

## 高蛋白・高デンプン飼料給与乳牛における血中アンモニア・ 乳酸濃度

誌名	日本獣医師会雑誌 = Journal of the Japan Veterinary Medical Association
ISSN	04466454
著者	岡田, 啓司 佐藤, 忠弘 下山, 茂樹
巻/号	50巻12号
掲載ページ	p. 705-708
発行年月	1997年12月

# 高蛋白・高デンプン飼料給与乳牛における 血中アンモニア・乳酸濃度

岡田啓司<sup>1)</sup> 佐藤忠弘<sup>2)</sup> 下山茂樹<sup>2)</sup> 赤坂 茂<sup>1)</sup> 佐々木重荘<sup>1)</sup>  
佐々木洋子<sup>2)</sup> 高橋覚志<sup>2)</sup> 平田統一<sup>1)</sup>

1) 岩手大学農学部 (〒020 盛岡市上田 3-18-8)

2) 岩手県農業共済組合連合会 (〒020 盛岡市菜園 1-7-23)

(1997年2月27日受付・1997年9月8日受理)

## 要 約

ホルスタイン種成雌牛 26 頭を、給与飼料の種類と給与順序およびその内容により適正群、高デンプン群、高バイパス蛋白群、高分解性蛋白群および高溶解性蛋白群に分け、飼料給与前後の血中アンモニアおよび乳酸濃度の変動を検討した。採血は朝の採食直前、採食後 2 時間および 4 時間に頸静脈から行った。飼料給与後 2～4 時間における血中アンモニア濃度は給与飼料の分解性蛋白質濃度およびデンプン濃度と関連して、また、血中乳酸濃度はデンプン濃度と関連して変化し、血中アンモニアおよび乳酸濃度の測定値はルーメン内のこれらの物質の濃度を反映すると推察された。  
——キーワード：アンモニア、血液、乳牛、飼料、乳酸。

日獣会誌 50, 705～708 (1997)

乳牛の代謝プロファイルテストは飼料摂取と乳生産における栄養の出納のバランスを血液学的に診断する方法であるが、血液成分は給与飼料の内容によって大きく変動する。そのため、代謝プロファイルテストを実施するうえで、給与した飼料が乳牛個体にどの程度摂取され、どの程度消化吸収されているかを的確に把握することが重要となる。特に乳牛のルーメン内環境は、給与飼料の内容やその給与順番によって変化するため、飼料の消化・吸収に大きな影響を与える。また、ルーメン内環境の適正化と恒常性の維持を図ることは牛乳の生産性の向上や疾病の発生予防上重要なポイントとなっている。ルーメンコンディションの情報を与えてくれる血液成分としては、これまで尿素窒素が知られている [3]。また、従来行われているルーメンコンディションを把握する方法としては、ルーメン液の検査によるところが大きい、その採取および検査の方法は煩雑であり、日常的に使用されているとは言い難い。

いっぽう、飼料中の分解性蛋白質は、ルーメン内微生物活性が正常であれば微生物の体蛋白質として取り込まれるが、微生物活性が低下すれば、微生物のアンモニア取り込み能が低下するため、取り込まれないアンモニアがルーメン壁から吸収される [5]。また、飼料中のデンプンなどは、適量であればルーメン内の微生物体エネルギーとして利用されたり、プロピオン酸として吸収されるが、過剰であればルーメン内の pH の低下をきたし、乳酸としてルーメン壁から吸収される [10]。したがって

血中のアンモニアや乳酸の濃度はルーメン内の発酵の状況を表現している可能性がある。

そこで本試験では、正常なルーメンコンディションと推定される牛群に、高蛋白あるいは高デンプン飼料を給与し、その前後の血中アンモニアおよび乳酸濃度の変動について検討した。

## 材料および方法

供試牛：T 農場で飼養されている、臨床的に健康な、泌乳最盛期から泌乳後期のホルスタイン種成雌牛（2 産～5 産）26 頭である。供試牛は試験前日まで、夜間はスタンションに繋留し、日中はパドックで飼養した。飼料は良質なオーチャード乾草を朝、昼および夕の 3 回に分けて、飽食の状態まで給与した。濃厚飼料は可消化養分総量 (TDN) 72%、粗蛋白質 (CP) 16% の乳牛用配合飼料（配合飼料）を 1 回 3 kg を限度として 1 日 3 回、乳量に応じて粗飼料採食後に給与した。このような飼養条件で 2 カ月間飼養後、各飼料区分の試験を実施した。

表 1 供試飼料の養分濃度（現物%）

	DM	TDN	CP	SIP	DIP	UIP	ST
オーチャード乾草	83.0	47.2	11.8	2.4	7.7	4.1	2.5
ルーサン乾草	86.8	47.0	17.0	3.4	11.1	6.0	2.7
大麦圧片	87.5	73.0	11.6	4.1	9.2	2.4	49.0
高バイパス蛋白配合飼料	87.0	85.0	38.0	5.7	19.0	19.0	0.0
大豆粕	88.2	76.2	46.1	9.2	33.2	12.9	7.2
配合飼料	88.0	72.0	16.0	4.6	9.9	6.1	36.5

表2 各群ごとの飼料給与内容の特徴

群名	泌乳期別供試頭数				飼料給与順番	成分充足率(%)		乾物中養分濃度(%)				飼料の特徴
	最盛期	中期	後期	合計		TDN	CP	UIP	DIP	SIP	ST	
A	2	3	2	7	乾草→配合	106±5	136±17	5.4±0.1	9.7±0.2	3.4±0.2	10.9±3.4	適正
B	1	1	4	6	大麦→乾草	115±6	123±11	4.4±0.2	9.6±0.1	3.3±0.2	18.8±3.0	高デンプン
C	1	2	2	5	高 UIP 配合+配合→乾草	113±13	144±12	6.0±0.7	10.1±0.5	3.4±0.3	9.2±3.3	高バイパス蛋白
D	1	1	2	4	ルーサン→乾草→配合	110±5	160±26	5.4±0.2	11.9±0.1	3.9±0.1	14.0±2.9	高分解性蛋白
E	0	2	2	4	大豆粕+配合→乾草	106±3	179±8	6.4±0.3	13.0±0.7	4.1±0.2	9.8±1.5	高溶解性蛋白

乾草：オーチャード乾草 配合：CP 16%の配合飼料

試験は6月に2週間の間隔をあげ、2回に分けて実施した。

供試飼料：粗飼料の成分は近赤外線法で分析し、NRC 飼料標準に基づいて給与飼料の設計を行った。飼料の種類と養分濃度は表1に示した。

試験方法：試験は飼料の内容および給与順番によりA～Eの5群に分けてそれぞれ実施した。AおよびD群は乾草を十分に採食した後に配合飼料を給与した。B、CおよびE群は濃厚飼料をすべて採食してから乾草を給与した。各群の乳期別頭数、飼料給与内容および順番、飼料の成分充足率および養分濃度は表2に示した。

採血方法：採血は、朝の飼料採食直前、濃厚飼料（大麦圧片、高バイパス蛋白率の配合飼料、大豆粕、CP 16%の配合飼料）採食後2時間および4時間の3回、頸静脈より、EDTA 加およびFluoride/EDTA 加真空採血管を用いて行った。採取したEDTA 加血液は、採食後ただちにアンモニアの測定に供した。Fluoride/EDTA 加血液は冷蔵保存後、速やかに3,000回転10分間遠心して血漿を分離し、冷蔵保存後、当日のうちに乳酸の測定に供した。血中アンモニア濃度の測定は微量拡散法<sup>a)</sup>、血中乳酸濃度の測定は酵素法<sup>b)</sup>で行った。

統計的分析法：5群間の差の検定はKruskal-Wallis検定で行い、これにより有意差の認められた2群間についてMann-Whitney 検定により差の検定を行った。

### 結 果

試験群別の経時変化：飼料採食直前の血中アンモニアの濃度は44.6±7.9μg/dl、乳酸濃度は5.2±2.3mg/dlであり、1回目と2回目の試験の間、および群間に差は認められなかった。各個体の採食直前の血中アンモニアおよび乳酸の濃度を100%として濃厚飼料採食後2～4時間における変化を比べた（図1）。血中アンモニア濃度はA群で採食後2および4時間に採食前の値よりも低値を示したが、他の群では有意な変化は認められなかった。

血中乳酸濃度はDおよびE群で4時間に低い値を示

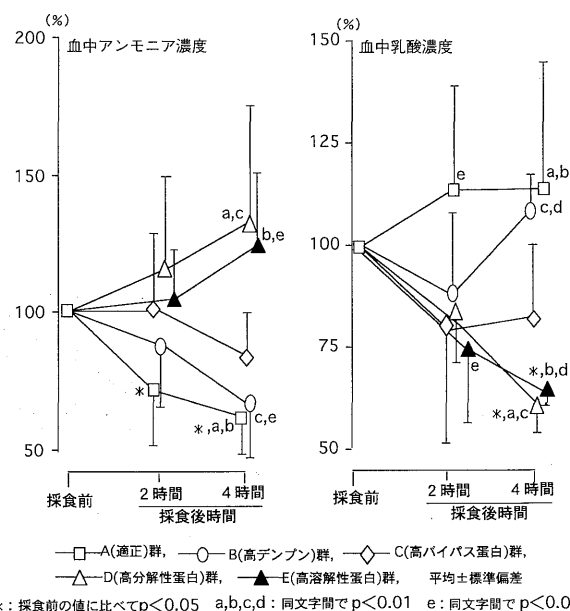


図1 採食直前を100%とした場合の採食後の血中アンモニアおよび乳酸濃度

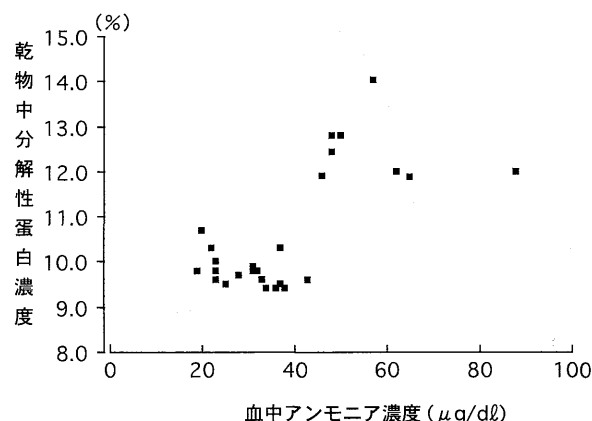


図2 血中アンモニア濃度と飼料乾物中分解性蛋白濃度との相関

したが、他の群では有意な変化は認められなかった。

試験群間の比較：5群間の血中アンモニア濃度は、濃厚飼料採食後4時間に5%未満の危険率で有意差が認められた。この時、A群とB群が、DおよびE群に比べて低い値を示した。5群間の血中乳酸濃度は、採食後2

a) アミチェックメーター AA-4120, 京都第一科学, 京都。

b) ラクテートテスト BMY, ベーリンガー・マンハイム, 東京。

時間には5%未満、4時間には1%未満の危険率で有意差が認められた。2群間で比較すると、採食後2時間にはA群がE群に比べて高く、4時間にはA群とB群が、DおよびE群に比べて高い値を示した。

飼料給与後4時間の血液成分濃度と飼料成分濃度の比較：血中アンモニア濃度と飼料中分解性蛋白(DIP)濃度の間には、1%以下の危険率で有意な相関(単相関係数0.69)が認められた(図2)が、血中乳酸濃度と飼料中デンプン濃度の間には有意な相関は認められなかった。

## 考 察

ルーメンコンディションを最も適正に保つことを図って飼料を給与したA群の血中アンモニア濃度は配合飼料採食後低下したが、乳酸濃度においては有意な変化は見られなかった。これは、給与飼料中の蛋白質とデンプンの量的バランスが適正であったため、蛋白質がルーメン内微生物に効率よく取り込まれていたためと考えられた。

ルーメン内の乳酸濃度は、通常はきわめて低い[10]が、易発酵性濃厚飼料を多給した場合には急速に高濃度となり[9]、ルーメン壁から吸収される。高デンプン飼料を給与したB群の血中乳酸濃度に変化が認められなかったこと、および採食後4時間の血中乳酸濃度と飼料中デンプン濃度間に相関が認められなかったのは、飼料設計上、乾物中デンプン濃度を適正範囲である17.8±5.4%までにしか上げられなかったこと、およびルーメン壁からの乳酸の吸収が遅い[10]ことによるものと思われる。

ルーメン内のアンモニア濃度と微生物体蛋白質の最大合成の関係は飼料の条件によって変動し、アンモニア濃度が6.3mMのとき微生物体蛋白質の合成が最大となり[4]、微生物に取り込まれない超過分のアンモニアは、ルーメン壁から吸収される[5]。その時のルーメン・血液間のアンモニア・尿素窒素の正味移行量は、ルーメン内アンモニア濃度と血中尿素窒素濃度が平衡関係にある[3]ので、ルーメン内アンモニア濃度と血中アンモニア濃度は、相関があると考えられる。ルーメン内アンモニア濃度は濃厚飼料採食後2時間に最高となり、その後徐々に採食前の値に回復する[3, 6]と報告されているが、本試験においては、採食後2時間に血中アンモニア濃度のピークは認められなかった。高バイパス蛋白質飼料を給与したC群の採食後4時間の血中アンモニアおよび乳酸濃度は、分解性蛋白質およびデンプン濃度が低いいため、A群と同様の値を示した。いっぽう、高分解性蛋白質飼料を給与したD群、および高溶解性蛋白質飼料を給与したE群の採食後4時間の血中アンモニア濃度は、AおよびC群に比べて有意に高く、乳酸濃度は有意に低い値を示しており、ルーメン内における蛋白質の

分解速度[7]が、血中アンモニアおよび乳酸濃度に大きく影響していることが示唆された。

デンプン含有量の多い穀類の採食によりルーメン内のpHが低下すると、蛋白質分解菌群が著しく減少[2]する。また、ルーメン内のpHが低いと、アンモニアはアンモニウムイオンの形でルーメン内に存在し、これはルーメン壁を通過しにくいので、血中アンモニア濃度は増加しないが、pHが高いと、アンモニアはルーメン上皮細胞から吸収され、血中アンモニア濃度は高くなる[1, 8]。ゆえに、ルーメン内のpHが適正であれば、血中乳酸およびアンモニアの濃度は適正な値を示すものと思われる。

DおよびE群の血中アンモニア濃度、AおよびC群の血中乳酸濃度の標準偏差にばらつきがみられた。これは、乳量に応じて給与した飼料に対応する各個体のルーメン内微生物活性の差によるものと思われた。今回の試験は、ルーメンマットが十分に形成されていると推定される牛群において1回の試験の飼料給与後の血液成分の変動を検討した。しかし一般の酪農家においては、長期間、同一メニューを同一方法で繰り返し給与しているため、飼料設計や飼料給与の順番の失宜があれば、ルーメン内の微生物活性を長期にわたって低下させ、その結果として血中アンモニア濃度あるいは血中乳酸濃度が異常値を示す可能性がある。これは、ルーメン内でのVFAの産生が低下するばかりではなく、アンモニアや乳酸という細胞障害性の高い物質による生体への直接的な影響も考慮する必要がある。

以上のことから、血中アンモニア濃度は給与飼料の分解性蛋白質濃度およびデンプン濃度、血中乳酸濃度はデンプン濃度と関連して変化することが認められた。血中アンモニアおよび乳酸濃度は、牛が摂取した飼料の蛋白質およびデンプンのルーメン内における質的、量的バランスを反映していると考えられ、これらの測定は代謝プロファイルテストにおいてルーメンコンディションを評価する上で有効と考えられた。

## 引用文献

- [1] Bartley EE, Davidovich AD, Barr GW: J Anim Sci, 43, 835-841 (1976)
- [2] Erfle JD, Boilla RJ, Teather RM, et al: J Dairy Sci, 65, 28-36 (1982)
- [3] Harrop CJF, Phillipson AT: J Agric Sci, Camb, 82, 399 (1974)
- [4] Hume ID, Moir RJ, Somers M: Aust J Agric Res, 21, 283-296 (1970)
- [5] Nalon JV and Leng RA: Br J Nutr, 27, 177 (1972)
- [6] 小原嘉昭: 栄養生理研究会報, 20, 18-28 (1976)
- [7] Siddons RC, Paredine J: J Sci Food Agric, 32, 973-981 (1981)
- [8] Smith RH: J Anim Sci, 49, 1604-1641 (1979)

[9] Williams VJ, Mackenzie DDS : Aust J Biol Sci, 18, 917 (1965)

[10] Wilson JR, Bartley EE, Anthony H D, et al : J Anim Sci, 41, 1249-1255 (1975)

Blood Ammonia and Blood Lactic Acid Levels in Dairy Cows after Feeding of Surplus Crude Protein or Starch

Keiji OKADA\*, Tadahiro SATO, Shigeki Shimoyama, Shigeru AKASAKA, Juzou SASAKI, Youko SASAKI, Satoshi TAKAHASHI and Touichi HIRATA

\* Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka 020, Japan

SUMMARY

Twenty-six Holstein cows were divided into five feeding groups given the adequate, the surplus starch, the surplus rumen undegradable intake protein, the surplus rumen degradable intake protein or the surplus rumen soluble intake protein feed, and they were examined for the blood concentrations of ammonia and lactic acid after feeding. Blood samples were collected from the jugular vein before and 2 or 4 hr after feeding. The blood concentration of ammonia changed in relation to feeding of starch and rumen degradable intake protein, while the concentration of lactic acid as correlated with feeding of starch, indicating that the rumen condition might be estimated from the concentrations of blood ammonia and lactic acid.

—Key words : ammonia, blood, cow, feeding, lactic acid.

J. Jpn. Vet. Med. Assoc., 50, 705~708 (1997)

**Flumoxal**<sup>®</sup>

豚・馬・牛・犬の消化管内線虫  
肺虫駆除に!!

広範囲駆虫剤〈フルベンダゾール製剤〉

**フルモキサル<sup>®</sup>散 5%**

**フルモキサル<sup>®</sup>散 50%**

**フルモキサル<sup>®</sup>錠**

**特長** ●広範囲で優れた駆虫効果。●作用は殺虫的。  
●安全性が高く、嗜好性が良い。



藤沢薬品工業株式会社  
特薬事業部

東京都中央区日本橋堀留町1-2-10 イトーピア日本橋SAビル2階 〒103  
TEL (03) 5641-8474 (ダイヤルイン)  
大阪市中央区道修町3-4-7 〒541  
TEL (06) 206-7888 (ダイヤルイン)