

乳牛飼料のそしゃく時間の差異が高泌乳牛の泌乳初期の産乳性に及ぼす影響

| | |
|-------|--|
| 誌名 | 愛知県農業総合試験場研究報告 = Research bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center |
| ISSN | 03887995 |
| 著者 | 高橋, 昭彦 川村, 悌志 加藤, 泰之 杉浦, 了 |
| 巻/号 | 21号 |
| 掲載ページ | p. 289-294 |
| 発行年月 | 1989年11月 |

乳牛飼料のそしゃく時間の差異が高泌乳牛の泌乳初期の産乳性に及ぼす影響

高橋昭彦*・川村悌志*・加藤泰之*・杉浦 了*

緒 言

乳牛は、消化生理を安定させ、乳生産を効率的に行うため飼料中に一定量の繊維を必要とする。

著者らは、飼料中のNDF（中性デタージェント繊維）水準が高泌乳牛の泌乳初期の産乳性に及ぼす影響について検討し、飼料乾物中のNDF水準は35%程度が適当であると報告した。しかし、飼料の繊維量が同一の場合でも繊維（飼料）のサイズが小さく、第一胃に対する刺激が低い場合、第一胃活動の低下や異常発酵を誘起し、低脂肪乳が発生する。このことは、第一胃容積により飼料の最大可食量が制限され、したがって、物理性の低い穀類を中心とした高エネルギー飼料の給与が不可避となる泌乳初期において観察される事が多い。

本試験では、飼料のNDF水準を35%に維持し、且つ、飼料の物理性の指標として採食時間と反すう時間を組み合わせ、そしゃく時間を用い、その差異が高泌乳期の産乳性に及ぼす影響について検討した。

なお、本試験は、当場を始め7都県の試験場による協定研究「乳牛における繊維・澱粉質飼料の効率的給与技術の確立」で行った第Ⅱ期試験成績の当场分を取りまとめたものである。

材料及び方法

1 供試牛

供試牛は、2~4産のホルスタイン種9頭で試験期間中の一日平均乳量30kg以上期待されるものを用いた。

2 試験区分

試験区分は、給与飼料の乾物1kg当たりのそしゃく時間の差により短区、中区、長区の3区を設定し、各区に供試牛を3頭ずつ割り当てた。

なお、そしゃく時間(分/DM・kg)は飼料の乾物1kg

当たりの採食時間と反すう時間の合計で表した。

試験期間は、分娩前2週から分娩後15週までで、本試験は、分娩後5日目から105日間とした。試験は、1987年10月から1988年3月の間に実施した。

3 供試飼料及び飼料給与

飼料の配合割合及び養分組成は第1表に示した。

供試飼料は、乾物1kg当たりのそしゃく時間により短区、中区、長区の3水準としたが、その実測値(分/DM・

第1表 供試飼料の配合割合と養分組成

| 区 分 | 短区 | 中区 | 長区 | CT ⁴⁾ |
|--------------------|------|------|------|------------------|
| 配合割合 ¹⁾ | | | | |
| 切断チモシー乾草 | 6.5 | 12.8 | 19.4 | 90.0 |
| 大豆皮 | 19.0 | 12.5 | 5.9 | 8.4 |
| ハイキューブ | 3.4 | 3.1 | 3.0 | 44.3 |
| ルーサンミール | 3.0 | 3.1 | 3.3 | 36.9 |
| ビートパルプ | 7.0 | 7.3 | 8.4 | 31.0 |
| 大豆粕 | 6.2 | 6.4 | 6.8 | 15.0 |
| トウモロコシ | 18.0 | 19.2 | 19.8 | 15.0 |
| 大麦 | 8.8 | 8.6 | 8.0 | 15.0 |
| フスマ | 4.2 | 4.3 | 3.8 | 18.0 |
| 糖蜜 | 2.7 | 2.1 | 1.7 | — |
| アマニ粕 | 5.3 | 5.6 | 5.9 | 6.0 |
| 脱脂米ヌカ | 13.7 | 12.8 | 11.8 | 6.0 |
| ミネラル等 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | — |

養分組成²⁾

| | | | |
|-------------------------|------|------|------|
| 乾物 | 87.9 | 87.9 | 87.9 |
| T D N | 74.6 | 74.5 | 74.1 |
| C P | 16.4 | 16.4 | 16.4 |
| N D F | 35.3 | 35.2 | 35.2 |
| 粗繊維率 ³⁾ | 16.8 | 16.4 | 16.3 |
| N C W F E ³⁾ | 27.4 | 27.6 | 27.2 |
| 澱粉 ⁴⁾ | 17.9 | 18.4 | 18.4 |
| C T ⁴⁾ | 19.1 | 24.3 | 30.0 |

注1) 原物中%

2) 乾物中%

3) 酵素法による非構造性炭水化物総量

4) そしゃく時間: 分/DM・kg, Sudweekら

kg)は、短区22.1、中区25.6、長区31.9であった(第2表)。なお、3飼料共に可消化養分総量(TDN)は乾物中75%、粗蛋白質(CP)は17%を基準とした。

飼料給与法は、分娩予定日の2週間前から飼料馴致のため、TDN比で供試飼料60%と乾草40%を混合し、日本飼養標準(1987年版)TDN要求量の100%量を給与した。分娩直後からは、供試飼料のみ混合し自由採食とした。なお、供試飼料は選択採食防止のため、水分約40%に加水調整した。

4 調査項目

飼料摂取量は毎日測定した。残飼料の水分測定は、毎日試料を100g採取し各個体ごとに1週間分をまとめて、100℃24時間乾燥して求めた。

体重は、週1回、午後2時に測定した。

乳成分は、搾乳毎に試料を採取し、乳脂率及び無脂固形分率(SNF率)、乳蛋白質をミルコスキャンで測定した。

血液及び第一胃内容液は、分娩後1、5、9及び13週の4回、午後1時から2時の間に採取し、分析に供するまで-20℃で保存した。

血液のヘマトクリット値は毛細管法で測定した。血液成分は、血しょう成分を測定した。

アルブミン、グルコース、尿素態窒素、総蛋白質は、オートアナライザーで、また、カルシウム、マグネシウム、総リンは、ミネラルオートアナライザーを用いて、

第2表 供試飼料のそしゃく時間

| 項目 | 短区 | 中区 | 長区 |
|-------------|--------|--------|---------|
| 採食時間(分) | 9.9 | 10.6 | 12.4 |
| 反すう時間(分) | 13.1 A | 15.5 | 19.6 B |
| CT(分/DM・kg) | 22.1 A | 25.6 a | 31.9 Bb |

注 実測値

異符号間に有意差A, B (P<0.01), a, b (P<0.05)

それぞれ測定した。

第一胃内容液のpHはガラス電極法で測定した。また、アンモニア態窒素及び低級脂肪酸(VFA)は、オートアナライザーで測定した

結 果

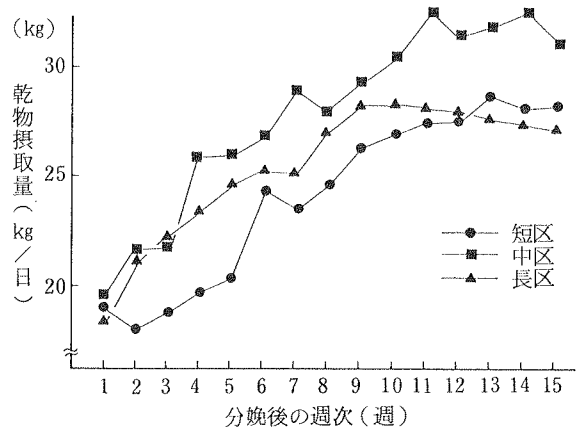
1 飼料、養分摂取量及び増体指数

養分摂取量、養分充足率及び増体指数の比較を第3表に、また、週次別の乾物摂取量の推移を第1図に示した。

乾物摂取量の週次別の推移は、中区が最も高く推移し、次いで長区、短区の順であった。このため、乾物摂取量の平均値は、中区が最も高く、次いで長区、短区の順となったが平均値間に有意差は認められなかった。

TDN摂取量、CP摂取量は、乾物摂取量を反映して、中区が最も高く、次いで長区、短区の順となった。

TDN充足率及びCP充足率は、各試験区共にそれぞれ100%を上回り、中区が最も高く、次いで長区、短区の順となった。



第1図 乾物摂取量の週次別推移

第3表 養分摂取量・養分充足率及び増体指数の比較

| 区 分 | 短 区 | 中 区 | 長 区 | 標準誤差 |
|---------------|------|------|------|------|
| 乾物摂取量 (kg/日) | 24.1 | 27.9 | 25.6 | 4.09 |
| 乾物/体重 (%) | 3.57 | 4.12 | 3.80 | 0.53 |
| TDN摂取量 (kg/日) | 18.0 | 20.8 | 18.9 | 3.04 |
| CP摂取量 (kg/日) | 3.95 | 4.58 | 4.19 | 0.67 |
| TDN充足率 (%) | 105 | 142 | 129 | 17.8 |
| CP充足率 (%) | 113 | 161 | 150 | 21.4 |
| 増体指数 (%) | 103 | 113 | 101 | 2.7 |

注 105日間平均値

各項目平均値間に有意差なし

増体指数:分娩1週後体重を100とした平均値

分娩後1週目の体重を100とした増体指数の平均値は、中区104、短区101、であったが、長区は99と100を下回った。

2 乳量、乳成分及び粗効率

乳量、乳成分及び粗効率の比較を第4表に、また、週次別の乳量と乳脂率の推移を第2図と第3図に示した。

乳量の週次別推移で、短区が最も高く推移し、次いで中区、長区の順であった。乳量のピークは短区で分娩3週後、中区と長区では4週後であり、その後の乳量は緩やかな減少を示した。105日間平均乳量は、短区が最も高く、次いで中区、長区の順となり、短区と他の2区の差は統計的に有意 ($P < 0.05$) となった。SCM乳量、FCM乳量はいずれも短区が高く、次いで中区、長区の順となったが有意な差ではなかった。

乳脂率の週次別推移では、各区共分娩後週次と共に低下し、4~5週目に最低値となった後上昇傾向を示した。

試験区の比較では長区が最も高く推移し、次いで中区、短区の順であった。このため、105日間平均値では短区2.77%、中区3.08%、長区3.54%となったが、統計的には有意な水準には達しなかった。

SNF率の105日間の平均値は、短区8.29%が中区8.91%、長区8.93%に比べ低い傾向にあったが、有意な差ではなかった。

乳蛋白質率の105日間平均値は、中区3.26%で最も高く、次いで、長区3.20%、短区2.78%の順となったが、有意な差ではなかった。

粗効率は、短区が他の2区に比べ高い値を示したが、統計的には有意な差ではなかった。

3 第一胃内容液及び血液の性状

第一胃内容液の性状を第5表に、血液の性状を第6表に示した。各項目の平均値は正常範囲の値であった。

pH、アンモニア態窒素は、有意差が認められなかった

第4表 乳量・乳成分及び粗効率の比較

| 区 分 | 短 区 | 中 区 | 長 区 | 標準誤差 |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|
| 乳 量 (kg/日) | 45.5 ^a | 34.7 ^b | 31.5 ^b | 2.92 |
| SCM 量 (kg/日) | 36.8 | 30.8 | 29.8 | 2.70 |
| FCM 量 (kg/日) | 37.1 | 29.9 | 29 | 2.28 |
| 乳 脂 率 (%) | 2.77 | 3.08 | 3.54 | 0.21 |
| SNF 率 (%) | 8.29 | 8.91 | 8.93 | 0.23 |
| 乳蛋白質率 (%) | 2. | 3.26 | 3.20 | 0.13 |
| 粗 効 率 (%) | 38. | 27.0 | 29.0 | 5.72 |

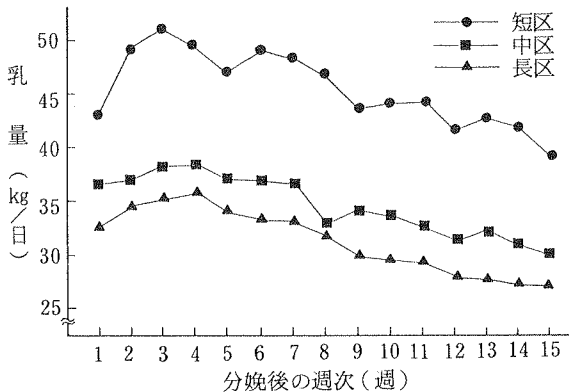
注 a・b 異符号間に有意差 ($P < 0.05$)

105日間平均値

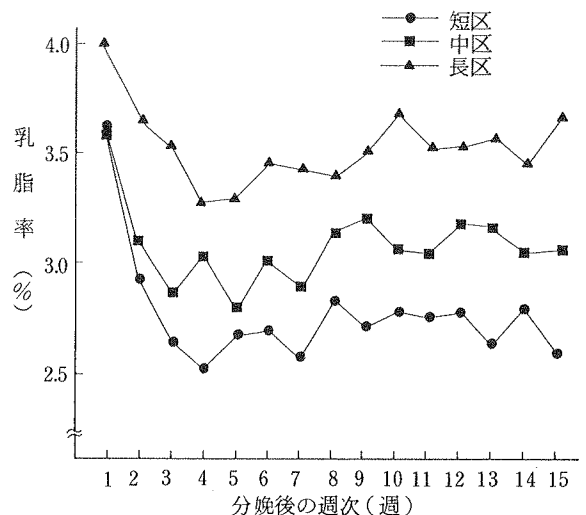
SCM = $12.3 F + 6.56 SNF - 0.0752 M$ (F: 乳脂量kg, M: 乳量kg)

FCM: 4%脂肪補正

粗効率 = $\frac{750 \text{ kcal} \times \text{FCM kg}}{8,999 \text{ kcal} \times \text{TDN kg}} \times 100$



第2図 乳量の週次別推移



第3図 乳脂率の週次別推移

第5表 第一胃内容液性状値の比較

| 区 分 | 短 区 | 中 区 | 長 区 | 標 準 誤 差 |
|-------------------|-------|-------|-------|------------|
| pH | 6.82 | 6.91 | 6.90 | 0.21 |
| アンモニア態窒素(mg/dl) | 1.37 | 1.55 | 1.94 | 0.40 |
| V F A 総量(mmol/dl) | 6.06 | 6.35 | 6.45 | 0.87 |
| 酢 酸(mol%) | 56.97 | 58.33 | 59.90 | 1.96 |
| プロピオン酸(mol%) | 26.43 | 27.57 | 24.63 | 2.63 |
| 酪 酸(mol%) | 12.67 | 11.43 | 13.00 | 1.49 |
| その他の酸(mol%) | 3.93 | 2.67 | 2.47 | 0.41 |
| 酢酸/プロピオン酸 | 2.20 | 2.21 | 2.57 | 0.30 |

注 1, 5, 9, 13 週の平均値
各項目平均値間に有意差なし

第6表 血液性状値の比較

| 区 分 | 短 区 | 中 区 | 長 区 | 標 準 誤 差 |
|----------------|-------|-------|-------|------------|
| 蛋白質総量 (g/dl) | 8.23 | 8.17 | 8.40 | 0.23 |
| ヘマトクリット値 (%) | 31.63 | 31.97 | 30.83 | 1.04 |
| アルブミン (g/dl) | 3.53 | 3.57 | 3.73 | 0.14 |
| グルコース (mg/dl) | 65.40 | 68.93 | 66.80 | 1.10 |
| 尿素態窒素 (mg/dl) | 9.97 | 10.03 | 10.03 | 0.71 |
| カルシウム (mg/dl) | 9.50 | 9.13 | 8.47 | 0.23 |
| マグネシウム (mg/dl) | 1.83 | 1.97 | 2.00 | 0.12 |
| 総 リ ン (mg/dl) | 4.30 | 4.23 | 4.77 | 0.49 |

注 1, 5, 9, 13 週の平均値
各項目平均値間に有意差なし

が、アンモニア態窒素は、長区が最も高く、次いで中区、短区の順となった。

V F A 総量は試験区間に有意な差を認めなかった。

V F A の組成で酢酸のモル比率は、長区 59.90 で最も高く、次いで中区 58.33、短区 56.97 の順となった。

また、プロピオン酸は長区が 24.63 で他の 2 区に比べ低い値を示した。しかし、酢酸/プロピオン酸の比率は、長区が 2.57 と中区の 2.21、短区 2.20 に比べて高い値を示した。しかし、いずれの項目も統計的に有意な水準には達しなかった。

血液性状値では、蛋白質総量、ヘマトクリット値、アルブミン、グルコース、尿素態窒素、カルシウム、マグネシウム、総リンはいずれの項目も試験区間に有意な差は認められなかった。

考 察

炭水化物は糖、澱粉、有機酸等の非構造的炭水化物と

繊維性の構造的炭水化物(総繊維)に分類される。両者共に、第一胃において加水分解、発酵の過程を経て V F A に変換される。

V F A は、乳生産のエネルギーとして利用されるが、その組成、特に酢酸、プロピオン酸の割合は乳成分を変動させる主要な要因となる。

ところで、構造的炭水化物(総繊維)の物理性が欠かると乳牛では、そしゃく活動や第一胃運動の低下を招き、低乳脂肪を起すことが知られている。

他方では、物理性の高い飼料は胃及び消化管内での消化速度や通過速度が遅いため、飼料摂取量の抑制因子となる。このことから、構造的炭水化物は乳生産において V F A 生産素材と物理性の両面において重要である。

著者ら⁹⁾は、構造的炭水化物を反映する N D F を繊維量の指標として高泌乳期の乳生産に及ぼす影響について検討し、飼料乾物中の N D F 水準を 35% 程度が適当であると報告した。

本試験では、N D F 水準を 35% に維持した上で、飼料の物理性として、そしゃく時間(採食時間+反すう時間)を用いてその差異が高泌乳期の乳生産に及ぼす影響について検討した。

飼料の物理性については多くの研究があるが、BALCH らや SUDWEEKS ら^{7,8)}は、これを乾物 1 kg 当たりのそしゃく時間としてとらえた R V I (Rough Value index) を提唱している。

本試験では、飼料のそしゃく時間(分/DM・kg)を実測値で 22.0、25.6、31.9 の 3 水準とした。

BALCH¹⁾は、飼料の粒子サイズの低下は、そしゃく時間の減少につながると報告し、POUTIAINEN⁶⁾は、そしゃく活動は唾液の分泌量に影響することを認めた。

また、LATHAM⁵⁾は、唾液の第一胃内における緩衝作用は pH 及び酢酸・プロピオン酸比の低下を抑制し、乳脂肪率を維持すると報告している。

また、GRUMMER¹³⁾は、高粒子飼料給与による乳脂肪低下に関する試験で乳脂肪率は、プロピオン酸、(酢酸+酪酸)/プロピオン酸比、全そしゃく時間の減少、及び N D F 1 kg 当たりの全そしゃく時間の変化に対応したと報告し、BEUKELLEN¹⁰⁾も、乾草の切断長 2.80mm と 6.25mm の比較試験で同様の V F A 組成及び乳脂肪率の低下を観察している。

これらのことは、本試験の成績と良く一致する。

すなわち、本試験では V F A の組成の酢酸のモル比と酢酸・プロピオン酸比率は、短区で最も低く、中区、長区の順に高くなり、乳脂肪率もこれと同じ動きとなった。

このことは、そしゃく時間の差異が第一胃内の発酵に変化を及ぼし、乳脂肪率に反映したことを示している。

SUDWEEKS¹⁰⁾は、乳脂率 3.5%に必要な R V I は 31.1 (分/DM・kg) であると報告している。本試験の長区の成績は、乳脂肪率 3.54%、そしゃく時間は 31.9 (分/DM・kg) であり、両者の成績は良く一致した。

これらの結果から飼料の物理性を評価する指標に、そしゃく時間を用いた R V I は有効であると考えられ、乳脂率 3.5%を維持するためそしゃく時間の下限値は 32 分/DM・kg 程度と考察された。

摘 要

乳牛の高泌乳期に給与する飼料のそしゃく時間の差異が産乳性に及ぼす影響について検討した。

試験区は、給与飼料のそしゃく時間の差異により、短区、中区、長区の 3 区分とし、ホルスタイン種 9 頭を用いた。そしゃく時間 (分/DM・kg) は、乾物 1 kg 当りに要する採食時間と反する時間の計で示したがその実測値は短区 22.1、中区 25.6、長区 31.9 であった。

なお、各飼料とも乾物中の N D F 含有量を 35%、T D N 含有量 75%、C P 含有量 17% に設定した。

また、飼料給与は、コンプリートフィードによる自由採食法とした。

試験期間は、分娩後 5 日から 110 日までの 105 日間とした。

試験の結果は次のとおりであった。

1 乾物摂取量の平均値 (kg/日) は、短区 24.1、中区 27.9、長区 25.6 となったが有意な差ではなかった。

2 乳量の平均値 (kg/日) は、短区 45.5、中区 34.7、長区 31.5 であり、短区は他の 2 区に比べて有意 ($P < 0.05$) に多かった。

乳成分では、乳脂率、S N F 率、乳蛋白質率の平均値 (%) は、それぞれ、短区 2.77、8.29、2.78、中区 3.08、8.91、3.26、長区 3.54、8.93、3.20 であった。

乳脂率は、そしゃく時間の伸長に伴って高くなった。

3 第一胃内容液の性状では、V F A のモル比率で、酢酸はそしゃく時間の伸長に伴って上昇し、長区が最も高く、次に中区、短区の順となった。プロピオン酸は、これとは逆に長区が他の 2 区に比べて低かった。

pH、アンモニア態窒素、V F A 総量には、試験区間に有意な差は認めなかった。

4 血液性状値は、正常値の範囲内にあり、各試験区の差は僅少であった。

以上の結果から、飼料のそしゃく時間の差異は第一胃内容液の性状及び乳成分に反映したものと推察された。

また、飼料のそしゃく時間の下限は、32 分/DM・kg 程度であると考察された。

引用文献

- BALCH, C.C., 1971, Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughage, Br. J. Nutr., 26, 383-392.
- BEUKELLEN, P. Van, WENSING, T., BREUKINK, H. J., 1985, Some experiences with the feeding of chopped roughage to high producing dairy cows. Effects on chewing time, ruminal fermentation, milk fat production and on blood glucose and insulin levels. Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde, Vol. 53, No. 12, 19-34.
- GRUMMER, R.R., A.L. JACOB, WOODFORD, J.A., 1987, Factors associated with variation in milk fat depression resulting from high grain diets fed to dairy cows, J. Dairy Sci., 70, 613-619.
- 川村悌志・高橋昭彦・藤代清司・新城恒二・玉江俊詞・石崎重信・杉本 裕・後藤幸雄・本澤延介・斎藤秀彦・山本藤生・苫米地達生・石田 豊・桜井和巳・吉田宮雄・井出忠雄・板橋久雄・阿部 亮・上家 哲・針生程吉, 1989, 飼料のそしゃく時間の差異が泌乳初期乳生産に及ぼす影響, 日畜会報 (学会号).
- LATKAM, M. J., J.D. SUTTON and M. E. SHARPE, 1974, Fermentation and microorganisms in rumen and content of fat in the milk of cows given low roughage rations, J. Dairy Sci., 57, 803.
- POUTIAINEN, Esko, 1966, The proportion of saliva in the fluid flowing through the reticulorumen of the cow. 1966. Ann. Agr. Fenniae, 5, 342.
- SUDWEEKS, E. M., M. J. ANDESSON, R. C. LAMB, S. E. LAW, L. O. ELY, M. E. McCULLOUGH and L. R. SISK, 1979, Development and application of a roughage value index for formulating dairy rations, Georgia Exp. Sta. Res. Bull., 238.
- SUDWEEKS, E. M., L. O. ELY, D. R. MERTENS and L. R. SISK, 1981, Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughage value index system, J. Anim. Sci., 53, 146-1118.
- 高橋昭彦・加藤泰之・杉浦 了・神谷勝則・川村悌志, 乳牛飼料中の N D F 水準が高泌乳牛の泌乳初期の産乳性に及ぼす影響, 1988, 愛知総試研報, 20, 351-356.
- WOODFORDS, S.T., M.R. MURPHY, 1988, Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake, and rumen function of dairy cows in early lactation, J. Dairy Sci., 71, 674-686.

Effect of Chewing Time Differences on Milk Production of Cows in Early High Lactation

Akihiko TAKAHASHI, Naoyuki KAWAMURA, Yasuyuki KATO and Satoru SUGIURA

Summary

The experiment was carried out with 9 Holstein cows. They were divided into three groups, three cows each, according to chewing time differences. Chewing time expressed as minutes per kg dry matter intake was defined as that of real ruminating time plus eating time.

The average chewing time of three groups (S, M and L) was 22.1, 25.6 and 31.9 e.g min. respectively. The cows were fed a complete feed which contained 75% TDN, 35% NDF and 17% CP.

Observations started at 5th day and ceased at 110th day after calving.

The results obtained were as follows;

1. Average daily dry matter intakes were 24.1kg in the group S, 27.9kg in the group M and 25.6kg in the group L. The differences between the groups were not significant.
2. Average daily milk production of the group S was 45.5kg that significantly exceeded those of another groups. Average fat, SNF and protein contents were 2.77 and 2.78% in the group S, 3.08%, 8.91% and 3.26% in the group M, and 3.54%, 8.93%, and 3.20% in the group L respectively. This indicates a positive correlation between the chewing time and fat contents of milk.
3. The results of rumen juice VFA analysis showed that acetate increased with increased chewing time while propionate decreased.

In conclusion, the factor rumination affects the VFA proportion and fat contents of milk.