się z 108 poletek o powierzchni 25 m².



Rys. 1. Zwierciadło wody gruntowej

Fig. 1. Ground water table

Nawozy potasowo-fosforowe wysiewano w dwóch terminach po pół dawki rocznej wczesną wiosną i po drugim wypasie. Nawozy azotowe wysiano w 1965 r. w 4, a w pozostałych latach w 5 równych dawkach pod każdy odrost. Plon określano przed każdym spasanem z 1/4 części poletka, pozostałą powierzchnię poletek wypasano. Przy koszeniu pobierano wagowo z każdego poletka po 400 g zielonej masy do określenia współczynnika wysychania oraz do analiz chemicznych i botanicznych.

Zawartość podstawowych składników pokarmowych w paszy określono według metodyki ogólnie przyjętej w Polsce. Zawartość fosforu i potasu przyswajalnego w glebie z próbek pobranych po zakończeniu doświadczeń jesienią 1965 i 1968 r. określono metodą Egnera-Riehma. Skład florystyczny runi określono metodą analiz botaniczno-wagowych.

Doświadczenie znajdowało się na kwaterze produkcyjnej i wypasane

było 4-5 razy w okresie wegetacyjnym jałowizną przy obciążeniu około 180 sztuk dużych na 1 ha pastwiska. Czas spasanania w rotacji wynosił 3-4 dni. Po wypasie przykaszano niedojady. Łajniaki po ich wyschnięciu usuwano z poletek.

W 1965 r. uzyskano 4 odrosty, a w pozostałych latach po 5 odrostów. Analizę wariancji przeprowadzono dla łącznego plonu z wszystkich odrostów, przyjmując model matematyczny dla układu split-plot.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

ANALIZA PLONOWANIA

Plony pastwisk wzrastały wraz ze zwiększającymi się dawkami nawożenia azotowego na wszystkich trzech poziomach PK (tab. 2 i 3). Przy braku nawożenia fosforowo-potasowego były one jednak przeciętnie mniejsze od 7,9 do 35,5 q/ha w stosunku do wariantów z nawożeniem P_1K_1 i P_2K_2 , przy czym efekt nawożenia fosforowo-potasowego zwiększał się wraz ze wzrastającymi dawkami nawożenia azotowego (tab. 3).

Wyniki analizy wariancji wykazały istotne działanie nawożenia fosforowo-potasowego jak i azotowego, a także współdziałanie między tymi składnikami (tab. 4). Jedynie w 1965 r. nie udowodniono istotności działania PK, chociaż różnice plonów były znaczne. Efekt działania nawożenia PK udowodniono tylko dla poziomu P_1K_1 . Różnice w plonach między poziomem nawożenia P_1K_1 i P_2K_2 były nieistotne (tab. 5). Jedynie przy braku nawożenia azotowego był nieco wyższy plon przy nawożeniu P_2K_2 w stosunku do P_1K_1 . Ten nieco wyższy plon powodowany był większym udziałem roślin motylkowatych w runi. Dawka azotu 60 kg N/ha niwelowała już te różnice. Samo zatem nawożenie PK bez azotu, mimo wysokiej jego dawki i stosunkowo dobrych warunków dla wzrostu koniczyny białej, nie podnosiło plonu w stopniu zadowalającym.

Zwyżki plonów uzyskane pod wpływem nawożenia azotem przeciętnie dla 4 lat wynosiły:

bez nawożenia PK od 20,4 do 58,6 q/ha a.s.m.

przy nawożeniu P_1K_1 od 19,0 do 77,2 q/ha a.s.m.

przy nawożeniu P_2K_2 od 13,7 do 75,6 q/ha a.s.m.

Plon względny najintensywniej wzrastał wraz ze wzrastającymi dawkami azotu w poziomie P_0K_0 , co wynikało z bardzo niskiego plonu wyjściowego przy braku nawożenia fosforem i potasem (tab. 3).

Efektywność produkcyjna 1 kg N mierzona zarówno przyrostem suchej masy jak i przyrostem białka obniżała się wraz ze wzrostem dawek N na wszystkich poziomach PK (tab. 6). Podobnie obniżał się przyrost plonu na każde następne 60 kg N/ha. Spadek ten był jednak większy

Tabela 2

Plony a.s.m. w q/ha łącznie z wszystkich odrostów w ciągu roku

Rok	Poziomy PK	Poziom nawożenia azotem w kgN/ha										Przedział ufności P = 5%
		0	60	120	180	240	300	360	420	480		
1965	P ₀ K ₀	19,6	32,4	35,4	51,4	52,1	54,3	58,8	69,3	70,6	6,22	
	P ₁ K ₁	24,3	42,3	44,3	48,9	60,4	66,4	68,0	73,4	73,9	5,38	
	P ₂ K ₂	31,4	35,2	42,0	49,9	60,5	59,4	66,2	78,2	83,0	5,25	
1966	P ₀ K ₀	28,8	54,2	60,3	68,7	74,6	85,1	83,4	92,0	88,2	5,46	
	P ₁ K ₁	40,4	60,7	83,2	84,2	91,8	107,0	114,7	134,8	138,1	5,10	
	P ₂ K ₂	48,8	66,9	74,1	90,8	101,1	107,7	130,0	141,8	137,6	6,32	
1967	P ₀ K ₀	16,4	44,3	61,4	75,1	80,7	66,3	71,2	83,8	86,1	3,82	
	P ₁ K ₁	36,6	49,0	68,9	81,4	96,3	102,1	98,9	111,0	114,8	3,76	
	P ₂ K ₂	31,7	56,0	64,9	81,6	95,4	97,0	105,5	113,2	115,3	6,22	
1968	P ₀ K ₀	30,7	46,4	61,7	61,8	65,1	73,9	66,8	76,5	84,9	7,14	
	P ₁ K ₁	31,7	56,7	76,2	83,3	90,7	103,9	106,4	110,2	114,8	6,46	
	P ₂ K ₂	43,9	52,5	71,1	86,9	102,8	109,9	120,3	114,5	122,2	6,97	

Tabela 4

Wartości testu F, uzyskane w analizie wariancji

Źródło wariancji	Liczba stopni swobody	F — empiryczne				Średnie 1965—1968
		1965	1966	1967	1968	
Bloki	3	—	—	—	—	
Podbloki — PK	2	3,20	103,50**	71,67**	99,70**	687,49**
Błąd I	6					
Dawki — N	8	74,31**	202,84**	229,37**	94,96**	93,02**
Współdziałanie PK × N	16	nieistotne	7,57**	6,57**	4,26*	2,52*
Błąd II	72					
Całkowita	107					

Tabela 5

Porównanie istotności działania nawożenia PK. Średnie plony w q/ha a.s.m. dla poziomów PK

Rok	Poziom PK			Przedział ufności P = 5%
	P ₀ K ₀	P ₁ K ₁	P ₂ K ₂	
1965	49,2	55,7	56,2	nieistotny
1966	70,6	95,0	99,9	6,39
1967	63,2	84,3	84,3	5,52
1968	62,9	86,0	91,5	5,72
Średnia	61,5	80,1	83,3	5,36

Tabela 6

Efektywna produktywność 1 kg N i przyrost plonu na każde 60 kg N w q/ha (średnia z lat 1965-1968)

Wyszczególnienie	Nawożenie	Poziom nawożenia azotem w kg N/ha							
		60	120	180	240	300	360	420	480
Efektywność 1 kg N w kg a.s.m.	P ₀ K ₀	34,1	25,6	22,4	18,4	15,4	12,8	13,5	12,2
	P ₁ K ₁	31,5	29,0	22,9	21,4	20,5	17,7	17,6	16,1
	P ₂ K ₂	22,8	20,0	21,1	21,2	18,2	18,5	17,4	15,7
Za każde 60 kg N uzyskano plon w q/ha a.s.m.	P ₀ K ₀	20,4	10,4	9,6	3,9	1,8	1,2	10,4	2,0
	P ₁ K ₁	19,0	16,0	6,2	10,4	10,1	2,1	10,3	3,1
	P ₂ K ₂	13,7	10,4	14,3	12,6	3,6	12,0	6,4	2,6
Przyrost białka ogólnego za 1 kg N w kg	P ₀ K ₀	5,2	4,1	3,9	3,4	2,9	2,7	2,8	2,8
	P ₁ K ₁	4,4	4,4	3,9	3,9	3,8	3,7	3,6	3,6
	P ₂ K ₂	3,1	2,8	3,5	3,5	3,4	3,6	3,6	3,5

w poziomie P_0K_0 w stosunku do P_1K_1 i P_2K_2 , poczynając zwłaszcza od dawki 240 kg N/ha. We wszystkich tych porównaniach nie stwierdza się jednak różnic między poziomami P_1K_1 i P_2K_2 .

SKŁAD CHEMICZNY RUNI I POBIERANIE SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH

W tabeli 7 podano średnią ważoną zawartość fosforu, potasu i azotu z 19 odrostów uzyskanych w ciągu 4 lat. Tę średnią wyliczono z zawartości składników w poszczególnych odrostach i z plonów tych odrostów. Charakteryzuje ona poprawniej skład paszy w stosunku do podawanej często średniej arytmetycznej.

Wraz ze wzrostem dawek N wyraźnie obniżała się zawartość fosforu w paszy w poziomie P_0K_0 . Nieco mniejszy spadek tego składnika obserwowano w poziomie nawożenia P_1K_1 . Przy nawożeniu P_2K_2 zawartość fosforu w paszy wynosiła przeciętnie około 1,00% i nie stwierdzono różnic tej zawartości w zależności od nawożenia azotowego. Nawożenie fosforowe dawką 72 kg P_2O_5 na 1 ha zwiększało przeciętnie zawartość fosforu w paszy o 20% w stosunku do wariantu bez fosforu, a przy najwyższych dawkach azotu nawet o 25 procent. Nawożenie fosforowe dawką 144 kg P_2O_5 na ha zwiększało zawartość fosforu w paszy o 30% w stosunku do wariantu z P_0K_0 i o 7% w stosunku do wariantu P_1K_1 , zaś przy najwyższym nawożeniu azotem odpowiednio o 37% i o 10 procent. Ogólnie zarówno przy poziomie nawożenia P_1K_1 jak i P_2K_2 pasza odznaczała się wysoką zasobnością w fosfor. Chociaż fosfor okazał się najbardziej stabilnym składnikiem w paszy, to jednak wahania jego zawartości między poszczególnymi odrostami były znaczne i wynosiły:

przy braku nawożenia PK od 0,61 do 0,93% P_2O_5 w a.s.m.

na nawożeniu P_1K_1 od 0,73 do 1,16% P_2O_5 w a.s.m.

na nawożeniu P_2K_2 od 0,82 do 1,25% P_2O_5 w a.s.m.

Zawartość potasu w paszy (tab. 7) wykazywała znaczne różnice w zależności od nawożenia zarówno potasowego jak i azotowego. Przy braku nawożenia tym składnikiem zawartość potasu wyraźnie malała wraz ze wzrostem dawek azotu, co związane było z szybszym wyczerpywaniem się potasu z gleby przy wysokich dawkach azotu. Przy nawożeniu dawką 120 kg K_2O /ha przeciętnie nie wykazano spadku zawartości tego składnika w paszy wraz ze zwiększającymi się dawkami azotu, mimo pobierania jego w znacznie większych ilościach w stosunku do zastosowanych z nawożeniem. Przy nawożeniu corocznym dawką potasu w ilości 240 kg K_2O /ha obserwowano nieco zwiększone pobieranie potasu wraz ze wzrostem nawożenia azotowego. Nawożenie potasem w poziomie P_1K_1 zwiększyło przeciętnie zawartość K_2O w paszy o 56% (o 1,09% w a.s.m),

Tabela 7

Zawartość składników pokarmowych w % a.s.m.
(średnia ważona z 19 odrostów za lata 1965-1968)

Badany składnik	Poziom PK	Poziom nawożenia azotem w kg N/ha										x
		0	60	120	180	240	300	360	420	480		
P ₂ O ₅	P ₀ K ₀	0,83	0,81	0,81	0,78	-0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,77	
	P ₁ K ₁	0,96	0,96	0,96	0,94	0,92	0,93	0,92	0,92	0,91	0,93	
	P ₂ K ₂	1,01	1,00	1,01	1,00	0,98	0,99	1,00	0,99	1,00	1,00	
K ₂ O	P ₀ K ₀	2,15	2,12	2,01	1,98	1,97	1,89	1,88	1,79	1,73	1,95	
	P ₁ K ₁	3,02	3,00	3,01	3,05	3,11	3,12	3,08	3,03	2,97	3,04	
	P ₂ K ₂	3,37	3,45	3,50	3,53	3,53	3,64	3,67	3,65	3,63	3,55	
N	P ₀ K ₀	2,43	2,43	2,51	2,65	2,79	2,84	3,01	3,10	3,30	2,78	
	P ₁ K ₁	2,65	2,48	2,50	2,66	2,80	2,82	3,02	3,08	3,28	2,81	
	P ₂ K ₂	2,71	2,57	2,53	2,65	2,70	2,87	2,97	3,12	3,27	2,82	
Białko ogólne	P ₀ K ₀	15,2	15,2	15,7	16,6	17,5	17,7	18,8	19,4	20,7	17,37	
	P ₁ K ₁	16,4	15,5	15,7	16,6	17,5	17,7	18,9	19,3	20,6	17,56	
	P ₂ K ₂	17,0	16,1	15,8	16,6	16,9	18,0	18,6	19,5	20,4	17,62	

a przy nawożeniu 480 kg N/ha nawet o 72% (o 1,24% w a.s.m.). Nawożenie potasem w poziomie P_2K_2 zwiększyło przeciętnie zawartość potasu w paszy o 82% (o 1,60% w a.s.m.) w stosunku do poletek nie nawożonych tym składnikiem i o 17% K_2O (o 0,51% w a.s.m.) w stosunku do nawożenia w poziomie P_1K_1 . W poziomie P_2K_2 nastąpiło „luksusowe” pobieranie potasu bez zwyczajki plonów.

Ogólnie zanotowano następujące wahania zawartości potasu w ciągu czteroletniego okresu badań:

bez nawożenia potasem od 1,30 do 2,78% w a.s.m.

na nawożeniu P_1K_1 od 2,08 do 4,12% w a.s.m.

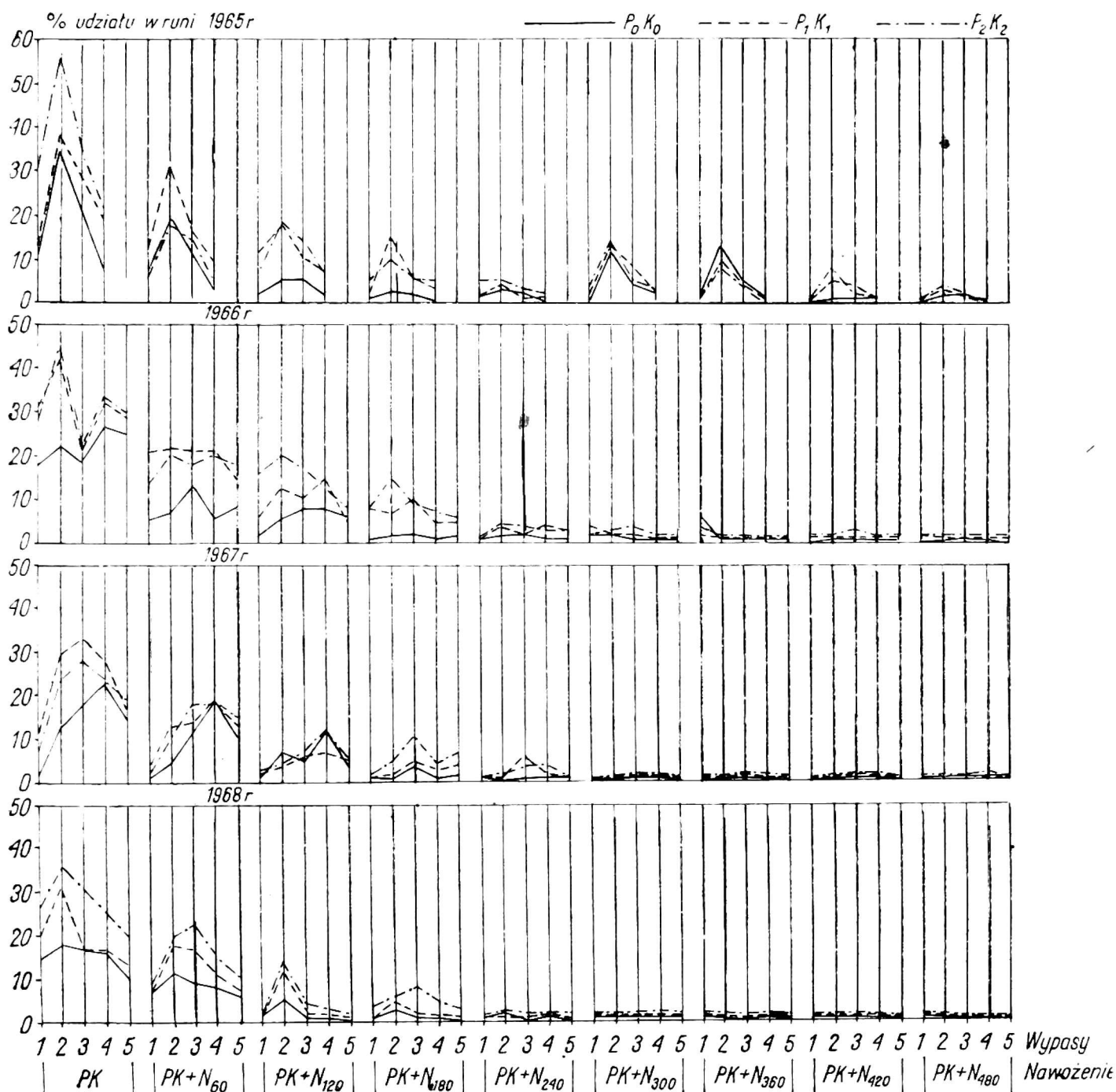
na nawożeniu P_2K_2 od 2,44 do 4,74% w a.s.m.

Zawartość azotu w paszy, a w związku z tym i białka ogólnego, po nieznacznej obniżce przy dawce 60 i 120 kg N/ha, następnie wzrastała na wszystkich poziomach PK wraz ze zwiększającymi się dawkami azotu przeciętnie do 3,28% N (a 20,6% białka ogólnego). Nieco większa zawartość azotu w paszy przy braku nawożenia tym składnikiem w stosunku do dawek 60 i 120 kg N/ha wynikała ze znacznie większego udziału roślin motylkowatych w runi (rys. 2). Przy wyższych dawkach azotu nawożenie PK nie wywierało żadnego wpływu na zawartość białka w paszy.

Ogólnie zawartość azotu w paszy wahała się od 1,75 do 4,92% w a.s.m., co odpowiadało od 10,94 do 30,75% białka ogólnego. Najczęściej jednak zawartość azotu oscylowała wokół wyliczonej średniej ważonej tego składnika w paszy.

W tabeli 8 i 9 przedstawiono ilość pobranego fosforu, potasu i azotu z plonem i ich nadmiar lub niedobór w stosunku do nawożenia w ciągu 4-letniego okresu badań. Mimo braku nawożenia fosforem i potasem rośliny pobierały znaczne ilości tych składników, które przy najwyższych dawkach N wynosiły: 60 kg P_2O_5 i 143 kg K_2O w ciągu roku na 1 ha. Natomiast przy nawożeniu P_1K_1 pobieranie fosforu wynosiło od 32 do 101 kg P_2O_5 i na nawożeniu P_2K_2 od 39 do 115 kg P_2O_5 na 1 ha. Poczynając od dawki 240 kg N/ha wystąpił już niedobór fosforu nawozowego i przy 480 kg N/ha niedobór ten stanowił już 118 kg/ha (29 kg P_2O_5 /ha w ciągu roku). Mimo to nie zaobserwowano znacznego obniżenia się fosforu w paszy. Przy nawożeniu dawką 144 kg P_2O_5 bilans fosforu był na wszystkich poziomach azotu dodatni.

Ilość potasu pobieranego z plonem znacznie przekraczała ilości tego składnika stosowanego z nawożeniem zarówno w poziomach P_1K_1 jak i P_2K_2 . Ujemny bilans potasu wystąpił już przy dawce 60 kg N/ha w poziomie P_1K_1 i przy dawce 180 kg N/ha w poziomie P_2K_2 . W ciągu 4 lat przy dawce azotu 480 kg/ha runi pastwiskowa pobrała o 973 kg K_2O z 1 ha więcej (rocznie 243 kg K_2O na ha) w stosunku do zastosowanego z nawożeniem w poziomie P_1K_1 i o 706 kg K_2O z ha (rocznie 176 kg



Rys. 2. Zmiany udziału roślin motylkowych w runi pastwiskowej

Fig. 2. Changes of percentage of legumes in the pasture sward

K₂O z ha) w poziomie P₂K₂. Mimo tak ujemnego bilansu runi odznaczała się wysoką zawartością potasu, a przy nawożeniu 240 kg K₂O/ha wykazywała nawet wzrost zawartości tego składnika. Można zatem stwierdzić, że nawożenie azotowe wybitnie sprzyja lepszemu wykorzystaniu zarówno potasu jak i fosforu z gleby.

Przy użytkowaniu pastwiskowym część składników pokarmowych zwracana jest w postaci kału i moczu. Przy stosowanej obsadzie około 4 sztuk dużych na 1 ha pozostawioną z odchodami ilość fosforu szacować można rocznie na ok. 15 kg P₂O₅/ha i potasu ok. 60 kg K₂O/ha. Uwzględniając nawet powyższe okazało się, że zarówno bilans potasu

Tabela 8

Ilość pobranego fosforu i potasu wraz z plonem w ciągu lat 1965-1968 z 1 ha i ich niedobór lub nadmiar w stosunku do zastosowanego nawożenia

Badany składnik	Wyszczególnienie	Poziom PK	Poziom nawożenia azotem w kg N/ha								
			0	60	120	180	240	300	360	420	480
P ₂ O ₅	pobrano z plonem w kg/ha	P ₀ K ₀	80	145	178	201	211	212	213	240	242
		P ₁ K ₁	128	201	262	282	315	356	359	395	406
		P ₂ K ₂	158	211	256	310	356	373	426	446	461
	niedobór (—)	P ₀ K ₀	—80	—145	—178	—201	—211	—212	—213	—240	—242
	lub nadmiar (+)	P ₁ K ₁	+160	+87	+26	+6	—27	—68	—71	—107	—118
	w stosunku do nawożenia	P ₂ K ₂	+418	+365	+320	+266	+220	+203	+150	+130	+115
K ₂ O	pobrano z poletek w kg/ha	P ₀ K ₀	206	376	441	510	539	522	528	578	573
		P ₁ K ₁	402	627	821	911	1056	1185	1195	1302	1453
		P ₂ K ₂	525	727	885	1093	1272	1364	1549	1638	1666
	niedobór (—)	P ₀ K ₀	—206	—376	—441	—510	—539	—522	—528	—578	—573
	lub nadmiar (+)	P ₁ K ₁	+78	—147	—341	—431	—576	—705	—715	—822	—973
	w stosunku do nawożenia	P ₂ K ₂	+531	+233	+75	—133	—312	—404	—588	—678	—706

Tabela 9

Ilość pobranego azotu z plonem i jego niedobór lub nadmiar w stosunku do zastosowanego z nawożeniem (razem za lata 1965-1968)

Wyszczególnienie	Poziom PK	Poziom nawożenia azotem w kg N/ha								
		0	60	120	180	240	300	360	420	480
Pobrano z plonem w kg N/ha	P ₀ K ₀	233	432	550	683	762	783	844	100	1092
	P ₁ K ₁	353	518	684	794	950	1073	1174	1325	1453
	P ₂ K ₂	424	543	640	822	974	1077	1257	1399	1500
Niedobór (—) lub nadmiar (+) w stosunku do zastosowanego z nawożeniem	P ₀ K ₀	—233	—192	—70	+37	+198	+471	+596	+680	+628
	P ₁ K ₁	—352	—278	—204	—74	+10	+127	+266	+355	+267
	P ₂ K ₂	—423	—303	—159	—102	—14	+123	+183	+281	+220

jak i fosforu przy wysokim nawożeniu N był ujemny. Jednak zwiększone nawożenie PK nie dawało już zwyżek plonów.

Inaczej sprawa wygląda z azotem. Oprócz azotu pozostawionego na pastwiskach z odchodami zwierzęcymi występuje tu azot biologiczny, głównie wiązany przez bakterie brodawkowe roślin motylkowatych. Jak wynika z tabeli 8, run pobierała rocznie od 59 do 106 kg N/ha bez nawożenia tym składnikiem. Jednak wraz ze wzrostem nawożenia azotowego plon tworzy się głównie kosztem azotu nawozowego, gdyż rośliny motylkowate wypadają całkowicie, a pozostałe źródła azotu — wyłączając gleby organiczne — są nieznaczące. Z przeprowadzonych badań wynika, że azot bardzo dobrze był jeszcze wykorzystany przy nawożeniu dawką 240-300 kg N/ha, chociaż przy najwyższej dawce azotu jego wykorzystanie dochodziło do 80 procent.

Zawartość pozostałych składników pokarmowych i mineralnych wg Nazaruka i Karasia [7] z punktu widzenia żywienia zwierząt można uważać za zadowalającą (tab. 10).

Jedynie ilość sodu była zbyt niska. Pod wpływem wzrastających dawek PK zwiększała się zawartość popiołu surowego, a obniżała się ilość wapnia i magnezu w paszy. Stosowanie dużych dawek nawozów potasowych może spowodować zbytne zmniejszenie się ilości magnezu w runi, co było z kolei jednym z czynników zachorowań bydła na tężyczkę pastwiskową.

ZMIANY ZAWARTOŚCI POTASU I FOSFORU ORAZ pH GLEBY

Zawartość fosforu i potasu przyswajalnego, oznaczonych metodą Egnera-Riehma, podano w tabeli 11 i 12. Zawartość fosforu w poziomie P₀K₀ obniżyła się znacznie w stosunku do danych wyjściowych z 1961 r.

Zawartość niektórych składników w badanej runi (średnie z 3 odrostów 1966 r.)

Poziom PK	Badane składniki											
	popiół surowy	włókno surowe	tluszcz surowy	bezasotowe wyciagowe	Ca	Mg	Fe	Al	Cu	Mn	Zn	B
	w mg na 1 kg suchej masy											
P ₀ K ₀ N ₀	9,98	22,74	4,98	45,36	0,92	0,37	193	114	14,2	84	35	16,4
P ₀ K ₀ N ₂₄₀	8,49	23,62	5,20	44,38	0,83	0,42	179	95	15,3	81	38	14,2
P ₀ K ₀ N ₄₈₀	8,15	23,34	5,48	40,26	0,94	0,53	191	123	16,4	85	79	16,1
Średnie	8,87	23,23	5,22	43,33	0,89	0,44	188	111	15,3	83	50	15,7
P ₁ K ₁ N ⁰	10,33	23,78	5,17	44,27	0,75	0,28	156	193	14,1	79	42	15,2
P ₁ K ₁ N ₂₄₀	10,14	24,52	5,37	41,02	0,71	0,31	181	110	15,2	77	40	15,2
P ₁ K ₁ N ₄₈₀	9,75	24,78	5,67	38,53	0,62	0,35	180	101	15,2	72	45	14,1
Średnie	10,07	24,32	5,40	41,27	0,69	0,32	171	105	14,8	76	42	14,8
P ₂ K ₂ N ⁰	11,30	23,83	5,15	43,45	0,90	0,28	195	129	15,9	101	42	18,7
P ₂ K ₂ N ₂₄₀	10,32	25,66	5,20	40,84	0,67	0,30	175	114	13,0	86	41	13,0
P ₂ K ₂ N ₄₈₀	10,41	24,53	5,65	37,63	0,60	0,32	176	97	15,2	79	47	12,0
Średnie	10,67	24,67	5,33	40,64	0,73	0,30	182	113	14,7	89	43	14,6

Tabela 11

Zawartość P_2O_5 w mg na 100 g gleby (wg Egnera-Riehma)

Poziom PK	Rok	Poziom nawożenia azotem w kg N/ha				
		0	120	240	360	480
P_0K_0	1965	20,6	19,8	19,4	18,6	17,6
	1968	15,7	15,4	13,2	12,9	11,5
P_1K_1	1965	33,3	34,1	32,3	31,6	30,3
	1968	29,5	28,8	26,7	28,2	27,6
P_2K_2	1965	38,5	38,8	40,0	38,9	38,8
	1968	51,5	48,2	46,7	47,4	46,7

Tabela 12

Zawartość K_2O w mg na 100 g gleby (wg Egnera-Riehma)

Poziom PK	Rok	Poziom nawożenia azotem w kg N/ha				
		0	120	240	360	480
P_0K_0	1965	5,8	5,4	4,9	4,6	4,5
	1968	5,1	5,3	4,6	4,4	4,6
P_1K_1	1965	7,2	7,6	6,9	5,7	5,8
	1968	7,6	6,4	6,3	5,5	5,3
P_2K_2	1965	12,8	13,9	12,6	8,9	8,2
	1968	14,8	13,3	11,8	8,6	8,4

Przy nawożeniu P_1K_1 jeszcze w 1965 r. utrzymywała się ona na poziomie roku 1961, a w 1968 nieznacznie się obniżyła. Na obu tych wariantach nawożenia PK stwierdzono spadek zawartości fosforu w glebie wraz ze wzrostem nawożenia azotowego, co związane było z ujemnym jego bilansem w stosunku do dawki podwójnej (P_2K_2), pod wpływem której wzrosła zasobność gleby w fosfor już w 1965 r. a w 1968 r. notowano dalszy wzrost zasobności gleby w ten składnik. Biorąc pod uwagę liczby graniczne dla metody Egnera-Riehma, stosowane w Polsce od 1968 r., stwierdzona zawartość fosforu w glebie pastwiskowej klasyfikuje je do gleb o wysokiej zawartości fosforu (powyżej 10 mg na 100 g gleby). Mimo to wystąpiły znaczne różnice w zawartości tego składnika w paszy.

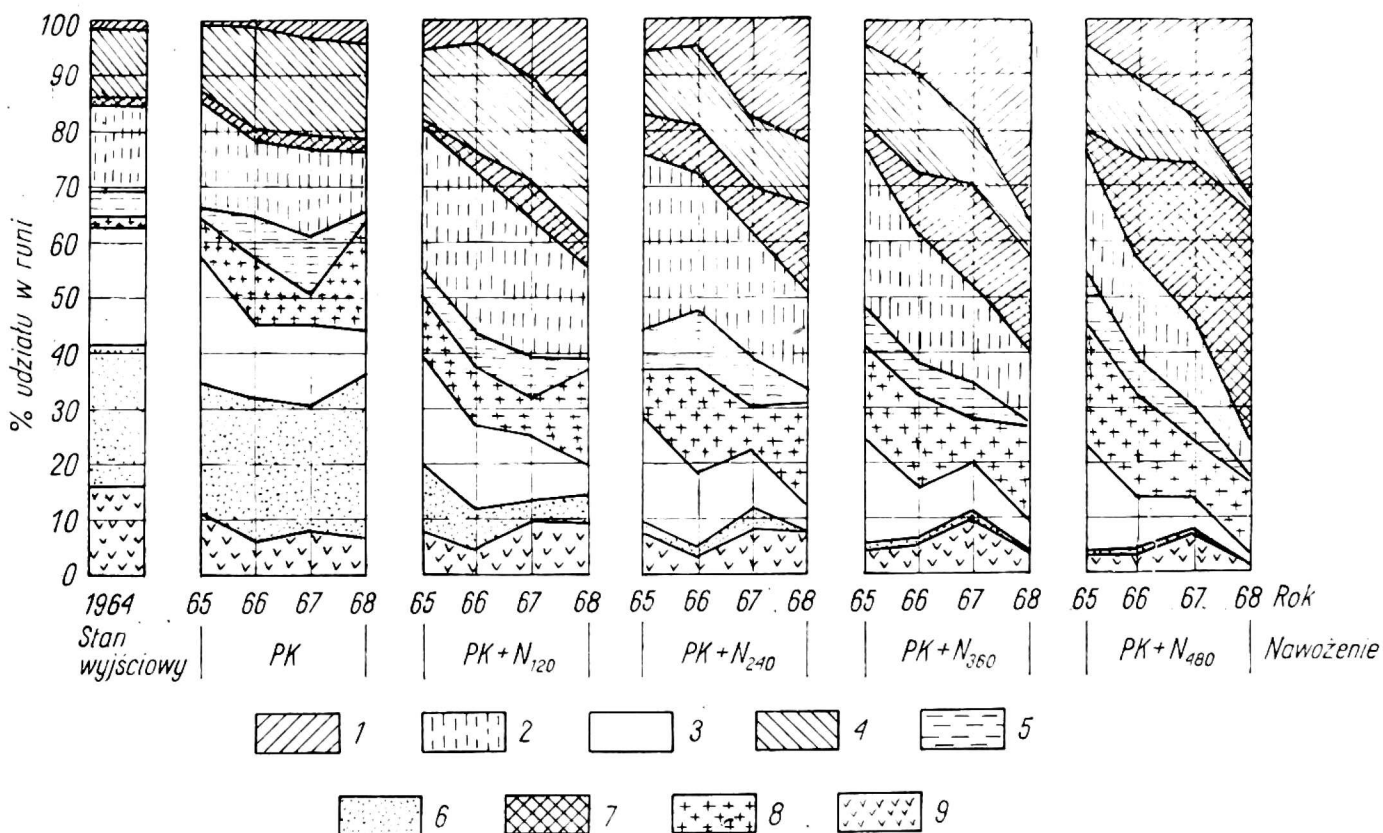
Zawartość potasu wyraźnie obniżyła się w stosunku do danych wyjściowych. O ile przed rozpoczęciem doświadczeń glebę można było zaklasyfikować do średniej zasobności w potas, to po 8 latach badań znacznie ona spadła i należało zakwalifikować ją do gleb o niskiej zasobności w potas, przy czym zawartość potasu obniżała się wraz ze wzrastającymi dawkami nawożenia azotowego, co było związane ze znacznym pobieraniem tego składnika przez ruń. Jedynie w poziomie P_2K_2 i przy niskim nawo-

zeniu azotem zawartość K_2O w glebie przekraczała liczby graniczne dla średniej zasobności w potas. Mimo to, że zawartość potasu w paszy, zarówno w poziomie P_1K_1 i P_2K_2 , była bardzo wysoka i nie wykazywała tendencji obniżania wraz ze wzrostem dawek N, a w poziomie P_2K_2 nawet nieco wzrastała. Wraz ze wzrostem nawożenia azotowego stwierdzono nieznaczne obniżenie się pH gleby z 7,1 do 6,8-6,9. Istotnych różnic między poziomami PK nie stwierdzono.

ZMIANY SKŁADU BOTANICZNEGO RUNI PASTWISKOWEJ

Udział roślin motylkowatych w runi obniżał się wraz ze wzrostem nawożenia azotowego i przy dawce 120-180 kg N/ha stanowiły one znikomy procent runi (rys. 2).

Nawożenie fosforowo-potasowe ogólnie powodowało zwiększenie udziału roślin motylkowatych w stosunku do wariantu P_0K_0 . Bez nawożenia fosforem i potasem już przy 120 kg N/ha rośliny motylkowe praktycznie zanikały. Wysoki udział motylkowatych zanotowano tylko w poziomach 0 i 60 kg N/ha. Przy wyższym nawożeniu azotowym podwojone nawożenie PK nie powstrzymywało spadku roślin motylkowatych w runi,



Rys. 3. Zmiany składu botanicznego runi pastwiskowej przy nawożeniu 72 kg P_2O_5 + 120 kg K_2O na 1 ha: 1 — *Dactylis glomerata* L., 2 — *Poa pratensis* L., 3 — pozostałe trawy, 4 — *Festuca pratensis* Huds., 5 — *Poa trivialis* L., 6 — *Papilionaceae*, 7 — *Agropyron repens* L., 8 — *Lolium perenne* L., 9 — zioła i chwasty

Fig. 3. Changes of the botanical composition of the pasture sward at the fertilization of 72 kg P_2O_5 + 120 kg K_2O per hectare

stąd też nie odgrywały one poważniejszej roli w wiązaniu azotu atmosferycznego. Największy udział roślin motylkowatych notowano przeważnie w 2-3 odroście, a najmniejszy jesienią w ostatnim odroście.

Jeżeli chodzi o zioła i chwasty, to przeważnie ilość ich obniżyła się wraz ze wzrostem dawek azotu. Także nawożenie P_1K_1 jak i P_2K_2 wpływa na nieznaczne zmniejszenie tej grupy roślin, ale tylko w poziomach od 0 do 120 kg N/ha.

Nawożenie azotowe powodowało znaczne zmiany w grupie traw. Wraz ze wzrostem nawożenia azotowego zwiększał się udział perzu właściwego (*Agropyron repens* L.) do 50%, kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.) do 30% przy nawożeniu 360 kg N/ha, wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) do 25% przy nawożeniu 240 kg N/ha. Kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis* Huds.) obniżała się już przy 240 kg N/ha. Mało reagowała na wzrastające dawki azotu życica trwała (*Lolium perenne* L.) i wiechlina zwyczajna (*Poa trivialis* L.). Udział kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) obniżał się wraz ze wzrostem dawek N.

Nie stwierdzono zasadniczych zmian w grupie traw między nawożeniem P_1K_1 i P_2K_2 . Natomiast przy braku nawożenia fosforem i potasem w ostatnich latach zwiększył się w runi znacznie w stosunku do P_1K_1 i P_2K_2 udział kostrzewy czerwonej, wiechliny łąkowej i perzu właściwego.

WNIOSKI

1. Wzrastające dawki azotu zwiększały wydajność pastwisk w poziomie P_1K_1 i P_2K_2 do ponad 100 q/ha s.m. i chociaż efektywność azotu malała wraz ze wzrostem jego dawki, to uzyskane przyrosty przy 480 kg N/ha można uznać jeszcze za opłacalne.

2. Nawożenie fosforowo-potasowe powodowało istotny wzrost plonów między poziomem P_0K_0 i P_1K_1 . Różnice między poziomem P_1K_1 i P_2K_2 były nieistotne, natomiast stwierdzono „luksusowe” pobieranie potasu przez run.

3. Efektywność nawożenia fosforowo-potasowego wzrastała wraz ze zwiększaniem dawek azotu.

4. Zwiększone nawożenie PK nie przeciwdziało wypadaniu roślin motylkowatych z runi przy wzrastających dawkach N, jak również nie uzyskano wysokich plonów przy niskich dawkach azotu, mimo dużego udziału roślin motylkowatych.

5. Stwierdzono obniżenie się zawartości potasu i fosforu w glebie przy braku nawożenia tymi składnikami i niewielką obniżkę w poziomie P_1K_1 , mimo że rośliny pobrały znacznie więcej fosforu i potasu w stosunku do wnoszonego z nawożeniem.

6. Przeprowadzone 8-letnie badania potwierdziły spostrzeżenia wielu autorów, że przy zwiększaniu dawek N nie jest celowe równoczesne proporcjonalne zwiększanie nawożenia fosforem i potasem. Przy ustalaniu tych dawek uwzględniać należy zasobność gleb w fosfor i potas, a także intensywność obsady pastwiska.

7. Badania wykazały, że przy wysokim nawożeniu azotowym można utrzymać pożądany skład botaniczny runi przez intensywne i racjonalne użytkowanie pastwisk.

LITERATURA

1. Doboszyński L.: Zależności w działaniu silnie zróżnicowanych dawek nawozów mineralnych (NPK) na plon łąk. Praca habil. IMUZ — Falenty 1974.
2. Grabowsztiak I.: Potrzebność trawostojew w fosfore i kalii pri wniesieniu wysokich doz azota. Materiały XII Światowego Kongresu Łąkarskiego „Chemizacja łąk i pastwisk”, cz. I, Moskwa 1974.
3. Kaltofen H.: Das Nährstoffverhältnis bei steigenden Niveau der Grünlanddüngung. Die Deutsche Landwirtschaft, z. 5, Berlin 1967.
4. Lubimowa E. E.: K metodikie opredielenija optimalnych doz udobrenij, na pastbieszczach. Materiały XII Światowego Kongresu Łąkarskiego, „Chemizacja łąk i pastwisk”, cz. I, Moskwa 1974.
5. Moraczewski R.: Nawożenie łąk i pastwisk. PWRiL, Warszawa 1970.
6. Nazaruk M.: Efektywność wysokich dawek nawozów mineralnych na trwałych użytkach zielonych. Aktualne problemy nawożenia. PWRiL, Warszawa 1972.
7. Nazaruk M., Karaś J.: Wpływ wysokich dawek nawozów azotowych na wydajność i skład chemiczny runi pastwiskowej. Zesz. Nauk SGGW-Rolnictwo, z. 14, Warszawa 1971.
8. Nazaruk M.: Wpływ wzrastających dawek nawożenia azotowego oraz deszczowania na wydajność pastwisk przy zwiększającym się nawożeniu fosforowo-potasowym. Roczn. glebozn. T. XX, z. 2, 1969.
9. Niczyporuk A.: Badania nad optymalizacją intensywnego nawożenia pastwisk. Roczn. glebozn. T. XXV, z. 3, 1974.
10. Stout G. J.: Testing for „Balance” in the fertilizer program. American Vegetable Grover, t. 17, nr 9, 1969.
11. t'Hart M. L.: Die richtigen Phosphat — und Kaligaben bei starker Stickstoffdüngung. Infelder Reihe, Heft 1. Referate der Arbeitstagung über Weideführung, vom 15. bis 20.8.1955. Oldenburg 1956.
12. Warga J.: Wlijanije wysokich doz mineralnych udobrenij na kaczestwo ługopastbieszcznych traw. Materiały XII Światowego Kongresu Łąkarskiego, „Chemizacja łąk i pastwisk” cz. I, Moskwa 1974.

М. Назарук, А. Ничипорук

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШАЮЩИХСЯ ДОЗ РК И N НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПАСТБИЩ И НА НЕКОТОРЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Резюме

Соответствующие исследования проводились в двух этапах в период 1961-1968 гг. на постоянных пастбищах расположенный под Варшавой опытной станции Варшавской сельскохозяйственной академии. На первом этапе исследований (1961-1964 гг.) на фоне трех уровней РК дозы азота составляли от 0 до 240 кг N/га, а на втором этапе (1965-1968 гг.) — от 0 до 480 кг N/га. Настоящий труд касается второго этапа исследований. Доды фосфорных и калийных удобрений составляли:

- без удобрения
- 72 кг P_2O_5 и 120 кг K_2O на гектар
- 144 кг P_2O_5 и 240 кг K_2O на гектар.

Фосфорные и калийные удобрения применяли в два срока: по половине годовой дозы весной и под второй отрост, а азотные удобрения — в равных частях под каждый отрост. Почва пастбищ отличалась высоким содержанием фосфора (32 мг P_2O_5 на 100 г почвы) и средне-высоким содержанием калия (11 мг K_2O на 100 г почвы). Величина рН почвы составляла 7,2.

Повышающиеся дозы азота повышали производительность пастбищ до уровня 480 кг N/га во всех вариантах РК, однако эффективность азота снижалась по мере повышения дозы этого элемента. Эффективность же удобрения РК повышалась по мере повышения доз азота.

Повышающееся фосфорно-калийное удобрение приводило к существенной прибавке урожаев при уровне P_1K_1 . Различия между уровнем P_1K_1 и P_2K_2 не были существенными; с другой стороны установлено „расточительное” усваивание калия травостоем при уровне P_2K_2 , без прибавки урожаев.

При одностороннем фосфорном удобрении содержание этого элемента в корму значительно снижалось по мере повышения доз азота, в меньшей степени при уровне P_1 , не показывая различий при уровне P_2 . Содержание же калия в корму снижалось только при уровне K_0 , а при уровне K_2 повышалось по мере повышения доз азота.

Установлено снижение содержания калия и фосфора в почве при отсутствии удобрения этими элементами и их незначительное снижение при уровне P_1K_1 , а также небольшое закисление почвы. Повышенное удобрение РК не противодействовало выходу бобовых из состава травостоя при повышающихся дозах азота.

Проведенные исследования подтвердили установления многих авторов относительно нецелесообразности повышения удобрения РК при повышающихся дозах азота. При определении доз фосфорно-калийного удобрения следует учитывать содержание фосфора и калия в почве, а также плотность скота на пастбище.

M. Nazaruk, A. Niczyporuk

INFLUENCE OF INCREASING PK AND N RATES ON THE PRODUCTIVITY OF PASTURES AND SOME CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL

Summary

The respective investigations were carried out in two stages in the period 1961-1968 on permanent pastures of the Experiment Station near Warsaw subordinated to the Warsaw Agricultural University. The nitrogen rates applied against the background of three different PK levels were at the first stage of the investigations (1961-1964) from 0 to 240 kg N, at the second stage (1965-1968) — from 0 to 480 kg per hectare. The present work concerns the second stage of the investigation. The phosphorus and potassium fertilization rates were as follows:

- no fertilization,
- 72 kg P₂O₅ and 120 kg K₂O per hectare,
- 144 kg P₂O₅ and 240 kg K₂O per hectare.

This phosphorus and potassium fertilizers were applied at two dates: by a half of the annual rate in spring and for the second regrowth; the nitrogen fertilizers were applied in equal parts for every regrowth. The soil of pastures was very rich in phosphorus (32 mg P₂O₅ per 100 g of soil) and medium rich in potassium (11 mg K₂O per 100 g of soil). The pH value of the soil was 7.2.

Increasing nitrogen rates resulted in an increase of the productivity of pastures up to the level of 480 kg N per hectare in all the PK treatments, while the nitrogen effectiveness decreased along with an increase of its rate. The PK fertilization effectiveness increased with increasing nitrogen rates.

The increasing phosphorus and potassium fertilization resulted in a significant increase of yields at the P₁K₁ level. Differences between the P₁K₁ and P₂K₂ levels were not significant; on the other hand, a „squandering” potassium uptake by the sward at the P₂K₂ level without any yield increment has been found.

At a lack of the phosphorus fertilization the content of this element in the fodder considerably decreased along with an increase of the N rates and to a less degree at the P₁ level, showing on differences at the P₂ level. On the other hand, the potassium content in the fodder decreased only at the K₀ level, while at the K₂ level it increased along with an increase of increase of the nitrogen rates.

A decrease of the potassium and phosphorus content in soil at a lack of the fertilization with these elements as well as a slight decrease of this content at the P₁K₁ level and an insignificant acidification of soil has been found. The increased PK fertilization did not counteract the recession of legumes off the sward at increasing nitrogen rates.

The investigations confirmed the observation of many authors concerning unpurposefulness of an increase of the PK fertilization along with increasing nitrogen rates. At determination of the phosphorus and potassium fertilization rates the abundance of soil in phosphorus and potassium and the livestock density on the pasture ought to be taken into consideration.