

CP와 TDN 수준이 육성기 유산양의 건물섭취량, 소화율과 질소 및 에너지 이용성에 미치는 영향

기광석 · 임영순 · 김택립 · 이현준 · 김상범 · 이왕식 · 양승학 · 조원모 · 김현섭 · 여준모* · 이인덕**

Effect of Crude Protein and Total Digestible Nutrient Levels on Intake, Digestibility, Nitrogen and Energy Utilization in Growing Dairy Goats

Kwang Seok Ki, Young Soon Lim, Ze Lin Jin, Hyun June Lee, Sang Bum Kim, Wang Shik Lee, Seung Hak Yang, Won Mo Cho, Hyeon Shup Kim, Joon Mo Jeo* and In Duk Lee**

ABSTRACT

This experiment was carried out to investigate the effects of increases of nutrient level of TMR on dry matter intake, digestibility, nitrogen and energy balance in growing dairy goats (Saanen). Twelve growing dairy goats weighing 17.5kg were randomly assigned to one of four TMRs; low energy-low crude protein (CP) TMR (control; A), high energy-low CP TMR (B), low energy-high CP TMR (C) and high energy-high CP TMR (D). The content of total digestible nutrients (TDN) and CP in the control diet were 67% and 11%. The TDN content of the high energy TMR was 73.7% and the CP content of the high CP TMR was 13%. Dry matter intake was highest in D, and significantly higher in B than in C ($p < 0.05$). Digestibility for dry matter and cell contents increased in proportion to dry matter intake. NDF digestibility was higher in D than in A, while ADF digestibility was higher in A and C than in B, but was not significant. Digestible nitrogen, apparently digested nitrogen and retained nitrogen were correlated with intake, and significantly higher in B than in C ($p < 0.05$). Digestible energy and metabolizable energy were highest in D, and significantly higher in B than in C ($p < 0.05$). Therefore, the present results showed that D or B were better than C for high intake, digestibility, nitrogen and energy utilization.

(Key words : Dairy goats (Saanen), Dry matter intake, Digestibility, Energy and Nitrogen utilization)

I. 서 론

반추동물 중에서 산양은 방목습성, 채식습성, 물 요구량, 신체적 활동, 젖의 조성, 대사장애와 기생충 등에 있어서 소나 면양과 중요한 차

이를 나타내고 있다. 따라서 산양에 의한 영양소의 요구량도 차이가 있을 것으로 여겨진다. 유산양은 질소와 물을 더 효과적으로 이용하는 반추동물로서 조사료 위주의 사육이 가능한 가축으로 알려져 있으며 (Parkash와 Jenness, 1968),

국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA)

* 한국농업대학 (Korea National Agricultural Collage, RDA)

** 충남대학교 (Chungnam National University)

Corresponding author : Kwang Seok Ki, National Institute of Animal Science, Cheonan, 330-801, Korea. Tel: +82-41-580-3396, Fax: +82-41-580-3419, E-mail:kika386@korea.kr

소나 면양은 1일 사료섭취량이 체중의 2.5~3.0% 수준인 반면 성장기 및 비유기 산양들은 체중의 3.5~5.0%로 체중에 비해 많은 사료를 수용할 수 있고 식욕 또한 왕성하다. 또한 산양의 영양과 관리는 최종 산물에 따라 달라지게 되는데, 육용종 산양들은 대부분 보충사료 없이 방목사양을 하거나 또는 제한된 양의 보충사료 급여만으로 사육되고 있는 것에 비하여 유산양이나 모용산양은 고에너지와 고단백질 사료를 유우와 비슷한 비율로 필요로 한다 (Ensminger 등, 1991). 일반적으로 육용종 산양 사육자들은 최소의 사료비용으로 최대의 우유 생산을 내는 사료배합비를 원하고 그 것은 컴퓨터의 도움을 받아 균형 잡힌 영양소를 설계할 수 있다 (Gail Luttmann, 1986).

국내 유산양 사육두수는 농림부 통계자료(농림부 통계연보, 2008)에 의하면 2000년도에는 4,584두에 불과하였으나 2005년 9,234두, 2007년 11,217두로 꾸준히 증가하고 있는 추세를 보이고 있다. 앞으로도 웰빙 식품에 대한 사회적 붐과, 분뇨에 의한 환경오염이 적은 가축으로서 환경친화적 관리가 비교적 용이한 사양 특성 등은 유산양 사육을 더욱 증가시키게 될 것이다. 따라서 효과적인 유산양의 영양관리를 위한 적합한 사료 상품의 개발이 요구되고 있는데, 그동안 산양의 사료이용에 대한 국내 연구들은 대부분 재래산양을 이용한 연구(강 등, 1977; 이 등, 1995; Moon 등, 1995; 조 등, 1997; 황보 등, 2007; 정 등, 2008)가 진행되어 왔으며, 유산양의 사료이용성에 대한 연구는 김과 김(1982), 이와 이 등(2007)과 강 등(2009)이 있을 뿐 많지 않다.

본 연구는 효율적인 유산양 사료의 개발을 위한 기초 자료로서 유산양의 에너지 및 단백질 이용성을 조사하기 위하여 조단백질과 가소화영양소총량을 증량한 4처리구로 구분하고 섭취량, 소화율과 질소 및 에너지 이용성을 시험하였다.

II. 재료 및 방법

처리구별 사료는 산양의 1일 영양소요구량(NRC, 1981)을 기준으로 조단백질(CP)과 가소화영양소총량(TDN) 수준을 일정 비율씩 증량한 4처리구(A; 대조구; CP-11%, TDN-67%, B; TDN증량구; CP-12%, TDN-73.7%, C; 조단백질증량구; CP-13%, TDN-67%, D; TDN 및 조단백질증량구; CP-13%, TDN-73.7%)로 시험하였다. 조사료는 건초를 약 10 cm 크기로 절단하고 곡물은 거칠게 분쇄하여 완전혼합사료(TMR)형태로 제조한 것을 시험사료 Table 1로 급여하였다. 급여사료의 주요 성분별 함량비율은 Table 2와 같다. 공시축은 7~8개월령 육성유산양 중 체중이 비교적 고른 12두(Saanen ♀, 평균체중 17.5 kg)를 선발하여 처리구당 3두씩 완전임의 배치하였고, 충남대학교 부속동물사육장의 실내 소화케이지(40×75×65 cm³)내에 개체별로 분리사육하면서 시험을 진행하였다. 시험기간은 2008년 10월 20일부터 26일까지 7일간의 적응기간과 10월 27일부터 11월 9일까지 14일간의 본시험으로 진행하였다. 사료의 급여는 1일 급여량을 동량으로 2등분하여 매일 오전 7시와 오후 5시에 2회 급여하였으며, 적응기간 동안의 섭취량을 근거로 충분량을 공급하여 채식 후 일정량의 잔량이 남도록 하였고, 물과 미네랄은 자유채식하도록 공급하였다. 뇨의 수집은 매일 20% 황산용액을 20 ml씩 첨가하여 시료를 취한 후 배뇨량을 측정하고 그 중 일부를 수거하여 -18℃의 냉동고에 보관하였다. 분은 배분량을 측정 후 그 중 일정량을 시료로 수거하였으며, 사료와 분은 각각 72℃에서 48시간 동안 건조 후 분쇄하여 분석시료로 이용하였다. 조단백질 및 질소 함량은 AOAC(1999)방법으로, gross energy는 oxygen bomb calorimeter(PARR 1261, USA)로 분석하였다. Neutral detergent fiber(NDF), acid detergent fiber(ADF)와 리그닌(lignin)은 Goering과 Van Soest(1970) 방법으로, 셀룰로스(cellulose)는 Crampton과

Table 1. Ingredients of the experimental diets

Treatments	A	B	C	D
Ingredients(%)				
Alfalfa baled	5.0	5.0	6.7	7.0
Oat straw	13.6	8.5	15.0	7.4
Tall fescue	17.0	8.0	13.9	7.5
Perennial ryegrass	15.0	9.0	13.0	8.0
Corn	10.0	23.6	7.0	20.7
Beet pulp	5.0	5.0	5.0	5.0
Cotton seeds	6.0	8.0	7.0	8.0
Soybean meal	2.0	3.0	5.0	5.9
Wheat bran	21.0	24.5	22.0	25.1
Molasses	3.0	3.0	3.0	3.0
Limestone	1.3	1.3	1.3	1.3
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5
Vitamin mineral premix	0.4	0.4	0.4	0.4
Probiotics	0.2	0.2	0.2	0.2
Total(%)	100	100	100	100

Maynard (1938) 방법으로 분석하였다. 건물, 세포내용물 (cell contents), NDF 및 ADF의 소화율은 [(섭취량 - 배설량) / 섭취량]의 수식에 각각 곱하여 값을 산출하였다. 통계처리는 SAS (2002)를 이용하여 분석하였으며, 처리간 비교는 Duncan의 다중검정법으로 5% 수준 범위에서 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 에너지 및 화학적 성분조성

조단백질과 가소화영양소수준을 증량한 처리구와 대조구의 성분조성은 Table 2에서 보는 것과 같다. CP 함량은 A구(대조구)가 11.0%, B구(TDN 증량구)는 12.0%, C구(조단백질 증량구)와 D구(TDN 및 조단백질 증량구)는 13.0%로 A구에 비하여 B구는 9.1%, C구와 D구는 18.2% 높은 수준이었다. NDF 함량은 A

구에 비하여 D구에서 유의적으로 낮았으며 ($p < 0.05$) 그 중 D구가 가장 낮은 수준이었다. ADF 함량도 NDF와 유사한 경향을 보였으나, C구는 A구와 유의적인 차이가 없었으며, D구와 같이 B구가 유의적으로 더 낮은 수준이었다. 셀룰로스(cellulose)와 리그닌(lignin) 함량도 A구가 가장 높고 C구, B구, D구 순으로 낮았으며, 셀룰로스(cellulose)는 처리구간 유의성을 나타내었지만 ($p < 0.05$), 리그닌(lignin)은 반복간에 오차가 크게 나타나 유의적인 차이가 없었다. 건물의 에너지 수준은 대조구와 처리구간 4.32~4.36 Mcal/kgDM으로 유의적인 차이는 없었으나 B구, C구, D구, A구 순으로 높게 나타났다. 총 에너지에서 분 에너지를 감한 가소화 에너지 값은 2.8~3.1 Mcal/kgDM로 조사되었으며 (Table 5), 이를 NRC (1981)에서 제시한 공식($100 \text{ Mcal DE} = 81.6 \text{ Mcal ME}$)에 의하여 대사에너지 값으로 환산하면 약 2.19~2.53 Mcal ME/kgDM으로서, 이는 유산양의 1일 에

Table 2. Chemical composition of the experimental diets

Treatments	CP (%)	NDF (%)	ADF (%)	Cellulose (%)	Lignin (%)	Gross energy (Mcal/kg)
A	11.0 ^c	69.1 ^a	32.2 ^a	23.5 ^a	6.9	4.316
B	12.0 ^b	67.9 ^{ab}	25.5 ^b	17.3 ^c	6.7	4.364
C	13.0 ^a	68.1 ^{ab}	31.4 ^a	22.5 ^b	5.5	4.357
D	13.0 ^a	65.4 ^b	23.9 ^b	17.0 ^c	6.1	4.323

A: CP-11%, TDN-67%, B: CP-12%, TDN-73.7%, C: CP-13%, TDN-67%, D: CP-13%, TDN-73.7%.

NDF: neutral detergent fiber. ADF: acid detergent fiber.

^{abc} Means in the same column with different letters were significantly different ($p < 0.05$).

너지요구량(NRC, 1981) 2.0~2.4 Mcal ME/kg DM 보다 약간 높은 수준이다. 사료의 TDN 함량은 직접 분석하지 않았으나, 이를 NRC(1981)에서 제시한 공식(1 kg TDN = 4.409 Mcal DE)에 의하여 TDN 함량으로 계산하면 A, B, C, D 처리구가 63%, 69%, 66%, 70% 각각 계산되었다. 비록 계획된 값보다는 낮게 나타났으나, 처리구간의 차이가 나타났을 뿐만 아니라, 대사 에너지 공급 측면에서 NRC (1981) 보다 비슷하거나 높은 수준의 처리구가 본 실험에 적용되었다.

2. 건물섭취량 및 건물소화율

체중 kg당 1일 사료섭취량 및 성분별 소화율은 Table 3에서 보는 것과 같다. 1일 건물섭취량은 체중의 3.6~4.1% 수준으로, 이는 NRC (1981)에서 제시한 3.6% 수준과 비슷하게 나타났다. 에너지 증량구인 B, D구가 A, C구 보다 약 7~12% 정도 높은 건물섭취량을 나타내었는데, 이는 사료섭취량이 조단백질 함량과 밀접한 관계가 있으며 (Van Soest, 1982), 조단백질 수준이 증가할수록 사료섭취량이 높게 나타났다고 한 황보 등(2007)의 보고와는 다른 결과이다. 단백질은 가축의 성장과 발육에 필수적인 영양소로 체중 20 kg의 산양을 사사관리시 일당 증체량 50 g을 충족시키기 위한 조단백질은 52 g이 요구되는데 (NRC, 1981), 본 시

험에서 조단백질의 섭취량은 67.0~98.9 g으로 NRC에서 제시한 단백질 요구량 보다 상당히 높은 양의 단백질을 섭취하였기 때문에 사료내 단백질의 함량이 건물섭취량을 제한시키는 요인으로 작용하지 않았던 것으로 사료된다.

건물소화율은 A구의 64.6%에 비하여 D구가 71.3%로 가장 높게 유의적인 차이를 나타냈으며 ($p < 0.05$), C구의 65.7% 보다는 B구가 69.5%로 높은 건물소화율을 보였다. 이는 흑염소에 TMR 급여시 65.5~67.8%의 건물소화율을 보였다는 정 등(2008)의 결과 보다는 높고, 69.3~70.3%를 보였다는 황보 등(2007)과 유사한 수준이다. A구를 제외하고는 섭취량이 높을수록, 또한 성분 중 셀룰로스(cellulose) 함량이 낮을수록 건물소화율도 높은 결과를 보였는데, 사료섭취량이 높을수록 장관내 사료가 체류하는 시간이 짧아져 소화율이 저하된다고 보고한 Huston 등(1986)과는 상이한 결과였지만, 사료 중 셀룰로스(cellulose) 함량이 소화율에서 중요한 요인으로 작용한다는 Van Soest(1994)의 보고와 유사한 결과이다. 세포내용물의 소화율은 건물소화율과 유사한 경향으로 A구 70.0%에 비하여 에너지와 단백질을 증량한 D구에서 75.4%로 유의적으로 높게 나타났다. NDF의 소화율은 44.4~46.3% 범위로서 처리간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 이상의 결과들과 같이 에너지와 단백질 수준을 높인 사료를 급여시 체중 kg당 사료섭취량과 소화율은 섭취량이

Table 3. Intake and digestibility of the chemical constituents in the diets consumed by goats

Treatments	Intake ⁽¹⁾ (g DM/kg BW/d)	Digestibility(%)				
		DM	CP	Cell Content	NDF	ADF
A	36.9 ^{ab}	64.6 ^b	67.2 ^c	70.0 ^b	44.4	15.6
B	39.6 ^{ab}	69.5 ^a	69.5 ^b	73.3 ^{ab}	46.0	13.8
C	36.1 ^b	65.7 ^b	70.5 ^{bc}	71.8 ^{ab}	45.7	15.7
D	41.4 ^a	71.3 ^a	73.9 ^a	75.4 ^a	46.3	13.8

A: CP-11%, TDN-67%, B: CP-12%, TDN-73.7%, C: CP-13%, TDN-67%, D: CP-13%, TDN-73.7%.

⁽¹⁾ Mean weight of goats during digestion trials was 17.5 kg/head.

^{abc} Means in the same column with different letters were significantly different ($p < 0.05$).

증가할수록 건물과 세포내용물의 소화율이 높아지는 경향이 있었다. 한편 ADF의 소화율은 13.8~15.7% 범위로 황보 등 (2007) 및 정 등 (2008)의 47.6~61.0% 보다는 크게 낮은 수준이었고, 셀룰로스 (cellulose) 함량이 높을수록 ADF의 소화율은 증가되어 건물과 세포내용물 및 NDF의 소화율과는 다른 경향을 보였으며 처리간에 유의성은 보이지 않았다.

3. 질소 이용성

하루 중 질소의 이용성은 Table 5에서 보는 바와 같다. 섭취한 질소량은 A구가 10.7g인 것에 비하여 증량구인 B구와 C구 및 D구에서 유의적으로 높은 섭취량을 보였으며 ($p < 0.05$), B구와 C구는 각각 23% 씩 높게 섭취하여 A구 보다는 모두 유의적으로 높았지만 두 처리간에는 유의성을 보이지 않았고, D구는 A구에 비하여 47.5% 더 높게 유의적인 차이로 섭취하였다 ($p < 0.05$). 이는 TDN 및 조단백질 수준을 증량시킨 처리구별 조단백질 함량의 차이와 건물섭취량의 차이에서 기인된 결과 때문으로 볼 수 있다. 섭취된 질소량 중 분으로 소실된 질소량은 A구가 가장 낮고 D구가 가장 높은 형태로 질소섭취량이 높을수록 유의적으로 증가되는 경향을 보였는데 ($p < 0.05$), A구에 비하여 B구는 11%, C구는 9%, D구는 15% 높게 소실되어 섭취량의 증가폭 보다는 소실량이 비교적

낮은 비율로 증가됨을 보였다. 뇨에 의한 질소 손실량은 A구가 가장 낮고 D구가 가장 높은 손실량을 나타내는 등 섭취량이 높을수록 손실량도 증가하는 경향을 나타내었으나 분에 의한 손실 형태와는 다소 차이를 보였는데, B구에서는 A구와 유사하게 각각 4.1g씩 손실되어 유의적인 차이를 보이지 않았고 섭취량이 유사했던 C구에서 4.8g의 유의적으로 높은 손실량을 보였다 ($p < 0.05$). 외관상 소화된 가소화질소량은 7.15~11.72 g 범위로 체중 20 kg의 사사관리용 (50g 증체) 산양의 NRC 가소화질소량 요구량 36g (질소 5.76 g) 보다 크게 높은 수준을 보였고, 체내 축적된 대사질소량은 3.10~6.57 g 범위로 섭취량이 높을수록 즉, A구에 비하여 처리구인 B구와, C구 및 D구에서 유의적으로 증가되는 경향을 보였는데 ($p < 0.05$), 그 중 C구에서 보다는 B구에서 더 높은 가소화질소량 및 대사질소량을 나타내었다. 이는 질소의 섭취량은 건물섭취량에 비례하고 (Jia 등, 1995), 질소섭취량이 증가할수록 분과 뇨로 배출되는 질소량도 증가하며 (Osuguwah와 Akinsoyinu, 1990; 황보 등, 2007), 질소 축적은 질소 섭취량에 비례한다 (Atti 등, 2004)는 보고들과 유사한 경향을 보였다. 생물가도 A구에 비하여 처리구들에서 높게 나타났는데, C구보다는 B구 또는 D구에서 유의적으로 더 높은 값을 보였다 ($p < 0.05$).

Table 4. Average daily nitrogen balance of the experimental diets consumed by goats

Treatments	Consumed (g)	Fecal (g)	Urinary (g)	Apparently digested (g)	Retained		Retained % of absorbed
					g	%	
A	10.73 ^c	3.58 ^c	4.05 ^b	7.15 ^c	3.10 ^c	29.2	43.5 ^b
B	13.21 ^b	3.98 ^{ab}	4.10 ^b	9.24 ^b	5.14 ^{ab}	38.8	55.4 ^a
C	13.18 ^b	3.91 ^b	4.83 ^a	8.93 ^{bc}	4.43 ^{bc}	33.7	47.8 ^b
D	15.83 ^a	4.11 ^a	5.14 ^a	11.72 ^a	6.57 ^a	41.7	56.1 ^a

A: CP-11%, TDN-67%, B: CP-12%, TDN-73.7%, C: CP-13%, TDN-67%, D: CP-13%, TDN-73.7%.

^{abc} Means in the same column with different letters were significantly different($p < 0.05$).

4. 에너지 이용성

섭취한 사료의 에너지 이용성은 Table 5에서 보는 바와 같다. 섭취한 에너지는 A구가 가장 낮았고 D구가 가장 높게 유의성 있는 차이를 보였으며($p < 0.05$), C구보다는 B구의 섭취율이 높았으나 유의성은 보이지 않았다. 안 등(1990)은 재래산양을 이용하여 농후사료와 조사료를 각각 급여하고 group feeding 방법으로 자유채식시킨 시험에서 사료의 에너지 수준이 높아지면 에너지 섭취량은 점차적으로 감소한다고 하였는데, 본 시험의 결과는 에너지 수준이 가장 낮은 A구의 섭취량이 가장 낮게 나타나 다른 결과를 보였다. 이는 사료 중 서로 다른 원료 성분들의 기호성 차이와, 완전혼합사료(TMR) 및 group feeding 등 급여방식의 차이에 따라 선택채식이 일어난 때문으로 생각한다. 본 시

험에서는 건물섭취량이 높을수록 에너지 섭취량도 증가하는 경향을 보였다. 분으로 손실된 에너지는 섭취수준과 상반되는 형태로 섭취량이 가장 높은 D구가 0.90 Mcal로 가장 낮은 손실을 보였고 B구는 0.92 Mcal, C구는 0.94 Mcal와 A구는 0.96 Mcal순으로 크게 손실되었으며 처리구간 유의성은 없었다. 뇨로 손실된 에너지는 B구가 0.18 Mcal로 가장 높은 손실을 보였으며, 다음으로 A구가 0.16 Mcal, D구가 0.15 Mcal 그리고 C구가 0.14 Mcal의 순으로 가장 낮은 손실을 보이며 본의 경우와는 다른 결과를 나타내었다. 가소화에너지와 대사 에너지는 모두 체중 20 kg의 사사관리용(50g증체) 산양의 1일 영양소요구량(NRC, 1981; 2.21 Mcal DE/d, 1.80Mcal ME/d) 보다 약 20% 높은 수준으로 조사되었고, 에너지 섭취량이 증가할수록 높은 값으로 D구가 가장 높았으며, C구

Table 5. Average daily energy balance of the experimental diets consumed by goats

Treatments	Consumed (Mcal)	Fecal (Mcal)	Urinary (Mcal)	Apparently digested		Apparently digested minus urinary losses	
				Mcal	%	Mcal	%
A	2.693 ^b	0.960 ^a	0.162 ^a	1.730 ^c	64.8	1.570 ^c	58.8
B	3.070 ^{ab}	0.920 ^a	0.180 ^a	2.150 ^{ab}	70.4	1.970 ^{ab}	64.6
C	2.763 ^{ab}	0.940 ^a	0.141 ^a	1.840 ^{bc}	66.6	1.699 ^{bc}	61.5
D	3.220 ^a	0.906 ^a	0.148 ^a	2.310 ^a	71.7	2.170 ^a	67.1

A: CP-11%, TDN-67%, B: CP-12%, TDN-73.7%, C: CP-13%, TDN-67%, D: CP-13%, TDN-73.7%.

^{abc} Means in the same column with different letters were significantly different($p < 0.05$).

보다는 B구가 높게 처리구간 유의성 있는 차이를 보였다($p < 0.05$). 앞으로 고에너지사료 급여가 증체량, 산유량 및 원유성분조성 변화 등 유산양의 생산성에 미치는 영향에 대한 추가적인 연구들이 수행되어야 할 것이다.

IV. 요약

유산양의 에너지 및 단백질 이용성을 조사하기 위하여 대조구(A), TDN 증량구(B), 조단백질 증량구(C) 그리고 TDN 및 조단백질 증량구(D)로 구분하여 섭취량, 소화율과 질소 및 에너지 이용성을 시험하였다. 공시축은 유산양(Saanen, 평균체중 17.5kg, ♀) 12두를 공시하였고, 2008년 10월 20일부터 11월 9일까지 충남대학교 부설동물사육장에서 수행하였다. 건물섭취량은 D구에서 가장 높았으며 B구가 C구보다 유의적으로 높은 섭취율을 보였다($p < 0.05$). 건물 소화율 및 세포내용물의 소화율은 A구에 비하여 영양성분을 증량한 B구와 C구 및 D구가 모두 유의적으로 높은 결과를 보였으며($p < 0.05$), D구가 가장 높고 B구가 C구보다 높은 수준을 보였다. NDF 소화율은 A구에 비하여 영양성분을 증량한 처리구들에서 모두 높았고, ADF 소화율은 A구와 C구가 B구와 D구보다 다소 높은 결과를 보였는데 유의적인 차이는 없었다. 가스화 및 대사질소량은 섭취량과 유사한 경향으로 D구에서 가장 높았으며, C구 보다는 B구가 유의적으로 높은 수준을 보였다($p < 0.05$). 가스화에너지와 대사에너지도 D구에서 가장 높았으며 C구 보다는 B구가 유의적으로 높은 수준을 보였다($p < 0.05$). 이상의 결과들은 조단백질만을 증량하는 것보다는 TDN 수준과 함께 조단백질수준을 증량시켜주거나 또는 TDN 수준을 증량시키는 것이 건물소화율 및 질소이용성과 에너지이용성을 향상시키는데 더 효과적이라는 결과를 보였다.

V. 인용문헌

1. 강대진, 하정기, 장관형. 1977. 한국재래산양의 산육성에 대한 연구. 경상대학교 논문집. 16(1): 103-111.
2. 강병호, 이인덕, 이형석. 2009. 유산양의 조사료 채식습성에 관한 실증적 연구. 초지조사료지. 29(1):63-72.
3. 김용국, 김종우. 1982. 몇가지 관목류의 유산양 1위내 건물 소화시험. 한국낙농학회지. 4(3):157-160.
4. 농림부. 2008. 농림통계연보.
5. 안병홍, 이병오, 곽종형, 강희신, 고영두, 신종욱, 강정부. 1990. 한국 재래산양의 사양기술 개발에 관한연구, I. 사료의 에너지 수준이 한국재래산양의 비육능력에 미치는 영향. 축산진흥연구소보. 17:33-42.
6. 이인덕, 이중해, 이형석. 1995. Alfalfa를 첨가한 갈참수엽급여 산양의 섭취량, 소화율과 질소 및 에너지이용에 관한 연구. 한초지. 15(4):291-296.
7. 이인덕, 이형석. 2007. 여러 가지 조사료를 급여한 유산양(Saanen)의 채식습성에 관한 연구. 한초지. 27(4):313-322.
8. 정기용, 조익환, 황보순, 이성훈, 송해범. 2008. 사료급여체계가 재래종 및 교잡종 흑염소의 영양소 이용율, 질소축적 및 혈액성상에 미치는 영향. 초지조사료지. 28(4):341-350.
9. 조익환, 황보순, 전기현, 송해범, 안종호, 이주삼. 1997. 조사료원이 한국 재래산양의 섭취량과 소화율에 미치는 영향. 한초지. 17(1):82-88.
10. 황보순, 최순호, 이성훈, 김상우, 김영근, 상병돈, 조익환. 2007. 섬유질배합사료 내 조단백질 수준이 임신초기 흑염소의 건물섭취량, 소화율 및 질소출납에 미치는 영향. 한초지. 27(2):93-100.
11. AOAC. 1999. Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
12. Atti, N., H. Rouissi and M. Mahouachi. 2004. The effect of dietary crude protein level on growth, carcass and meat composition of male goat kids in Tunisia. Small Rumin. Res. 54:89-97.
13. Crampton, F.W. and L.A. Maynard. 1938. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. J. Nut. 15: 383-395.

14. Ensminger, M.E., J.E. Oldfield and W.W. Heinemann. 1991. *Feeds & Nutrition*. Agriservice Foundation. Clovis, California, USA.
 15. Gail Luttmann. 1986. *Raising Milk Goats Successfully*. Williamson Books. 43-52.
 16. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agr. Handbook*. No. 379. ARS. USDA. Washington, DC.
 17. Hornick, J.L., van C. Eenaeme, O. Gerard, L. Dufresne and L. Istasse. 2000. Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Dom. Anim. Endocrinol.* 19:121-132.
 18. Huston, J.E., B.S. Rector, W.C. Ellis and M.L. Allen. 1986. Dynamics of digestion in cattle, sheep, goats and deer. *J. Anim. Sci.* 62:208-215.
 19. Jia, Z.H., T. Sahlu, J.M. Fernandez, S.P. Hart and T.H. Teh. 1995. Effect of dietary protein level on performance of Angora and cashmere-producing Spanish goats. *Small Rumin. Res.* 16:113-119.
 20. Moon, S.H., B.T. Jeon and H. Hirota. 1995. Nitrogen and energy balance in goats receiving rations of rye hay with unchopped or chopped from at two stages of growth. *Korean J. Anim. Sci.*, 37(1):79-86.
 21. NRC. 1981. *Nutrient requirements of goats*. National academy of sciences-National research council, Washington DC.
 22. Osuagwuh, A.I.A. and A.O. Akinsoyinu. 1990. Efficiency of nitrogen utilization by pregnant West African dwarf goats fed various levels of crude protein in the diet. *Small Rumin. Res.* 3:363-371.
 23. Parkash, S. and R. Jenness. 1968. The composition and characteristics of goat milk: A review. *Dairy Sci. Abstr.* 30:67-102.
 24. SAS. 2002. *User's guide: Statistics*, Version 9th ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
 25. Van Soest, P.J. 1982. *Nutritional ecology of the ruminant*. Q&B Books. Corvallis, OR, p. 374.
 26. Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- (접수일: 2009년 8월 28일, 수정일 1차: 2009년 9월 5일, 수정일 2차: 2009년 9월 15일, 게재확정일: 2009년 9월 21일)