尿素飼料給与ヤギの血中遊離アミノ酸含量に 及ぼすメチオニン添加の影響

李 奎成・田先威和夫

名古屋大学農学部, 名古屋市 464

(1977. 4. 19 受付)

尿素飼料給与ヤギの窒素蓄積はメチオニンの添加によって増加するが¹⁾, その際に小腸内での全窒素吸収量が有意に増加し²⁾, さらに十二指腸に流入してきた内容液中のメチオニン, リジン, スレオニン, プロリン, アルギニン, チロシン, ヒスチジンの濃度も有意に増加した³⁾. SCHELLING and HATFIELD⁴⁾ および NIMRICK *et al.*⁵⁾ は, 低蛋白質飼料あるいは精製尿素飼料給与ヒツジの第四胃内にメチオニンを注入すると窒素蓄積が有意に増加し, さらにメチオニンを直接腸管内に注入しても尿素の利用効果が向上することを明らかにした.

本実験では, 尿素飼料給与ヤギにメチオニンを添加給与したときと十二指腸内に投与したときの尿素利用効果を比較するとともに, 血中遊離アミノ酸組成に及ぼすメチオニンの影響を検討した.

材料および方法

実験動物と実験飼料: 本実験には, 十二指腸起始部および回腸末端部に腸管カニューレを装着した末経産の成熟日本ザネン雌ヤギ1頭(体重 36 kg)を用いた. 実験飼料およびその給与方法は前報¹⁾で述べたと同じである. すなわち, 尿素およびメチオニン添加尿素を蛋白質源とする半精製ペレット飼料であり, さらに粗飼料としてイネわらを使用した. なお本実験では, 従来行った尿素飼料および 0.1%DL-メチオニン添加尿素飼料給与のほか, 尿素飼料を給与すると同時に飼料の 0.1%に相当する DL-メチオニンを十二指腸起始部カニューレより投与する試験期を設けた. メチオニンの十二指腸内投与は, オブラートに包んだ 200 mg のメチオニンを午前 9 時および午後 5 時の尿素飼料給与と同時に十二指腸

カニューレを通じて行った. なお上記の 3 試験期は, それぞれ時期をかえて 2 回ずつ反復した.

試料の採取と分析方法: 窒素出納を調査するための全糞尿の採取方法およびその分析法, ならびに血液の採取方法と採取回数は前報¹⁾で述べたと同じである. 血漿中の遊離アミノ酸濃度の測定は, アミノ酸自動分析計(JLC-5AH)を用いて STEIN and MOORE の方法⁶⁾によって行った.

結果および考察

表 1 には, 尿素飼料およびこれにメチオニンを経口または十二指腸内に投与したヤギの血漿中の遊離アミノ酸濃度を示した. 9 時の給飼直前(0 時間)およびその後 2 時間, 4 時間, 7 時間の 4 回にわたり血漿中の各アミノ酸濃度を調査したが, いずれの値にも大きな差がなかったため, 各測定値の平均値を求め, それぞれ 2 回反復試験の平均を表 1 に示した.

各実験における 1 日当たり窒素摂取量は 8.22 g および 8.26 g となったが, 窒素排泄量は尿素飼料給与時で 8.14 g と最も多く, メチオニンを十二指腸内に投与すると 8.02 g と低下したが, メチオニンを経口投与すると 7.62 g とさらに低下した. この値から計算した窒素の見掛けの消化率はそれぞれ 65%, 63% および 65% となり, 前報¹⁾の値と類似していた. また尿中の窒素排泄は尿素飼料給与時に 5.29 g であったのが, メチオニンを経口投与すると 4.95 g と低下し, 前報¹⁾での傾向とよく一致していた. なおメチオニンを十二指腸内に投与すると尿中窒素排泄量は 4.96 g と経口投与時と類似した傾向を示し, その結果窒素蓄積はメチオニン投与のヤギに

Effect of Methionine Supplementation on Plasma Free Amino Acid Pattern of Goats Fed a Urea Diet: Kyu-Seong LEE and Iwao TASAKI (Faculty of Agriculture, Nagoya University, Nagoya-shi 464)

Table 1. Plasma free amino acid concentrations in goat fed a urea diet supplemented with or without methionine (μ mole/100 ml/plasma)

Met supplementation	None	Oral	Duodenal
Met	2.50 $\pm$ 0.38 ^a	3.68 $\pm$ 0.15 ^{ab}	4.75 $\pm$ 0.29 ^b
Lys	17.42 $\pm$ 0.61	20.64 $\pm$ 0.99	16.89 $\pm$ 0.15
Thr	15.66 $\pm$ 1.19 ^a	28.42 $\pm$ 1.04 ^b	20.79 $\pm$ 1.36 ^a
His	6.85 $\pm$ 0.23	8.13 $\pm$ 0.77	7.41 $\pm$ 0.01
Arg	7.30 $\pm$ 0.50	8.45 $\pm$ 0.16	7.46 $\pm$ 0.19
Val	24.63 $\pm$ 2.58	22.74 $\pm$ 3.80	20.25 $\pm$ 0.39
Ile	8.89 $\pm$ 0.73	9.53 $\pm$ 0.19	7.98 $\pm$ 0.12
Leu	9.38 $\pm$ 1.39	9.14 $\pm$ 1.07	7.89 $\pm$ 0.34
Phe	3.53 $\pm$ 0.29	3.88 $\pm$ 0.29	3.41 $\pm$ 0.14
Trp	1.99 $\pm$ 0.02 ^a	2.34 $\pm$ 0.01 ^b	2.27 $\pm$ 0.06 ^b
EAA	98.15 $\pm$ 7.15	116.97 $\pm$ 8.45	99.10 $\pm$ 0.10
Ala	16.52 $\pm$ 0.49	17.13 $\pm$ 0.47	16.14 $\pm$ 0.48
Ser	8.00 $\pm$ 0.82	9.76 $\pm$ 0.50	8.39 $\pm$ 0.15
Asp+Asn	1.01 $\pm$ 0.10	1.38 $\pm$ 0.06	1.57 $\pm$ 0.16
Tyr	3.89 $\pm$ 0.19	4.75 $\pm$ 0.30	4.56 $\pm$ 0.16
Gly	56.63 $\pm$ 0.27 ^a	68.04 $\pm$ 0.82 ^b	66.08 $\pm$ 0.30 ^b
Cys	trace	trace	trace
Pro	6.55 $\pm$ 0.73 ^a	8.79 $\pm$ 0.05 ^b	6.77 $\pm$ 0.03 ^a
Glu+Gln	23.52 $\pm$ 0.41	21.56 $\pm$ 3.61	24.66 $\pm$ 0.88
Non-EAA	116.12 $\pm$ 1.81	131.41 $\pm$ 3.57	128.17 $\pm$ 0.36
Total amino acids	214.27 $\pm$ 8.96	248.38 $\pm$ 4.88	227.27 $\pm$ 0.34

Values having different superscript letters are significantly different at $P < 0.05$.

においていずれも高くなり、またメチオニンを経口投与した方が十二指腸内に投与したときよりも高くなる傾向を示した。尿素の生物価は、尿素飼料で 47 と前報¹⁾の 44 よりやや高い値を示したが、メチオニンを経口または十二指腸内に投与したときにはそれぞれ 52 および 50 に増加し、メチオニンを腸管内に投与しても尿素的利用性が高まるという報告^{4,5)}とおおむね一致した結果となった。

表 1 より明らかなように、血中の遊離メチオニン濃度は尿素飼料給与時に血漿 100 ml 当たり 2.50 μ moles であったのに対し、メチオニンを経口投与すると 3.68 μ moles に増加し、メチオニンを十二指腸内に投与するとさらに 4.75 μ moles まで増加した。統計処理の結果はメチオニン無投与と十二指腸内投与間にも 5% 水準で有意差がみられたが、反復が多ければ 3 者間にも差が認められると考えられた。このことは NIMRICK *et al.*⁵⁾の報告と一致した傾向である。十二指腸内容液中のメチオニン濃度が、内容液 100 ml 当たり尿素飼料給与時の 78 μ moles からメチオニンの経口投与により 112 μ moles まで有意

($P < 0.01$) に増加したという前報³⁾の結果からも、血漿中のアミノ酸濃度が上昇することは理解されよう。なお本実験で、メチオニンを十二指腸内に投与したときの十二指腸内容液のメチオニン含量は内容液 100 ml 当たり平均 89 μ moles となり、前報³⁾の尿素飼料給与ヤギよりも 10 μ moles 高くなったが、メチオニンを経口投与したときよりは 23 μ moles 低かった。また小腸内でのメチオニン吸収量も十二指腸内容液 100 ml 当たり約 78 μ moles となり、尿素飼料の 61 μ moles よりは多かったがメチオニンを経口投与したときの 99 μ moles よりは少なかった。ALMQUIST⁷⁾によると、制限アミノ酸の血中濃度はそれが組織蛋白質合成に必要な量を満たすまで他のアミノ酸より低い、必須アミノ酸の要求量より過剰に摂取されると血中に蓄積する。さらに MITCHELL *et al.*⁸⁾は、ある必須アミノ酸が制限されているときに、それ以外の必須アミノ酸を供給するとそのアミノ酸の血中濃度は高くなることを報告した。このことより、血中アミノ酸組成は制限アミノ酸とほかの必須アミノ酸とのバランスによ

って変化するものと考えられる。したがって、メチオニンを十二指腸内に投与したヤギの腸管内容液中のメチオニン濃度および小腸内での吸収量が経口投与時よりも低かったのは、他のアミノ酸吸収とのバランスが経口投与時より悪くなった結果ではないかと思われる。

血中の必須アミノ酸濃度をみると、尿素飼料のみを給与したときに比して、これにメチオニンを経口投与するとスレオニンとトリプトファンが有意に高くなり、そのほかリジン、ヒスチジン、アルギニンおよびイソロイシンも高くなる傾向を示した。これに対しメチオニンを十二指腸内に投与すると、トリプトファンはメチオニンの経口投与時と同様に有意な増加を示したが、スレオニン、リジン、ヒスチジン、イソロイシン、アルギニンなどについてはメチオニンの経口投与と異なり、とくに増加する傾向は認められなかった。以上のアミノ酸の変化を反映して、尿素飼料給与時の全必須アミノ酸量は $98 \mu\text{moles}$ であったが、メチオニンを経口投与すると $117 \mu\text{moles}$ と増加の傾向を示し、メチオニンを十二指腸内に投与したときには $99 \mu\text{moles}$ となって尿素飼料給与時とほぼ同程度の値を示した。

可欠アミノ酸濃度については、グリシンとプロリンの含量がメチオニンの経口投与時に増加し、またメチオニンの十二指腸内投与においてはグリシンの含量が有意に増加した。しかしその他のアミノ酸含量は3者の間ではほとんど変化がみられなかった。以上の結果、尿素飼料給与時の可欠アミノ酸の総量は血漿 100 ml 当たり $116 \mu\text{moles}$ 、メチオニンを経口および十二指腸内に投与した

ときはそれぞれ $131 \mu\text{moles}$ および $128 \mu\text{moles}$ と増加の傾向を示した。したがって全アミノ酸の総量も、それぞれ $214 \mu\text{moles}$, $248 \mu\text{moles}$ および $227 \mu\text{moles}$ となった。

以上の結果より、尿素利用に及ぼすメチオニン投与の効果は、経口および十二指腸内投与のいずれによっても認められるが、とくに経口投与の方が十二指腸内投与よりも栄養効果の向上が大きく、これは前報³⁾に示したように、メチオニンの経口投与時には反芻胃内におけるアミノ酸合成にメチオニンが効果的に作用するためであろうと考えられる。

文 献

- 1) 李 奎成・田先威和夫, 日畜会報 **48**: 281-283. 1977.
- 2) 李 奎成・田先威和夫, 日畜会報 **48**: 410-417. 1977.
- 3) 李 奎成・田先威和夫, 日畜会報 **48**: 474・480. 1977.
- 4) SCHELLING, G. T., and E. E. HATFIELD, J Nutr **96**: 319-326. 1968.
- 5) NIMRICK, K. E., E. E. HATFIELD, J. KAMINSKI, and F. N. OWENS, J Nutr **100**: 1293-1300. 1970.
- 6) STEIN, W. H., and S. MOORE, J Biol Chem **211**: 915-926. 1954.
- 7) ALMQUIST, H. J., Biochem Biophys **52**: 197-202. 1954.
- 8) MITCHELL, J. R., D. E. BECKER, A. H. JENSEN, B. G. HARMON, and H. W. NORTON, J Anim Sci **27**: 1327-1331. 1968.