

Research Article

육성 암컷 흑염소 방목 야초지에서 사료가치, 사초 건물 수량 및 방목 강도의 계절별 변화에 관한 연구

윤영식¹, 성혜진¹, 장치만¹, 정상욱¹, 이가을¹, 박재현², 장세영², 이진욱³, 김관우³, 문상호^{1,*}

¹건국대학교 식품생명과학부, 충주, 27478

²축산환경관리원, 대전, 34065

³국립축산과학원 가축유전자원센터, 남원, 55717

Changes in Feed Value, Forage Productivity, and Grazing Intensity at Native Pasture Grazed by Growing Korean Native Female Goat(*Capra hircus coreanae*)

Yeong Sik Yun¹, Hye Jin Seong¹, Qi Man Zhang¹, Sang Uk Chung¹, Ga Eul Lee¹, Jae Hyun Park²,

Se Young Jang², Jin wook Lee³, Kwan woo Kim³, Sang Ho Moon^{1,*}

¹Division of Food Bio Science, konkuk University, Chungju, 27478, Korea

²Institute of Livestock Environmental Management, Daejeon, 34065, Korea

³Animal Genetic Research Center, National Institute of Animal Science, RDA, Namwon, 55717, Korea

ABSTRACT

The study was conducted to determine effects on forage productivity, feed value, grazing intensity and livestock productivity in growing Korean native female goat grazing in native pasture. Its with average initial body weight of 14.10±3.6kg and an average age of 4 months were used in this study. Dry matter content of native pasture was the highest at 33.48 ± 2.56% in June, and the content was significantly increased from spring to autumn ($p<0.05$). Crude protein was maintained between 11% and 12% on average. Nutrient content was maintained at a certain level in native pasture, but there were differences due to the different types of wild grasses produced in each season. The productivity of forage crops increased from June, but decreased after August and showed a characteristic of grassland where productivity decreased rapidly in spring and autumn. The average grazing intensity are 39 head/ha. Black goat average daily gain was 80.2g/d. The stable weight gain in grazing is that the nutrient requirement of the black goat was met by supplementing the concentrated feed during grazing. study, can be expected that the productivity of livestock can be increased through the proper feeding of supplementary feed and maintenance of grazing intensity

(Key words : Black goat, Native Pasture, Feed Value, Forage Productivity, Grazing Intensity)

I. 서 론

우리나라는 전 국토의 64%가 산지로 이루어져 있고, 이중 초지로 개발 가능한 면적은 26.6%인 1,711천ha로 추산된다(Kwon et al., 2016). 그러나 현재 관리하고 있는 초지면적은 34천ha 수준에 머물고 있으며, 그 가운데에서도 효과적으로 관리되는 면적은 미미한 수준이다(Kwon et al., 2016). 대부분의 사료곡물을 수입에 의존하고 있는 우리나라는 세계 곡류 가격 상승 등으로 사료비가 축산물 생산비의 60% 정도를 점유하고 있는 실정으로, 산지이용 방목은 사료비 절감 등에 효

과적으로 대응할 수 있는 수단으로 활용가능하다. 특히 국내 산지초지 중 일부만이라도 초지를 조성하거나 잘 관리운영 한다면 반추가축용 사료의 자급률은 대폭 상승될 수 있을 것으로 여겨진다(Moon et al., 2016). 또한 산지방목을 통해 가축 복지를 실현 할 수 있는 수단으로 활용가능 할 것으로 기대된다(Hwangbo et al., 2008). 한편 흑염소는 대형 초식 가축 보다 수염류를 선호하는 습성이 강하고 수염류와 저급사료 등을 이용하는데 유리한 소화기 구조를 가지고 있어(Kingbury, 1964) 부존사료자원 활용성이 높다. 또한 경사가 높은 지역을 좋아하며 한 지역에 머무르는 것이 아닌 여러 곳을 포괄적으

* Corresponding author : Sang Ho Moon, Division of Food Bio Science, konkuk University, Chungju, 27478, Korea, Tel: +82-43-840-3260, E-mail: moon0204@kku.ac.kr

로 채식하는 습성(Gihad, 1980)이 있어 토지이용성이 높기 때문에 한국의 산지초지 및 야초지에서 방목에 적합할 것으로 평가되고 있다. 특히, 국내의 산지초지를 활용한 방목 시스템으로 흑염소를 사육 시 일반 관행사육에 비해 300두 사육규모 기준 약 50%의 사육비를 절감하는 경쟁력이 있기 때문에 전업화와 사육규모가 증가하고 있는 현재의 국내 흑염소 산업에 긍정적으로 작용할 것으로 판단된다(Park et al., 2013). 그러나 산지초지 및 야초지를 적절히 이용하기 위한 축종 및 사육시기별 방목기술개발의 부재로 농가에선 초지를 방치하거나 가축을 관행적인 방법으로 방목하는 등 방목 사육에 대한 어려움을 겪고 있다. 또한 적절하지 못한 방목사육은 초지 황폐화 및 식생파괴를 야기하기 때문에 흑염소의 방목이용을 기피하고 있는 현실이다. 우리나라 산지초지 및 야초지의 이용률 제고와 가축의 동물복지 실현 및 산지생태축산을 활성화하고 흑염소 산업의 발전에 따른 적절한 방목 사양기술의 개발이 요구되고 있다. 따라서 본 연구는 야초지에서 암컷 육성기 흑염소의 사초생산성, 사료가치, 적정 방목강도 규명 및 가축생산성 분석을 통하여 방목지로서의 야초지 이용성을 평가하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시가축 및 사양관리

본 실험에 이용된 공시축은 4개월령 체중 14.1±3.6kg인 암컷 흑염소 10두를 선별하여 개체관리를 위한 이표부착과 체중측정 후 방목사양 실험을 진행하였다. 실험은 2016년 4월부터 9월까지 충청북도 충주시 두정리의 산정농장 내 방목지에서 진행하였다. 방목지는 비가림 시설이 마련되어 있고 3,500m²의 면적에 고사리, 질경이, 쇠비름, 쑥, 용담 등의 산야초가 분포하였다. 오전 9시부터 오후 5시까지 8시간 동안 방목을 실시하였고, 보충사료를 체중의 1.5%로 1일 1회 급여

하였다. 물은 자유급수 하여 충분히 음수 하도록 하였다. 급여한 보충사료는 시판중인 흑염소용 농후사료를 이용하였으며 사료의 일반성분은 Table 1과 같다.

2. 사초생산성 및 가축의 생산성 조사

야초지에서의 사초생산성을 측정하기 위해 방목지 내에 흑염소의 채식을 회피하도록 3개소 장소에 50×50cm의 쿼드랏을 설치하였다. 매일 동일한 쿼드랏 내 시료를 채취하였고, 현장에서 현물량을 측정 후, 실험실 통풍건조기에서 65℃의 조건으로 48시간 건조한 다음 사초생산성을 측정하였다. 또한 확보된 건조시료는 분쇄기(KNIFETEC 1095 Sample Mill)를 이용하여 1mm screen 통과 가능 크기로 분쇄 후 사료가치 측정을 위한 화학 분석에 이용하였다.

가축의 생산성은 처리구별 실험종료 후 월별로 체중을 측정하여 기록하였으며 체중변화를 토대로 일당증체량을 구하여 개체별로 분석하였다.

3. 사료가치 분석

야초지의 사료 가치 평가를 위해 월별로 채취한 시료에 대한 일반 성분 분석을 실시하였다. 시료의 조단백질, 조섬유, 조지방 및 조회분 함량에 대한 분석은 AOAC(1990)에 준하여 실시하였고, 중성세제섬유소(NDF)와 산성세제섬유소(ADF)의 함량은 Georing and Van Soest(1970)의 방법을 응용하여 분석하였다.

4. 방목강도 분석

야초지에 있어서 흑염소의 방목 강도를 규명하기 위해 매일 사초생산성을 측정함과 동시에, 흑염소 채식량을 조사하여 이를 근거로 방목강도를 월별로 나타내었다. 흑염소의 채식량은 방목 전후의 사초 수량의 변화를 통해 조사하였으며

Table 1. The chemical compositions of the supplemental diet

Items	Concentrate
Dry matter (%)	90.01±0.61
Crude protein (% in DM)	10.78±0.46
Crude fiber (% in DM)	8.46±0.51
Ether extract (% in DM)	6.49±0.05
Neutral detergent fiber (% in DM)	31.89±0.73
Acid detergent fiber (% in DM)	13.83±0.56
Ash (% in DM)	7.11±0.34

이를 위해 매월 일정시기에 2일 동안의 채식량을 샘플링법을 이용하여 조사 후 일별 채식량을 구하였다. 방목 강도는 방목 시 가축의 사초 이용율 약 80%(Amanda, 2006)를 기준으로 월별 제시하였다.

5. 통계분석

조사 및 분석된 결과에 대한 유의성 검증을 위해 SAS program(ver 9.3, SAS Institute, Cary, NC, USA, 2008)의 GLM (General Linear Model)을 사용하여 분산 분석을 실시 후 처리 간의 평균값 비교를 위해 Duncan의 다중 검정법을 통한 유의차를 $P<0.05$ 수준에서 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 흑염소 방목을 위한 야초지의 월별 사료가치 비교

흑염소를 방목하고 있는 야초지의 월별 사료 가치 변화를 분석한 결과는 Table 2 과 같다. 건물함량은 여름철 가뭄으로 인한 고사된 주수가 포함되었기 때문이라는 연구(Seong et al., 2016)와 야초지를 보유한 농장이 봄에서 가을로 갈수록 건물함량이 증가한다(Moon et al., 2015)는 보고와 비슷하게 6월과 9월에 각각 $24.9\pm 0.56\%$, $24.4\pm 0.89\%$ 로 유의하게 높았다($p<0.05$). 조단백질 함량은 5월에 $9.2\pm 0.51\%$ 로 다른 계절에 비하여 낮은 경향을 보였으나($p<0.05$), 전체적으로 9%~12% 정도로 번식흑염소 야초지 방목 시 산야초구의 조단백질 함량이 5.98%~12.49% 범위라는 보고(Hwangbo et al., 2007)와 비슷한 수준을 보였다. 조지방의 함량은 4월과 9월에 $6.9\pm 0.32\%$, $6.8\pm 0.84\%$ 로 유의하게 높았다($p<0.05$). 조섬유소 함량은 4월과 7월 9월에 각각 $14.2\pm 0.17\%$, $17.8\pm 0.75\%$, $18.5\pm 0.45\%$ 로 낮은 함량을 보였으나 5월 25.3 ± 0.61 , 6월에 $28.5\pm$

0.72% , 8월 $31.5\pm 0.25\%$ 로 유의하게 높았다($p<0.05$). NDF 함량은 8월에 $57.7\pm 0.18\%$ 로 가장 높았으나 야초의 NDF 함량이 75.14%~77.77%인 보고(Hwangbo et al., 2007)보다는 낮았다. 이는 야초지 내 구성 초종의 차이나 비율로 인한 것으로 사료된다. ADF는 6월에 $36.7\pm 0.78\%$ 로 가장 높았으며 4월에 $14.2\pm 0.17\%$ 로 가장 낮게 나타나 유의성이 인정되었다($p<0.05$). 조회분은 5월부터 점차 증가하여 8월과 9월에 다른 계절에 비하여 유의하게 높았다($p<0.05$). 본 실험 결과 방목지가 야초로 구성되어 있기 때문에 실험기간동안 영양소 함량이 유지되었으나, 계절마다 생산되는 야초의 종류가 미세하기 다르기 때문에 차이가 존재하는 것으로 사료된다.

2. 흑염소 방목 야초지의 월별 사초 생산성의 변화

방목지의 월별 사초 생산성을 비교한 결과는 Table 3과 같다. 야초지의 생산성은 계절별(4-9월)로 야초지에 대한 생산성을 쿼드랏을 통한 샘플링 방식에 의해 측정하여 건물량으로 제시하였다. 기존 방목지에 존재하던 고초로 인해 사초생산성이 5월보다 4월이 많았으며, C-4형(남방형) 식물은 건조하고 기온이 높은 기후조건에서 생산성이 높고 여름철에 C-4형 식물이 높은 생산성을 나타낸다는 보고(Lee., 1992)와 기온이 높은 여름철인 6월부터 8월까지 생산성이 증가하였으며 특히 8월에 가장 높은 유의성이 인정되었다($p<0.05$). 그러나 8월 이후의 생산성은 급격히 감소하여 봄철과 가을철에 낮은 생산성을 기록하는 야초지의 특성을 보였다. 따라서 야초지에서 방목을 실시함에 있어서 계절별 사초생산성의 차이가 있기 때문에 이용성이 높은 개량 목초류를 통한 목초지로의 전환이 요구되며(Moon et al., 2016) 흑염소를 방목 시 가축 생산성을 높이고 방목초지 이용성을 향상시키기 위해서 계절에 따른 적절한 보충 사료의 급여 수준 결정이 필요한 것으로 판단된다.

Table 2. Seasonal changes of chemical compositions in native pasture

Month	DM ¹⁾	CP ²⁾	CF ³⁾	EE ⁴⁾	NDF ⁵⁾	ADF ⁶⁾	ASH
	%	% in DM					
April	14.1±0.72 ^c	11.7±0.82 ^a	14.2±0.17 ^c	6.9±0.32 ^a	26.3±0.59 ^c	14.2±0.17 ^c	9.4±0.21 ^b
May	15.8±0.54 ^c	9.2±0.51 ^b	25.3±0.61 ^a	5.7±0.27 ^b	43.4±0.59 ^b	31.5±0.68 ^a	7.3±0.31 ^b
June	24.9±0.56 ^a	11.2±0.50 ^a	28.5±0.72 ^a	6.1±0.25 ^b	47.4±0.61 ^b	36.7±0.78 ^a	8.7±0.02 ^b
July	19.4±0.84 ^b	18.2±0.61 ^a	17.8±0.75 ^b	5.8±0.68 ^b	41.9±0.59 ^b	27.1±0.51 ^b	11.3±0.28 ^b
August	20.0±0.42 ^b	14.8±0.63 ^a	31.5±0.25 ^a	6.0±0.15 ^b	57.7±0.18 ^a	31.5±0.25 ^a	13.8±0.67 ^a
September	24.4±0.89 ^a	12.9±0.37 ^a	18.5±0.45 ^b	6.8±0.84 ^a	28.9±0.45 ^c	20.9±0.92 ^c	13.0±0.3 ^a

¹⁾DM: Dry matter, ²⁾CP: Crude protein, ³⁾CF: Crude fiber, ⁴⁾EE: Ether extract, ⁵⁾NDF: Neutral detergent fiber, ⁶⁾ADF: Acid detergent fiber

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

Table 3. Estimated grazing intensity (head/ha) affected by forage productivity and dry matter intake

	April	May	June	July	August	September	Average
Forage productivity (kg/ha)	977.9±215.1 ^b	785.3±369.0 ^b	972.0±132.2 ^b	1161.3±196.0 ^{ab}	1584.0±141.4 ^a	666.7±481.4 ^b	1024.5±255.8 ^{ab}
Dry Matter Intake (kg/d)	0.64±0.18	0.71±0.20	0.74±1.61	0.69±1.30	0.76±1.70	0.84±1.70	0.73±0.04
Estimated Grazing Intensity (head/ha)	40	30	35	43	55	21	37

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

3. 야초지에 있어 흑염소 방목 시 적정 방목 강도 설정

방목 야초지의 월별 생산성과 흑염소의 채식량을 기준으로 분석된 월별 방목강도의 설정 결과는 Table 3 과 같다. 실험 야초지의 사초생산성은 여름철인 8월에 1584.0±141.4kg/ha 로 가장 높았고 이후 지속적으로 감소하였다. 흑염소의 건물섭취량은 평균 730±40g/d 로 산야초구에서 흑염소 방목시 건물섭취량이 346.1~549.2g/d 이라는 보고(Hwangbo et al., 2007) 보다 높게 나타났다. NDF 함량이 건물섭취량의 제한인자이며(Van soest., 1994) 사료섭취량은 조단백질 함량과 밀접한 관계로(Van soest., 1982) 반추위 미생물 성장을 위해서는 충분한 조단백질 공급이 있어야 하며 부족 시에는 사료섭취량이 감소한다고 보고(Milford and Minson., 1965)하였다. 본 실험의 야초성분에서 NDF 함량이 Hwangbo(2007)의 연구에 비해 평균 함량 55% 수준으로 다소 낮았고 조단백질 함량이 11.20~14.80% 정도로 높았기 때문에 건물섭취량이 높았던 것으로 판단되며 영양소 함량의 차이는 방목지 야초의 종류와 지속적인 방목여부의 차이로 인한 것으로 사료된다. 한편 흑염소의 체중이 증가함에 따라 건물섭취량이 증가하였는데 초지의 계절 등 환경요인으로 인해 사초생산성이 월별로 다르며 야초의 경우 대부분 남방형 식물로 여름철이 지난 뒤 사초생산성이 감소하는 경향을 보이기 때문에 적절한 방목 수준 조절 및 부족한 영양소의 공급이 필요할 것으로 사료된다. 계산된 방목 강도는 8월에 55두/ha 로 가장 높았으며, 사초생산성이 떨어지는 시기인 9월에 21두/ha로 가장 낮았다. 본 실험 기간동안의 평균 방목강도는 37두/ha로 혼파 산지초지에서 4개월령 거세 흑염소를 방목 시 적정 평균 방목두수가 37두/ha 라는 Seong(2016) 등의 보고와 중국 원링산맥의 6개월령 흑염소를 대상으로 방목강도에 따른 생산성 조사결과 방목강도 30head/ha 의 경우 일당증체량이 2008년도에 45.3g/d, 2009년도에 50.3g/d 으로 방목강도 7.5head/ha, 15head/ha 와 유의적 차이를 보이지 않았다는 보고(Zhu et al, 2012)와 비슷한 경향을 보였다. 이를 기준으로 가축 생산성 향상을 위해 사초생산성이 높은 4월부터 8월과 다소 떨어지는 9월 사이에 급여하

는 보충사료의 양을 조절하여 방목 흑염소에게 부족하거나 과잉된 영양소 공급의 균형을 맞출 필요가 있을 것으로 사료된다.

4. 흑염소 사육방식에 따른 가축 생산성의 계절별 변화

사육방식에 따른 흑염소의 생산성을 평가하기 위해 4개월령 육성기 암컷 흑염소 10두를 공시하였다. 4~9월 사이 실행된 월별 체중변화 및 일당증체량의 결과는 Fig 1에 나타내었다. 개시 체중은 14.1±3.6kg 이었으며 실험 종료 후 체중은 25.4±4.3kg 으로 나타났다. 일당증체량은 50 g/day 이상으로 안정적인 결과를 보였고 평균 80.2±27g/day 으로 5월 까지는 높은 수준으로 증가하다가 전월에 비하여 6월부터 감소하는 경향을 보였으나 유의적 차이는 존재하지 않았다($p>0.05$). 월별 일당증체량의 차이는 방목 중 건물 채식량과 초지 생산성의 변화와 흑염소가 환경온도 상승에 민감하게 영향을 받아 heat stress로 인한 일당증체량의 감소를 보인 것으로 사료된다. 이러한 결과는 7개월령 수컷 흑염소의 일당증체량이 방목시 50.6 g/day, 사사사육 시 52.3g/day 이라는 Hwangbo(2014)의 보고와 생후 6개월령의 수컷 흑염소의 일당증체량이 개량목초구 59.77 g/day, 유기목초구 48.28 g/day, 산야초구 46.09 g/day, 수염류구 42.83 g/day 이라는 Hwangbo et al.(2008)의 연구와 비슷한 경향을 보였다. 한편 흑염소 사사사육 연구결과와 비교 시 3개월령의 거세 흑염소 옥수수 첨가 TMR 사료 급여시 처리구 별 증체량이 75.3g~100.2g 수준이라는 Kim et al.(2016)의 보고와 TMR 급여에 의한 집약사육 시의 일당증체량은 120g (Moon, 2016)에 비하여 다소 낮은 경향을 보였다. 이는 일반적으로 염소의 증체가 품종, 성별, 성장 단계 및 사양 방법 및 급여하는 사료의 영양소 수준에 따라 차이가 나기 때문인 것으로 분석된다(Hwangbo., 2014). 본 실험에서 평균적으로 안정적인 증체의 결과는 방목 시 농후사료를 보충 급여 함으로써 흑염소의 영양소 요구량을 충족 시켰기 때문으로 사료되며, 방목사육 시 사초생산성이 떨어지는 시기에 적절한 방목강도 조절과 필요 영양수준에 맞춘 보충사료를

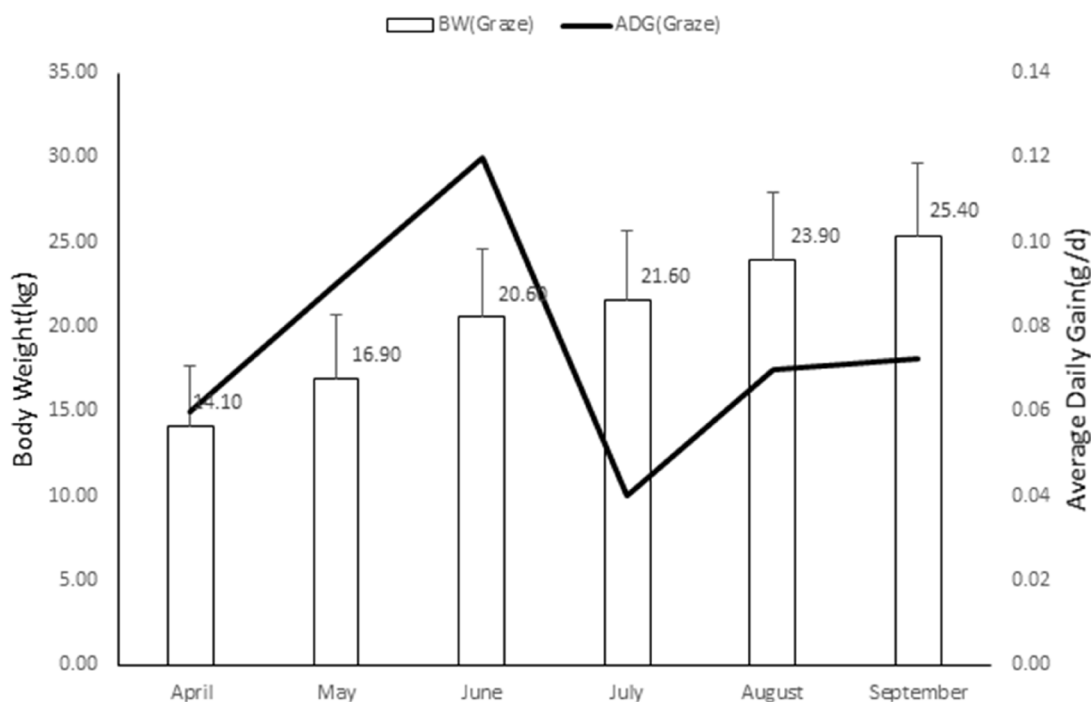


Figure 1. Seasonal changes in average daily gain of Korean native female goats grazing at native pasture

급여 한다면 육성기 암컷 흑염소에 있어 사사사육 방식과 비교 하였을 때 사료비 절감 효과와 가축건강 증진 등 가축의 생산성을 더 높일 수 있을 것으로 판단된다. 또한 야초지의 효율적 활용을 위해 초지관리 기술 및 방목기술 보급 등 추가적인 연구를 통하여 동물복지와 국내 유희자원 재활용으로 인한 유기축산 및 산지생태축산 실현에 기여 할 수 있을 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 연구는 야초지에서 흑염소 방목사육 시 사초생산성, 사료가치, 적정 방목강도 규명 및 가축생산성 분석을 통하여 야초지의 이용성을 평가하고 흑염소 방목 사육에 대한 기초적인 자료를 제공하고자 실시하였다. 공시축은 평균체중 14kg 전후의 4개월령 육성기 암컷 흑염소 10두로 방목실험을 실시하였다. 방목 시 보충사료는 체중의 1.5%로 추가 급여 하였으며, 물은 자유 급수 할 수 있도록 하였다. 야초지의 건물함량은 봄에서 가을로 갈수록 건물함량이 증가하는 보고와 비슷하게 6월과 9월에 각각 24.9±0.56%, 24.4±0.89%로 유의하게 높았다($p<0.05$). 조단백질 함량은 평균함량 11%~12%를 유지하여 처리구간 유의성은 보이지 않았다. 야초지의 사료

가치는 일정수준으로 영양소 함량이 유지되었으나 계절별로 생산되는 야초의 종류가 다르기 때문에 차이가 존재하였다. 방목 시 사초생산성은 야초의 경우 대부분 C-4형 식물이기 때문에 기온이 높은 여름철인 6월부터 8월까지 생산성의 증가한 것으로 보이며 8월의 경우 유의하게 높았다($p<0.05$). 8월 이후 생산성이 급격히 감소하여 봄철과 가을철에 급격하게 생산성이 저하되는 야초지의 특성을 보였다. 방목 초지의 월별 생산성과 흑염소의 체식량을 기준으로 분석을 통해 월별 방목 강도를 설정하였다. 계산된 방목 강도는 8월에 55두/ha로 가장 높았으며, 사초생산성이 떨어지는 시기인 9월에 21두/ha로 가장 낮았다. 평균 방목강도는 37두/ha로 이를 기준으로 보충사료의 양을 조절하여 방목 흑염소에게 부족하거나 과잉된 영양소 공급의 균형을 맞출 필요가 있을 것으로 사료된다. 흑염소 생산성의 계절별 변화는 증체량이 80.2 g/d 이었다. 방목구에서 안정적인 증체의 결과는 방목 후 추가로 농후사료를 보충급여 함으로써 흑염소의 영양소 요구량을 충족시켰기 때문이며, 방목사육 시 사초생산성이 떨어지는 시기에 적절한 방목강도 조절과 필요 영양수준에 맞춘 보충사료를 급여 한다면 가축의 생산성을 더 높일 수 있을 것으로 판단되며 야초지의 효율적인 활용기술 및 흑염소 방목기술의 추가적인 연구를 통하여 유기축산 및 산지생태축산 실현에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

V. 사 사

이 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호 PJ010229)의 지원에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

- AOAC. 1995. Official method of analysis (15th ed.) Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Chang, H.G., Kyung, K.H. and Kim, S.K. 1987. Changes in carbohydrate components of hard and soft wheat during kernel maturation. *Korean Society of Food Science and Technology*. 19:69-74.
- Cho, S.B., Kim, C.H., Hwang, O.H., Park, J.C., Kim, D.W., Sung, H.G., Yang, S.H., Park, K.H., Choi, D.Y. and Yoo, Y.H. 2011. The Effect of Fermented Diet with Whole Crop Barley Silage on Fecal Shape and Odorous Compound Concentration from Feces in Pregnant Sows. *Journal of Housing and the Built Environment*. 17:145-154.
- Food and Agriculture Organization. 2004. Animal production and health, protein sources for the animal feed industry. pp. 167-184.
- Food and Agriculture Organization. 2016. World food situation: FAO cereal supply and demand brief. p.1.
- Gill, D.R., Oldfield, J.E. and England, D.C. 1966. Comparative values of hulless barley, regular barley, corn and wheat for growing pigs. *Journal of Animal Science*. 25:34-36.
- Kim, K.H., Seo, J.H., Park, T.I., Han, O.K., Park, K.H., Song, T.H., Park, J.C., Park, C.S., Kang, C.S., Park, H.H., Park, N.G., Jeung, J.H., Ju, J.I., Kang, S.J., Hyun, J.N., and Kim, K.J. 2015. A high-yield wheat cultivar 'Cheongwoo' for whole crop forage. *The Korean Journal of Breeding Science*. 47:339-344.
- Kim, K.J. and Chang, H.G. 1985. Changes in milling properties during maturation of wheat kernel. *Journal of Korean Society of Crop Science*. 30(4):381-387.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2011. Feed process guide book. p.28.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2016. Statistical Year Book of Agriculture and Food. p.287.
- Lee, H.W., Kim, Y.Y., and Chang, J.S., 2015. Feed science. KNOU press. Seoul. p.7.
- Owens, F.N., Secrist, D.S., Hill, W.J. and Gill, D.R. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. *Journal of Animal Science*. 75:868-879.
- R Ver 3.2.3. 2015. The R Foundation for statistical computing platform.
- Park, J.H., Oh, Y.J., Cheong, Y.K., Song, T.H., Park, T.I., Lee, K.W., Kim, K.H. Kim, Y.K., Park, J.C. and Kim, B.K. 2017. Feed value and fermentation quality of covered barley grain silage with respect to days after heading in Honam region of Korea. *Journal of Korean Society of Crop Science*. 62:16-23.
- Rural Development Administration (RDA). 2012. Agricultural science and technology of analysis based on research. pp. 315-374.
- Seo Kim, Lee, W.H., Lee, J.H., Park, T.I., and Choi, G.J. 2004. Honam. *Grassland and Forage Science*. 24:217-224.
- Song, T.H., Oh, Y.J., Kang, H.J. Park, T.I., Chenong, Y.K., Kim, Y.K. and Kim, B.K., 2015. Effect of Feed Value and Fermentative Quality According to Harvesting Time of Barley and Wheat Grain Silage. *The Korean Society of Crop Science*. 60:174-179.
- Woodman, H.E., and Engledow, F.L. 1924. A chemical study of the development of the wheat grain. *The Journal of Agricultural Science*. 14:563-586.

(Received : April 3, 2018 | Revised : June 21, 2018 | Accepted : June 21, 2018)