

Research Article

비육기 흑염소의 유지를 위한 조단백질 요구량 결정에 관한 연구

윤영식¹, 장세영¹, 성혜진¹, 당옥교¹, 정우령¹, 박재현², 문상호^{1,*}

¹건국대학교 의료생명대학 식품생명과학부, 충주, 380-701

²축산환경관리원, 대전, 34065

Study on the Determination of Crude Protein Requirement for Maintenance of fattening Black Goat(*Capra hircus coreanae*)

Yeong Sik Yun¹, Se Young Jang¹, Hye Jin Seong¹, Yu Jiao Tang¹,

Yu Ling Ding¹, Jae Hyun Park², Sang Ho Moon^{1,*}

¹Division of Food Bio Science, College of Medical Life Sciences, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea,

²Institute of Livestock Environmental Management, Daejeon 34065, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the protein requirement for maintenance of fattening Korean black goat (*Capra hircus coreanae*). Six male goats with average initial body weight (BW) of 31.78±4.54kg and an average age of 8 months were used in this study. The experiment had a replicated duplicated 3×3 Latin square design for balancing carryover effects. In the course of the experiment, each of Black goats were fed three diets that were formulated to contain T1 (13%), T2 (16%) and T3 (19%) levels of crude protein (CP). A 14-day diet adjustment period was followed by a 5-day collection period. Dry matter intake (DMI) of groups fed diets with T2 was 966.67g/d which was higher than group fed diets with T1 and T3 were 925.14g/d and 936.08g/d each. Average daily gains (ADG) of black goats were the highest in T2(167.13g/d) But, there was no significant difference. Dietary protein levels affected the apparent digestibility of CP ($p<0.05$). A significant difference was found in CP intake among treatments and goats receiving T3, T2, and T1 recorded 181.23, 154.57, and 128.78g CP/d, respectively. This was excepted because CP intake is proportional to CP content of diet, which from highest to lowest was as follows: T3 (19%) > T2 (16%) > T1 (13%). Intercept of the regression equation between CP intake and CP balance indicated that maintenance CP requirement was 1.63g/BW^{0.75}.

(Key words : Black goat, Maintenance, Crude Protein Requirement, Digestibility)

I. 서론

국내 흑염소의 소비형태는 90년대 이후 건강식품에 대한 축산물의 수요가 증가하면서 중탕 위주의 약용에서 육용으로 변화되고 있다(Choi et al., 2005). 육용의 소비가 늘어남에 따라 집약적이며 다두사육이 용이한 농후사료 위주의 사육형태로 전환되었고 이에 맞는 체계적인 사양관리가 필요하게 되었다(Hwangbo et al., 2014). 섬유질배합사료(TMR: Total Mixed Ration)의 급여체계 적용은 조사료와 농후사료의 균형 있는 섭취를 유도하여 반추위 미생물 성상을 안정되게 유지할 수 있고, 사료섭취량과 영양소 이용효율을 향상시킬 수 있다(Nocck et al., 1985; Lee et al., 2003a). 섬유질배합사료를 흑염소 사육에 적용함에 있어 각종 영양소의 공급수준 결정

이 중요한데, 흑염소의 성장단계별 적절한 사양표준이 확립되지 않아 생산성이 저하되는 것으로 알려져 있다(Choi et al., 2005). 특히 단백질은 가축의 성장 및 발육에 꼭 필요한 영양소이며 각종 효소와 호르몬의 주성분으로 영양소의 대사 및 소화에 중요한 역할을 하나, 과잉 공급된 단백질은 체내에서 축적되지 않고 암모니아로 분해되어 요소로 배출된다(Ha et al., 2005). 사료 내 필요 이상의 단백질 급여는 생산 효율을 저하시키므로 가축의 생산 활동과 생명현상의 유지를 위한 영양소 요구량의 규명이 필요하다. 따라서 가축에게 필요한 단백질 요구량을 구하기 위해서는 먼저 유지(maintenance)에 필요한 요구량 실험을 수행하여야 한다(Kim et al., 2006). 단백질 요구량에 관한 연구는 유지와 유 생산을 위한 염소의 단백질 요구량이 3.13g/BW^{0.75}이고(Silva Sorrinho, 1989), 육성

* Corresponding author : Sang Ho Moon, Division of Food Bio Science, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea,
Tel: +82-43-840-3527, E-mail: moon0204@kku.ac.kr

기 면양과 산양의 유지단백질 요구량이 각각 7.8g/BW^{0.75}, 7.2g/BW^{0.75}라고(Silva et al., 2003) 제시하고 있다. 하지만 국내에서는 육성기 수컷 흑염소의 발육과 육질개선을 위한 사료의 조단백질 수준은 14~16%가 적합하다고 하였고(Choi et al., 2005), 임신초기 흑염소의 TMR 사료 내 조단백질 수준이 15%가 적합하다(Hawngbo et al., 2007)는 보고는 있었지만 흑염소의 유지를 위한 조단백질 요구량에 관한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 단백질 균형시험에 기초하여 TMR 사료의 조단백질 수준에 따른 비육기 흑염소의 유지 단백질 요구량을 규명하고자 수행되었다.

시험 사료는 TDN 수준을 66%로 고정한 TMR 사료였으며, 조단백질(CP : Crude Protein)수준은 처리구별로 각각 13%, 16%, 19%로 설정하였고 각 실험사료의 일반성분은 Table 1 과 같다. 공시가축의 체중은 시험개시일 측정된 체중을 개시 체중으로 하여 시험 종료 시 까지 14일 간격으로 사료급여 전에 측정하였다. 사료섭취량은 사료급여량을 측정하여 급여량에서 잔량을 제한 값을 계산하였다. 사양실험은 개체 별 대사를 케이지와 사료의 적응을 위해 10일간의 예비실험을 거친 후, 본 시험을 5일간 실시하였다.

2. 시료성분분석 및 유지 조단백질 요구량 결정

II. 재료 및 방법

1. 공시가축 및 사양관리

본 시험은 31.78±4.54kg의 8개월령의 비육기 수컷 흑염소 6두를 공시하였고, 3x3 Latin square design 방법으로 처리구별 사료 내 조단백질 수준을 달리하여 사양실험을 실시, 소화율과 증체량 등에 미치는 영향을 조사하였다. 사양실험은 2014년 10월 12일부터 2014년 11월 21일까지 40일간 이천의 흑염소 농장에서 수행하였고 실험기간 동안 지역 평균기온은 8.99°C이었다(Korea Meteorological Administration, 2014).

시험축은 1.5m×0.8m 크기의 케이지에 1두씩 수용하였으며 사료는 실험사료의 적응을 위하여 시험개시 14일전부터 시험구별로 각각의 체중의 1.5%를 오후 5시경에 급여하였다. 물은 자유 급수하여 충분히 음수 하도록 하였다. 본 시험에 공

공시사료는 각 시험기간 중 2회 수집하였고, 분뇨는 본 시험 5일간 전량을 채취 하였으며, 분은 1일 총 배설량을 정량한 후 혼합하여 200g을 채취, -15°C 냉동실에 보관하였다. 뇨는 4N의 황산 100ml를 매일 뇨 채집용기에 넣어 암모니아태 질소의 휘발을 방지하였다. 채취된 5일간의 분을 해동시킨 후 혼합 교반하여 100g을 채취하고, 60°C 송풍 건조기에서 48시간 건조시켜 분쇄 후 성분을 분석하였다. 뇨는 1일 배설량의 80ml를 채취하여 냉동실에 보관하였으며, 분석 전에 뇨 시료를 혼합한 후 그 중 50ml를 채취하였다. 시료의 조단백질, 조섬유(CF : Crude Fiber), 조지방(EE : Ether Extract) 및 조회분(Ash : Crude Ash) 함량에 대한 분석은 AOAC (AOAC, 1990)법에 준하여 실시하였고, 중성세제섬유소(NDF : Neutral Detergent Fiber)와 산성세제섬유소(ADF : Acid Detergent Fiber)의 함량은 Georing and Van Soest(1970)의 방법을 응용

Table 1. Chemical composition of the experimental TMR feed at different crude protein contents

Item	Treatment, CP(%)*		
	T1	T2	T3
Chemical composition**			
DM (%)	90.35±0.22 ^b	90.84±0.25 ^a	90.70±0.18 ^{ab}
	----- % DM -----		
CP	13.92±0.06 ^c	15.99±0.20 ^b	19.36±0.15 ^a
EE	4.59±0.20 ^b	5.86±0.20 ^a	4.77±0.28 ^b
CF	17.45±0.81 ^a	13.65±0.24 ^b	13.60±0.77 ^b
Ash	7.23±0.10 ^a	6.04±0.12 ^b	5.58±0.06 ^c
NDF	49.41±0.66 ^a	43.86±0.51 ^b	44.23±0.23 ^b
ADF	23.57±0.88 ^a	20.06±0.20 ^b	18.13±0.47 ^c

*T1: CP 13%, T2: CP 16%, T3: CP18%.

**DM: dry matter, CP: crude protein, EE: ether extract, CF: crude fiber, Ash: crude ash NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber.

^{a-c} Means with different superscript in the same row are significantly different ($p<0.05$).

하여 분석하였다. 유지 조단백질 요구량은 수준별 대사 체중 당 CP 섭취량과 CP 균형의 관계식을 구하고, CP 균형이 0이 되는 X축 절편을 계산하여 구하였다.

3. 통계분석

조사 및 분석된 결과에 대한 유의성 검증을 위해 SAS program(ver 9.3, SAS Institute, Cary, NC, USA)의 GLM (General Linear Model)을 사용하여 분산 분석을 실시 후 처리 간의 평균값 비교를 위해 Duncan(1955)의 다중 검정법을 통한 유의차를 $p < 0.05$ 수준에서 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 증체량 및 사료섭취량

TMR 사료의 조단백질 수준을 처리구별로 각각 달리하여 체중 31kg 내외의 수컷 흑염소에 급여한 결과 사료섭취량 및 증체량은 Table 2와 같다.

반추동물의 사료 섭취량은 사료의 품질과 같은 물리적 요인과 화학적 조성에 의해 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 특히, 사료의 조단백질 함량과 밀접한 관계가 있다 (Milford and Minson, 1965). 조단백질 수준이 증가할수록 사료섭취량이 증가한다(Jia et al., 1995)고 하였으나 본 실험에서 사료섭취량은 T2구에서 966.67g/d로 가장 높았으며 T3구에서 936.08g/d로 다소 감소한 경향을 보였다. 시험기간 동안 처리구별로 일당증체량은 T2구가 167.13g/d으로 T1과 T3구의 각각 109.26g/d, 118.98g/d 보다 높은 경향은 있었으나 유의성은 인정되지 않았다. 사료효율은 T2구에서 8.96으로 T1과 T3구보다 다소 높은 경향을 보였다. 이러한 결과는 면

양과 염소의 비육에 적합한 사료의 조단백질은 16% 수준이며(Titi et al., 2000), 염소의 단백질요구량을 충족시킬 수 있는 사료의 조단백질 수준은 14% 정도가 적정하다고 하였다 (Prieto et al., 2000)는 보고와 유사한 것으로 나타났다. 한편 Choi(2005) 등은 육성기 흑염소의 발육과 육질개선을 위한 사료의 적정 조단백질 수준은 14~16%가 적정하다고 하였으며, Hwangbo(2007) 등은 임신초기 흑염소의 조단백질 수준은 가소화 조단백질 섭취수준을 고려하여 15% 정도가 적당하다고 하였다. T1과 T3구보다 T2구에서 일당증체량이 높았던 것은 CP 수준을 달리하여 Awassi 면양과 육성기 염소에 급여한 결과 일당증체량은 CP 18% 수준보다 16% 수준이 높았으며, CP 18% 수준에서 발육이 낮은 것은 사료의 에너지 수준에 기인한 것으로 CP 수준이 증가하면 할수록 가축의 몸에서 신진대사를 하기 위해 더 높은 에너지 수준이 요구된다(Titi et al., 2000)는 보고와 유사한 것으로 나타났다. 따라서 필요 이상의 단백질 함량은 불필요한 에너지 소비를 가져와 오히려 증체에 도움이 되지 않기 때문에 흑염소의 적정 단백질 수준은 15~16%가 적합한 것으로 사료된다.

2. 영양소 소화율

사료 내 단백질 함량이 수컷 흑염소의 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 3과 같다.

건물 소화율은 T1과 T2과 T3구 각각 73.68%, 71.81%, 73.77%로 처리구간에 따른 차이는 나타나지 않았다. 조단백질 소화율은 T3구가 82.42%로 T1과 T2구 각각 72.73%, 65.72% 보다 유의하게 높았다($p < 0.05$). 조지방 소화율은 처리구별 유의성은 인정되지 않았다. ADF 소화율은 69.13%로 T1구에서 가장 높았다($p < 0.05$). CF와 NDF 소화율은 46.88~59.76%, 63.29~73.73%의 범위로 처리구간 유의성은 인정되

Table 2. Effects of dietary crude protein level on body weight and feed intake of fattening black goat (Data are mean \pm S.E. values ($n = 6$))

Item	Treatment, CP(%)*		
	T1	T2	T3
Initial body weight (kg)	33.53 \pm 1.69	33.56 \pm 2.04	33.04 \pm 1.43
Average daily gain (ADG, g/d)	109.26 \pm 42.06	167.13 \pm 39.36	118.98 \pm 35.84
Dry matter intake (DMI, g/d)	925.14 \pm 29.55	966.67 \pm 30.33	936.08 \pm 44.13
Digestible dry matter intake (DDMI, g/d)	681.93 \pm 25.87	701.81 \pm 46.70	689.45 \pm 30.23
Feed conversion ratio			
DMI/ADG (g/g)	21.31 \pm 7.82	8.96 \pm 3.08	12.28 \pm 3.84

*T1: CP 13%, T2: CP 16%, T3: CP18%.

지 않았다. TMR 사료는 조사료와 농후 사료의 균형된 섭취를 유도하여 반추위내 발효를 안정시켜 영양소의 소화율을 높여준다(McGilliard et al., 1983; Nocek et al., 1985). Jung (2008) 등은 흑염소에 TMR 급여 시 건물 소화율이 65.5~67.8%의 결과를 나타냈으며 거세 흑염소에게 맥주박 첨가 섬유질 배합사료를 급여하였을 때 건물 소화율이 62.39~63.39%의 범위를 보인 Choi(2006)의 보고와 달리 본 시험의 건물 소화율은 다소 높은 경향을 보였다. 반면 혼과 청보리 사일리지를 흑염소에 급여 시 건물 소화율이 71.5~78.0%이라는 (Jung et al., 2008) 실험결과와는 유사하였다. 이는 TMR 내 원료에 따른 차이로 사료된다. 소화율은 사료 섭취량이 중요한 요인으로 작용하며, 사료 섭취량이 높을수록 장관내 사료가 체류

하는 시간이 짧아지고 이에 따라 소화율이 저하된다(Huston et al., 1986)는 보고와 같이 본 시험에서 섭취량이 높았던 T2구가 건물소화율이 낮은 경향을 보였다. T2구의 높은 건물 섭취량과 낮은 소화율에 비하여 일당증체량은 다른 처리구보다 높은 경향을 보였는데 이러한 결과는 가소화건물섭취량에 근거된 것으로 사료된다.

3. 단백질 균형과 유지 단백질 요구량

사료 내 단백질 함량에 따른 흑염소의 단백질 균형에 대한 결과는 Table 4와 같다. 조단백질 섭취량, 소화된 단백질량은 사료 내 단백질 수준이 높아질수록 유의적으로 증가하였다

Table 3. Apparent nutrient digestibility in fattening black goat fed TMR feed at different crude protein contents (Data are mean ± S.E. values (n = 6))

Item	Treatment, CP(%) [*]		
	T1	T2	T3
	----- % DM -----		
DM ^{**}	73.68±1.41	71.81±4.25	73.77±0.99
CP	72.73±2.24 ^b	65.72±4.17 ^b	82.42±1.79 ^a
EE	90.19±1.43	86.65±1.77	87.23±1.73
CF	59.76±2.85	46.88±8.79	48.63±2.06
Ash	42.93±2.32 ^b	45.68±3.73 ^b	65.00±3.02 ^a
NDF	73.73±3.57	63.29±5.58	67.34±2.80
ADF	69.13±4.33 ^a	43.68±7.01 ^b	^a 59.03±3.88 ^{ab}

*T1: CP 13%, T2: CP 16%, T3: CP18%.

**DM: Dry matter, CP: Crude protein, EE: Ether extract, CF: Crude fiber, Ash: Crude ash NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber.

^{a-c} Means with different superscript in the same row are significantly different (p<0.05).

Table 4. CP balance in fattening black goat fed TMR feed at different crude protein contents (Data are mean ± S.E. values (n = 6))

Item	Treatment, CP(%) ^{**}		
	T1	T2	T3
	----- g/d -----		
Crude protein intake(CPI)	128.78±10.08 ^c	154.57±11.88 ^b	181.23±20.93 ^a
Emission			
Fecal	35.06±3.50	38.80±2.40	36.22±2.64
Urinary	60.92±4.55	60.54±3.13	79.56±10.08
Digestible CP	97.50±5.44 ^b	101.66±7.41 ^b	148.71±4.80 ^a
Retained CP	36.57±8.90 ^b	41.12±5.25 ^b	69.15±7.20 ^a
% CP intake	27.82±0.06	26.62±0.03	38.64±0.04

*T1: CP 13%, T2: CP 16%, T3: CP18%.

^{a-c} Means with different superscript in the same row are significantly different (p<0.05).

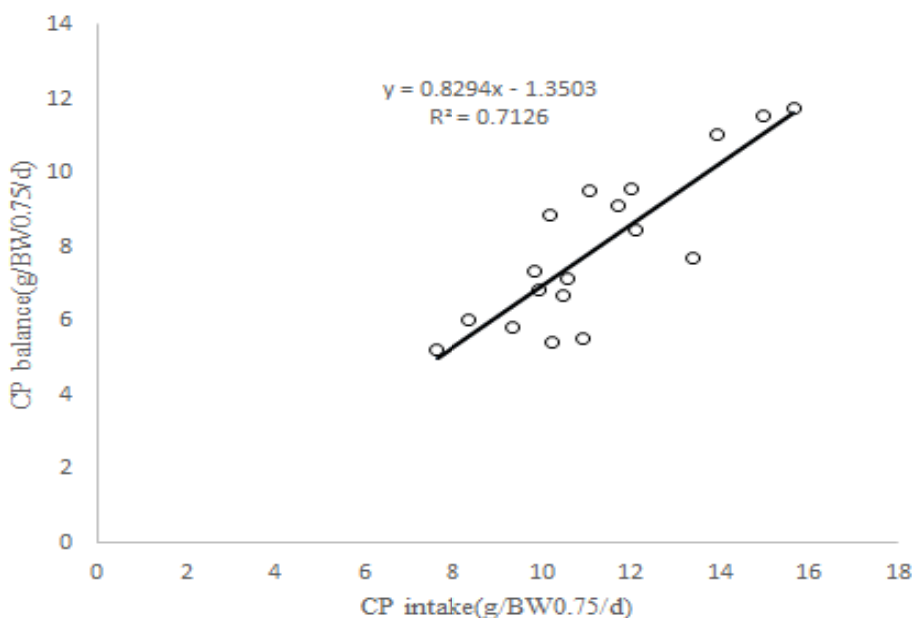
($p < 0.05$). 육성기 육우와 면양에서 높은 수준의 단백질 처리의 사료 급여 시 체내에 흡수된 과도한 단백질은 주로 뇨를 통해서 빠져 나간다(Griffiths, 1984; Wanapat et al., 1982)는 보고와 유사하게 본 실험에서도 본 CP 배출량은 차이가 없었으나, 뇨 CP 배출량은 증가하는 경향을 보였다.

단백질 수준별 대사 체중 당 CP 섭취량과 CP 균형의 관계는 Figure 1과 같고 CP 균형이 0이 되는 X축 절편인 유지 단백질 요구량은 $1.63\text{g}/\text{BW}^{0.75}$ 으로 나타났다. 이는 유지와 유 생산을 위한 염소의 단백질 요구량이 $3.13\text{g}/\text{BW}^{0.75}$ 이고(Silva Sorrinho, 1989) 12개월 이하의 면양과 산양 유지단백질 요구량이 각각 $7.8\text{g}/\text{BW}^{0.75}$, $7.2\text{g}/\text{BW}^{0.75}$ 라는 보고(Silva et al., 2003)보다 낮은 수준이었으나 태국 재래 흑염소 성체의 유지 조단백질 요구량이 $1.65\text{g}/\text{BW}^{0.75}$ 이라는 Cheva-Isarakul(1991) 등의 보고와 비슷한 결과를 보였다. 한편 Luo(2004) 등은 육성기 흑염소에 필요한 유지 대사단백질 요구량이 $3.07\text{g}/\text{kgBW}^{0.75}$ 이라고 제시하고 있다. 이러한 차이는 염소의 개체 간 품종, 성별, 사양 개월 및 방법에 의한 것으로 사료된다. 또한 NRC(1981)에서는 단백질 요구량을 CP가 아닌 MP(Metabolism Protein)로 제시하고 있는데, 이는 CP체계는 모든 사료가 반추위에서 분해되는 양과 대사단백질의 전환율이 동일하다고 가정하는 단점이 있기 때문이다(Kim et al., 2006). 국내 재래종 흑염소의 경우 적정 단백질 수준에 대한 연구는 있으나, 유지를 위한 조단백질 및 대사단백질 요구량에 관한 연구는 전무한 실정이다. 흑염소의 사양관리 기술의

체계적인 확립을 위하여 적정 영양소 요구량에 대한 필요성이 제기되고 있으며, 이를 위하여 유지에 관한 연구가 진행되어야 한다. 본 연구결과는 8개월령 수컷 흑염소에게 필요한 유지 단백질 요구량은 $1.63\text{g}/\text{BW}^{0.75}$ 정도가 적합한 것으로 판단되었다. 그러나 염소의 유지 단백질 요구량에는 성장단계 및 사양방법, 성별에 따라 차이가 발생할 수 있기 때문에 향후 그러한 요인들을 기준으로 한 흑염소 단백질 연구가 단계적으로 필요할 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 연구는 단백질 균형시험에 의한 흑염소의 1일 유지 단백질 요구량을 구하기 위해 수행되었다. 평균체중 31.78 ± 4.54 의 8개월령의 비육기 수컷 흑염소 6두를 공시하였고, 3×3 Latin square design 방법으로 처리구별 사료 내 조단백질 수준을 달리하여 흑염소에 미치는 영향을 조사하였다. 시험 기간은 2014년 10월 12일부터 2014년 11월 21일까지 40일간 이천의 흑염소 농장에서 진행하였다. 사료의 조단백질 수준은 처리구별로 13%(T1), 16%(T2), 19%(T3)이며 TDN은 66%로 하여 배합한 TMR 사료를 사용하였으며 1일 사료급여량은 체중의 1.5%를 오후 5시경에 급여하였다. 처리구별 건물섭취량은 T1구가 $925.14\text{g}/\text{d}$, T2구가 $966.67\text{g}/\text{d}$, T3구가 $936.08\text{g}/\text{d}$ 로



$$\text{CP balance} = -1.3503 + 0.8294 \times \text{CP intake}, (p < 0.001), r\text{-square} = 0.7126$$

Fig 1. Regression equation of crude protein balance according to daily crude protein intake by fattening black goat

로 T2구에서 가장 높았고, 일당증체량은 T2구가 167.13g/d으로 T1과 T3구의 각각 109.26g/d, 118.98g/d 보다 높게 나타났으나 유의적 차이는 보이지 않았다. 건물 소화율은 T1과 T2과 T3구 각각 73.68%, 71.81%, 73.77%로 처리구간에 따른 차이는 나타나지 않았다. 조단백질 소화율은 T3구가 82.42%로 T1과 T2구 각각 72.73%, 65.72% 보다 유의하게 높았다 ($p<0.05$). 조지방 소화율은 처리구별 유의성은 인정되지 않았다. ADF 소화율은 69.13%로 T1구에서 가장 높았다($p<0.05$). CF와 NDF 소화율은 46.88~59.76%, 63.29~73.73%의 범위로 처리구간 유의성은 인정되지 않았다. 조단백질 섭취량은 T1과 T2과 T3구에서 각각 128.78g/d, 154.57g/d, 181.23g/d로 사료 내 단백질 수준이 높아질수록 유의적으로 증가하였다 ($p<0.05$). 대사 체중 당 CP 섭취량과 CP 축적량과의 관계식에서 CP 균형이 0이 되는 X축 절편은 $1.63\text{g}/\text{BW}^{0.75}$ 이었다.

본 연구결과 8개월령 수컷 흑염소에게 필요한 유지 조단백질 요구량은 $1.63\text{g}/\text{BW}^{0.75}$ 이며 흑염소의 사양표준 설정에 기초자료가 될 것으로 사료된다. 그러나 유지 단백질 요구량에는 성장단계 및 사양방법, 성별에 따라 차이가 발생할 수 있기 때문에 향후 그러한 요인들을 기준으로 한 흑염소 단백질 연구가 단계적으로 필요할 것으로 사료된다.

V. 사 사

이 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호PJ011999)의 지원에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th edn. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.
- Cheva-Isarakul, B., Rengsirikul, B. and Liamkao, W. 1991. The minimum protein requirement for goats. In: Saithano, S. and Norton, B.W. editors. Goat production in the Asian humid tropics. Hat Yai, Thailand: Proc. Int. Seminar; pp. 136-143.
- Choi, S. H., S. W. Kim., B. Y. Park., B. D. Sang., Y. K. Kim., J. H. Myung and S. N. Hur. 2005. Effects of dietary crude protein level on growth and meat quality of Korean native goats. Journal of Animal Science and Technology. 45:783-788.
- Choi, S. H., Hwangbo, S., S. W. Kim., B. D. Sang., Y. G. Kim and I. H. Jo. 2006. Effects of Total Mixed Ration with Wet Brewer's Grain on the Performance and Nutrient Utilization in Castrated Korean Black Goats. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 26:199-206.
- Georing, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis, USDA Agronomic Handbook No. 379, Washington D.C.
- Griffiths, T. W. 1984. Studies on the protein requirements of growing cattle: Effects of differing intakes of protein and energy on growth and nitrogen metabolism in young entire males. British Journal of Nutrition. 51:133-143.
- Huston, J. E., B. S. Rector., W. C. Ellis and M. L. Allen. 1986. Dynamics of digestion in cattle, sheep, goats and deer. Journal of Animal Science. 62:208-215.
- Hwangbo, S., Choi, S.H., Lee, S.H., Kim, S.W., Y.K. Kim., B.D. Sang and Jo. I.H. 2007. Effects of Crude Protein Levels in Total Mixed Rations on Dry Matter Intake, Digestibility and Nitrogen Balance in Early Pregnant Korean Black Goats. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 27:93-100.
- Hwangbo, S. 2014. Effects of the Grazing and Barn Feeding System on Growth Performance and Carcass Characteristics in Korean Black Goats. Journal of Agriculture & Life Science. 48:123-131.
- Jia, Z. H., T. Sahlu, J. M. Fernandez, S. P. Hart and T. H. Teh. 1995. Effects of dietary protein level on performance of Angora and cashmere-producing Spanish goats. Small Ruminant Research. 16:113-119.
- Jung, G.W., Jo, I.H., Hwangbo, S., Lee, S.H., and Song, H.B. 2008. Effects of different feeding systems on nutrient availability, nitrogen retention and blood characteristics in native or crossbred Korean black goats. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 28: 41-350.
- Kim, K. H., Y. G. Oh, S. C. Lee, K. J. Shin, S. W. Kang, Y. H. Moon, and M. K. Song. 2006. Crude protein requirements for maintenance of Hanwoo steers by protein balance trial. Journal of Animal Science and Technology. 48:533-540.
- Korea Meteorological Administration. 2014. Historical data. http://www.kma.go.kr/weather/climate/past_cal.jsp.
- Lee, D.Y., J.L. Go, N.J. Choe, S.S. Lee, J.Y. Song, S.Y. Lee, S.H. Park, H.G. Seong and J.G. Ha. 2003. Ruminant nutrition : Effects of types of TMR on rumen fermentation characteristics and nutrients digestibility in sheep. Journal of Animal Science and Technology. 45:805-812.
- Luo, J., A. L. Goetsch, I. V. Nsahlai, T. Sahlu, C. L. Ferrell, F. N. Owens, M. L. Galyean, J. E. Moore, and Z. B. Johnson. 2004. Metabolizable protein requirements for maintenance and gain of growing goats. Small Ruminant Research. 53:309-326.
- McGilliard, M. L., J. M. Swisher and R. E. James. 1983. Grouping lactating cows by nutritional requirements for feeding. Journal of Dairy Science. 66:1084-1093.
- Milford, R., and Minson, D. J. (1965). Proc. int. Grassld Congr. IX, SEo Paulo, Brazil. p. 815.
- Nocek, J. E., R. L. Steele and D. G. Braund. 1985. Effect of mixed

- ration nutrient density on milk of cows transferred from high production group. *Journal of Dairy Science*. 68:133-139.
- National Research Council (NRC). 1981. Nutrient requirements of goats: angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries. National Academy Press, Washington, DC, pp. 47-61.
- Prieto, I., Goetsch, A. L. Banskalieva, V., Camerton, M., Puchala. R., Sahlu, T., Dawson, L. J. and Coleman, S. W. 2000. Effects of dietary protein concentration on post weaning growth of Boer crossbred and Spanish goat wethers. *Journal of Animal Science*. 78:2275-2281.
- SAS. 2008. SAS/STAT Software for PC. Release 9.3, SAS Institute Inc. Cary. NC. USA.
- Silva AMA., da Silva Sobrinho AG., Trindade IACM., Resende KT and Bakke OA. 2003. Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. *Small Ruminant Research*. 49:165-171.
- Silva Sobrinho, A. G. 1989. Body composition and protein requirement for goat in maintenance and milk production. Vicoso, MG: UFV, Doctorate Thesis, Animal Husbandry, Universidade Federal de Vicoso, p. 100.
- Titi, H. H., Tabbaa, M. J., Amasheh, M. G., Barakeh, F. and Daqamseh, B. 2000. Comparative performance of Awassi lambs and Black goat kids on different crude protein levels in Jordan. *Small Ruminant Research*. 37:131-135.
- Ha, J. G., Lee. S. S., Moon. Y. S., Kim. C. H. 2005. Ruminant nutrition and physiology. Seoul University publishing department.
- Wanapat M., Ericksom DO., and Slanger WD. 1982. Nitrogen metabolism in sheep fed protein source of various solubilities with low quality roughages. *Journal of Animal Science*. 54:625-631.

(Received : April 25, 2017 | Revised : May 17, 2017 | Accepted : May 25, 2017)