

## WPLYW NAWOŻENIA AZOTEM NA PLONY BIAŁKA SUROWEGO I ZAWARTOŚĆ N-NO<sub>3</sub> W RUNI PASTWISKA GÓRSKIEGO

*Edward Firek, Elżbieta Trojan*

Instytut Uprawy Roli i Roślin Akademii Rolniczej w Krakowie

Na użytkach zielonych azot powoduje szybki wzrost biomasy roślin [2, 5, 9]. W warunkach nizinnych jednorazowa dawka N wynosząca 60-80 kg/ha przyspiesza o kilka tygodni dojrzałość użytkową runi [1, 16]. Dawka roczna 150-300 kg N/ha uważana jest za optymalną, jeśli chodzi o plony masy roślinnej [4, 7, 8, 12-15]. Przy dalszym jej wzroście efektywność N spada [4, 6, 11, 15]. Wzrasta natomiast produkcja białka surowego i poziom azotanów w masie roślinnej [2, 3, 7].

W układzie warunków górskich podstawowym źródłem paszy dla zwierząt są pastwiska. Ich wydajność jest jednak stosunkowo niska. Mimo to stanowią one znaczne rezerwy taniego białka i jednostek pokarmowych. Warunkiem uruchomienia tych rezerw jest niewątpliwie intensywne, ale racjonalne nawożenie azotowe. Ustalenie optymalnych dawek azotu natrafia tu jednak na znaczne trudności.

Praca niniejsza zawiera wyniki dotyczące wpływu zróżnicowanego nawożenia pastwiska azotem na skład botaniczny runi, plony masy roślinnej i białka surowego oraz zawartość w paszy N-NO<sub>3</sub>. Celem badań było ustalenie optymalnej rocznej dawki azotu i dawki jednorazowej.

### METODYKA BADAŃ

Doświadczenie przeprowadzono w latach 1972-1975, w Czarnym Potoku k. Krynicy (ok. 700 m n.p.m.), w gospodarstwie doświadczalnym AR w Krakowie. W runi pastwiskowej dominowały: kostrzewa czerwona z mietlicą pospolitą i tomką wonną. Wierzchnia warstwa gleby (0-10 cm) zawierała 3,2 mg przyswajalnego P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 8,5 mg K<sub>2</sub>O/100 g gleby. Jej pH wynosiło 4,6. Roczne sumy opadów wahały się w granicach od 816 do 983 mm, a opady wegetacyjne — w granicach od 562 do 650 mm. Plan nawożenia podano w tabeli 1. Rośliny ścinano po osiągnięciu 15-25 cm

Tabela 1

Plan nawożenia (w kg/ha)

Nawożenie	Odrost					
	I		II		III	IV
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	N	N	N
0	—	—	—	—	—	—
K	—	160	—	—	—	—
P	120	—	—	—	—	—
KP	120	160	—	—	—	—
KPN <sub>1</sub>	120	160	20	20	20	20
KPN <sub>2</sub>	120	160	40	40	40	40
KPN <sub>3</sub>	120	160	60	60	60	60
KPN <sub>4</sub>	120	160	80	80	80	80
KPN <sub>5</sub>	120	160	100	100	100	100

wysokości. Azotany oznaczono kolorymetrycznie (z kwasem fenolodwusulfonowym), a białko surowe wg Kjeldahla. Doświadczenie założono metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach.

#### OMÓWIENIE WYNIKÓW

W pierwszym roku trwania doświadczenia po zastosowaniu wyższych dawek azotu (kombinacja KPN<sub>3</sub>, KPN<sub>4</sub> i KPN<sub>5</sub>) nastąpił spadek zawartości K<sub>2</sub>O w glebie. Fakt ten łączył się chyba ze znacznym wzrostem plonów i luksusową konsumpcją tego składnika przez runię. W ostatnim roku w porównaniu z pierwszym obniżył się znacznie poziom P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w glebie, a z wyjątkiem kombinacji K — również i poziom K<sub>2</sub>O.

Nawożenie azotowe zwiększyło masę traw. Po 4-letnim nawożeniu dawką 400 kg N/ha ich udział w plonie wynosił 82,4-98,3% (tab. 2). Przy intensywnym nawożeniu runi azotem należy się jednak liczyć z radykalnymi zmianami florystycznymi. Pod wpływem azotu rozwinęły się bujnie kostrzewa łąkowa i wiechlina łąkowa.

Najwyższe plony masy roślinnej zebrano w 1973 r., a najniższe — w 1975 r. W roku z maksymalnymi plonami ilość opadów w maju i czerwcu była największa. W porównaniu z runią nie nawożoną, nawożenie KPN<sub>400</sub> zwiększyło plony roślin (s.m.) o 2,87-5,41 t/ha. Z wyjątkiem 1974 r., istotne przyrosty dało nawożenie wynoszące 240 kg N/ha w dawkach po 60 kg N/ha pod każdy odrost. Istotny wzrost średnich plonów (średnia z 4 lat) dało również nawożenie KPN<sub>60</sub> w porównaniu z nawożeniem KP; nawożenie KPN<sub>160</sub> w stosunku do nawożenia KPN<sub>60</sub>; nawożenie KPN<sub>240</sub> wobec nawożenia KPN<sub>160</sub> i nawożenie KPN<sub>400</sub> względem nawożenia KPN<sub>240</sub> (tab. 3). Przyrosty uzyskane w tych kombinacjach wynosiły odpowiednio: 0,61, 0,78, 0,76 i 0,43 t/ha. Po przekroczeniu dawki 240 kg N/ha efektywność azotu spadła. A więc optymalną okazała się

Tabela 2

Skład botaniczno-wagowy (w % powietrzno-suchej masy) runi pastwiska typu kostrzewy czerwonej z mietlicą pospolitą i tomką wonną

Nawożenie	Udział poszczególnych grup			
	trawy	motylkowate	ziola i chwasty dwuliścienne	kosmatki, sity i turzyce
	I odrost			
O	64,5—82,7	6,0—10,7	6,1—23,2	0,5—6,3
K	59,0—85,2	5,1—21,5	6,3—26,2	1,3—2,9
P	59,7—78,1	10,8—13,0	8,4—26,6	0,5—4,2
KP	56,6—58,5	26,6—34,5	8,5—12,3	0,4—1,4
KPN <sub>60</sub>	68,6—77,2	12,5—15,4	8,8—13,7	0,1—0,7
KPN <sub>160</sub>	70,0—87,1	8,3—22,6	4,0— 7,0	0,4—1,3
KPN <sub>240</sub>	73,6—95,2	3,1—16,6	1,7— 9,6	0,0—0,7
KPN <sub>320</sub>	74,5—96,7	0,6—14,9	2,7—10,1	0,0—1,7
KPN <sub>400</sub>	82,4—98,3	0,3—12,7	1,4— 4,6	0,0—0,5
	IV odrost			
O	60,1—77,8	4,4—10,5	16,6—25,4	0,0—5,9
K	57,5—66,8	12,6—24,9	17,2—19,6	0,0—3,2
P	61,4—69,6	7,6—15,5	15,3—24,4	0,0—4,4
KP	48,3—59,5	25,4—32,3	11,9—19,4	0,0—0,8
KPN <sub>60</sub>	62,9—72,7	6,3—20,4	10,1—15,6	0,0—0,9
KPN <sub>160</sub>	71,3—87,6	4,6—14,4	4,7—13,9	0,0—0,3
KPN <sub>240</sub>	83,5—94,9	2,9— 4,3	1,1—12,2	—
KPN <sub>320</sub>	82,5—95,7	0,8— 2,8	3,5—14,2	—
KPN <sub>400</sub>	83,1—98,1	0,4— 5,3	1,5—10,5	—

Tabela 3

Plony suchej masy roślinnej w t/ha

Nawożenie	Rok				Średnia za lata 1972—1975
	1972	1973	1974	1975	
O	3,75	3,91	2,95	2,06	3,17
K	3,90	4,11	3,59	1,99	3,40
P	4,73	4,81	3,14	2,79	3,87
KP	4,80	6,24	5,18	3,58	4,95
KPN* <sub>60</sub>	6,36	6,31	6,16	3,40	5,56
KPN <sub>160</sub>	6,83	7,10	6,56	4,27	6,34
KPN <sub>240</sub>	7,54	8,78	6,82	5,28	7,10
KPN <sub>320</sub>	7,67	9,13	6,97	5,45	7,30
KPN <sub>400</sub>	8,27	9,32	7,61	4,93	7,53
NIR <sub>0,05</sub>	0,63	0,75	0,63	0,37	0,41

\* 3-krotne cięcie i nawożenie runi azotem (3 × 20 kg N/ha).

pod tym względem dawka 240 kg N/ha, zastosowana w 4 równych częściach pod każdy odrost. Otrzymane wyniki, co do optymalnej dawki azotu, znajdują również potwierdzenie w badaniach innych autorów [1, 7, 8, 11, 12, 14-16].

Ze wzrostem dawek azotu następował wzrost białka surowego w masie roślinnej. Istotne jednak zwyżki stwierdzono w kombinacjach: P, KP, KPN<sub>240</sub> i KPN<sub>320</sub>. Po zastosowaniu wyższych dawek azotu (kombinacje KPN<sub>240</sub>, KPN<sub>320</sub> i KPN<sub>400</sub>) poziom tego składnika w runi wzrósł powyżej 20%. W runi nawożonej dawką 240 i 320 kg N/ha (na tle KP) zwyżki zawartości białka wyrażone w wartościach względnych wynosiły odpowiednio 48 i 61% w stosunku do kombinacji kontrolnej.

Nawożenie azotowe zwiększyło również plony białka. Podobnie działało nawożenie KP. W obrębie nawożenia azotowego skuteczne okazało się nawożenie KPN<sub>160</sub> w stosunku do nawożenia KP; nawożenie KPN<sub>240</sub> wobec nawożenia KPN<sub>160</sub> i nawożenie KPN<sub>400</sub> w porównaniu z nawożeniem KPN<sub>240</sub>. Po zastosowaniu średniej (240 kg) i najwyższej (400 kg) dawki azotu plony białka wzrosły odpowiednio 3- i 4-krotnie (tab. 4). A więc przyrost plonów tego składnika okazał się intensywniejszy niż przyrost masy roślinnej. Z wyników wcześniejszych publikacji [4] oraz wyników zawartych w tabeli 4 można wnosić, iż przy 2-krotnym koszeniu runi na siano plony białka surowego były mniejsze niż przy 4-krotnym użytkowaniu pastwiska.

Przy nawożeniu pastwisk azotem okres pomiędzy wysiewem nawozu a spasanem runi może okazać się niewystarczający do redukcji azotanów pobranych przez rośliny z nawozów. Z literatury łąkarskiej wynika, iż próg szkodliwości osiągają rośliny po jednorazowym zastosowaniu 120 kg N/ha. Pod tym jednakże względem istnieją wśród autorów dość zna-

Tabela 4

Zawartość białka surowego w suchej masie roślinnej i plony białka

Nawożenie	Białko surowe	
	zawartość w %	plony w kg/ha
O	13,70	429
K	14,92	505
P	15,89	604
KP	17,66	876
KPN <sub>60</sub>	17,18	944
KPN <sub>160</sub>	18,88	1185
KPN <sub>240</sub>	20,28	1432
KPN <sub>320</sub>	22,06	1610
KPN <sub>400</sub>	23,34	1765
NIR <sub>0,05</sub>	1,28	202

czne rozbieżności [7, 8, 10]. Z wyników przedstawionych w tabeli 5 widać, że IV odrost zawierał więcej N-NO<sub>3</sub> niż odrost I, II lub III, co mogło się łączyć ze spadkiem temperatury w tym czasie i w związku z tym zwolnieniem tempa fotosyntezy [8]. Dawka azotu 240 kg N/ha, zastosowana pod każdy odrost w 4 równych częściach, okazała się cał-

Tabela 5

Zawartość N-NO<sub>3</sub> w % suchej masy roślinnej

Nawożenie	Odrost (średnie ważone)				Średnia dla nawożenia
	I	II	III	IV	
O	0,056	0,050	0,042*	—	0,049
K	0,052	0,044	0,051*	—	0,049
P	0,044	0,045	0,049*	—	0,046
KP	0,042	0,034	0,059	—	0,045
KPN <sub>60</sub>	0,047	0,038	0,064	—	0,045
KPN <sub>160</sub>	0,053	0,035	0,057	0,055**	0,050
KPN <sub>240</sub>	0,055	0,059	0,066	0,080	0,065
KPN <sub>324</sub>	0,077	0,095	0,064	0,126	0,091
KPN <sub>400</sub>	0,088	0,118	0,092	0,122	0,105
Średnia dla pokosów	0,057	0,058	0,060	0,096	

\*\* Średnia z 2 lat.

\*\* Średnia z 3 lat.

kowicie bezpieczna, jeśli chodzi o zawartość azotanów w runi. Próg szkodliwości wynoszący 0,07% N-NO<sub>3</sub> [4] w suchej masie roślin został jednak przekroczony po zastosowaniu pod każdy odrost dawki 80 lub 100 kg N/ha. Należy sądzić [7, 8, 10], że niebezpieczeństwo zatruć zwierząt żywionych taką paszą jest mało prawdopodobne.

#### WNIOSKI

Na pastwisku górskim typu kostrzewy czerwonej z mietlicą pospolitą i tomką wonną nawożenie azotowe zastosowane pod każdy odrost w dawkach do 100 kg N/ha faworyzowało rozwój traw wartościowych, a mianowicie kostrzewy łąkowej i wiechliny łąkowej.

Dawka azotu 240 kg N/ha (na tle KP) wysiana pod każdy odrost w 4 równych częściach okazała się optymalna pod względem masy roślinnej oraz zawartości w niej azotanów.

Nawożenie natomiast azotowe wynoszące 400 kg N/ha, w porównaniu z nawożeniem 240 kg N/ha, zastosowane w 4 równych dawkach po 100 kg, zwiększyło istotnie plony białka surowego (o 333 kg/ha) oraz

absolutną zawartość tego składnika w masie roślinnej (o 3,06%). Nawożenie to nie wpłynęło chyba ujemnie również i na jakość paszy, jeśli chodzi o zawartość w niej N-NO<sub>3</sub>.

#### LITERATURA

1. Bosch S., Van Boven B.: Technical and economic aspects of nitrogen fertilization on permanent grassland on farms in the Netherlands. „Evaluation of grassland production”. Proc. of the Second General Meeting of the European Grassland Federation. C.N.R.A., Versailles 1967, 67-73.
2. Filipek J., Skrijka P., Borczyk J.: Einfluss der Sticstoffdüngung auf die Trockensubstanz und Eiweisstoffproduktion auf einer Bergweide. Subor referatov zo sympozia o vyrobie bielkovinových krmiv v roznych ekologickych podmienkach. VŠP, Nitra 1972, 101-108.
3. Filipek J., Firek E., Skrijka P.: Zesz. probl. Post. Nauk rol. 162, 1975, 181-188.
4. Firek E.: Acta agr. silv., Ser. Agr., XIII/2, 1973, 21-35.
5. Firek E.: Acta agr. silv., Ser. Agr., XIV/1, 1974, 3-18.
6. Gorlach E., Curyło T., Firek E.: Acta agr. silv., Ser. Agr., XIII/1, 1973, 33-50.
7. Hrivnak J.: Vedecke Prace VULP. 9, B. Bystrica 1973, 65-73.
8. Kasper J.: Vedecke Prace VULP. 9, B. Bystrica 1973, 28-38.
9. Kiełpiński J.: Zesz. probl. Post. Nauk rol. 74, 1967, 141-147.
10. Lampeter W., Mathies H., Tchaptchet A.: Archiv. f. Ack.- PflaBau u. Bodenkunde. 17, 5, 1973, 353-373.
11. Leipnitz W., Wegener U.: Archiv. f. Ack.- PflaBau u. Bodenkunde. 18, 7, 1974, 557-566.
12. Mikołajczak Z.: Nawożenie pastwisk azotem w warunkach Dolnego Śląska. RRZD Wysoka — AR we Wrocławiu, Wrocław 1975.
13. Mazur K., Mazur T.: Konferencja naukowa „Wpływ nawożenia na plony i wartość paszy z użytków zielonych. IMiUZ, Falenty 1975.
14. Niczyporuk A.: Rocz. Glebozn., XXV, 3, 1974, 119-138.
15. Romaszew P. J.: Wiestnik Sielskochoz. Nauki. 7, 1965, 67-72.
16. Voigtländer G., Lang V.: Z. Ack. u. PflaBau. 141, 1975, 120-131.

*Эдвард Фирек, Эльжбета Троян*

#### ВЛИЯНИЕ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАИ СЫРОГО БЕЛКА И СОДЕРЖАНИЕ N-NO<sub>3</sub> В ТРАВСТОЕ ГОРНОГО ПАСТВИЩА

##### Резюме

Соответствующий опыт был проведен в 1972—1975 гг. в местности Чарны Поток около г. Крыницы. Дозы удобрений составляли: 120 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 160 кг K<sub>2</sub>O и 60—400 кг N на гектар. Фосфор и калий вносили весной, а азот — под каждый отрост в дозах 20, 40, 60, 80 и 100 кг на гектар. На пастбище типа овсяницы луговой с полевицей обыкновенной и пахучим колоском, на кислой, бедной

фосфором почве, азотное удобрение благоприятствовало развитию овсяницы луговой и мятлика лугового.

Доза 240 кг N на гектар (на фоне удобрения KP), внесенная под каждый отрост в 4 равных частях, оказалась оптимальной в отношении урожаев растительной массы и содержания N-NO<sub>3</sub> в травостое. Что же касается урожаев сырого белка, удовлетворительные результаты были получены после внесения 400 кг N на гектар в дозах по 100 кг под каждый отрост. Удобрение KPN<sub>3</sub>, KPN<sub>4</sub> и KPN<sub>5</sub> вызывало свыше 20%-ное повышение содержания сырого белка в сухой массе растений.

*Edward Firek, Elżbieta Trojan*

### NITROGEN FERTILIZATION EFFECT ON CRUDE PROTEIN YIELDS AND N-NO<sub>3</sub> CONTENT IN THE MOUNTAIN PASTURE SWARD

#### Summary

The respective experiment was carried out in the period 1972-1975 at Czarny Potok, near Krynica. The rates of fertilizers were as follows: 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 160 kg K<sub>2</sub>O and 60-400 kg N per hectare. Phosphorus and potassium were applied in spring and nitrogen — under each regrowth at the rates of 20, 40, 60 80 and 100 kg N per hectare. On a pasture of the red fescue and common bentgrass with sweet vernal grass, on acid and phosphorus-poor soil, the nitrogen fertilization favoured the development of meadow fescue and meadow bluegrass. The rate of 240 kg N per hectare (against the background of KP) applied under each regrowth in 4 equal parts appeared to be optimum with regard to plant matter yields and the N-NO<sub>3</sub> content in the sward. As regards, instead, the crude protein yields, satisfactory results were obtained after application of the rate of 100 kg under every regrowth. Under the KPN<sub>3</sub>; KPN<sub>4</sub> and KPN<sub>5</sub> fertilization effect the crude protein content in dry matter of plants exceeded the limit of 20%.