

WPLYW 6-LETNIEGO NAWOŻENIA ŁĄKI GÓRSKIEJ  
NA ZMIANY W SKŁADZIE CHEMICZNYM RUNI  
ORAZ NA PRODUKCJĘ BIAŁKA

*Kazimierz Mazur, Teresa Mazur*

Instytut Gleboznawstwa, Chemii Rolnej i Mikrobiologii AR — Kraków

Dyrektor: prof. dr hab. Eugeniusz Gorlach

WSTĘP

Obszar górskich użytków zielonych w Polsce wynosi 400 tys. ha, z czego na terenie Karpat znajduje się około 320 tys. ha. W dawnym województwie krakowskim zajmowały one około 105 tys. ha, z czego 40% było w wyłącznym użytkowaniu kośnym [1, 6]. Racjonalną gospodarką objęto dotychczas tylko niewielką część tych użytków, zwłaszcza niżej położonych, natomiast na przeważającym obszarze uzyskuje się bardzo niską wydajność zarówno paszy pastwiskowej, jak i siana [2]. Ze względu na dużą zmienność czynników ekologicznych i sposobu użytkowania runi łąk i pastwisk górskich wykazuje bardzo urozmaicony skład florystyczny. Najczęściej spotykanym naturalnym zespołem roślinnym jest zbiorowisko bliźniczkowate, którego masowe występowanie, zwłaszcza w Karpatach, wynika z silnego wyczerpania gleby ze składników pokarmowych oraz jego zakwaszenia i nadmiernej eksploatacji runi [1]. Korzystne warunki klimatyczne, zwłaszcza wilgotnościowe, rejonów górskich stwarzają możliwość intensyfikacji produkcji pasz, a znaczny wzrost plonów uzyskać można głównie poprzez racjonalne nawożenie i pielęgnację. Nawet na zbiorowiskach ubogich korzystne przekształcenie runi łąkowej i kilkukrotny wzrost plonów oraz poprawa jego jakości następuje w stosunkowo krótkim czasie [3, 4].

Celem badań, których wyniki przedstawiono w tej pracy, było prześledzenie zmian w składzie chemicznym runi łąki górskiej w okresie 6-letniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego.

## METODYKA I MATERIAŁ

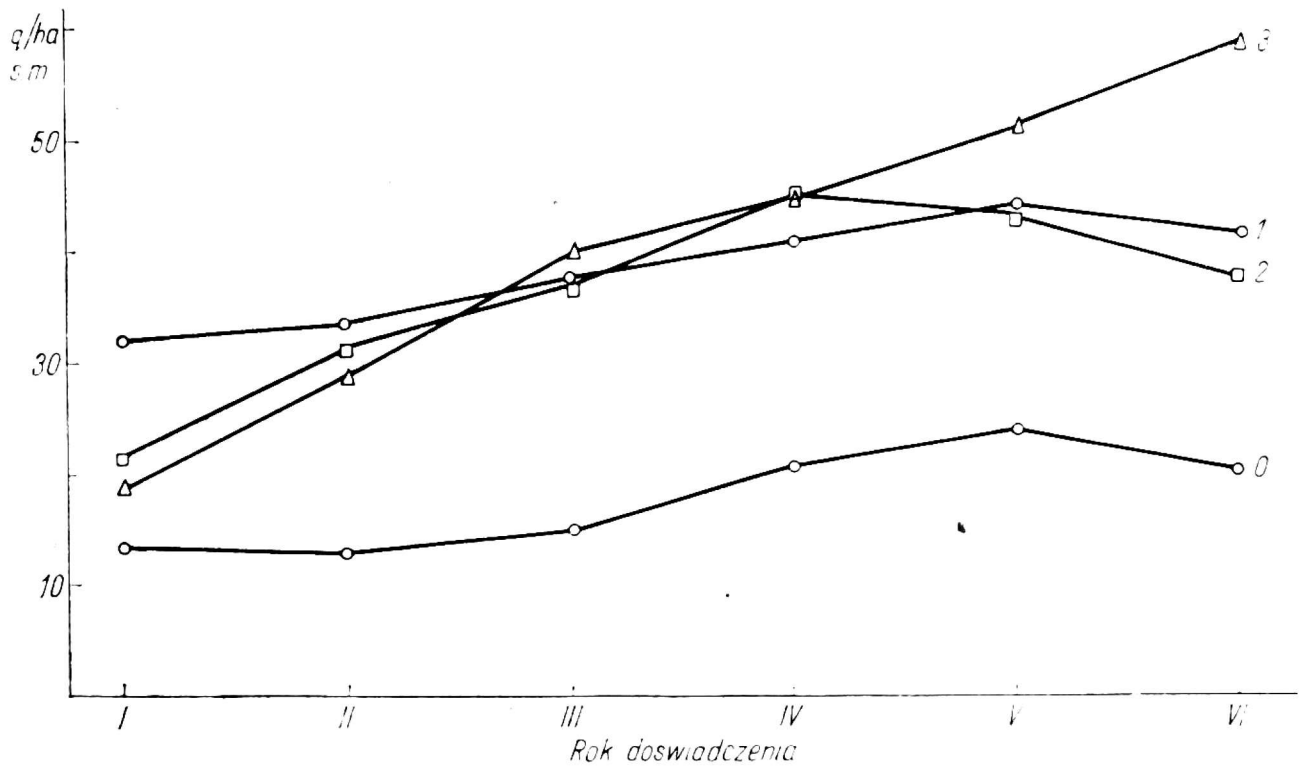
Doświadczenie prowadzono w latach 1968-1973 w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym AR w Czarnym Potoku (pasmo Jaworzyny Krynickiej, 700 m n.p.m.) na łące naturalnej typu bliźniczki psiej trawki i kostrzewy czerwonej (*Nardus stricta* — *Festuca rubra*) z dużym udziałem roślin dwuliściennych. Gleba brunatna o składzie mechanicznym gliny lekkiej była silnie zakwaszona ( $\text{pH}_{\text{KCl}} = 4,4$ ) i uboga w przyswajalne związki fosforu i magnezu, a średnio zasobna w warstwie do 10 cm w przyswajalne dla roślin związki potasu (tab. 6). Dokładniejszą charakterystykę warunków, w których prowadzono doświadczenie, podano we wcześniejszych publikacjach [3, 4, 5].

Doświadczenie obejmowało 8 obiektów: O (bez nawożenia), N, P, PK oraz 4 obiekty z pełnym nawożeniem, w których azot stosowano w postaci saletry amonowej lub mocznika w 2 dawkach — 90 i 180 kg N/ha. Nawożenie fosforowe i fosforowo-potasowe (supertomasyna — 90 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha i 40% sól potasowa — 150 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha) stosowano w jesieni, a azotowe w 2 terminach — 2/3 rocznej dawki na wiosnę i 1/3 po zbiorze I pokosu. W każdym roku zbierano 2 pokosy siana. Od III roku badań przeprowadzano wycenę szacunkową runi łąkowej metodą Klappa oraz analizę botaniczno-wagową frakcyjną, z oznaczeniem udziału niektórych gatunków traw i roślin dwuliściennych.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

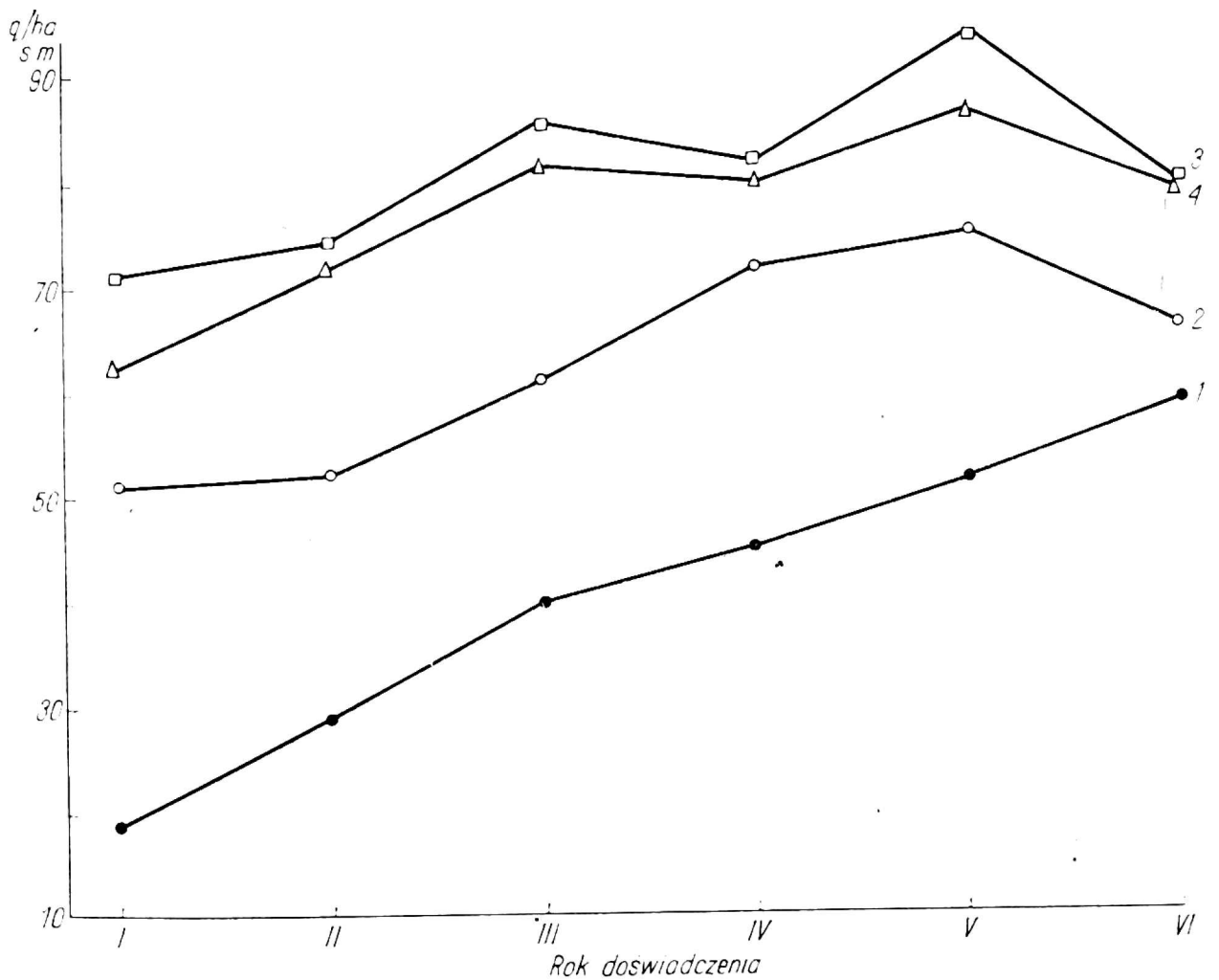
## PLONY

Istotny wpływ pełnego nawożenia wystąpił już w I roku doświadczenia — plony suchej masy runi łąkowej wzrosły w tych obiektach 4-5-krotnie (rys. 1 i 2). Dwukrotną zwyżkę plonów uzyskano w obiekcie z jednostronnym nawożeniem azotem (90 kg N/ha w saletrze amonowej). Istotne działanie fosforu zaznaczyło się od II roku, a potasu — od V roku doświadczenia (rys. 1). W 6-letnim okresie badań przeciętne roczne plony suchej masy wynosiły w obiekcie kontrolnym 18 q/ha, a w obiektach z pełnym nawożeniem przy dawce 180 kg N/ha — 81 q/ha w serii z saletrą amonową i 76,5 q/ha w serii z mocznikiem (tab. 5). Różnica w działaniu obu nawozów była nieistotna. Przy niższej dawce nawozów azotowych (90 kg N/ha) przeciętne plony suchej masy były jednakowe i wynosiły 63 q/ha. Przy jednostronnym nawożeniu uzyskano przeciętnie w ciągu 6 lat 38 q/ha suchej masy w obiekcie z saletrą amonową, 35 q/ha w obiekcie z supertomasyną, a przy nawożeniu PK — 41 q/ha [3]. Najwyższe plony suchej masy z wszystkich obiektów — poza PK — uzyskano w V roku doświadczenia (1972), który w 6-letnim okresie charakteryzo-



Rys. 1. Dynamika plonowania łąki górskiej — nawożenie jednostronne: 0 — bez nawozów, 1 — N, 2 — P, 3 — PK jak w tabeli 2

Fig. 1. Dynamics of yields of mountain meadow — one-sided fertilization: 0 — no fertilizers. 1 — N, 2 — P, 3 — PK, see Table 2



Rys. 2. Dynamika plonowania łąki górskiej — nawożenie pełne: 1 — PK, 2 — PK + N<sub>1</sub>-S,M, 3 — PK + N<sub>2</sub>-S, 4 — PK + N<sub>2</sub>-M jak w tabeli 2

Fig. 2. Dynamics of yields of mountain meadow — full fertilization: 1 — PK, 2 — PK + N<sub>1</sub>-S,M, 3 — PK + N<sub>2</sub>-S, 4 — PK + N<sub>2</sub>-M, see Table 2

wał się najkorzystniejszymi warunkami klimatycznymi — najwyższą średnią roczną temperaturą ( $8,3^{\circ}\text{C}$ ), dużą ilością dni słonecznych i optymalnym rozkładem opadów w okresie wegetacji (rys. 1 i 2).

Produktywność nawozów azotowych, na tle PK, była najwyższa w I roku doświadczenia, sięgając 40 kg suchej masy na 1 kg N (tab. 1). W

Tabela 1

Współczynniki produktywności nawozów — kg suchej masy runi łąkowej na 1 kg N ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )

Nawożenie <sup>a</sup>	Rok doświadczenia			Okres doświadczenia		
	I	III	VI	I-III	IV-VI	I-VI
$\text{N}_1 - \text{S}$	20,2	25,1	23,0	22,7	22,4	22,6
P	3,3 <sup>b</sup>	24,4 <sup>b</sup>	18,4 <sup>b</sup>	16,1 <sup>b</sup>	22,2 <sup>b</sup>	19,2 <sup>b</sup>
PK + $\text{N}_1 - \text{S}$	35,5	23,2	7,4	28,2	21,0	24,7
PK + $\text{N}_1 - \text{M}$	39,4	24,0	10,2	29,6	19,3	24,4
PK + $\text{N}_2 - \text{S}$	28,9	25,0	11,1	26,3	18,4	22,4
PK + $\text{N}_2 - \text{M}$	24,1	22,8	10,7	23,6	16,2	19,9

<sup>a</sup> jak w tabeli 2.

<sup>b</sup> kg s.m./1 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

miarę wzrostu wpływu nawożenia fosforowego (od II roku) i potasowego (od V roku) na wzrost runi zwyżki plonów wywołane dodatkiem azotu malały i w VI roku doświadczenia uzyskano tylko 7,4 do 11,1 kg suchej masy na 1 kg azotu. Przeciętnie w 6-leciu współczynniki te wahały się od 19,9 do 24,7 kg. Produktywność azotu przy jednostronnym nawożeniu była wysoka i wyrównana w całym okresie doświadczenia w związku z dużą stabilnością plonów w obiekcie kontrolnym. Również nawożenie fosforowe — poza I rokiem doświadczenia — wykazywało wysoką produktywność, zbliżoną do produktywności azotu. Przeciętnie z 6-letniego okresu uzyskano 19,2 kg suchej masy za 1 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ , a w drugiej połowie doświadczenia współczynnik ten osiągnął wartość 22,2 kg.

Pod wpływem nawożenia nastąpiły istotne zmiany w składzie botanicznym runi łąkowej (tab. 2). Zmiany te, zwłaszcza w składzie gatunkowym frakcji traw, były na ogół korzystne w pierwszej połowie okresu doświadczenia [4]. Nastąpiła bowiem w obiektach z pełnym nawożeniem wyraźna recesja bliźniczki (*Nardus stricta* L.), gatunku o niskiej wartości, dominującego w runi pierwotnej. Miejsce bliźniczki zajęły gatunki bardziej wartościowe, takie jak kostrzewa czerwona i łąkowa, kupkówka pospolita i tymotka łąkowa. Jedynie w obiekcie z jednostronnym nawożeniem saletrą amonową bliźniczka pozostała gatunkiem dominującym. W drugiej połowie okresu doświadczenia stwierdzono, zwłaszcza w obiektach z podwójną dawką azotu, szybko postępującą sukcesję kłosówki miękkiej (*Holcus mollis* L.), gatunku o niskiej wartości pastewnej, dającego

Tabela 2

Wyniki analizy botaniczno-wagowej runi łąkowej w III i VI roku doświadczenia — w procentach suchej masy I pokosu

Nawożenie	III rok doświadczenia					VI rok doświadczenia				
	trawy	motylikowate	ziola i chwasty	turzyce i kosmatki	bliźniczka	trawy	motylikowate	ziola i chwasty	turzyce i kosmatki	kłóśwka miękka
0 — bez nawożenia	60	3	32	5	48	69	1	18	12	—
N <sub>1</sub> — S	82	+	14	4	37	88	+	5	7	1,3
P	67	12	17	4	14	75	3	12	10	1,0
PK	61	25	11	3	14	70	19	7	4	2,0
PK + N <sub>1</sub> — S	89	3	6	2	1	86	4	8	2	8,9
PK + N <sub>1</sub> — M	89	3	6	2	1	90	4	5	1	7,3
PK + N <sub>2</sub> — S	98	+	1	+	1	93	+	7	+	55,6
PK + N <sub>2</sub> — M	96	+	3	+	1	93	+	7	+	45,3
Przedział ufności (P = 0,95)	5,2	—	2,4	—	—	4,9	—	1,0	—	2,9

N<sub>1</sub> — 90 kg/ha.  
N<sub>2</sub> — 180 kg/ha.S — saletra amonowa.  
M — mocznik.P — 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.  
K — 150 kg K<sub>2</sub>O/ha.

h

dużą masę zieloną, ale utrudniającego zbiór na skutek wczesnego wyłożenia runi. Jak wykazały szczegółowe badania, skład chemiczny kłósówki miękkiej był dość korzystny, ale trawa ta była niechętnie pobierana przez zwierzęta zarówno na pastwiskach (zbyt miękka) jak i w postaci siana (ostre omszenie). Jak wynika z tabeli 2, gatunek ten stanowił w obiektach z pełnym nawożeniem przy podwójnej dawce azotu około 50% suchej masy plonu w VI roku doświadczenia. Obecnie badana jest reakcja tego gatunku na dwuletnią przerwę w nawożeniu łąki. W III i VI roku doświadczenia różnice w składzie frakcyjnym zaznaczyły się głównie w obiektach z jednostronnym nawożeniem (tab. 2). W VI roku badań nastąpił wzrost frakcji traw, a także turzyc i kosmatek kosztem roślin dwuliściennych.

*Skład chemiczny plonów.* W tabeli 3 przedstawiono przeciętną z 2 pokosów procentową zawartość składników w suchej masie runi mieszanej z I, III i VI roku doświadczenia. Najkorzystniejszy pod względem wartości paszowej poziom składników w plonach [6] miała ruń łąkowa w obiekcie PK. Przy jednostronnym nawożeniu azotem i fosforem niski był poziom potasu w runi, a w obiekcie N — również poziom fosforu, natomiast pełne nawożenie powodowało obniżenie zawartości wapnia w suchej masie. Wyraźniejszy wzrost poziomu azotu w plonach nastąpił dopiero przy zastosowaniu podwójnej dawki nawozów. Osiągnięcie optymalnego poziomu fosforu (0,28% P) i potasu (2,1% K) w suchej masie runi mieszanej nastąpiło już w II roku nawożenia tymi składnikami, natomiast niższy od optymalnego poziom wapnia (0,7% Ca) znaleziono we wszystkich plonach z obiektów nawożonych podwójną dawką azotu i w większości plonów z pojedynczą dawką tego składnika. Zbliżony lub wyższy od optymalnego (0,17% Mg) poziom magnezu miała sucha masa runi nawożonej jednostronnie, a w obiektach z pełnym nawożeniem wystąpił efekt „rozcieńczenia” tego składnika w dużej masie, przy czym — jak wynika z tabeli 4 — nawożenie saletrą amonową sprzyjało w większym stopniu pobieraniu magnezu przez rośliny niż nawożenie mocznikiem. Zaznaczył się więc również i antagonizm jonowy. We wszystkich obiektach nawozowych i w całym okresie doświadczenia plony miały znacznie niższą od optymalnej (0,15% Na) zawartość sodu. Przeciętną (średnia ważona) z 6 lat doświadczenia zawartość składników w suchej masie runi łąkowej z poszczególnych obiektów nawozowych przedstawiono na rysunku 3. Wskazuje ona wyraźnie, że największe różnice międzyobiekto- we wystąpiły w zawartości potasu oraz azotu i wapnia. Poziom fosforu w obiektach nawożonych tym składnikiem różnił się nieznacznie. Zapewniał on pełne pokrycie potrzeb pokarmowych zwierząt na ten pierwiastek.

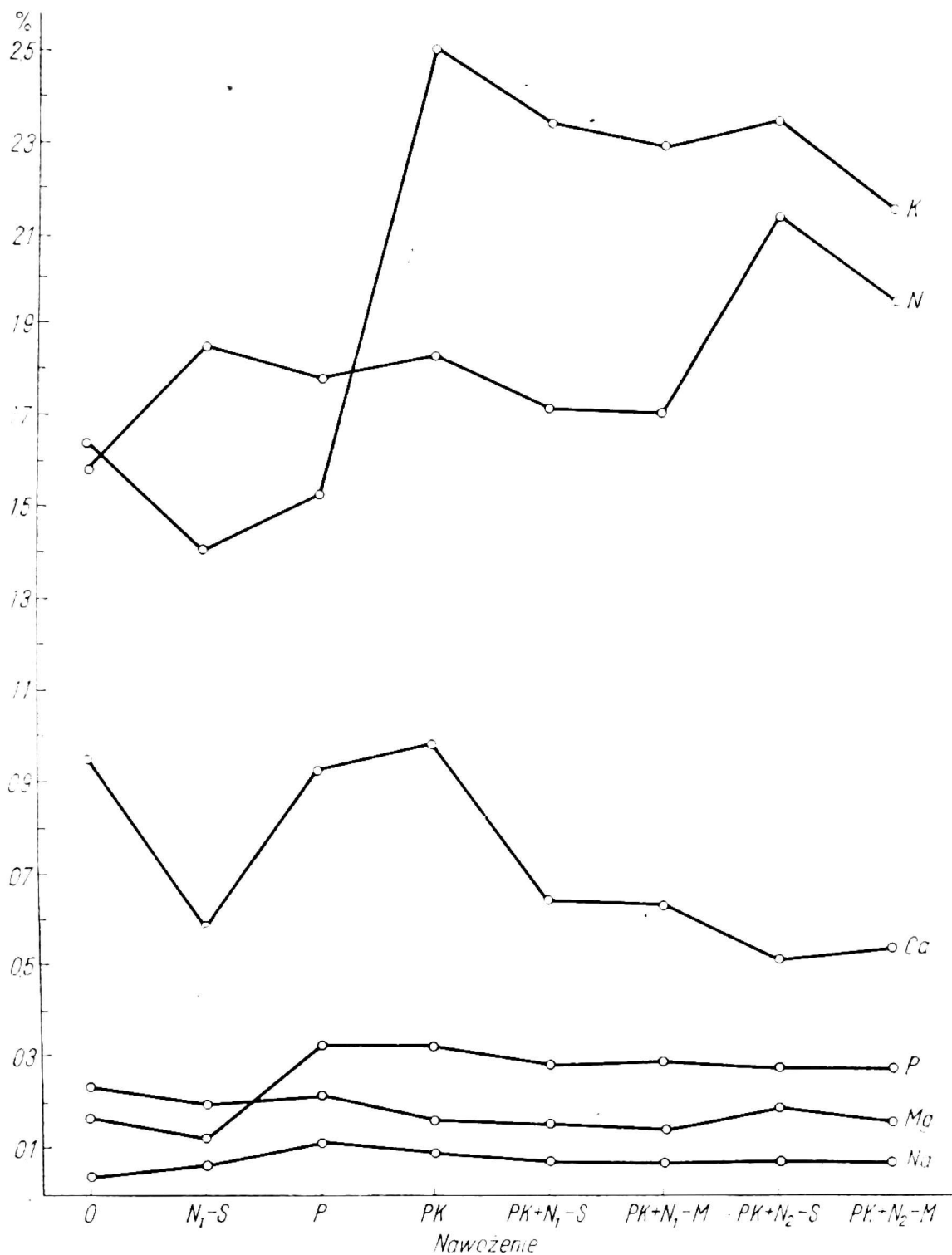
Ze względu na wymagania pokarmowe zwierząt ważny jest w paszy nie tyle bezwzględny poziom składników mineralnych, co ich wzajemne

Tabela 3

Procentowa zawartość składników w suchej masie runi łąkowej z I, III i VI roku doświadczenia  
(średnie ważone z I i II pokosu)

Nawożenie <sup>a</sup>	N		P		K		Ca		Mg		Na							
	I	III VI	I	III VI	I	III VI	I	III VI	I	III VI	I	III VI						
	rok																	
O	1,46	1,73	1,39	0,10	0,18	0,16	1,09	1,79	1,47	0,56	1,02	1,00	0,19	0,20	0,23	0,03	0,04	0,04
N <sub>1</sub> —S	1,72	1,70	1,92	0,09	0,14	0,13	1,57	1,51	1,09	0,53	0,61	0,56	0,16	0,17	0,18	0,04	0,04	0,08
P	1,42	1,91	1,43	0,14	0,36	0,30	1,30	1,64	1,22	0,58	1,05	0,78	0,16	0,19	0,18	0,05	0,09	0,10
PK	1,69	1,73	1,92	0,13	0,34	0,34	1,28	2,35	2,69	0,76	0,98	1,09	0,12	0,15	0,15	0,04	0,07	0,10
PK + N <sub>1</sub> —S	1,70	1,68	1,80	0,14	0,30	0,33	1,20	2,30	2,57	0,51	0,62	0,71	0,14	0,14	0,16	0,04	0,07	0,07
PK + N <sub>j</sub> —M	1,64	1,67	1,79	0,16	0,30	0,36	1,69	2,20	2,48	0,48	0,59	0,70	0,15	0,12	0,14	0,03	0,05	0,07
PK + N <sub>2</sub> —S	2,13	1,97	2,44	0,15	0,30	0,37	1,43	2,23	2,38	0,46	0,49	0,55	0,16	0,16	0,24	0,03	0,05	0,07
PK + N <sub>2</sub> —M	1,88	1,97	2,21	0,14	0,30	0,37	1,49	2,09	2,34	0,54	0,49	0,64	0,15	0,13	0,21	0,04	0,05	0,08

<sup>a</sup> jak w tabeli 2.

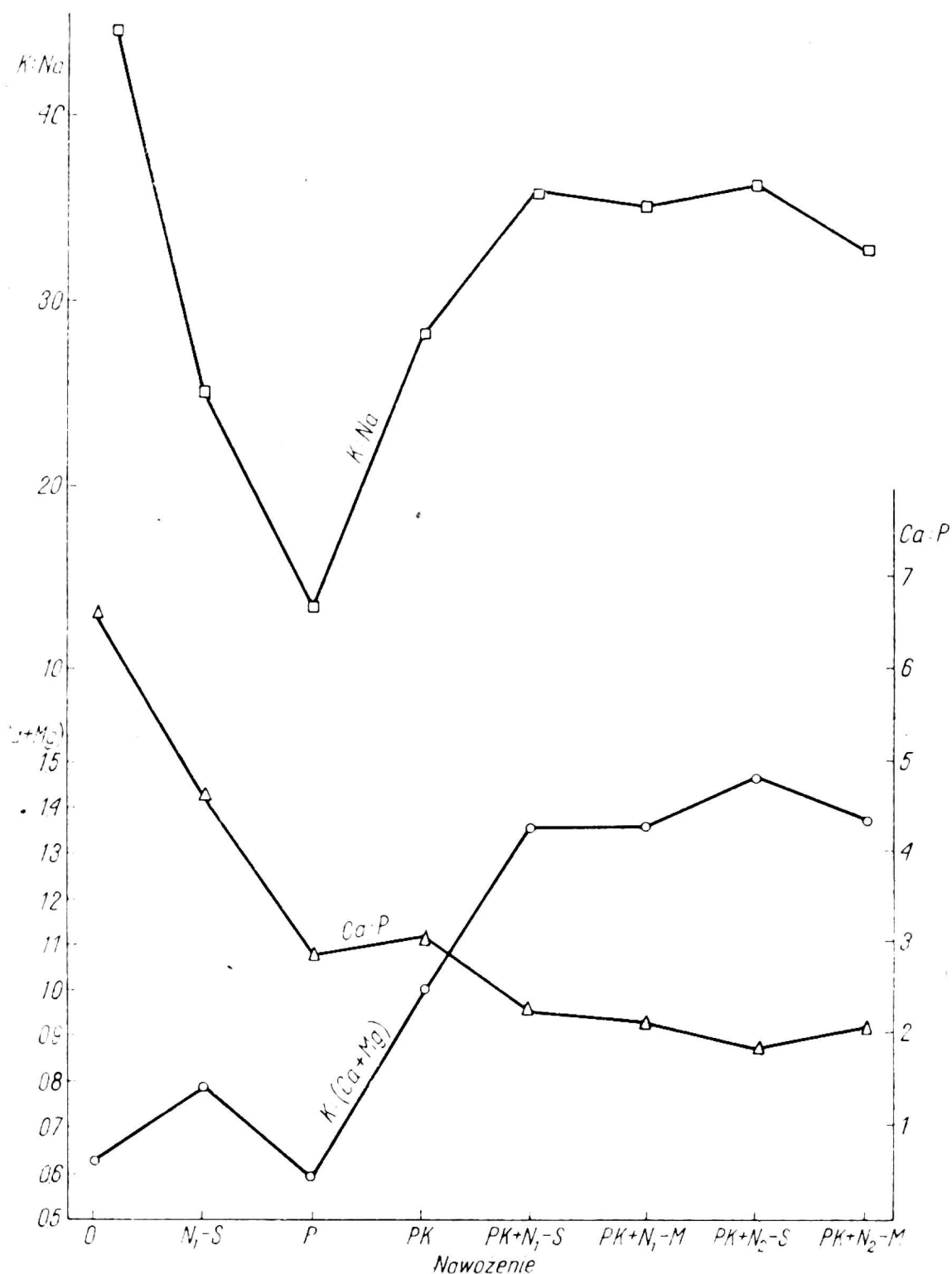


Rys. 3. Zawartość składników w suchej masie runi łąkowej — przeciętnie z 6 lat doświadczenia. Nawożenie — jak w tabeli 2

Fig. 3. Contents of nutrients in dry mass of meadow sward — averages of six years of experiment. Fertilization — see Table 2

stosunki [6, 7]. Na rysunku 4 przedstawiono niektóre zależności między pierwiastkami — wyliczone jako średnie z 6-letniego okresu doświadczenia. Wapń i fosfor są fizjologicznie najbardziej czynne, jeżeli ich stosunek wagowy w paszy wynosi około 2:1. W naszym doświadczeniu warunek ten spełniło siano z obiektów z pełnym nawożeniem, ale w literaturze można znaleźć opinię [6], że i przy znacznie szerszym stosunku tych pier-





Rys. 4. Wartość stosunku wagowego Ca : P i K : Na oraz równoważnikowego K : (Ca + Mg) w sianie w zależności od nawożenia — przeciętnie z 6 lat doświadczenia. Nawożenie — jak w tabeli 2

Fig. 4. Values of weight ratio Ca : P and K : Na and equivalent ratio K : (Ca + Mg) in hay as depending on fertilization — averages of six years of experiment. Fertilization — see Table 2

wiastków (np. 7:1) nie stwierdzono zaburzeń w rozwoju zwierząt. Dotyczy to również i stosunku K:Na, który przy intensywnym nawożeniu jest z reguły szerszy od 8:1 uważanego [7] za optymalny.

W przeprowadzonym doświadczeniu runi łąkowa miała bardzo niski poziom sodu, stąd też najniższy stosunek K:Na wynosił 13:1 w obiekcie

z jednostronnym nawożeniem azotem. Najszerszy stosunek tych pierwiastków miał plon z obiektu kontrolnego, natomiast w obiektach z pełnym nawożeniem jego wartość wynosiła około 35:1, mieściła się więc w granicach, w których według Underwood'a nie występują jeszcze objawy patologiczne u zwierząt [6]. Ważny fizjologicznie jest również stosunek równoważnikowy  $K:(Ca+Mg)$ , którego optimum według Voisina [7] wynosi 1,8. Przeciętna wartość tego stosunku była w sianie z wszystkich obiektów naszego doświadczenia niższa. Przy pełnym nawożeniu wahała się ona od 1,36 do 1,46.

Przedstawione w tabeli 4 porównanie wysokości plonów z ilością składników pobranych przez te plony w I, III i VI roku doświadczenia wskazuje na sukcesywny wzrost ilości wszystkich składników mineralnych w plonach, nawet w obiektach, w których plony suchej masy już nie wzrastają (III i VI rok — nawożenie podwójną dawką azotu). Z tabelą 4 korespondują dane tabeli 5, w której przedstawiono przeciętne roczne plony suchej masy z okresu 6-letniego oraz sumaryczne pobranie składników mineralnych w tym okresie, a także obliczono relatywne wskaźniki wzrostu w obiektach nawożonych. Z porównania tych wskaźników wynika, że relatywnie szybciej niż plony suchej masy rosła ilość pobranych składników mineralnych stosowanych w nawozach (N, P, K) oraz sodu. Największe różnice między względnym wzrostem plonów i wzrostem pobrania układają się według następującej kolejności  $Na > P > K > N$ , przy czym wyjątek stanowi obiekt z jednostronnym nawożeniem azotem pod względem ilości pobranego fosforu oraz obiekty z jednostronnym nawożeniem azotem i fosforem w odniesieniu do potasu, w którym relatywny wzrost ilości tych składników jest mniejszy niż wzrost plonów. Wolniej niż plony suchej masy rosły ilości wapnia i magnezu pobrane przez ruń łąkową, z wyjątkiem obiektów P i PK, w których wzrost pobrania wapnia był zbliżony do wzrostu plonów. Przedstawione w tabeli 5 porównanie między ilością składników mineralnych pobranych przez ruń w 6-letnim okresie i ich dawką w nawozach wskazuje, że przy niższych dawkach azotu w obiektach z pełnym nawożeniem rośliny pobrały o 12<sup>0</sup>/o tego składnika więcej niż zastosowano w nawozach. Najniższe wykorzystanie było natomiast przy jednostronnym nawożeniu. Fosfor pobrany przez plony stanowił 29-58<sup>0</sup>/o dawki nawozowej, nastąpiło więc wzbogacenie gleby w ten pierwiastek, co potwierdziły analizy, których wyniki podano w tabeli 6. Ujemny bilans wystąpił w gospodarce potasowej w obiektach z pełnym nawożeniem. W plonach znaleziono o 28 do 69<sup>0</sup>/o potasu więcej niż zastosowano w nawozie. Jedynie w obiekcie PK dawka potasu przekroczała o 10<sup>0</sup>/o ilość tego składnika pobranego przez ruń łąkową. Zależności te znalazły swoje odbicie w analizie gleby pobranej po VI roku doświadczenia. Jak widać z tabeli 6 tylko gleba z obiektu

Tabela 4

Plony suchej masy oraz ilość składników pobranych w I, III i VI roku doświadczenia

Nawożenie <sup>a</sup>	Plon q/ha	kg/ha					
		N	P	K	Ca	Mg	Na
I rok doświadczenia (1968)							
O	13,6	19,9	1,4	14,8	7,7	2,6	0,4
N <sub>1</sub> — S	31,8	54,7	2,8	50,5	16,8	5,1	1,2
P	16,6	23,5	2,3	21,6	9,6	2,6	0,9
PK	18,8	31,7	2,4	24,1	14,4	2,2	0,8
PK + N <sub>1</sub> — S	50,8	86,2	7,0	61,1	25,9	7,0	1,8
PK + N <sub>1</sub> — M	54,3	89,1	8,6	92,2	25,9	8,3	1,5
PK + N <sub>2</sub> — S	70,9	151,2	10,6	101,3	33,1	11,3	2,3
PK + N <sub>2</sub> — M	62,2	116,7	8,3	92,3	33,8	9,2	2,4
III rok doświadczenia (1970)							
O	15,0	26,0	2,7	26,9	15,3	3,1	0,6
N <sub>1</sub> — S	37,6	63,9	5,1	56,9	23,2	6,4	1,6
P	37,0	70,7	13,2	61,0	38,8	7,1	3,2
PK	40,0	69,1	13,4	93,9	39,2	6,1	2,6
PK + N <sub>1</sub> — S	60,9	102,2	18,1	140,0	38,0	8,3	4,0
PK + N <sub>1</sub> — M	61,6	102,9	18,6	135,4	36,7	7,2	3,0
PK + N <sub>2</sub> — S	85,0	167,1	25,1	190,0	41,6	13,1	5,1
PK + N <sub>2</sub> — M	81,0	159,5	24,3	170,0	39,7	10,4	4,1
VI rok doświadczenia (1973)							
O	21,0	29,2	3,3	30,9	21,1	4,8	0,9
N <sub>1</sub> — S	41,6	79,8	5,2	45,4	23,4	7,6	3,4
P	37,6	53,9	11,2	46,0	29,4	6,9	3,7
PK	59,2	113,7	19,8	159,4	64,6	9,1	5,7
PK + N <sub>1</sub> — S	65,9	118,3	21,9	169,0	47,2	10,5	5,0
PK + N <sub>1</sub> — M	68,4	122,1	24,4	169,7	48,0	9,7	5,1
PK + N <sub>2</sub> — S	79,2	193,6	29,3	188,1	43,8	19,3	6,0
PK + N <sub>2</sub> — M	78,5	173,7	28,7	183,8	50,5	16,5	6,2

<sup>a</sup> jak w tabeli 2.

PK zawierała więcej przyswajalnych związków potasu niż przed założeniem doświadczenia, w pozostałych obiektach nastąpiło zubożenie gleby w potas.

Nawożenie stosowane w okresie 6 lat spowodowało znaczne zakwaszenie gleby, wzrosła zwłaszcza kwasowość potencjalna. W stosunku do gle-

Tabela 5

Ilość składników pobranych przez ruń łąkową w okresie 6 lat doświadczenia i ich relatywne porównanie z plonami suchej masy i dawką nawozów

Nawożenia <sup>a</sup>	Przeciętne <sup>b</sup> plony		N		P		K		Ca		Mg		Na	
	q/ha	rel.	kg/ha	rel.	c	kg/ha	rel.	c	kg/ha	rel.	kg/ha	rel.	kg/ha	rel.
0	18,0	100	173	100	—	17	100	—	104	100	25	100	4	100
N <sub>1</sub> —S	38,3	213	430	249	77	29	169	—	134	130	44	178	13	325
P	35,3	199	379	219	—	69	403	29	198	191	46	185	24	600
PK	40,6	226	448	259	—	79	464	34	241	232	39	159	22	550
PK + N <sub>1</sub> —S	62,8	349	650	376	112	107	631	46	242	234	57	229	25	625
PK + N <sub>1</sub> —M	62,6	348	649	375	112	111	654	47	239	230	56	227	25	625
PK + N <sub>2</sub> —S	80,9	449	1046	605	94	137	803	58	251	242	92	373	32	800
PK + N <sub>2</sub> —M	76,4	424	908	525	82	131	769	56	249	241	76	307	31	775

<sup>a</sup> jak w tabeli 2.

<sup>b</sup> przedział ufności (P = 0,95) = 5,1 q/ha.

<sup>c</sup> w procentach dawki składnika w nawozach.

Tabela 6

Zmiany w zakwaszeniu i w zawartości fosforu, potasu i magnezu w glebie po 6 latach doświadczenia (poziom 0-10 cm)

Nawożenie <sup>a</sup>	mg/100 g gleby			pH [KCl]	me/100 g gleby	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>b</sup>	K <sub>2</sub> O <sup>b</sup>	Mg <sup>c</sup>		Hh <sup>d</sup>	Hw <sup>e</sup>
Gleba przed doświadczeniem	1,1	13,5	3,8	4,4	4,42	0,46
O	0,6	7,4	5,8	4,3	5,17	0,69
N <sub>1</sub> — S	0,7	7,3	5,2	4,0	6,76	1,83
P	9,6	8,0	5,5	4,6	4,97	0,55
PK	7,1	17,0	3,8	4,2	5,58	0,97
PK + N <sub>1</sub> — S	4,9	10,4	3,9	4,1	5,80	1,05
PK + N. — M	5,6	10,0	4,0	4,3	5,59	0,99
PK + N <sub>2</sub> — S	4,0	6,5	2,5	4,0	6,37	1,60
PK + N <sub>2</sub> — M	3,9	7,6	3,2	4,1	5,85	1,40

<sup>a</sup> jak w tabeli 2

<sup>b</sup> metodą Egnera-Riehma

<sup>c</sup> wymienny

<sup>d</sup> metodą Kappena

<sup>e</sup> met. Daikuhary

by wyjściowej nieznacznie wyższe pH miały jedynie próbki z obiektu nawożonego jednostronnie supertomasyną (tab. 6).

Jednym z celów intensywnej produkcji na użytkach zielonych jest uzyskanie maksymalnej ilości białka. Jak wynika z tabeli 7, w przeprowadzonym doświadczeniu zwiększenie ilości białka surowego w obiektach nawożonych jednostronnie i niższą dawką azotu na tle PK następowało nieco szybciej niż wzrost plonów suchej masy, niezależnie od formy nawozu azotowego. Przy podwójnej dawce azotu dynamika wzrostu plonów białka była wyraźnie większa niż wzrostu plonów suchej masy (tab. 5), ale uzależniona od ilości i rozkładu opadów atmosferycznych po zbiorze I pokosu oraz od formy nawozu. Najwyższy plon białka surowego w 6-letnim okresie badań uzyskano w obiekcie z pełnym nawożeniem, przy podwójnej dawce saletry amonowej (przeciętnie rocznie 1090 kg/ha). Był on 6-krotnie wyższy od plonu białka w obiekcie kontrolnym, podczas gdy plon siana był wyższy 4, 5-krotnie. Dla porównania — średnio wysoki (30 q) plon ziarna owsa zawierał około 360 kg białka, a pszenicy — około 500 kg. Współczynniki produktywności azotu (kg białka/kg N) przy pełnym nawożeniu malały w kolejnych latach doświadczenia w związku ze wzrostem plonów w obiekcie PK. Przeciętnie wynosiły one w okresie 6-lecia od 2,3 do 3,4 kg białka na 1 kg N. 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w supertomasynie powodował wzrost plonu białka o 2,4 kg (tab. 7).

Tabela 7

## Plony białka surowego i współczynniki produktywności nawozów

Nawożenie <sup>a</sup>	Rok doświadczenia						Okres doświadczenia					
	I		III		VI		I-III		IV-VI		I-VI	
	kg/ha	kg/1 kg N	kg/ha	kg/1 kg N	kg/ha	kg/1 kg N	kg/ha	kg/1 kg N	kg/ha	kg/1 kg N	kg/ha	kg/1 kg N
O	124	—	162	—	182	—	429	—	652	—	1081	—
N <sub>1</sub> —S	342	2,4	399	2,6	499	3,4	1124	2,4	1564	3,4	2688	2,9
P	147	0,3 <sup>b</sup>	442	3,1 <sup>b</sup>	337	1,7 <sup>b</sup>	1024	2,2 <sup>b</sup>	1346	2,6 <sup>b</sup>	2370	2,4 <sup>b</sup>
PK	198	—	432	—	711	—	1009	—	1792	—	2801	—
PK + N <sub>1</sub> —S	539	3,8	639	2,3	739	0,3	1718	2,5	2345	2,0	4063	2,3
PK + N <sub>1</sub> —M	557	4,0	643	2,3	763	0,6	1749	2,6	2306	1,9	4055	2,3
PK + N <sub>2</sub> —S	945	4,2	1044	3,4	1210	2,8	3052	3,6	3488	3,1	6540	3,4
PK + N <sub>2</sub> —M	729	3,0	997	3,1	1086	2,1	2626	2,8	3052	2,3	5678	2,6

<sup>a</sup> jak w tabeli 2.<sup>b</sup> kg/1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## WNIOSKI

1. Na naturalnej, ubogiej łące górskiej uzyskano pod wpływem pełnego nawożenia 4-5-krotny wzrost plonów suchej masy runi już w pierwszym roku doświadczenia. Jednostronne nawożenie azotowe zwiększyło plon siana w I roku około dwukrotnie. Istotne działanie fosforu wystąpiło w II roku, a potasu w V roku nawożenia. Przeciętna zwyżka plonów w okresie 6 lat wynosiła przy jednostronnym nawożeniu N, P oraz PK około 100%, przy pełnym nawożeniu z dawką 90 kg N/ha około 250%, a z dawką 180 kg N/ha — blisko 350 procent.

2. Najkorzystniejszy skład botaniczny i chemiczny miało siano z obiektu PK. Przy jednostronnym nawożeniu N niski był poziom potasu i fosforu, a przy jednostronnym nawożeniu P — potasu w runi. Pełne nawożenie obniżało poziom wapnia i magnezu w sianie. We wszystkich plonach niski był poziom sodu.

3. Dynamika wzrostu plonu białka surowego pod wpływem nawożenia była większa niż przyrostu plonu suchej masy, zwłaszcza przy podwójnej dawce azotu (180 kg N/ha). Największy przeciętny plon białka (1090 kg/ha) był 6-krotnie wyższy niż w obiekcie kontrolnym przy 4, 5-krotnym wzroście plonu suchej masy runi.

4. Przy racjonalnej gospodarce na górskich użytkach zielonych problemem nie jest wyprodukowanie dużej masy organicznej, ale jej zbiór, konserwacja i zagospodarowanie.

## LITERATURA

1. Jagła S., Kopeć S., Kostuch R.: Charakterystyka i możliwości produkcyjne zbiorowisk roślinnych górskich użytków zielonych. RRZD, Wysoka, Wrocław 1971.
2. Karkoszka W., Kostuch R.: Gospodarowanie na łąkach i pastwiskach górskich, PWRiL, Warszawa 1968.
3. Mazur K., Mazur T.: Dynamika plonowania łąki górskiej w okresie 6-letniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Konferencja Naukowa. Łąkarstwo, Fa-lenty 1975.
4. Mazur K., Mazur T.: Wpływ nawożenia mineralnego na plon, skład botaniczny i chemiczny masy roślinnej z łąki górskiej. Acta Agr. Silv., ser. Agr. 12/1, 1972.
5. Mazur K., Mazur T.: Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość magnezu w masie roślinnej i niektórych frakcjach siana z łąki górskiej. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 149, 1973.
6. Underwood E. J.: Żywienie mineralne zwierząt. PWRiL, Warszawa 1971.
7. Voisin A.: Die Weidetetanie. München-Basel-Wien, BLV Verlagsgesellschaft. 1963.

*К. Мазур, Т. Мазур*

**ВЛИЯНИЕ 6-ЛЕТНЕГО УДОБРЕНИЯ ГОРНОГО ЛУГА  
НА ИЗМЕНЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ТРАВСТОЯ  
И НА ПРОИЗВОДСТВО ПРОТЕИНА**

**Резюме**

На природном, бедном горном лугу (табл. 6) под влиянием полного удобрения была получена 4-5-кратная прибавка урожая сухой массы растений в первом году опыта (рис. 2). Одностороннее азотное удобрение повышало около двухкратно урожай сена в 1-ом году. Существенное действие фосфора наблюдалось во втором году, а калия — в пятом году удобрения (рис. 1). Средняя прибавка урожаев в 6-летний опытный период составила при одностороннем удобрении N, P и PK около 100% при полном удобрении с дозой 90 кг N/га около 250%, а с дозой 180 кг N/га — почти 350% (табл. 5). Производительность вносимого азота при полном удобрении снижалось в очередных годах опыта (табл. 1).

Наиболее благоприятный ботанический (табл. 2) и химический состав (табл. 3) показывало сено из объекта PK. При одностороннем удобрении азотом низкий был уровень калия и фосфора, а при одностороннем удобрении фосфором — уровень калия в травостое. Полное удобрение снижало уровень кальция и магния в сене. Во всех урожаях низким был уровень натрия. По отношению к применяемой дозе удобрений луговой травостой усваивал больше калия, а при низком уровне удобрения — также азота (табл. 4 и 5).

Динамика прироста урожая сырого протеина под влиянием удобрения была выше, чем динамика прироста урожая сухой массы (табл. 5 и 7), особенно в случае двойной дозы азота (180 кг N/га). Самый высокий средний урожай протеина (1090 кг/га) был 6-кратно выше, чем в контрольном объекте, при 4-5-кратном повышении урожая сухой массы растений.

*К. Mazur, T. Mazur*

**INFLUENCE OF THE 6-YEAR FERTILIZATION OF A MOUNTAIN MEADOW ON  
CHANGES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE MEADOW SWARD  
AND ON THE PROTEIN PRODUCTION**

**S u m m a r y**

On a natural, poor mountain meadow (Tab. 6) the 4-5fold yield increment of the dry matter of plants was obtained as early as in the 1st year of the experiment under the full mineral fertilization effect (Fig. 2). An one-sided nitrogen fertilization caused an almost twofold increase of the hay yield in the 1st year. A significant effect of phosphorus manifested itself in the 2nd year and that of potassium — in the 5th year of the fertilization (Fig. 1). Average yield increment in the 6-year period at an one-sided N, P or PK fertilization was about 100%, at a full fertilization the nitrogen rate amounting to 90 kg N per hectare — about 250% and amounting to 180 kg N per hectare — nearly 350% (Tab. 5). The productivity of nitrogen applied at the full fertilization increased in subsequent years of the experiment (Tab. 1).



The most favourable botanical (Tab. 2) and chemical composition (Tab. 3) showed the hay from the PK treatment. At an one-sided N fertilization low was the potassium and phosphorus level, at an one-sided phosphorus fertilization — the potassium level in the meadow sward.

The full fertilization led to a decrease of the calcium and magnesium content in hay. In all yields low was the sodium level. In relation to the fertilization rate applied higher potassium and at lower fertilization level — also higher nitrogen amounts were taken up by the meadow sward (Tables 4 and 5).

The crude protein increment dynamics under the effect of fertilization was higher than that of the dry matter yield (Tables 5 and 7), particularly at a double nitrogen rate (180 kg N per hectare). The highest average protein yield (1090 kg from hectare) was 6fold higher than that in the control treatment, at the 4.5fold increment of the plant dry matter yield.