

유기사료급여가 흑염소의 사료섭취량, 영양소소화율 및 질소 축적에 미치는 영향

조익환* · 이성훈**

Effects of Organic Feed Supplementation on Feed Intake, Nutrient Digestibility, and Nitrogen Retention in Korean Native Goats(*Capra hircus*)

Jo, Ik-Hwan · Lee, Sung-Hoon

This trial was carried out to determine effects of organic feeds in comparison to conventional diet on feed intake, digestibility, and nitrogen retention in Korean native goats. Twelve Korean native goats were allotted to treatments in four groups of three goats and then they were housed in separate metabolism cages for 21 days. Treatments included conventional diet (A) as a control group and three organic feed groups (B: organic rice straw, C: organic tree leaves, D: organic mixture of rice straw and tree leaves). The A treatment, conventional diet, consisted of common rice straw and commercial concentrates at a proportion of 60 and 40%, respectively. All ingredients of organic feeds treatments were organically produced-agricultural products without any application of chemical fertilizer and pesticide. Four experimental diets were formulated to have the same ratio of forage to concentrate and similar contents for protein and carbohydrate across treatments and they were offered to goats ad libitum. Feed intake, apparent nutrient digestibility and nitrogen retention were investigated. For chemical compositions of experimental diets, all nutrients except crude ash and ether extract were not significantly different across treatments as we expected. Crude ash content was highest in the A treatment ($P<0.05$), however, it was not significantly different among organic feeds treatments. Ether extract content was higher ($P<0.05$) in C and D treatments than in A and B. Even if dry matter intakes for organic feeds treatments were not significantly different among them, they were significantly higher ($P<0.05$) compared with conventional diet. Fecal excreta were not significantly different across treatments, resulting in significantly higher digestible dry

* 대표저자, 대구대학교 생명자원학부

** 한국농업전문대학교 축산학과

matter (g/day) in treatments of organic feeds ($P<0.01$). Average daily gain (ADG) and feed efficiency (FE) were more increased ($P<0.01$) in treatments of organic feeds compared with conventional diet. Digestibilities for most of nutrients except NFC had the same trend as ADG and FE, however, NFC digestibilities for C and D treatments were significantly lower ($P<0.01$) than those of A and B. Nitrogen intakes for organic feeds treatments were significantly higher ($P<0.001$) than conventional diet, with no difference among organic feeds treatments. Fecal nitrogen loss was higher ($P<0.05$) for C and D treatments than for A and B. Retained nitrogen contents were significantly higher ($P<0.05$) for organic feeds treatments than for conventional diet, but nitrogen retention rate did not show any difference across treatments. The results showed that organic feed supplementation more improved feed intake, digestibility and nitrogen retention in comparison with conventional diet, and thus they could be concluded that organic feeds might contribute to animal performance and a safer production of animal product.

Key words : goat, organic feed supplementation, nutrient digestibility, nitrogen retention, feed intake

I. 서 론

근래 경제 발전으로 국민소득수준이 향상되면서 소비자들은 고품질의 안전농산물을 원하고 있으며, 비록 가격이 일반농산물에 비해 비싸다고 하여도 건강을 생각하여 유기농·축산물 등 친환경농산물을 구매하려는 경향이 차츰 증가하고 있다.

그러나 친환경농업은 유럽과 미국 등지에서는 인구밀도가 낮고 오래 전부터 이에 대한 인식도 빨라서 쉽게 수행이 가능했지만, 우리의 경우에는 인구밀도가 높아 방목지 확보가 어렵고 배합사료의 원료를 대부분 수입에 의존하고 있어 유기사료 공급에 많은 비용이 소모되므로 현실적으로 Codex 규정에 맞는 유기농·축산물 생산이 어려운 실정이다. 그러나 이미 우리나라는 OECD 가입국가로써 Codex 규정을 준수하는데 서명하였고 친환경농산물에 대한 법안까지 만들어 시행 중에 있어 이에 적극적으로 대처해야만 한다.

한편 우리나라에서 연간 생산되는 농업 부산물은 약 6,265천 톤이고 이 중 볏짚이 5,265천 톤에 이른다. 이러한 볏짚은 섬유소 함량이 높아서 소화율과 조단백질 함량이 낮지만, 조사료의 대용으로 이용이 가능하며 생산되는 농업 부산물 중 50% 정도를 재활용할 경우에는 배합사료를 1,714천 톤 대체할 수 있다(농림부, 2002). 또한 우리나라는 전국토의 65%가 산지로 구성되어 있어 이들에서 생산되는 산림부산물이나 낙엽 등을 사료로 활용 할 수 있다. 이와 같이 유기경종에서 생산되는 부산물(볏짚, 쌀겨, 싸래기, 콩짚, 비지, 옥수수 짚 등)이나 산림부산물을 유기조사료 자원을 확보할 수 있고 또한 경작지에서 생산된 유기곡류나 박류 등을 사료로 이용한다면 유기경종과 연계한 유기축산이 가능하리라 생각된다.

즉 유기영농에 의해 재배된 유기곡류, 유기조사료 및 유기농업부산물을 사료로 이용하고 이것에 의해 발생하는 유기축산의 분뇨를 자원화 함으로써, 유기생산체계 내에서 순환적이고 재생 가능한 자원의 활용이 가능하게 되며 이를 통해 유기축산과 유기농업의 연관관계를 생태다양성의 유지, 자원순환의 과정중대, 순환시간의 연장, 물질분해 능력의 증대의 측면에서 상호보완적이며 동시에 지속적으로 유지되리라 생각된다(조, 2003).

따라서 본 연구에서는 유기경종에 의해 생산된 곡류, 볏짚 및 수엽류 등의 유기사료가 흑염소의 사료 섭취량, 소화율 및 질소 축적율에 미치는 영향을 조사하여 유기축산의 기초적인 자료를 얻고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시가축 및 사양관리

본 시험은 경북 경산시에 위치한 대구대학교 부속 실험동물 사육실에서 실시하였다. 공시가축으로는 체중이 평균 8.0~11.2kg(평균 8개월령)인 흑염소 12두(♂)를 개체별 대사 케이지에 수용하여 시험사료를 1일 2회(07:00, 17:00) 급여하였고, 물은 매일 1회(07:00) 급여하여 자유로이 음수할 수 있도록 하였다.

2. 시험사료

모든 처리구는 Table 1과 2에 나타난바와 같이 조사료·농후사료비율(60:40)과 단백질 및 탄수화물함량이 동일하도록 배합하였고, 실험처리구는 관행사료구(A)와 세 가지의 유기사료군(B: 유기볏짚구, C: 유기수엽류구, D: 유기볏짚-수엽혼합구)의 네 처리구로 나누었다. 시험사료에 사용된 유기조사료와 유기곡류는 울진 돌나라 한농북구회에서 유기농법에 의해 생산된 것을 사용하였으며, 수엽류는 10년 동안 전혀 농약과 화학비료의 접근이 없는 경북 영천시 화북면 정각리 야산에서 직접 채취하였다.

Table 1. Chemical composition of feed ingredients used in experimental diets.

Ingredients	Nutrients	Crude Protein	ADF ¹⁾	NDF ²⁾	Crude Ash	Ether extracts	NFC ³⁾
 % of dry matter						
Rice straw, common		5.00	53.43	72.40	13.78	3.25	5.57

Ingredients	Nutrients	Crude Protein	ADF ¹⁾	NDF ²⁾	Crude Ash	Ether extracts	NFC ³⁾
Organic rice straw		6.11	44.37	72.13	10.42	4.41	6.93
Chestnut leaves		7.03	46.14	53.68	3.13	4.61	31.55
Oak leaves		6.90	51.06	55.90	3.57	1.20	32.43
Organic soybean pods		5.37	50.25	64.64	5.45	4.04	20.50
Organic rice bran		16.22	12.45	28.94	11.44	18.45	24.95
Organic wheat		11.78	4.19	22.90	1.29	3.57	60.46
Organic yellow corn		10.65	3.20	18.00	1.71	5.51	64.13
Organic soybean		40.16	12.72	30.50	4.42	21.94	2.98
Concentrates, commercial		18.29	7.28	21.31	5.65	7.56	47.19

1) Acid detergent fiber; 2) neutral detergent fiber; 3) non-fibrous carbohydrate.

Table 2. Ingredient formulation of experimental diets fed to Korean native goats.

Ingredients	Treatments ¹⁾			
	A	B	C	D
 % of dry matter			
Rice straw, common	60	-	-	-
Organic rice straw	-	30	-	15
Chestnut leaves	-	-	15	7.5
Oak leaves	-	-	15	7.5
Organic soybean pods	-	30	30	30
Organic rice bran	-	5	5	5
Organic wheat	-	15	15	15
Organic yellow corn	-	15	15	15
Organic soybean	-	5	5	5
Concentrates, commercial	40	-	-	-
Sum	100	100	100	100

1) A : conventional diet as a control treatment, B : organic rice straw, C : organic tree leaves, D : organic rice straw+organic tree leaves.

3. 실험설계

본 연구는 네 가지 시험사료에 대하여 처리구당 3두씩 총 12두의 흑염소를 개별대사케이지에 완전 임의적으로 배치하였고, 실험기간은 예비기간 14일을 거친 후, 21일간의 본 실험기간 동안 사료섭취량 및 분·뇨 배설량을 측정하였다.

4. 조사항목

1) 사료 섭취량과 증체량

사료 섭취량은 급여한 사료와 섭취하고 남은 사료의 차이로 구하였으며, 잔량은 다음날 오전 사료 급여 전에 수거하여 측정하였다. 증체량은 실험시작체중과 종료체중의 차이에 의해 일당증체량으로 환산하였다.

2) 화학적 분석

사료의 일반성분은 AOAC(1995)법에 따라 분석하였고, ADF 및 NDF는 Van Soest 등 (1991)의 방법에 따라 분석하였다.

3) 분과 뇨 채취

분은 본 실험기간 동안 매일 총 배설량을 칭량하고 수거한 분을 잘 혼합한 후 이 중 10%를 채취하여 60℃ dry oven에서 48시간 건조한 후 중량을 측정, 환산하였으며 이들 일부는 Wiley mill의 40mesh에서 분쇄하여 분석시료로 사용하였고, 뇨는 매일 용기에 5N HCl을 투입하여 1일 배설량을 측정하고 이 중 10%를 채취하여, 뇨중 질소분석시까지 -20℃ 냉동고에 보관하였다.

5. 통계분석

본 실험의 결과는 SAS package program(version 8.1, USA, 2000)을 이용하여 유의성을 검정하였고, 처리군의 평균간 비교는 Duncan's multiple range test(5% 수준)로 하였다(Steel과 Torrie, 1980).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 시험사료의 화학적 조성분

시험사료의 화학적 조성분은 Table 3에 나타내었다. 조단백질을 포함한 섬유소(ADF 및 NDF)함량은 볏짚과 시판사료의 관행사료(A)구가 다른 유기사료 급여구와 비교하여 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만, 조희분함량은 수엽류를 포함하는 C 및 D구에 비하여 다량의 볏짚을 포함하는 A 및 B구가 유의하게 높았다(P<0.05). 특히 관행사료구인 A구가 8.22%로 가장 높았고, 유기사료구 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이에 반해, 조지방함량은 수엽류를 포함하는 C 및 D구가 관행사료(A) 및 유기볏짚구(B)에 비하여 유의하게 높았고(P<0.05), 유기사료구 간에는 C구가 10.16%로 가장 높았다. 그리고, 비섬유성 탄수화물은 모든 처리구에서 약 24~29%를 나타내었고, 이들 함량은 처리구간에 유의한 차이가 없었다.

Table 3. Chemical composition of experimental diets fed to Korean native goats.

Items	Treatments ¹⁾				SEM ²⁾	P< ³⁾
	A	B	C	D		
 % of dry matter					
Crude Protein	9.64	9.99	10.43	10.66	0.98	0.6440
ADF	28.42	30.78	33.73	30.26	4.70	0.6009
NDF	51.46	48.59	46.79	48.99	5.27	0.7564
Crude ash	8.22 ^{a4)}	6.56 ^{ab}	5.09 ^b	5.79 ^b	1.04	0.0302
Ether extracts	6.46 ^{ab}	5.63 ^b	10.16 ^a	7.04 ^{ab}	1.87	0.0464
NFC	24.23	29.24	27.32	27.77	4.68	0.8035

1) A : conventional diet as a control treatment, B : organic rice straw, C : organic tree leaves, D : organic rice straw+organic tree leaves; 2) Standard error of the mean; 3) P-value is significantly different among treatments at a level of <0.05; 4) ^{a,b}Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

본 결과에서 나타난바와 같이 관행처리구(A) 및 유기사료구(B, C 및 D)간에 단백질 및 탄수화물(섬유질 및 비섬유성)함량은 실험설계상에서 기대한바와 같이 유사한 수준이었다. 하지만, 다량의 볏짚을 포함하는 A 및 B구에 대하여 상대적으로 높은 조희분함량은 Table 1에 나타나 있듯이 일반 및 유기볏짚내 높은 조희분함량으로 기인된다. 아울러 수엽류를

포함하는 유기사료구(C 및 D)의 다소 높은 조지방함량은 볏짚 및 수염류(밤나무잎, 참나무잎)를 Table 1에서 보면 밤나무잎이 나머지 원료보다 상대적으로 조지방을 높게 함유하였고, 이에 따라 더 많은 밤나무잎을 포함하는 C구에서 가장 높은 조지방의 결과를 나타낸 것으로 사료된다. 아울러 유기사료구에 포함된 수염류는 50% 이상의 높은 비율의 섬유소를 함유하고 있어서(Table 1), 흑염소의 사료자원으로서 뿐만 아니라 반추위의 성장 및 생리적 기능으로서의 역할을 충분히 할 수 있을 것으로 사료된다. 그리고 일반 및 유기볏짚에 비하여 수염류의 단백질함량이 다소 높아서(Table 1), ARC(1980)에서 제시한 적정 반추위 미생물활성을 위해 필요로 하는 최소 단백질함량인 6.9%(건물기준)를 만족시키는 것으로 나타나 단독 유기사료자원으로서의 가능성도 보여주었다.

2. 사료 섭취량과 배설량 및 증체량

관행 및 유기사료를 흑염소에게 급여하였을 때 사료섭취량, 배설량, 증체량 및 사료효율에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 1일 두당 건물섭취량은 유기사료구에서 395.8~441.7g으로 유기사료 간에는 유의한 차이가 없었으나, 일반 볏짚과 시판농후사료를 포함하는 관행사료구인 A(167.9g) 보다는 유의하게 높았다($P<0.05$).

분의 배설량 또한 B, C 및 D구가 각각 113.9, 143.2 및 136.3g으로 관행사료구인 A구(84.1g)보다 다소 높았으나, 처리구 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다. 가소화건물량은 유기사료구에서 281.9~298.5g으로 나타났고, 특히 수염구에서 가소화건물량이 높게 나타났으며 관행급여구(A)는 83.8g으로 유의하게 낮았다($P<0.05$).

대사체중당 건물섭취량과 체중에 대한 건물섭취비율도 유기사료구가 각각 65.5~74.1g와 3.6~4.1%로 나타났는데, 수염류구(C)가 가장 많았으며 관행급여구는 각각 32.1g과 1.9%로 가장 낮았다($P<0.05$). 일당증체량과 사료효율은 유기볏짚-수염류혼합구인 D구가 각각 67.8g와 16.1로 가장 높게 나타났다. 하지만 다른 유기사료구(B구: 57.8g와 14.6, C구: 65.6g와 14.9)와는 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 관행사료구에서는 10.0g와 6.0으로 가장 낮았다($P<0.05$).

Table 4. Effects of conventional diet and organic feeds on dry matter intake, fecal excreta, body weight gain and feed efficiency in Korean native goats.

Items	Treatments ¹⁾				SEM ²⁾	P< ³⁾
	A	B	C	D		
Dry matter intake (g/day)	167.90 ^{b4)}	395.81 ^a	441.71 ^a	421.78 ^a	73.98	0.0063
Fecal excreta (g/day, DM)	84.06	113.88	143.24	136.25	27.02	0.1003

Items	Treatments ¹⁾				SEM ²⁾	P< ³⁾
	A	B	C	D		
Digestible dry matter (g/day)	83.84 ^b	281.93 ^a	298.47 ^a	285.53 ^a	48.86	0.0018
Metabolic intake (g/kg BW ^{0.75} /day)	32.09 ^b	65.54 ^a	74.10 ^a	66.91 ^a	9.66	0.0014
Feed intake of BW (%)	1.85 ^b	3.66 ^a	4.10 ^a	3.63 ^a	0.57	0.0022
Average daily gain (g/day)	10.00 ^b	57.80 ^a	65.60 ^a	67.80 ^a	25.50	0.0138
Feed efficiency (gain/intake)	6.0 ^b	14.6 ^a	14.9 ^a	16.1 ^a	1.32	0.0078

1) A : conventional diet as a control treatment, B : organic rice straw, C : organic tree leaves, D : organic rice straw+organic tree leaves; 2) Standard error of the mean; 3) P-value is significantly different among treatments at a level of <0.05; 4) ^{a,b}Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

일반적으로 반추동물의 사료섭취량은 사료내 섬유소함량에 의해 영향을 받고, 조사료 중에서 높은 비율의 세포벽구성물질(NDF)을 함유하는 섬유질사료는 가축에 대한 섭취량을 제한하고(Welch, 1967; Van Soest, 1994), 특히 사료중 NDF 함량이 50% 이상이면 섭취량의 제한인자가 되는 것으로 알려져 있다(Van Soest, 1965). 본 실험에서도 NDF 함량이 높은 벧짚을 많이 포함하는 처리구일수록 사료중 세포벽구성물질이 다소 증가하는 경향을 보여 주었고(Table 3), 그 결과로서 사료섭취량이 유의하게 낮아졌다. 또한, 벧짚과 같은 짚류는 물리화학적인 구조가 복잡하고, 반추위내 섬유소분해미생물에 의한 분해가 잘 이루어지지 않는 견고한 섬유질로 되어 있어서(Chesson, 1981), 가축의 기호성을 감소시킬 뿐만 아니라, 벧짚내 소화되지 물질(lignin, silica 등)들로 인하여 사료섭취량이 감소한 것으로 판단된다(Hunter와 Siebert, 1985). 그리고 관행사료에 비하여 유기사료구에서 증가된 사료섭취량은 보다 적은 양의 벧짚의 배합으로 나타난 결과일 뿐만 아니라 수엽류의 보충으로 기호성이 증진한 것으로 사료되고, Chriyaa 등(1997)의 연구결과에서도 밀짚에 관목잎을 보충함으로써 밀짚단독 급여구에 비하여 관목 보충구에서 사료섭취량이 유의하게 증가하였음을 보고 하여 본 연구결과와 일치하였음을 알 수 있다. 본 실험의 유기사료구는 관행사료(A)에 비하여 사료섭취량이 유의하게 증가하였음에도 불구하고 분배설량은 관행사료와 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 유기사료에 존재하는 영양소의 이용율이 관행사료에 비하여 증가하였음을 시사하고, 그 결과로서 가소화건물량이 유의하게 증가하였다(Table 4). 상기 일련의 결과는 Chriyaa 등(1997)의 결과와 유사하였고, 이러한 현상은 짚류에 비하여 수엽류가 반추위내 발효를 원활하게 유지시킬 뿐만 아니라 반추위내 사료의 분해속도가 짚류에 비하여 증가하여 일어난 현상이라고 설명하였다.

한편, 대사체중당 건물섭취량 및 체중에 대한 건물섭취비율은 수엽류를 포함하는 유기사

료구(C 및 D 급여구)에서 각각 74.1과 66.9g 및 4.1과 3.6%로 관행사료구보다 왕성한 섭취를 보였는데, 일반적으로 염소의 체중에 대한 사료섭취비율은 염소의 품종, 사료의 종류 및 섭취하는 수염류의 종에 따라 다양하게 나타나고 보통은 체중의 1.5~5.2%를 섭취하는 것으로 알려져 있어(McCammon-Feldman 등, 1981; Lu, 1988) 본 실험에서 유기사료인 수염류처리구에서 비교적 높은 양의 사료가 섭취되었음을 관측할 수 있었다. 아울러 유기벼짚구에서도 수염류처리구 못지않은 양(65.5g)의 사료를 섭취하여 관행사료에 비하여 향상된 결과를 보여주었다. 여러 연구자들에 의해 염소에 대한 관목류의 대사실험이 실시되었는데, Papachristou(1996)는 지중해지역에 자생하는 관목류를 염소에 급여하였을 때, 대사체중당 건물섭취량이 65.3~77.3g을 나타내었다고 보고하였고, Perevolotsky 등(1993)은 본 실험에 사용된 것과 유사한 참나무잎을 염소에 급여한 결과 대사체중당 63g을 섭취하였다고 보고하여 본 실험에서 나타난 것과 유사하였다.

이상의 결과에서 보는 바와 같이 관행사료에 비교하여 유기사료구에서 높은 사료섭취량과 소화량을 나타내어 흑염소는 그 결과로서 증체량과 사료효율이 개선되었다. 최 등(2003)은 흑염소에게 네 종류의 지염류(참나무잎, 소나무잎, 소나무잎사일리지 및 벚짚)를 급여한 결과, 참나무급여구에서 건물섭취량과 증체량이 다른 처리구에 비해 다소 증가하는 경향을 나타내었다고 보고하였고, 이는 흑염소가 참나무지염류에 대한 선호도가 높았기 때문이라고 설명하였고, 이러한 영향은 본 실험에 나타난 결과와 일치하였다.

3. 영양소 소화율

관행 및 유기사료가 흑염소의 영양소소화율에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 흑염소의 건물소화율은 유기벼짚구(B)가 가장 높았고, 다음으로 수염급여구(C 및 D) 및 관행사료구(A) 순으로 유의하게 낮아졌다($P < 0.001$). 유기물소화율은 유기사료구 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 관행사료를 급여한 A구보다는 유의하게 높았다($P < 0.01$). 조단백질 및 조지방 소화율은 처리구 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

ADF 및 NDF 소화율은 유기사료구 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 관행사료에 비하여는 유의하게 증가하였다($P < 0.05$). 그리고, 유기사료의 수염급여구(C 및 D)는 ADF 및 NDF 소화율이 유기벼짚구에 비하여 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 하지만, NFC 소화율은 유기사료의 수염함유구(C 및 D)보다는 관행사료(A) 및 유기벼짚구(B)에서 유의하게 높았다($P < 0.05$).

유기사료들 중 수염함유구(C 및 D)와 유기벼짚구(B) 간의 유의한 건물소화율의 차이는 수염함유구에서 사료섭취량의 증가에 따른 장관내 통과속도가 빨라져서 유기벼짚구에 비하여 소화율이 감소한 것으로 판단된다. 조사료는 일반적으로 반추위내에서 천천히 분해가 일어나고 이에 따라 조사료의 과도한 섭취로 인한 빠른 통과속도는 분해율을 감소시키며

로, 섭취량과 소화율은 부의 상관도를 나타낸다(Van Soest, 1994). 시판농후사료와 다량의 벚짚을 함유하는 관행사료의 낮은 소화율은 벚짚내 비분해성 및 항영양성 인자(silica, tannin 및 lignin)의 다량함유와 이들 물질들에 의한 방해 및 반추위내 미생물의 부착에 의한 분해가 곤란하여 감소된 결과를 나타내었다(Nicholson, 1984). 하지만, 유기벚짚구는 유기벚짚 외에도 기타 분해가능성 원료를 균형되게 함유하고 있어 소화율의 감소현상은 나타나지 않았다. 많은 연구에서 벚짚의 낮은 소화율을 개선하기 위한 시도가 이루어졌고, 특히 Silva와 Ørskov(1988) 및 Liu 등(2002)의 연구에서 보리짚 및 벚짚과 같은 저질조사료에 분해성 섬유질사료를 급여함으로써 짚의 소화율 및 *in vitro* 가스발생량이 향상된다고 보고하였다.

한편, 섬유소(ADF 및 NDF)소화율은 관행사료에 비하여 유기사료구가 유의하게 증가하였지만, 수염급여구는 유기벚짚사료에 비하여 소화율이 다소 감소하는 경향을 나타내었다(Table 5). 이는 반추동물에 있어 섬유소의 소화율은 여러 가지 요인에 의하여 달라지나, 특히 사료내 지방함량은 섬유소의 분해를 감소시키는 것으로 알려져 있다(NRC, 2000). Table 3에 나타난 바와 같이 수염(C)과 수염-유기벚짚혼합구(D)의 조지방함량이 각각 10.2와 7.0%로 유기벚짚(5.6%)구 보다 유의하게 높았는데, 이는 반추동물사료에서 건물기준으로 사료의 지방함량이 5%를 넘게 되면 반추위내 섬유소의 소화율이 감소되기 때문이라고 사료

Table 5. Effects of conventional diet and organic feeds on the nutrient digestibility in Korean native goats.

Items	Treatments ¹⁾				SEM ²⁾	P< ³⁾
	A	B	C	D		
 Digestibility, %					
Dry matter	50.33 ^{cd)}	71.00 ^a	67.67 ^b	67.67 ^b	1.50	0.0001
Organic matter	52.96 ^b	61.19 ^a	73.25 ^a	69.19 ^a	8.47	0.0072
Crude protein	59.37	67.99	58.99	60.29	7.73	0.1019
ADF	28.65 ^b	58.31 ^a	52.34 ^a	50.79 ^a	19.37	0.0474
NDF	31.78 ^b	60.98 ^a	55.86 ^a	57.75 ^a	8.65	0.0117
Ether extracts	82.09	69.54	90.28	83.88	9.98	0.1576
NFC	96.80 ^a	93.35 ^a	85.20 ^b	87.28 ^b	2.99	0.0041

1) A : conventional diet as a control treatment, B : organic rice straw, C : organic tree leaves, D : organic rice straw+organic tree leaves; 2) Standard error of the mean; 3) P-value is significantly different among treatments at a level of <0.05; 4) ^{a,b,c}Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.05).

된다(Doreau와 Ferlay, 1994). 비섬유성탄수화물소화율은 관행사료 및 유기볏짚구에서 유의하게 증가하였고, 특히 관행사료구에서 가장 높았는데, 이는 관행사료급여구의 비섬유성탄수화물이 주로 전분질로 구성된 시판농후사료내 존재하고, 이들은 사료의 특성상 반추위내에서 비교적 분해가 빨리 일어나기 때문이다. 이에 반해 수엽급여구는 A 및 B사료에 비해 다소 소화율이 감소하였으나, 85%이상으로 비교적 양호한 소화율을 나타내었다.

4. 처리구에 따른 질소축적

관행 및 유기사료급여에 따른 흑염소의 질소축적은 Table 6에 나타내었다. 유기사료구의 질소섭취량은 6.3~7.5g으로 유기사료구 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 관행사료구(2.6g)에 비하여 유의하게 높았다($P<0.001$). 아울러 분과 뇨를 통한 배설질소량은 질소섭취량에 비례하여 유기사료구가 관행사료에 비하여 유의하게 증가하였다($P<0.01$).

한편, 질소축적량은 유기사료구가 관행사료구보다 유의하게 높았고($P<0.05$), 아울러 질소축적율도 마찬가지로 유기사료구가 관행사료구보다 다소 높은 값을 나타내었다. 하지만, 질소축적율에 대한 통계적인 차이는 나타나지 않았다.

Table 6. Effects of conventional diet and organic feeds on the nitrogen retention in Korean native goats.

Items	Treatments ¹⁾				SEM ²⁾	P< ³⁾
	A	B	C	D		
Total N intake(g/day)	2.61 ^{b4)}	6.29 ^a	7.52 ^a	7.03 ^a	1.06	0.0009
Fecal N loss(g/day)	1.06 ^c	2.03 ^b	3.10 ^a	2.76 ^{ab}	0.48	0.0038
Urinary N loss(g/day)	0.73 ^b	2.10 ^a	1.87 ^a	2.36 ^a	0.43	0.0072
Retained N(g/day)	0.82 ^b	2.16 ^a	2.56 ^a	1.91 ^a	0.72	0.0250
N retention rate(%)	21.34	34.70	34.14	26.50	14.52	0.3774

1) A : conventional diet as a control treatment, B : organic rice straw, C : organic tree leaves, D : organic rice straw+organic tree leaves; 2) Standard error of the mean; 3) P-value is significantly different among treatments at a level of <0.05; 4) ^{a,b,c}Means in a row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

실험사료의 질소섭취량은 사료섭취량과 밀접한 관계가 있었고, 관행사료구는 보다 적은 양의 사료섭취로 질소섭취량이 가장 낮았다. 그리고 모든 처리구는 질소섭취량에 비례하여 섭취질소의 약 66~69%가 분과 뇨로 손실되었고, 특히 수엽처리구(C)는 다른 처리구에 비해

여 분을 통한 손실율(41.22%)이 높는데 반해 뇨를 통한 손실율(24.87%)은 다소 낮았다.

많은 연구에서 반추동물의 질소축적은 질소섭취와 깊은 상관관계가 있는 것으로 보고되고 있고(Boutouba 등, 1990; Arthun 등, 1992; Chriyaa 등, 1997), 본 실험에서도 질소축적량은 질소섭취량에 비례하여 유의하게 증가하였다.

그리고 수엽급여구(C)에서 다소 높은 분 질소손실은 일반적으로 관목 및 수엽류에 많이 함유하는 것으로 알려져 있는 탄닌(tannins) 때문이라 사료되는데, 이들 탄닌은 반추위내에서 반추위내 미생물이 분비하는 효소를 변성하거나 불활성화 시켜 단백질분해를 방해하고(Kumar와 Singh, 1984), 단백질과 직접적으로 반응하여 반추위내에서 분해내성을 나타내는 화합물을 형성하여 분으로 단백질이 배설되는 것으로 알려져 있다(Hatfield, 1970; Chalupa, 1975).

또한, Barry 등(1986)은 탄닌 및 페놀화합물을 함유하는 조사료를 반추동물에 급여하면 분중 질소손실은 증가하나 뇨를 통한 손실은 감소한다고 보고하였다. 하지만, 본 실험에서 탄닌에 대한 분석은 나타나있지 않아, 보다 정확한 평가를 위해 이에 대한 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 이상의 결과로부터 유기사료는 관행사료에 비하여 사료섭취량, 소화율 및 질소축적을 향상시켰고, 이는 흑염소의 생산성향상에 잠재적으로 기여할 것으로 기대된다.

IV. 적 요

본 연구는 유기축산의 기초적인 자료를 얻고자 관행사료에 비교하여 유기경종에 의해 생산된 곡류, 볏짚 및 수엽류 등의 유기사료가 흑염소의 사료 섭취량, 소화율 및 질소 축적율에 미치는 영향을 조사하였다. 12두의 수흑염소를 네 처리구로 나누어 처리구당 3두씩 완전임의배치하여 개별대사케이지에 수용하였고, 실험기간은 21일간 지속되었다. 처리구는 관행사료구(A)와 세 가지의 유기사료구(B : 유기볏짚구, C : 유기수엽구, D : 유기볏짚-수엽혼합구)로 나누어 조농비율과 단백질 및 탄수화물함량이 동일하도록 실험사료를 배합하였다. 관행사료는 일반볏짚(60%)과 시판사료(40%)로만 구성되었다.

결과를 살펴보면, 실험사료의 화학적조성은 조희분과 조지방을 제외한 모든 영양성분이 처리구간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 조희분은 관행사료구에서 가장 높았고($P < 0.05$), 유기사료구간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 조지방은 수엽을 포함하는 C 및 D처리구가 A 및 B에 비하여 유의하게 높았다($P < 0.05$). 건물섭취량은 유기사료구 간에는 유의한 차이가 없었으나, 관행사료구에 비하여 유의하게 높았다($P < 0.05$). 분 배설량은 처리구간에 차이가 없었고, 이 결과로서 유기사료구에서 유의하게 높은 가소화건물량을 나타내었다($P < 0.01$). 증체량 및 사료효율은 유기사료의 급여로 관행사료에 비하여 유의하게 증가하였고

($P < 0.01$), 영양소소화율 또한 유기사료구가 관행사료에 비하여 유의하게 증가하였다($P < 0.01$). 하지만, 수염류함유구인 C 및 D구의 NFC 소화율은 A 및 B구에 비하여 유의하게 낮았다($P < 0.01$). 질소섭취량은 유기사료구 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 관행사료구에 비하여 유의하게 높았다($P < 0.001$). 분 질소배설량은 수염을 포함하는 C 및 D구가 A 및 B구에 비하여 유의하게 높았다($P < 0.01$). 체내 축적된 질소량은 유기사료급여구가 관행사료급여구보다 유의하게 높았으나($P < 0.05$), 질소축적율(%)에는 영향을 미치지 않았다.

본 연구결과에서 유기사료는 관행사료에 비하여 사료섭취량, 소화율 및 체내 축적질소를 향상시켰고, 이로부터 가축의 생산성과 안전한 축산물생산에 기여할 것으로 사료된다.

[논문접수일 : 2004. 12. 20. 최종논문접수일 : 2005. 2. 10.]

참 고 문 헌

1. 농림부. 2002. 조사료 생산 이용 교육. pp. 72-76.
2. 조익환. 2003. 지역별 순환농업의 유형에 관한 연구. 한국유기농업학회지. 11(3) : 91-108.
3. 최순호 · 박범영 · 조영무 · 최창용 · 권용기 · 김영근 · 허삼남. 2003. 지엽류 급여가 흑염소의 발육 및 육질에 미치는 영향. 동물자원지, 45(5) : 819-824.
4. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
5. ARC. 1980. The Nutrient Requiements of Ruminant Livestock. Commonw. Agric. Bur., Slough, UK.
6. Arthun, D., Holecheck, J. L., Wallace, J. D., Galyean, M. L., Cardenas, M. and Rafique, S. 1992. Forb and shrub influences on steer nitrogen retention. J. Range Manage. 45 : 133-136.
7. Barry, T. N., Manley, T. R. and Duncan, S. J. 1986. The role of condensed tannins in the nutritional value of Lotus pedunculatus for sheep. 4. Sites of carbohydrate and protein digestion as influenced by dietary reactive tannin concentration. Br. J. Nutr. 55 : 123-137.
8. Boutouba, A., Holecheck, J. L., Galyean, M. L., Nunez-Hernandez, G., Wallace, J. D. and Cardenas, M. 1990. Influence of two native shrubs on goat nitrogen status. J. Range Manage. 43 : 530-534.
9. Chalupa, W. 1975. Rumen by-pass and protection of proteins and amino acids. J. Dairy Sci. 58 : 1198-1218.
10. Chesson, A. 1981. Effects of sodium hydroxide on cereal straws in relation to the enhanced

- degradation of structural polysaccharides by rumen microorganisms. *J. Sci. Food Agric.* 32 : 745.
11. Chriyaa, A., Moore, K. J. and Waller, S. S. 1997. Intake, digestion, and nitrogen balance of sheep fed shrub foliage and medic pods as a supplement to wheat straw. *Anim. Feed Sci. Technol.* 27 : 147-156.
 12. Doreau, M. and Ferlay, A. 1994. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 45 : 379-396.
 13. Hatfield, E. F. 1970. Achieving the potential of high quality dietary protein for ruminants. *Feedstuffs.* 42 : 23-28.
 14. Hunter, R. A. and Siebert, B. D. 1985. Utilization of low quality roughage by *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. 2. The effect of rumen degradable nitrogen and sulphur on voluntary food intake and rumen characteristics. *Br. J. Nutr.* 53 : 649-656.
 15. Kumar, R. and Singh, M. 1984. Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. *J. Agric. Food Chem.* 32 : 447-453.
 16. Liu, J. X., Susenbeth, A. and Südekum, K.-H. 2002. In vitro gas production measurements to evaluate interactions between untreated and chemically treated rice straw, grass hay, and mulberry leaves. *J. Anim. Sci.* 80 : 517-524.
 17. Lu, C. D. 1988. Grazing behaviour and diet selection of goats. *Small Rumin. Res.* 1 : 205-216.
 18. McCammon-Feldman, B., Van Soest, P. J., Horvath, P. and McDowell, R. E. 1981. Feeding strategy of the goat. Cornell International Agriculture Mimeograph 88, Cornell University, Ithaca, NY, 37 pp.
 19. Nicholson, J. W. G. 1984. Digestibility, nutritive value and feed intake. In: F. Sundstøl, and E. Owen(ed.) *Straw and Other Fibrous By-products as Feed.* p 340. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands.
 20. NRC. 2000. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
 21. Papachristou, T. G. 1996. Intake, digestibility and nutrient utilization of oriental hornbeam and manna ash browse by goats and sheep. *Small Rumin. Res.* 23 : 91-98.
 22. Perevolotsky, A., Brosh, A., Ehrlich, O., Gutman, M., Henkin, Z. and Holzer, Z. 1993. Nutritional value of common oak(*Quercus calliprinos*) browse as fodder for goats: Experimental results in ecological perspective. *Small Rumin. Res.* 11 : 95-106.
 23. SAS. 2000. SAS/STAT® User's guide (Release 8.1 ed.). Statistics, SAS Inst, Inc., Cary, NC.
 24. Silva, A. T. and Ørskov, E. R. 1988. The effect of five different supplements on the

- degradation of straw in sheep given untreated barley straw. *Anim. Feed Sci. Technol.* 19 : 289-298.
25. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1980. *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach (2ndEd.)*. McGraw-Hill Book Co., New York.
26. Van Soest, P. J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *J. Anim. Sci.* 24 : 834-843.
27. Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*, 2nd edn. Cornell University Press, Ithaca, NY.
28. Van Soest, P. J., Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74 : 3583-3597.
29. Welch, J. G. 1967. Appetite control in sheep by indigestible fibers. *J. Anim. Sci.* 26 : 849-854.