

벼짚 · 옥수수사일리지 · 牧乾草 급여시 濃厚飼料 給與水準이 젖소의 反芻生理 및 咀嚼形態에 미치는 영향

尹祥基 · 奇光錫 · 金賢燮 · 權應基 · 姜宇成

Effect of Concentrate Level on Chewing Activities and Ruminal Characteristics in Dairy Cows Fed Rice Straw, Corn Silage and Grass Hay

Sang Gi Yun, Kwang Seok Ki, Hyeon Shup Kim, Ung Gi Kwon and Woo Sung Kang

Summary

This experiment was carried out to investigate the feed intake, chewing activities and ruminal characteristics by change in roughage intake and concentrate feeding amount with 15 Holstein cows.

1. DM intake of cow fed rice straw, corn silage and grass hay was 4.97, 5.47 and 5.60% of metabolic weight, respectively, and that by kg increase of concentrate was decreased by 0.330, 0.294 and 0.461 kg, respectively.
2. RVI of rice straw, corn silage and grass hay was 98.3, 93.7 and 87.1 respectively, and correlations between RVI(Y) and concentrate level(X) were the following;

$$Y_1(\text{rice straw}) = 99.4543 - 5.9759X + 0.0230X^2$$

$$Y_2(\text{corn silage}) = 88.7601 - 2.9000X - 0.2111X^2$$

$$Y_3(\text{grass hay}) = 95.1515 - 6.3096X + 0.0873X^2$$

3. Average ruminal pH in rice straw feeding group was the highest and correlations between ruminal pH(Y) and concentrate level(X) were the following;

$$Y_1 = 7.0920 - 0.0309X - 0.0023X^2$$

$$Y_2 = 6.5000 - 0.0516X + 0.0002X^2$$

$$Y_3 = 6.7666 - 0.0072X - 0.0044X^2$$

4. Average ruminal NH₃-N concentration in forage hay feeding group was the highest and correlations between ruminal NH₃-N concentration(Y) and concentrate level(X) were the following.

$$Y_1 = 3.3777 - 0.0587X + 0.0682X^2$$

$$Y_2 = 4.2765 + 0.5921X + 0.0181X^2$$

$$Y_3 = 5.3634 - 0.4203X + 0.0223X^2$$

5. Ruminal VFA concentration in corn silage feeding group was the highest.

I. 서 론

젖소의 사료섭취량은 physiological한 면과 physical한 면에 의하여 결정되며 physiological한 면은 화학적, 열량적, 피하지방 함량적인 조절작용으로 나누어

지며 physical한 면은 장기의 충만상태, 사료의 통과 속도, 반추활동등에 의하여 조절된다. 이 중 소화기 내의 내용물 충만정도는 채식량 조절의 가장 중요한 요인이 되며 이는 소화속도와 밀접한 상관관계가 있다. 소화기관내 사료의 소화속도는 사료의 종류, 사

료섭취 순서, 사료의 물리적 형태, 채식과 반추시의 저작운동 그리고 소화기의 연동운동등에 영향을 받는다(Baile 및 McLaughlin 1987, Colucc: 등 1989, Della-Fear 및 Baile 1984).

사료의 조섬유함량이나 NDF 함량이 증가하게 되면 저작시간이 증가하며 소화속도는 감소하게 되어 사료의 소화기관내의 체류시간은 증가하게 된다(Beauchemin 등 1991, Shaver 등 1988, Woodford 및 Murphy 1988, Thornton 및 Minson 1972).

그러나 조섬유 함량이 낮은 농후사료는 장내 정체 시간이 짧고 소화속도가 빠르지만 과다급여시에는 abomasal ulcers, acidosis, displaced abomasums, polioencephalo malacia, laminitis 그리고 착유우에 있어 유지율이 감소하는 등 여러가지 장애가 발생하게 된다. 따라서 젖소에 급여하는 사료는 그 구성과 비율을 고려하여야 한다(Siciliano-Jones 및 Murphy 1989).

조사료는 젖소의 생리적 균형을 유지하기 위한 주요한 요소이지만 대부분 에너지등 영양가가 낮으며 농후사료는 젖소의 소화생리에는 불리하나 에너지등 영양가 공급에서는 매우 중요하다.

그러므로 조사료와 농후사료의 급여수준을 적절하게 조절할 때 사료섭취량도 증가하고 우유생산성도 향상될 것이다.

본 연구에서는 우리나라에서 가장 많이 급여하고 있는 조사료인 벧짚, 옥수수 사일레지 그리고 목건초를 급여하면서 농후사료의 급여수준이 변할때 사료섭취, 저장형태 및 반추위내의 생리적 현상이 어떻게 변하는가를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

체중 620 ± 15.23 kg인 Holstein 경산우 15두를 벧짚, 옥수수 사일레지 그리고 목건초의 3개 조사료 급여여부에 각각 5두씩 완전 임의배치한 후 1일 두당 농후사료는 0, 3, 6, 9 그리고 12 kg까지 5개 급여수준을 두어 점차 증량 급여하였으며 조사료는 각 처리별로 자유채식 시켰다. 시험기간은 농후사료 급여수준별로 각 20일간 개체 사양관리 하였고, 사료섭취량은 시험기간 20일중 14일간의 적응기간을 지난뒤 15일째부터 6일간 매일 평량조사하였으며 채식행동은 사료섭취량 조사기간에 CCTV를 이용 촬영한 후

Timekeeper로 섭취 및 반추시간을 조사하였다.

본 시험에 공시한 농후사료의 배합비율은 표 1과 같으며 조사료중 황숙기에 제조한 옥수수 사일레지의 품질은 pH 4.8, $\text{NH}_3\text{-N}$ 423.3 mg/g 그리고 acetic acid, butyric acid, lactic acid가 각각 0.64, 0.08 그리고 1.92%로 중질이상 이었으며, 목건초는 개화기에 제조한 오차드그라스 위주 혼합 목건초로 이들 시험사료의 일반성분은 표 2 그리고 조사료의 세포벽 구성 성분은 표 3과 같다. 조사방법중 반추위액의 pH와 $\text{NH}_3\text{-N}$ 함량은 반추위에 fistula를 장착한 시험축 3두를 각 처리에 공시하여 사료급여후 0, 1, 3, 5, 7시간에 위액을 채취 Orion 960을 이용 측정하였고, VFA는 Erwin 등(1961)의 방법에 의거 gas chromatography (model: Varian 6000)를 이용 분석하였다.

Table 1. Formula of Experimental Diets

Item	Ingredient, %
Corn	55.0
Wheat bran	23.0
Soyean meal	19.0
Urea	1.0
Salt	0.7
Lime stone	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.H.T. 10,000mg; Mn 4,400mg; Zn 4,400mg; Fe 13,200mg; Cu 2,200mg; Co 440mg.

III. 결과 및 고찰

1. 사료 및 건물 섭취량

조사료의 종류와 농후사료급여 수준변화에 따른 사료 및 건물섭취량은 표 4와 같다. 농후사료를 급여하지 않고 조사료만 급여하였을 때 벧짚, 옥수수 사일레지 그리고 목건초의 1일 건물섭취량은 각각 6.43, 7.27, 7.33 kg 그리고 대사체중에 대한 건물섭취 비율은 4.97, 5.47, 5.60%W^{0.75}kg로 목건초의 섭취량이 조사료중 가장 높았으며 벧짚의 섭취량이 가장 낮았

Table 2. Chemical composition of experimental diets

Ingredient	DM	C. protein	C. fat	C. fiber	Ash
 %				
Concentrate	86.80	18.25	2.49	4.31	4.02
Rice straw	86.90	3.26	1.00	27.37	11.02
Corn silage	21.70	2.04	0.43	7.23	1.70
Grass hay	87.90	12.84	1.57	30.87	8.51

Table 3. Cell wall composition of experimental diets

Ingredient	NDF	ADF	Hemicellulose	Lignin	Cellulose	Silica
 %					
Rice straw	59.28	40.24	19.04	7.13	26.29	6.59
Corn silage	14.60	9.30	5.30	2.24	6.57	0.41
Grass hay	70.20	37.18	33.02	6.83	27.82	1.47

Table 4. Average daily dry matter and NDF intake

Item	Level of concentrate(kg/day)				
	0	3	6	9	12
Rice straw(kg/d)					
Intake	7.40	7.05	5.81	5.21	3.80
DM(% $W^{0.75}$ kg)	6.43	8.70	10.19	12.24	13.58
R:C(DM)*	4.97	6.82	8.04	9.63	10.54
NDF	100:0	71:29	49:51	37:63	24:76
Corn silage(kg/d)					
Intake	3.50	33.37	26.41	21.88	20.17
DM(% $W^{0.75}$ kg)	7.27	9.60	10.87	12.46	14.66
R:C(DM)*	5.47	7.39	8.77	9.95	11.51
NDF	100:0	73:27	53:47	38:62	30:70
Grass hay(kg/d)					
Intake	8.34	7.64	6.97	5.01	3.58
DM	7.33	9.29	11.27	12.11	13.43
(% $W^{0.75}$ kg)	5.60	7.13	8.49	9.29	10.17
R:C(DM)*	100:0	72:28	54:46	36:64	23:77
NDF	5.86	5.50	5.02	3.61	2.58

*Roughage: Concentrate.

다. 이는 조사료의 품질이 좋을때 섭취량이 증가한다
 는 Welch 및 Smith(1969)의 보고나 Shaver 등(1988)이

예취시기가 빠른 조사료일수록 체중비 건물섭취비율
 이 높아진다는 결과와, 사료건물 섭취량은 사료의 소

화율과 유의적인 상관관계가 인정되며($r=0.49$) 또한 분 배설량과도 관계가 있으며 저질 조사료일수록 장내 체류시간이 길어져 상대적으로 사료섭취량이 감소한다고 한 Lippke (1980)의 보고로 볼 때 볏짚의 품질이 상대적으로 다른 조사료 보다 낮은 것이 원인으로 생각된다.

각 조사료를 급여하면서 농후사료 급여량을 3, 6, 9, 12 kg까지 증가시킬 때 섭취한 사료 건물중 농후사료 비율은 각각 0%에서 27~29, 46~51, 62~64 그리고 70~77%까지 증가하였으나 상대적으로 조사료의 섭취 비율은 감소하였다. 농후사료의 급여수준증가에 따라 볏짚 섭취량은 7.05, 5.81, 5.21, 3.80 kg 옥수수 사일리지는 33.27, 26.41, 21.88, 20.17 kg 그리고 목건초는 7.64, 6.97, 5.01, 3.58 kg으로 감소하였으며 농후사료 급여량 증가에 의한 조사료의 섭취감소량은 그림 1과 같다. 각 처리별 NDF 섭취량도 농후사료가 증가함에 따라 조사료와 같은 비율로 섭취량이 감소하였다.

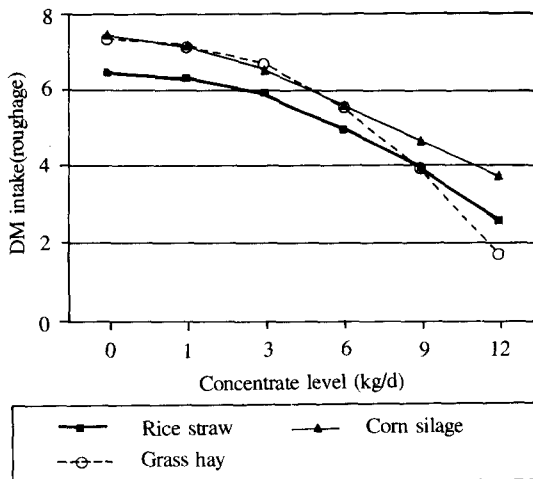


Fig. 1. Change in DM(roughage) intake by increasing concentrate level

그러나 총 건물 섭취량은 볏짚이 8.70, 10.19, 12.24, 13.58 kg 옥수수 사일리지가 9.60, 10.87, 12.46, 14.66 kg 그리고 목건초가 9.29, 11.27, 12.11 그리고 13.43 kg으로 증가하였고 대사체중에 대한 건물섭취 비율도 총 건물 섭취량과 같은 비율로 증가하는 경향이 있었다. 이것은 목건초 급여시 농후사료의 비율을 30에서 70%로 증가시키면 농후사료 섭취량은 직선적으로 증가한다는 Uden(1984)의 보고나 건초 급여시 농후사료의 급여량을 1일 0에서 7.5 kg까지 증가시킬 때 총 건물 섭취량은 농후사료 급여량 증가에 따라 계속 증가하였다는 Campling (1966)의 결과와 같은 경향이 있었다.

농후사료 급여수준과 각 조사료별 총 건물 섭취량과는 표 5와 같은 회귀식이 성립되며 농후사료 1 kg 증가에 따른 각 조사료건물 섭취 감소량은 볏짚 0.333 kg, 옥수수사일리지 0.294 kg 그리고 목건초가 0.416 kg으로 옥수수사일리지의 감소폭이 가장 낮고 목건초가 가장 높았다. 이는 조사료의 섭취량은 NDF 함량에 따라 제한을 받는다는 Thomson(1973)의 보고를 볼 때 볏짚과 목건초가 NDF 함량이 높은 결과로 볼 수 있다.

2. 저장시간과 조사료가 지수

조사료중 볏짚만 자유급여시킨 결과 1일 평균 섭취시간은 총 저장시간의 38.1%인 247분을 소비 하였으며 반추에는 총 저장시간의 61.9%인 402분을 소비하였다. 그리고 볏짚 건물 1 kg당 섭취와 반추시간은 각각 37.4분과 60.9분으로 이와 같은 결과는 조사료의 physical form과 저장효과에 기초를 두고 Sudweeks 등(1981)이 보고한 roughage value index (RVI)로는 98.3을 나타내었는데 이는 Sudweeks 및 Ely(1979)가 보고한 귀리짚의 RVI 160.0과 Yun(1991) 등이 볏짚의 절단길이에 따라 RVI를 조사한 결과인 104.8~125.4보다 낮은 결과를 나타내었다. 이것은 본

Table 5. Regression analysis of various measured parameter

DM intake(Y)	Independent(X)	Regression equation	r ²
Rice straw	Concentrate intake	$Y = 6.4724 + 0.8386X - 0.0140X^2$	0.9895**
Corn silage	Concentrate intake	$Y = 7.4505 + 0.6807X + 0.0006X^2$	0.9816**
Grass hay	Concentrate intake	$Y = 7.3355 + 0.8532X - 0.0261X^2$	0.9495**

시험에 사용한 볏짚이 압축되고 3~4 cm로 절단한 볏짚을 사용하였기 때문으로 사료된다.

옥수수사일레지를 급여할 때 평균 섭취시간은 331분 그리고 반추시간은 427분으로 총 저작시간은 758분을 나타내었으며 옥수수사일레지 건물 1 kg당 섭취와 저작시간은 각각 40.9분과 52.8분으로 RVI는 볏짚보다 낮은 93.7을 나타내었으나 이는 Sudweeks 및 Ely (1979)가 보고한 Coarst cut 옥수수사일레지의 66.1보다 그리고 Yun 등(1991)이 보고한 52.5분 보다는 높은 경향을 보였다. 또한 오차드라스 위주의 혼합목건초를 급여한 결과 총 저작시간의 42.3%인 340분을 섭취시간에 그리고 총 저작시간의 57.7%인 464분을 저작시간에 소비하였으며 목건초건물 1 kg당 섭취와 저작시간은 각각 36.8과 50.3분으로 RVI는 87.1분을 나타내었다.

이는 품질이 좋은 bermudagrass hay의 RVI가 87.1이라고 한 Sudweeks & Ely(1979)의 결과와는 일치하나 Yun 등(1991)이 보고한 혼합목건초의 RVI는 98.7이라고 한 결과 보다는 낮았다.

이와 같이 각 조사료의 RVI 조사결과 볏짚이 가장 높고 목건초가 낮은 것은 조사료의 품질이 나쁠수록 건물섭취당 반추시간은 유의적으로 증가한다는 Welch 및 Smith(1969)의 보고를 볼 때 각 조사료의 품질과 관계가 있다고 할 수 있다. 또한 각 조사료의 NDF kg당 섭취와 반추시간은 볏짚 54.8, 89.2분, 옥수수사일레지 52.8, 78.4분 그리고 목건초가 50.3, 62.9분으로 건물과 같이 볏짚에서 가장 높고 목건초에서 가장 낮았다.

볏짚을 급여하면서 농후사료 급여량을 3, 6, 9 그리고 12 kg으로 증가시킬 때 섭취시간은 37.4, 24.3, 19.7, 14.8분 반추시간은 47.5, 37.5, 28.0, 16.4분으로 낮아졌으며, 옥수수사일레지는 섭취시간이 27.7, 24.9, 13.4, 12.0분 반추시간은 53.0, 33.2, 31.5, 20.7분, 그리고 목건초는 섭취시간이 28.5, 24.0, 16.0, 10.9분 반추시간은 54.3, 35.7, 30.2, 13.0분으로 급격히 감소하였으며, 각 조사료 모두 농후사료의 급여수준이 증가할수록 RVI도 감소하였고, 농후사료 급여수준 증가에 따른 RVI의 변화는 그림 2와 같다.

채식과 반추시간에 대한 연구결과로는 농후사료의 급여비율을 증가시켰을 때 채식과 반추시간은 감소하였다는 Welch 및 Smith(1970), Sudweeks 등(1981)의

보고와 젖소에 NDF 함량을 26, 30 및 34%로 구분 급여한 결과 건물 및 NDF kg당 채식과 반추시간은 NDF 함량이 증가할수록 유의하게 길어졌다는 Beauchemin 및 Buchanan-Smith(1989)의 결과나 젖소에 NDF 함량을 31, 34 및 37% 수준으로 급여한 결과 건물과 NDF 1 kg당 채식과 반추시 저작회수 모두 유의적으로 증가하였다는 Beauchemin 등(1991)의 보고 또는 반추시간은 농후사료의 급여비율이 증가할수록 감소한다는 Balch(1971)의 결과 등으로 볼 때 본 시험의 결과는 이들의 연구결과와 같은 경향이라 할 수 있다. 그리고 각 조사료별 농후사료 급여량 증가에 따른 NDF kg당 저작시간은 그림 3과 같다.

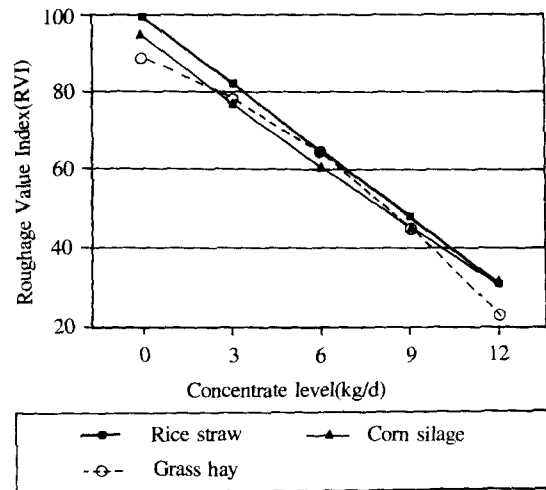


Fig. 2. Change in RVI increasing concentrate level

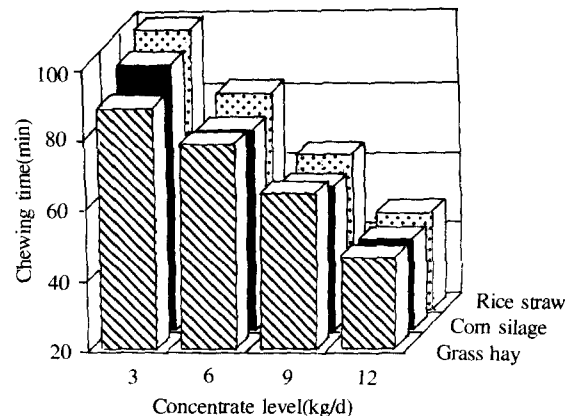


Fig. 3. Change in chewing time by increasing concentrate level

3. 반추위액의 성상변화

볏짚만 급여할 때 젖소 반추위액의 평균 pH는 7.110이었으나 농후사료 급여량이 3, 6, 9, 12 kg으로 증가함에 따라 pH는 6.924, 6.826, 6.656 그리고 6.382로 감소하였으며 조사료와 농후사료의 비율이 24:76인 농후사료 12 kg 급여시 반추위액의 최저 pH는 6.0 이하인 5.739로 떨어졌고 이 때의 RVI는 31.2였다. 옥수수사일레지를 급여할 때의 평균 pH는 6.510이나 농후사료 급여량이 증가할수록 pH는 6.323, 6.168, 6.108 및 5.904로 감소하였고 최저 pH가 6.0 이하일 때는 조사료와 농후사료의 비율이 53:47인 농후사료 6 kg 급여할 때 부터였으며 RVI로는 58.1이하 부터였다. 그리고 목건초 급여시의 평균 pH는 농후사료 무급여시의 6.770에서 3 kg의 6.694 그리고 6, 9, 12 kg 급여시의 6.546, 6.359 및 6.048로 감소하였으나 최저 pH가 6.0 이하일 때는 조사료와 농후사료의 비율이 36:64인 농후사료 9 kg 급여때로 이 때의 조사료가 지수는 46.2였다.

이상의 결과는 젖소에서 일정유지율(3.5%)을 유지하기 위한 착유사료의 RVI는 31.1이며 유지율을 최대 할 수 있는 RVI는 49.3이라고 한 Sudweeks 등 (1981)의 보고를 볼 때 볏짚을 자유 급여할 때는 농후사료 12 kg, 목건초는 농후사료 9 kg 그리고 옥수수

사일레지를 급여할 때는 농후사료 6kg 급여할 때 유지율을 최대 할 수 있으리라 사료된다.

본 시험결과 농후사료 1 kg 증가에 따른 반추위액의 pH 감소수준은 볏짚 0.0585, 옥수수사일레지 0.0480, 그리고 목건초가 0.0600으로 목건초가 가장 높고 옥수수사일레지가 가장 낮았으며 농후사료 급여수준 증가와 pH와는 표 6과 같이 고도의 상관관계가 성립되었다.

반추위액의 평균 NH₃-N함량은 볏짚만 급여할 때가 3.16 mg/100 ml였으나 농후사료 급여수준이 증가함에 따라 3.99, 6.00, 7.96 그리고 12.70 mg/100 ml로 급격히 증가하였으며 이는 옥수수사일레지가 4.16, 6.08, 9.33, 10.69 그리고 14.16 mg/100 ml로 목건초가 5.22에서 6.65, 9.47, 10.65 그리고 13.77 mg/100 ml로 증가하는 경향 등을 볼 때 증가폭은 옥수수사일레지가 높고 목건초가 낮았으나 처리간에 차이는 없었다. 이와 같은 결과는 조사료의 단백질 함량보다는 농후사료 급여량 증가에 따른 단백질 공급수준 증가에 의한 영향으로 사료된다.

농후사료 급여수준과 반추위내에 NH₃-N 함량과는 표 7과 같은 상관관계가 성립되며 농후사료 1 kg 증가에 따른 반추위액의 NH₃-N 증가수준은 볏짚 0.7811 mg/100 ml, 옥수수사일레지 0.9511 mg/100 ml 그리고 목건초가 0.8700 mg/100 ml였다.

Table 6. Regression analysis of various measured parameter

pH(Y)	Independent(X)	Regression equation	r ²
Rice straw	Concentrate intake	Y = 7.0920 - 0.0309X - 0.0023X ²	0.7400**
Corn silage	Concentrate intake	Y = 6.5000 - 0.0516X + 0.0002X ²	0.4792**
Grass hay	Concentrate intake	Y = 6.7666 - 0.0072X - 0.0044X ²	0.7281**

Table 7. Regression analysis of various measured parameter

NH ₃ -N(Y)	Independent(X)	Regression equation	r ²
Rice straw	Concentrate intake	Y = 3.3777 - 0.0587X + 0.0682X ²	0.7886**
Corn silage	Concentrate intake	Y = 4.2765 + 0.5921X + 0.0181X ²	0.8299**
Grass hay	Concentrate intake	Y = 5.3624 + 0.4203X + 0.0223X ²	0.7882**

반추위액의 VFA(volatil fatty acid)는 조사료만 급여할 때와 농후사료 12 kg 급여할 때를 조사한 결과

조사료만 급여할 때 acetate, propionate 그리고 butyrate는 볏짚이 각각 28.608, 7.206, 2.056 mM/mg,

옥수수사일레지가 42.083, 12.491, 3.492 mM/mg 그리고 목건초가 34.652, 9.123, 3.034 mM/mg으로 VFA 함량은 옥수수사일레지가 높고 벚짚이 낮았으나 A/P (acetate/propionate)의 비율은 벚짚이 4.07 옥수수사일레지 3.37 그리고 목건초가 3.80으로 벚짚이 가장 높았다. 이는 반추위액의 VFA 함량은 저작 시간 증가에 따라 acetate는 증가하고 propionate는 감소하여 A/P의 비율도 높아진다는 Takahashi 등(1989)의 결과와 같은 경향이였다. 각 조사료에 농후사료를 12 kg 증가함에 따라 acetate, propionate 그리고 butyrate는 벚짚이 각각 81.850, 23.551, 18.805 mM/mg이었으며 옥수수사일레지가 82.014, 25.291, 13.806 mM/mg 그리고 목건초가 82.574, 29.198 그리고 19.880 mM/mg으로 VFA의 생성량이 급격히 증가하였으며 상대적으로 A/P 비율도 3.48, 3.24 그리고 2.83으로 감소하였다.

이러한 결과는 농후사료 다급시 VFA농도도 증가한다는 Matanobu 등(1986)과 농후사료 다급시 VFA량은 증가하나 A/P비율은 감소한다는 Sicilano-Jones 및 Murphy(1989)의 연구결과와도 같은 경향이였다.

IV. 적 요

본 시험은 국내생산 주요 조사료인 벚짚, 옥수수사일레지, 목건초를 급여하면서 농후사료 수준을 조절하였을 때 반추생리 및 저작형태에 미치는 효과를 조사하기 위하여 농후사료 5개수준(0, 3, 6, 9, 12 kg/일)에 젖소 15두를 공시하여 시험을 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 건물섭취량은 벚짚, 옥수수사일레지, 목건초가 대사체중비 4.97, 5.47 그리고 5.60%를 섭취하였으며 농후사료 증가에 따른 조사료 건물섭취량 감소량은 벚짚 0.330, 옥수수사일레지 0.294 그리고 목건초는 0.461 kg이었다.

2. 조사료의 조사료가 지수는 벚짚, 옥수수사일레지, 목건초가 각각 98.3, 93.7 그리고 87.1 이었으며, 조사료가 지수(Y)와 농후사료 증가수준(X)에는 다음과 같은 상관이 성립되었다.

$$Y_1(\text{rice straw}) = 99.4543 - 5.9759X + 0.0230X^2$$

$$Y_2(\text{com silage}) = 88.7601 - 2.9000X - 0.2111X^2$$

$$Y_3(\text{grass hay}) = 95.1515 - 6.3096X + 0.0873X^2$$

3. 반추위액의 평균 pH는 벚짚급여시 가장 높았으며

반추위액의 pH(Y)와 농후사료 급여수준(X)과는 다음과 같은 상관이 성립되었다.

$$Y_1 = 7.0920 - 0.0309X - 0.0023X^2$$

$$Y_2 = 6.5000 - 0.0516X + 0.0002X^2$$

$$Y_3 = 6.7666 - 0.0072X - 0.0044X^2$$

4. 반추위액의 평균 NH₃-N 함량은 목건초 급여시 가장 높았으며 반추위액의 NH₃-N 함량(Y)과 농후사료 급여수준(X)과는 다음과 같은 상관이 성립되었다.

$$Y_1 = 3.3777 - 0.0587X + 0.0682X^2$$

$$Y_2 = 4.2765 + 0.5921X + 0.0181X^2$$

$$Y_3 = 5.3634 - 0.4203X + 0.0223X^2$$

5. 반추위액의 휘발성 지방산 함량은 옥수수사일레지 급여시 가장 높았다.

V. 인용문헌

1. Baile, C.A. and C.L. Mclaughlin. 1987. Mechanisms controlling feed intake in ruminants. *J. Anim. Sci.* 64:915-922.
2. Balch, C.C. 1971. Proposal of use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages. *Brit. J. Nutr.* 26:383-392.
3. Beauchemin, K.A. 1991. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and alfalfa hay quality on chewing, rumen function and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74:3140-3151.
4. Beauchemin, K.A. and J.G. Buchaman-Smith. 1989. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:2288-2300.
5. Beauchemin, K.A., B.I. Farr and L.M. Rode. 1991. Enhancement of the effective fiber content of barley-based concentrates fed to dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74:3128-3129.
6. Campling, R.C. 1966. The effect of concentrates on the rate of disappearance of digesta from the alimentary tract of cows given hay. *J. Dairy Res.*

33. 13.
7. Colucci, P.E., G.K. Macleod, W.L. Grovum, L.W. Cahill and I. McMillan. 1989. Comparative digestion in sheep and cattle fed different forage to concentrate ratios at high and low intakes. *J. Dairy Sci.* 72:1774-1785.
 8. Della-Fera, M.A. and C.A. Baile. 1984. Control of feed intake in sheep. *J. Anim. Sci.* 59:1362-1368.
 9. Erwin, E.S., C.Y. Marco and E.N. Emergy. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fermentation in Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 58: 452.
 10. Lippke, H. 1980. Forage characteristics related to intake, digestibility and gain by ruminants. *J. Anim. Sci.* 50:952-961.
 11. Matanobu, A., Y. Nakagawa and T. Irika. 1986. Comparison of the nature among different sites in the rumen of cows fed ration differing in hay : Concentrate ratio. *Jpn. J. Zootech. Sci.* 57:395-403.
 12. Shaver, R.D., L.D. Satter and N.A. Jorgensen. 1988. Impact of forage fiber content on digestion and digesta passage in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71:1556-1565.
 13. Siciliano-Jones, J. and M.R. Murphy. 1989. Nutrient digestion in the large intestine as influenced by forage to concentrate ratio and forage physical form. *J. Dairy Sci.* 72:471-484.
 14. Siciliano-Jones, J. and M.R. Murphy. 1989. Production of volatile fatty acids in the rumen and cecum-colon of steers as affected by forage : concentrate and forage physical form. *J. Dairy Sci.* 72:485-492.
 15. Sudweeks. E.M. and L.O. Ely. 1979. Evaluating the physical form of the diet in ruminant nutrition. *Proc. Distillers Feed Research Council.* 34:60-66.
 16. Sudweeks. E.M., L.O. Ely, D.R. Mertens and L.R. Sisk. 1981. Assessing minimum amounts and form of roughage in ruminant diets; Roughage value index system. *J. Anim. Sci.* 53:1406-1411.
 17. Takahashi, A., N. Kawamura, Y. Kato and S. Sugiura. 1989. Effect of chewing time differences on milk production of cows in early high lactation. *Bulletin of the Aichi-Ken Agricultural Research Center.* 21:289-294.
 18. Thornton, R.F. 1973. Relationship between apparent retention time in rumen, voluntary intake and apparent digestibility of legume and grass diets in sheep. *Aus. J. Agr. Res.* 24. 889.
 19. Thornton. R.F. and J.D. Minson. 1972. Relationship between voluntary intake and mean apparent retention time in rumen. *Aus. J. Agr. Res.* 23. 871.
 20. Uden, P. 1984. The effect of intake and hay; concentrate ratio upon digestibility and digesta passage. *Animal Feed Science and Technology.* 11 (3):167-179.
 21. Welch. J.G. and A.M. Smith. 1969. Influence of forage quality on rumination time in sheep. *J. Anim. Sci.* 28:813-818.
 22. Welch, J.G. and A.M. Smith. 1970. Forage quality and rumination time in cattle. *J. Dairy Sci.* 53:797-800.
 23. Woodford, S.T. and M.R. Murphy. 1988. Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter and rumen function of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 71:674-686.
 24. 윤상기, 김현섭, 박우균, 이기종, 주영국. 1991. 섬유소 급여원별 착유우의 산유특성에 관한 연구. *축시연보.* 135-140.