

젓소에 급여하는 飼料의 給與 順序가 飼料攝取量 및 反芻胃내 生理的 變化에 미치는 影響

尹祥基 · 金賢燮 · 權應基 · 姜宇成 · 車英鎬

The Effect of Feeding Order on Dry Matter Intake and Ruminant Characteristics Change of Dairy Cattle

Sang-Gi Yun, Hyeon-Shup Kim, Ung-Gi Kweon, Woo-Sung Kang and Young-Ho Cha

Summary

This experiment was carried out to investigate the effect of feeding order (hay-concentrate-silage, concentrate-hay-silage, silage-concentrate-hay, silage-concentrate-hay, concentrate-silage-hay) on ruminal characteristics change with 3 fistulated dry Holstein cows in a Latin square design. The main results obtained were as follows :

DM intake in forage hay-concentrate-silage feeding order was 1.65% of body weight, which is the highest of all treatments, but that in concentrate-hay-silage 1.4%, which is the lowest. The difference between max and min rumen pH in hay-concentrate-silage feeding order was lowest as 0.55, but there is no significant. The mean rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ content in silage-concentrate-hay feeding order was highest as 6.12mg/100ml, but that in silage-concentrate-hay feeding order lowest as 4.82mg/100ml. Acetic acid and propionic acid content was highest in forage hay-concentrate-silage feeding order, but there is no significant. The ratio of acetic acid to propionic acid averaged 3.47~3.69(NS). In conclusion, the best feeding order fitted in ruminal physiology was forage hay-concentrate-silage.

I. 緒 論

젓소에 給與하는 飼料은 飼料의 種類, 給與量, 給與方法 등에 따라 反芻胃내의 生理的 條件이 變하게 되므로 이들 飼料의 特性을 理解하고 여기에 알맞은 飼料의 給與方法은 生産性과 직결된다.

反芻家畜이 攝取한 飼料은 反芻胃內에 棲息하고 있는 微生物에 의해 각종 低級 揮發性 脂肪酸과 유기산 등으로 分解되어 反芻胃內의 pH를 떨어뜨리고 揮發性脂肪酸 含量에 變化를 초래한다. 反芻胃內 pH는 飼料給與 直前이 가장 높고 飼料給與後 4~6시간 經

過時까지 낮아지다가 8시간 以後 上昇하게 되며 (Bernad 등 1988, Caton 등 1989) 이와 같은 pH 변화는 각종 營養分의 消化에 影響을 미친다. 즉 蛋白質 分解와 deamination 作用에 적절한 pH는 6.1~6.3 (Kirkpatrick & Kennelly 1989), 纖維素 消化率을 위한 최적 pH는 6.0~6.8, 그리고 微生物蛋白質 合成을 위한 최적 pH는 6.2이상 되어야 한다(McCullough, 1973). 또한 反芻胃內 pH는 揮發性脂肪酸의 生成量과도 관계가 있으며 pH가 最低일 때 propionic acid의 生成은 최고가 되지만 (Reid 등 1957; Allison, 1976) 反芻胃內 pH가 7.0에서 5.0으로 감소 한다면 揮發性

脂肪酸의 생성량은 1일 80에서 50m mol/l 로 減少되고 이때 acetic acid, butric acid, iso-butyric acid와 iso-valeric acid의 생성비율도 減少된다(Erfle 등, 1982; Merchen 등, 1986). 그의 飼料 給與 方式에 따라 영향을 많이 받는 要因으로는 ammonia-N와 反芻微生物들이 있다. 반추위내 有機物 醱酵에 적절한 ammonia-N 농도는 2.2~23.5mg/100ml이지만 이들은 飼料內 組蛋白質水準과 分解率, 飼料給與後 時間 그리고 濃厚飼料 給與水準 등에 따라 차이가 있다 (Statter & Styter, 1974; Song & Kennelly, 1990).

反芻胃內의 微生物도 사료의 種類, 飼養方法 그리고 에너지의 供給源과 窒素源등에 따라 변화를 가져오며 (Bryant & Robinson 1963) 이들의 역할은 反芻胃內 醱酵 生成物을 變化시키거나 消化率을 向上시키고 微生物體 자체가 糞소의 營養供給源이 되기도 한다. 이와같이 反芻胃의 生理的 變化에 影響을 미치는 여러 要因中 사료 급여순서에 대한 연구는 극히 미비하여 본 研究에서는 飼料의 給與 順序가 反芻胃內의 生理的 變化에 미치는 影響에 대하여 調査하였다.

II. 材料 및 方法

體重 685.5±5.47kg인 Holstein 건유우 3두를 選擇하여 反芻胃에 fistula를 裝착한 후 飼料給與 順序에 따라 4個處理 (乾草-濃厚飼料-사일리지, 濃厚飼

料-乾草-사일리지, 사일리지-濃厚飼料-乾草, 濃厚飼料-사일리지-乾草)를 두어 각 處理別 2주간의 豫備試驗과 2주간의 本 試驗을 Latin square방법으로 수행하였다. 本 試驗에 公시한 濃厚飼料는 자체 배합하여 사용하였으며 濃厚飼料의 配合比率는 表 1, 그리고 試驗에 公시한 各 飼料의 營養成分은 表 2와 같으며 乾草는 오차드그라스 위주 混合 牧乾草를 사일리지는 黃熟期 製造 옥수수사일리지를 利用하였다.

Table 1. Formula of Experimental Diets

Item	Ingredient, %
Corn	54.5
Wheat bran	22.0
Soybean meal	21.5
Urea	1.0
Salt	0.7
Limestone	0.5
Sodium phosphate	0.5
Grobig-DC*	0.3
Total	100.0

* Contained per kg : Vit. A 250,000IU; Vit D₃ 530,000IU; Vit. E 1,050IU B.T.H. : 10,000mg; Mn 4,400mg; Zn 4,400mg; Fe 13,200mg; Co 440mg.

Table 2. Chemical and Cell wall composition of experimental diets

Item	DM	CP	E.E	CF	CA	NDF	ADF	Lignin	Cellulose	Silica
Concentrate	87.60	20.44	2.75	4.56	4.80	—	—	—	—	—
Silage	22.40	9.20	3.97	22.09	5.60	50.10	29.29	5.14	22.73	0.76
Hay	83.20	9.24	1.86	32.12	5.31	71.16	38.69	6.73	31.07	0.37

試驗飼料의 급여는 1日給與量의 1/2을 1回 給與量으로 하여 12時間 間隔으로 1日 2回 給與하였고 給與順序는 處理內容과 같으며 1日 總給與量은 濃厚飼料 5.0kg, 牧乾草 4.0kg 그리고 사일리지 15.0kg을 개체별로 給與하고 飼料攝取量도 개체별로 每日 平량 調査하였다. 試驗의 分析을 위한 反芻胃液은 飼料給與

直前인 0시간과 飼料給與後 3, 6, 9, 12, 15 및 18시간에 供試畜에 裝着된 fistula를 통해 胃液 300ml를 採取한 후 4겹의 cheese cloth로 濾過한 후 pH meter (Orion 920)를 이용 pH를 測定하였으며 揮發性脂肪酸은 Erwin 등(1961)의 分析方法에 準하여 여과한 反芻胃液 5ml에 포화승홍수 1ml를 혼합 微生物의 활동을

정지시킨 후 25% metaphosphoric acid 溶液을 添加하고 3,000rpm에서 원심분리하여 상등액을 採取 gas chromatography(Varian 6,000)를 이용 揮發性脂肪酸을 測定하였다. 反芻胃液의 NH₃-N 함량은 여과한 反芻胃液을 3,200 rpm에서 15分間 원심분리한 후 37℃의 water bath에서 15分間 발색 시킨후 8ml의 증류수를 添加하여 混合하여 630nm에서 吸光度를 測定한 후 標準溶液의 optical density를 利用한 回歸曲線에 準하여 計算하였다. 그리고 反芻胃液의 微生物數는 채취한 反芻胃液을 O₂ free-CO₂ gas가 충전된 용기에 보관 實驗室로 옮긴 후 5分間 원심분리한 다음 2겹의 cheese cloth로 濾過하여 박테리아는 0.1% crystal violet solution으로 染色한 후 hemocytometer를 使用 박테리아수를 測定하였고 protozoa는 원심분리후 침전물 10ml를 採取 30%의 sucrose용액 40ml와 함께 3分間 재 원심분리 시켜 상등액을 다시 除去한 후 0.9% NaCl 溶液과 함께 원심분리시킨 후 MFS용액으로 染色하여 plankton counter desk glass를 이용 顯微鏡觀察으로 protozoa 수를 산출하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 飼料 및 乾物攝取量

試驗期間 동안의 개체별 1日 濃厚飼料 攝取量

은 4.72~4.97kg으로 處理間에 차이가 없었으나 牧乾草 섭취량은 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區가 3.90kg으로 가장 높았으며 다음은 사일리지-濃厚飼料-乾草 給與區의 3.55kg과 濃厚飼料-사일리지-乾草 給與區의 3.49kg 그리고 濃厚飼料-乾草-사일리지 給與區는 2.85kg로 처리중에서 가장 낮은 攝取량을 보였다. 그러나 給與량을 20kg으로 制限한 사일리지의 평균 攝取량은 13.20~13.94kg으로 處理間에 差異를 보이지 않았다. 1日 總乾物 攝取량은 乾草-濃厚飼料-사일리지, 사일리지-濃厚飼料-乾草, 濃厚飼料-사일리지-乾草 給與區가 各各 10.66, 10.24, 10.35로 처리간 차이가 없으나 濃厚飼料를 먼저 給與한 濃厚飼料-乾草-사일리지 給與區는 총건물섭취량이 9.54로 牧乾草를 먼저 給與한 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區보다 攝取량이 11%나 낮았다. 代謝體重에 대한 乾物攝取량은 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區가 10.66kg으로 가장 높았으며 다음은 濃厚飼料-사일리지-乾草와 사일리지-濃厚飼料-乾草 給與區의 10.35와 10.24kg이었고 濃厚飼料-乾草-사일리지 給與區는 9.54kg으로 處理중에서 가장 낮았으나 처리간에 有意差는 인정할 수 없었다. 이상에서 보는바와 같이 乾草를 제외한 飼料攝取量에서 差異가 없는 것은 飼料中 組飼料와 濃厚飼料의 比率를 6:4로 調節하고 飼料給與量도 制限하여 給與한 結果로 思料된다.

Table 3. Average daily fresh and dry matter intake

Item	method of feeding			
	H-C-S	C-H-S	S-C-H	C-S-H
Concentrate	4.92	4.72	4.97	4.97
Grass Hay	3.90 ^a	2.85 ^b	3.55 ^a	3.49 ^a
Silage	13.91	13.79	13.20	13.94
D M	10.66 ^a	9.54 ^b	10.24 ^a	10.35 ^a
DM(% W ^{0.75} kg)	1.65	1.48	1.57	1.55
R : C	60.5 : 39.5	57.6 : 42.4	58.4 : 41.6	58.9 : 41.1

Note : The same letters show non-significant difference at the 5% level.

H : Grass hay, C : Concentrate, S : Silage.

R : C = Roughage : Concentrate.

2. 反芻胃液의 pH 變化

飼料給與順序에 따른 飼料給與後의 시간별 反芻胃液의 pH변화는 그림 1과 같이 飼料給與 직전의 pH는 6.77~6.88로 處理間에 비슷하였으며 乾草-농후飼料-사일리지 給與區는 飼料給與後 12時間 후의 pH가 6.27로 最低를 나타낸 반면 濃厚飼料-乾草-사일리지 그리고 濃厚飼料-사일리지-乾草 등 濃厚飼料를 먼저 급여한 處理區는 飼料給與 3시간 후에 最低 pH인 5.90과 5.99를 나타내었다. 또한 사일리지를 먼저 급여한 사일리지-濃厚飼料-乾草 給與區는 飼料給與後 3시간에 최저 pH인 5.89를 나타내어 Bernad 등(1988)과 Caton 등(1989)의 보고와는 다소 차이가 있으나 이는 사료중 조사료와 농후사료의 비율이 일정하여 pH의 변화에 크게 영향을 미치지 못한 것으로 사료된다. 反芻胃內의 各處理別 평균 pH는 각각 6.49, 6.30, 6.34 그리고 6.28로 處理間에 차이가 없었으나 最高와 最低 pH 차이는 濃厚飼料-乾草-사일리지 給與區가 0.92로 處理중 가장 높았으며 다음은 濃厚飼料-사일리지-乾草 給與區와 사일리지-濃厚飼料-乾草 給與區 순으로 낮아졌으며 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區는 0.55로 處理중 最高와 最低의 差異가 가장 낮은 pH變化를 보였다. 反芻胃液의 pH에 관련된 보고로 Hobson(1973)은 反芻胃內의 正常的인 醱酵을 위해서는 최소 6.0 이상을 維持하여야 한다고 하였고 Forbes(1986)는 反芻胃內 微生物중 cellulolytic bacteria는 pH 5.2 이하에서는 成長이 抑制되며 5.0 以下일 때는 反芻胃 運動이 中止된다고 하였으며 McCullough(1973)는 各營養素의 醱酵

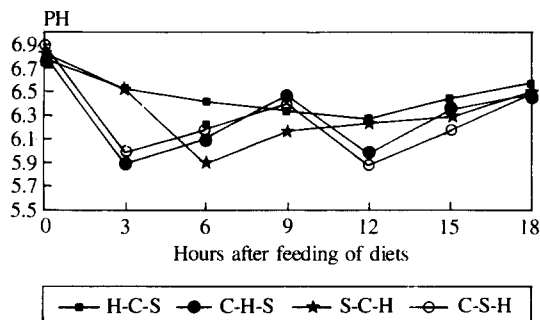


Fig. 1. Change in rumen PH concentration of nonlactating Holstein cows after feeding of diets.

條件中 cellulose消化에는 6.0~6.8, 蛋白質 合成은 6.5~7.4, 蛋白質 分解는 6.5~7.0, 總 揮發性脂肪酸 生成에는 6.2~6.6의 pH가 維持되어야 最適 醱酵條件이 된다고 하였다. 本 試驗에서 反芻胃의 平均 pH는 6.28 以上을 維持하여 處理間에 差異가 적은 것은 飼料의 制限給與에 의한 結果로 思料된다.

3. 反芻胃液의 NH₃-N 變化

各 處理別 反芻胃內의 NH₃-N 조사 결과 平均 NH₃-N 含量은 乾草-濃厚飼料-사일리지, 濃厚飼料-乾草-사일리지 그리고 濃厚飼料-사일리지-乾草와 사일리지-濃厚飼料-乾草 給與區가 各各 6.12, 5.94, 5.06와 4.82mg/100ml로 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區에서 가장 높은 반면 사일리지-濃厚飼料-乾草 給與區는 가장 낮았다. 反芻胃內의 최대 NH₃-N 발생시기는 濃厚飼料를 먼저 給與한 濃厚飼料-乾草-사일리지와 濃厚飼料-사일리지-乾草 給與區는 飼料給與後 3時間으로 各各 8.80과 7.53mg/100ml 이었으며 組飼料인 乾草와 사일리지를 먼저 給與한 乾草-濃厚飼料-사일리지와 사일리지-濃厚飼料-乾草 給與區는 飼料給與後 9時間에 最大의 NH₃-N가 發生되었으며 이때의 含量은 各各 8.84와 7.25mg/ml였다. 反芻胃內 NH₃-N의 變化幅은 濃厚飼料-사일리지-乾草 給與區가 3.51mg/100ml로 가장 낮았으나 기타 처리구는 4.35~4.60mg/100ml로 處理間에 差異가 없었다.

飼料給與 順序와 反芻胃內의 NH₃-N 變化와의 關係는 그림 2와 같다.

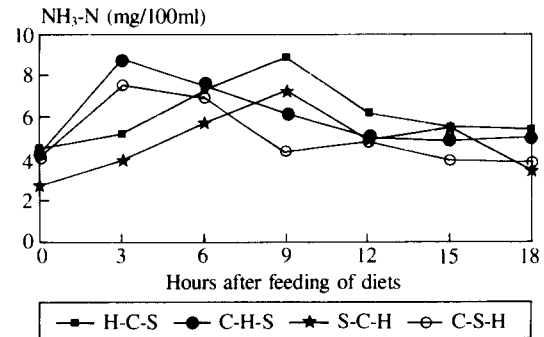


Fig. 2. Change in rumen NH₃-N concentration of nonlactating Holstein cows after feeding of diets.

반추위내 암모니아 濃度는 微生物體 蛋白質 合成과 關係가 있으며 反芻胃內 有機物 醱酵을 위한 適宜 濃度는 6-8mg/100ml 정도라고 Hoover (1986)가 보고하였고 Satter와 Styler(1974), Roffler와 Satter(1975), 그리고 Okorie 등 (1977)은 反芻胃 微生物 合成과 微生物蛋白質 合成에 必要한 最適 氨모니아 濃度는 反芻胃液 100ml당 5mg 程度라는 報告한 結果를 볼 때 사일리지를 먼저 給與한 사일리지-濃厚飼料-乾草 給與區에서 平均 氨모니아 濃度가 4.82mg/100ml로 다소 낮았으나 기타 처리

구는 이들의 보고로 볼 때 微生物體 蛋白質 合成 및 有機物 醱酵에 適宜한 水準이었다.

4. 反芻胃液의 VFA 變化

飼料給與順序에 따른 反芻胃內 acetic acid의 含量 變化는 그림 3과 같이 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區가 平均 69.44mM/l로 處理區中에 가장 높았으며 다음은 濃厚飼料-乾草-사일리지 給與區의 61.42mM/l 그리고 濃厚飼料-사일리지-乾草 給與區는 55.52mM/l로 처리중에서 가장 낮았다.

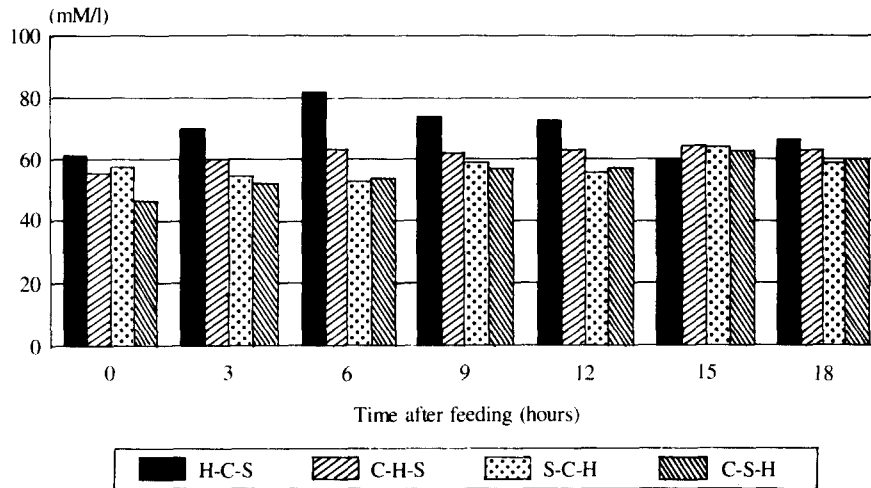


Fig. 3. Change of Acetic acid in rumen of nonlactating Holstein cows after feeding of diets.

사료급여후 反芻胃內 VFA의 變化는 사일리지-濃厚飼料-乾草 給與시에는 飼料給與 6시간까지 減少하다가 9시간 經에 最高值에 도달한 후 다시 減少하다가 다시 增加하였다. 그 외 處理區인 乾草-濃厚飼料-사일리지와 濃厚飼料-乾草-사일리지 給與구는 사료급여후 反芻胃液의 VFA는 점차 增加하다가 6시간에 最高 水準에 到達한 후 다시 減少하는 傾向을 보였다. 그리고 濃厚飼料-사일리지-乾草 給與區는 飼料給與後 계속 增加하는 現狀을 보여 飼料給與 形態에 따라 反芻胃內의 VFA 含量에 差異를 나타내는 것을 알 수 있었다. 反芻胃內의 acetic acid 含量은 反芻胃內 pH가 6.2에서 5.6으로 낮아질 때 acetic acid의 生成이 抑制된다는 Esdale과 Satter(1972)의 보

고를 볼 때 反芻胃液의 平均 pH가 낮은 濃厚飼料-사일리지-乾草 給與區에서 acetic acid의 生成比率도 가장 낮아 이들의 보고와도 같은 傾向이었다. 反芻胃內의 acetic acid 含量은 사료급여후 2-6시간 사이에 最高에 도달한다는 Yang과 Vaga(1989), Ortigues 등 (1988) 그리고 Wiedmeier(1983)의 報告와는 차이가 있었다. 이는 各 飼料의 醱酵特性和 給與順序에 따른 차이로 생각된다.

處理別 反芻胃內의 propionic acid 變化는 그림 4와 같이 acetic acid와 같은 傾向을 보였다. 즉 乾草-濃厚飼料-사일리지와 濃厚飼料-乾草-사일리지 給與區는 飼料給與後 6시간 까지 계속 增加하다가 그 후 減少하는 傾向을 보였으며 사일리지-濃厚飼料-

乾草 給與區는 사료급여후 9시간까지 增加한 후 점차 減少하였으며 濃厚飼料-사일리지-乾草 給與區는 사료급여후 계속 增加하는 경향이였으나 그 변화 폭은 적었다. 이상의 결과는 McCullugh와 Smart (1967)가 보고한 反芻胃內 propionic acid의 含量은 飼料給與後 3시간까지 서서히 增加하다가 그 이후에 다시 減少한다는 결과와는 다소 差異가 있었다. 反芻胃液의 平均 butyric acid 含量은 乾草-濃厚飼料-사일리지, 濃厚飼料-乾草-사일리지, 사일리지-濃厚

飼料-乾草 그리고 濃厚飼料-사일리지-乾草 給與區가 各各 10.45, 8.65, 8.16 그리고 7.94mM/l로 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區에서 가장 높고 濃厚飼料-사일리지-乾草 給與區에서 가장 낮았다. 反芻胃液內 butyric acid의 最大 生成時間은 濃厚飼料-乾草-사일리지 給與區는 12시간경 이었으나 그외 處理區는 9時間에 最高 水準을 나타내었다. 그리고 propionic acid에 對한 acetic acid의 比率은 3.47~3.69로 各 處理 모두 3.0 以上을 나타내었다.

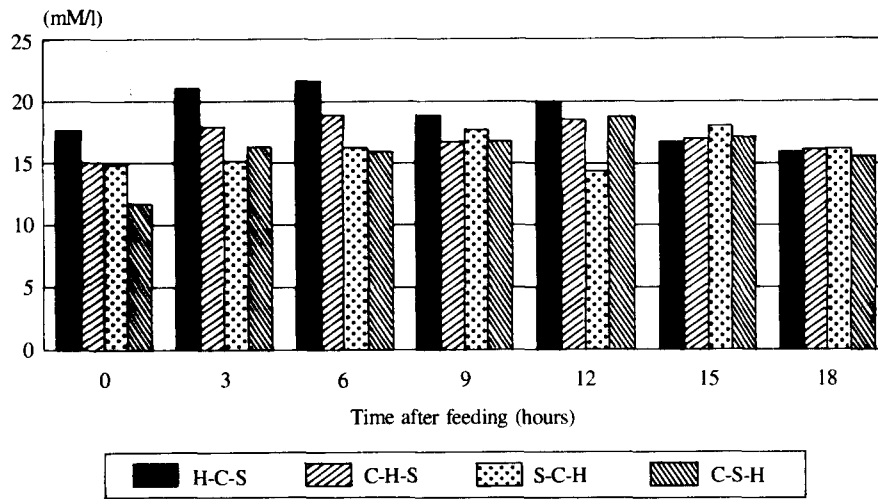


Fig. 4. Change of Propionic acid in rumen of nonlactating Holstein cows after feeding of diets.

5. 反芻胃內 微生物 變化

飼料給與後 6시간에 채취한 胃液을 이용 反芻胃液內의 Bacteria와 Protozoa의 수를 조사한 결과 Bacteria 수는 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區가 59.3×10^9 으로 處理中에서 가장 높았으며 濃厚飼料-乾草-사일리지 給與區는 37.4×10^9 , 濃厚飼料-사일리지-乾草 給與區는 28.5×10^9 그리고 사일리지-濃厚飼料-乾草 給與區가 25.8×10^9 순으로 낮아졌다.

反芻胃液의 Protozoa 수는 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區가 2.8×10^5 으로 가장 높았으며 다음은 사일리지-濃厚飼料-乾草, 濃厚飼料-乾草-사일리지 그리고 濃厚飼料-사일리지-乾草 순으로 各各 2.6×10^5 , 2.3×10^5 , 1.8×10^5 을 나타내어 Bacteria나 Protozoa의 成長을 위한 最適 飼料 給與순서는 乾草

를 먼저 給與한 다음 濃厚飼料를 給與하고 사일리지는 마지막에 給與하는 것이 가장 좋았다. 또한 Bacteria 成長에 가장 불리한 飼料 給與순서는 사일리지를 먼저 給與하고 濃厚飼料와 乾草를 給與하는 방법이며 Protozoa의 成長에 가장 불리한 飼料 給與 방법은 濃厚飼料를 먼저 給與한 후 사일리지와 乾草를 순서대로 給與하는 방법이었다. 反芻胃內의 微生物은 給여하는 飼料의 種類, 給與水準 및 給與回數 그리고 飼料添加劑의 添加 여부등에 따라 影響을 받으며 이중에서 특히 飼料에 의해 가장 큰 影響을 받는다고 Dehority와 Orpin(1989)등은 報告하였다. 反芻胃內에는 약 10^{11} 의 박테리아가 存在하며 박테리아의 群集은 一般的으로 濃厚飼料의 給與比率이 높을 때 增加하는 것으로 알려져 있으나 (Dehority & Grubb 1980, Leedle & Hespell 1980, Hungate 1966) 組飼料의

給與比率이 높을 때는 비슷하거나 오히려 增加한다는 報告도 있다. 또한 protozoa는 一般的으로 飼料內의 可溶性 炭水化物的 含量이 높을 경우 增加하는 것으로 알려져 있으며 飼料內 40~50%의 組飼料가 含有되어 있을 때 protozoa의 菌집이 最大 水準을 維持한다는 Dehority & Orpin (1988)의 報告와는 달리 本 試驗에서 처리間에 차이가 없는 것은 組飼料의 比率이 處理間에 一定하여 微生物의 變化에도 큰 差異가 나타나지 않은 것으로 思料된다.

VI. 摘 要

젓소에 給與하는 飼料의 給與順序가 反芻胃의 生理的 變化에 미치는 影響을 調査하기 爲하여 反芻胃에 fistula가 裝着된 홀스타인 乾乳牛 3頭를 利用 4處理의 飼料給與方法(乾草-濃厚飼料-사일리지, 濃厚飼料-乾草-사일리지, 사일리지-濃厚飼料-乾草, 濃厚飼料-사일리지-乾草)을 두어 Latin square 方法으로 各各 2週間 飼養試驗을 實施한 結果는 다음과 같다.

飼料給與 順序와 乾物攝取量은 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區가 體重比 1.65%로 處理중 가장 높은 반면 濃厚飼料-乾草-사일리지 給與區는 體重比 1.48%를 섭취하여 處理中에서 가장 낮았다. 反芻胃內의 最大 및 最小 pH의 변화폭은 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區가 0.55로 가장 낮았으나 處理間 平均 pH에는 차이가 없었다. 反芻胃內의 平均 $\text{NH}_3\text{-N}$ 함량은 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區가 6.12 mg/100ml로 가장 높았으며 사일리지를 먼저 給與한 사일리지-濃厚飼料-乾草 給與區가 4.82mg/100ml로 가장 낮았다. 反芻胃液의 acetic acid와 propionic acid의 생성비율은 乾草-濃厚飼料-사일리지 給與區에서 높았으나 處理間에 有意차는 認定할 수 없었으며 propionic acid에 對한 acetic acid의 平均 比率도 3.47~3.69로 處理間에 차이가 없었다. 이상의 結果 反芻生理에 適合한 飼料給與 順序는 乾草를 먼저 給與한 후 濃厚飼料를 급여하고 다음은 사일리지를 給與하는 것이 가장 좋았다.

V. 引用文獻

- Allison, M.J. 1976. Population control in the rumen and microbial adaptation to dietary change. Myron S. Weinberg and A. Leonard Sheffner(Ed). Buffers in ruminant physiology and metabolism: Church and Dwight Co., New York.
- Bernad, J.K., H.E. Amos, M.A. Froetschel and J.J. Evans. 1988. Influence of supplemental energy and protein on protein synthesis and crude protein reaching the abomasum. J. Dairy sci. 71:2658.
- Bryant, M.P. and I.M. Robinson. 1963. Apparent incorporation of ammonia and amino acid carbon during growth of selected species of ruminal bacteria. J. Dairy Sci. 46:150.
- Brant, M.P. and L.A. Burkey. 1953. Cultural methods and some characteristics of some of the more numerous groups of bacteria in the bovine rumen. J. Dairy Sci. 36:205.
- Caton, J.S., J.E. Williams., E.E. Beaver, T. May and R.L. Belyea. 1989. Effects of dairy biomass, protein on ruminal fermentation and site and extend of nutrient digestion by lambs. J. Anim Sci. 67:2762.
- Dehority, B.A. and J.A. Grubb. 1980. Effect of short term chilling of rumen on viable bacterial numbers. Appl. Environ. Microbiol 39:376.
- Dehority, B.A and C.G. Orpin. 1988. Development of and natural fluctuations in rumen microbial populations. In "The rumen microbial ecosystem." Ed. P.N. Hobson. P. 151. Elsevier applied Science, London.
- Erfle, J.D., R.J. Boila, R.M. Teather, S. Mahadevan and F.D. Sauer. 1982. Effect of pH on fermentation characteristics and protein degradation by rumen microorganisms in vitro. J. Dairy Sci. 65:1457.
- Erwin, E.S., C.Y. Marco and E.N. Emergy. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatograph. J. Anim. Sci. 46:1768.
- Esdale, W.J. and L.D. Satter. 1972. Manipulation of ruminal fermentation. iv. effect of altering ruminal pH on volatile fatty acid production. J. Dairy Sci. 55:964.
- Forbes, J.M. 1986. The voluntary feed intake of

- farm animals. p: 40-51. Butterworth. London.
12. Hobson, P.N. 1972. Physiological characterising of rumen microbes and relation to diet and fermentation patterns. *Proc. Nutr. Soc.* 31:136.
 13. Hoover, W.H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.* 69:2755.
 14. Kirkpatrick, B.K. and J.J. Kennelly. 1989. Influence of supplemental protein source and protein concentration on ruminal and intestinal digestion in heifers. *J. Anim. Sci.* 67:2743.
 15. Leedle, J.A.Z. and R.B. Hespell. 1980. Differential carbohydrate media and anaerobic replica plating techniques in delineating carbohydrate-utilizing subgroups in rumen bacterial populations. *Appl. Environ. Microbiol.* 39:709.
 16. Leedle, J.A.Z., K. Barsuhn and R.B. Hespell. 1986. Postprandial trends in estimated ruminal digesta polysaccharides and their relation to changes in bacterial groups and ruminal fluid characteristics. *J. Anim. Sci.* 62:789.
 17. McCullough, M.E. 1973. Optimum feeding of dairy for meat and milk. The Univ. of Georgia Press. Athens.
 18. McCullough, M.E. and W.G. Smart. 1967. Influence of feeding schedule, type of forage and ratio of flaked corn to forage on rumen fermentation. *J. Dairy Sci.* 51:385.
 19. Merchen, N.R., J.I. Firkins and L.L. Bergen. 1986. Effect of intake and forage level on ruminal turnover rates, bacteria protein synthesis and duodenal amino acid flows in sheep. *J. Anim. Sci.* 62:216.
 20. Michalowskis, T. 1975. Effect of different diets on the diurnal concentrations of ciliate Protozoa in the rumen of water buffalo *J. Agric. Sci.* 85:145.
 21. Okorie, A.V., P.J. Buttery and D. Lewis. 1977. Ammonia concentration and proteolysis synthesis in the rumen. *Proc. Nutr. Soc.* 36:38A.
 22. Origues, I., J.P. Fontenot and J.G. Ferry. 1988. Digesta flow in sheep fed poor quality hay supplemented with urea and carbohydrates. *J. Anim. Sci.* 66:975.
 23. Reid, R.L., J.P. Hogan and P.K. Briggs. 1957. The effect of diet on individual volatile fatty acids in the rumen of sheep with particular reference to the effect of low rumen pH and adaptation on high starch diet. *Aust. J. Agr. Res.* 6:691.
 24. Roffler, R.E. and L.D. Satter. 1975. Relation by cattle of silage and barley diets containing increasing quantities of fish meal. *J. Agric. Sci. Camb.* 109:261.
 25. Satter, L.D. and L.L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. *Br. J. Nutr.* 32:199.
 26. Song, M.K. and J.J. Kennelly. 1990. Ruminal fermentation pattern, bacterial population and ruminal degradation of feed ingredients as influenced by ruminal ammonia concentration. *J. Anim. Sci.* 68:1110.
 27. Wiedmeier, R.D., J.R. Males and C.T. Gaskins. 1983. Effect of dietary crude protein on the dry matter digestibility of wheat straw diets in cattle. *J. Anim. Sci.* 57:1568.
 28. Yang, C.M.J. and G.A. Varga. 1989. Effect of sampling site on protozoa and fermentation and productions in the rumen of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:1492.