

緑茶ガラによる乳脂肪黄色度の改善効果の検討

有安則夫*・長尾伸一郎

Effects of green tea grounds feeding on the colour of milk

Norio ARIYASU, Shinichirou NAGAO

要 約

緑茶製造に際して副産物として排出される「緑茶ガラ」はβ-カロテンを高濃度に有しており、ジャージー種の乳脂肪黄色度を向上させる。そこで、ジャージー種搾乳牛を用いて緑茶ガラの添加量を調整した TMR 飼料の給与試験を実施し、乳脂肪色に与える影響について調査を行った。

- 1 緑茶ガラは、水分が 77.7 %、乾物換算で粗蛋白質を 29.1 %、可溶性無窒素分を 50.2 %含んでいた。
- 2 保存性試験ではビートパルプを用いて水分を 56 %に調整したものがフリーク法による評点および評価が高かった。また、いずれの調整方法でも保存前に比較してβ-カロテン含有量が 8 割程度に低下していた。
- 3 給与試験の結果、乳脂肪黄色度はすべての試験区において有意に上昇したが、乳量は 10 %添加区、15 %添加区で有意に減少がし、乳脂肪率や採食量に差は認められなかった。
- 4 農家実証試験の結果、乳脂肪黄色度は給与開始 10 日後から上昇を始め、添加量を 2 %に増すと、さらに上昇する結果となった。

キーワード：緑茶ガラ、ジャージー、エコフィード、乳脂肪黄色度、β-カロテン

緒 言

緑茶製造に際して副産物として排出される「緑茶ガラ」はβ-カロテンを高濃度に有しており、ジャージー種の乳脂肪黄色度を向上させると田辺ら¹⁾は報告している。しかし、田辺らの報告では緑茶ガラの添加量は乾物換算で飼料全体の 10%であり、最小有効添加量や添加限界については不明である。特に緑茶ガラはタンニンを有することから過剰給与は摂食抑制を招く恐れがある。

そこで、ジャージー種搾乳牛を用いて緑茶ガラの添加量を調整した TMR 飼料の給与試験を実施し、乳脂肪色に与える影響について調査を行った。

析法で飼料分析を行った。また、β-カロテン含有量は(財)岡山県健康づくり財団において測定を実施した。

(2) サイレージ化による保存性試験

緑茶ガラの中長期保存を目的に保存性試験を実施した。緑茶ガラのみ的小区、緑茶ガラにビートパルプを重量比で 20%添加して水分を 64 %に調整した区、ビートパルプを重量比で 42%添加して水分を 56 %に調整した区の 3 区を設定し、遮光状態で 60 日間保存後、有機酸組成等の分析に供した。また、保存前後のβ-カロテン含有量についても調査を行った。

材料及び方法

1 緑茶ガラの飼料価値及び保存性調査

(1) 飼料分析方法

水分、粗蛋白質、粗脂肪、可溶性無窒素物、粗繊維、粗灰分の一般 6 成分は公定法により、酸性デタージェント繊維 (ADF)、中性デタージェント繊維 (NDF) はデタージェント分

2 緑茶ガラの飼料給与による泌乳試験

(1) 試験区の設定および試験牛の概要

当研究所繁養ジャージー種成雌牛 4 頭を用い予備試験期間 1 週間、本試験 5 日間を I 期とするラテン手法により給与試験を実施した。試験牛の概要を表 1 に示した。

表1 試験牛の産歴等

	生年月日	産次	最終分娩月日
J-A号	H14. 9. 27	3	H21. 3. 30
J-B号	H16. 3. 25	3	H21. 4. 2
J-C号	H17. 3. 11	2	H20. 9. 10
J-D号	H19. 3. 4	1	H21. 2. 18

(2) 試験期間

平成21年6月～平成21年8月

(3) 給与飼料

給与飼料は保存性や水分調整を考慮して、発酵TMRとした。この飼料設計は、日本飼養標準乳牛編の飼料設計システムにより設計した。

試験区、対照区のTMR混合割合は表2のとおりで、対照区にはアルファルファ乾草を、試験区には緑茶ガラを組み入れ、粗蛋白質にポイントを置いて設計した。試験区である緑茶ガラ区は乾物換算で添加量を調整し、対照区、5%添加区、10%添加区、15%添加区の4区を設定した。

1日給与量(15kg:1日2回給与)を黒いビニール袋に詰め脱気し、このビニール袋

表2 TMR配合量

飼料名	対照区	緑茶ガラ 5%添加区	緑茶ガラ 10%添加区	緑茶ガラ 15%添加区	βカロテン量 (現物中)
緑茶ガラ	0.0	4.0	8.0	12.0	50mg/kg
庄ペンとうもろこし	1.5	1.5	1.5	1.5	0.12mg/kg
濃厚飼料	4.0	4.0	4.0	4.0	0.11mg/kg
アルファルファ乾草	4.5	3.0	1.5	0.0	110mg/kg
スーダン乾草	3.0	3.0	3.0	3.0	6.8mg/kg
オーツ乾草	2.7	2.7	2.7	2.7	86mg/kg
大麦	2.0	2.0	2.0	2.0	0.3mg/kg
リンカル粉末	0.2	0.2	0.2	0.2	0mg/kg
ビートパルプ	2.5	2.5	2.5	2.5	0mg/kg
水	10.5	8.0	5.5	3.0	0mg/kg
給与総量(Kg)	30.9	30.9	30.9	30.9	

3 農家実証試験

(1) 実証試験農家の概要

真庭市蒜山地域内のジャージー牛飼養農家1戸

(2) 飼養形態

フリーストール、パーラー搾乳体系

秋期は昼間放牧

TMR形式による飼料給与

(3) 試験期間

平成21年10月～平成21年12月

(4) 給与飼料

給与飼料は、ビートパルプで水分調整後、サイレージ化した緑茶ガラをTMR原料として、農家の飼料設計により混合割合が乾物換算で1.0%～2.0%なるよう給与した。

15袋をナイロンバックを内袋にしたフレコンバックに保管し、さらに脱気した後、2ヶ月間遮光状態で貯蔵した後に給与した。

また、調製時、調製後40日、60日それぞれについてβ-カロテン含有量の調査を行った。

(4) 調査項目

飼料摂取量、乳量、乳成分、乳脂肪黄色度について調査し、あわせて緑茶ガラの採食添加限界および改善効果がみられる下限値についても調査した。飼料摂取量は、朝夕残飼量を計量して算出した。乳量、乳成分は本試験1日目から5日目まで調査し、乳脂肪率、乳蛋白質率、無脂固形分率はミルコスキャンで測定した。また、乳脂肪黄色度の測定は分光測色計(CM-2600d、ミノルタ)で行い、表色系はYI(ASTM D1925、 $YI = 100 \times (1.28x - 1.06z) \div y$)を使用し、生乳は10℃の低温条件下で測定した。なお、測定にはプラスチック製セルおよび専用の固定台を使用した。

(5) 試験区の設定

群分けによる対照区の設定が困難であったため、牛群全頭により対照期間、試験期間、対照区期間の順に設定し、それぞれ4週間の試験期間とした。

(6) 調査項目

飼料摂取量、乳量、一般乳成分(乳脂肪率、乳蛋白質率、乳糖率、無脂固形分率)、MUNおよび乳脂肪黄色度について調査した。飼料摂取量は朝夕残飼量を計測して算出した。乳量は、期間内の出荷量を搾乳牛頭数で除して1頭あたり乳量とした。一般乳成分、MUNは週3回バルク乳の成分分析を行い、あわせて乳脂肪黄色度については既出の方法で測定した。

結 果

1 緑茶ガラの飼料特性

今回試験に用いた緑茶ガラは、表3に示すように水分が77.7%、乾物中含量で粗蛋白質を29.1%、可溶性無窒素分を50.2%含んでおり、成分はアルファルファ乾草に類似していた。このことから、アルファルファ乾草の代替となる高蛋白飼料としての利用の可能性が考えられた。

また、一般的にいわれる緑茶ガラの成分値と差はなかった。

β -カロテン含量は224mg/DM kgであり、一般的に β -カロテン含量が高いと言われているアルファルファ乾草の7~18倍を保有していた(表4)。

2 保存試験

60日後の発酵品質および β -カロテンの変化について調査した結果、サイレージの品質としては水分を64%に調整した区や現物のまま保存した区と比較して、水分を56%に調整した区が評点で97

点、優の評価を得ており、水分を調整することにより高い品質で保存できることが示された。

また、いずれの調整方法でも保存前に比較して β -カロテン含有量が8割程度に減少していた(表5)。

3 泌乳試験

乳成分等の推移は以下のとおりである(表6)。また、給与試験に用いた発酵TMR中の β -カロテンの含有値は、調整後40日経過時は対照区、5%添加区、10%添加区、15%添加区それぞれで、4.1mg/kg、9.4mg/kg、16.8mg/kg、20.5mg/kgであり、調製時の含有値からやや減少する程度であったが、調製後60日を経過すると3.1mg/kg、8.0mg/kg、12.0mg/kg、18.0mg/kgと全ての区において大幅な減少がみられた(表7)。

給与試験の結果、乳脂肪黄色度は5%添加区、10%添加区、15%添加区すべてにおいて有意に上昇したが、乳量は10%添加区、15%添加区で有意な減少がみられた。また、乳脂肪率や採食量には差は認められなかった。

表3 緑茶ガラ 一般成分値(乾物中)

成分名	成分値(%)
水分*	(77.7)
粗蛋白質	29.1
粗脂肪	6.1
可溶性無窒素分	50.2
粗繊維	11.3
粗灰分	3.3
ADF	30.7
NDF	42.3

*水分のみ現物値

表4 β -カロテン含有量(mg/kg)

品名	乾物中	現物中
緑茶ガラ	224	50
アルファルファ乾草*	12~30	N.D
オーツヘイ*	6~13	N.D
1番草若刈(牧草全般・生草)*	200~320	N.D
トウモロコシサイレージ*	42	17
稲ホールクroppサイレージ	40	15

*日本標準飼料成分表(2001年版)より

表5 保存試験

水分調整剤混合割合	β -カロテン量(現物中)		水分含有率	評点・評価
	(保存前)	(保存後)		
緑茶ガラ(ビート42%添加)	30mg/kg	25mg/kg	56%	97点・優
緑茶ガラ(ビート20%添加)	43mg/kg	30mg/kg	64%	83点・優
緑茶ガラ 現物	50mg/kg	44mg/kg	79%	63点・良

*調整後60日間保存

表6 乳成分等の推移

	対照区	緑茶ガラ 5%添加区	緑茶ガラ 10%添加区	緑茶ガラ 15%添加区
乳量(kg)	20.81±2.84 ^a	20.43±2.70 ^a	18.67±2.66 ^b	17.54±3.31 ^c
採食量(kg)	27.37±3.54	28.71±5.08	26.97±4.92	26.95±6.27
乳脂肪黄色度	14.24±1.42 ^a	15.34±0.79 ^b	15.75±2.45 ^b	16.39±1.24 ^c
乳脂肪率(%)	4.75±0.68	4.72±0.29	4.61±0.33	4.58±0.55

*異符号間に5%の危険率で有意差あり

*採食量は乾物値

表7 TMR飼料中の β -カロテン量の推移

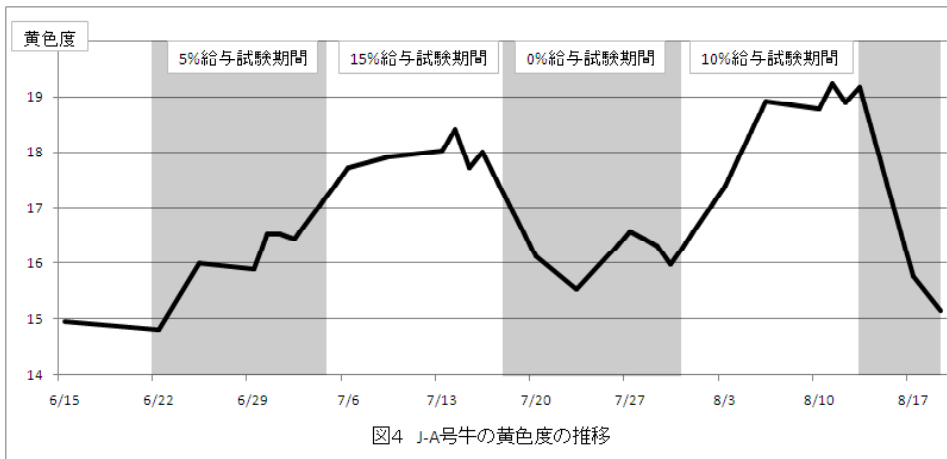
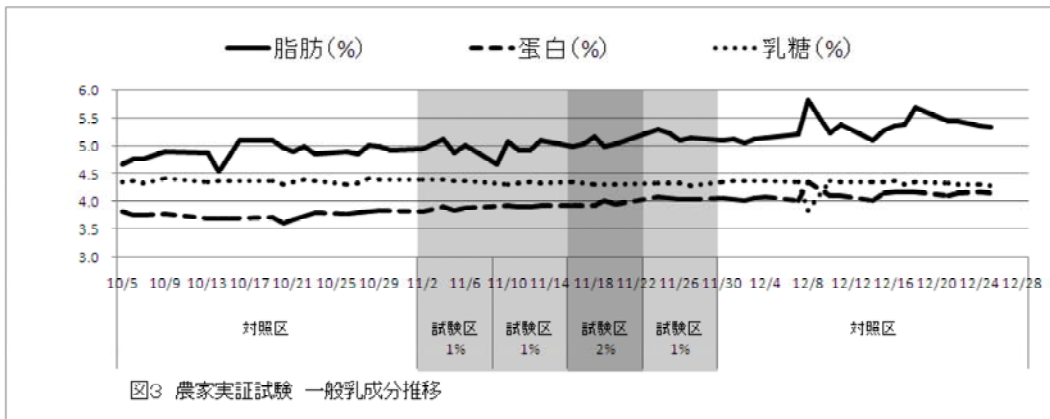
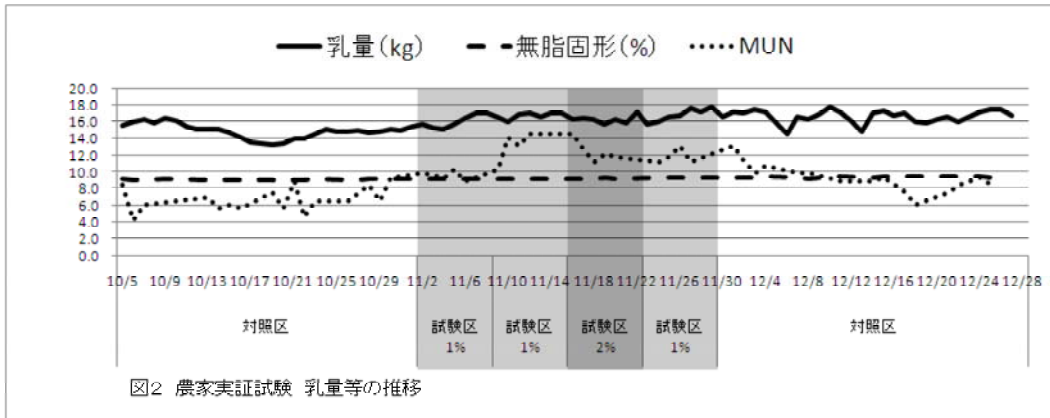
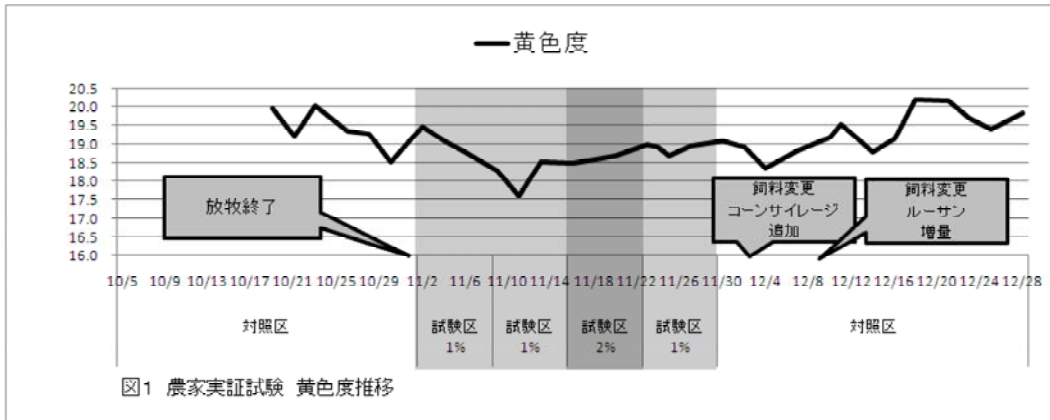
	対照区	緑茶ガラ 5%添加区	緑茶ガラ 10%添加区	緑茶ガラ 15%添加区
調整時	4.9mg/kg	9.7mg/kg	17.0mg/kg	21.0mg/kg
40日経過後	4.1mg/kg	9.4mg/kg	16.8mg/kg	20.5mg/kg
60日経過後	3.1mg/kg	8.0mg/kg	12.0mg/kg	18.0mg/kg

4 農家実証試験

乳脂肪黄色度は図1に示すとおり給与試験開始10日後から上昇を始め、添加量を2%に増すと、さらに上昇するが、給与終了により下降に転じた。一方、対照期間、試験期間とも、乳量および一

般乳成分の大きな変動は認められなかったが、MUNについては11月中旬に急激な上昇が認められた。(図2、図3)

また、試験期間中、特に飼料摂取量の減少や健康状態の不良は認められなかった。



考 察

緑茶ガラは他の食品製造副産物と同様に、排出時の水分が非常に高く、また排出も夏期に集中しており年間で安定していない。そのため、水分調整もしくはサイレージ化による中長期間の保存を行い、安定供給・利用を図る必要がある。今回、乳脂肪黄色度の向上に有効と考えられているβ-カロテンは光、酸素、熱および植物酵素により容易に減少し、牧草においてはサイレージ期間中にも約50%のβ-カロテンが損失するとの報告²³⁾がある。そこで、保存期間中のβ-カロテン等の変動について、サイレージ化および発酵TMR調製後について調査を行った。いずれの調製方法でも40日経過時点では変動はあまり認められなかったが、60日経過時点では保存前に比較して6~8割程度に減少していた。

田辺らの報告ではサイレージ化では変化がなく、発酵TMR調製後で減少しており、この要因としてTMRでは完全な遮光ができなかったことなど、調製時の技術的な問題としている。今回の試験では保存時の遮光はもとより熱に対しても厳重に保存しており、また、緑茶抽出時の熱処理により植物酵素等も失活しているものと考えられるにも関わらず、β-カロテンが消失したことについては課題が残る結果となった。

また給与試験の結果では、乳脂肪黄色度の向上はすべての試験区において有意な上昇が認められた。β-カロテンは体内に一定期間蓄積され、摂取量により徐々に放出されることが一般的に知られているが、今回の試験でも試験区の変更から黄色度の変化までタイムラグがみられたこと、A号牛については15%添加区よりも後半の10%添加区で乳脂肪黄色度が上昇していることから、そのことが裏付けられる結果が得られた。(図4)

しかしながら、採食量は有意な差はないものの10%添加区、15%添加区で減少傾向にあった。また、乳量は10%添加区、15%添加区で有意な減少がみられており、採食量の減少が乳生産に影響を及ぼしたと推察された。このことから10%以上の添加は生産性に悪影響を及ぼすと考えられた。田辺らの試験でも10%添加により、有意な差はないものの乳量は減少傾向を見せており、同様の結果と考える。

農家実証試験は、フリーストール・パーラー搾乳体系のジャージー牛飼養農家を1戸選定して実施した。当農家は夏期に放牧を行っており、例年10月下旬の終牧により乳脂肪黄色度が低下している。生草中にはもともとβ-カロテンが豊富に含まれていることから、放牧期間中は高い値で推

移するが、10月以降は終牧間際ということもあり、放牧場の草質は低下しておりβ-カロテンの含有量も減少しているため、乳脂肪黄色度が減少傾向にあると考えられる。

今回、給与試験開始によりβ-カロテンの含有率の高い緑茶ガラが給与されたことにより、体内に蓄積され始め、給与開始10日後から乳脂肪黄色度が上昇を始めている。そして添加量を2%に増すと、さらに上昇を認めるが、給与終了により下降に転じており、当所での試験と同様に飼料摂取から乳脂肪黄色度の変化まで若干のタイムラグが認められている。

また飼料設計の変更により、12月上旬からコーンサイレージを、中旬からはルーサン乾草をTMRに加えている。日本標準飼料成分表ではコーンサイレージには42mg/DM kgで、ルーサン乾草には12~30mg/DM kgとしてβ-カロテンが含まれていると示されている。今回の試験ではそれぞれのβ-カロテン量を測定していないが、給与開始に伴い上昇が認められていることから、これに影響を受けたものと考えられる。

乳量、一般乳成分(乳脂肪率、乳蛋白質率、乳糖率、無脂固形分率)およびMUNの変化を図2、3に示している。対照期間、試験期間とも、乳量および一般乳成分の大きな変動は認められなかったが、MUNについては大きな変動が認められた。これは10月下旬までは放牧されており、放牧地の草質に多分に影響を受け、変動が激しかったと考えられる。

また、放牧終了時にはTMRのメニューを変更しており、特に大豆粕が混合開始されたことによりMUNが高値になったと思われる。一方で、MUNが設計よりも高値となったことから、大豆粕の給与量を調整したため、その後MUNが低下している。

なお、緑茶ガラは粗蛋白質が高いが今回の試験では添加量が少ないことから、MUNの変動に直接影響したとは考えにくい。

また、今回の試験の結果から、緑茶ガラは高蛋白飼料としてアルファルファ乾草の代替として用いることが可能であると考えられた。今回の当所での給与試験と同様にTMR配合量で、乾物中に5%を添加した場合、アルファルファ乾草1.5kgを緑茶ガラに置き換えることが可能となる。アルファルファ乾草を50円/kgとすると、50頭搾乳規模のジャージー牛農家で年間約137万円の飼料費が削減可能となる。実際には輸送費等のコストも必要となるが、それを考慮しても経営的なメリットは大きいと考えられる。

以上から、緑茶ガラはβ-カロテン含量が非常に高い高蛋白な食品製造副産物であり、水分調整

により良質な発酵および保存が可能である。また、添加量に比例して乳脂肪黄色度が向上するが、乾物換算で5%添加までであれば、嗜好性及び泌乳性に問題がなく、乾物換算で1%の添加で乳脂肪黄色度の向上に効果があることが判明した。

引用文献

- 1) 田辺裕司・秋山俊彦・栗木隆吉・谷田重遠(2003)：地域食品製造副産物を利用した高機能畜産物の生産技術の開発－緑茶ガラによるジャージー牛乳黄色度の改善効果－。岡山県総合畜産センター研究報告第15号 11-16.
- 2) 小林亮英・山崎昭夫・三上昇・蔦野保(1986)：アルファルファとオーチャードグラスの β -カロテン含量に及ぼす貯蔵方法の影響。日畜会報, 57, 881-886.
- 3) Y. W. Park, M. J. Anderson, J. L. Walters, and A. W. Mahoney(1983)：Effects of processing methods and agronomic variables on carotene contents in forages and predicting carotene in alfalfa hay with near-infrared-reflectance spectroscopy. J. Dairy Sci., 66, 235-245.