

## 잣나무 지엽을 이용한 발효 조사료가 한우의 성장에 미치는 영향

나기정<sup>1</sup> · 최인규\* · 정의배  
충북대학교 수의과대학

### The Effect of Fermented Crude Feed from Korean Pine's Foliage on the Growth of Korean Native Bull

Ki-Jeong Na<sup>1</sup>, In-Gyu Choi\* and Eui-Bae Jeung

College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea  
Department of Natural Products Chemistry, Forestry Research Institute, Seoul 130-120, Republic of Korea\*

**ABSTRACT** : The objective of this study was to estimate the possibility of use as a crude feed about Korean pine foliage. Foliage was fermented aerobic and anaerobic state. And then, it was fed Korean native bull 5 to 6 month old. Bulls were fed control (n=4), aerobic fermented (n=4) and anaerobic fermented (n=4) feed 30 percent of total ration. Bulls were examined with blood sample and body weight on day 0, 60, 120 and 180. There were no differences on complete blood cell count, serum chemistry and incidence of disease among groups for experiment period. Also, electrolytes (Ca, Mg, P) balance were good condition. Experimental feed did not induced toxicosis in kidney and liver. Fermented foliage and leaves of Korean softwood were efficient crude feed in carbohydrate, fat and protein metabolism. Experimental feed induced growth of Korean native bull body weight in growing stage without retard. In addition to anaerobic fermented feed has a more higher growth rate than control feed. Our conclusion is that fermented softwood substitute some part of ration, minimum 30 percent, in growing stage of a Korean native bull.

**Key words** : Korean native bull, softwood, crude feed

## 서 론

축산업에서 입엽부산물을 반추동물의 사료로 이용할 경우 조사료 형태, 또는 기초사료의 구성성분으로서 급여되는 실정이다. 이러한 부산물을 조사료로 이용하는 데는 많은 문제점이 제기되고 있는데, 이것의 조사료로서의 가치는 구성성분의 영양학적 가치를 개선시켜 가축의 생산성을 향상시킴으로써 높일 수가 있다. 생산성을 향상시키는 방법으로 단백질 또는 유기성 질소성분, 발효성 당성분을 첨가하는 방법, 세절 또는 세분시켜 반추위의 미생물에 노출되는 표면적을 넓히거나 반추위에 저류하는 시간을 단축시키는 기계적인 방법, 효소 또는 미생물을 이용하여 세포벽을 부분적으로 분쇄시켜 세포내물질이 방출되도록 하는 생물학적 처리방법, 알칼리 등을 이용하여 리그닌, 셀룰

로오스, 헤미셀룰로오스의 결합을 절단하여 최종적으로 4위내의 미생물의 이용을 쉽게하는 화학적 처리방법 등이 있다.<sup>1,6,8,10,12,14,19,24</sup> 현재 이런 방법을 소에 적용하여 좋은 성과를 나타내고 있다.

국내의 대부분의 산지는 침엽수로 식재되어 있으며, 국내에서 침엽수를 조사료로써의 이용가치에 대한 연구는 없으며, 일부 사육농가에서 입엽부산물로서 톱밥을 조사료로 이용하고 있는 실정이다. 그밖에 침엽수림의 이용으로는 음식물찌꺼기를 정화하기 위하여 사용한 예가 있다.<sup>29</sup> 톱밥에는 리그닌이 다량 함유되어 있어서 반추동물의 소화율에 문제를 일으키는 것으로 알려지고 있다. 따라서, 화학적으로 톱밥을 처리하여 조사료로 이용하는 방법으로 소화율을 개선시켜 문제점을 해결하고 있다.<sup>24,25</sup>

소나무 잎을 영양학적 관점에서 살펴보면 아주 유용한 성분을 지니고 있다. 소나무류의 잎에는 조단백 10%, 조지방 10%, 탄수화물 70%이며, 이들 탄수화물 중에는 반추동물만이 소화할 수 있는 섬유소가 35%

이 논문은 임업연구원 일반과제 연구비에 의해 연구되었음.

<sup>1</sup>Corresponding author.

이고 나머지 35%가 당질이다. 이와는 달리 대두는 조단백이 40%, 조지방이 20%, 탄수화물이 30% 정도로써 이 탄수화물 중에 25%가 당질이다. 즉, 소나무 잎은 대두와 보완관계에 있는 셈이다. 특히 소나무 잎에는 대두에 100 g당 127 mg이 들어있는 칼슘이 355 mg으로 상당히 높은 수준으로 들어있어서 분만 후 유열을 발생시키는 젖소에게는 중요한 무기물 공급원의 가능성을 지니고 있다. 이렇듯 대두와 소나무 잎을 비교했을 때 영양학적으로도 사료로써 충분한 조건을 갖추고 있다.<sup>16,26</sup>

한우 및 젖소와 같은 반추동물은 건강하고 생산성을 높이는 방향으로 사육하기 위해서는 축산농가에서 조사료의 이용을 증가시키는 것이 중요하다. 그러나, 현실적으로 많은 제약이 존재하고 있다. 초지 조성에 대한 법적 규제와 산지의 효율적 이용의 어려움 등이 조사료의 이용증가를 가로막는 문제점이다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법으로 영양학적으로도 사료로써의 조건을 갖추고 있는 소나무와 같은 칩엽수종의 나무를 조사료로 이용하는 방법이 제시되고 있다. 국내에서 자생하는 칩엽수종으로부터 간벌후 부산물로 나오는 목질을 조사료로 이용하게 된다면 축산농가에서 필요로 하는 조사료공급과 산림자원 이용의 극대화를 가져올 수 있을 것이다.

그러나, 칩엽수잎을 급여하였을 때 나타나는 문제점은 미국과 캐나다에서의 *Ponderosa pine*의 잎에 의한 독성 및 대사장애 현상을 예로 들 수 있겠는데, 소에 있어서 유산 및 변양에서 유산은 아니지만 사산율이 증가된다는 사례가 보고되었다.<sup>4,11,15,21,22,23</sup> 또한, 칩엽수잎은 반추위의 소화장애를 초래한다고 한다. 이에, 본 연구는 국내에서 자생하는 칩엽수종을 조사료로 사용하였을 때 질병의 자연발생을 변화, 조사료로써의 적합성 및 독성 여부를 검사하여 산림자원을 조사료로 개발할 수 있는 기초를 마련하는데 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 실험동물

반추위가 충분히 발달된 시기에 있는 4~5개월령의 수컷 한우를 대조군, 혐기발효 사료군, 호기발효 사료군으로 각각 나누고 각각의 군에 4마리씩 배치하였다. 대조군은 볏짚을 30% 급여하고 농후사료는 70%를 급여하였다. 혐기발효 사료군과 호기발효 사료군은 생지엽을 호기 및 혐기발효시킨 사료를 30%씩 각각 급여하고 70%는 농후사료로 공급하였다.

### 생지엽 발효사료

혐기발효 사료는 잣나무 가지를 분쇄하여 비닐에 담아 수분 함유율이 60~70%가 되도록을 조절한 후 요소를 1%, 소금은 0.25%로 첨가하여 30일 이상 발효시켜 만들었다. 호기발효사료는 잣나무를 분쇄한 톱밥을 50% 첨가하고, 음식물 50% 및 등겨, 유기산, 황토, 숯 등을 소량 첨가하여 발효시켰다. 호기발효 사료의 이용은 야적한 상태에서 건조시켜 실험동물에 급여하였다.

### 생지엽 발효사료의 소화율

한우를 이용하여 생지엽 발효사료가 반추위에서 미생물에 의해 분해되는 정도를 조사하기 위하여 한우에 반추위 누관을 만들었다. 생지엽 발효사료의 소화율은 이것을 6×10 cm 크기의 나일론 주머니(pore size; 50 μm)에 약 5 g을 넣고 나일론 줄로 묶어 한우의 반추위 누관을 통하여 반추위에 넣어 24시간 동안 배양한 후 미분해 성분을 분석하였다. 생지엽 발효사료의 소화율에 대한 비교는 볏짚을 대조군으로 하였다. 나일론 주머니에 소화되지 않고 남아있는 일반성분 및 acid detergent fiber(ADF)의 분석은 AOAC<sup>3</sup> 방법에 따라서 실시하였고, neutral detergent fiber(NDF)는 Goering과 Van Soest<sup>7</sup>의 방법에 따라 분석하였다.

### 실험실 검사

실험시작 직전에 1차 채혈하고 이후에 60일 간격으로 3차례에 걸쳐 채혈하여 검사를 실시하였다. 검사종류는 혈액학적 검사와 혈청학적 검사였다. 혈액학적 검사항목은 백혈구수(WBC), 적혈구수(RBC), 혈액색소(hemoglobin: Hb), 적혈구용적(packed cell volume: PCV), 혈소판(platelet)이었으며, 적혈구지수(mean corpuscular volume: MCV 및 mean corpuscular hemoglobin concentration: MCHC) 계산하여 구하였다. 혈액학적 검사는 자동혈구계산기를(Celltac-α, NIHONKO-DEN, Japan)을 이용하여 실시하였다. 혈청화학적 검사항목은 glucose, cholesterol, nonesterified fatty acid (NEFA), BUN, albumin, total protein, AST, γ-GT, Fatty liver(F liver index), Ca, P, Mg이었다. 혈청화학 검사에 사용한 기구는 SELECTRA II(Merck Co., Netherlands)이다. 지방간 지수는 Reid<sup>17</sup> 등에 준하여 구하였으며, 계산식은 아래와 같다.

$$Y = -0.51 - 0.032 \times \text{NEFA}(\mu\text{mol/l}) + 2.84 \\ \times \text{glucose}(\text{mg/dl}) \times 0.0555 - 0.0528 \times \text{AST}(\text{IU/l})$$

**체중검사**

실험에 이용한 한우의 체중은 실험시작 직전에, 이 후에는 60일 간격으로 3회에 걸쳐 측정하였다. 각 군간의 체중변화는 초기의 체중에 대한 상대적 변화를 구하여 비교하였다. 체중의 상대적 변화는 다음과 같이 구했다.

$$\text{상대적 체중변화} = \frac{\text{검사일체중(kg)} - \text{초기체중(kg)}}{\text{초기체중(kg)}}$$

**통계**

체중의 변화는 SYSTAT 8.0(SPSS Inc., USA)을 이용한 ANOVA로 유의성 검정을 하였으며, 혈액학 및 혈청학적 검사자료에 대한 평가는 충북대학교의 임상병리 실험실에서 한우의 정상범위로 이용하고 있는 수치를 기준으로 하여 대조군과 비교하였다.

**결 과**

**생지엽 발효사료의 소화율**

뱃짚을 대조로 하여 혐기 또는 호기발효를 시킨 생

지엽조사료에 대한 소화율은 30% 가량이 떨어지는 것으로 나타났다(Table 1).

**혈액학적 검사**

대조군과 혐기발효 및 호기발효 사료를 급여한 한우에 대한 혈액학적 검사결과는 Table 2와 같았다. 시험사료의 급여 경과에 따른 변화뿐만 아니라 군간에 있어서도 WBC, RBC, hemoglobin, PCV, platelet, MCV, MCHC의 차이는 확인되지 않았다. 그리고, 검사결과들은 한우의 정상범위와 비교하였을 때에도 뚜렷한 변화를 관찰할 수가 없었다. 생지엽을 조사료화하여 급여하였을 때 빈혈을 발생시키거나, 골수기능의 억제 등은 전혀 나타나지 않았다.

**에너지대사 지표**

혈청화학 검사항목중에서 에너지대사를 평가할 수 있는 항목에 대한 결과는 Table 3과 같이 나타났다. 탄수화물의 대사 상태를 파악할 수 있는 glucose, 지질대사의 지표가 되는 cholesterol 및 NEFA, 그리고 단백질의 대사를 파악할 수 있는 BUN, albumin, total protein 등이 각각있다. 이들 지표들은 군간의 변화는

**Table 1.** Digestibility of aerobic and anaerobic fermented softwood

Group	Digestion rate (%)	Composition (%)					
		Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash	NDF	ADF
Control	44.90	3.65	1.45	33.39	8.11	70.30	43.05
Anaerobe	15.47	3.02	2.14	24.08	0.63	37.31	28.91
Aerobe	19.46	6.55	-	47.02	11.66	88.0	59.41

NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber

**Table 2.** Changes of complete blood cell count value (mean±SD, n=4)

Day	Group	WBC (/μl)	RBC (×10 <sup>4</sup> /μl)	Hb (g/dl)	PCV (%)	Platelet (×10 <sup>3</sup> /μl)	MCV (fl)	MCHC (mg/dl)
0	Control	10138±2588	893±136	11.9±0.6	37.0±1.8	675±83	42±4.8	32±0.3
	Anaerobe	6738±946	797±36	11.7±0.4	36.8±1.5	344±127	46±2.3	32±0.3
	Aerobe	9175±1217	926±123	11.9±0.9	37.5±3.4	543±50	41±3.3	32±0.9
60	Control	10038±1234	1024±120	14.6±0.7	44.0±1.4	521±74	43±4.0	33±0.6
	Anaerobe	9425±517	955±145	14.3±1.4	41.7±2.5	387±70	44±5.0	34±2.2
	Aerobe	10025±1253	995±99	13.5±1.1	40.7±4.6	459±46	41±2.4	33±0.8
120	Control	9100±1299	1033±81	15.7±0.3	44.0±1.0	431±38	43±4.7	35±1.2
	Anaerobe	8650±640	945±78	15.0±0.4	43.0±2.2	346±98	46±4.0	35±1.5
	Aerobe	7025±1139	1008±135	14.3±1.4	41.5±5.1	390±54	41±3.3	35±1.1
180	Control	9550±370	1006±63	15.5±0.8	40.8±2.1	382±68	41±2.5	38±0.3
	Anaerobe	8050±1962	872±113	13.9±2.1	37.0±5.7	311±142	42±3.1	38±0.5
	Aerobe	8550±289	951±160	13.9±2.2	37.2±7.1	403±41	39±3.4	37±1.0

**Table 3.** Changes of protein metabolism index (mean±SD, n=4)

Day	Group	Glucose (mg/dl)	Cholesterol (mg/dl)	NEFA (μmol/l)	BUN (mg/dl)	Albumin(g/dl)	Totalprotein (g/dl)
0	Control	64±11	87±17	153±37	9±3	2.8±0.7	5.4±1.2
	Anaerobe	78±9	103±17	194±41	9±3	3.5±0.3	5.8±0.3
	Aerobe	72±9	116±20	133±18	13±2	3.5±0.3	6.0±0.1
60	Control	60±6	129±32	156±36	14±2	2.8±0.0	6.2±0.3
	Anaerobe	70±8	129±33	197±66	12±2	2.8±0.2	5.8±0.3
	Aerobe	72±11	133±27	140±23	16±4	2.7±0.1	6.4±1.4
120	Control	83±31	129±26	219±61	14±2	3.2±0.1	6.7±0.2
	Anaerobe	95±32	124±25	199±20	13±3	3.1±0.2	6.2±0.3
	Aerobe	70±4	156±19	251±55	15±4	3.2±0.1	6.4±0.2
180	Control	45±13	127±34	184±38	15±1	3.8±0.1	9.3±0.2
	Anaerobe	52±5	120±12	198±174	15±4	3.6±0.1	8.9±0.3
	Aerobe	59±22	149±29	202±100	18±5	3.7±0.1	8.9±0.5

NEFA: nonesterified fatty acid

인정되지 않았으며, 전 구간에 걸친 검사결과는 모두 정상범위에 해당되었다.

#### 간기능 및 신기능 평가

간기능을 평가할 수 있는 항목인 AST와  $\gamma$ -GT 및 지방간 지수에 대한 결과는 Table 4와 같았다. AST의 값이 전반적으로 높게 나타났지만 정상범위에 해당되는 값을 나타내었다. 그밖에  $\gamma$ -GT와 Fliver의 값도 정상범위에 해당되는 값을 나타내었으며, 군간의 변화도 인정되지 않았다. 신장기능을 평가할 수 있는 BUN은 실험 전구간에 걸친 검사결과 모두 정상범위에 해당되는 값을 얻을 수 있었다(Table 3).

**Table 4.** Changes of liver functional index (mean±SD, n=4)

Day	Goup	AST (IU/l)	GGT (IU/l)	Fliver
0	Control	74±16	20.8±2.9	5.2±1.2
	Anaerobe	88±7	21.8±3.4	6.6±1.8
	Aerobe	85±12	23.3±3.4	5.8±1.0
60	Control	73±5	24.8±2.8	4.6±0.9
	Anaerobe	81±8	23.3±4.6	5.6±1.5
	Aerobe	64±4	23.5±0.6	7.1±1.5
120	Control	76±14	26.5±3.1	7.9±5.2
	Anaerobe	88±6	23.3±3.8	9.2±4.9
	Aerobe	75±7	26.3±1.9	5.7±0.6
180	Control	88±29	22.0±2.0	2.2±1.9
	Anaerobe	92±7	19.3±3.3	2.0±0.6
	Aerobe	79±6	19.3±2.2	4.0±3.4

#### 전해질 대사

생지엽 조사료 급여에 따른 전해질 공급의 적정성을 확인하기 위한 Ca, P, 그리고 Mg의 측정 결과를 Table 5와 같았다. 시험 전구간에 걸친 측정결과 모두 정상범위에 해당하는 값을 얻을 수 있었으며 군간의 차이도 인정되지 않았다.

#### 체중변화

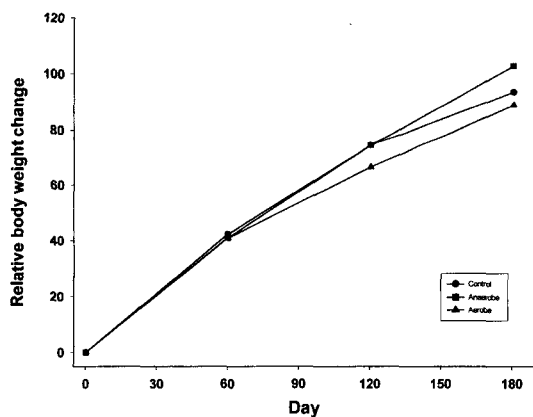
생지엽 조사료를 한우에 급여하였을 때 절대적인 체중변화는 Table 6과 같았다. 초기의 체중에 대한 상대적인 변화는 Fig 1과 같이 나타났다. 대조군을 포함하여 모든 군의 개체들은 지속적인 체중증가를 나타내었고, 대조군의 체중증가와 비교했을 때 조사료

**Table 5.** Changes of mineral metabolism (mean±SD, n=4)

Day	Goup	Ca (mg/dl)	P (mg/dl)	Mg (mg/dl)
0	Control	9.5±0.5	8.2±0.7	2.3±0.1
	Anaerobe	9.5±0.8	8.4±0.6	2.1±0.3
	Aerobe	10.0±0.9	7.9±0.3	2.1±0.1
60	Control	9.4±0.3	8.4±0.3	2.0±0.1
	Anaerobe	8.8±1.0	8.8±0.4	2.1±0.2
	Aerobe	8.9±0.5	8.2±0.4	2.1±0.3
120	Control	9.2±1.2	7.9±0.6	1.7±0.0
	Anaerobe	9.2±0.3	8.6±0.2	1.9±0.2
	Aerobe	9.4±0.5	7.7±0.4	1.8±0.2
180	Control	8.0±0.4	7.0±0.3	2.6±0.1
	Anaerobe	8.2±0.2	7.0±0.5	2.7±0.2
	Aerobe	8.0±0.3	6.4±0.6	2.6±0.3

**Table 6.** Changes of body weight of Korean native bulls (mean±SD, n=4)

Day	Group	Weight
0	Control	219±28
	Anaerobe	217±33
	Aerobe	260±15
60	Control	311±33
	Anaerobe	303±30
	Aerobe	366±18
120	Control	381±42
	Anaerobe	375±38
	Aerobe	433±20
180	Control	424±55
	Anaerobe	436±43
	Aerobe	491±25



**Fig 1.** Change of Relative body weight of Korean native bulls (n=4).

의 차이에 따른 변화는 관찰되지 않았다.

### 고 찰

목재를 이용한 퇴비화 및 사료화에 대한 연구는 여러 차례 있었으나 지속적인 원료의 공급이 원활하게 이루어지지 못하는 한계로 인하여 실용화에 실패하는 예가 많았다. 버섯 재배 후에 나오는 폐목재를 이용한 조사료의 생산에 대한 연구는 되어있으나 역시, 폐목재가 지속적으로 공급되지 못하는 한계를 갖고 있다. 우리나라의 산림자원중에 많은 부분이 침엽수종으로 이루어져있고 목재의 가치를 높이기 위한 간벌이 실시되면서 지속적인 침엽수림을 이용하는 조사료의 생산이 이루어질 수 있는 기반이 형성되었다. 뿐

만아니라, 소나무 및 갯나무의 정유에 대한 이용가능성이 인정되면서<sup>27,28</sup> 정유의 추출이후에 발생할 수 있는 부산물이 증가될 것으로 예상되고 이것은 지속적인 조사료 공급원으로 자리잡을 수 있을 것이다.

생지엽을 조사료화하여 가축에 급여하였을 때 첫째로 고려되어야 할 것은 생체기능을 유지하면서 성장을 지속적으로 할 수 있는가 하는 점이다. 다음으로 중요한 것은 임상적인 변화의 발생여부와 독성이 나타나는가에 대한 평가이다. 한우에 생지엽 조사료를 급여하는 실험기간중에 대조군을 포함하여 혐기성 및 호기성 발효사료를 급여하는 군에서 뚜렷한 질병을 나타내는 개체는 발견되지 않았다. 그리고, 혈액검사 결과를 통해서 알 수 있는 것과 같이 염증반응의 지표로 이용될 수 있는 WBC의 값들이 정상범위에 해당하는 것으로 보아 검사 시점에서의 감염징후는 찾아볼 수가 없었다. 간접적인 조혈장기의 평가에서 RBC, platelet, WBC의 결과들은 골수가 정상적으로 가능하고 있음을 제시하고 있다.

혈당은 에너지의 섭취상황을 반영하여 변화한다. 그리고, 젖소에서는 유기에 따라서 변화하는 특징을 갖는다. 즉, 분만 후에 낮은 수치를 보이다가 비유초기에 증가한다. 특히 혈당은 중독 또는 만성적인 에너지 부족에 의해 낮아지며, 스트레스나 농후사료의 과량급여에 의해서 높게 나타난다<sup>9</sup>. 실험결과 생지엽 조사료를 30% 포함하는 사료급여 조건에서도 정상적인 혈당을 유지하고 있다. 이것은 소나무잎에 포함되어 있는 탄수화물이 70%이고, 이중에서 당질이 35%를 차지하고 있는 점을 고려하더라도 생지엽 조사료가 탄수화물의 공급원으로 역할을 할 수 있음을 보여주는 것이다. 지방대사를 평가할 수 있는 측정항목에는 cholesterol과 NEFA가 있다. 이중에서 불포화지방산은 에너지 공급이 부족할 경우에 체지방이 이용되면서 증가하는 항목이다<sup>2,18</sup>. 정상적인 젖소에서는 분만 후에 높게 나타난다. 그러나, 한우에서는 젖소와 같이 분만과 착유에 따른 급작스런 에너지 소모는 좀처럼 나타나지 않는다. 본 연구에서도 질 좋은 건초와 비교하여 소화효율이 떨어질 것으로 생각되는 생지엽 조사료를 30% 급여하였을 때에도 처치군의 NEFA와 cholesterol이 대조군에서의 마찬가지로 변화가 관찰되지 않았다. 즉, 지방대사에 생지엽 조사료는 문제가 없는 것으로 판단된다. 단백질 대사의 지표로는 BUN, albumin, total protein 등이 있다. 단백질 대사에 대한 평가에서도 처치군과 대조군간의 차이점은 발견되지 않았다. 탄수화물대사, 지방대사 그리고 단백질 대사를 바탕으로 하는 에너지 대사에 대하여 종합적인 평

가를 하였을 때 험기 및 호기발효 생지엽 조사료를 각각 30%씩 한우에 급여하여도 에너지 공급원으로서 충분히 역할을 하고 있음을 알 수 있었다.

간기능을 평가할 수 있는 항목으로는 AST, total protein, albumin,  $\gamma$ -GT가 있으며, 이들 항목에 대한 검사결과와 신장기능을 판단할 수 있는 BUN치에 대한 결과에서 생지엽을 호기 또는 혐기발효시켜 만든 조사료를 6개월 동안 급여하였을 때 한우의 혈액상에 영향을 미치지 않았다. 국내산 침엽수종의 정유에 대한 독성평가에서 소나무 및 잣나무의 정유가 무독성 물질로 알려진 것과 같이<sup>27</sup> 생지엽을 이용한 조사료도 무독성의 물질로 판단된다. 그러나, 외국에서는 북미산 소나무(ponderosa pine)를 임신말기의 소가 먹었을 때 유산되었다는 보고가 있었다<sup>41</sup>. 북미산 소나무를 이용한 독성평가에서 유산을 일으키거나 간 및 신장의 질환, 질소혈증 등을 나타내는 것으로 밝혀져 있으며, 이것은 isocupressic acid에 의한 것으로 보고되어있다<sup>2,22</sup>. 본 연구에서 이용된 생지엽은 소나무와 잣나무가 주성분으로 북미산 소나무의 급여에서 발견된 증상 및 변화들은 관찰되지 않았다. 국내산 소나무와 잣나무의 조성은 북미산 소나무와는 다른 것으로 추정된다. 실험에 사용한 한우는 5~6개월령의 수소로 6개월간의 사육을 실시하였다. 비록 30%의 생지엽 급여에서 독성을 나타내지는 않았지만 전 연령에 걸친 생지엽 조사료의 급여와 증량을 위해서는 다양한 조건에서의 실험이 필요할 것으로 판단된다.

신체대사는 에너지대사 뿐만아니라 전해질의 균형도 중요하다. 이것에 대한 평가에서 생지엽 조사료 급여에 의한 전해질의 불균형은 나타나지 않았다. 북미산 소나무를 소에 급여하였을 때 나타난 전해질 불균형은<sup>5</sup> 국내산 생지엽 조사료에서는 나타나지 않았고, 혈중 칼슘과 인의 균형이 잘 이루어져 있는 것을 확인할 수 있었다. 국내산 소나무류의 잎에는 대두에 100 g당 127 mg이 들어있는 칼슘이 355 mg으로 상당히 높은 수준으로 들어있어서 분만 후 유열을 발생시키는 젖소에게는 중요한 무기물 공급원으로 이용될 수 있는 가능성이 있는 것으로 판단된다.

한우의 생산성은 증체율과 육질의 등급과 밀접한 관련을 갖고 있다. 생지엽 조사료에 대한 독성효과나 임상적인 문제점이 나타나지 않는다 하여도 생산성 저하를 가져온다면 대체사료로서의 가치는 상실하게 된다. 생후 5~6개월이후의 증체율에 대한 검토결과 대조군과의 비교에서 유의성있는 차이는 없었다. 즉, 생지엽을 호기 또는 혐기발효시킨 조사료를 30%씩 급여한 군의 증체율에는 전혀 문제가 없는 것으로 나타

났다. 유의성있는 차이는 아니지만 혐기성 생지엽 조사료를 급여한 군은 대조군에 비하여 10% 이상의 증체를 증가를 나타내었다.

국내에서의 생지엽을 이용한 조사료에 대한 연구는 전무한 상태이다. 그러나, 외국에서는 목재를 이용한 조사료화에 대한 연구가 여러 가지 보고되어 있다. 침엽수 또는 활엽수 잎을 이용한 사료를 무카라고 하며, 무기는 잎을 건조, 분쇄시켜 펠릿사료 또는 원래 그대로 배합사료와 같이 급여하는데, 러시아의 경우 1980년도를 기준으로할 때 200,000 톤의 무카를 생산하여 직접적으로 동물의 사료로 사용하였다는 보고가 있다<sup>13</sup>. 북미의 경우에는 손쉽게 구할 수 있는 포플라 나무를 이용하는 연구가 이루어져 80%는 목재생산에 이용하고, 잎을 포함한 나머지 부산물 20%를 사료로 사용하여 양에서 약 40%의 소화율을 나타내었다고 하였다<sup>22</sup>. 본 연구에서 제조한 조사료의 벚짖에 대한 상대적인 소화율은 혐기발효 사료가 39% 이고, 호기발효사료는 43%로 나타났다. 비록 벚짖의 소화율에는 현저히 뒤떨어지지만 한우의 체중증가와 혈중 에너지대사 지표들에서 나타난 것을 살펴볼 때 외국에서 활용하고 있는 목재의 사료화에 결코 뒤지지 않을 것으로 판단된다.

이상의 결과에서 국내산 침엽수림을 이용한 생지엽 발효 조사료는 성장기의 한우에서 기존의 조사료를 대체할 수 있을 것으로 판단된다. 국내산 침엽수림의 생지엽 발효 조사료 개발과 이의 이용은 산림자원의 효율적인 이용과 부산물의 처리, 그리고 축산농가에 저렴한 가격의 조사료 공급을 가능하게 해줄 수 있는 것이다. 더 나아가, 사료효율을 더욱 높일 수 있는 발효균주의 선발과 다양한 동물 종에 대한 시험이 이루어지고, 전 연령에 걸친 생지엽 발효조사료의 급여가 능력을 높인다면 그 이용가치는 커질 것이다.

## 결 론

국내산 침엽수림의 생지엽을 조사료로 사용하기 위하여 잣나무 잔사를 혐기 및 호기발효를 시켜 사료로 만든 다음 이것을 생후 5~6개월령의 한우에 전체 사료의 30%를 급여하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 성장기의 한우에 생지엽 조사료를 급여하였을 때 혈액상 및 질병이환율, 그리고 혈중 Ca, Mg, P를 포함하는 전해질 농도에 영향을 주지 않았다.
2. 한우에서 생지엽 조사료 급여에 의한 신장 및 간장에 대한 독성은 나타내지 않았다.
3. 탄수화물, 지방, 단백질 등의 대사를 포함하는 에

너지 대사, 지방대사, 단백질 대사 등을 포함하는 에너지 공급에 지장을 주지 않았다.

4. 성장기 한우의 체중증가에 장애를 주지 않았으며, 헴기발효 사료는 대조군에 비해 성장율을 높이는 경향이 있었다.

5. 국내산 침엽수림을 이용한 생지엽 발효조사료는 성장기 한우에서 기존의 조사료를 최소한 30%까지 대체할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. Amjed M, Jung HG, Donker JD. Effect of alkaline hydrogen peroxide treatment on cell wall composition and digestion kinetics of sugarcane residues and wheat straw. *J Anim Sci* 1992; 70(9): 2877-84.
2. Andersson L. Subclinical ketosis in dairy cows. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 1988; 4(2): 233-251.
3. AOAC. Official Methods of analysis. 14th ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. 1984
4. Call JW, James LF. Effect of feeding pine needles on bovine reproduction. *JAVMA* 1976; 69(12): 1301-1302.
5. Christenson LK, Short RE, Farley DB, Ford SP. Effects of ingestion of pine needles (*Pinus ponderosa*) by late-pregnant beef cows on potential sensitive  $Ca^{2+}$  channel activity of caruncular arteries. *J Reprod Fertil* 1993; 98(1): 301-306.
6. Deschamps FC, Ramos L, Fontana JD. Pretreatment of sugar cane bagasse for enhanced ruminal digestion. *Appl Biochem Biotechnol* 1996; 57-58: 171-182.
7. Goering HK, Van Soest PJ. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, and some applications). *Agric Handbook* 379, ARS, USDA Washington, DC.
8. Haddad SG, Grant RJ, Klopfenstein TJ. Digestibility of alkali-treated wheat straw measured in vitro or in vivo using Holstein heifers. *J Anim Sci* 1994; 72(12): 3258-3265.
9. Holtenius P, Holtenius K. New aspects of ketone bodies in energy metabolism of dairy cows: a review. *Zentralbl Veterinarmed A* 1996; 43(10): 579-587.
10. Jacobs JL. Protein supplementation of formic acid and enzyme treated silages. *Grass and Forage Science* 1992; 47(2): 103-113.
11. Jensen R, Pier AC, Kaltenbach CC, Murdoch WJ, Becerra VM, Mills KW, Robinson JL. Evaluation of histopathologic and physiologic changes in cows having premature births after consuming *ponderosa* pine needle. *Am J Vet Res* 1989; 50(2): 285-289.
12. Jung HG, Mertens DR, Payne AJ. Correlation of acid detergent lignin and Klason lignin with digestibility of forage dry matter and neutral detergent fiber. *J Dairy Sci* 1997; 80(8): 1622-1628.
13. Keays JL, Foliage I. Practical utilization of foliage. *Appl Polymer Symp* 1976; 28: 445.
14. Klopfenstein T. Chemical treatment of crop residues. *J Animal Sci* 1978; 46(3): 841-848.
15. Neff TE, Adams CJ, Jackson LL. Pathological effects of pine needle ingestion in pregnant mice. *Cornell Veterinarian* 1982; 72(2): 128-136.
16. Popoff T, Olof T. The constituents of conifer needles. VI. Phenolic glycosides from *Pinus sylvestris*. *Acta Chemica Scandinavica B* 1977; 31: 329-337.
17. Reid IM, Rowlands GJ, Dew AM, Collins RA, Roberts CJ. The relationship between post-parturient fatty liver and blood composition in dairy cow. *J Agric Sci* 1983; 1101: 473-480.
18. Rukkamsuk T, Kruip TA, Wensing T. Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the postparturient period. *Vet Q* 1999; 21(3): 71-77.
19. Shah et al. Digestibility of some crop residues after steam/pressure treatments. *Biol Wastes* 1987; 19(1): 63-67.
20. Siddons RC, Paradine J, Gale DL, Evans RT. Estimation of the degradability of dietary protein in the sheep rumen by in vivo and in vitro procedures. *Br J Nutr* 1985; 54(2): 545-561.
21. Stegelmeier BL, Gardner DR, James LF, Panter KE, Molyneux RJ. Pine needle abortion in cattle: associated changes in serum cortisol, estradiol, and progesterone. *Cornell Veterinarian* 1989; 79(1): 53-60.
22. Stegelmeier BL, Gardner DR, James LF, Panter KE, Molyneux RJ. The toxic and abortifacient effects of *ponderosa* pine. *Vet Pathology* 1996; 33(1): 22-29.
23. Stuart LD, James LF, Panter KE, Call JW, Short RE. Pine needle abortion in cattle: pathological observations. *Cornell Veterinarian*. 1989; 79(1): 61-69.
24. Sunvold GD, Cochran RC. Technical note: evaluation of acid detergent lignin, alkaline peroxide lignin, acid insoluble ash, and indigestible acid detergent fiber as internal markers for prediction of alfalfa, bromegrass, and prairie hay digestibility by beef steers. *J Anim Sci* 1991; 69(12): 4951-4955.
25. Traxler MJ, Fox DG, Van Soest PJ, Pell AN, Lascano CE, Lanna DP, Moore JE, Lana RP, Velez M, Flores A. Predicting forage indigestible NDF from lignin concentration. *J Anim Sci* 1998; 76(5): 1469-1480.
26. Zhao L, Windisch W, Kirchgeßner M. A study on the nutritive value of pollen from the Chinese Masson Pine (*Pinus massoniana*) and its effect on fecal characteristics in rats. *Z Ernährungswiss* 1996; 35(4): 341-347.

27. 나기정, 강하영, 오종환, 최인규, 윤영원, 정의배. 침엽수종으로부터 분리된 정유의 스트레스 완화효과. 한국실험동물학회지 1998; 14(1): 93-96.
28. 나기정, 강하영, 윤신근, 정의배. 침엽수 유래 정유의 생물학적 효능. 한국실험동물학회지 1999; 15(1): 93-96.
29. 최인규, 박재순, 오종환. 음식물찌꺼기 處理用 木質淨化槽 및 微生物菌株 開發. 산림과학논문집 1998; 57: 30-42.