

ル - メン機能からみた夏季の乳量低下防止対策の検討
Studies on anti summer lower milk yield in the function of rumen

内村誠・松岡恭二¹⁾・武石秀一²⁾

要 旨

乳牛への暑熱ストレスは体感温度、体温、ル - メン内温度と相関が高く、夏期の高温多湿時にはル - メン内最低温度は高く、逆にル - メン内 PH は低くアシド - シス傾向となるため、十分な養分摂取ができず乳量生産の減少率は増大する。そこで、ルーメン機能の改善につながる繊維分解酵素(E)の投与やアシド - シス予防に用いられているバッファー(重曹)の添加効果、第1胃刺激用具として利用されるルーメンファイブ(RF)の効果を確認した。その結果、繊維分解酵素やバッファーによる顕著な養分摂取量減少抑制効果を認めることはできなかったが、第1胃刺激用具には有効性が認められた。

(キーワード: ル - メン、バッファー、繊維分解酵素、フィステル)

背景及び目的

年々、乳牛の高泌乳化が進み1日当たり産乳量が高くなるほど乳牛の代謝に伴う熱生産量は多くなり、分娩後の負のエネルギー - バランスや暑熱などのストレスは乳牛への負担を増大させている。特に乳用牛の大部分を占めるホルスタイン種は寒さには比較的強い反面、暑さには弱い特徴があり、九州地域を中心とした西南暖地では7 ~ 9月の3ヶ月間は、一日平均気温が24 以上になる。このため乳用牛は体の諸機能を動員して暑熱の影響を軽減させ適応し始めるため、ストレスに晒された場合、乳牛の不調は飼料に対する採食反応に現れ、熱発生量の多い高泌乳牛ほど生産性低下が大きくなっている。効率的な酪農経営を行うためには飲用乳の消費が増え生乳の需要が増大する夏乳価期(6 ~ 11月)に生乳出荷量を伸ばすことができれば、経営所得の拡大が可能となる。

そこで、夏期のル - メン機能の実態を把握し、ル - メン機能の改善につながる繊維分解酵素(E)の投与やアシド - シス予防に用いられているバッファー(重曹)の添加効果、第1胃刺激用具として利用されているル - メンファイブ(RF)の効果を確認し、添加量、添加方法、組み合わせ等の効果的なル - メン機能の改善技術について究明、検証したので報告する。

試験方法

試験1 夏期の暑熱環境下の泌乳性低下状況の調査、およびフィステル装着牛を利用してル - メン機能低下の要因解明

- (1) 夏期における畜舎内温度の推移と泌乳状況調査
- (2) フィステル装着牛を利用したル - メン内温度測定
- (3) フィステル装着牛を利用した経時的胃汁採取によるPH測定

試験2 重曹を用いてル - メン機能改善方法の検討と乳量、乳質等への影響を検討

(1) 処理区分

区6頭、区5頭の供試牛で反転試験を実施

| 区分 | 予備期 | 1期 | 2期 | 3期 |
|----|-----|-----|-----|-----|
| 区 | 添加 | 添加 | 無添加 | 添加 |
| 区 | 添加 | 無添加 | 添加 | 無添加 |

(2) 試験期間

| | |
|----------|-------------|
| 1期3週間で実施 | 2008年 |
| 予備期 | 6/25 ~ 7/15 |
| 1期 | 7/16 ~ 8/5 |
| 2期 | 8/6 ~ 8/26 |
| 3期 | 8/27 ~ 9/16 |

1) 大分県玖珠家畜保健衛生所 2) 大分県畜産振興課

(3) 供試試料

重曹（商品名：アルファマックス）200g（給与飼料乾物量 ×0.75 %）を完全混合飼料（TMR）にトップドレス後攪拌給与

(4) 調査項目

採食量、体重、乳量、乳成分（乳脂肪・乳蛋白・乳糖・無脂固形・全固形）、血液成分（全血・血清）

試験3 EとRのル-メン機能改善効果について検証

(1) 処理区分

区 4 頭 × 4 区の供試牛で反転試験を実施

| 区分 | R F | 予備期 | 1 期 | 2 期 | 3 期 |
|----|-----|------|------|------|------|
| 区 | 無投与 | E 添加 | E 添加 | 無添加 | E 添加 |
| 区 | " | E 添加 | 無添加 | E 添加 | 無添加 |
| 区 | 投与 | E 添加 | E 添加 | 無添加 | E 添加 |
| 区 | " | E 添加 | 無添加 | E 添加 | 無添加 |

(2) 試験期間

| | |
|-------------|-------------|
| 1 期 4 週間で実施 | 2009 年 |
| 予備期 | 6/4 ~ 6/24 |
| 1 期 | 6/25 ~ 7/22 |
| 2 期 | 7/23 ~ 8/19 |
| 3 期 | 8/20 ~ 9/16 |

(3) 供試試料

E（商品名：イ-スチャ-E）30g を TMR にトップドレス後攪拌して給与

R F 3 個を第 1 胃内に投与（図 1）

(4) 調査項目

採食量、体重、乳量、乳成分（乳脂肪・乳蛋白・乳糖・無脂固形・全固形）、血液成分（全血・血清）

結果及び考察

試験 1

2004 ~ 2007 年度まで 4 年間の当場における一日一頭当たり乳量をみると、例年 7 ~ 10 月に 30kg 以下に落ち込み、特に 9 月が最も低くなっている。

暑熱ストレスを 7 月から受け始め蓄積されて 9 月にピークになっていることが伺われた（図 2）。

2007 年度の一日一頭当たり乳量と畜舎内の温度推移を比較すると、畜舎内温度が 20 を超える 6 月から暑熱ストレスの感作を受け、徐々に乳量が減少し始め、30kg を下回るようになり、20 以下になる 11 月まで継続していた。畜舎内温度のピークは 8 月であるが、乳量低下のピークは遅れて 9 月になっていた（図 3）。

フィステル装着牛のル-メン内温度を一年を通してみると最高温度は春から冬の一年間を通して 39.5 ~ 40.0 とほとんど変化はみられないが、最低温度は冬から春に 37.0 前後に下がるのに対して、夏から秋にかけては 37.5 を下回らないため、平均温度も高めに推移していた（図 4）。

同様にフィステル装着牛のル-メン内 PH を一年を通してみると、ル-メン内平均温度が高くなると PH 値は下がり夏から秋にかけて 6.0 を下回るようになり、ル-メン内がアシド-シス化していることが伺われた（図 5）。

試験 2

供試牛 区 6 頭、区 5 頭で、分娩時期、乳量が対比できることと予備を見込んで試験を開始したが、区 3 頭、区 1 頭、疾病が原因で試験途中で除外となり、結果は 区 3 頭、区 4 頭を採用した（表 1）。

供試試料の重曹は 20kg 風袋の価格が 2,730 円（税込み）であり、従って一日一頭当たりの規準給与量 200g の価格は 27.3 円（税込み）と安価なものであったが、苦みのためか嗜好性が悪く、TMR にトップドレス後、十分に攪拌する必要があった。

試験期間中の飼料摂取量をみても、乾物（DM）、粗蛋白質（CP）、可消化養分総量（TDN）の 3 項目とも添加区の方が劣っていた（表 2）。

乳量・乳成分をみると添加区、無添加区両区とも予備期に比べると、体重が増加しているため試験は順調であったことが伺われるが、乳量、乳蛋白質、乳糖、無脂固形分、全固形分には差はなかった。唯一、乳脂肪において添加区 3.96%、無添加区 3.77% と添加区が高く差がみられたが、有意差は認められず、乳脂補正乳量（FCM 乳量）に換算して

も添加区 29.57kg、無添加区 29.31kg と差は全くみられなかった（表 3）。試験期間中の血液成分結果は添加区、無添加区ともに正常範囲内で推移し差はみられなかったことから、試験が順調に実施されたことを表している（表 4）。

以上の試験 2 の結果では、重曹の添加効果を正確に認めることはできなかった。

試験 3

供試牛は R F 無投与の 区、 区ともに各 4 頭、R F 投与の 区、 区も同じく各 4 頭と、分娩時期、乳量が対比できることと予備を見込んで試験を開始したが、結局、 区から 区は各々 1 頭、 区は 2 頭が疾病が原因で試験途中で除外となり、結果は 区から 区は 3 頭、 区 2 頭を採用した（表 5）。

供試試料の繊維分解酵素であるイ - スチャ - E は 10kg 風袋の価格が 23,100 円（税込み）、一日一頭当たりの規準給与量 30g と少量で価格は 69.3 円（税込み）とと高価なものであったが、原材料に酵母や枯草菌等を含んでいるため香りが強くて嗜好性が悪く、TMR にトップドレス後、十分に攪拌しても採食性が劣った。

R F は乳用牛用のものを 1 頭につきル - メン内に 3 個投与したが、価格は 1 個 2,835 円（税込み）であり、1 頭分では 8,505 円となった。R F はいったん投与すると排泄されない限り、手を加えないでも効果は持続するため手軽ではあるが、しかし、試験 3 では 8 頭の試験牛に投与したが、内 1 頭に食道梗塞を引き起こし逆流した流涎により異物性肺炎に至り、死産たらしめたことから R F の投与には熟練が必要である。

乳量・乳成分をみると R F 無投与の E 添加区、E 無添加区、R F 投与の E 添加区、E 無添加区の全区とも予備期に比べると、体重が増加していることで試験は順調であったことが伺われる。R F 無投与における E 添加区、E 無添加区、R F 投与における E 添加区、E 無添加区、R F 無投与と R F 投与の比較をすると、乳量、乳脂肪、乳糖、全固形分に差はみられなかったが、乳蛋白質と無脂固形分において R F

無投与の E 添加区でそれぞれ 3.19%、8.63%、R F 投与の E 添加区でそれぞれ 3.39%、8.87%、と有意差がみられた。F C M 乳量に有意差はみられなかった（表 6）。

試験期間中の血液成分結果は R F 無投与、および R F 投与の E 添加区、E 無添加区ともに正常範囲内で推移し特別な変化はみられなかったことから、試験が順調に実施されたことを表している（表 7）。

乳牛への暑熱ストレスは体感温度、体温、ル - メン内温度と相関が高く、夏期の高温多湿時には、ル - メン内最低温度は高く、逆に P H は低くアシド - シス傾向となるため、十分な養分摂取ができず乳量生産率は大きく減少した。バッファ - や繊維分解酵素の養分摂取量増進効果を的確に認めることはできなかったが、従来からアシド - シスの予防や治療として効果的だと言われているので、確実にル - メン内に投与できれば、暑熱対策の一手法としては有効だと考えられる。両者とも嗜好性が劣るので、暑熱の影響の兆しのある乳用牛に絞って治療を主眼としたル - メン内投与が効率的な対処利用法だと考えられる。

第一胃刺激用具としての R F は、ある程度の暑熱効果を期待でき、また一度、投与すればル - メン内に終生留まるため、毎年の暑熱期に有効だと考えられるが、誤嚥事故の可能性が高く、熟練が必要である。

参考文献

- 1) 横山学,浅岡壮平,梅田剛利,北崎宏平,古賀康弘 . 繊維分解酵素添加による飼料消化率の向上 . 2004 .
- 2) 松山 裕城, 堀口 健一, 高橋 敏能, 萱場 猛夫, 石田 元彦, 塩谷 繁, 西田 武弘, 細田 謙次, 額爾敦 巴雅爾 . 濃厚飼料多給与条件下の去勢牛における第一胃刺激用具の投与が咀嚼行動、第一胃収縮運動、第一胃通過速度および第一胃内容液性状に及ぼす影響 . 日本畜産学会報,2004 .



図 1 ル - メンファイブ (試験 - 3)

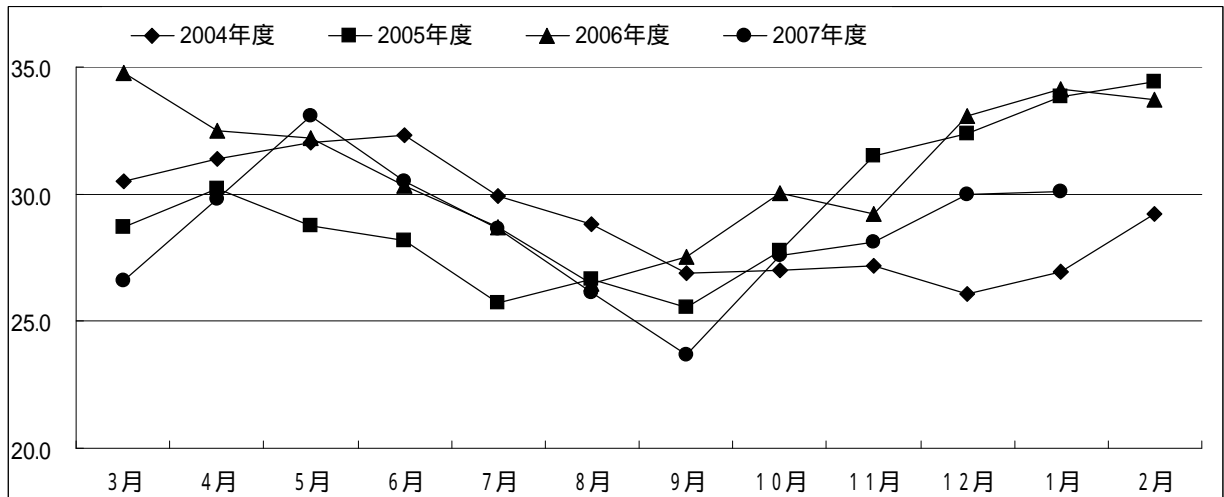


図 2 年度別一日一頭当たり乳量(kg) (試験 - 1)

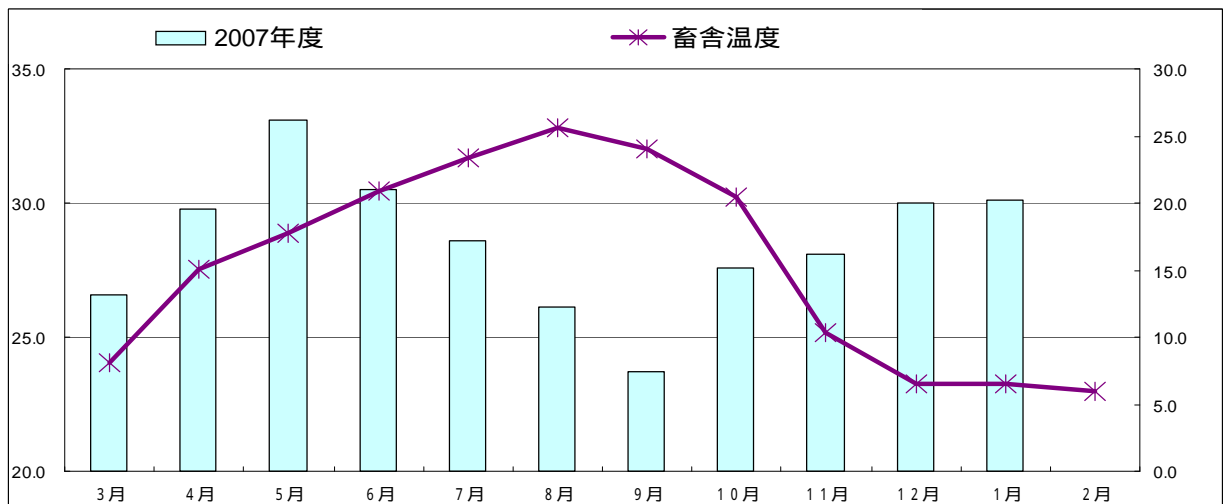


図 3 一日一頭当たり乳量と畜舎内温度の推移 (試験 - 1)

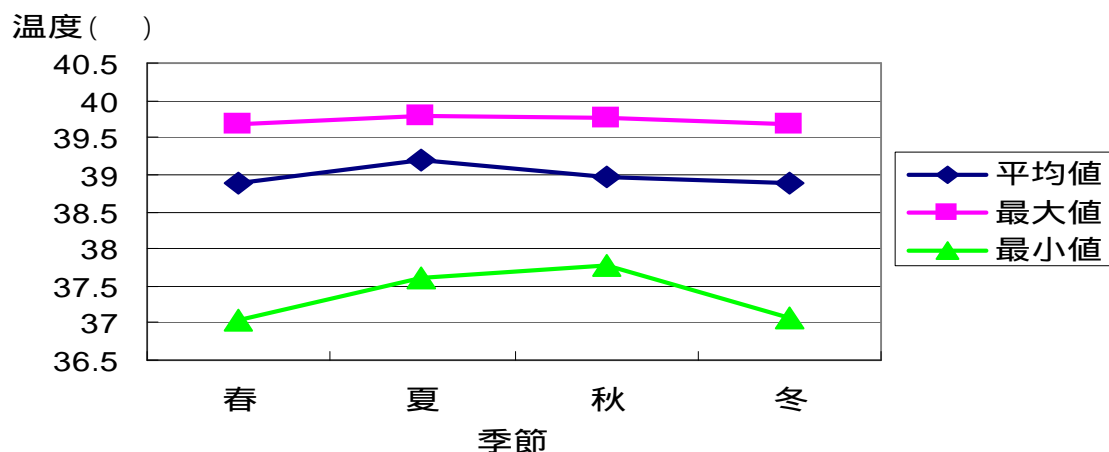


図4 ル - メン内温度の推移 (試験 - 1)

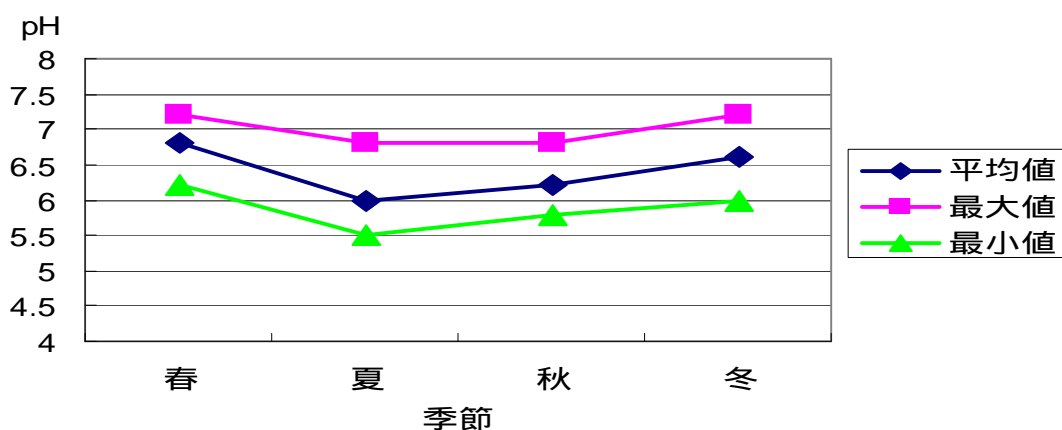


図5 ル - メン内 pH の推移 (試験 - 1)

表 1 試験牛の概要 (試験 2)

| 処理区分 | 名 号 | 産 歴 | 最終分娩月日 | 試験開始時乳量 | 備 考 |
|------|-------|-----|-----------|-----------|-------------|
| 区 | 1 号 | 3 | H20. 3.27 | 42.6 (kg) | |
| | 2 号 | 3 | H19.10. 3 | 37.2 | 試験途中に乳房炎で除外 |
| | 3 号 | 3 | H19.11.15 | 40.6 | 試験途中に疾病で除外 |
| | 9 号 | 5 | H19.11. 1 | 34.4 | |
| | 2 3 号 | 3 | H20. 3.21 | 43.7 | |
| | 2 6 号 | 2 | H20. 3.21 | 38.0 | 試験途中に乳房炎で除外 |
| 区 | 1 8 号 | 3 | H19. 7.16 | 35.0 | |
| | 1 9 号 | 4 | H19. 9.18 | 38.2 | 試験途中に疾病で除外 |
| | 3 1 号 | 4 | H20. 2.25 | 41.4 | |
| | 3 2 号 | 2 | H20. 3.25 | 51.1 | |
| | 3 8 号 | 4 | H20. 2.21 | 33.4 | |

表2 飼料摂取量(試験2)

| 区 分 | 予備期 | 添加区 | 無添加区 |
|---------|-------|-------|-------|
| DM(kg) | 21.92 | 20.72 | 21.42 |
| CP(kg) | 3.03 | 2.81 | 2.91 |
| TDN(kg) | 15.15 | 14.13 | 14.63 |

表3 体重・乳量・乳質(試験2)

| 区 分 | 予備期 | 添加区 | 無添加区 |
|-----------|--------|--------|--------|
| 体重 (kg) | 620.17 | 658.56 | 687.33 |
| 乳量 (kg) | 32.73 | 29.82 | 30.39 |
| 脂肪 (%) | 3.95 | 3.96 | 3.77 |
| 蛋白 (%) | 3.17 | 3.37 | 3.36 |
| 乳糖 (%) | 4.52 | 4.45 | 4.53 |
| 無脂固形(%) | 8.67 | 8.82 | 8.89 |
| 全固形 (%) | 12.64 | 12.77 | 12.66 |
| FCM乳量(kg) | 32.48 | 29.64 | 29.34 |

表4 血液検査結果(試験2)

| 区 分 | 予備期 | 添加区 | 無添加区 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| WBC($10^2/\mu\text{L}$) | 87.50 | 76.56 | 77.33 |
| RBC($10^4/\mu\text{L}$) | 576.33 | 601.78 | 582.44 |
| HGB (g/dL) | 9.63 | 9.89 | 9.80 |
| HCT (%) | 27.70 | 27.90 | 27.53 |
| GOT (U/L) | 73.17 | 70.44 | 71.33 |
| GGT (U/L) | 36.00 | 28.78 | 32.22 |
| TP (g/dL) | 7.02 | 6.54 | 6.16 |
| T-cho (mg/dL) | 178.50 | 156.78 | 150.44 |
| BUN (mg/dL) | 12.62 | 9.58 | 8.74 |
| NH ₃ ($\mu\text{g/dL}$) | 489.50 | 321.33 | 385.11 |
| Ca (mg/dL) | 9.80 | 9.04 | 8.89 |
| IP (mg/dL) | 6.47 | 6.20 | 6.10 |

表5 試験牛の概要(試験3)

| 処理区分 | 名 号 | 産歴 | 最終分娩月日 | 試験開始時乳量 | 備 考 |
|------|-----|----|-----------|---------|---------------|
| 区 | 1号 | 3 | H20. 3.27 | 22 (kg) | 試験途中に乳房炎で除外 |
| | 5号 | 2 | H21. 3. 4 | 47 | |
| | 8号 | 1 | H21. 1. 3 | 29 | |
| | 23号 | 4 | H20.12.28 | 31 | |
| 区 | 13号 | 2 | H21. 4.22 | 47 | 試験途中に疾病で除外 |
| | 14号 | 2 | H21. 2.13 | 29 | |
| | 18号 | 4 | H21. 2.13 | 53 | |
| | 19号 | 1 | H20.11.11 | 34 | |
| 区 | 24号 | 1 | H21. 2. 8 | 31 | 試験途中に疾病で殺処分除外 |
| | 26号 | 3 | H21. 2.22 | 37 | |
| | 28号 | 4 | H20.11. 4 | 32 | |
| | 29号 | 5 | H20. 9.27 | 25 | |
| 区 | 32号 | 2 | H20. 3.25 | 21 | 試験途中に疾病で殺処分除外 |
| | 35号 | 2 | H21. 3. 1 | 48 | |
| | 36号 | 2 | H21. 2. 6 | 46 | |
| | 39号 | 1 | H20. 9.26 | 21 | |

平成 21 年度試験成績報告書

表6 体重・乳量・乳質(試験3)

| 処理 | 区 分 | | 予備期 | 添加区 | 無添加区 |
|---------|-------------|--|----------------|----------------|----------------|
| R F無投与区 | 体重 (kg) | | 608.09 ± 52.23 | 620.33 ± 62.64 | 620.59 ± 48.84 |
| | 乳量 (kg) | | 32.54 ± 6.58 | 27.28 ± 9.41 | 29.35 ± 7.07 |
| | 脂肪 (%) | | 4.10 ± 1.23 | 4.15 ± 1.34 | 3.46 ± 0.97 |
| | 蛋白 (%) | | 3.20 ± 0.23 | * 3.19 ± 0.19 | 3.18 ± 0.26 |
| | 乳糖 (%) | | 4.54 ± 0.25 | 4.44 ± 0.27 | 4.48 ± 0.17 |
| | 無脂固形(%) | | 8.73 ± 0.35 | * 8.63 ± 0.29 | 8.66 ± 0.35 |
| | 全固形 (%) | | 12.83 ± 1.44 | 12.56 ± 1.56 | 12.12 ± 1.15 |
| | F C M乳量(kg) | | 32.70 ± 7.34 | 26.74 ± 7.38 | 26.71 ± 6.48 |
| R F投与区 | 体重 (kg) | | 656.40 ± 79.41 | 656.63 ± 77.86 | 685.71 ± 85.86 |
| | 乳量 (kg) | | 33.76 ± 7.88 | 28.56 ± 5.61 | 30.01 ± 7.49 |
| | 脂肪 (%) | | 4.38 ± 1.19 | 4.16 ± 0.71 | 3.90 ± 0.79 |
| | 蛋白 (%) | | 3.31 ± 0.12 | * 3.39 ± 0.26 | 3.26 ± 0.25 |
| | 乳糖 (%) | | 4.59 ± 0.18 | 4.48 ± 0.22 | 4.47 ± 0.15 |
| | 無脂固形(%) | | 8.90 ± 0.21 | * 8.87 ± 0.32 | 8.66 ± 0.26 |
| | 全固形 (%) | | 13.28 ± 1.29 | 12.84 ± 1.05 | 12.50 ± 0.95 |
| | F C M乳量(kg) | | 34.94 ± 6.62 | 28.96 ± 4.60 | 29.40 ± 7.69 |

* 有意差あり (P < 0.05)

表7 血液検査結果(試験3)

| 区 分 | 正常範囲 | R F無投与区 | | | R F投与区 | | |
|------------------------------|-------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 予備期 | 添加区 | 無添加区 | 予備期 | 添加区 | 無添加区 |
| W B C (10 ² /μ L) | 78.1 ± 19.4 | 103.17 | 104.00 | 95.00 | 94.60 | 90.75 | 81.29 |
| R B C (10 ⁴ /μ L) | 610 ± 64 | 634.83 | 634.56 | 649.22 | 575.20 | 603.25 | 585.29 |
| H G B (g/dL) | 10.8 ± 1.8 | 9.88 | 9.93 | 10.11 | 9.48 | 10.00 | 9.71 |
| H C T (%) | 31.6 ± 4 | 27.93 | 28.19 | 28.63 | 26.82 | 28.45 | 27.66 |
| G O T (U/L) | 40~70 | 29.83 | 44.44 | 45.67 | 32.00 | 36.50 | 38.29 |
| G G T (U/L) | 5~30 | 22.17 | 28.44 | 24.44 | 22.40 | 26.50 | 21.14 |
| T P (g/dL) | 6.0~8.0 | 5.30 | 5.99 | 6.14 | 5.42 | 5.78 | 5.40 |
| T-cho (mg/dL) | 80~305 | 156.33 | 148.11 | 166.89 | 150.80 | 159.13 | 134.43 |
| B U N (mg/dL) | 6~23 | 7.60 | 9.92 | 11.28 | 8.04 | 10.95 | 10.23 |
| N H 3 (μ g/dL) | 50~250 | 354.67 | 320.78 | 337.22 | 380.20 | 375.13 | 427.14 |
| C a (mg/dL) | 9.0~11.5 | 6.67 | 7.11 | 7.54 | 6.26 | 6.48 | 6.14 |
| I P (mg/dL) | 3.9~7.8 | 6.05 | 5.31 | 5.77 | 5.30 | 5.31 | 4.79 |
| T-BIL (mg/dL) | 0.01~0.47 | 0.27 | 0.23 | 0.38 | 0.24 | 0.33 | 0.29 |
| C R E (mg/dL) | 1.2~2.0 | 0.87 | 0.91 | 0.96 | 0.86 | 0.99 | 1.04 |