

乳牛へのハーブ給与によるハーブ精油成分の 牛乳中への移行特性

高田 修*・篠倉和己*・河智義弘**・中西克美***・安藤 貞****・
細田謙次*****・石田元彦*****

要 約

ハーブを乳牛に給与することにより、ハーブの精油成分を移行させた牛乳(ハーブ牛乳)を生産することができる。ハーブ牛乳の品質を安定させ、また計画した品質に制御するため、ハーブ精油成分の牛乳中への移行特性を検討した。

- 1 ハーブ種類はペパーミント、レモングラス及びクローブを、乾燥形態で使用した。
- 2 ペパーミントは日量300~1,500 gの範囲で、レモングラスは日量1~2 kgの範囲で、クローブは日量100~800 gの範囲で給与した。
- 3 精油成分移行濃度と有意な相関が得られた項目は、レモングラス(シトラール)がハーブ摂取量、クローブ(オイゲノール)がハーブ摂取量、乳脂肪率及び日乳量であった。これらの項目から、精油成分移行濃度推定の回帰式を作成した。

Transfer Characteristic to Milk of Herb Essential Oil by Feeding Herbs to Cows

Osamu TAKATA, Kazumi SASAKURA, Yoshihiro KOHCHI, Katumi NAKANISHI,
Sada ANDO, Kenji HOSODA and Motohiko ISHIDA

Summary

By feeding herbs to cows, it is possible to produce milk to which the essential oil ingredient of herbs was transferred. In order to produce herb milk of stabilized quality and to produce herb milk of a planned quality, the transfer characteristic to milk of the herb essential oil ingredient was examined.

- (1) The kinds of herbs used were dry peppermint, lemongrass and clove.
- (2) Peppermint was fed in amounts of 300g-1500g/day, lemongrass was fed in amounts of 1kg-2kg/day, and clove was fed in amounts of 100g-800g/day.
- (3) The significant correlation items for essential oil ingredient transfer concentration were lemongrass (citral) ingestion, clove (oigenol) ingestion, milk fat percentage and day's milk yield. From these items, a regression formula for estimating the transfer concentration was created.

キーワード：ハーブ牛乳、精油成分移行、ペパーミント、レモングラス、クローブ

緒 言

ハーブを乳牛に飼料として給与することにより、ハーブの精油成分が牛乳中に移行する^{5, 6, 7, 8)}。この結果、

ハーブに有する機能が牛乳中に移行し、いわゆる「ハーブ牛乳」を生産することができる。ハーブ牛乳として実用化させるためには、安定した品質を確保するとともに、計画した品質に制御する技術が必要となる。そこで、これまで実施してきたハーブ給与試験の中から、例数が確保できたペパーミント (*Mentha piperita*)、レモングラス (*Cymbopogon citratus*)、クローブ (*Syzygium aromaticum*) について、乳牛に給与したハーブの主要精油成分が牛乳中に移行する特性を把握し、牛乳中への移行濃度を推定する回帰式を検討した。

2002年8月30日受理

* 農林水産技術総合センター淡路農業技術センター

** 河智技術士事務所

*** 株式会社カネカサンスパイス

**** 独立行政法人農業技術研究機構 近畿中国四国農業研究センター

***** 独立行政法人農業技術研究機構 畜産草地研究所

材料及び方法

1 供試ハーブ及び供試牛

輸入乾燥ハーブとして流通しているペパーミント、レモングラス及びクローブを供試した。ペパーミントは葉を粉碎したもの、レモングラスは茎葉を細断したもの、クローブは花蕾を粉碎したものである。

供試牛は、当センター慣行飼料で飼養しているホルスタイン種搾乳牛を用いた。

2 試験区分及び試験方法

試験区分を表1に示す。各試験期間は7～14日の範囲で、供試頭数は1～3頭の範囲で実施した。試験期間については、これまでの精油成分移行確認試験結果より7日間以上で十分と判断した。複数頭数供試の場合は平均値を用いて処理した。ハーブの給与方法は、1日量を朝夕2回に分け、当センター慣行飼料と混合して給与した。試験実施に当たっては各ハーブ間の影響が出ないように、試験間隔、供試牛の牛舎配置及び牛床配置等を十分考慮して行った。

3 調査項目

- (1) ハーブ摂取量：ハーブを混合した慣行飼料全体の残食率を調査し、給与期間中の平均残食率からハーブの摂取量を推定した。
- (2) 日乳量：試験最終日の朝夕搾乳において、バケッ

表1 試験区分

ペパーミント		レモングラス		クローブ	
給与量 (g/日)	試験回数	給与量 (g/日)	試験回数	給与量 (g/日)	試験回数
300	1	1000	7	100	7
500	1	2000	2	200	1
600	1			400	3
1000	5			800	2
1500	1				

ミルカーで全量を採取し、計量器で計測した。

- (3) 乳脂肪率：試験最終日の1日乳の一部をサンプリングし、赤外線乳成分測定器で乳脂肪率を測定した（兵庫県酪農農業協同組合連合会生乳検査所で分析）。
- (4) 精油成分：試験最終日の1日乳の一部をサンプリングし、ペパーミントはL-メントール、レモングラスはシトラール、クローブはオイゲノールを主要精油成分として分析した。分析方法は、水蒸気蒸留で留液を採取し、n-ヘキサン又はジエチルエーテルで液-液抽出し、濃縮後、GC/MS-SIM（ガスクロマトグラフ/質量分析計-選択イオン検出）法で定量した（㈱カネカテクノロジーで分析）。

結 果

1 精油成分移行に関する項目間の相関

精油成分の牛乳移行に関係すると思われる項目として、ハーブ摂取量、日乳量及び乳脂肪率（量）を取り上げ、牛乳への移行濃度及び移行量との相関を検討した。精油成分移行に関する相関係数を、ペパーミントは表2、レモングラスは表3、レモングラス定量（1kg）給与は表4、クローブは表5、クローブ定量（100g）給与は表6に示した。

ペパーミント（L-メントール）の移行濃度は、ハーブ摂取量と乳脂肪率とは正の相関、日乳量と乳脂肪量とは負の相関が得られたが、いずれも有意ではなかった。移行量は、ハーブ摂取量、日乳量及び乳脂肪量と正の相関が得られ、ハーブ摂取量とは有意な相関であった。

レモングラス（シトラール）の移行濃度は、全ての項目で正の相関が得られ、ハーブ摂取量とは有意な相関であり、日乳量及び乳脂肪量とも比較的高い相関であった。移行量は、ハーブ摂取量、日乳量及び乳脂肪量と有意な正の相関が得られた。1kg定量給与の場合もほぼ同様の結果であった。

クローブ（オイゲノール）の移行濃度は、ハーブ摂取

表2 ペパーミントにおける精油成分移行に関する相関係数

項 目	ハーブ摂取量 (g)	日乳量 (kg)	乳脂肪率 (%)	乳脂肪量 (g)	移行濃度※ (ppb)	移行量※ (μg)
ハーブ摂取量 (g)	1	0.17	0.36	0.26	0.49	0.71*
日乳量 (kg)	0.17	1	-0.42	0.99**	-0.52	0.23
乳脂肪率 (%)	0.36	-0.42	1	-0.29	0.23	-0.08
乳脂肪量 (g)	0.26	0.99**	-0.29	1	-0.60	0.23
移行濃度※ (ppb)	0.49	-0.52	0.23	-0.60	1	0.70*
移行量※ (μg)	0.71*	0.23	-0.08	0.23	0.70*	1

※L-メントールの移行濃度、移行量 * P<0.05 ** P<0.01

表3 レモングラスにおける精油成分移行に関する相関係数

項目	ハーブ摂取量(g)	日乳量(kg)	乳脂肪率(%)	乳脂肪量(g)	移行濃度※(ppb)	移行量※(μg)
ハーブ摂取量(g)	1	0.29	0.15	0.39	0.92**	0.80**
日乳量(kg)	0.29	1	-0.38	0.92**	0.53	0.78*
乳脂肪率(%)	0.15	-0.38	1	0.00	0.13	-0.10
乳脂肪量(g)	0.39	0.92**	0.00	1	0.62	0.79*
移行濃度※(ppb)	0.92**	0.53	0.13	0.62	1	0.92**
移行量※(μg)	0.80**	0.78*	-0.10	0.79*	0.92**	1

※シトラールの移行濃度、移行量 * P<0.05 ** P<0.01

表4 レモングラス定量(1kg)給与における精油成分移行に関する相関係数

項目	日乳量(kg)	乳脂肪率(%)	乳脂肪量(g)	移行濃度※(ppb)	移行量※(μg)
日乳量(kg)	1	-0.32	0.89**	0.44	0.85*
乳脂肪率(%)	-0.32	1	0.13	0.43	0.07
乳脂肪量(g)	0.89**	0.13	1	0.67	0.93**
移行濃度※(ppb)	0.44	0.43	0.67	1	0.84*
移行量※(μg)	0.85*	0.07	0.93**	0.84*	1

※シトラールの移行濃度、移行量 * P<0.05 ** P<0.01

表5 クローブにおける精油成分移行に関する相関係数

項目	ハーブ摂取量(g)	日乳量(kg)	乳脂肪率(%)	乳脂肪量(g)	移行濃度※(ppb)	移行量※(μg)
ハーブ摂取量(g)	1	-0.06	0.47	0.14	0.93**	0.97**
日乳量(kg)	-0.06	1	-0.46	0.91**	-0.24	0.01
乳脂肪率(%)	0.47	-0.46	1	-0.06	0.56*	0.46
乳脂肪量(g)	0.14	0.91**	-0.06	1	-0.03	0.22
移行濃度※(ppb)	0.93**	-0.24	0.56*	-0.03	1	0.99**
移行量※(μg)	0.97**	0.01	0.46	0.22	0.99**	1

※オイゲノールの移行濃度、移行量 * P<0.05 ** P<0.01

表6 クローブ定量(100g)給与における精油成分移行に関する相関係数

項目	日乳量(kg)	乳脂肪率(%)	乳脂肪量(g)	移行濃度※(ppb)	移行量※(μg)
日乳量(kg)	1	-0.30	0.85*	-0.88*	-0.84*
乳脂肪率(%)	-0.30	1	0.24	0.51	0.47
乳脂肪量(g)	0.85*	0.24	1	-0.62	-0.60
移行濃度※(ppb)	-0.88*	0.51	-0.62	1	0.99**
移行量※(μg)	-0.84*	0.47	-0.60	0.99**	1

※オイゲノールの移行濃度、移行量 * P<0.05 ** P<0.01

量及び乳脂肪率と有意な正の相関が得られ、日乳量とは負の相関で、100gの定量給与においては有意な負の相関が得られた。移行量は、ハーブ摂取量と有意な正の相関であり、乳脂肪率とも正の相関が得られた。

2 精油成分の牛乳中移行濃度の推定

安定した品質のハーブ牛乳を生産するには、精油成分の牛乳への移行濃度を制御する技術が必要となる。このため、移行濃度と有意な相関が得られた項目を用いて、精油成分移行濃度の回帰式を作成した。

レモングラスは摂取量との単回帰式、クローブは摂取量及び乳脂肪率との単回帰式、さらに摂取量と乳脂肪率に乳量を加えた重回帰式で、それぞれ有意な寄与率が得られた。

(レモングラス)

シトラール濃度 = $-4.662 + 0.012 \times \text{摂取量(g)}$: $R^2 = 0.85$

(クローブ)

オイゲノール濃度

= $-13.34 + 0.321 \times \text{摂取量(g)}$: $R^2 = 0.86$

$$\begin{aligned}
 &= -372.3 + 109.2 \times \text{乳脂肪率}(\%) : R^2 = 0.31 \\
 &= 0.583 + 0.297 \times \text{摂取量}(\text{g}) - 2.112 \times \text{乳量}(\text{kg}) \\
 &\quad + 14.80 \times \text{乳脂肪率}(\%) : R^2 = 0.90
 \end{aligned}$$

考 察

乳牛にハーブを給与した場合の精油成分の牛乳中への移行率は低く、多くはふん尿中に直接的に排出される²⁾。牛乳中への移行も、ふん尿と同様に体外への排出と考えられるが、体内備蓄としては脂肪への移行が鶏、豚で確認され、特許出願されている^{3, 4)}。牛乳への移行量は僅かであっても、牛乳の風味及び機能性に影響を及ぼすことが確認されている^{5, 6, 7, 8)}。このため、ハーブ種類による牛乳への移行特性を把握することは、安定した品質のハーブ牛乳を生産するために重要と考える。

乳牛に給与したハーブ精油成分の牛乳中への移行率を今回の試験結果から推定すると、いずれも非常に低い移行率であり、ペパーミントのL-メントールが平均±標準偏差で 8 ± 2.4 ppm、レモングラスのシトラールが 89 ± 54 、クローブのオイゲノールが 53 ± 20 であった。ハーブ中の精油成分含有率は、精油率と精油中の含有率(文献値¹⁾等のほぼ中央値を使用)から推定で求め、供試牛のハーブ摂取量からそれぞれの精油成分摂取量を推定した。ハーブに含まれている精油成分含有率は、ハーブ生産地等による変動幅が大きいようである¹⁾。今回用いた供試ハーブは試験の都度購入したものであるが、購入先(輸入原産地)はほぼ一定していた。当センターにおいて栽培したペパーミント及びレモングラスの精油成分分析値は、ペパーミント(サイレージ、4件平均)が5,645ppmで推定値(5,390ppm)とほぼ一致したが、レモングラスはサイレージ(6件平均)1,936ppm、乾草(14件平均)4,375ppmで、推定値(2,450ppm)とやや差があった。

安定した品質のハーブ牛乳生産や、品質を制御するためには、牛乳への移行濃度推定が必要である。このため、精油成分移行に関係する項目の相関を検討した。移行濃度との相関については、ペパーミントは各項目とも有意な相関が得られなかったが、これはL-メントールの移行濃度が $0.8 \sim 2.6$ ppbと低く、移行濃度幅が狭かったことによる。しかし、ハーブ摂取量との相関係数は0.49と比較的高い相関が得られたため、摂取量から移行濃度を推定することは十分可能である。レモングラスとクローブについては、シトラールの移行濃度が $2.3 \sim 18.8$ ppb、オイゲノールの移行濃度が $10.3 \sim 300$ ppbと範囲も広く、ハーブ摂取量とは共に有意に高い相関が得られた。移行濃度と乳脂肪率との相関については、クローブにおいて

有意な相関が得られ、ペパーミントとレモングラスにおいても有意ではないが正の相関が得られた。しかし、各ハーブとも摂取量と乳脂肪率とは正の相関関係にあるため、摂取量の影響を受けていることも考えられる。移行濃度と日乳量との相関については、ペパーミントとクローブは負の相関が見られ、クローブ定量給与においては有意な負の相関が得られたが、レモングラスは正の相関であった。乳量が多くなると移行濃度が薄まることは十分考えられることであるが、レモングラスでは乳量と共に移行濃度も高くなっている。レモングラスはペパーミントやクローブに比べて、ハーブ摂取量と日乳量の正の相関が高く、摂取量と乳脂肪率の正の相関が低い傾向があり、このことから日乳量と移行濃度が正の相関になったと考えられる。

以上のことから、ハーブ給与による精油成分の牛乳中への移行濃度は、牛のハーブ摂取量から推定することができ、一部乳脂肪率及び乳量にも影響されることが明らかになった。

引用文献

- (1) 武政三男著(1981): スパイス百科事典(三秀書房)
- (2) 草地試験場(2001): 平成12年度畜産対応研究「多様な自給飼料基盤を基軸とした次世代乳肉生産技術の開発」研究推進評価会議資料 52-53
- (3) 肉又は脂肪用の家禽類又は家禽用の飼料: 特願平6-1 52332(1994, 7, 4)
- (4) 家禽類又は家禽類から得られる肉又は脂肪を改良する方法: T365, NFC-1(アメリカ, 1999, 3, 16)
- (5) 安藤貞・西田武弘・石田元彦・河智義弘・加味亜希子・瀬寿美子(2001): 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
- (6) 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
- (7) 高田修・篠倉和己・函城悦司(2001): 乳用牛の生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
- (8) 高田修・篠倉和己・河智義弘・中西克美・鈴木一郎・石田元彦(2002): 乳牛へのハーブ給与による高機能性牛乳の生産: 兵庫農技研究報告(畜産編) 38, 24-28