

잣나무 생枝葉 사일리지 급여가 거세한우의 반추위 발효성상 및 스트레스 관련 Hormone의 혈 중 농도에 미치는 영향

이상철* · 정찬성* · 오영균* · 김경훈* · 조성백* · 김태규** · 이성실*** · 문여황****
축산연구소*, (주)퓨리나코리아**, 경상대학교***, 진주산업대학교****

Effects of Pine Silage Feeding on Ruminal Fermentation Characteristics, and Blood Concentrations of Stress-Related Hormones in HANWOO Steers

S. C. Lee*, C. S. Jung*, Y. K. Oh*, K. H. Kim*, S. B. Cho*, T. G. Kim**, S. S. Lee*** and Y. H. Moon****

National Livestock Research Institute*, Agribands Purina Korea**,
Gyeongsang National University***, RAIRC, Jinju National University****

ABSTRACT

This study was conducted to utilize the wastes produced from thinning the forest as a roughage source for ruminants. Four ruminally cannulated Korean steers were used to investigate the ruminal fermentation characteristics and blood concentrations of stress-related hormones. Treatments were composed of the rice straw only (Control) and the 30 % pine silage plus 70 % rice straw(Pine silage) as roughages. The experiment was conducted with four replicates by a double turn over design. For sampling of blood under high temperature steers were accommodated in respiratory chamber.

Concentrations of ruminal pH, volatile fatty acids and ammonia were not affected by substitution of pine silage. Mean concentration of blood thyroxine was significantly($P < 0.01$) lower in the pine silage than the control. However, blood cortisol concentration was not affected by substitution of pine silage, even though it was significantly($P < 0.05$) decreased after exposure for 6 hrs in high temperature.

It was concluded that the pine silage using the wastes produced from thinning the forest could be use as a substitute roughage for reduction of heat stress in ruminant.

(Key words : Pine silage, HANWOO, Ruminal fermentation characteristics, Stress-related hormone)

I. 서 론

전 국토의 66%가 산지로 덮여 있는 우리나라에서 전국적으로 수행하고 있는 숲 가꾸기 사업(1998년~2002년까지) 및 제 4차 산림간벌 계획(1998년~2007년까지)에 의하여 간벌, 어린 나무가꾸기, 천연림 보육사업이 실시되고 있다. 숲 가꾸기 사업에 따른 간벌 부

산물 중, 목질 조사료로 사용할 수 있는 목질부와 생지엽의 연간 생산량이 2000년도 기준으로 약 2.7백만 톤에 이른다(이, 2002). 이러한 산림간벌 부산물이 산림에 그대로 방치될 경우, 산불에 대한 위험이 더욱 커지게 될 뿐만 아니라 폐자원의 활용을 위해서도 대안이 마련되어야 할 것이다. 침엽수 앞에서 향기 물질인 정유를 생산하여 방향제 원료로 사용

Corresponding author : Yea-Hwang Moon, Department of Animal Science & Biotechnology, RAIRC, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea. Tel : 055-751-3265, Fax : 055-751-3267, E-mail : yhmoon@jinju.ac.kr

하는 것 외에도 추출 잔사가 가지는 잔존 활성을 이용하여 기능성 사료원으로 개발할 수도 있다. 이것은 결과적으로 산림자원의 부가 가치를 높여서 임업의 경쟁력을 향상시키는 동시에 축산농가의 경비절감 및 수입에 의존하는 사료자원의 대체 효과를 기대할 수 있다. 현재까지 침엽수 생지엽을 가축의 조사료로써 이용한 사례는 거의 없으며, 동물이 소나무 잎을 섭취하게 되면 번식장애가 오는 것으로 알려져 있지만, 침엽수에 함유된 ketone 과 terpene phenolic ether 성분은 각종 스트레스를 완화시키는 효과가 있다(Price 등, 1995). 따라서 본 시험은 산림 간벌부산물인 생지엽을 반추가축의 대체 조사료로서 개발 가능성을 조사해 보기 위하여 잣나무 생지엽 silage를 거세한우에게 급여하였을 때, 반추위내 발효성상 및 고온 환경 하에서 스트레스 경감효과에 대해 구명해 보고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 공시동물 및 시험기간

반추위 cannula가 장착된 거세한우(평균체중 478.3 kg) 4 두를 이용하여 예비시험 10일과 본 시험 2일 동안 수행하였으며, 고온 스트레스 적응시험은 2일 동안 수행되었다.

2. 시험사료

발효 생지엽(Pine silage)은 잎이 붙어 있는 잣나무 가지를 톱밥 분쇄기로 약 6 mm로 절단하여, 생지엽 500 kg에 산 10 L(물 6 L + formic acid 2 L + propionic acid 2 L), 당밀 25 kg, 요소 5.5 kg, 탄산칼슘 2.5 kg을 첨가하여 수분을 60%로 조절한 후, vinyl bag에 넣고 답압 후, 밀봉하여 25 °C의 온도에서 약 30일간 저장하였다. 농후사료는 옥수수(47.8%), 밀기울(41.0%), 대두박(5.0%), 채종박(2.0%), 당밀(2.0%), 석회석(1.5%), 소금(0.4%), 비타민과 무기물제제(0.2%) 및 Soduim Lasalocid(0.2%)를 이용하여 배합하였으며, 시험사료의 화학

적 조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of experimental diets

Item	Roughages		Concentrate
	Rice straw	Pine silage	
Dry matter, %	87.6	42.7	86.8
Crude protein, % DM	4.9	7.8	15.7
Ether extract, % DM	1.3	7.5	1.8
Crude fiber, % DM	33.4	47.3	5.7
NDF ¹⁾ , % DM	78.4	84.8	42.9
ADF ²⁾ , % DM	53.1	62.9	8.8
Lignin, % DM	6.9	7.7	2.2
Cellulose, % DM	35.7	53.6	6.0
Silica, % DM	9.2	0.1	0.1
Crude ash, % DM	15.8	2.3	5.9
Gross energy, kcal/kg	4,048	5,700	4,595
Acetic acid, mmol/L	-	1.2	-
Propionic acid, mmol/L	-	1.1	-
Butyric acid, mmol/L	-	0.1	-
Lactic acid, mmol/L	-	15.0	-
pH	-	4.93	-

¹⁾ Neutral detergent fiber.

²⁾ Acid detergent fiber.

3. 시험설계

처리구는 조사료로서 100% 벧짚구와 예비시험기간동안 수행된 기호성 시험을 근거로 하여

pine silage를 30 % 대체한 구로 나누어 double turn over design(2 두 × 2 회)에 의해 4반복으로 수행되었다.

4. 사양관리

사료는 원물기준으로 농후사료는 5 kg, 조사료로서 대조구는 볏짚 3 kg을 급여하였고, pine silage 구에서는 볏짚 2 kg과 pine silage 1.8 kg을 혼합하여 1일 2회 분할 급여하였다. 물과 린칼블록은 자유채식 시켰으며, 시험축은 반추위 발효 시험기간 동안은 계류식 우사에 수용되었으며, 고온 스트레스 적응 시험기간에는 불쾌감을 심하게 느끼는 단계인 불쾌지수 84의 조건을 맞추기 위해서 온도 33 °C와 상대습도 60 %가 유지되는 호흡상(respiratory chamber)에 수용되었다.

5. 조사항목 및 분석방법

반추위액은 cannula를 통해 각 시간대(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 hr) 별로 채취하여 8 점의 가아제로 거른 즉시, pH meter(model 920 A, Orion Research Inc.)로 pH를 측정하였다. 위액 중 VFA 함량은 Czerkawski(1976)의 방법에 의해 Gas-chromatography(VISTA 6000, Varian Associates Inc., USA)로 분석하였으며, NH₃-N 농도는 Chaney와 Marbach(1962)의 방법에 따라 Spectrophotometer(Spectronic 601, Milton-roy Co., USA)로 분석하였다. 혈액은 동물을 호흡 chamber 내 상온(22 °C)에서 1일간 적응시킨 후, 경정맥 catheter로부터 채취하여 0 hr 시료로 하였고, 고온의 조건에서 1, 6, 23시간 동안 노출시킨 후에 혈액을 채취하여 스트레스 관련 호르몬인 thyroxine과 cortisol을 kit(Bio-Rad T4; Bio-Rad CORTISOL)를 이용하여 분석하였다.

6. 통계처리

본 시험의 성적은 SAS(Statistical Analysis System) 통계 package(1985)를 이용하여 Studentized-t test 및 혈 중 스트레스 관련 호르몬의 시간대

별 농도는 Duncan Multiple Range Test로 유의성 검정을 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 반추위 pH

시험사료의 반추위 pH 변화는 Table 2와 같다. 시험사료 급여 전·후, 반추위액의 pH는 처리구 간에 차이를 보이지 않았으나(P > 0.05), 사료 급여 후 시간이 경과함에 따라 낮아졌다. 반추위내 pH가 5.5 이하로 떨어지면 섬유소의 분해율이 매우 낮아지는데(Hoover, 1986), 본 시험에서는 처리구 공히 조사된 시간대 범위에서 반추위 pH 농도가 평균 6.5 이상을 유지하였다. 따라서 본 시험에서 사용된 공시사료 급여에 의해 섬유소 분해 미생물의 활력에 영향을 미치지 않았으며, 특히 pine silage에 함유되어 있는 lactic acid(15 ml/L)는 반추위 미생물에 의해 흡수, 이용되었거나 동물체에 의해서 빠르게 대사되어 볏짚급여구와 비슷한 수준의 pH를 유지할 수 있었던 것으로 사료된다. 한편 McCullough(1973)는 VFA 생성을 위한 반추위

Table 2. Postprandial change of ruminal pH of steers fed rice straw or pine silage and rice straw as roughage source

Item	Roughage ¹⁾		P value ²⁾
	RS100 %	RS70 % : PS30 %	
Time after feeding			
0 hr	7.01 ± 0.04	6.95 ± 0.13	0.6525
1 hr	6.76 ± 0.09	6.63 ± 0.09	0.3312
2 hr	6.52 ± 0.09	6.51 ± 0.06	0.9273
3 hr	6.44 ± 0.07	6.44 ± 0.10	0.9967
4 hr	6.35 ± 0.08	6.34 ± 0.12	0.9279
5 hr	6.32 ± 0.09	6.32 ± 0.09	0.9685
Mean	6.57 ± 0.06	6.53 ± 0.06	0.6447

¹⁾ RS100 %, rice straw only; RS70 % : PS30 %, Rice straw 70 % plus pine silage 30 %.

²⁾ Statistical significance of treatment effects by T-test. Mean ± standard error.

적정 pH는 6.2~6.6, 미생물 체단백질 합성을 위해서는 6.3~7.4 범위라고 보고하였는데, pH 수준만으로 볼 때 본 시험에서 이용된 pine silage의 급여가 반추위내에서 일어나는 대사를 위해서 적절한 발효 양상을 나타낸 것으로 생각된다.

2. 반추위 VFA농도

시험사료의 반추위액 중 휘발성 지방산(VFA)의 농도 변화는 Table 3과 같다. 총 휘발성 지방산 농도는 사료급여 후 6시간대에서 pine silage 구가 벧짚구보다 높았던($P < 0.05$) 것을 제외하고, 처리구 간에 통계적인 유의차가 없었다. 벧짚구에서는 총 휘발성지방산 농도가 사료급여 후 3시간대에서 peak를 나타낸 후 점차 감소하는 경향이었으나, pine silage 급여구에서는 6시간대까지 지속적으로 증가하였다. 이러한 결과로부터 벧짚에 비해 pine silage가 반추위 내에서 영양소 분해가 지속적으로 일어남을 알 수 있었다. Wheeler 등(1981)은 사료의 조단백질 함량이 높을수록 반추위 내 총 휘발성지방산과 acetic acid의 비율이 증가하고, 조단백질 함량이 낮을수록 propionic acid 비율이 높아진다고 하였는데, 본 시험에서는 pine silage 구가 벧짚구에 비해 조단백질 수준이 높았지만(7.82% : 4.88%) 처리구 간에 반추위 휘발성 지방산 조성에서는 차이가 없었다.

한편, 반추위액 propionic acid의 농도는 주로, 사료 중 수용성 탄수화물의 함량에 의해 결정되지만 Russell과 Hespell(1981)이 발표한 내용 중, 반추위액의 propionic acid가 lactic acid로부터 생성될 수 있다는 사실을 근거로 볼 때, 유산 발효에 의해 제조되는 silage는 lactic acid 함량이 높기 때문에 pine silage 급여구에서 propionic acid 함량이 벧짚구보다 높을 것으로 추측되었지만 본 시험에서는 처리구 간에 차이가 없었다.

사료급여 후 6시간대에 valeric acid 함량이 pine silage 구보다 벧짚구에서 높았던($P < 0.05$) 것을 제외하고, 사료 중 valine, iso-leucine 및

leucine에서 유리되는 iso-butyric acid, valeric acid 및 iso-valeric acid(Bernard 등, 1988)는 처리 구에 유의적인 차이가 없었다.

Hoover 등(1984)은 반추위내 pH가 5.5에서 7.5로 증가함에 따라 acetate의 비율은 증가하는 반면, propionate와 butyrate의 비율은 감소하게 되는데, 이러한 변화는 pH가 증가함으로써 acetate 생성량은 크지만 propionate 생성량의 증가폭은 상대적으로 적고, butyrate는 오히려 줄어들었기 때문이라고 하였다. Acetic acid/propionic acid의 비율은 약 2.8 수준으로써 벧짚구와 pine silage구 간에 통계적인 유의차가 없었다.

3. 반추위 $\text{NH}_3\text{-N}$ 농도

시험사료의 반추위액 중 $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 농도는 Table 4와 같이 사료 급여 후 각 시간대별 농도는 벧짚과 pine silage구 간에 차이가 없이 비슷한 수준이었다. 발효시간에 따른 $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 농도 변화는 사료 급여 후 3시간대까지 높은 수준으로 유지된 이후 점차 줄어들었다. Pine silage는 제조 시에 약 1.1%의 요소가 첨가되었고, 조단백질 함량도 벧짚에 비해 크게 높았음에도(4.88% : 7.82%) 불구하고 반추위 내 $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 생성 pattern이 벧짚구와 비슷하게 나타났다. 이러한 결과는 pine silage 구가 벧짚 30%를 pine silage로 대체함으로써 실질적인 조단백질 섭취량은 일일 17.2g 정도 많이 섭취하여 단백질 섭취수준에 따른 영향이 미미하였기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 반추위내 $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 농도는 사료섭취 후 3시간 경과시까지 높았다가 그 이후로 낮아지는 경향이였다.

반추위 내 암모니아는 미생물의 단백질 합성을 위해 필요한 질소원이며(Bryant, 1974), 사료의 조단백질 함량이나 용해도 및 그 밖의 물리·화학적 특성에 따라 반추위 내의 암모니아 수치는 크게 영향을 받는다. Erdman 등(1986)은 반추위 내의 암모니아 농도는 사료의 소화속도가 빨라질수록 증가한다고 보고하였는데, pine silage 급여 시, 사료급여 후 시간의 경과에 따른 $\text{NH}_3\text{-N}$ 농도의 변화폭이 벧짚구보다 크지

Table 3. Postprandial changes of ruminal VFA concentration of steers fed rice straw or pine silage and rice straw as roughage source

Item	Time after feeding, hour							Mean
	0	1	2	3	4	5	6	
	Total VFA, mM/L							
RS100 % ¹⁾	55.46	67.38	79.24	88.45	83.22	82.66	69.26 ^b	75.09
	± 2.32	± 6.00	± 7.50	± 4.23	± 7.31	± 3.69	± 2.31	± 5.77
RS70 % : PS30 % ¹⁾	58.41	65.96	74.09	78.89	84.77	84.87	90.33 ^a	76.76
	± 7.03	± 10.69	± 6.00	± 5.27	± 5.21	± 4.85	± 2.60	± 5.70
	Acetic acid, molar %							
RS100 %	62.70	61.44	60.20	60.17	60.30	59.89	62.38	60.50
	± 1.27	± 1.80	± 1.19	± 0.44	± 0.19	± 0.98	± 0.33	± 0.33
RS70 % : PS30 %	62.90	60.17	59.86	60.48	61.44	63.73	63.73	61.27
	± 0.91	± 1.22	± 1.22	± 1.34	± 1.44	± 1.77	± 0.92	± 0.58
	Propionic acid, molar %							
RS100 %	19.06	21.68	23.13	22.40	22.40	22.24	19.90	21.49
	± 0.66	± 1.26	± 0.81	± 0.84	± 0.59	± 0.94	± 0.77	± 0.66
RS70 % : PS30 %	18.81	21.11	21.95	22.26	22.10	21.85	22.13	21.31
	± 0.55	± 0.34	± 0.29	± 0.30	± 0.59	± 0.93	± 0.27	± 0.64
	Iso-Butyric acid, molar %							
RS100 %	1.70	1.26	1.17	1.11	1.07	1.05	0.95	1.22
	± 0.08	± 0.10	± 0.08	± 0.08	± 0.09	± 0.05	± 0.15	± 0.15
RS70 % : PS30 %	1.77	1.00	1.22	1.14	0.98	1.04	0.88	1.10
	± 0.10	± 0.19	± 0.11	± 0.14	± 0.07	± 0.09	± 0.12	± 0.11
	Butyric acid, molar %							
RS100 %	13.22	13.32	13.22	12.87	13.28	13.79	14.57	13.12
	± 0.69	± 0.66	± 0.86	± 0.53	± 0.63	± 0.35	± 1.36	± 0.20
RS70 % : PS30 %	13.95	14.72	13.92	13.28	12.60	12.86	11.49	13.03
	± 1.09	± 1.06	± 1.00	± 1.11	± 1.04	± 1.12	± 1.79	± 0.47
	Iso-valeric acid, molar %							
RS100 %	2.82	1.95	4.07	1.88	1.83	1.99	2.00	2.31
	± 0.15	± 0.13	± 2.30	± 0.19	± 0.22	± 0.28	± 0.29	± 0.32
RS70 % : PS30 %	3.00	2.23	2.14	2.01	1.94	1.95	1.75	2.07
	± 0.61	± 0.39	± 0.34	± 0.31	± 0.33	± 0.35	± 0.61	± 0.16
	Valeric acid, molar %							
RS100 %	1.00	1.29	1.81	1.56	1.39	1.29	1.16 ^a	1.36
	± 0.02	± 0.03	± 0.24	± 0.09	± 0.09	± 0.07	± 0.03	± 0.12
RS70 % : PS30 %	1.36	1.26	1.52	1.40	1.19	1.11	0.89 ^b	1.12
	± 0.62	± 0.13	± 0.16	± 0.13	± 0.10	± 0.11	± 0.02	± 0.10
	Acetic acid/Propionic acid							
RS100 %	3.28	2.79	2.59	2.70	2.69	2.71	3.03	2.83
	± 0.19	± 0.25	± 0.14	± 0.12	± 0.11	± 0.15	± 0.08	± 0.12
RS70 % : PS30 %	3.34	2.88	2.74	2.73	2.80	2.84	2.88	2.89
	± 0.09	± 0.07	± 0.07	± 0.08	± 0.12	± 0.17	± 0.01	± 0.11

¹⁾ RS100 %, rice straw only; RS70 % : PS30 %, Rice straw 70 % plus pine silage 30 %.

Mean ± standard error.

Means with different superscript in each column differ (P < 0.05).

않은 것은 사료의 소화가 좀더 서서히 지속적으로 일어났다는 것을 의미한다. Crooker(1978)는 미생물 단백질 합성을 위한 적정 암모니아 농도는 50~80 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 라고 보고하였는데 본 시험에서 pine silage 급여 시 반추위액 중 암모니아 농도는 최저 74.7 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 최고 119.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로서 미생물체 단백질 합성을 위한 적정수준을 크게 벗어나지 않는 것으로 나타났다.

Table 4. Postprandial change of ruminal $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration of steer fed rice straw and pine silage as roughage source ($\mu\text{g}/\text{ml}$)

Item	Roughage ¹⁾		P value ²⁾
	RS100%	RS70% : PS30%	
Time after feeding			
0 hr	96.60 ± 13.91	74.66 ± 7.70	0.2169
1 hr	107.93 ± 12.47	109.04 ± 17.14	0.9598
2 hr	128.44 ± 3.41	112.24 ± 16.00	0.3603
3 hr	124.65 ± 16.72	119.09 ± 16.64	0.8218
4 hr	77.76 ± 2.88	89.77 ± 20.72	0.5868
5 hr	73.63 ± 18.14	86.96 ± 23.17	0.6665
6 hr	39.71 ± 3.42	84.83 ± 41.59	0.3925
Mean	96.75 ± 6.73	97.57 ± 7.02	0.9331

¹⁾ RS100%, rice straw only; RS70% : PS30%, Rice straw 70% plus pine silage 30%.

²⁾ Statistical significance of treatment effects by T-test.

Mean ± standard error.

4. 고온 스트레스시 혈 중 호르몬 농도 변화

공시축이 호흡상 안에서 고온 스트레스를 받았을 때, 혈액의 호르몬 농도의 변화에 대한 결과는 Table 5와 같다. 혈 중 thyroxine 농도는

고온 스트레스를 겪기 전(0시간)이나 고온 환경(온도 33 $^{\circ}\text{C}$, 습도 60%)의 호흡상에서 노출시켰을 때, 처리 간에 통계적 유의차는 나타나지 않았지만 Pine silage 구가 벚짚구보다 혈 중 thyroxine 농도가 고온 노출 6시간부터 낮아졌으며($P < 0.1$), 평균농도는 고도의 유의차($P = 0.0032$)가 나타났다. 이러한 결과는 혈 중 thyroxine이 고온 스트레스에 크게 관련이 있고, 한우가 pine silage를 섭취함으로써 고온 스트레스로부터 어느 정도 안정이 될 수 있다는 것을 시사하고 있다.

혈 중 cortisol은 한우가 고온 환경에 노출되었을 때, 그 함량이 높아졌는데 고온 환경에서 6시간 동안 노출되었을 때 가장 높았다. 그러나 처리구 간에는 cortisol의 함량이 통계적 유의차가 없어 고온 스트레스의 지표로서 신빙성이 없는 것으로 나타났다. Thyroxine 및 cortisol 농도는 스트레스 관련호르몬으로서 Brooks 등(1962)과 Yousef 등(1967)은 각각 숫양과 젖소에게 고온 스트레스를 가했을 때, 혈장내의 thyroxine의 농도는 증가하였다고 보고하였으며, Johnson과 Vanjonack(1976)은 젖소가 고온 환경에서 혈장 내 thyroxine, cortisol 및 성장호르몬은 초기에는 증가하지만 노출기간이 증가할수록 그 양은 줄어든다고 보고하였다. 불쾌지수(THI)가 70을 초과하면, 대사열 생산량을 줄이기 위하여 성장호르몬(Igono 등, 1988), triiodothyronine과 thyroxine(Johnson 등, 1988; Magdub 등, 1982)의 분비를 억제하며, 사료 내 섬유소의 함량이 증가할수록 스트레스를 많이 받아 혈 중 cortisol의 함량이 증가한다(West 등, 1998). 본 시험에서는 공시축이 고온 환경 하에서 혈 중 cortisol 농도는 pine silage 급여에 따른 영향을 받지 않았으나, 혈 중 평균 thyroxine 함량은 현저히 줄어들어 고온 스트레스의 지표로서 이용될 수 있으며, pine silage 급여는 고온 스트레스에 대한 저감효과가 있는 것으로 조사되었다.

이상의 결과로 볼 때, 정부의 산림 간벌 사업 부산물인 잣나무 생지엽을 혐기 발효시켜서 한우에게 급여하면, 대체 조사료로서의 가능성 외에도 스트레스 저감효과까지 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 5. Concentrations of thyroxine and cortisol in blood of steers fed experimental feeds under high temperature($\mu\text{g} / \text{d}\ell$)

Item	Thyroxine		Cortisol		P value ²⁾	
	RS100 % ¹⁾	RS70 % : PS30 % ¹⁾	RS100 %	RS70 % : PS30 %	Thyroxine	Cortisol
0 hr	4.16 \pm 1.13	3.37 \pm 0.68	0.27 ^b \pm 0.08	0.14 ^b \pm 0.02	0.2817	0.1686
1 hr	4.09 \pm 0.86	3.46 \pm 0.88	0.52 ^{ab} \pm 0.20	0.49 ^{ab} \pm 0.15	0.4243	0.9137
6 hr	4.88 \pm 0.82	3.55 \pm 0.85	1.23 ^a \pm 0.59	0.71 ^a \pm 0.33	0.0651	0.4210
23 hr	4.53 \pm 0.53	3.70 \pm 0.51	0.86 ^a \pm 0.31	0.48 ^{ab} \pm 0.15	0.0649	0.3080
Mean	4.41 \pm 0.21	3.52 \pm 0.18	0.72 \pm 0.18	0.46 \pm 0.08	0.0032	0.1910

¹⁾ RS100 %, rice straw only; RS70 % : PS30 %, Rice straw 70 % plus pine silage 30 %.

²⁾ Statistical significance of treatment effects by T-test.

Mean \pm standard error.

Means with different superscripts in each column differ($P < 0.05$).

IV. 요 약

본 시험은 산림 간벌 부산물인 잣나무 생지엽을 반추가축의 조사료로 이용하기 위하여 제조된 발효 생지엽(pine silage)을 한우에게 급여하였을 때, 반추위 발효성상과 고온 stress의 지표로서 혈 중 thyroxin 및 cortisol의 농도를 조사하였다. 처리구는 조사료로서 볏짚을 급여한 구와 볏짚 30 %를 pine silage로 대체한 구로 나누었으며, 반추위 누관이 설치된 거세한우 4 두를 이용하여 double turn over design에 의해 4반복으로 시험을 수행하였다.

조사료로서 pine silage의 첨가 급여가 반추위 내 발효성상에서 볏짚구와 차이를 나타내지 않았다. 혈 중 thyroxine 농도는 동물이 고온에서 6시간동안 노출되었을 때부터 낮아졌으며($P < 0.1$), 평균 농도는 pine silage 구가 볏짚구보다 유의적($P = 0.0032$)으로 낮았다. 혈 중 cortisol 함량은 고온 환경 하에서 처리구 간에 유의적인 차이가 없었다.

이상의 결과로 볼 때 산림 간벌 사업 부산물인 잣나무 생지엽을 혐기 발효시켜서 한우에게 급여하면 대체 조사료로서의 기능성 외에도 서열스트레스 저감효과까지 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

V. 인 용 문 헌

- Bernard, J. K., Amos, H. E., Froetschel, M. A. and Evans, J. J. 1988. Influence of supplemental energy and protein on protein synthesis and crude protein reaching the abomasum. J. Dairy Sci. 71:2658.
- Brooks, J. R., Pipes, G. W. and Ross, C. W. 1962. Effect of temperature on the thyroxine secretion rate of rams. J. Anim. Sci. 21:414.
- Bryant, M. P. 1974. Nutritional features and ecology of predominant anaerobic bacteria of the intestinal tract. Am. J. Clin. Nutr. 27:1313.
- Chaney, A. L. and Marbach, E. P. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. Clinical Chemistry. 8:130.
- Crooker, B. A. 1978. Effects of soluble nitrogen and urea on nitrogen utilization and ruminal microbial synthesis in sheep. M.S. Thesis, Univ. of Maine, Orono, ME.
- Czerkawski, J. W. 1976. The use of pivalic acid as a reference substance in measurements of production of volatile fatty acids by rumen micro-organisms *in vitro*. Br. J. Nutr. 36(2):311.
- Erdman, R. A., Proctor, G. H. and Vandersall, J. H. 1986. Effect of rumen ammonia concentration on *in situ* rate and extent of digestion of feedstuffs. J. Dairy Sci. 69:2312.
- Hoover, W. H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. J. Dairy Sci. 69:2755.
- Hoover, W. H., Kincaid, C. R., Varga, G. A.,

- Thayne, W. V. and Junkins, Jr. L. L. 1984. Effects of solids and liquid flows on fermentation in continuous cultures. IV. pH and dilution rate. *J. Anim. Sci.* 58(3):692.
10. Igono, M. O., Johnson, H. D., Steevens, B. J., Hainen, W. A. and Shanklin, M. D. 1988. Effect of season on milk temperature milk growth hormone, prolactin, and somatic cell counts of lactation cattle. *Intl. J. Biometeorol.* 32:194.
 11. Johnson, H. D., Katti, P. S., Hahn, L. and Shanklin, M. D. 1988. Short-term heat acclimation effects on hormonal profile of lactation cows. *Univ. of Missouri Rsch. Bull. No. 1061.* Columbia.
 12. Johnson H. D. and Vanjonack, W. J. 1976. Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. *J. Dairy Sci.* 59(9):1603.
 13. Magdub, A., Johnson, H. D. and Belyea, R. L. 1982. Effect of environmental heat and dietary fiber on thyroid physiology of lactation cows. *J. Dairy Sci.* 65:2323.
 14. McCullough, M. E. 1973. *Optimum Feeding of Dairy Animals for Meat and Milk.* The University of Georgia Press. Athens.
 15. Price, S., Price, L. and Penoel, D. 1995. *Aromatherapy for Health Professionals.* pp 133-167. 1st Ed., Churchill livingstone, New York.
 16. Russel, J. B. and Hespell, R. B. 1981. Microbial rumen fermentation. *J. Dairy Sci.* 64:1153.
 17. *Statistical Analysis System.* 1985. *SAS User's Guide.* SAS Inst., Inc., Cary, NC.
 18. West, J. W., Hill, G. M., Mandevu, P., Fernandez, J. M. and Mullinix, B. G. 1998. Effects of dietary fiber on intake, milk yield, and digestion by lactation dairy cows during cool or hot, humid weather. *J. Dairy Sci.* 81.
 19. Wheeler, W. E., Noller, C. H. and White, J. L. 1981. Effect of level of calcium and sodium bicarbonate in high concentrate diets on performance and nutrients utilization by beef steers. *J. Anim. Sci.* 55:449.
 20. Yousef, M. K., Kibler, H. H. and Johnson, H. D. 1967. Thyroid activity and heat production in cattle following sudden ambient temperature changes. *J. Anim. Sci.* 26:142.
 21. 이성연. 2002. 잣나무 생지엽을 이용한 발효조사료의 경제성 분석. 월간임업정보. 134호 p. 24.
(접수일자 : 2005. 2. 2. / 채택일자 : 2005. 4. 4.)