

WPŁYW INTENSYWNEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO NA PRODUKCJĘ BIAŁKA W RUNI PASTWISKOWEJ

Mieczysław Koter, Anna Krauze, Stanisław Kwiatkowski

Instytut Chemizacji Rolnictwa AR-T w Olsztynie

Wraz ze zwiększeniem produkcji i zużycia nawozów mineralnych na gruntach ornych wzrasta również (w wolniejszym tempie) zastosowanie ich na użytkach zielonych. W początkach lat sześćdziesiątych zużycie to poza Holandią i RFN było bardzo niskie, gdyż wynosiło samego azotu w granicach 5-12 kg/ha użytków zielonych [3]. W tym samym czasie w celach badawczych stosowano już dawki do tysiąca i więcej kg N na 1 ha [5, 10]. Z badań tych wynika, że wraz ze wzrostem dawki N/ha spada wykorzystanie azotu przez run pastwiska, wzrasta w roślinie bardziej zawartość azotu niebiałkowego niż białkowego [4], maleje zaś ilość węglowodanów [1]. Niezależnie od pogorszenia się jakości runi na pastwiskach przenawożonych azotem stwierdzono również gromadzenie się w roślinach niebezpiecznych dla zwierząt azotanów [9]. Intensywne nawożenie użytków zielonych zmienia skład chemiczny i botaniczny roślin [2, 3, 6, 11].

Brak w kraju badań, w których wysokie dawki NPK byłyby w równoważnych ilościach profilaktycznie stosowane z magnezem i mikroelementami. Spowodowało to, że w Zakładzie Chemii Rolnej AR-T w Olsztynie w roku 1969 powstał Zespół Badawczy do opracowania wpływu wysokich dawek nawozów mineralnych, stosowanych na użytkach zielonych, na plony runi i jego wartość odżywczą, bezpośrednio skarmianą stadem 200 krów.

METODYKA BADAŃ

Badaniami objęto 60 ha pastwiska założonego w 1963 r. na czarnej ziemi wytworzonej z ilu i gliny zwałowej. Gleba odznaczała się średnią zawartością fosforu, dobrą potasu i magnezu oraz średnią na ogół zawartością przyswajalnych mikroelementów. Odczyn tej gleby wynosił

6,5 w 1n KCl. Po 6 latach stosowania intensywnego nawożenia obniżył się do 5,5 w 1n KCl. Wydzielony teren do badań podzielono na cztery kompleksy nawozowe: A — $N_{120}P_{70}K_{90}$; B — $N_{240}P_{140}K_{180}$; C — $N_{480}P_{280}K_{360}$ i D — $N_{480}P_{280}K_{360} + Mg +$ mikroelementy. Każdy z kompleksów był podzielony na 12 kwater o powierzchni 1,2 ha, ogrodzonych drutem. Ruń z każdego kompleksu spasano bydłem, liczącym po 50 sztuk krów w stadzie. Doświadczenie rozpoczęto wiosną 1970 roku.

Tabela 1

Opady i temperatura według danych Stacji Meteorologicznej w Garbnie w latach 1972—1975

Lata badań	Miesiące						Suma za okres IV—IX	Roczne
	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
Opady w mm								
1972	69,8	83,4	153,4	59,4	103,3	55,2	524,5	657,2
1973	23,2	34,4	114,5	131,3	51,2	56,2	410,8	594,4
1974	4,1	63,8	153,1	121,9	41,4	50,6	434,9	785,8
1975	27,4	42,0	59,3	90,5	22,0	21,0	262,2	480,6
Średnia z 4 lat	31,1	55,9	120,1	100,8	54,5	45,7	408,1	629,5
Średnia z wielolecia 1957—1975	32,4	57,8	73,8	81,2	73,4	54,6	373,2	568,8
Średnia dobową temperatura powietrza								
1972	6,8	13,7	17,2	21,1	17,7	12,1	14,8	7,8
1973	6,5	13,1	17,7	18,9	18,1	12,3	14,4	8,0
1974	7,1	11,0	15,2	19,3	18,0	13,7	14,1	8,4
1975	6,3	14,9	16,8	20,2	19,3	16,1	15,6	9,4
Średnia z 4 lat	6,7	13,2	16,7	19,9	18,3	13,6	14,7	8,4
Średnia z wielolecia 1957—1975	6,4	12,0	16,1	17,9	17,1	13,2	13,8	5,7

Nawozy wysiewano (tab. 2) w różnych okresach. Azot w zależności od wysokości dawki wysiewano 4-5 razy w postaci saletry amonowej i mocznika, stosując pierwszą dawkę wczesną wiosną, a następne po wypasie i skoszeniu niewyjadów. Fosfor w dwóch dawkach: pierwszą — późną jesienią w postaci superfosfatu granulowanego, druga zaś po drugim wypasie jako superfosfat potrójny. Potas stosowano 2-3 razy, pierwszą dawkę w jesieni, drugą po drugim wypasie. W wypadku wysokich dawek (kompleks B, C i D) trzy razy: jesienią, wiosną i po trzecim wypasie. Od 1973 r. potas stosowano w mniejszych ilościach (tab. 2). Mikronawozy dano pół dawki wiosną, a następną część po drugim lub

Tabela 2

Ilość wysianych nawozów na pastwisko w kg NPK na 1 ha w latach 1972-1975

Lata badań	Kombinacje nawozowe			
	A	B	C	D*
Azot — N ₂				
1972	120	240	480	480
1973	120	240	480	480
1974	120	192	384	384
1975	120	240	480	480
Fosfor — P ₂ O ₅				
1972	70	140	280	280
1973	70	140	280	280
1974	70	140	280	280
1975	70	140	280	280
Potas — K ₂ O				
1972	90	180	360	360
1973	90	144	288	288
1974	60	84	168	168
1975	20	40	80	80
Łącznie	N 480	912	1824	1824
1972—1975	P 280	560	1120	1120
	K 260	448	896	896
NPK	1020	1920	3840	3840

D* — otrzymały dodatkowo Mg, Cu, Mn, B, Co, Zn.

trzecim wypasie. Magnez zastosowano dopiero w 1972 r. w połowie okresu wegetacyjnego.

Wypasanie kwater odbywało się od maja do października i trwało od 140 do 150 dni. Krowy przebywały stale na pastwisku, z którego spędzane były do wydajalni dwa razy na dzień.

Przed wypasem każdej kwatery pobierano 12 próbek porostu z powierzchni 0,5 m², na podstawie których określano średni plon zielonej i suchej masy z danej kwatery. W ten sposób jeden pełny wypas pastwiska, obejmujący po 12 kwater w każdym kompleksie A, B, C, D nawozowym, był reprezentowany przez 576 indywidualnych próbek, z których sporządzono 48 próbek zbiorowych. Oznaczono w nich azot ogółem metodą Kjeldahla, zaś azot azotanowy N-NO₃ metodą Balksa i Reekersa w modyfikacji Krauze. Białko przeliczeniowe obliczono mnożąc ilość N-ogólnego przez 6,25, natomiast białko surowe obliczono stosując następujący wzór: (N-og.-NNO₃)·6,25.

W celu zrozumienia wahań występujących w plonach runi i zawartości w niej białka w tabeli 1 podano średnie miesięczne dotyczące opadów i temperatury, a w tabeli 2 rzeczywiste dane odnośnie stosowanego w tym czasie nawożenia.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Plonowanie runi badanego pastwiska (1972-1975) w przeliczeniu na suchą masę (tab. 3) cechowała pewna stabilność szczególnie w kombinacjach, które otrzymywały wyższe dawki nawozów mineralnych (240-480 kg N/ha). Wysokie plony w 1972 r. na najniższym nawożeniu NPK (A) spowodowane były korzystnym przebiegiem czynników klimatycznych.

Tabela 3

Wpływ wysokich dawek nawozów mineralnych na plonowanie pastwiska w latach 1972-1975

Kombinacje nawozowe	Rodzaj plonu	Plon w t z 1 ha				
		1972	1973	1974	1975	średnia z 4 lat
A N ₁₂₀ PK	zielona m.	41,8	37,7	34,4	33,2	36,8
	s.m.	9,2	8,4	7,8	7,9	8,3
B N ₂₄₀ PK	zielona m.	53,4	48,2	54,7	44,0	50,1
	s.m.	10,7	10,5	10,8	9,9	10,5
C N ₄₈₀ PK	zielona m.	64,3	63,3	61,5	56,2	61,3
	s.m.	11,8	12,1	11,9	12,0	12,0
D N ₄₈₀ PK + Mg + mikroel.	zielona m.	67,3	63,6	60,9	57,6	62,4
	s.m.	12,2	12,3	12,1	12,2	12,2
NIR _{0,05}	zielona m.	3,6	3,5	4,1	3,4	3,7
	s.m.	0,8	0,7	1,1	0,7	0,6

oraz następczym działaniem nawozów, które w 1971 r. nie były w pełni wykorzystane z powodu bardzo małej ilości opadów (tab. 1). Wzrost dawki nawozów podnosił istotnie we wszystkich latach plony. Jedynie nie stwierdzono działania magnezu i mikroelementów B, Cu, Mn, Zn, Co na plon runi pastwiskowej.

Wraz z dawką NPK zawartość azotu całkowitego wzrastała bardzo wyraźnie. Średnia ilość azotu z 4 lat badań wahała się w granicach od 2,81 do 4,12% N w suchej masie (tab. 4).

Wzrost azotu całkowitego, a z nim i N-NO₃ (tab. 7) zgodny jest z danymi otrzymanymi przez Kreila i współpr. [7] oraz Muldera [8].

W tabeli 5 podano zawartość białka przeliczeniowego na podstawie określonego azotu całkowitego. Z powyższego zestawienia wynika, że w

Tabela 4

Wpływ wysokich dawek nawozów mineralnych na zawartość azotu w runi pastwiskowej (średnie roczne z wypasu)

Kombinacja nawozowa	N całk. w % s.m.				
	1972	1973	1974	1975	średnia
A — N ₁₂₀ PK	2,85	2,77	2,70	2,91	2,81
B — N ₂₄₀ PK	3,08	3,40	3,10	3,36	3,23
C — N ₄₈₀ PK	3,86	4,30	4,10	4,23	4,12
D — N ₄₈₀ PK + Mg + mikroel.	3,81	4,20	3,90	4,20	4,03
NIR _{0,05}	0,37	0,30	0,30	0,40	—

czasie wegetacji procent białka i azotu uклада się niejednakowo, a mianowicie: najczęściej stwierdzono w odrostach późniejszych (IV i V) przypadających pod koniec lata i na początku jesieni, co było niewątpliwie związane z późniejszymi terminami stosowania czwartej i piątej dawki nawozów azotowych, które ze względu na niższą temperaturę i słabsze nasłonecznienie dało mniejsze przyrosty suchej masy runi.

Obserwując średnie z rotacji dla poszczególnych lat można zauważyć, że w kombinacji A i B, gdzie stosowane były dawki 120 i 240 kg N/ha,

Tabela 5

Wpływ intensywnego nawożenia pastwiska na dynamikę białka w runi w latach 1972—1975

Kombinacje nawozowe	Lata badań	Zawartość białka przeliczeniowego w runi w % suchej masy					średnia z rotacji	Średnia z 4 lat
		rotacja wypasów						
		I	II	III	IV	V		
A N ₁₂₀ PK	1972	16,1	14,0	21,7	19,9	17,6	17,9	
	1973	18,0	15,5	16,9	18,8	—	17,3	17,6
	1974	15,8	15,9	14,5	21,3	—	16,9	NIR*
	1975	16,1	16,1	17,6	23,4	—	18,3	0,37
B N ₂₄₀ PK	1972	16,3	15,6	20,3	21,2	21,3	19,3	
	1973	19,5	20,3	19,3	22,0	24,8	21,2	20,2
	1974	16,8	19,1	17,8	24,0	—	19,4	NIR
	1975	18,9	19,3	20,8	23,2	22,9	21,0	0,30
C N ₄₈₀ PK	1972	22,7	22,8	23,1	23,8	25,0	23,5	
	1973	23,9	26,1	25,6	26,8	28,5	26,2	25,6
	1974	25,8	25,9	22,9	27,6	—	25,6	NIR
	1975	23,8	26,0	24,7	27,4	30,7	26,4	0,30
D N ₄₈₀ PK	1972	23,5	22,6	22,3	24,4	26,0	23,8	
	1973	25,3	25,9	25,6	25,6	28,9	26,3	25,6
	1974	24,5	24,6	23,9	27,7	—	25,2	NIR
	1975	24,4	25,6	25,8	26,6	31,9	26,9	0,35

* NIR_{0,05}.

zawartość białka w runi wahała się w poszczególnych latach blisko wartości średniej, natomiast w kombinacjach z wyższymi dawkami azotu (w C i D) procent białka był znacznie wyższy (tab. 6) w latach 1973-1975 niż w 1972 roku. Niewielki spadek białka w runi z 1974 r. spowodowany był niższą dawką nawozów azotowych (tab. 2), które ze względu na krótki okres wegetacyjny nie były w pełni zastosowane. Występujące zjawisko wzrostu zawartości białka przeliczeniowego (tab. 5) w kombinacjach nawozowych (C i D) z najwyższym nawożeniem należy tłumaczyć dodatnim bilansem azotu przedstawionym w tabeli 9.

Obliczenia białka przeliczeniowego surowego na podstawie azotu oznaczonego metodą Kjeldahla nie są ścisłe, gdyż w białku tym wykazuje się również związki azotowe niebiałkowe, a nawet obniżające wartość pokarmową runi [3], dlatego w tabeli 8 podano plon białka surowego obliczonego z azotu całkowitego po odjęciu azotu azotanowego. Z danych liczbowych wynika, że wysokie dawki nawozów mineralnych stosowane na pastwisku (240 i 480 kg N/ha) podniosły więcej niż dwukrotnie plon białka surowego z ha (z 1,33 do 2,81 t).

Ten znaczny wzrost białka surowego w runi (z 16-23%) zasadniczo zmienia charakter porostu pastwiskowego jako paszy zielonej dla prze-

Tabela 6

Produkcja białka przeliczeniowego na pastwisku nawożonym
wysokimi dawkami NPK w latach 1972-1975

Kombinacje nawozowe	Białko przeliczeniowe w t z ha				
	1972	1973	1974	1975	średnia z 4 lat
A — N ₁₂₀ PK	1,63	1,45	1,31	1,44	1,46
B — N ₂₄₀ PK	2,03	2,22	2,10	2,08	2,11
C — N ₄₈₀ PK	2,76	3,23	3,05	3,18	3,06
D — N ₄₈₀ PK	2,91	3,23	2,93	3,20	3,07
NIR _{0,05}	0,20	0,19	0,31	0,20	0,22

Tabela 7

Wpływ wysokich dawek NPK na zawartość azotanów w runi pastwiskowej,
średnie z 4 wypasów

Kombinacje nawozowe	N-NO ₃ w % suchej masy		
	1972	1974	średnia
A — N ₁₂₀ PK	0,21	0,27	0,24
B — N ₂₄₀ PK	0,21	0,28	0,25
C — N ₄₈₀ PK	0,32	0,38	0,35
D — N ₄₈₀ PK + Mg + mikroel.	0,33	0,33	0,33
NIR _{0,05}	0,09	0,07	—

Tabela 8

Zawartość białka surowego po uwzględnieniu N-NO₃ (średnia z 4 lat)

Kombinacje nawozowe	W % suchej masy				Plon białka w t z ha
	N całk.	N-NO ₃	N-białkowy aminokwasowy, amidowy i NH ₄	białko surowe	
A — N ₁₂₀ PK	2,81	0,24	2,57	16,06	1,33
B — N ₂₄₀ PK	3,23	0,25	2,98	18,62	1,97
C — N ₄₈₀ PK	4,12	0,35	3,77	23,56	2,82
D — N ₄₈₀ PK + Mg i mikroel.	4,03	0,33	3,70	23,13	2,82

zuwaczy, które wymagają karmy o określonym stosunku węglowodanów do białka [12]. W naszym doświadczeniu nawożenie mineralne w ilości 1120 kg NPK/ha podnosząc białko znacznie obniżyło zawartość węglowodanów łatwo przyswajalnych przez organizm zwierzęcy [1].

Pragnąc wyjaśnić duże nagromadzenie się białka i innych związków azotowych, a szczególnie niebezpiecznych azotanów w runi pastwiskowej być może nadmiernym stosowaniem dawek azotu, zsumowano wszystkie dawki azotu wniesione na pastwisko od początku badań oraz te ilości azotu, które znaleziono w plonie porostu; liczby te w przeliczeniu na 1 ha podano w tabeli 9.

Z porównania ilościowego azotu wniesionego i pobranego przez rośliny wynika, że dawki 120-240 kg N/ha nie zaspokajają wymagań pokarmowych runi i rośliny żyją kosztem gleby, i to bardzo rozrzutnie. Natomiast dawka azotu 480 kg z pewnym rocznym nadmiarem (20-30 kg N na ha) pokrywa być może w pewnym sensie luksusowe wymagania roślin. Zagadnienie azotu byłoby proste do zbilansowania, gdyby runi była wykaszana a nie spaszana bydłem, gdyż w tym drugim (naszym) wypadku dochodzą pokaźne ilości tego składnika nawozowego w postaci kału i moczu. Przyjmując, że dobrze odżywiona 1 krowa wydziela dziennie 170 g azotu, to przeciętnie w ciągu 145 dni wypasu przypada: 20% na straty związane z wydajaniem w oborze na początku badań, a potem na wydajalni. Licząc, że na 1 ha pastwiska przypadało w kombinacjach: A — 3,3, B — 4,0, C — 4,5, D — 4,6 sztuki, to na 1 ha pastwiska wypada dodatkowo rocznie, w zależności od kombinacji, od 65-70 kg N w postaci kału i moczu.

Wypasanie pastwiska zwierzętami poprawia znacznie bilans nawozowy i obieg składników w gospodarstwie. Wprowadzenie azotu wydzielonego przez zwierzęta poprawia bilans azotu i wyjaśnia dlaczego poziom nawożenia wynoszący 240 kg N z uwzględnieniem fosforu i potasu w

Tabela 9

Wpływ wysokich dawek NPK na gospodarke azotem na pastwisku za okres od 1970 do 1975 r.

Kombinacja nawozowa	W kg N/ha		
	wprowadzono w nawozach i odchodach zwierzęcych	znaleziono w runi	różnica
A			
N ₁₂₀ PK	720	1235	-515
+ N w kale i moczu	390		-125
B			
N ₂₄₀ PK	1392	1698	-306
+ N w kale i moczu	474		+168
C			
N ₄₈₀ PK	2784	2594	+190
+ N w kale i moczu	520		+710
D			
N ₄₈₀ PK	2784	2657	+127
+ Mg + mikroel.			
+ N w kale i moczu	540	—	+667

dawkach zrównoważonych na tym etapie wydaje się najbardziej racjonalny. Natomiast gospodarstwa prowadzące chów bydła alkiezowy powinny stosować wyższe dawki azotu, ale nie przekraczające 450 kg N/ha pastwiska, stosując dożywianie zwierząt paszami węglowodanowymi ze względu na wysoką zawartość białka w zielonce.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że użytki zielone stanowią poważną rezerwę paszową zasobną w białko.

WNIOSKI

Za pomocą nawozów mineralnych można znacznie podnieść plony runi, które na dobrych pastwiskach mogą utrzymywać się na nie zmienionym poziomie przez 6 lat. Wraz ze wzrostem plonu rośnie w runi zawartość białka, a przy znacznych dawkach azotu, przekraczających 400 kg N/ha, również i azotanów, natomiast maleje zawartość węglowodanów.

W regionie północno-wschodnim naszego kraju dawka azotu nie powinna przekraczać 450 kg N/ha na dobrych pastwiskach i podobnie jak potas należy ją dzielić na kilka porcji. Ruń intensywnie nawożonego pastwiska powinna podlegać co kilka lat fachowej kontroli chemicznej przez okręgowe stacje chemiczno-rolnicze.

Zielone użytki mogą stać się poważną rezerwą pasz. Wymagają jednak racjonalnej pielęgnacji, nawożenia i użytkowania oraz nowej technologii konserwowania zielonki.

LITERATURA

1. Bartnik W.: Rozprawa doktorska. Olsztyn 1974.
2. Falkowski M., Karłowska G.: RNR F-75-1, 1961.
3. Falkowski M.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., 114, 1971, 45-57.
4. Fauconneau G.: VIII Intern. Grassl. Congr. Reading 1960, Oxford 1961.
5. Frąckowiak J.: Pozn. T.P.N. XXII, 1968.
6. Gawęda H., Nowak M.: RNR 80-B-3, 1962.
7. Kreil W., Wacker G., Kaltofen H., Hey E.: I Gen. Meeting of the Europ. Grassl. Feder 1965, Wageningen 1966.
8. Mulder E. G.: V Intern. Grassl. Congr., Noordwijk 1949.
9. Nowakowski T. Z., Cumingham R. K., Nielsen K. F.: J. Sci. Food. Agric., 16, 1965.
10. Reid D.: X Intern. Grassl. Congr. Helsinki 1966.
11. Stańko B.: RNR 75-F-2, 1962.
12. Tracev E. Z.: Sb. naucz. Rabot VIZ. Dubrowicy 28-30, 1970.

Мечислав Котер, Анна Краузе, Станислав Квятковски

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ.
НА ПРОДУКЦИЮ БЕЛКА В ПАСТВИЩНОМ ТРАВСТОЕ

Резюме

Соответствующие опыты проводились в период 1972—1975 гг. на 60 гектаров пастбищ, заложенных в 1963 г. на черной почве в госхозе Гарбно около г. Кэнтшина. Применяемые уровни удобрения были в отдельных вариантах следующие: А $N_{120}P_{70}K_{90}$; В $N_{240}P_{140}K_{180}$; С $N_{480}P_{280}K_{360}$. Азот вносили 4—5 раз, фосфор — 2 раза, калий — только в варианте А два раза, а в остальных вариантах три раза. Калий, ввиду его значительных запасов в почве, вносили начиная с 1973 г. в снижающихся дозах. Двойная доза NPK повышала урожай сырого белка с 1,33 до 1,97 т с гектара, а четырехкратная доза NPK (480 кг N на гектар) — до 2,82 т с гектара, при одновременном повышении урожая сухого вещества до 12,2 т с гектара. Содержание интратного азота колебалось в пределах 0,21—0,38% сухого вещества. Исчисленный баланс азота показал, что при стравливании травостоя крупным рогатым скотом наиболее рациональной представляется доза 240 кг N, 140 кг P_2O_5 и 180 кг K_2O . Более высокие дозы азота (450 кг N), а также фосфорно-калийного удобрения могут применяться, если скот получит для сбалансирования протеина углеводные корма и соли (NaCl и микроэлементы).

Mieczysław Koter, Anna Krauze, Stanisław Kwiatkowski

EFFECT OF INTENSIVE MINERAL FERTILIZATION
ON THE PROTEIN PRODUCTION IN THE PASTURE SWARD

Summary

The respective experiments were carried out in the period 1972-1975 on 60 hectares of pastures established in 1963 on black earth at the state farm Garbno near Kętrzyn. The fertilization levels applied in the following treatments were: A — $N_{120}P_{70}K_{90}$; B — $N_{240}P_{140}K_{180}$; C — $N_{480}P_{280}K_{360}$. Nitrogen was applied 4-5 times, phosphorus 2 times, potassium 2 times only in the A treatment and 3 times in the remaining treatment. Potassium, in view of its high reserves in the soil, was applied since 1973 at decreasing rates. The double NPK rate increased the crude protein yields from 1.33 up to 1.97 t from hectare, while 4 fold rate of NPK (480 kg N per hectare) — to 2.82 t from hectare, at a simultaneous dry matter yield increase up to 12.2 t from hectare. The nitrate nitrogen content varied within the limits of 0.21-0.38% of dry matter. The calculated nitrogen balance proves that at grazing the sward by cattle the most rational seems to be the rate of 240 kg N, 140 kg P_2O_5 and 180 kg K_2O per hectare. Higher rates of nitrogen (450 kg N) and phosphorus-potassium fertilizers can be applied when cattle would be fed carbohydrate fodders and salts (NaCl and trace elements) for balancing the protein.