Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 39(1): 1~8, 2019
https://doi.org/10.5333/KGFS.2019.39.1.1

ISSN 2287-5824 (Print)
ISSN 2287-5832 (Online)

Research Article

번식용 교잡 흑염소의 유지와 성장을 위한 대사에너지 요구량 추정

이진욱[1], 김관우[1], 이성수[1], 고응규[1], 이용재[1], 김성우[1], 전다연[1], 노희종[1], 윤영식[2], 김도형[3*]
[1]국립축산과학원 가축유전자원센터
[2]축산환경관리원
[3]경북도립대학교 축산과

Prediction of Energy Requirements for Maintenance and Growth of Female Korean Black Goats

Jinwook Lee[1], Kwan Woo Kim[1], Sung Soo Lee[1], Yeoung Gyu Ko[1], Yong Jae Lee[1], Sung Woo Kim[1], Da Yeon Jeon[1], Hee Jong Roh[1], Yeong Sik Yun[2] and Do Hyung Kim[3*]
[1]Animal Genetic Resources Research Center, National Institute of Animal Science, RDA, Namwon, 55717, Korea
[2]Institute of Livestock Environmental Management, Daejeon, 34068, Korea
[3]Department of Animal Science, Gyeongbuk Provincial College, Yecheon, 36830, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to predict the energy requirements for maintenance and growth of female Korean black goats during their growth and pregnancy phases. Fifty female goats (18.7±0.27 kg) in their growth phase with an average age of 5 months were stratified by weight and randomly assigned into 5 groups. They were fed 5 diets varying in metabolic energy (ME) [2.32 (G1), 2.49 (G2), 2.74 (G3), 2.99 (G4), and 3.24 (G5) Mcal/kg] until they were 9-month-old. After natural breeding, 50 female goats (30.7±0.59 kg) were stratified by weight and randomly assigned into 5 groups. They were fed 5 diets varying in ME [2.32 (P1), 2.43 (P2), 2.55 (P3), 2.66 (P4), and 2.78 (P5) Mcal/kg]. The average feed intake ranged between 1.5 and 2.0% of the body weight (BW), and there was no significant difference between the treatment groups with goats in growth or pregnancy phases. Average daily gain (ADG) in diet demand during the growth phase increased with an increasing ME density and ranged from 46 to 69 g/d (p<0.01). Feed conversion ratio (FCR) improved with the ME density during the growth phase (p<0.01). The intercept of the regression equation between ME intake and ADG indicated that energy requirement for maintenance of goats during growth and pregnancy phases was 103.53 kcal/$BW^{0.75}$ and 102.7 kcal/$BW^{0.75}$, respectively. These results may serve as a basis for the establishment of goat feeding standards in Korea. Further studies are required to assess the nutrient requirement of goats using various methods for improving accuracy.

(**Key words**: Korean black goats, Energy requirement, Maintenance, Growing

Ⅰ. 서 론

가축의 성장은 선천적인 유전적 능력과 더불어 사양관리와 같은 환경적 요인도 매우 중요하다 (Crouse et al., 1989; Hermesmeyer et al., 2000). 특히 사양관리의 경우 품종, 성별, 성장단계, 사육목적 등에 따른 최적의 영양조건을 맞춰주는 것은 생산성과 소득을 향상시키기 위해 중요하다 (Choi et al., 2005). 한국의 가축사양표준은 지금까지 소, 돼지, 가금, 젖소 등 4대 주요 축종에 대해서만 제·개정이 이루어져 왔다.

최근 국내 흑염소의 소비형태 변화와 함께 염소 산업의 규모가 급격히 확대되면서 국내 실정에 맞는 염소 사양표준에 대한 제정 요구가 증가하고 있다 (Hwangbo et al., 2015; Yoon et al., 2017). 염소의 경우 채식습성, 반추위 산도 및 조사료 소화능력에서 다른 반추가축과 차이가 있기 때문에 미국과 영국 등 다른 나라에서는 염소에 대한 사양표준도 제정하고 있다.

가축의 사양표준을 제정하기 위해서는 해당 가축의 성장단계 설정 및 단백질, 에너지, 광물질 등의 적정 요구량 제시가 필요하다. 가축이 생명현상 유지를 위해 쓰는 영양소의 양을 유지에너지 요구량이라고 한다. 특히 유지에너지의 경우 가축이 섭취한 에너지의 50~70%가 쓰이기 때문에 생산을 위해 유지에너지 요구량을 결정하는 것이 중요하며 (Derno et al., 2005; Seol et al., 2011), 적정 에너지의 공급은 번식장애, 난임, 난산 등의

*Correspondingauthor: Do Hyung Kim, Department of Animal Science, Gyeongbuk Provincial College, Yecheon, 36830, Korea,
Tel: 054-650-0343, Fax: 054-650-0299, E-mail: dh.kim@korea.kr

번식문제와도 밀접한 관련이 있다 (Almeida et al., 2015).

가축의 영양소 요구량을 결정하기 위한 실험방법으로는 호흡 칼로리미터를 이용한 대사실험, 비교도축법 및 에너지 균형법 등이 주로 이용되고 있다 (Geay, 1984; Beever et al., 1988). 최근에는 특수한 설비나 도축 없이 일당증체량과 간접적으로 축적된 에너지와의 상관관계를 이용한 회귀식 추정방법도 많이 이용되고 있다 (Onwuka and Akinsoyinu, 1989; Luo et al., 2004). 그러나 국내에서는 비육용 흑염소를 대상으로 사료 내 에너지 수준을 제시하는 연구만 일부 수행되었고 (Choi et al., 2007; Kim et al., 2012; Kim et al., 2013), 염소의 유지와 증체를 위한 에너지요구량을 설정하는 연구는 전무한 실정이다.

우리나라 재래흑염소의 경우 외래종에 비해 성장속도가 느리고 산육량이 현저히 낮기 때문에 국내 염소농가에서는 키코, 보어, 자아넨, 알파인, 누비안종 등 외래종과의 교잡을 통한 교잡종(개량종)을 주로 사육하고 있다 (RDA, 2014). 하지만 계획적인 교배가 아니기 때문에 품종의 균일도가 낮고 대표품종 설정에 어려움이 있다. 따라서 본 연구는 회귀식 추정방법을 이용하여 국내 교잡종(개량종) 번식 흑염소의 유지와 성장을 위한 에너지요구량을 추정하고자 하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 공시가축 및 실험설계

본 실험은 국내 흑염소의 유지에너지 요구량을 추정하기 위한 실험으로 육성기와 임신기로 실험기간을 구분하여 진행하였다. 실험에 사용된 공시축은 성장속도 및 산육량 향상을 위해 재래종과 외래종을 교잡한 5개월령 암컷 (재래종 × 보어 × 자아넨) 흑염소 50두를 이용하여 전라북도 남원시에 위치한 흑염소 농장에서 사양실험을 수행하였다. 사료의 대사에너지 수준은 NRC(2007)의 재래종 유지에너지 요구량 자료를 참고하였으며, 각 실험기간별로 육성기에는 -7 ~ 30%, 임신기에는 0 ~ 20%의 범위 내에서 설정하였다. 에너지 수준은 조단백질과 조섬유가 거의 함유되어 있지 않아 다른 성분에 영향을 주지 않으면서 조지방 함량이 높아 에너지 수준을 조절할 수 있는 고에너지 첨가제(유락)를 이용하여 조정하였다(Table 1). 실험축은 개체별 급이 시스템이 설치된 축사에서 1일 2회(08:00, 17:00) 균일한 양의 사료를 급여하였으며, 물과 미네랄 블록은 자유채식토록 하였다. 사료급여량은 전량섭취를 유도하기 위하여 육성기와 임신기 모두 체중의 1.8%로 설정하였다.

번식용 흑염소의 육성기 에너지요구량을 추정하기 위하여 5개월령 교잡종 암컷 흑염소 50두(평균체중 : 18.7 ± 0.27 kg)를 공시하여 급여 사료의 대사에너지수준에 따라 2.32(G1), 2.49(G2), 2.74(G3), 2.99(G4) 및 3.24(G5) Mcal/kg의 5개의 처리구에 처리구 당 10두씩 완전임의배치 하였다. 실험은 2016년 5월부터 9월까지 4개월간 수행하였으며, 육성기 실험사료는 조단백질 함량이 15% 수준인 육성염소용 TMR 사료를 이용하였다(Table 1).

임신기 유지에너지 요구량을 추정하기 위하여 9개월령 교잡종 암컷 흑염소 (재래종 × 보어 × 자아넨) 50두(평균체중 : 30.7 ± 0.59 kg)를 공시하여 자연종부를 실시하였다. 공시축은 급여 사료의 대사에너지 수준에 따라 2.32(P1), 2.43(P2), 2.55(P3), 2.66(P4) 및 2.78(P5) Mcal/kg의 총 5개의 처리구에 처리구당 10두씩 완전임의배치 하였다. 실험은 임신중기 시점인 2017년 1월부터 4월까지 총 3개월간 수행하였으며, 실험에 공시된 사료는 조단백질 함량이 13% 수준인 번식염소용 TMR 사료를 이용하였다(Table 1).

2. 체중, 사료섭취량 및 번식성적 조사

회귀분석을 위하여 체중과 사료섭취량을 조사하였다. 체중은 실험 개시일에 측정한 체중을 개시체중으로 하여 실험 종료시까지 14일 간격으로 오전사료 급여 전에 측정하였다. 사

Table 1. Chemical composition of experiment diets (DM basis)

Item	Growing phase1					Pregnancy phase2					Energy
	G1	G2	G3	G4	G5	P1	P2	P3	P4	P5	Additives
Dry matter, %	88.6	88.5	88.4	88.3	88.2	89.8	89.8	89.7	89.7	89.6	96.4
Crude protein, %	15.8	15.8	15.8	15.8	15.9	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	0.12
Ether extract, %	3.08	5.73	9.50	13.3	17.1	3.98	5.16	6.36	7.54	8.73	96.4
Crude fiber, %	7.65	8.00	8.51	9.02	9.53	6.84	7.00	7.16	7.32	7.48	-
Ash, %	16.6	16.6	16.7	16.7	16.7	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	12.7
Acid detergent fiber, %	20.3	20.4	20.4	20.4	20.4	21.5	21.5	21.5	21.6	21.6	-
Neutral detergent fiber, %	42.7	42.7	42.8	42.9	42.9	41.9	42.0	42.0	42.0	42.0	-

[1] G1=2.32Mcal/kg; G2=2.49Mcal/kg; G3=2.74Mcal/kg; G4=2.99Mcal/kg; G5=3.24Mcal/kg
[2] P1=2.32Mcal/kg; P2=2.43Mcal/kg; P3=2.55Mcal/kg; P4=2.66Mcal/kg; P5=2.78Mcal/kg

료섭취량은 연구목적 상 급여사료의 전량섭취를 유도하였기 때문에 섭취 중 자연적으로 발생하는 약간의 손실을 제외하고는 모두 섭취되었으며, 대사에너지 섭취량은 사료급여량을 이용하여 조사하였다. 번식성적은 임신기 공시축 50두를 대상으로 처리구별로 총 산자수, 분만율, 분만형태 및 자축 흑염소의 생시체중을 조사하였다.

3. 일반성분 분석

실험사료의 사료가치 평가를 위해 공시 시료는 각 실험기간 중 2회 수집하였고 각 실험사료의 일반성분은 Table 1과 같다. 시료의 조단백질, 조섬유, 조지방 및 조회분 함량에 대한 분석은 AOAC (AOAC, 1990) 법에 준하여 실시하였고 중성세제섬유소(NDF)와 산성세제섬유소(ADF)의 함량은 Van Soest (1991)의 방법에 따라 분석하였다.

4. 통계분석

본 실험에서 조사된 결과에 대한 유의성 검증은 SAS program (ver. 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA)의 GLM(General Linear Model)을 이용하여 분산분석을 하였으며, 처리구의 평균 간 비교는 Duncan (1955)의 다중검정법을 통해 유의차를 5% 수준에서 분석하였다.

유지에너지 요구량을 추정하기 위해서 일당증체량과 에너지 섭취량 데이터를 이용하였으며, 회귀분석에 따른 편차를 줄이기 위해 대사체중을 이용하여 보정하였다. 유지에너지 요구량은 일당증체량과 에너지 섭취량을 기준으로 SAS REG procedure(Ver. 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 회귀분석을 실시하였으며, 증체량이 0이 되는 X축 절편값을 이용하여 설정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 섭취량 및 증체량

번식용 흑염소의 육성기와 임신기 사료섭취량과 성장률을 조사한 결과는 각각 Table 2와 Table 3에 나타내었다. 군집사육의 경우 정확한 영양소섭취량(건물 및 에너지)의 측정이 어렵기 때문에 본 실험에서는 사료의 전량 섭취를 유도하여 섭취량에 따른 편차를 최소화 하였다. 본 실험에서 염소의 사료급여량은 체중의 1.8%로 설정하였는데, 이는 염소의 건물섭

Table 2. Effect of dietary energy level on body weight and feed intake of female goats in growing phase[1]

Item	G1	G2	G3	G4	G5	SEM	*P*-Value
Initial body weight, kg	18.6	18.7	18.3	18.9	18.3	0.437	0.994
Final body weight, kg	24.0	24.1	25.3	26.8	24.6	0.584	0.535
Average daily gain, g/day	46.4^{b}	47.1^{b}	60.0^{ab}	68.5^{a}	53.6^{ab}	2.54	0.020
Dry matter intake, DM g/day	414	423	414	432	403	4.75	0.421
Metabolizable energy intake, Kcal/day	973^{c}	1070^{b}	1152^{b}	1310^{a}	1327^{a}	25.3	<.0001
Feed conversion ratio							
DMI/ADG, g/g	9.40^{ab}	9.67^{a}	7.08^{ab}	6.53^{b}	9.93^{ab}	0.443	0.060

$^{a-c}$ Means with different superscript letters are significantly different (P<0..05)
[1] G1=2.32Mcal/kg; G2=2.49Mcal/kg; G3=2.74Mcal/kg; G4=2.99Mcal/kg; G5=3.24Mcal/kg

Table 3. Effect of dietary energy level on body weight and feed intake of female goats in pregnancy phase[1]

Item	P1	P2	P3	P4	P5	SEM	*P*-Value
Initial body weight, kg	30.0	30.1	31.2	31.1	31.0	0.698	0.975
Final body weight, kg	37.2	40.2	41.0	42.0	42.4	0.786	0.733
Average daily gain, g/day	153^{b}	169^{ab}	164^{ab}	182^{ab}	189^{a}	5.17	0.189
Dry matter intake, DM g/day	582	582	607	607	642	8.94	0.204
Metabolizable energy intake, Kcal/day	1591^{c}	1627^{bc}	1732^{bc}	1767^{ab}	1904^{a}	33.2	0.007
Feed conversion ratio							
DMI/ADG, g/g	3.84	3.50	3.79	3.48	3.46	0.103	0.666

$^{a-c}$ Means with different superscript letters are significantly different (P<0..05)
[1] P1=2.32Mcal/kg; P2=2.43Mcal/kg; P3=2.55Mcal/kg; P4=2.66Mcal/kg; P5=2.78Mcal/kg

Table 4. Effect of dietary energy level on reproductive performance of female goats[1]

Item	Treatment2				
	P1	P2	P3	P4	P5
Number of goat, head	10	10	10	10	10
Litter size, head	1.5	1.9	1.6	1.9	1.8
Delivering rate, %	100	100	70	80	80
Birth type, %					
Single	50	40	30	10	30
Twin	50	30	40	70	40
Triplet	-	30	-	-	10
Birth weight, kg[1]	2.98±0.44	3.14±0.25	3.10±0.47	3.14±0.42	3.20±0.36

[1] Data are expressed as means±SD
[2] P1=2.32Mcal/kg; P2=2.43Mcal/kg; P3=2.55Mcal/kg; P4=2.66Mcal/kg; P5=2.78Mcal/kg

취량은 체중의 1.47~3.65%라는 이전 연구결과를 바탕으로 하였다 (Devendra and Burns, 1983; Ranjhan, 2001).

본 실험에서 번식용 흑염소의 육성기와 임신기의 건물섭취량은 처리구간 유의적인 차이가 없는 것으로 조사되었다. 염소의 사료섭취량은 체중, 나이, 사료의 종류 및 입자의 크기, 에너지 밀도 등 다양한 요소에 의해 영향을 받는다 (ARC, 1980; Mahgoub et al., 2000). 본 실험의 경우 같은 종류의 TMR 사료를 이용하여 체중의 1.8%로 제한 급여하였기 때문에 처리구간 건물섭취량의 유의적 차이가 나타나지 않은 것으로 판단된다.

실험기간 동안 일당증체량은 육성기에는 46~69g, 임신기에는 150~190g으로 에너지 수준이 증가할수록 높게 나타났으며, 사료의 에너지 수준이 2.6~3.0 Mcal/kg의 범위에서 가장 높게 나타났다. 이전 연구에서 흑염소에서 에너지수준이 2.0~3.0 Mcal/kg 범위일 때 일당증체량은 59.8~81.8g 범위로 에너지 수준이 증가함에 따라 증체량이 높아진다고 하였으며 (Ahn et al., 1990; Choi et al., 2007), Shahjalal et al.(1992)은 사료의 ME 수준을 2.4~2.9 Mcal/Kg으로 하여 Angora 염소에게 급여한 결과 에너지 수준이 증가할수록 일당증체량이 높아졌다고 하였다. Ivey et al.(2000)은 Spanish 염소에게 급여한 결과 에너지 수준이 가장 높은 2.79 Mcal/kg 수준에서 가장 높은 일당증체량을 나타냈다고 하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 일당증체량의 경우 일반적으로 사료섭취량과 에너지, 단백질 급여 수준 및 에너지 밀도 등에 영향을 받는다. 동일 사양 조건에서는 섭취한 사료의 종류와 가공방법 등에 의해서도 영향을 받는다고 알려져 있다 (Butterfield, 1988). 본 실험의 경우 같은 사양 조건에서 에너지 수준만을 달리한 사료를 이용하였기 때문에 사료섭취량과 에너지 섭취 수준이 일당증체량에 영향을 주었을 것으로 사료된다.

본 실험에서 사료의 에너지 수준이 3.24 Mcal/kg인 G5 처리구에서는 사료섭취량과 일당증체량이 감소하는 경향을 보였다. 가축에서 에너지 섭취량의 증가는 체내 지방축적에 영향을 주며, 지방세포를 통해 섭취량에도 영향을 준다고 알려져 있다 (Carstens et al., 1991). 이전 연구에서 Lu and Potchoiba(1990)는 육성기 알파인과 누비안 염소에게 에너지 수준이 3.0 Mcal/kg 이상인 사료를 급여하였을 때 섭취량과 증체량이 감소한다고 보고하였으며, Kusina et al.(1991)은 면양에서 2.9 Mcal/kg 이상의 고에너지 사료를 급여하였을 때 섭취량과 증체량을 감소시킨다고 하였다. 본 연구결과 국내 개량종 암컷 흑염소의 사료 내 적정 에너지 수준은 육성기와 임신기 모두 2.7~2.9 Mcal/kg의 범위이며 사료의 에너지 수준이 3.0 Mcal/kg 이상이면 섭취량과 증체량을 감소시키는 것으로 분석되었다.

사료요구율은 육성기에는 6.5~9.7의 범위로 에너지 수준이 높을수록 개선되는 경향을 나타내었고 에너지 수준에서 더 효율적인 성장률을 보여준다는 이전의 연구결과와 일치하였다 (Choi et al., 2000; Hossain et al., 2003). 임신기의 경우 3.5~3.8의 범위로 에너지 수준에 크게 영향을 받지 않는 것으로 조사되었다.

2. 에너지 급여수준에 따른 번식성적

에너지 수준에 따른 번식성적 조사 결과는 Table 4에 나타내었다. 에너지 수준이 낮은 P1과 P2 처리구에 비해 에너지 수준이 높은 다른 처리구에서는 분만율이 낮게 나타났으나 산자수의 경우 에너지 수준이 증가함에 따라 향상되는 경향을 보였다. 자축의 생시체중은 에너지 수준이 높을수록 향상되는 경향을 보였으나, 유의성은 없었다. Kusina et al.(2001)은 짐바브웨 재래종 염소에서 저에너지(0.27 MJ ME/$BW^{0.75}$)와 고에너지(1.06 MJ ME/$BW^{0.75}$)보다 보통의 에너지 수준

(0.53 MJ ME/$BW^{0.75}$)을 급여했을 때 번식성적이 가장 높게 나타나 본 실험 결과와 유사하였다. 번식용 염소에서 높은 에너지 수준은 모축의 건강상태와 자축의 생산성을 위해 중요하지만 과도할 경우 과비에 의한 수태율 저하 등의 문제가 발생할 수 있다 (Kochapakdee et al., 1994; Hossain et al., 2003). 본 연구결과는 NRC를 기준으로 했을 때 암컷의 유지에너지 요구량보다 에너지 수준을 5% 높일 경우 수태율과 번식성적이 좋은 것으로 판단되었다. 그러나 품종과 사양관리 방법 등에 의해서도 차이가 발생할 수 있기 때문에 앞으로 번식에 영향을 주는 보다 다양한 요소에 대한 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

3. 에너지요구량 추정

에너지 섭취량과 일당증체량을 이용하여 번식용 흑염소의 에너지 요구량을 추정한 결과는 Fig. 1과 2에 각각 나타내었다. 증체량이 0이 되는 지점인 유지에너지 요구량은 육성기에는 102.5 Kcal/$BW^{0.75}$이고, 임신기에는 105.83 Kcal/$BW^{0.75}$로 나타났다. 이는 NRC(2007)에서 제시하는 재래종 암컷의 육성기와 성축의 유지 에너지요구량이 각각 108 Kcal/$BW^{0.75}$, 101 Kcal/$BW^{0.75}$라는 보고와 비슷한 결과를 보였다. 하지만 Sahlu et al.(2004)은 임신후기에는 NRC 권장량보다 약 77 Kcal/$BW^{0.75}$의 에너지가 추가로 요구된다고 제시하고 있다. 이러한 차이는 품종, 실험방법, 공태두수, 산자수 및 회귀식 추정을 위한 자료의 수 등에 의해 발생했을 것으로 사료된다. 일반적으로 회귀분석에 의한 영양소요구량 추정 시 다른 방법에 비해 값이 적게 나올 수 있는데, 이는 에너지가 체내 축적과 유지 중 어느 쪽으로 사용되었는지에 대한 확인이 힘들고 장내 충만도, 품종, 나이 및 실험방법 등에 영향을 받기 때문이다. 또한 임신기의 경우 공태두수와 산자수 등에 따라 영향을 많이 받는다고 보고되었다(Lu and Potchoiba, 1990). 본 실험의 경우 같은 월령의 실험축을 이용하였으나, 교잡으로 인해 개체별 발육특성에 차이를 보였다. Sahlu et al.(2004)은 염소의 에너지요구량 추정 시 품종이나 유전적 특성에 대한 고려가 필요하다고 하였다. 현재까지 국내에서 흑염소에 대한 에너지요구량 설정 연구는 전무한 실정이나, 체계적인 사양기술 확립을 위하여 앞으로 교잡도와 품종특성 등을 반영한 개체선정과 다양한 방법을 이용한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Ⅳ. 요 약

본 연구는 사양실험에 의한 회귀식 추정방법에 의해 교잡종(개량종) 번식용 암컷 흑염소의 육성기와 임신기 유지와 성장을 위한 에너지요구량을 구하기 위해 수행되었다. 번식용 암컷 흑염소 50두를 공시하여 사료의 대사에너지 수준을 육성기(5개월령)에는 각각 2.32(G1), 2.49(G2), 2.74(G3), 2.99(G4) 및 3.24(G5) Mcal/kg로 하여 2016년 5월부터 9월까지 진행하였으며, 임신기(9개월령 이후)에는 각각 2.32(P1), 2.43(P2), 2.55(P3), 2.66(P4) 및 2.78(P5) Mcal/kg로 하여 2017년 1월부터 4월까지 수행하였다. 실험사료는 염소용 TMR 사료를 이용하여 조단백질 수준을 14%로 고정시키고 에너지 첨가제(유락)를 이용하여 에너지 수준을 조절하였다. 건물 섭취량은 처리구 간에 육성기, 임신기 모두 유의성이 없었으며, 체중대비 1.5~2.0% 수준으로 조사되었다. 일당증체량은 육성기에는 46~69g, 임신기에는 150~190g으로 사료의 에너지수준이 증가함에 따라 높게 나타났으며, 사료요구율은 육성기 6.5~9.7의 범위로 에너지수준이 높을수록 사료요구율이 개선되는 경향을 나타내었다. 임신기의 경우 3.5~3.8의 범위로 에너지 수준에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다. 대사 체중 당 에너지섭취량과 일당증체량 사이의 회귀분석을 통한 유지에너지 요구량 추정 시 육성기에는 102.5 Kcal/$BW^{0.75}$이고, 임신기에는 105.83 Kcal/$BW^{0.75}$로 나타났다. 급여 사료의 에너지 수준에 따른 번식성적은 에너지 수준이 높아질수록 분만율이 낮게 나타났으나 산자수와 생시체중의 경우 증가하는 경향을 보였다. 본 연구에서 도출된 결과는 향후 흑염소의 사양표준 설정을 위한 기초자료로 이용될 수 있을 것으로 사료되며, 앞으로 대사실험, 비교도축법 등 다양한 추정방법과 비교를 통해 정확도를 높이는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Ⅴ. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제명 : 흑염소의 에너지 요구량 결정 및 추정에 관한 연구, 과제번호 : PJ01199901)의 지원에 의해 이루어진 것임.

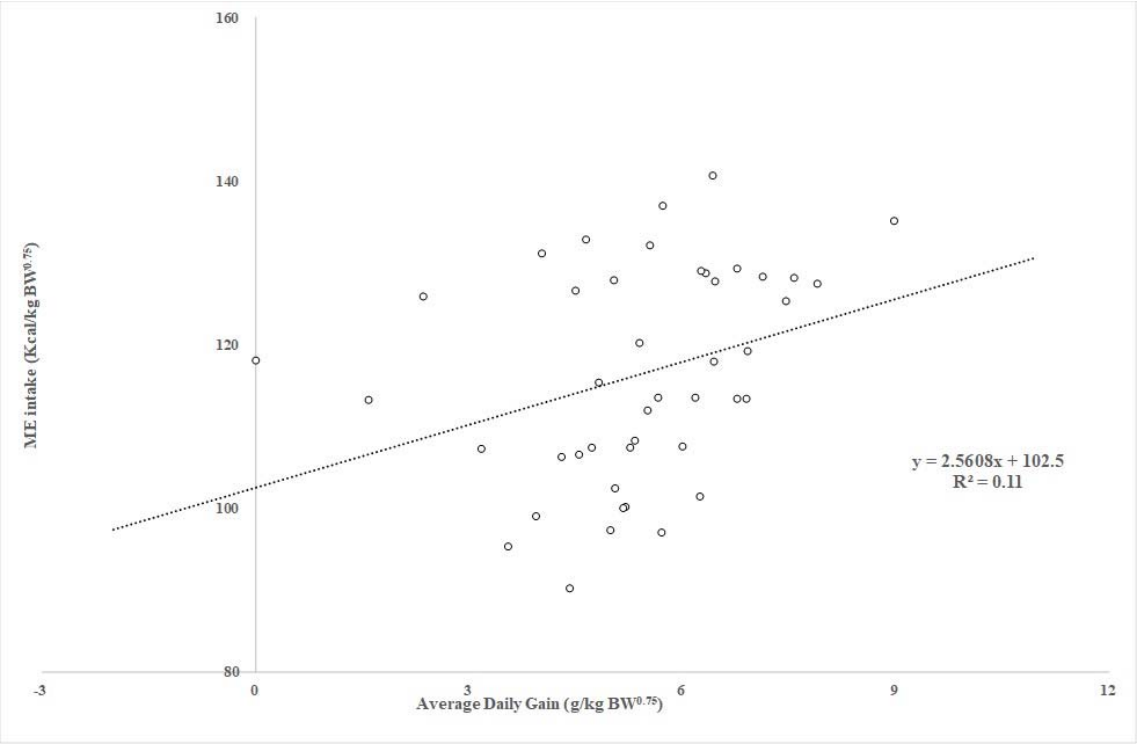

Fig. 1. Relationship between ME intake (Kcal/kg $BW^{0.75}$) and ADG (g/kg $BW^{0.75}$) of Korean black female goat on growing phase. Points are observed values, the line represents the regression line for all observations and the describes the equation : MEI = 102.5+ (2.5608 x ADG), R^2=0.11

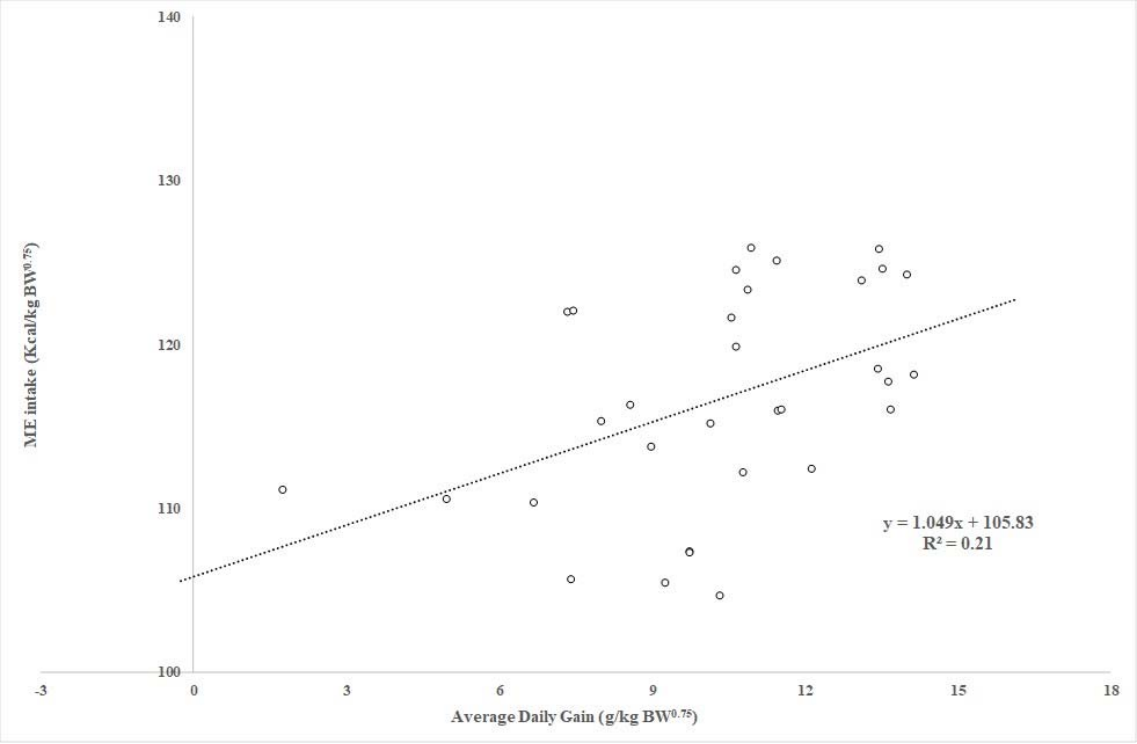

Fig. 2. Relationship between ME intake (Kcal/kg $BW^{0.75}$) and ADG (g/kg $BW^{0.75}$) of Korean black female goat on pregnancy phase. Points are observed values, the line represents the regression line for all observations and the describes the equation : MEI = 105.83 + (1.049 x ADG), R^2=0.21

Ⅵ. REFERENCES

Ahn, B.H., Lee, B.O. and Kwack, J.H. 1990. Effects of energy levels on performance of Korean Native goat. Korean Journal of Animal Nutrition and Feed. 15:321-329.

Agricultural Research Council (ARC). 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Farnham Royal Slough England: Commonwealth Agricultural Bureaux.

Almeida, A., Resende, K., St-Pierre, N., Silva, S., Soares, D., Fernandes, M., Souza, A., Silva, N., Lima, A., and Teixeira, I. 2015. Energy requirements for growth in male and female Saanen goats. Journal of Animal Science. 93:3932-3940.

AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA.

Beever, D., Cammell, S., Thomas, C., Spooner, M., Haines, M., and Gale, D. 1988. The effect of date of cut and barley substitution on gain and on the efficiency of utilization of grass silage by growing cattle: 2. Nutrient supply and energy partition. British Journal of Nutrition. 60:307-319.

Butterfield, R.M. 1988. New concepts in sheep growth, University of Sydney, Australia.

Carstens, G.E., Johnson, D.E., Ellenberger, M.A., and Tatum, J.D. 1991. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steer. Journal of Animal Science. 69:3251-3264.

Choi, S.H., Hwangbo, S., Kim, S.W., Kim, Y.K., Sang, B.D., Myung, J.H., Hur, S.N. and Jo, I.H. 2007. Effects of dietary energy level on growth and meat quality of Korean black goats. Journal of Animal Science and Technology. 49:509-514.

Choi, S.H., Kim, S.W., Park, B.Y., Sang, B.D., Kim, Y.K., Myung, J.H. and Hur, S.N. 2005. Effects of dietary crude protein level on growth and meat quality of Korean native goats. Journal of Animal Science and Technology. 47:783-788.

Choi, S.H., Cho, Y.M., Kim, M.J., Chai, H.S., Lee, J.W. and Kim, Y.G. 2000. Effect of castration and searing of musk gland on growth performance and meat quality of Korean native goats. Journal of Animal Science and Technology. 42:891-896.

Crouse, J.D., Cundiff, L.V., Koch, R.M., Koohmaraie, M. and Seideman, S.C. 1989. Comparisons of Bos Indicus and Bos Taurus Inheritance for Carcass Beef Characteristics and Meat Palatability. Journal of Animal Science. 67:2661-2668.

Derno, M., Jentsch, W., Schweigel, M., Kuhla, S., Metges, C. and Matthes, H.D. 2005. Measurements of heat production for estimation of maintenance energy requirements of Hereford steers. Journal of Animal Science. 83:2590-2597.

Devendra, C., and Burns, M. 1983. Goat and sheep production in the tropics. Commonwealth Agricultural Bureaux International., Wallingford. U.K.

Dinius, D.A. and Baumgardt, B.R. 1970. Regulation of Food Intake in Ruminants. 6. Influence of Caloric Density of Pelleted Rations. Journal of Dairy Science. 53:311-316.

Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics. 11:1-42.

Gatenby, R. 1986. Sheep Production In The Tropic and Sub Tropics. Longman group, New York, USA, p. 351.

Geay, Y. 1984. Energy and protein utilization in growing cattle. Journal of Aminal Science. 58:766-778.

Hermesmeyer, G.N., Berger, L.L., Nash, T.G. and Brandt Jr, R.T. 2000. Effects of energy intake, implantation, and subcutaneous fat end point on feedlot steer performance and carcass composition. Journal of Animal Science. 78:825-831.

Hossain, M.E., Shahjalal, M., Khan, M.J. and Hasanat, M.S. 2003. Effect of dietary energy supplementation on feed intake, growth and reproductive performance of goats under grazing condition. Pakistan Journal of Nutrition. 2:159-163.

Hwangbo, S. 2015. Effects of the grazing of Korean black goats on their reproductive performance and growth performance of goatlings. Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science. 35:1-5.

Ivey, D.S., Owens, F.N., Sahlu, T., The, T.H., Claypool, P.L. and Goetsch, A.L. 2000. Growth and cashmere production by Spanish goats consuming ad libitum diets differing in protein and energy levels. Small Ruminant Research. 35:133-139.

Kim, S.W., Kim, M.J., Kim, K.W., Kim, D.H., Kim, Y.S., Kim, H., Suh, S.W., and Park, S.B. 2013. Effects of feeding levels of concentrate on the growth, feed availability and economic evaluation in feeds based on rice-straw of growing black goats. Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science. 33:298-303.

Kim, S.W., Yoon, S.Y., Kim, J.H., Ko, Y.G., Kim, D.H., Kang, K.H., Kim, Y.S., Lee, S.M. and Seo, S.W. 2012. Effects of feeding levels of concentrate on the growth, carcass characteristics and economic evaluation in feeds based on rice-straw of Korean black goats. Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science. 32:429-436.

Kochapakdee, S., Pralomkarn, W., Saithanoo, S., Lawpetchara, A. and Norton, B. 1994. Grazing management studies with Thai goats II. Reproductive performances of different genotypes of does grazing improved pasture with or without concentration supplementation. Asian-Australasian Journal of Animal Science. 7:563-570.

Kusina, N.T., Hale, D.H., Chesworth, J.M., and Mutisi, C. 1991. Effect of the amount of dietary energy on growth and body composition of Sabi lambs. In: Isotope aided studies on goat and sheep production in the Tropics. International Atomic Energy Agency, Vienna, pp. 13-27.

Kusina, N.T., Chinuwo, T., Hamudikuwanda, H., Ndlovu, L.R. and Muzanenhamo, S. 2001. Effect of different dietary energy level

intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. Small Ruminant Research. 39:283-288.

Lu. C.D. and Potchoiba. M.J. 1990. Feed intake and weight gain of growing goats fed diets of various energy and protein levels. Journal of Animal Science. 68:1751-1759.

Luo, J., Goetsch, A.L., Sahlu, T., Nsahlai, I.V., Johnson, Z.B., Moore, J.E., Galyean, M.L., Owens, F.N. and Ferrell, C.L. 2004. Prediction of metabolizable energy requirements for maintenance and gain of preweaning, growing and mature goats. Small Ruminant Research. 53:231-252.

Mahgoub, O., Lu, C.D. and Early, R.J. 2000. Effects of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. Small Ruminant Research. 37:35-42.

National Research Council (NRC). 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academy Press, Washington, DC, USA. pp. 39-80.

Onwuka, C.F.I. and Akinsoyinu, A.O. 1989. Protein and energy requirements for maintenance and gain by West African Dwarf goats fed cassava (Manihot utilissima) leaves with peels as supplement. Small Ruminant Research. 2:291-298.

Ranjhan, S.K. 2001. Animal nutrition in the tropics. Vikas Publishing House Pvt. Ltd, Ghajiabod V. P, India. pp. 163-167.

RDA. 2014. Agricultural Technology Manuals-159, Goat breeding. Rural Dvelopment Administration, Korea, pp. 30-35.

Sahlu, T., Goetsch, A.L., Luo, J., Nsahlai, I.V., Moore, J.E., Galyean, M.L., Owens, F.N., Ferrell, C.L. and Johnson, Z.B. 2004. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. Small Ruminant Research. 53:191-219.

SAS. 2017. SAS/STAT Software for PC. Release 9.4, SAS Institute Inc. Cary. NC. USA.

Seol, Y.J., Kim, K.H., Baek, Y.C., Lee, S.C., Ok, J.U., Lee, K.Y., Hong, S.K., Jang, S.S., Choi, C.W., Song, M.K., Lee, S.S. and Oh, Y.K. 2011. Determination of maintenance energy requirements for growing Hanwoo steers. Journal of Animal Science and Technology. 53:155-160.

Shahjalal, M.D., Galbraith, H. and Topps, J.H. 1992. The effect of changes in dietary protein and energy on growth, body composition and mohair fibre characteristics of British Angora goats. Animal Production. 54:405-412.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74:3582-3597.

Yoon, Y.S., Jang, S.Y., Seong, H.J., Tang, Y.J., Ding, Y.L., Park, J.H. and Moon, S.H. 2017. Study on the determination of crude protein requirement for maintenance of fattening black goat(Capra hircus coreanae). Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science. 37:176-182.

(Received : June 26, 2018 | Revised : November 29, 2018 | Accepted : November 30, 2018)