尿素飼料給与ヤギの窒素利用に及ぼすメチオニン添加の効果

李 奎 成・田先威和夫

名古屋大学農学部, 名古屋市 464

(1976. 12. 2 受付)

反芻動物において、尿素の利用に関する研究は比較的多い¹⁻⁴⁾。しかしこれらの研究は、飼料蛋白質を尿素におきかえることによって、成長、泌乳および羊毛成長などに及ぼす効果を評価したものである。さらに THOMAS *et al.*⁵⁾は、尿素のみを窒素源とした精製飼料をヒツジなどに給与すると反芻胃内での菌体蛋白質合成が制約されるが、その原因は飼料中にイオウが欠乏していることによると報告した。したがって、尿素飼料を給与した時にも反芻胃内で10種の必須アミノ酸が合成されるとの LOOSLI *et al.*⁶⁾の報告があるにもかかわらず、尿素の利用性を高めるためには、含硫アミノ酸などの含イオウ物質を添加給与することが必要であると考えられる。

本実験では、尿素およびそれにメチオニンを添加した精製尿素飼料をヤギに給与し、尿素の利用性に対するメチオニンの効果を体内の窒素蓄積および尿素の生物価をもとにして検討した。

材料および方法

実験動物：本実験には、未經産の成熟した日本ザーネン種雌ヤギ4頭（体重 28-40 kg）を用い、合計25回の飼養試験を行った。

実験飼料：実験飼料には半精製ペレット飼料を用い、それに粗飼料としてイネワラを添加給与した。ペレット飼料は、尿素3.5%を添加した尿素飼料と、これに0.1%のメチオニンを加えたメチオニン添加尿素飼料とし、さらに代謝性糞窒素および内因性尿窒素を測定するために無窒素飼料を用いた。尿素飼料の組成は、トウモロコシ澱粉 60.5%、グルコース 20%、カンシヨ糖密 10%、食塩 2%、第2リン酸カルシウム 2%、ミネラル混合物 2%および尿素 3.5%とし、メチオニン添加尿素飼料はDL-メチオニン 0.1%をトウモロコシ澱粉とおきかえ、また無窒素飼料は尿素を除いてこれをトウモロコシ澱粉におきかえて調製した。ミネラル混合物は CAMPBELL *et*

*al.*⁷⁾の処方に準じたが、イオウを除くために若干の改変をした。すなわちその組成を示すと、 $(\text{MgCO}_3)_4 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 17.50%、 K_2CO_3 76.77%、 MnCO_3 1.30%、 $\text{FeC}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 3.23%、 ZnCO_3 0.06%、 CoCl_2 0.10%、 Na_2MoO_4 0.01%、KI 0.03%、 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{KCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.00%である。なお、イネワラは2-3 cmの長さに切断して用いた。これら各飼料の窒素含量は、各試験ごとに飼料を調製したために若干の変動があったが、尿素飼料では1.81-1.87%、メチオニン添加尿素飼料では1.82-2.00%、無窒素飼料では0.08%、またイネワラでは0.74%であった。

飼養実験の実施：各試験とも、ヤギを実験飼料に馴らすために試験開始前の7日間各ヤギを個室で飼育し、その間に慣用飼料を供試飼料と徐々におきかえた。その後糞尿を分離採取できる代謝ケージに移し、実験終了までの12日間は実験飼料のみを与えた。その量は、1日当たりそれぞれのペレット飼料を400 g、イネワラを200 gずつとし、午前9時と午後5時の2回に均等に分けて給与した。

なお、実験期間中の動物の状態を観察するために、代謝ケージに収容した日および試料採取の開始日と終了日の午前9時に飼料給与前の体重を測定した。

試料の分析：各飼料および糞と尿の窒素含量はケルダール法によって分析した⁸⁾。

結果および考察

2頭のヤギを用いて行った3回の無窒素飼料給与試験は、いずれも乾物の摂取と消化率、および窒素の摂取、排泄、蓄積においてよく一致し、また体重の変化もほとんどみられなかった。したがってこれらの結果より、代謝性糞窒素および内因性尿窒素排泄量の平均値を計算したが、これらは飼料乾物摂取100 g当たり0.43 gおよび体重1 kg当たり32 mgとなった。この値を用いて尿

Table 1. Effect of methionine supplementation on urea utilization in goats (Mean $\pm$ SEM)

	Difference ¹⁾	Urea diet	Methionine supplemented urea diet
Dry matter			
Intake (g)	-4.09 $\pm$ 2.22	551.45 $\pm$ 3.77	547.36 $\pm$ 3.47
Fecal excretion (g)	-2.27 $\pm$ 3.63	160.82 $\pm$ 6.04	158.55 $\pm$ 4.89
Digestibility (%)	0.09 $\pm$ 0.61	70.82 $\pm$ 1.08	70.91 $\pm$ 0.92
Nitrogen			
Intake (g)	0.05 $\pm$ 0.03***	8.15 $\pm$ 0.07	8.20 $\pm$ 0.08
Excretion (g)	-0.52 $\pm$ 0.10	8.14 $\pm$ 0.22	7.62 $\pm$ 0.27
Fecal	-0.12 $\pm$ 0.10	2.75 $\pm$ 0.12	2.63 $\pm$ 0.07
Urinary	-0.40 $\pm$ 0.07***	5.39 $\pm$ 0.19	4.99 $\pm$ 0.24
Retention (g)	0.57 $\pm$ 0.11***	0.01 $\pm$ 0.18	0.58 $\pm$ 0.23
Digestibility (%)			
Apparent	1.67 $\pm$ 1.22	66.26 $\pm$ 1.30	67.93 $\pm$ 0.94
True	0.74 $\pm$ 1.21	95.34 $\pm$ 1.18	96.08 $\pm$ 0.76
Biological value	5.64 $\pm$ 1.21***	44.09 $\pm$ 2.38	49.73 $\pm$ 3.20

1) Methionine supplemented urea diet - Urea diet in each trial (11 trials)

***: Significant difference between Urea diet and Methionine supplemented urea diet at $P < .001$

素飼料およびメチオニン添加尿素飼料を給与したときの窒素の真の消化率と生物価を算出した。

表1には、尿素飼料およびメチオニン添加尿素飼料を給与したそれぞれ11回の飼養試験の結果をプールして示したが、メチオニン添加による効果の検討は、各試験期ごとの各ヤギによる飼料間差をもとにして行った。

各試験において給与飼料の量を一定にしたにもかかわらず、表1に示したように乾物および窒素の摂取量が必ずしも同一ではなかった。これは各試験ごとに飼料の調製を行ったため、すでに述べたように乾物および窒素含量において各期に若干の違いがみられたことに起因している。しかしながら、乾物および窒素の摂取量には両飼料間に有意な差がみられなかった。

本実験における飼料の乾物および窒素の見掛けの消化率は、メチオニン添加によって全く影響されなかった。このことは、両飼料を給与したときの糞中排泄乾物量および窒素量に差がなかったことを反映しているものである。McLAREN *et al.*⁹⁾は、DL-メチオニンを添加しても乾物、粗繊維あるいは粗蛋白質の消化率に影響がなかったことを報告しているが、尿素を給与した本実験の結果もこれを支持するものである。

給与尿素の真の吸収利用性を検討するために、尿素飼料の真の消化率を計算すると95 $\pm$ %となった。これはGALLUP *et al.*⁴⁾およびLOOSLI and HARRIS¹⁾が子ヒツジを用いてえた値の96%とよく一致している。なおメチオニンを添加しても、尿素の吸収利用性には全く影響が

みられなかった。

以上のように、消化率には両飼料間に差がみられなかったにもかかわらず、0.1%のDL-メチオニンを添加すると尿中の排泄窒素量が有意($P < .001$)に減少し、その結果ヤギの窒素蓄積量はメチオニン添加によって有意($P < .001$)に増加した。これを反映して、窒素の生物価はメチオニン添加によってかなり改善されることが示された。

WILLIAMS and MOIR¹⁰⁾は、尿素にメチオニンを添加するとヒツジにおいて生物価が69から75まで増加し、またGALLUP *et al.*⁴⁾は62から64まで向上したことを報告している。本実験でも同様に44から50まで増加したが、他の成績に比して全体的に低い数値であった。この理由については明らかにできなかったが、動物および飼料の違いが影響したものと考えられる。とくに本試験では添加ミネラルよりイオウ化合物を除去したが、上述のヒツジによる試験ではミネラル中にイオウ化合物が含まれていたため、これも両者に差をもたらした一因であるかもしれない。

LOOSLI and HARRIS¹⁾は、窒素源として1.25%の尿素のみを含む精製飼料(N 1.64%)に硫酸ナトリウムあるいはメチオニンをそれぞれ1.06%および1.11%添加し、これをアミノ粕を窒素源とする飼料(N 1.69%)と比較した結果、尿素飼料給与によるヒツジの窒素蓄積量は1日当たり1.04gであったのに対し、硫酸ナトリウム添加給与では1.45gと若干増加したが、メチオニン

添加飼料では 2.41 g とかなり増加し、アミノ粕飼料給与による 2.44 g とほぼ同程度の高い効果があったことを示した。しかし Scott *et al.*¹¹⁾は、大豆蛋白質を 18% (N 2.88%) を含む良質飼料へのメチオニン添加では窒素利用に対し効果がみられなかったことを報告している。すなわちメチオニン添加の効果は、尿素を窒素源として利用する場合においてのみみられるものと考えられる。このことに関連して Thomas *et al.*⁵⁾は、精製尿素飼料中にイオウが欠乏していると非蛋白質窒素の利用が制限されることを報告している。

NIMRICK *et al.*^{12,13)}は、尿素を唯一の窒素源とする精製飼料を成長中のヒッジに給与し、カニューレを通して第四胃内にメチオニンを注入すると窒素蓄積量が有意に増加し、その時の血漿アミノ酸濃度においてもメチオニンやシスチンのような含硫アミノ酸が著しく高まることを示した。Scott *et al.*¹¹⁾によると、低蛋白質飼料を給与したヒッジにおいてはメチオニンとスレオニンが制限アミノ酸である。また Loosli *et al.*⁶⁾は、尿素含量 4% の精製尿素飼料を給与したヒッジの反芻胃内で合成される菌体蛋白質中には、単胃動物に必要とされる 10 種の必須アミノ酸が含まれ、しかもそれは飼料中の含量より 9-20 倍も高いことを報告している。しかしながら本実験の結果から、尿素のみの給与ではメチオニンやスレオニンなどの制限アミノ酸が不足することによって、バランスのとれたアミノ酸を含有する菌体蛋白質の合成が制限されるのではないかと想像される。すなわち、本実験にみられたメチオニン添加による尿素の利用性向上は、制限アミノ酸であるメチオニンを添加することによって菌体蛋白質の量と質が向上し、その結果小腸内で吸収さ

れた窒素のうち尿中に排泄される窒素の量が減少し、窒素の生物価が向上する結果としてあらわれたものであろう。

文 献

- 1) LOOSLI, J. K., and L. E. HARRIS, J Anim Sci 4: 435-437. 1945.
- 2) LOFGREEN, G. P., J. K. LOOSLI, and L. A. MAYNARD, J Anim Sci 6: 343-347. 1947.
- 3) McLAREN, G. A., G. C. ANDERSON, J. A. WELCH, and G. S. SMITH, J Anim Sci 18: 1521 (Abstr.) 1959.
- 4) GALLUP, W. D., L. S. POPE, and C. K. WHITEHAIR, J Anim Sci 11: 572-577. 1952.
- 5) THOMAS, W. E., J. K. LOOSLI, H. H. WILLIAMS, and L. A. MAYNARD, J Nutr 43: 515-523. 1951.
- 6) LOOSLI, J. K., H. H. WILLIAMS, W. E. THOMAS, F. H. FERRIS, and L. A. MAYNARD, Science 110: 144-145. 1949.
- 7) CAMPBELL, T. C., J. K. LOOSLI, R. G. WARNER, and I. TASAKI, J Anim Sci 22: 139-145. 1963.
- 8) Association of Official Agricultural Chemists, Official Methods of Analysis. 9th ed. Washington, D. C. 1960.
- 9) McLAREN, G. A., G. C. ANDERSON, and K. M. BARTH, J Anim Sci 24: 231-234. 1965.
- 10) WILLIAMS, V. J., and R. J. MOIR, Aust J Sci Res 3B: 377-387. 1951.
- 11) SCOTT, R. A., C. O. LITTLE, H. E. AMOS, and G. E. MITCHELL, J Anim Sci 35: 446-449. 1972.
- 12) NIMRICK, K. E., E. E. HATFIELD, J. KAMINSKI, and F. N. OWENS, J Nutr 100: 1293-1300. 1970.
- 13) NIMRICK, K. E., E. E. HATFIELD, J. KAMINSKI, and F. N. OWENS, J Nutr 100: 1301-1306. 1970.