

TMR의 에너지 및 단백질 수준이 비유초기 유산양의 유생산성에 미치는 영향

기광석 · 이현준 · 김상범 · 이왕식 · 임동현 · 임현주 · 박성재 · 조원모 · 김현섭 · 김택림¹ · 이인덕² · 김완영³ · 여준모³

Effects of Different Energy and Protein Level of TMR on Milk Production of Dairy Goats in Early Lactation

Kwang Seok Ki, Hyun June Lee, Sang Bum Kim, Wang Shik Lee, Dong Hyun Lim, Hyun Joo Lim, Sung Jai Park, Won Mo Cho, Hyeon Shup Kim, Ze Lin Jin¹, In Duk Lee², Wan Young Kim³ and Joon Mo Jeo³

ABSTRACT

The objective of this experiment was to investigate effects of total mixed ration (TMR) of different nutrition level on milk production in dairy goats (Sannen). Twenty four lactating goats were randomly assigned to one of four TMRs; medium energy-medium crude protein (CP) TMR (control), high energy-medium CP TMR (T1), medium energy-high CP TMR (T2) and high energy-high CP TMR (T3). The content of total digestible nutrients (TDN) and CP in the control diet were 67.0% and 13.9%. The TDN content of the high energy TMR was 73.7% and the CP content of the high CP TMR was 15.3%. Milk yield was significantly ($P<0.05$) higher for T1 (2,198±115 ml) than for T2 (1,742±52 ml) and T3 (1,984±90 ml). But there were no significant differences in milk composition between the treatments. Daily body weight gain was increased in T1 and T3 but reduced in control and T2. The result of the present study showed that dietary energy level supplied more than that of NRC recommendation did not affect milk yield of dairy goats in early lactation but prevented body weight loss.

(Key words : Dairy goat, Milk production, TMR, Nutrient level)

I. 서 론

우리나라에서 유산양(乳山羊)을 사육하는 농가수나 사육두수는 젖소에 비해 매우 미미한 수준이다. 농림수산식품부 통계연보(2008)에 따르면, 유산양 사육두수는 2000년도에 4,584두에 불과하던 것이 2005년 9,234두, 2007년

11,217두로 꾸준히 증가하였지만 최근에는 감소추세를 나타내고 있다. 유산양은 곡류사료의 의존도가 낮고 조사료의 이용성이 높아 산지 부존자원을 활용하여 양질의 동물성 단백질을 생산 공급할 수 있는 가축종 하나이며, 사육이 간편하고 산지가 많은 한국의 지형에 적합할 뿐만 아니라 조약한 사료의 활용이 가능

국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA)

¹림의대학교 (Linyi Normal University, China)

²충남대학교 (Chungnam National University)

³한국농수산대학 (Korea National College of Agricultural and Fisheries)

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:kiks386@korea.kr

한 특징을 가지고 있다(김, 2001). 또한 산양유는 위장에서 완충효과가 있어 위궤양 환자에게 유용하며, 식품알레르기과 소화계통 질병을 완화시킬 수 있다고 하였다(Haenlein, 1992; Razafindrakoto 등, 1993). 국내 유산양 산업은 낙농산업과 더불어 축산농가의 고부가가치 창출 산업으로 잠재력을 가지고 있으나 사육농가 수와 사육두수가 적어 육종, 번식, 사양, 조사료 이용 및 질병관리에 대한 체계적이고 종합적인 연구가 극히 미비한 실정이며 산업적 기여도 또한 낮다. 우리나라에서의 유산양 연구는 일부 이루어지고 있으나 대부분 사료원료에 대한 소화율(기 등, 2009), 기호성(강 등, 2009), 사료섭취량 시험(이와 이, 2010) 등이며 산유량에 관련된 시험(박 등, 2010)은 제한적이다. 유산양에 있어 유생산을 위한 에너지 및 단백질의 적절한 공급과 효율적인 이용은 유산양의 생산성을 결정하는데 매우 중요하며, 에너지 부족은 성성숙의 지연, 수태율 감소 그리고 산유량 감소와 관련이 있다고 보고하고 있다(Singh과 Senger, 1970; Sachdeva 등, 1973).

TMR은 각 원료사료의 탄수화물과 단백질을 적정비율로 배합하여 산양의 사료로 제공하는데 적합하고(Giger-Reverdin과 Sauvant, 1991), 또한 영양적 가치가 높은 반면 기호성이 떨어지는 부산물과 같은 원료를 일정량 투입하여 사료비를 절감할 뿐만 아니라, 기계적으로 배합하여 관리가 쉽고 시간을 절약할 수 있다. Maltz 등(1991)의 보고에 의하면 TMR 사양시스템은 유산양에 있어서 유량, 유지방, 유단백질 및 사료효율증가 측면에서 우수하다고 하였다. 이러한 이유는 조사료와 농후사료의 동시 투입으로 인해 반추위 기능을 개선시킨 것과 밀접한 관련이 있다(Cao 등, 2009). Abijaoudé 등(2000)에 따르면, 산양이 풍부한 농후사료 섭취로 인해 영양적 포만감으로 인해 그들의 사료섭취와 횃수는 줄어들게 되며, 그것 때문에 반추위내 과잉의 전분으로 인한 산독증(acidosis)과 같은 대사성 질환을 피할 수 있다

고 하였다. 그러나 현재 우리나라 실정에 적합한 유산양 TMR 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 비유초기 유산양을 대상으로 에너지와 단백질 수준이 다른 섬유질배합사료를 급여하였을 경우, 생산성 변화를 비교하기 위하여 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시가축 및 시험장소

공시가축은 자넨종으로 생후 16개월 전후의 초산 착유양 24두(♀)를 시험구별 6마리씩 공시하였다. 시험기간은 분만후부터 비유전기 동안인 2009년 2월부터 2009년 4월까지였으며, 시험장소는 대전광역시 유성구 소재 충남대학교 부속목장에서 수행하였다.

2. 공시사료 및 시험축의 사양관리

본 시험에 공시한 섬유질 배합사료(TMR)의 에너지와 단백질 수준은 대조구(Control)가 TDN 67.0%, CP 13.9%(NRC, 2007), 에너지 증량구(T1)는 TDN 73.7%, CP 13.9%, 단백질 증량구(T2)는 TDN 67.0%, CP 15.3%, 에너지+단백질 증량구(T3)가 TDN 73.7%, CP 15.3%였다(Table 1). 급여하는 공시사료의 TDN 단위를 NRC(1981)에서 제시한 공식(1 kg TDN = 4.409 Mcal DE, 100 Mcal DE = 81.6 Mcal ME)에 의하여 대사에너지(ME) 값으로 환산하면 약 2.41 Mcal ME/kgDM로서 이는 유산양의 1일 에너지요구량(NRC, 1981) 2.0~2.4 Mcal ME/kgDM과 비슷한 수준이다. 또한 에너지 증량구의 ME 값은 2.65 Mcal ME/kgDM로서 에너지 증량구의 ME 수준은 대조구 보다 약 10% 정도 높게 나타났다. TMR(Total Mixed Ration)의 영양수준은 NRC(2007) 사양표준과 기타 참고서적(Luttmann, 1986)을 기초로 설계 하였으며, 사료배합비는 한국표준사료성분표(축산과학원,

Table 1. Ingredients and chemical composition of experimental diets

Item	Control	T1	T2	T3
Ingredients (%)				
Alfalfa baled	9.0	5.0	11.0	7.5
Oat straw	13.3	7.6	13.0	7.7
Tall fescue	11.6	6.5	12.0	4.9
Perennial ryegrass	10.0	6.0	7.6	6.5
Corn grain	10.5	25.0	8.0	24.4
Beet pulp	5.0	6.0	5.0	5.0
Cotton seeds	6.0	8.0	6.0	8.0
Soy pass ¹⁾	8.2	7.0	11.0	10.6
Wheat bran	21.0	23.5	21.0	20.0
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	100.0	100.0	100.0	100.0
Chemical composition (%)				
Crude protein	13.92	13.86	15.25	15.39
Crude fat	2.67	3.46	2.65	3.34
Neutral detergent fiber	39.34	33.39	39.33	33.77
Acid detergent fiber	21.32	17.21	21.44	16.64

Control: TDN-67.0%, CP-13.9%, T1: TDN-73.7%, CP-13.9%, T2: TDN-68.0%, CP-15.3%, T3: TDN-73.7%, CP-15.3%.

¹⁾ Soy Pass : produced from 48% protein soybean meal as by-pass protein.

2007)에 근거하여 설계하였다. 배합사료 중 섬유질 사료는 유산양에 있어 기호성이 뛰어난 페레니얼 라이그라스, 톨페스큐, 알팔파(이 등, 2007; 조 등, 2002; 이 등, 2008) 및 연맥건초를 첨가하였으며, 농후사료는 옥수수, 비트펄프, 면실, 소이패스 및 소맥피를 사용하였고 단미 사료로 당밀을 첨가하였으며, 그 외 석회석, 소금, 비타민 미네랄 첨가제 및 생균제를 첨가하였다(Table 1). 섬유질 배합사료 급여는 시험개시 7일전부터 시험구별로 각각의 사료를 체중의 1.5%부터 급여하여 점차 증량하였고 시험개시부터는 아침 9시경과 저녁 5시경에 사료가 남을 정도의 충분한 양을 두 번에 나누어 정량 급여하였다. 시험축의 사양관리는 처리구별로 6마리씩 군집사양을 하였고 물은 음수대에 아

침과 저녁으로 신선한 물을 자유롭게 섭취할 수 있도록 하였으며 미네랄 블록도 자유롭게 이용할 수 있도록 하였다. 착유는 아침 8시와 오후 4시에 2회 착유하였으며, 버킷 착유기를 이용하여 착유하고 착유 후 무게를 달아 우유 생산량을 측정하였다.

3. 체중, 사료섭취량 및 사료성분 분석

시험 개시일에 측정된 체중을 개시체중으로 하여 비유 21일과 비유 36일에 사료급여 전에 측정하였으며, 사료섭취량은 정량의 사료를 매일 오전 9시 30분과 오후 5시경에 균분하여 급여한 후 다음 번 사료를 급여하기 전에 하루에 한번씩 잔량을 측정하여 급여량에서 잔량을 제

한 값을 사료섭취량으로 계산하였다. 산유량은 각각 아침과 저녁 두 번의 착유량을 합하여 1일 산유량으로 합산하였다. 산양유의 일반성분(유지율, 유단백질, 유당, 총고형물 등)은 Milko-Scan FT120 (Foss Electric, Denmark)을 이용하여 측정하였다. 섬유질 배합사료의 일반성분은 AOAC법 (1995)으로 분석하였으며, NDF (neutral detergent fiber)와 ADF (acid detergent fiber)는 Van Soest (1982)의 방법으로 분석하였다.

4. 통계분석

본 시험의 결과는 SAS (Statistical analysis system) package program (1997)의 GLM (General Linear Model)을 이용하여 분산 분석을 실시하였으며, 처리평균간 유의성은 Duncan's multiple range test (1955) 방법을 이용하여 95% 유의수준으로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 사료섭취량

Table 2에서 보는 바와 같이 사료의 두당 일일 건물섭취량은 대조구 (control), 에너지 증량

구 (T1), 단백질 증량구 (T2) 및 에너지 + 단백질 증량구 (T3)에서 각각 1.8 ± 0.06 , 1.7 ± 0.06 , 1.6 ± 0.07 및 1.8 ± 0.07 kg이었다. 이 등 (2009)의 연구에 의하면, 혼파초지에서 유산양을 방목 이용하였을 때 건물섭취량, 증체량 및 두당 방목초지의 소요면적을 산출하고자 실시한 시험에서 두당 평균 건물섭취량은 1.253 kg 이었으며, 체중 당 3.01%를 섭취하였고, 방목기간 (184일)의 두당 평균 증체량은 17.4 kg이었으며, 일당증체량은 98g이었다. 착유 22~35일 사이의 건물섭취량은 Table 3에서 보는 바와 같이 각각 1.56, 1.49, 1.46 및 1.60 kg 이고, 체중별 건물섭취량은 각각 4.29, 3.70, 3.70 및 3.73%로 나타났다. 착유일수에 따른 건물섭취량은 착유 1~21일경에 비하여 착유 22~35일경에 모든 처리구에서 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 젖소의 경우와 같이 산유량은 분만 후 6~8주경에 최고기에 도달하는데 비하여 사료섭취량은 분만 후 서서히 증가하여 12~14주경에 최고기에 도달하는 경향과 비슷하게 나타났다.

2. 산유량

실험기간의 평균유량을 비교해보면 (Table 2) 대조구와 에너지 함량을 증가시킨 처리구들간

Table 2. Means of feed intake, milk yield and milk composition during the experimental^{1,2}

Item	Control	T1	T2	T3	SEM
Dry matter intake (kg/d)	1.8 ± 0.06^{ab}	1.7 ± 0.06^a	1.6 ± 0.07^c	1.8 ± 0.07^b	0.20
Milk yield (g/d)	$2,108 \pm 152^{ab}$	$2,198 \pm 115^a$	$1,742 \pm 55^c$	$1,984 \pm 90^b$	58.18
Milk composition					
Milk Fat (%)	3.56 ± 0.40	3.8 ± 0.16	4.05 ± 0.37	3.99 ± 0.22	0.09
Milk Protein (%)	2.82 ± 0.26	2.93 ± 0.08	2.96 ± 0.08	2.95 ± 0.01	0.04
Lactose (%)	4.55 ± 0.35	4.75 ± 0.09	4.85 ± 0.09	4.76 ± 0.04	0.06
Total Solid (%)	11.69 ± 1.04	12.28 ± 0.32	12.66 ± 0.52	12.49 ± 0.21	0.19
Total Solid (g/d)	254.7 ± 19.0^a	269.7 ± 10.1^a	220.3 ± 10.5^b	248.3 ± 11.8^a	6.32

Control: TDN-67.0%, CP-13.9%, T1: TDN-73.7%, CP-13.9%, T2: TDN-68%, CP-15.3%, T3: TDN-73.7%, CP-15.3%.

¹ Mean \pm S.D.

² Means with different superscripts are significantly different within same column (P<.05).

SEM : standard error mean.

의 유량은 비슷한 것으로 나타났다. 그러나 단백질함량을 증가시킨 처리구 (T2)의 유량은 다른 처리구들에 비하여 통계적으로 유의성 있게 낮게 조사되었는데, 이는 에너지 함량의 증가 없이 단백질 함량만을 증가시킨 T2 처리구의 건물섭취량이 다른 처리구들에 비하여 통계적으로 유의성 ($P<0.05$) 있게 감소되었기 때문인 것으로 사료된다 (Table 2). 또한 본 결과는 유산양에 있어서 비유초기 에너지 수준을 NRC 보다 높여줄 경우, 유생산량 증가에 영향을 미치지 않아 비유초기 과도한 에너지 증량은 오히려 사료비를 증가시키는 요인이 될 수 있다는 것을 의미하며 또한 에너지 함량의 증가없이 사료내 단백질 함량만의 증가는 오히려 섭취량 및 유생산을 감소시켰기에 비유초기 과도한 단백질 증가 역시 필요하지 않다는 것을 보여준다.

실험기간동안의 유산양의 비유량 변화는 Table 4에서 보이는 바와 같이 비유초기 대조구는 비유 21일, 28일 및 35일에 비유량이 각각 1,937, 2,230 및 2,156 g으로 비유 28일경에

비유 최성기에 올랐다가 점차 감소하는 추세를 보였으며, T1구는 비유량이 각각 2,066, 2,267 및 2,262 g으로 대조구와 마찬가지로 비유 28일경에 비유 최성기에 올랐다가 비유 35일까지 높은 비유량을 유지하였으며, T2구는 비유량이 각각 1,690, 1,800 및 1,737 g으로 대조구와 비슷한 추세를 보였고, T3구는 비유량이 각각 1,970, 1,902 및 2,080 g으로 비유 35일경까지 계속 비유량이 증가하는 것으로 나타났다. 陳 (1999)의 보고에 의하면 유산양은 분만 20일후 prolactin의 작용과 건유기의 영양축적으로 인해 착유량이 빠르게 상승하여, 보통 30~70일에 최고점에 달한다고 하였다. 한편, 재래종 및 저능력 산양의 경우, 유량이 최고점에 이르는 시기가 짧으며, 열대지역 품종 (tropical breeds)에서도 분만 후 약 21일에 유량이 최고에 도달하는 것으로 보고되고 있다 (Akpa 등, 2001). 반면 초산의 유산양에서는 산차가 높은 유산양보다 유량의 최고점에 이르는 기간이 늦춰진다고 하였다 (Ruvuna 등, 1995).

Table 3. Changes of feed intake during the experimental period

Item	1~21 days postpartum		22~35 days postpartum	
	Dry matter intake (kg/d)	Dry matter intake (% of body weight)	Dry matter intake (kg/d)	Dry matter intake (% of body weight)
Control	1.28	3.23	1.56	4.29
T1	1.30	2.99	1.49	3.70
T2	1.31	3.09	1.46	3.70
T3	1.52	3.21	1.60	3.73

¹Control: TDN-67.0%, CP-13.9%, T1: TDN-73.7%, CP-13.9%, T2: TDN-68%, CP-15.3%, T3: TDN-73.7%, CP-15.3%.

Table 4. Changes of milk yield during the experimental period (ml/d)

Item	Control	T1	T2	T3
21 d postpartum	1,937	2,066	1,690	1,970
28 d postpartum	2,230	2,267	1,800	1,902
35 d postpartum	2,156	2,262	1,737	2,080
Mean	2,108	2,198	1,742	1,984

¹Control: TDN-67.0%, CP-13.9%, T1: TDN-73.7%, CP-13.9%, T2: TDN-68%, CP-15.3%, T3: TDN-73.7%, CP-15.3%.

3. 유성분 함량

실험기간의 평균 유성분 함량을 각 처리구로 비교해보면 (Table 2) 처리구들간에 통계적 유의성은 나타나지 않았다. 다만, 일일 총 고형물 생산량은 유 생산량과 비슷한 경향을 나타내었다. 실험기간동안의 유성분 함량 변화는 Table 5에 나타내었다. 유지방 함량의 변화를 보면 모든 시험구에서 비유 28일까지 상대적으로 높은 유지방 함량을 나타내다가 비유 35일경에는 대체적으로 조금 감소하는 경향을 나타냈으며, 특히 대조구에서 3.12%로 가장 낮게 나타났다. 유단백질, 유당 및 총고형물 함량도 대조구에서 비유 35일경에 각각 2.53, 4.15 및 10.49%로 다른 처리구에 비해 제일 큰 폭으로 낮아진 것으로 나타났다. 또한 대조구와 T1구에서 비유 28일경까지 T2구와 T3구 보다 유지방 함량이

조금 낮게 나타났는데, 이는 대조구와 T1구에서 T2 및 T3구에 비하여 비유량이 높았기 때문인 것으로 사료된다 (Table 4). 비유 35일경에 대조구의 유지방, 유단백질, 유당 및 총 고형물 함량이 T1, T2, T3구에 비하여 낮게 나타난 것은 대조구의 비유량이 높은 반면에 대조구 사료의 영양소 농도가 낮았기 때문인 것으로 사료된다.

4. 체중변화

비유초기 비유 21일과 35일 체중을 조사한 결과, 1일 증체량은 Table 6에서 보는 바와 같이 대조구와 T2구는 각각 0.03 kg과 0.7 kg 감소한 반면, T1구와 T3구에서 각각 0.53 kg과 0.13 kg 증가하였다. 대체로 큰 체중변화가 나타나지 않은 것은 산양유의 산유량 증가가 안

Table 5. Changes of milk compositions during the experimental period (%)

Item	Lactation Period (day)	Control	T1	T2	T3
Fat (%)	21	3.65	3.90	4.23	4.05
	28	3.91	3.88	4.30	4.18
	35	3.12	3.62	3.63	3.76
	Mean	3.56	3.80	4.05	3.99
Protein (%)	21	3.01	3.01	3.03	2.95
	28	2.92	2.93	2.98	2.95
	35	2.53	2.86	2.87	2.96
	Mean	2.82	2.94	2.96	2.95
Lactose (%)	21	4.76	4.81	4.93	4.71
	28	4.74	4.79	4.87	4.79
	35	4.15	4.65	4.76	4.78
	Mean	4.55	4.75	4.85	4.76
Total Solids (%)	21	12.21	12.52	12.98	12.47
	28	12.37	12.39	12.93	12.71
	35	10.49	11.92	12.06	12.29
	Mean	11.69	12.27	12.66	12.49

¹Control: TDN-67.0%, CP-13.9%, T1: TDN-73.7%, CP-13.9%, T2: TDN-68%, CP-15.3%, T3: TDN-73.7%, CP-15.3%.

Table 6. Changes of body weight during the experimental period

Item	Lactation period		Body weight daily gain (kg/day)
	21 day (kg)	35 day (kg)	
Control	36.28	36.25	-0.03
T1	40.87	41.40	0.53
T2	39.73	39.03	-0.70
T3	41.40	41.53	0.13

¹Control: TDN-67.0%, CP-13.9%, T1: TDN-73.7%, CP-13.9%, T2: TDN-68%, CP-15.3%, T3: TDN-73.7%, CP-15.3%.

정되고 비유일수의 증가에 따라 분만초기 위축되었던 위장기능이 점차 회복하고, Table 3에서 보는 것처럼 착유 1~21일경에 비하여 착유 22~35일경에 사료섭취량이 증가함으로써 섭취된 사료영양소가 부족한 영양소를 공급하고 있기 때문이라 생각된다. 또한 T1구와 T3구에서 체중이 증가 한 것은 대조구와 T2구에 비하여 에너지 공급량이 많았기 때문인 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 시험은 섬유질배합사료 (TMR)의 에너지 및 단백질 수준이 다를 경우, 비유초기 유산량의 사료섭취량 및 유생산에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행하였다. 시험 동물은 자넨 종 생후 16개월령 전후의 초산 착유양 24두 (♀)를 시험구별 6마리씩 공시하였으며, TMR의 에너지와 단백질 수준은 대조구 (Control)가 TDN 67.0%, CP 13.9% (NRC, 2007), 에너지 증량구 (T1)는 TDN 73.7%, CP 13.9%, 단백질 증량구 (T2)는 TDN 67.0%, CP 15.3%, 에너지+단백질 증량구 (T3)가 TDN 73.7%, CP 15.3%의 네 처리구로 나누었다. 연구결과 비유초기 유산량의 급여하는 사료내 에너지 수준을 NRC 보다 약 10% 정도 높여줄 경우, 유생산량 증가에 영향을 미치지 않아 비유초기 과도한 에너지 증량은 오히려 사료비를 증가시키는 요인이 될 수 있다는 것을 보여준다. 그러나 비유초기 일당 증체량은 에너지 증량구 (T1)와 에너지+단백질 증량구 (T3)에서 증가하였으나, 대조구와

단백질 증량구 (T2)에서는 감소한 것으로 나타나 비유초기 에너지 수준을 높여주는 것이 체중감소를 예방하는데 도움이 될 것으로 생각된다. 또한 에너지 함량의 증가 없이 단백질 함량만의 증가는 오히려 섭취량 및 유생산을 감소시켰기에 비유초기 과도한 단백질 증가 역시 필요하지 않다는 것을 보여준다. 이상의 결과를 종합적으로 분석해 보면, 비유초기 가소화 탄소화물의 과도한 증가가 유생산성에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타났으나 체중저하를 방지하는데 도움이 되었다는 것을 보여주고 있다.

V. 인용문헌

1. 강병호, 이인덕, 이형석. 2009. 유산량의 조사료 채식습성에 관한 실증적 연구. 초지조사지. 29 (1):63-72.
2. 기광석, 임영순, 김택림, 이현준, 김상범, 이왕식, 양승학, 조원모, 김현섭, 여준모, 이인덕. 2009. CP와 TDN 수준이 육성기 유산량의 건물섭취량, 소화율과 질소 및 에너지 이용성에 미치는 영향. 초지조사지. 29(3):269-276.
3. 김갑수. 2001. 유산량을 이용한 축산업생명공학 산업화의 가능성. 한국가스학회 가스산업과 기술 제4권 제2호: 25-32.
4. 농림수산식품부. 2008. 농림통계연보.
5. 박중국, 김종덕, 김지애, 유정숙, 배귀석, 김창현. 2010. 에너지 및 단백질 공급 수준에 따른 비유중기 유산량의 유생산성에 미치는 영향. 초지조사지. 30(1):35-42.
6. 이덕운, 고종렬, 최낙진, 이상식, 송재용, 이세영, 박성호, 성하균, 하중규. 2003. 유형별 완전혼합 사료 급여가 반추위내의 발효성상 및 영양소 소

- 화율에 미치는 영향. 동물자원지 45(5):805-812.
7. 이인덕, 이형석. 2007. 여러 가지 조사료를 급여한 유산양의 채식습성에 관한 연구. 초지조사지. 27(4):313-322.
 8. 이인덕, 이형석. 2008. 여러 가지 조사료를 급여한 재래산양의 채식습성에 관한 연구. 초지조사지. 28(2): 119-128.
 9. 이인덕, 이형석, 2009. 혼파초지에 방목한 유산양(Saanen)의 건물섭취량, 증체량 및 방목지 소요면적 산출에 관한 연구. 초지조사지. 29(4): 383-388.
 10. 이인덕, 이형석, 2010. 유산양에 의한 몇 가지 건초의 섭취량, 소화율과 질소 및 에너지이용성 비교 연구. 초지조사지. 30(1):43-48.
 11. 조익환, 황보순, 전하준, 안중호, 이주삼, 한태호. 2002. 한국 재래산양의 이유 후 초기 사료로 알팔파 건초의 이용. 한초지. 22(2): 115-122.
 12. 축산과학원. 2007. 한국표준사료성분표. 축산과학원.
 13. Abijaoudé, J.A., Morand-Fehr, P., Tessier, J., Schmidely, P. and Sauvant, D. 2000. Contribution of main and secondary meals to the daily in take of stall-housed dairy goats in mid lactation. In: Sheep and goats nutrition: intake, digestion, quality of products and rangeland. Ledin, I. and Marand-Fehr, P. (Ed.). Cahiers Options Méditerranéennes. 52:33-37.
 14. Akpa, G.N., Asiribo, O., Oni, O.O. and Alawa, J. P. 2001. The influence of non-genetic factors on the shape of lactation curves in Red Sokoto goats. Anim Sci. 72:233-239.
 15. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
 16. Cao, Y., Takahashi T. and Horiguchi, K.I. 2009. Effects of addition of food by-products on the fermentation quality of a total mixed ration with whole crop rice and its digestibility, preference, and rumen fermentation in sheep. Anim Feed Sci Technol. 151:1-11.
 17. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics. 11:142.
 18. FAO. 2005. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
 19. Giger-Reverdin, S. and Sauvant, D. 1991. Evaluation and utilization of concentrates in goats. In: Goat Nutrition. Mohrand-Fehr, P. (Ed.). Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp. 172-183.
 20. Haenlein, G.F.W. 1992. Role of goat meat and milk in human nutrition. In: Proceedings of the Fifth International Conference on Goats, vol. II, part II. Indian Council of Agri. Res. Publishers, New Delhi, India. pp. 575-580.
 21. Luttmann, Gail. 1986. Riasing milk goats successfully. williamson publishing. p. 46.
 22. Maltz, E., Silanikove, N., Karaso, Y., Shefet, G., Meltzer, A. and Barak, M. 1991. A note in the effects of feeding total mixed ration on performance of dairy goats in late lactation. Anim Feed Sci Technol. 35:15-20.
 23. NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. p. 281.
 24. Razafindrakoto, O., Ravelomanana, N., Rasolofo, A., Rakotoarimanana, R. D. Gourgue, P., Coquin, P., Briend, A. and Desjeux, J. F. 1993. Le lait de chèvre peut-il remplacer le lait de vache chez l'enfant malnutri?. Lait. 73:601-611.
 25. Ruvuna, F., Kogi, J. K., Taylor, J. F. and Mkuu, S. M. 1995. Lactation curves among crosses of Galla and East African with Toggenburg and Anglo-Nubian goats. Small Rum Res. 16:1-6.
 26. Sachdeva, K.K., Sengar, O.P.S., Singh, S.N. and Lindahl, I.L. 1973. Studies on goats. I. Effect of plane of nutrition on the reproductive performance of does. J. Agri Sci. 80:375-379.
 27. SAS. SAS/STAT. 1997. Software for PC, SAS/STAT user's guide : Statistics. SAS inst., Cary, NC.
 28. Singh, S.N. and Sengar, O.P.S. 1970. Investigation on milk and meat potentialities of Indian goats, 1965-70. Final Techn. Report Project A7-AH-18. Raja Balwant Singh College, Bichpuri (Agra), India.
 29. Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O and B Books, Inc., Corvallis, OR. pp. 81-84.
 30. 陳秀琴. 1999. 奶山羊高效養殖新技術. 北京出版社. p. 27.
- (접수일: 2010년 8월 26일, 수정일 1차: 2010년 9월 9일, 수정일 2차: 2010년 9월 11일, 게재확정일: 2010년 9월 16일)