

MOŻLIWOŚCI ZWIĘKSZENIA WYDAJNOŚCI ŁĄK I PASTWISK GÓRSKICH POD WPŁYWEM NAWOŻENIA MINERALNEGO

Jan Filipek, Edward Firek, Piotr Skrijka

Instytut Produkcji Roślinnej AR w Krakowie

WSTĘP

Trwałe użytki zielone w górach odgrywają doniosłą rolę w produkcji siana, paszy pastwiskowej i kiszonki. Ich znaczenie zwiększa się w miarę wzrostu wysokości nad poziomem morza, równoległe z pogarszaniem się warunków produkcji pasz w uprawie polowej. Na większych wysokościach trwałe łąki i pastwiska plonują o wiele lepiej od przemiannych użytków zielonych.

Wydażność łąk i pastwisk górskich w Polsce nie jest wysoka. W użytkach tych tkwią jeszcze poważne rezerwy produkcji pasz białkowych, które powinny być uruchomione w drodze intensyfikacji gospodarki łąkowo-pastwiskowej. Najłatwiejszym sposobem intensyfikacji gospodarki na górskich użytkach zielonych jest zastosowanie nawożenia mineralnego. Dlatego w naszych badaniach nad zagospodarowaniem terenów łąkowych w górach wiele uwagi poświęcamy problematyce nawozowej. W gospodarstwie doświadczalnym Czarny Potok k. Krynicy, położonym w obrębie Beskidu Sądeckiego, prowadzi się szereg doświadczeń dla wyjaśnienia różnych zagadnień nawozowych. Wstępne wyniki 4 doświadczeń nawozowych stanowią przedmiot niniejszego referatu.

Doświadczenia rozmieszczone były na wysokości 650-700 m n. p. m. na zboczach o nachyleniu 9-14° (20-31‰). Obiekt doświadczalny znajduje się na terenie zacisza śródgórskiego, odznaczającego się stosunkowo łagodnymi warunkami klimatycznymi. Sumy opadów za okres wegetacyjny (IV-IX) wynosiły w kolejnych latach badań (1968-1971) od 422 do 851 mm. Na polach doświadczalnych przeważającym typem była gleba brunatna kwaśna (pH_{KCL} 4,6-5,6) o składzie mechanicznym gliny średniej. Zawartość przyswajalnego P_2O_5 wynosiła w warstwie 0-10 cm od 0,6 do 4,8 mg/100 g gleby, zaś przyswajalnego K_2O — 6,2 do 25,2 mg/100 g gleby.

WYNIKI BADAŃ

Doświadczenie I. Doświadczenie to założono na stanowisku o wystawie SSE, porośniętym ubogą roślinnością, wśród której dominowała bliźniczka psia trawka (*Nardus stricta* L.), przy współudziale grzebienicy pospolitej (*Cynosurus cristatus* L.) i koniczyny białej (*Trifolium repens* L.). Wyniki badań przedstawiono w tabeli 1. Operowano następu-

Tabela 1

Plony suchej masy i białka surowego w doświadczeniu I

Wariant	Sucha masa				Białko surowe					
	1968	1969	1970	średnia z 3 lat		1968	1969	1970	średnia z 3 lat	
	q/ha		q/ha		%	kg/ha		kg/ha		%
0	27,5	16,8	32,0	25,4	100	290	179	329	266	100
NP	55,8	53,4	68,6	59,3	233	700	726	793	740	278
NK	44,1	40,4	47,6	44,0	173	526	562	576	555	209
PK	42,0	40,1	49,2	43,8	172	611	551	578	580	218
PKN	54,0	56,1	66,9	59,0	232	665	703	773	714	268
PKN ₁₅₀	65,0	66,9	76,2	69,4	273	844	874	869	862	324
Przedział ufności ($p = 0,05$)	7,4	6,3	9,3	—	—	—	—	—	—	—

jącymi dawkami nawozów w przeliczeniu na 1 ha: 80 kg P₂O₅ w super-tomasynie, 100 kg K₂O w 40% soli potasowej i 100 kg N w saetrze amonowej. Jedna z kombinacji PKN obejmowała 1,5 dawki azotu, czyli 150 kg/ha. Nawozy wysiewano corocznie jednorazowo na wiosnę. Każdego roku zbierano po 2 pokosy.

Pod wpływem pełnego nawożenia mineralnego przy dawce 150 kg N plony dochodziły do 70 q suchej masy z 1 ha, co stanowiło wzrost wydajności o ponad 170%. Natomiast pełne nawożenie mineralne przy dawce 100 kg N zwiększyło plony prawie do 60 q s. m./ha, czyli o ponad 130%. Taką samą zwyczaję plonu dało nawożenie typu NP, z czego wynika, że potas nawozowy nie powodował wzrostu wydajności, prawdopodobnie na skutek jego fiksacji w kwaśnej i zwięzłej glebie górskiej, mało zasobnej w ten składnik (6,2 mg/100 g gleby). Bardzo efektywne okazało się natomiast nawożenie fosforowe. Na 1 kg P₂O₅ przypadła zwyczajka plonu suchej masy wynosząca 18,7 kg. Ciekawie przedstawiają się liczby obrazujące działanie nawożenia azotowego. Otóż przy zwyczaję dawce 100 kg N/ha zwyczajka plonu suchej masy odpowiadająca 1 kg N wynosiła 15,2 kg. Zwiększenie dawki azotu spowodowało wzrost efektywności jego działania. W przedziale 100-150 kg N/ha zwyczajka plonu suchej masy na 1 kg azotu nawozowego wynosiła średnio 20,8 kg.

Najwyższy plon białka surowego przekraczający 850 kg/ha zebrano w wyniku pełnego nawożenia mineralnego z dawką 150 kg N. Wzrost wydajności przekroczył w tym przypadku 220%. Nawożenie azotowo-fosforowe okazało się bardziej skuteczne od PKN, z czego wynika, że potas nawozowy działał depresyjnie na plony białka. Największe zwyczajki plonu białka dawał fosfor. Na każdy kg nawozowego P_2O_5 przypadało 2,0 kg przyrostu białka surowego. Znacznie słabiej wypadła produktywność nawożenia azotowego; ponieważ przyrost białka surowego pod wpływem 1 kg N zastosowanego w dawce 100 kg/ha wynosił tylko 1,3 kg. Wystąpiła jednak wyraźna tendencja zwyżkowa w miarę wzrostu dawki azotu. W przedziale 100-150 kg/ha każdy kg azotu dawał przyrost plonu białka surowego wynoszący 3,0 kg.

D o ś w i a d c z e n i e II. Drugie doświadczenie założono według identycznego schematu na stanowisku o ekspozycji E. Znajdowało się ono w korzystniejszych warunkach termiczno-hydrologicznych, o czym świadczy bogatsze zbiorowisko roślinne typu kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.), mietlicy pospolitej (*Agrostis vulgaris* With.) i kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis* Huds.). Wyniki uzyskane na tym stanowisku obrazuje tabela 2.

Tabela 2

Plony suchej masy i białka surowego w doświadczeniu II

Wariant	Sucha masa					Białko surowe				
	1968	1969	1970	średnia z 3 lat		1968	1969	1970	średnia z 3 lat	
	kg/ha			q/ha	%	kg/ha			kg/ha	%
0	51,5	29,0	45,8	42,1	100	669	367	491	509	100
NP	73,2	62,9	69,7	68,6	163	870	839	708	806	158
NK	64,5	55,5	60,9	60,3	143	762	739	605	702	138
PK	49,6	32,9	57,2	46,6	111	644	443	726	604	119
PKN	75,8	64,1	77,6	72,5	172	910	876	756	847	166
PKN ₁₅₀	75,2	70,4	83,9	76,5	182	1000	1075	853	976	192
Przedział ufności (P = 0,05)	7,7	5,4	9,0	—	—	—	—	—	—	—

Pod względem plonów suchej masy najlepsze rezultaty dała kombinacja nawozowa PKN₁₅₀. W tym przypadku uzyskiwano średnio ponad 75 q s. m. z 1 ha, co stanowi — w stosunku do wariantu kontrolnego — wzrost o ponad 80%. Niewiele gorsze okazało się pełne nawożenie mineralne przy dawce 100 kg N/ha, któremu z kolei niedużo ustępowało nawożenie typu NP. Natomiast najmniej skuteczne było nawożenie fosforo-potasowe. Wyrażony w procentach wzrost wydajności pod wpływem nawożenia nie osiągał w doświadczeniu II tak dużych wartości jak w I

ze względu na znacznie wyższy plon wyjściowy. Najłabszym działaniem odznaczało się nawożenie potasowe dając zwyżkę plonu wynoszącą 3,9 kg s. m. na 1 kg K_2O — ze względu na dużą zasobność gleby w przy-swajalny potas. Na 1 kg dostarczonego P_2O_5 uzyskiwano 15,2 kg zwyżki plonu suchej masy. Najskuteczniej działał azot przy dawce 100 kg/ha, zwyżka plonu wynosiła wtedy 25,9 kg s. m. na 1 kg N. Jednakże produktywność nawożenia azotowego szybko malała w miarę wzrostu dawki nawozowej. W przedziale 100-150 kg zwyżka plonu odpowiadająca 1 kg N wynosiła tylko 8,0 kg s. m.

Plony białka surowego układały się podobnie do plonów suchej masy. Pod wpływem pełnego nawożenia mineralnego z wyższą dawką azotu wzrosły one o przeszło 90%, zbliżając się do 1000 kg z 1 ha. Największe przyrosty białka dawało nawożenie azotowe (2,4 kg na 1 kg N). Zwiększały się one tylko nieznacznie pod wpływem wzrostu dawki azotu. Słabiej na plony białka wpływał fosfor (1,8 kg na 1 kg P_2O_5) i bardzo nieznacznie potas (0,4 kg na 1 kg K_2O).

Doświadczenie III. Obok doświadczenia II, a więc w tych samych warunkach ekologiczno-florystycznych zlokalizowano następne doświadczenie łąkowe, którego schemat i wyniki przedstawia tabela 3.

Tabela 3

Plony suchej masy i białka surowego w doświadczeniu III

Wariant	Sucha masa				Białko surowe				
	1968	1969	1970	średnia z 3 lat		1969	1970	średnia z 2 lat	
	q/ha			q/ha	%	kg/ha		kg/ha	%
0	42,4	28,5	39,2	36,7	100	345	508	427	100
PK	46,4	30,5	44,4	40,4	110	410	634	522	122
PKN ₄₀	55,8	46,8	64,9	55,8	152	611	846	729	171
PKN ₈₀	57,3	53,8	65,9	59,0	161	695	803	752	176
PKN ₁₂₀	66,6	59,8	70,2	65,5	178	822	845	834	195
PKN ₁₆₀	71,2	69,4	80,6	73,7	201	967	963	965	226
PKN ₂₀₀	75,4	75,6	84,0	78,3	213	1118	1088	1103	258
PKN ₂₄₀	83,2	81,0	91,4	85,2	232	1251	1176	1214	284
Przedział ufności (p = 0,05)	6,1	6,7	6,5	—	—	—	—	—	—

Termin nawożenia i sposób użytkowania były identyczne jak w dwóch pierwszych doświadczeniach. Azot stosowano w postaci saletrzaku, zaś fosfor (120 kg P_2O_5 /ha) i potas (160 kg K_2O /ha) w takiej samej formie jak w poprzednich doświadczeniach.

Pomimo dawki fosforu i potasu wyższej o 50 i 60%, pod wpływem

160 kg N/ha uzyskano w doświadczeniu III taki sam plon suchej masy i białka surowego jak w doświadczeniu II przy poziomie 150 kg N/ha. Jednakże w tym przypadku nawet dawka 240 kg azotu przynosiła istotnąwyżkę plonów, które przekraczały 85 q suchej masy i 1200 kg białka surowego z 1 ha. W stosunku do kontroli wzrost wydajności wynosił ponad 130% w przypadku suchej masy i przeszło 180% — gdy chodziło o białko surowe. Na 1 kg N w dawce 240 kg/ha przypadało 18,7 kg przyrostu suchej masy i 2,9 kg białka surowego. Natomiast przy dawce 40 kg N/ha produktywność nawożenia azotowego wynosiła odpowiednio 38,5 kg suchej masy i 5,2 kg białka surowego na 1 kg N.

Doświadczenie IV. Poprzednie eksperymenty były prowadzone w warunkach użytkowania kośnego. W czwartym doświadczeniu zlokalizowanym na stoku o wystawie E zastosowano użytkowanie pastwiskowe runi, w której obok gatunków wartościowych (*Lolium perenne* L., *Festuca pratensis* Huds., *Trifolium repens* L.) występowały licznie trawy o niższej wartości (*Festuca rubra* L., *Agrostis vulgaris* With., *Cynosurus cristatus* L.). Układ kombinacji nawozowych oraz wyniki badań przedstawia tabela 4. Forma zastosowanych nawozów oraz dawki P₂O₅ i K₂O były

Tabela 4

Plony suchej masy i białka surowego w doświadczeniu IV

Wariant	Sucha masa					Białko surowe				
	1969	1970	1971	średnia z 3 lat		1969	1970	1971	średnia z 3 lat	
	q/ha		q/ha	%		kg/ha		kg/ha	%	
O	63,3	50,9	53,5	55,9	100	706	794	846	782	100
PK	61,2	60,7	65,4	62,1	112	937	1057	1129	1041	133
PKN ₆₀	75,7	76,4	74,9	75,7	135	1063	1276	1279	1206	154
PKN ₁₂₀	88,0	85,7	84,5	86,1	154	1487	1482	1695	1555	199
PKN ₁₈₀	86,6	94,9	95,1	92,2	165	1753	1806	2009	1856	237
PKN ₂₄₀	86,1	88,1	93,4	89,2	160	2033	1798	2164	1998	255
Przedział ufności (p = 0,05)	11,7	7,3	6,3	—	—	—	—	—	—	—

identyczne jak w doświadczeniach I i II. Fosfor i potas wysiewano corocznie jednorazowo w terminie wiosennym. Natomiast dawki azotu stosowano w 3 równych częściach: na wiosnę, po pierwszym i po drugim wypasie. W kombinacjach z azotem w ciągu sezonu były cztery wypasy.

Dawka 180 kg N/ha spowodowała wzrost wydajności suchej masy z 56 do 92 q/ha, czyli o 65%. Po przekroczeniu poziomu 180 kg N nie obserwowano dalszego wzrostu plonów suchej masy, lecz raczej tendencję spadkową. Obok dawki 180 kg N/ha dobre wyniki uzyskano także przy

zastosowaniu 120 kg azotu. Wówczas wzrost wydajności suchej masy przekroczył również 50%. Średnia produktywność 1 kg azotu wyrażona w przyroście plonu suchej masy malała stopniowo w miarę zwiększania dawki N. Na każdy kg azotu w dawce 180 kg/ha uzyskiwano 16,6 kg przyrostu suchej masy.

Plony białka surowego rosły systematycznie wraz ze zwiększaniem dawki azotu. Najwyższa dawka N spowodowała wzrost wydajności białka do 2000 kg/ha, czyli o przeszło 150%. Natomiast przeciętna produktywność 1 kg N obliczona jako przyrost plonu białka surowego zwiększała się, ale tylko do poziomu 180 kg/ha, kiedy to na 1 kg N nawozowego przypadało 4,5 kg białka surowego.

WNIOSKI

1. Działanie nawożenia mineralnego zależało od zasobności zbiorowiska roślinnego. Na stanowisku uboższym stwierdzono o wiele większy wzrost wydajności w liczbach względnych, przy ogólnie niższych plonach absolutnych.

2. Nawożenie potasowe wykazywało małą efektywność, co było uwarunkowane zawartością znacznej ilości przyswajalnego K_2O , bądź fikcją potasu w zwężłej i kwaśnej glebie górskiej — w przypadku małej zasobności w ten składnik pokarmowy. Bardzo skuteczne natomiast okazało się nawożenie fosforowe, ze względu na wyraźny niedobór P_2O_5 w glebach górskich. Stąd na uboższym stanowisku fosfor działał na plony suchej masy i białka surowego nawet silniej niż azot w dawce 100 kg N/ha. Przekroczenie tej granicy wzmogło efektywność nawożenia azotowego, ale tylko w zakresie produkcji białka surowego.

3. Pod wpływem 150-180 kg azotu na 1 ha zastosowanego na tle nawożenia fosforowo-potasowego plony suchej masy osiągały poziom 70-90 q/ha. Dalszy wzrost dawek azotu przynosił istotne zwwyżki plonów tylko przy zastosowaniu silniejszego nawożenia fosforowo-potasowego.

4. Maksymalne plony białka surowego uzyskano jako skutek najwyższej dawki azotu wynoszącej 240 kg/ha. W warunkach użytkowania pastwiskowego zbierano wówczas 2000 kg białka surowego z 1 ha rocznie, podczas gdy przy użytkowaniu kośnym — tylko nieco ponad 1200 kg/ha.

STRESZCZENIE

W latach 1968-1970 wykonano na łąkach i pastwiskach górskich w Czarnym Potoku k. Krynicy (650-700 m n.p.m.) szereg doświadczeń nawozowych.

Działanie nawożenia mineralnego zależało od zasobności zbiorowiska roślinnego. Na stanowisku uboższym stwierdzono o wiele większy procent wydajności w liczbach względnych, przy ogólnie niższych plonach absolutnych.

Nawożenie potasowe wykazywało małą efektywność lub zupełny brak działania. Bardzo skuteczne okazało się natomiast nawożenie fosforowe. Na uboższym stanowisku fosfor działał na plony suchej masy i białka surowego nawet silniej niż azot. Natomiast na stanowisku bogatszym najsilniej działał azot w dawce 100 kg, dając na każdy kg N przyrost 26 kg suchej masy.

Pod wpływem 150-180 kg azotu na 1 ha, zastosowanego na tle nawożenia fosforowo-potasowego, plony suchej masy osiągnęły poziom 70—90 q/ha. Dalszy wzrost dawki azotu przynosił udowodnione zwyczajki plonów suchej masy tylko przy zastosowaniu silniejszego nawożenia fosforowo-potasowego.

Maksymalne plony białka surowego uzyskano pod działaniem najwyższej dawki azotu wynoszącego 240 kg N/ha. W warunkach użytkowania pastwiskowego zbierano wówczas 2000 kg białka surowego z 1 ha rocznie, podczas gdy przy użytkowaniu kósnym — tylko nieco ponad 1200 kg/ha.

Ян Филипек, Эдвард Фирек, Пётр Скрийка

ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ГОРНЫХ ЛУГОВ И ПАСТБИЩ ПОД ВЛИЯНИЕМ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ

Резюме

В 1968-1970 гг. проведено на горных лугах и пастбищах Чарны Поток возле Крыницы (650-700 м над ур. моря) ряд опытов с удобрениями.

Действие минеральных удобрений зависело от богатства растительного сообщества. На более бедных полях наблюдался значительно высший рост урожая, в относительных числах, при общем более низком абсолютном урожае.

Калийные удобрения оказывали низкую эффективность или отсутствие всякого действия. Очень эффективным оказались фосфорные удобрения. На более бедных местах фосфор действовал на урожай сухой массы и сырого белка сильнее чем азот. На более богатых почвах, сильнее действовал азот в дозе 100 кг и давал на каждый кг азота прирост 26 кг сухой массы.

Под влиянием 150-180 кг азота на 1 га, применённого на фоне фосфорно калийного удобрения, урожайность сухой массы достигла 70-90 ц/га в год. Увеличение нормы азота свыше этого предела дало доказанный статистическими методами привес урожая сухой массы только в случае применения более сильного фосфорно-калийного удобрения.

Максимальный урожай сырого белка получено под влиянием самой высокой нормы азота — 240 кг/га. В условиях пастбищного содержания животных получено 2000 кг сырого белка с 1 га в год, тогда как при косном методе — получено урожай лишь немного выше 1200 кг/га.

Jan Filipek, Edward Firek, Piotr Skrijka

THE POSSIBILITIES OF INCREASING PRODUCTIVITY OF MOUNTAIN PASTURES UNDER THE INFLUENCE OF FERTILIZATION

Summary

In the years 1968-1970 a series of fertilization experiments were conducted on the meadows and mountain pastures in Czarny Potok at Krynica (650-700 m. above sea level).

The response to mineral fertilizers depended on the richness of a given plant community. On poorer sites a much more pronounced increase in yield in relative numbers with generally lower absolute yields was found.

The effects of potassium fertilization were low or non at all while the phosphorous fertilization proved highly efficient. On poorer sites phosphorous even more strongly than nitrogen influenced the yields of dry matter and crude protein while on richer sites best results were obtained with nitrogen at the rate of 100 kg and a 26 kg increase in dry matter content pro 1 kg N was recorded.

Under the influence of 150-180 kg nitrogen/ha applied against the background of phosphorous and potassium fertilization, the yields of dry matter increased to the level of 70-90 q/ha. Further increase in the N rate effected a significant increase in dry matter yields, only if higher rates of phosphorous and potassium fertilization were applied.

The maximum yields of crude protein were effected by the highest rate of nitrogen — 240 kg N/ha. Under conditions of pasturage 2,000 kg of crude protein were harvested annually while with hay-growing utilization only slightly above 1,200 kg/ha.