

乳牛へのハーブ給与による高機能性牛乳の生産

高田 修*・篠倉和己*・河智義弘**・中西克美**・鈴木一郎***・石田元彦***

要 約

ハーブのもつ有用な機能として抗菌性、抗酸化性があり、これらは最近特に注目されている。今回、3品目 (*Syzygium aromaticum*, *Origanum vulbare*, *Mentha×piperita*) のハーブについて、それぞれ6頭のホルスタイン種搾乳牛を用い、3区分、14日間の給与試験を実施し、牛乳中への機能性の移行を検討した。試験区分はハーブの1日給与量により、*Syzygium aromaticum* は100 g区、200 g区、400 g区、*Origanum vulbare* は300 g区、600 g区、1000 g区、*Mentha×piperita* は500 g区、1000 g区、1500 g区とした。

- 1 抗菌性を検討するため、牛乳中の生菌数増加割合を測定した結果、*Mentha×piperita* において明確な増加抑制効果が見られ、抗菌性が確認された。
- 2 抗酸化性を検討するため、乳脂肪中のDDPH値を測定した結果、*Origanum vulbare*, *Mentha×piperita* においてDDPH値割合が低下しており、抗酸化性の付加が推察された。
- 3 乳成分率の変化は、乳脂肪率が *Mentha×piperita* において、乳蛋白質率が *Origanum vulbare*, *Mentha×piperita* において上昇した。
- 4 ハーブの主要精油成分は、全ハーブにおいて給与量と比例して牛乳中に移行することが確認された。
- 5 官能検査による風味評価は、各ハーブにより特長が感じられたが、有意差はみられなかった。

Production of Suggestions Improved Milk by Feeding Herbs to Cows

Osamu TAKATA, Kazumi SASAKURA, Yoshihiro KOHCHI,
Katumi NAKANISHI, Ichirou SUZUKI and Motohiko ISHIDA

Summary

Herbs have useful attributes such as antibacterial activity and antioxidative activity. These attributes are especially attracting attention lately. In this study, these attributes in milk produced from cows fed 3 herbs (*Syzygium aromaticum*, *Origanum vulbare*, *Mentha×piperita*) were investigated. Each herb was fed to 6 Holstein cows in 3 different amounts (100 g, 200 g, 400 g/d for *Syzygium aromaticum*, 300 g, 600 g, 1000 g/d for *Origanum vulbare*, 500 g, 1000 g, 1500 g/d for *Mentha×piperita*) for 14 consecutive days. The results are summarized as follows:

- (1) It was confirmed that *Mentha×piperita* had a strong antibacterial function because it suppressed the increasing ratio of viable cell counts in the milk.
- (2) It was surmised that *Origanum vulbare* and *Mentha×piperita* had an antioxidative function because they decreased the DPPH in the milk.
- (3) *Mentha×piperita* increased the milk fat percentage, and *Origanum vulbare* and *Mentha×piperita* increased the milk protein percentage.
- (4) In all 3 herbs, the primary essential oil ingredients were transferred to the milk in proportion to the amount fed to the cows.
- (5) In sensory evaluation, all 3 herbs had individual flavor characteristics in the milk but no significant difference was seen among the 3 herbs.

キーワード：ハーブ、牛乳、抗菌性、抗酸化性、乳生産性

2001年8月30日受理

* 淡路農業技術センター ** 株式会社 カネカサンスパイ

*** 独立行政法人 農業技術研究機構 畜産草地研究所

緒 言

牛乳の風味は多くの原因で変化し、給与する飼料の種類によっても異なることが知られている¹⁾。このことは、特定の香味成分を含んだものを飼料として乳牛に給与することにより、牛乳の風味を変化させることができるということである。

ハーブには多くの香味成分が含まれており強い賦香作用がある。これを上手く利用することにより、これまでにない風味の牛乳を生産することが可能である²⁾。また、ハーブには賦香作用の他多くの有用な作用^{3, 4)}が知られている。最近特に注目されている作用が抗菌作用と抗酸化作用である。抗菌作用としては、食物の腐敗防止による保存性の向上や食中毒の防止効果等があげられ、抗酸化作用としては、食品の劣化防止や成人病の抑制効果等があげられる。

筆者らは、種々のハーブについて乳牛への給与試験を実施し、主要精油成分の牛乳中への移行状況と、それに伴う牛乳の風味、品質及び生産性等を検討してきた^{5, 6)}が、今回はハーブの持つこれらの機能性を牛乳中に付加させることができるかを、*Syzygium aromaticum* (以下クローブと呼ぶ)、*Origanum vulgare* (以下オレガノと呼ぶ)、*Mentha×piperita* (以下ペパーミントと呼ぶ)の3品目のハーブについて検討した。

材料及び方法

1 供試ハーブ

輸入乾燥ハーブとして流通しているものを購入し、供試した。クローブは花蕾の粉末を、オレガノ、ペパーミントは葉を粉碎したものである。

2 試験方法

各ハーブとも1日給与量(現物重量)により3区を設定した。即ち、クローブは100 g, 200 g, 400 gの3区(以下低区, 中区, 高区と呼ぶ)、オレガノは300 g, 600 g, 1000 gの3区(以下低区, 中区, 高区と呼ぶ)、ペパーミントは500 g, 1000 g, 1500 gの3区(以下低区, 中区, 高区と呼ぶ)である。各ハーブの給与量はこれまで行った精油成分の移行確認及び牛乳風味官能試験の結果より、実用性が高いと思われる量を3区として設定した。

試験は平成12年9月から12月の間に、それぞれの試験期間を14日間として、最初にクローブを、次いでオレガノを、最後にペパーミントを実施した。各試験ごとの間隔は、前試験の影響を受けないように14日間以上とした。

供試牛にはホルスタイン種搾乳牛(泌乳安定期)で、産次は1~5産、開始時日乳量は20~38kgのものを各区2頭、1試験に6頭、延べ18頭(実頭数10頭)を用いた。

3 飼料給与方法

飼料給与は1日2回、朝は8時30分から、夕は16時から、TMRをそれぞれの乳量に応じて多少残食が出る程度に給与した。ハーブは1日設定量を朝夕2回に分けて、各牛の飼槽内でTMRと均一に混合して給与した。TMRの配合内容を表1に示す。

4 調査項目

- (1) ハーブ摂取量：毎日のTMRの摂取割合からハーブの摂取量を推定し、試験期間14日間の平均で1日摂取量を求めた。
- (2) 乳量：搾乳時にミルクメーターで測定し、試験開始前7日間と試験期後半7日間を平均し、その差を日乳量の差とした。
- (3) 乳成分率：試験開始前日と試験期最終日のサンプル乳を赤外線乳成分測定器で測定し、その差を求めた。
- (4) ハーブ主要精油成分：クローブはオイゲノールを、オレガノはチモールを、ペパーミントはメントールを主要精油成分とし、試験期最終日のサンプル乳をGC/MS-SIM法で定量分析した。
- (5) 抗菌性：試験開始前日と試験期最終日のサンプル乳約100mlを65°C30分で加熱処理後、15°Cで7日間保存し、その間の生菌の増加を常用対数で示した。
生菌数検査は標準平板培養法により、被検乳1mlにBHI寒天培地(ニッスイ)を混合し、37°C48時間好気培養後、コロニー数を計測して算出した。抗菌性の比較は、ハーブ給与前後における差で検討した。
- (6) 抗酸化性：試験開始前日と試験期最終日のサンプル乳を用い、乳脂肪中の抗酸化性をDPPH(1, 1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl)法で推定した。抗酸化性の比較は、各サンプル乳のDPPH値をブランク値に対する割合で示し、ハーブ給与前後における差で検討した。
- (7) 風味官能検査：試験開始前日と試験期最終日のサンプル乳を65°C30分で殺菌後冷却保存し、官能検査に供した。官能検査は、保存サンプル乳を200mlのピーカ

表1 TMRの配合内容(%)

飼料名	配合割合	飼料名	配合割合
コーンサイレージ	42.7	コーンミックス	18.6
ビートパルプ	7.8	大豆粕	6.1
ヘイベール	7.8	大麦	5.9
クレイングラス	5.3	綿実	2.7
ミネラルミックス	0.9	魚粉	0.8
カロリー130	0.5	コーングルテン	0.8

一で室温に30分放置後、パネリスト7~12人で実施した。官能検査方法は、市販のUHT殺菌・ホモ牛乳を比較対照乳として、5項目(乳臭さなし、甘さ、さわやかさ、コク・濃厚感、総評)について5段階評価(悪い・弱い:-2, やや悪い・弱い:-1, 同等:0, やや良い・強い:1, 良い・強い:2)し、試験開始前日乳と試験期最終日乳の評価差として集計した。

5 統計処理方法

統計処理は、いずれも対応のあるt検定で実施した。

結 果

1 ハーブ摂取状況

ハーブの摂取状況を表2に示す。TMRはやや残食が出る程度に給与しているため、ハーブ摂取率は常に100%以下となり、ハーブ給与によるTMR摂取への影響は把握しにくい。クローブやオレガノは給与量が多くなると摂取率が低下する傾向がみられ、嗜好性に多少問題があった。

2 牛乳生産状況

ハーブ給与における牛乳生産性への影響について、日乳量・乳脂肪率・乳蛋白質率の変化を表3に示す。オレ

表2 ハーブ摂取状況

試験区分		低区	中区	高区
クローブ	摂取率(%)	98.0	94.0	92.8
	摂取量(g)	98	188	371
オレガノ	摂取率(%)	93.0	85.0	85.5
	摂取量(g)	279	510	855
ペパーミント	摂取率(%)	93.6	84.9	90.1
	摂取量(g)	468	849	1,351

ガノの低区については、供試牛の1頭が乳房炎になったため除外し、1頭のみ成績とした。

乳量の変化については一定の傾向が見られなかった。クローブはやや低下傾向、ペパーミントはやや増加傾向であったが、有意差は見られなかった。

乳成分率においては、オレガノが全区平均で蛋白質率が有意に高く、ペパーミントは全区平均で脂肪率が、高区で蛋白質率が有意に高かった。クローブにおいてはややバラツキが見られたが蛋白質率が高い傾向であった。

3 ハーブ主要精油成分の牛乳中への移行

ハーブ主要精油成分の牛乳中への移行状況を表4に示す。

各ハーブとも、牛乳中への成分移行量はハーブ給与量と比例しており、低区<中区<高区の順で移行量が多くなっていった。特にクローブにおいては、中区は低区の約2倍、高区は中区の約3倍の移行量であり、強い移行性が確認できた。

4 牛乳中生菌数の増加状況

牛乳中生菌数の増加状況を表5に示す。なお、クローブ区の給与前サンプルにおいては、培養条件が15℃に固定できなかったため成績を除外した。

給与前後における増加状況の差を比較すると、いずれのハーブにおいても低・中・高区では有意な差は見られなかったが、全区においてはペパーミント区で有意に生

表4 ハーブ主要精油成分の牛乳中濃度(ppb)

試験区分	精油成分	低区	中区	高区
クローブ	オイゲノール	11.0	20.6	63.8
オレガノ	チモール	53.0	86.0	126.0
ペパーミント	メントール	0.8	1.0	1.3

表3 牛乳生産性の変化

項目	試験区分	低区	中区	高区	全国平均
日乳量(kg)	クローブ	-0.60	0.20	-0.60	-0.34
	オレガノ	-0.90	-0.35	0.45	-0.14
	ペパーミント	-0.05	1.20	0.05	0.40
乳脂肪率(%)	クローブ	-0.16	0.25	-0.08	0.01
	オレガノ	-0.13	-0.07	0.18	0.11
	ペパーミント	0.47	0.52	0.20	0.40**
乳蛋白質率(%)	クローブ	0.19	0.14	0.04	0.12
	オレガノ	0.03	0.08	0.07	0.07*
	ペパーミント	0.08	0.06	0.35*	0.16

注1) オレガノ低区は1頭の成績

注2) *印は5%有意差あり。**印は1%有意差あり

表5 牛乳中生菌数の増加状況（増加倍率を常用対数で表示）

試験区分	クローブ				オレガノ				ペパーミント			
	低区	中区	高区	全区	低区	中区	高区	全区	低区	中区	高区	全区
給与前	—	—	—	—	2.53	3.26	4.85	3.55	5.88	6.01	5.16	5.68
給与後	5.34	5.70	4.56	5.20	3.68	2.74	3.69	3.37	3.19	2.17	1.43	2.26
差	—	—	—	—	1.15	-0.52	-1.16	-0.18	-2.69	-3.84	-3.73	-3.42**

注) **印は1%有意差あり

注) 差は給与後-給与前

菌数の低下が見られた。特にペパーミント区においては各区ともに生菌数の低下傾向が見られており、抗菌性が確認できた。

5 抗酸化性の推定

抗酸化性の推定成績を表6に示す。

給与前後のDPPH値割合を比較すると、オレガノとペパーミントの全ての区において給与後のDPPH値割合が有意に低下しており、抗酸化性物質が牛乳中に移行したものと考えられる。特にペパーミントは強い抗酸化性があると推定できたが、クローブにおいては今回の給与量での有効性は確認できなかった。

6 風味官能検査

ハーブには強い賦香作用があるため、牛乳風味への影響を対照乳との比較で調査した。

風味官能検査成績を表7に示す。

クローブにおいては、こく（濃厚感）が全ての区で高まり、乳臭さが低区、中区で低下する傾向が見られた。オレガノにおいては、乳臭さが全ての区で低下し、こく（濃厚感）と総評が中区で高まる傾向が見られた。ペパーミントにおいては、こく（濃厚感）が全区で低下する傾向がみられ、低区で甘さが低下し、さわやかさが高まる傾向がみられた。しかし、いずれも有意な差はみられず、明確な風味評価は出来なかった。

考 察

牛乳は完全栄養食品と言われ、人が必要とする多くの栄養をバランス良く含んでおり、生活上欠かすことが出来ない食品となっている。さらに嗜好品としての位置付けから新鮮でおいしい牛乳への要望が高いと共に、健康食品としての機能性に対する要望も高まっている。

ハーブの持つ有用な作用としては、矯臭・賦香作用、

表6 ハーブ給与が乳脂肪の抗酸化性に及ぼす影響（DPPH値のブランクに対する割合）

試験区分	クローブ				オレガノ				ペパーミント			
	低区	中区	高区	全区	低区	中区	高区	全区	低区	中区	高区	全区
給与前	86.6	84.6	88.8	86.6	67.2	61.9	62.5	63.9	72.7	75.9	75.9	74.8
給与後	94.7	82.1	88.4	88.4	51.3	48.5	47.0	48.9	55.4	63.8	35.3	51.5
差	8.1	-2.5	-0.4	1.8	-15.9 [#]	-13.4 [*]	-15.5 ^{**}	-15.0 ^{**}	-17.3 [*]	-12.1 [*]	-40.6 [*]	-23.3 ^{**}

注) *印は5%有意差あり。 **印は1%有意差あり

注) 差は給与後-給与前

表7 牛乳の官能検査成績（給与前の相対評価値-給与後の相対評価値）

試験区分	クローブ			オレガノ			ペパーミント		
	低区	中区	高区	低区	中区	高区	低区	中区	高区
乳臭さなし	0.44	0.29	-0.22	0.40	0.14	0.65	-0.07	0.0	-0.92
甘 さ	-0.06	-0.05	-0.23	-1.28	0.27	-1.04	-0.68	-0.06	0.27
さわやかさ	-0.32	0.25	-0.54	0.34	-0.04	-0.41	0.16	0.07	-0.29
こく（濃厚感）	0.54	0.64	0.69	0.06	0.43	-0.48	-0.61	-0.11	-0.17
総 評	-0.23	-0.01	-0.30	-0.07	0.40	-0.86	0.04	0.03	-0.05

抗菌作用、抗酸化作用等が確認されている。矯臭・賦香作用は牛乳の風味をさらに飲みやすくしておいしく出来ると期待できる。抗菌作用は牛乳の保存性を高め、食中毒を防止する効果が期待できる。抗酸化作用は食品の劣化を防止すると共に成人病を抑制する効果があり、牛乳を健康食品としてさらに高く位置付けることが期待できる。

これまでの試験において、ハーブ給与による牛乳中への精油成分の移行と風味等の牛乳品質への影響を検討してきたが、今回は機能性の付加を主目的として試験した。ハーブ品目としては、含有精油成分の内容から機能性として抗菌性、抗酸化性が期待できるクローブ、オレガノ、ペパーミントを選定した。また、精油成分の移行と機能性との関連性を検討するため、給与量を3段階(低区、中区、高区)に設定して実施した。

ハーブ成分の牛乳中への移行を確認するため、各ハーブの主要精油成分を試験期最終日のサンプル乳で定量分析したが、いずれも給与量に比例した成分の移行が確認された。クローブのオイゲノール移行量は、100g給与の低区で11.0ppb、200g給与の中区で20.6ppbと比例していたが、400g給与の高区では63.8ppbと中区の3倍量であった。オレガノのチモール、ペパーミントのメントールは、給与量の増加率より多少低い率で移行していた。ハーブ中の精油成分含有量には幅が大きい、平均的含有量で計算すると²⁾クローブ中のオイゲノール推定含有量は136g/kg、オレガノ中のチモール推定含有量は0.14g/kg、ペパーミント中のメントール推定含有量は5.22g/kgである。牛乳中での含有量はppbの単位であることから、牛乳中への移行量はごく僅かであると推定できる。乳牛へのハーブ給与における牛乳中への精油成分の移行性として、泌乳量との関連や牛の個体差等については今後さらに例数を重ねて検討していきたい。

抗菌性についてはクローブ、オレガノでは有効性が確認できなかったが、ペパーミントにおいては抗菌作用がみられ、有効性が確認できた。抗酸化性についてはクローブで有効性が確認できなかったが、オレガノ、ペパーミントで有効性が確認できた。ペパーミントの抗酸化力については先の試験でも報告されている³⁾。これらの機能性が飼料(ハーブ)を通して牛乳中に移行することにより、保存性の高い健康食品としての価値を持った高機能性牛乳が生産できる。また、飲用乳のみでなく乳製品に加工することで牛乳の消費がさらに拡大するものと期待される。

飲用乳の場合は風味評価が重要になる。風味に関しては各人の嗜好性や牛乳の好き嫌いによっても評価が異なる⁴⁾ようである。また、牛個体や乳成分率による風味差

も大きい、これらを考慮した評価方法が要求される。今回は各区2頭、各ハーブに6頭を供試したが、供試牛の差を無くするために市販高温殺菌・ホモ牛乳を対照乳としてハーブ給与前後での評価差を見た。一部にハーブの特長が評価されたものの明確な評価差は得られなかった。試験乳処理法は低温殺菌・ノンホモであり、対照乳との処理法が異なっていたことが評価を難しくした要因の1つと思われるが、官能検査日が14日間離れていたことも要因としてあげられる。また、ハーブ給与量によって評価がかなり異なる点もあり、官能検査方法についてはさらに検討が必要と考える。

ハーブの嗜好性及び乳生産性への影響についてはこれまでの成績とほぼ同等の結果が得られ、乳成分率においてオレガノによる蛋白質率の有意な上昇、ペパーミントによる脂肪率と蛋白質率の有意な上昇が認められた。ハーブの飼料としての価値も十分期待されるため、ハーブの栽培及び調製・保存技術についてさらに検討を加え、実用化を図りたい。

引用文献

- (1) 高田修・大川浩一・加登岳史・武田和士・八巻尚・久米治(1993):牛乳のおいしさに影響する要因について:兵庫淡路農技研究報告 4, 53-56
- (2) 安藤貞・西田武弘・石田元彦・河智義弘・加味亜希子・瀬寿美子:ホルスタイン種乳牛のハーブ給与による牛乳中へのハーブ精油成分の移行と風味の変化:日本食品科学工学会誌 48(2), 142-145
- (3) 河智義弘(1999):機能性香辛料の開発: BIOINDUS TRY 16(4), 5-13
- (4) 多田全宏(2000):シソ科香草(ハーブ)に含まれる抗酸化活性物質の生理活性: Foods Food Ingredients J. Jpn 184, 33-39
- (5) 高田修・篠倉和己・函城悦司(2001):乳用牛の乳生産性及び風味に及ぼす乾燥ハーブ給与の影響:兵庫農技研究報告(畜産編) 37, 25-28
- (6) 高田修・篠倉和己(2000):乳牛へのハーブ給与による牛乳の評価:畜産の研究 54(11), 1169-1170
- (7) 武政三男著(1981):スパイス百科事典(三秀書房)
- (8) 上垣隆一・安藤貞・石田元彦・高田修・篠倉和己・中西克美・河智義弘(2001):ハーブ類給与牛から搾乳した牛乳の抗酸化力:日本農芸化学会誌 75(6), 669-671
- (9) 高田修・大川浩一・加登岳史・久米治(1991):乳成分率からみた牛乳のおいしさ指数作成の試み:兵庫淡路農技研究報告 3, 68-71