

豆腐粕給与が生乳中共役リノール酸含量に及ぼす影響

畜産研究センター 岸本勇氣、山形典彦

1. 緒言

近年の輸入飼料価格の高騰は、飼料生産基盤の脆弱な我が国の畜産経営に大きな打撃を与えており、自給飼料生産基盤に立脚した経営が急務となっている。そこで、国産飼料自給率向上対策として豆腐粕や醤油粕等の食品製造副産物等を利用したエコフィードの取り組みが進められている。また、牛乳の消費は、少子化等を背景として近年その低迷に歯止めがかからない状況となっている。

一方、消費者の健康志向の高まりから「健康」に特徴を持った商品が注目を集めており、機能性の高い牛乳の生産技術の開発が望まれている。

豆腐粕、醤油粕には、機能性成分として知られる共役リノール酸(以下「CLA」という。)の前駆物質であるリノール酸及び α -リノレン酸が多く含まれている。CLAには、胃がんや乳がんなどを抑制する効果があるといわれている。また、抗動脈硬化作用や体脂肪減少効果などの生理作用をもつことから、ヒトの健康に有益であると注目されている。CLA濃度の高い牛乳を生産することができれば、健康志向の高い消費者に対し魅力のある差別化商品の開発が可能になる。そこで、CLA前駆物質の豊富な豆腐粕と醤油粕をホルスタイン種泌乳牛に給与して生乳中へのCLA移行量を調査し、機能性の高い生乳生産の可能性について検討した。

2. 材料及び方法

(1)試験材料

県内の食品工場から排出された豆腐粕及び醤油粕に、ビートパルプ及び乳酸菌資材を添加してサイレージ調製し、1か月間貯蔵後供試とした。配合割合は、原物重量比で豆腐粕：醤油粕：ビートパルプをおおよそ10：1：1とし、乳酸菌製剤は原物重の0.1%添加した。

(2)試験方法

試験には、表1のとおり、当センターのホルスタイン種泌乳牛4頭を供試し繋ぎ飼いとした。

表1 供試牛の基礎データ

供試牛	生年月日	乳量	最終分娩日	分娩後日数	産歴
4264号	H23.6.6	33.3	H25.9.11	93	1
4227号	H21.10.19	32.5	H25.8.25	110	2
4316号	H23.11.1	27.3	H25.8.24	111	1
4236号	H22.9.29	27.2	H25.8.30	105	2

試験は、豆腐粕及び醤油粕を混合したサイレージ(以下「混合S」という)を給与する試験区と給与しない対照区の2処理を設け、供試牛2頭ずつ2群に分け、馴致10日間、本期4日間を1試験期とする2×2クロスオーバー法で実施した。表2に混合Sの一般成分及び脂肪酸組成を示した。表3に給与飼料の構成及び乾物給与割合を示した。試験区の飼料設計は、対照区と比較し、主に配合飼料とソルガムサイレージの一部を混合Sに代替した。飼料の給与は、1日2回(6：00、15：00)、各飼料を分離給与にて実施した。飼料の給与量は、日本飼料標準・乳牛(2006年版)に基づいて、体重の維持と産乳に要するTDN及び粗蛋白質要求量の105%相当量とした²⁾。水及び鈹塩(ソルトリック、共立製薬株式会社)は自由摂取とした。

表2 混合Sの一般成分及び脂肪酸組成

一般成分値		
水分(FM%)		65.9
粗蛋白質(DM%)		18.9
粗脂肪(DM%)		7.6
粗繊維(DM%)		19.7
TDN(DM%)		80.6
脂肪酸組成		
バクセン酸 (C18:1)		ND
リノール酸 (C18:2)		51.34
α -リノレン酸 (C18:3)		7.91

表3 給与飼料の構成および乾物給与割合(単位: DM%)

	試験区	対照区
配合飼料	23.7	37.9
スーダン乾草	24.4	23.3
ソルガムサイレージ	16.7	31.9
ケールジュース粕サイレージ	4.5	6.9
混合サイレージ	30.7	—

(3)試験期間

2013年12月13日～2014年1月23日

(4)調査項目

本期4日間の飼料摂取量、乳量、乳成分、生乳中の主要脂肪酸組成、血液生化学成分を測定した。乳成分は、各搾乳時のサンプルを分析に供し、近赤外線自動分析装置(ミルコスキャン FT120、(株)フォス・ジャパン)で測定した後、乳量による加重平均を求め本期間における乳成分値とした。血液生化学成分は、試験最終日、採血後直ちに定法による遠心分離後得られた血清について血中尿素態窒素(BUN)、アスパラギン酸トランスアミナーゼ(AST)及びグルコース(Glu)について生化学自動分析装置(富士ドライケム 4000V、(株)富士フィルム)を用いて測定した。なお、生乳中の脂肪酸分析については太陽油脂株式会社に依頼した。

(5)統計処理

平均値の差の検定(t検定)を用いて解析した。

3. 結果

表4に飼料摂取量及び泌乳成績を示した。乳量は、試験区が対照区に対し有意に増加した(p < 0.05)。乳成分において、乳蛋白質、乳脂肪、乳糖及び無脂乳固形分率について処理間に有意な差はみられなかった。

表4 飼料摂取量及び泌乳成績

	試験区	対照区
飼料摂取量(kg/日)	44.2±2.7	44.9±2.1
乳量(kg/日)	30.2±2.0 ^a	27.1±2.7 ^b
乳成分(%)		
乳脂肪	3.3±0.2	3.6±0.1
乳蛋白質	3.2±0.1	3.2±0.1
乳糖	4.6±0.1	4.6±0.1
無脂乳固形分	8.8±0.1	8.7±0.1

平均値±標準偏差 ^{a, b}異符号間に有意差あり(p<0.05)

表5に血液生化学検査結果を示した。BUN、AST、Gluについて処理間に有意な差はみられなかった。

表5 血液生化学検査結果

	試験区	対照区
BUN(mg/dl)	18.9±5.0	20.2±1.1
AST(U/L)	88.8±1.7	84.0±9.4
Glu(mg/dl)	64.3±7.0	67.3±3.4

平均値±標準偏差

表6に生乳中の主要脂肪酸組成を示した。バクセン酸(C18:1)、リノール酸(C18:2)、CLA(C18:2)及び α -リノレン酸(C18:3)で試験区が対照区に対し有意に増加した($p < 0.01$)。

表6 生乳中の主要脂肪酸組成(単位: %)

		試験区	対照区
バクセン酸	(C18:1)	2.67 \pm 0.42 ^a	1.26 \pm 0.23 ^b
リノール酸	(C18:2)	2.86 \pm 0.33 ^a	1.94 \pm 0.21 ^b
共役リノール酸	(C18:2)	1.21 \pm 0.11 ^a	0.27 \pm 0.03 ^b
α -リノレン酸	(C18:3)	0.39 \pm 0.05 ^a	0.27 \pm 0.02 ^b
平均値 \pm 標準偏差		^{a,b} 異符号間に有意差あり($p < 0.01$)	

4. 考察

豆腐粕は、水分含量が高く腐敗しやすいことから、貯蔵性を高めるため、醤油粕と混合サイレージ化し給与した。豆腐粕は、嗜好性が悪く胃壁に付着し第一胃内ルーメン微生物の活性が抑制され、多給すると乳脂肪が低下する等の影響を与えることから、分離給与の場合は、1日あたりの給与と限界量が5kg/頭程度(原物重量)といわれている³⁾。今回試験で供試した混合Sは、飼料摂取量が低下することなく嗜好性に問題は認められなかった。また、乳量及び乳成分に差はみとめられず、血液生化学検査結果も異常は認められなかったことから、混合Sの飼料としての利用は問題ないことが明らかになった。

生乳中のCLA含量は、飼料中に含まれるリノール酸(C18:2)や α -リノレン酸(C18:3)が反芻動物の第一胃内で微生物により加水分解を受け、ルーメン内微生物によりバクセン酸(C18:1)に変換され、乳腺細胞にてCLAになることが知られている⁴⁾。生乳中の主要脂肪酸組成でCLA(C18:2)、リノール酸(C18:2)、 α -リノレン酸(C18:3)及びバクセン酸(C18:1)が試験区で高い値を示した。田中ら及び根岸らと同様に大豆由来のリノール酸(C18:2)及び α -リノレン酸(C18:3)が反芻胃内の微生物や乳腺細胞によりCLA及びバクセン酸(C18:1)に生成されたものだと考えられた⁴⁾。

以上のことから、混合Sの給与は、飼料摂取量、泌乳成績、血液成分等に負の影響を与えず、生乳中の主要脂肪酸組成のCLA含量を向上させた。また、今回の試験では、混合S中に含まれるリノール酸(C18:3)及び α -リノレン酸(C18:3)は、CLA(C18:2)に変換され乳中に多く移行しており、副産物の有効利用のみならず、機能性の高い牛乳生産・乳製品開発が可能になることが示唆された。

参考文献

- 1) 山内清、河原聡、竹内慎一:共役リノール酸に関する研究動向:牛乳・乳製品、Milk science、52巻1号、17-31、2003
- 2) (独)農業・食品産業技術総合研究機構、日本飼養標準・乳牛(2006年版)、中央畜産会、122-135、2007
- 3) 阿部亮、吉田宜夫、今井明夫、山本英雄:未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック、株式会社サイエンスフォーラム、99
- 4) 田中桂一:反芻家畜由来の畜産物(牛乳、牛肉)中共役リノール酸(CLA)とその生理機能、北畜会報、46、1-13、2004
- 5) 根岸孝之、岡崎亮、小林清敬:高付加価値牛乳生産に関する研究(第1報)、山口県畜産試験場研究報告、第20号、7-15、2005