

## ZWIĄZKI MIĘDZY ZAWARTOŚCIĄ BIAŁKA SUROWEGO I AZOTANÓW W RUNI PASTWISKOWEJ NAWOŻONEJ WZRASTAJĄCYMI DAWKAMI AZOTU

*Romuald Ostrowski*

Instytut Zootechniki, ZZD Pawłowice

Zawartość azotanów w roślinach pastwiskowych jest ostatnio przedmiotem licznych badań. Zajmowanie się badaczy tym zagadnieniem wynika ze zdarzających się faktów zachorowań, lub padnięć zwierząt żywionych zielonkami zawierającymi nadmierne ilości tej formy azotu.

Główną przyczyną nagromadzenia azotu azotanowego w roślinach jest nawożenie wysokimi dawkami azotu [2, 5, 7, 9]. Podkreśla się również, że zdolność kumulowania N-NO<sub>3</sub> jest cechą gatunkową roślin. Ponadto zawartość azotanów jest w dużym stopniu zależna od wieku roślin, stadium wegetacji, jak również długości czasu między nawożeniem a spasaniem zielonki. Ponadto wpływ wywierają warunki atmosferyczne podczas wzrostu roślin.

W publikacjach spotyka się różne opinie co do krytycznej zawartości azotanów w paszy. Dość często jako granicę bezpieczną przyjmuje się zawartość 0,20-0,22% N-NO<sub>3</sub> w suchej masie [4, 8].

W zielonce z traw wysoka koncentracja azotanów towarzyszy zazwyczaj dużej zawartości białka surowego. Według Griffith'a [4], jeśli poziom białka przekracza 22% w suchej masie, można się spodziewać zatruć zwierząt azotanami.

W niniejszym doniesieniu wykazano związki między zawartością białka surowego i azotanów w runi pastwiskowej. Poznanie tych zależności może być pożyteczne w praktyce żywienia przeżuwaczy na pastwiskach intensywnie nawożonych. Oznaczenie zawartości białka surowego z azotu ogólnego jest bowiem możliwe w każdym laboratorium rolniczym, natomiast analizy na zawartość azotanów wykonują obecnie tylko bardziej wyspecjalizowane laboratoria.

Materiał stanowią wyniki trzyletniego doświadczenia przeprowadzonego w Zootechnicznym Zakładzie Doświadczalnym w Pawłowicach, na pastwisku trwałym, o glebie mineralnej, piaszczysto próchnicznej. Skład botaniczny runi można najogólniej scharakteryzować następująco (liczby początkowe oznaczają udział w pierwszym roku, a liczby następne — udział w trzecim roku doświad-

czenia): trawy 98—91%, w tym wyczyniec łąkowy 67—41%, wiechlina łąkowa 7—23%, wiechlina zwyczajna 5—2%, kostrzewa łąkowa 4—4%, kostrzewa czerwona 8—7%, kupkówka pospolita 4—6%, inne trawy 3—8%; motylkowate 0—3%, inne 2—6%. Oczywiście rośliny motylkowate występowały tylko na poletkach bez azotu.

W doświadczeniu stosowano, przy stałym PK, zróżnicowane nawożenie azotowe (w formie  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) według schematu: 0, 200, 400, 600 i 800 kg N/ha rocznie. Azot dawany był zasadniczo w czterech równych częściach po 50, 100, 150 i 200 kg/ha, jednorazowo pod kolejne odrosty runi. Odchylenia od tej reguły zachodziły tylko w kombinacjach z najwyższym nawożeniem, to jest 600 i 800 kg N/ha. Tutaj na 5 zebranych pokosów w 1967 r. azot stosowano pod pierwszy, drugi, czwarty i piąty odrost, natomiast w 1969 r. czwarta dawka została wysiana w 60% pod IV odrost i w 40% pod V odrost. Poletka bez azotu były koszone 3 razy, nawożone w ilości 200 kg N/ha — 4 razy, a nawożone 400—800 kg N/ha 4-5 razy.

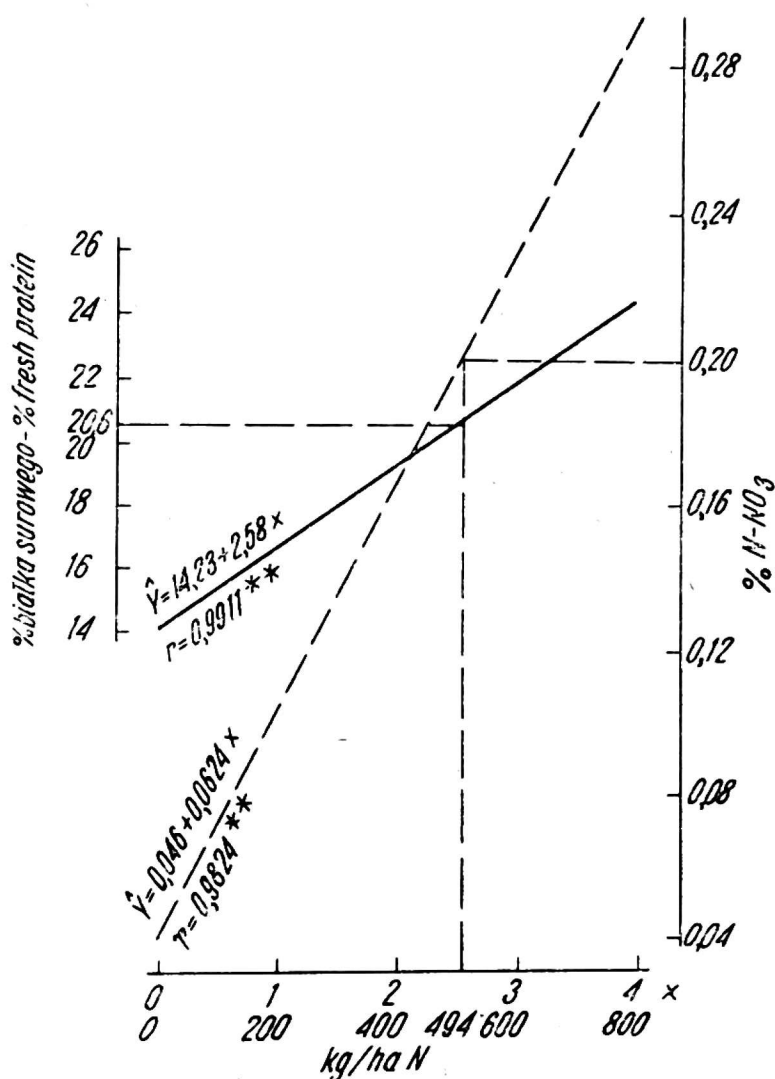
Zawartość azotanów badano w czterech odrostach. Okres czasu pomiędzy nawożeniem a użytkowaniem I odrostu wynosił przeciętnie 47 dni, natomiast dla drugiego odrostu 22 dni, dla trzeciego 36 dni i dla czwartego 40 dni. Azot azotanowy oznaczano metodą Johnsona-Ulricha.

#### WYNIKI BADAŃ

Przeciętnie pod wpływem zwiększających się dawek azotu zawartości białka surowego i azotu azotanowego wzrastały w zależności liniowej według równań regresji podanych na rys. 1. Względny wzrost zawartości azotanów na jednostkę wniesionego nawozu był jednak większy niż wzrost zawartości białka. Średnia koncentracja N- $\text{NO}_3$  w runi była 113,4 razy mniejsza niż zawartość białka surowego. W przypadku braku azotu, azotanów było jednak 204,9 razy mniej, natomiast przy 800 kg N/ha 76,2 razy mniej niż białka. Na wszystkich podanych rysunkach skala zawartości N- $\text{NO}_3$  jest powiększona 113,4 razy w porównaniu ze skalą dla białka surowego, co pozwala na obrazowe porównanie proporcjonalnych zmian obu składników.

Poziom 0,20% azotanów (przyjęty jako niebezpieczny dla zwierząt) wystąpił średnio przy zawartości 20,6% białka surowego w suchej masie runi. Tę krytyczną granicę osiągnięto stosując nawożenie w wysokości 494 kg N/ha w sezonie, względnie 123 kg N/ha jednorazowo pod każdy odrost.

Zależności między zawartością w runi białka surowego i azotanów w poszczególnych podokresach sezonów pastwiskowych wykazywały na ogół nieduże wahania, z wyjątkiem odrostów jesiennych w ostatnim roku, kiedy to znacznie odbiegały od przeciętnych. W okresie wiosennym krytyczne nagromadzenie azotanów występowało w momencie gdy poziom białka wynosił 18,8—22,6% w suchej masie, w lecie natomiast przy poziomie 17,8—19,8% białka. W jesieni w pierwszych latach, zawartości 0,20% azotanów odpowiadało 19,1—19,7%



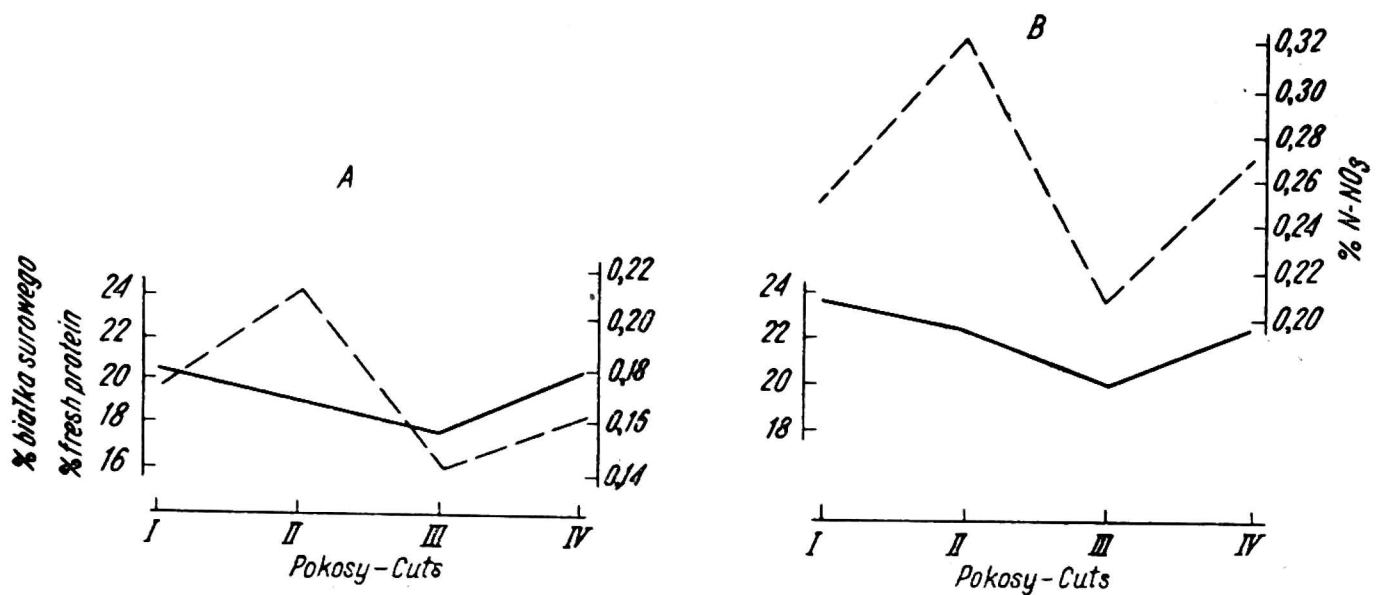
Rys. 1. Linie wzrostu zawartości białka surowego i azotanów w runi pod wpływem zwiększającego się nawożenia azotowego; — białko surowe, - - - - N-NO<sub>3</sub>

Fig. 1. Increase lines of fresh protein and nitrates contents in sward fertilized with increasing nitrogen rates; — fresh protein, - - - - N-NO<sub>3</sub>

białka, natomiast w trzecim roku nagromadzenie azotanów nie osiągnęło krytyczne granicy nawet przy najwyższym nawożeniu.

Niebezpieczną koncentrację azotanów stwierdzono najczęściej przy nawożeniu dawką 100—170 kg N/ha pod dany odrost, przy czym w jesieni wahania były największe, wynosiły bowiem od 74 do ponad 200 kg N/ha jednorazowo.

Zawartość N azotanowego podlegała stosunkowo większym wahaniom w sezonie niż zawartość N ogólnego i była w większym stopniu zależna od zmiennych warunków siedliska. Jak wynika z rysunku 2, zasobność roślin w białko surowe, przy dwóch wysokościach nawożenia, wykazywała nieduże wahania w ciągu sezonu pastwiskowego, zaznaczył się tylko pewien spadek w okresie letnim, zwłaszcza w trzecim odroście. W tym czasie zmniejszyło się też stężenie azotanów, zwłaszcza w pierwszym roku. W kombinacji z nawożeniem 600 kg N/ha, spadek zawartości białka i azotanów w trzecim odroście 1967 r. mógłby być tłumaczony brakiem nawożenia w tym terminie, ale wystąpił on również przy niższych poziomach N gdzie nawożenie przypadło pod każdy odrost. Stosunkowo duże nagromadzenie azotanów stwierdzono w II pokosie, szczególnie w 1967 r., mimo



Rys. 2. Sezonowe wahania zawartości białka surowego i azotanów w runi przy dwóch poziomach nawożenia azotem; A — 400 kgN/ha, B — 600 kgN/ha, — białko surowe, - - - - N-NO<sub>3</sub>

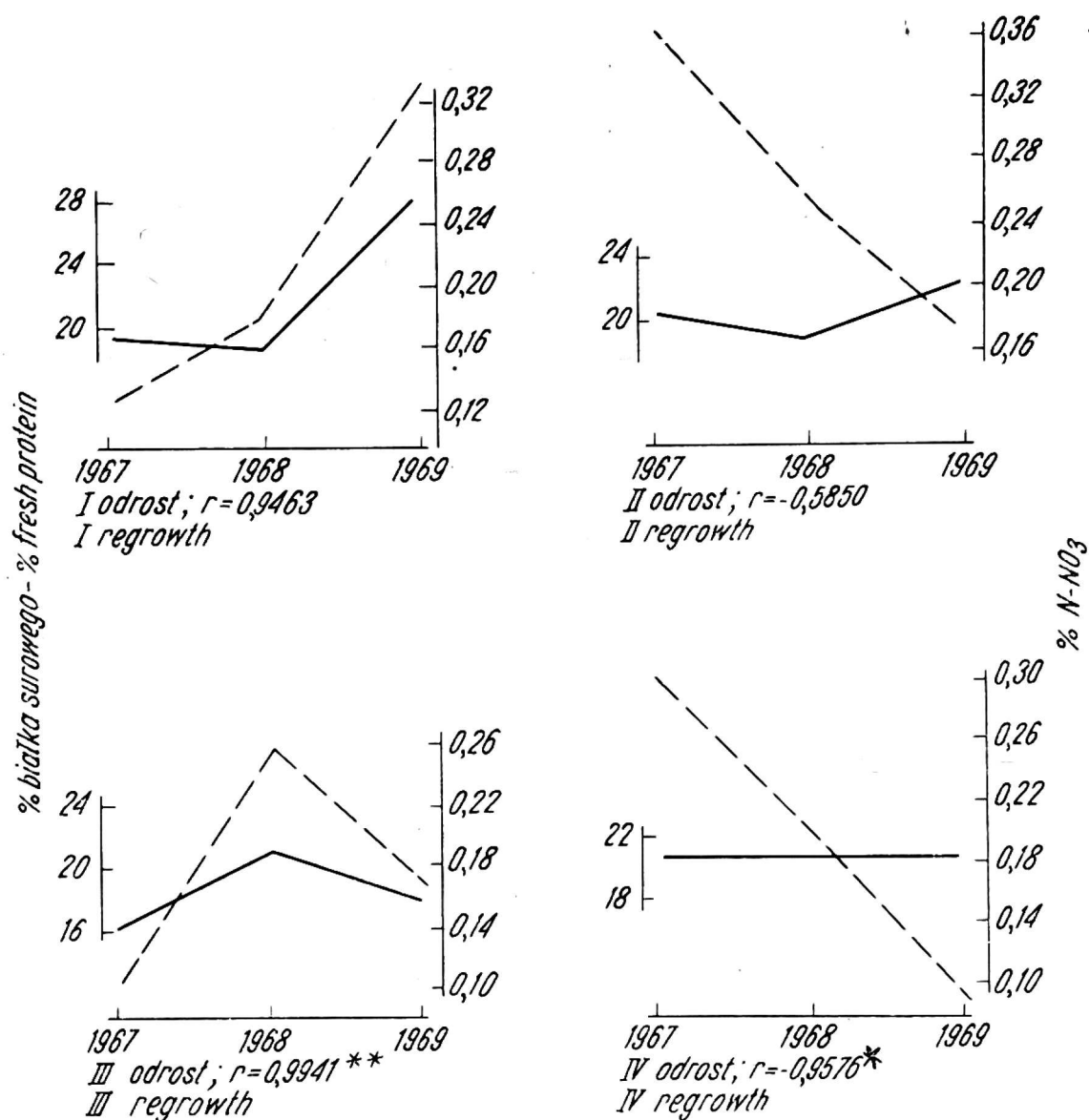
Fig. 2. Seasonal changes of fresh protein and nitrates content at two fertilized nitrogen levels; A — fertilization 400 kgN/ha, B — fertilization 600 kgN/ha, — fresh protein, - - - - N-NO<sub>3</sub>

że zawartość białka w tym czasie była nieco niższa w porównaniu z odrostem wiosennym. Jest to spowodowane głównie krótkim okresem czasu między nawożeniem a sprzętem.

Na rysunku 3 przedstawiono korelacje między zawartością białka surowego i azotanów w różnych odrostach i latach. W terminie wiosennym runi posiadała najwięcej białka w 1969 r., natomiast w dwóch poprzednich latach mniej. Trzeci odrost w 1968 r. był bogatszy w białko niż w latach 1967 i 1969. W obydwu przypadkach, wyższej zasobności roślin w białko towarzyszyła większa koncentracja azotanów, przy czym współczynnik korelacji dla pierwszego odrostu był bardzo bliski istotności, a dla trzeciego odrostu wysoko istotny (granica istotności współczynnika korelacji  $r$  dla dwóch stopni swobody wynosi 0,950, przy  $P=0,05$  i 0,990 przy  $P=0,01$ ).

W drugim i czwartym pokosie zawartość białka w poszczególnych latach była mało zróżnicowana, chociaż w 1969 r. nieco większa niż w dwóch poprzednich latach. W drugim odroście nie stwierdzono korelacji między zawartością białka i azotanów, w czwartym zaś wystąpiła korelacja ujemna.

Z rysunku 3 wynika, że jeśli rośliny posiadają dużo białka surowego, to zawartość azotanów jest również wysoka. Niekiedy jednak może dojść do dużego nagromadzenia N-NO<sub>3</sub> przy stosunkowo niskim zaopatrzeniu w białko. Według Burga [1] zachodzi to wówczas, jeśli proces pobierania azotu z gleby przebiega intensywniej niż proces syntezy białek. Na ogół na zmniejszenie syntezy w roślinie ma wpływ niska, względnie zbyt wysoka temperatura, susza, brak słońca, a także niedobór mikroelementów (Mo, Fe, Cu, Mn) katalizujących redukcję azotanów.



Rys. 3. Korelacje między zawartością białka surowego i azotanów w runi czterech odrostów w latach 1967—1969; — białko surowe, - - - - N-NO<sub>3</sub>

Fig. 3. Correlation between fresh protein and nitrates contents in four regrowth in the years 1967—1969; — fresh protein, - - - - N-NO<sub>3</sub>

Analiza wpływu przebiegu pogody na kształtowanie się zawartości azotu azotanowego w roślinie jest trudna do przeprowadzenia i nie zawsze daje pożądane wyniki [2]. Stan pogody jest wypadkową szeregu czynników atmosferycznych, które oddziałują również na czynniki glebowe. W przypadku oznaczania azotanów w wielogatunkowej runi pastwiskowej, sprawę komplikuje jeszcze błąd przy pobieraniu próbek do analiz.

Dla interpretacji rysunków 2 i 3 przeanalizowano przebieg niektórych czynników pogody w okresie 10 dni, przed datami sprzętu poszczególnych pokosów. Brano głównie pod uwagę średnie dobowe temperatury powietrza i gleby, ilości opadów i czas trwania nasłonecznienia. Z uwagi na to, że przy poszczególnych poziomach nawożenia liczby, jak i terminy zbieranych pokosów były różne, nie otrzymano jednoznacznej odpowiedzi. Zaobserwowano natomiast wpływ długości czasu między datą nawożenia a pobierania prób na zawartość N-NO<sub>3</sub>. W przypadku gdy użytkowanie intensywnie nawożonej runi



nastąpiło w terminie krótszym niż 3 tygodnie po zastosowaniu azotu, stężenie azotanów było wysokie.

W doświadczeniu stwierdzono również, że w czasie letnich susz zwiększenie wilgotności gleby przez deszczowanie obniża zawartość w runi azotu ogólnego, a w jeszcze większym stopniu azotu azotanowego (tab. 1). Wpływ suszy glebowej na zwiększenie zawartości azotanów w trawach stwierdzili również Madziar [6] i Stuczyński [9]. Mniejsza skłonność do gromadzenia N-NO<sub>3</sub> w warunkach lepszej wilgotności gleby zwiększa możliwości intensywnego nawożenia pastwisk deszczowanych. Wyniki doświadczenia skłaniają do wyciągnięcia wniosku, że w naszych warunkach klimatycznych, niebezpiecznej koncentracji azotanów w runi pastwiskowej (z przewagą wyczyńca łąkowego) można się spodziewać jeśli zawartość białka surowego kształtuje się na poziomie 21% w suchej masie. W okresach letnich susz zawartość 18% białka już może być wskaźnikiem nadmiernego stężenia azotanów. Czynnikiem sprzyjającym kumulacji N-NO<sub>3</sub> jest w tym przypadku prawdopodobnie niedobór wody.

Tabela 1 — Table 1

Wpływ deszczowania na zawartość białka surowego i azotanów w runi intensywnie nawożonej, w okresach letnich susz  
Effect of spraying irrigation on the fresh protein and nitrates contents in intensive fertilized sward in the periods of summer droughts

Wilgotność gleby Soil humidity	Ilość w suchej masie (%) % in dry matter (%)	
	białko surowe fresh protein	N-NO <sub>3</sub>
Bez deszczowania Not irrigated	21,3	0,222
Deszczowane Irrigated	20,1	0,178

Wydaje się również, że nawożenie pastwiska w wysokości 400 kg N/ha rocznie, podzielone tak, aby pod poszczególne odrosty przypadło nie więcej niż 100 kg/ha, jest bezpieczne dla zwierząt, jeśli przestrzegane będą co najmniej trzytygodniowe okresy karencji między datą nawożenia a wpędem bydła. W praktyce wiąże się to niekiedy ze spasaniami runi nieco wyższej, przerastającej wysokość 15—18 cm, ogólnie przyjętą jako najodpowiedniejszą do użytkowania pastwiskowego.

## LITERATURA

1. Burg P. F. J. van: Nitrate as an indicator of the nitrogen nutrition status of grass, Proc. X Intern. Grassld Congress Helsinki, 267-272, 1966
2. Falkowski M., Kukułka J.: Wpływ warunków siedliskowych na występowanie azotu azotanowego w runi pastwiskowej, Pr. Komis. Nauk Rol. Leś. PTPN 23, 1, 51-63, 1957

3. Falkowski M.: Zagadnienie nawożenia łąk azotem w świetle nowszych badań, Biul. inf. Inst. Zoot. 7, 2, 5-44, 1969
4. Griffith G.: Nitrate content of herbage at different manurial levels, Nature 4713, 627-628, 1960
5. Kukułka I.: Wpływ nawożenia i warunków siedliskowych na zawartość azotanów w trawach, Pr. Komis. Nauk Rol. Leś. PTPN 29, 219-256, 1970
6. Madziar Z.: Wpływ nawożenia azotem i wilgotności gleby na zawartość azotu azotanowego oraz niektórych składników pokarmowych w plonie trzech gatunków traw pastewnych, Pr. Komis. Nauk Rol. Leś. PTPN 31, 363-377, 1971
7. Nienstedt E. F.: Zur Nitratfrage bei Futterpflanzen, Das Wirtschaftseigene Futter 12, 4, 337-345, 1966
8. Smith D., Sund J. M.: Influence of stage of growth and soil nitrogen on nitrate content of herbage of alfalfa, red clover, trefoil grass and brome grass, J. Agr. Fd Chem. 13, 81-84, 1965
9. Stuczyński E.: Wpływ nawożenia azotem na wysokość i jakość plonu kupkówki (*Dactylis glomerata*) uprawianej na paszę, Pam. Puł. 36, 69-116, 1969

P. Ostrowski

### СВЯЗИ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ СЫРОГО ПРОТЕИНА И НИТРАТОВ В ПАСТБИЩНОМ ТРАВСТОЕ УДОБРЕННЫМ ВОЗРАСТАЮЩИМИ ДОЗАМИ АЗОТА

Резюме

В Зоотехнической Опытной Станции Павловице проведено на пастбище трёхлетний эксперимент, в котором исследовано влияние возрастающих доз азота на содержание сырого протеина и нитратного азота в пастбищном травостое. Дозы удобрительного азота равнялись 0, 200, 400, 600 и 800 кг/г ежегодно и были применённые в четырёх частях.

Установлено, что возрастающие дозы азота увеличали процентное содержание сырого протеина в сухом веществе травостоя по линейной регрессии  $Y = 14.23 + 2.58x$ , а содержание нитратного азота по уравнению  $Y = 0.046 + 0.062x$ . Уровень 0,20% N-NO<sub>3</sub>, считаемый как опасный для животных констатировано когда среднее содержание сырого протеина равнялось 20,6% в сухом веществе. Этот критический предел получено при удобрении 494 кг/г N в год. Значит 123 кг/г N одновременно для отдельных отростков.

Когда пробы трав были побраны раньше трёх недель от даты высева азота, тогда уже доза 74 кг/г была опасной.

Установлено, что во время летней засухи уже 17,8% нитратов по отношению к сырому протеину становилось опасным.

R. Ostrowski

### THE RELATIONS BETWEEN FRESH PROTEIN AND NITRATES CONTENTS IN PASTURE SWARD FERTILIZED WITH INCREASING NITROGEN RATES

Summary

At Pawłowice Zootechnic Experiment Station the three years experiment on pasture was made. The influence of the increasing nitrogen rates on the fresh protein and nitrate nitrogen contents in sward was examined. The following annual fertilizing nitrogen doses were applied in four portions: 0, 200, 400, 600 and 800 kg/ha.

The increasing nitrogen doses increased the percentage contents of fresh protein in sward dry matter according to the regression equation  $Y = 14,23 + 2,58x$  and of nitrogen nitrate according to the equation  $Y = 0,046 + 0,062x$ . The established injurious for animals 0,20% level of  $N-NO_3$  occurred at the 20,6% contents of fresh protein in dry matter. This critical limit was obtained at the annual fertilization 494 kg/ha of N, that was 123 kg/ha of N at a time under each regrowth. In case when sward samples were taken in intervals shorter than 3 weeks since fertilization date, the 74 kg/ha dose of N proved to be dangerous.

In periods of summer droughts the dangerous nitrate level was found just at the 17,8% contents of fresh protein. In such cases the application of spraying irrigation lowered the nitrate accumulation in pasture plants.