

豆腐粕と醤油粕の混合サイレージ給与が 生乳中共役リノール酸含量に及ぼす影響

岸本勇氣、山形典彦

要約

リノール酸含量が多い豆腐粕及び醤油粕を混合したサイレージ(混合 S)を給与することにより、泌乳中期牛における生乳中の共役リノール酸(CLA)含量に及ぼす影響について検討した。試験牛はホルスタイン種泌乳牛を用い、試験区にのみ混合 S を給与した。このとき、試験区及び対照区の TDN、CP 充足率を概ね 105%に調整した。試験は、2×2 のクロスオーバー法により実施した。その結果、混合 S 給与による生産性への影響は認められず、また、試験区の生乳中 CLA 割合は、対照区に比べ有意 ($P < 0.01$) に高かった。よって、リノール酸含量の多い混合 S を与えることにより、生乳中の CLA 割合を高めることができると推察された。

キーワード：乳牛、豆腐粕、醤油粕、共役リノール酸

緒言

近年、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、機能性を持った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(C18:2)及び α -リノレン酸(C18:3)が多く含まれている。CLA には、胃がんや乳がん等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等の生理作用を持つ¹⁾ことからヒトの健康に有益であると注目されている。容易に摂取できる牛乳中に CLA を高濃度に含ませることができれば、健康志向の高い消費者に対し差別化商品としての消費拡大の可能性が期待できる。

そこで、CLA 前駆物質の豊富な豆腐粕と醤油粕をサイレージ化し、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、CLA リッチな生乳生産の可能性について検討した。

材料及び方法

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(サイマスター、雪印種苗株式会社)を添加してサイレージ調製し、1か月間発酵処理後供試飼料とした。配合割合は、原物重量比で豆腐粕：醤油粕：ビートパルプを 10：1：1 とし、乳酸菌製剤は原物重の 0.1% 添加した。なお、サイレージ化した混合 S の一般成分及び脂肪酸組成について表 2 に示した。

供試牛は、表 1 のとおりホルスタイン種泌乳牛 4 頭を用い、タイストールで繋養した。試験は、混合 S 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 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)。水及び鉱塩(ソルトリック、共立製薬株式会社)は自由摂取とした。

表1 供試牛

供試牛	産歴	分娩後 日数	乳量(kg)
A牛	1	93	33.3
B牛	2	110	32.5
C牛	1	111	27.3
D牛	2	105	27.2

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		
パルミチン酸	(C16:0)	12.36
ステアリン酸	(C18:0)	4.45
バクセン酸	(C18:1)	—
オレイン酸	(C18:1)	21.83
リノール酸	(C18:2)	51.34
α -リノレン酸	(C18:3)	7.91

試験期間は、2013年12月13日～2014年1月23日とし、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、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。血液生化学検査は、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。

統計処理は、平均値の差の検定(t検定)を用いて解析した。

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3 給与飼料の構成及び給与割合(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S	30.7	—

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: $p < 0.05$	

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 生乳中の主要脂肪酸組成(単位:%)

	試験区	対照区
ステアリン酸 (C18:0)	12.25±0.25 ^a	8.77±0.75 ^b
バクセン酸 (C18:1)	2.67±0.42 ^a	1.26±0.23 ^b
オレイン酸 (C18:1)	24.39±0.66 ^a	19.00±0.77 ^b
リノール酸 (C18:2)	2.86±0.33 ^a	1.94±0.21 ^b
共役リノール酸 (C18:2)	1.21±0.11 ^a	0.64±0.10 ^b
α -リノレン酸 (C18:3)	0.39±0.05 ^a	0.27±0.02 ^b
平均値±標準偏差	a, b: $p < 0.01$	

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6に生乳中の主要脂肪酸組成を示した。ステアリン酸(C18:0)、バクセン酸(C18:1)、オレイン酸(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($p < 0.01$)。

考察

豆腐粕は、水分含量が高く腐敗しやすい食品加工副産物であることから、今回、醤油粕と混合サイレージ化し給与に供した。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、給与量が制限されるといわれており、乳牛に対する給与量は、分離給与では原物最大5 kg/頭程度といわれている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認められず、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¹⁾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⁴⁾⁵⁾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)に変換されたものだと考えられた⁴⁾⁵⁾。

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含量を向上させることが可能であった。また、今回の試験では、混合S中に含まれるリノール酸(C18:2)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、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。

謝辞

本試験を実施するにあたり、生乳中の脂肪酸分析についてご協力頂いた、太陽油脂株式会社石田修三氏に深謝いたします。

参考文献

1) 山内清、河原聡、竹之山慎一：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