KJOAS

ISSN (Print) : 2466-2402
ISSN (Online) : 2466-2410

Change of performance, serum metabolite, and carcass characteristics on high energy diet of Hanwoo steers

Sun Sik Jang, Seung Hak Yang, Eun Mi Lee, Dong Hun Kang, Bo Hye Park, Hye Jae Kim, Eung Gi Kwon, Ki Yong Chung*

Hanwoo Research Institute, National Institute of Animal Science, RDA, Pyeongchang 25340, Korea

*Corresponding author: cky95@korea.kr

Abstract

The aim of this experiment was to determine the effect of a high-energy diet on the level of serum metabolites and on carcass characteristics of Hanwoo steers. High energy diets have been used for enhancing intramuscular adipose tissue in high quality beef cattle. However, there is not much information about the physiological reactions to this diet. We hypothesized that a high energy diet would increase blood metabolites and the meat quality of Hanwoo steers during the early and final fattening periods. A 2 × 2 factorial arrangement (High, Control, and Early, Final) in a completely randomized design was used to feed 24 Hanwoo steers. Two steers were kept in the same pen and 12 pens were used for the experiment. Blood was drawn from each steer on the first week of every other month from 11 to 28 months. Overall Average Daily Gain (ADG) and feed efficiency were not different between high energy and control diets ($p > 0.05$). However, Dry Matter Intake (DMI greater with the control diet than DMI with the high energy diet during the final fattening period ($p < 0.05$). Serum non-esterified fatty acid (NEFA) concentrations were greater in the control diet group than in the high energy diet group during the final fattening period ($p < 0.05$). However, serum albumin, glucose, total protein, triglyceride, and phosphorus were greater in the high energy group than those of the control group ($p < 0.05$). Carcass traits or physico-chemical characteristics were not different between high energy diet treatment and the control. These data indicated that a high energy diet (+ 3% TDN) increased serum triglyceride during early fattening periods and decreased non-esterified fatty acids during final fattening periods in Hanwoo steers.

Keywords: blood metabolites, carcass characteristic, Hanwoo steers, high energy diet

CrossMark
click for updates

OPEN ACCESS

Citation: Jang SS, Yang SH, Lee EM, Kang DH, Park BH, Kim HJ, Kwon EG, Chung KY. 2016. Change of performance, serum metabolite, and carcass characteristics on high energy diet of Hanwoo steers. Korean Journal of Agricultural Science 43:810-817.

DOI: https://doi.org/10.7744/kjoas.20160085

Editor: Jung Min Heo, Chungnam National University, Korea

Received: September 4, 2016

Revised: November 9, 2016

Accepted: November 13, 2016

Copyright: ©2016 Korean Journal of Agricultural Science.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

우리나라의 한우산업은 수입고기에 대한 경쟁력을 강화하기 위하여 고급육 생산을 목표로 연구를 진행해 왔다. 이러한 결과로 한우의 평균 도체중의 경우 1998년에 326 kg이었던 것에 비해 2011년은 평균 422 kg으로 평균 100 kg 정도 증가하였고, 육질의 경우 근내지방도가 평균 No4에서 No5로 증가를 하였다(2012년 축산물 품질 평가원). 더욱이, 1998년 도체등급제도 전면실시 후 1등급 이상 출현율도 매년 증가하여 2014년은 84%일 정도로 육질등급이 상승하여 왔다. 이러한 한우의 고급육 생산을 위해서는 고 에너지를 함유한 사료를 장기간 급여하는 사양방법이 반

드시 필요하다(Crouse et al., 1989). 선행연구에 의하면 등심 내 근내지방의 성장은 비육우의 사료, 연령, 및 품종에 따라 영향을 받게 된다(Chung et al., 2006; Chung et al., 2007). 이 연구에서 고 에너지 사료를 급여한 비육우에서 근내지방이 높게 나타나고 또한 출하연령이 높아지면서 근내지방도 또한 높아진다고 보고하였다. 옥수수 위주의 고 에너지 사료를 장기간 급여한 비육우의 경우 건초를 급여한 비육우에 비해 지방생합성을 하는데 glucose의 활용도가 높게 나타난다는 보고가 있었다(Smith et al., 2009). 또한 고 에너지 사료가 근내지방을 높인다는 기작에 관해서는 부위별 지방조직을 이용한 in vitro 실험에서 보고되었는데, 근내지방 조직이 고 에너지 사료에 많이 함유된 glucose를 에너지원으로 사용하는 것에 비해 피하지방 조직은 acetate의 활용도가 높다고 나타났다(Smith and Crouse 1984).

고급육 사양프로그램이 잘 발달한 일본의 화우 산업에서는 근내지방도 개선을 위한 지방세포의 생리기전과 영양소 대사에 관한 연구가 꾸준히 되고 있고, 혈청내의 성분들을 이용하여 비육우의 근내지방 및 근육발달과의 상관관계를 보고하였다(Smith et al., 2009). 특히 혈중 비타민A와 D의 경우 비육우의 육질등급과 높은 관계가 있다고 보고되고 있고(Montgomery et al., 2004; Gorocica-Buenfil et al., 2007), 이에 관한 생리적 작용기전은 비타민 A와 D가 근내지방을 구성하는 지방세포의 분화를 억제함으로써 근내지방도를 감소시킨다는 것이 밝혀져 있다(Torii et al., 1996; Hida 1998). 거세한우를 이용한 연구에서는 고 에너지 사료를 급여한 그룹에서 육성기와 비육전기 때 Cholesterol, Triglyceride, 그리고 IGF-1의 농도가 높게 나타났다는 보고가 있고(Kwon et al., 2005), 고 에너지 사료급여 시 간 기능이상으로 유래되는 gamma glutamyltransferase (γ -GT)와 aspartate aminotransferase (AST)의 농도가 거세유무에 따라서 차이가 난다는 연구도 있었다(Kim et al., 2012). 하지만 거세한우를 이용한 실증시험에서는 정확한 기작이 밝혀지지 않았다. 또한 사양방법에 의하여 도체성적 특히 근내지방도가 영향을 받음에도 불구하고 한우에 있어서 고 에너지 사양이 혈액성분과 도체성적에 미치는 영향을 분석한 연구는 많지 않다. 이번 연구에서는 고 에너지 사양이 거세한우의 성장기간 중 생성되는 혈중 대사물질, 체중, 체고, 십자부고, 흉위, 그리고 도체성적에 미치는 영향을 알아보았다.

Materials and Methods

공시동물

본 연구는 2011년 출생한 거세한우 24두(11개월령 개시체중 278 ± 40 kg)를 공시하였고, 시험구 배치는 사양별(고 에너지, 일반사양)로 완전임의 배치하여 수행하였다. 처리방법은 대조구(일반사양)과 시험구(고 에너지사양)의 처리구로 거세한우 각12두씩을 배치하였고 우방에는 2두씩 12우방을 이용하였다.

시험사료 및 사양관리

시험축은 콘크리트 재질 바닥의 톱밥 우사에서 군집 사육하면서 배합사료는 1일 급여량(Table 1)을 2회(08:00, 16:00) 균등 분배하여 부족하지 않도록 제공하였고, 조사료는 자유채식 하였다. 물과 무기물은 항시 섭취할 수 있도록 하였다. 고 에너지 사료는 일반사료와 비교하여 TDN값을 약 3% 증가시켜 급여하였다(Table 2). 시험축에 사용된 거세한우의 비육전기 때부터 비육후기까지 대조구와 비교하여 3%증가시킨 TDN 배합사료를 급여하였다. 시험에 이용한 사료는 시판되는 거세우 비육용 배합사료와 강원도 지역에 생산된 볏짚을 이용하였다. 시험사료의 일반성분 함량은 각각의 시료(2.0 kg)를 수집하여 AOAC 방법에 준하여 분석하여 Table 2에 나타내었다.

Table 1. Feeding management of experimental animals according to their fattening periods.

Feeding period (months)	Feeding management	
	Early fattening (11 - 18)	Final fattening (19 - 30)
Quantity of concentrate feed (BW, %)	1.6 - 1.8	1.9 - *ad libitum*
Quantity of forage feed (Rice straw)	ad *libitum*	

Table 2. Chemical composition of diets used in this experiment (DM basis, %).

Items	Concentrate Energy				Hay	Rice straw
	Early fattening		Late fattening			
	CONT	HIGH	CONT	HIGH		
DM	87.79	87.94	87.43	87.57	90.13	91.43
CP	13.00	13.39	12.38	12.75	15.87	4.39
EE	3.74	4.57	4.11	5.04	2.78	2.36
CA	9.04	8.62	7.51	7.09	7.15	13.07
NDF	27.61	26.85	25.34	26.63	76.29	70.21
ADF	10.84	10.35	10.12	8.82	40.15	38.13
TDN	71.00	73.13	74.00	76.22	53.00	44.00

CONT: Control diet, sHIGH : High energy diet, DM: Dry matter, CP: Crude protein, EE: Ether extract, CA: Crude ash, NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber, TDN: Total digestible nutrients.

조사항목

발육조사

체중조사는 시험 개시일부터 종료 시까지 대관령 한우연구소 시험축사 내에 설치된 우형기(CAS Korea, Newton HT-501A)로 1개월 간격으로, 오전 사료급여 전에 측정하였고, 혈액채취는 체중 측정과 동시에 시행하였다. 일당증체량은 이전 체중에서 금회 측정된 체중의 차를 사육 일수로 나누어 구하였다. 사료섭취량은 오전 사료 급여 전 사료급이기 내의 잔량을 조사한 후 전날 급여량에서 공제한 값을 섭취량으로 계산하였다.

혈액성분 분석

시험축의 혈액은 시험개시일부터 시험종료일까지 매 격월 첫 주에 경정맥에서 serum vacutainer (BD Vacutainer serum REF 367820, USA)을 이용하여 약 10 mL 혈액을 채취하여 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 하였다. 분리된 혈청은 -70°C에서 분석 전 까지 냉동보관 하였다. 혈청내 albumin (ALB), glucose (GLU), triglyceride (TG), total protein (TP), 및 non-esterified fatty acid (NEFA)농도는 생화학 자동분석기(Hitachi 7020 automatic analyzer, Japan)를 이용하여 측정하였다. 혈중 ALB의 농도는 Bromocresol green (BCG) 용액작용으로 혈청시료 중 ALB이 BCG와 결합하여 청색을 나타낸다. 이 청색의 흡광도를 측정하여 ALB의 농도를 구하였다. 혈중 GLU의 농도의 측정은 시료에 ATP를 작용시키면 시료 가운데 glucose hexokinase (HK)에 의해 glucose-6-phosphate과 ADP가 된다. glucose-6-phosphate은 NAD 공존아래 glucose-6-phosphate dehydrogenase에 의해 6-phosphogluconate이 되며, 동시에 NAD와 NADH로 환원된다. 이 NADH의 흡광도를 측정하여 GLU의 농도를 구하였다. 혈중 TG의 농도는 lipoprotein lipase (LPL)의 작용에 의해 glycerol과 지방산으로 가수분해 된다. 생성된 glycerol은 ATP의 존재 하에 glycerol kinase (GK)의 작용에 의해 glycerol-3-phosphate가 된다. 또한 glycerol-3-phosphate oxidase (GPO)에 의해 과산화수소를 발생한다. 과산화수소는 peroxidase 존재 하에 4-amino-antipyrine과 n-sulfobutyl-m-toluidine (ESBmT)을 산화·축합시켜 적자색의 색소를 생성한다. 이 적자색의 흡광도를 측정하여 TG의 농도를 구하였다. 혈중 TP의 농도는 시료에 biuret시약을 작용시키면 시료중의 단백은 동 이온과 착염을 형성하여 청자색을 나타낸다. 이 청자색의 흡광도를 측정하여 TP의 농도를 구하였다. 혈중 IP는 molybdate과 결합하여 phosphomolybdic acid으로 되고 다시 유산-P-methylaminophenol에 의해 환원되어 molybdenum blue로 된다. 이 청색의 흡광도를 측정하여 IP의 농도를 구하였다. 혈중 NEFA농도는 CoA와 ATP에 의해 acyl-CoA synthetase (ACS)의 작용으로 acyl-CoA가 된다. acyl-CoA는 acyl-CoA oxidase에 의해 산화되어 과산화수소가 발생한다. 과산화수소는 peroxidase의 존재 하에 4-amino-antipyrine과 DSBmT를 산화·축합시켜 적자색의 색소를 생성한다. 이 적자색의 흡광도를 측정하여 NEFA의 농도를 구하였다.

도체조사

도체조사는 사양시험이 종료된 공시축을 대관령면 평창소재 장평도축장에서 도축한 후, 0°C에서 18 - 24시간 동안 도체를 현수시킨 후 육량판정요인(도체중, 등지방두께, 배최장근단면적)과 육질판정요인(근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도)을 소 도체등급판정기준에 의거하여 축산물등급판정사가 평가하였다. 유전자 분석을 위한 근육과 지방시료는 도축 과정중 박피후 13번째 늑골 등심부위에서 3 - 4 g을 채취하여 액체질소에 보관하였다. 육질분석을 위한 시료는 도체 등급 판정을 받은 후 제 13번째 늑골의 등심부위와 제 12번째 늑골의 등심부위 사이에서 일정량을 채취하고 개체별로 냉장상태(0 - 5°C)를 유지시켜 실험실로 운반한 다음, 등심육의 수분, 조지방과 조단백질을 분석 하였으며(AOAC, 1995), 육색은 근육을 절단하여 공기 중에 30분 정도 노출시킨 후 Chromameter (CR301, Minolta Co., Germany)로 명도(CIE L), 적색도(CIE a), 황색도(CIE b)를 CIE (Commision Internationale de Leclairage) 값으로 3반복 측정하여 평균값으로 계산하였다. Folch et al. (1957)의 방법으로 methanol:chloroform (1:2,v/v)으로 지방을 추출하였으며 가수분해는 Morrison과 Smith (1964)의 방법으로 분석하였다. 가열감량은 시료를 2 cm 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고 80°C 항온수조에서 시료내부 중심온도가 70℃ 될 때까지 가열한 다음 꺼내서 냉각시켜 감량된 무게를 백분율(%)로 산출하였다.

통계처리

본 시험에서 얻어진 모든 성적들은 SAS(Statistical Analysis System software version 9.2)를 이용하여 완전임의배치 Mixed model(PROC MIXED) 분석 및 상관관계의 유의성($p < 0.05$)을 검증하였다.

Results and Discussion

거세한우 처리구별 체중 및 일당증체량의 변화는 Table 3에 나타내었다. 각 처리구별 개시체중은 각각 278.2 및 277.3 kg, 종료 시 체중은 처리구별로 각각 665.9 및 647.5 kg으로 처리구간 유의적인 차이는 없었다. 또한 전체 일당증체량을 비교한 결과 처리구 별로 각각 0.843 및 0.840으로 차이가 없었다. 각 처리구별로 비육초기와 비육후기의 일당증체량은 감소를 하였는데 사료급여 처리구당 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 건물섭취량은 개시시기때 7.78로 같이 시작을 했던 반면 비육후기때는 각각 9.84 와 9.21로 일반사료를 급여한 시험구에서 높은 수치가 나타났다. 또한 사료요구율은 일반사양에서 수치적으로 높게 나타났으나 통계적인 유의차는 나타나지 않았다. 이러한 이유로 고 에너지 사료를 급여한 거세한우 시험구에서는 일당증체량의 변화는 없었지만 섭취량의 감소로 인한 사료요구율은 일반구에 비해서 수치적으로 감소하는 경향이 있었다. 선행연구에 의하면 제한급여와 자유급여를 비교한 경우 한우의 일당증체량이 비육초기에는 자유급여를 한 거세한우에서 높게 나타나지만 비육후기에는 제한급여 거세한우가 높게 나타난다고 보고되어 있다(Kwon et al., 2005). 본 시험의 경우에 비육전기에 일당증체량이 높게 나타났고, 비육후기로 가면서 감소하였는데 이는 선행연구와 유사한 결과를 나타냈다. 따라서 거세한우의 비육기간동안 성장초기에는 일당증체량이 높고 성장후기로 갈수록 일당 증체량이 감소하는 특징을 나타냈으며 본 연구에서는 고 에너지 사료급여에 따른 성장의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 건물섭취율의 경우 비육후기에 고 에너지 사료급여구에서 유의적으로 감소하였는데 이는 선행연구의 결과와 같은 경향을 나타내었다. Kwon et al. (2005)에 의하면 거세한우의 경우 비육후기가 시작하는 연령(20 - 24개월령)의 건물섭취량이 자유급여구에서 낮게 나타나고 제한급여구에서 높게 나타났는데 이는 비육후기 부족한 영양소를 보충하기 위하여 상대적으로 급여량이 증가하는 반응이었다고 사료된다.

거세한우 처리구별 발육 및 체위의 변화는 Table 4에 나타내었다. 각 처리구별 발육 및 체위변화를 보면 개시때의 체장, 체고, 십자부고, 흉위의 크기가 종료 때의 것과 비교하여 증가를 하였으나 처리구별로 차이는 나타나지 않았다. 이는 3% TDN가를 높힌 고 에너지를 급여한 처리구가 거세한우의 비육기 동안 생체중과 체위변화에는 크게 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Growth performance and feed intake of Hanwoo steers depending on month of feeding.

Carcass traits	Diets		p-value
	CONT	HIGH	
Initial BW (kg)	278.20 ± 42.7	277.30 ± 23.7	0.3613
Final BW (kg)	663.42 ± 10.6	640.80 ± 21.9	0.3373
ADG			
Early	1.01 ± 0.03	1.05 ± 0.04	0.9934
Late	0.73 ± 0.03	0.62 ± 0.05	0.7190
DMI			
Early	7.78 ± 0.07	7.78 ± 0.07	0.8930
Late	9.84 ± 0.08a	9.21 ± 0.12b	0.0102
F/G			
Early	7.79 ± 0.22	7.54 ± 0.29	0.8934
Late	13.81 ± 0.61	15.70 ± 1.22	0.6043

CONT: control diet, HIGH: high energy diet, BW: body weight, ADG: average daily gain, DMI: dry matter intake, F/G: feed to gain of body weight.
Different letters within the same row are significantly different ($p < 0.05$).

Table 4. Body size of Hanwoo steers depending on the high energy or control diet.

Items		Body size			
		Body length	Wither height	Height at hip cross	Heart girth
CONT	12 mo	135.6 ± 3.8[z]	116.3 ± 4.7	119.1 ± 4.3	155.8 ± 9.3
	24 mo	160.2 ± 4.8	134.8 ± 4.1	137.3 ± 3.4	222.3 ± 4.2
HIGH	12 mo	128.2 ± 6.0	115.0 ± 3.4	118.4 ± 3.1	154.9 ± 5.5
	24 mo	157.6 ± 8.7	136.6 ± 5.1	137.1 ± 4.3	218.0 ± 11.8

CONT: control diet, HIGH: high energy diet.
[z]Means ± standard deviation.

혈중 GLU의 농도는 비육후기 20개월령과 28개월령 고 에너지 급여구에서 높게 나타났고, 혈중 CHO은 20개월령 이전 일반 사료급여구에 비해 고 에너지 사료 급여구에서 낮은 수치가 나타났다($p < 0.05$). 혈중 NEFA의 농도는 비육후기 연령이 높아질수록 증가하는 경향이 나타났고 26개월령에는 고 에너지구가 높게 나타났다($p < 0.05$), 성장월령별 혈중 TG, GLU, CHO 및 NEFA의 농도는 처리구에 따라 변이가 높게 나타났다. 그러므로 혈중 대사물질의 정확한 분석을 위해서 사료급여의 차이가 많은 비육전기와 비육후기의 기간별 분석을 비교하였다(Table 5). 혈액내의 생리활성물질들은 비육기간과 사료 에너지가에 따른 유의적인 차이가 나타났고, 혈중 ALB, TG, TP, CHO농도에서는 기간과 사료에너지의 상관관계에서도 유의성이 나타났다. 거세한우의 혈액성분을 비교한 결과 고 에너지 급여 시험구에서 GLU, CHO, GPT, 및 GOT의 농도가 높게 나타났고($p < 0.05$), IP는 높은 경향이 나타났다($p > 0.05$). 반면 비육기간에 따라서는 TG, IP, GOT의 농도가 비육전기에서 높게 나타났고, NEFA와 GPT의 농도는 비육후기에 높게 나타났다($p < 0.05$). 발육과 사료섭취량 자료에서는 처리구별로 유의적인 차이가 나타나지 않은 것으로 보아 혈중 생리활성물질들이 사료의 에너지가에 좀 더 민감하게 영향을 받는 것으로 나타났다. 이는 혈중 대사관련 생리활성 물질들이 사료와 같은 환경적인 영향을 많이 받고 있다는 것을 알 수 있었다. 선행연구에 의하면 무제한 급여를 한 거세우는 비육전기에 지방대사에 관여하는 혈액 대사물질인 CHO 과 TG의 농도가 높게 나타났고, 비육후기로 갈수록 차이가 나타나지 않았다(Kwon et al., 2005). 본 연구에서도 TG의 농도가 비육전기에서 높게 나타나고 비육후기로 갈수록 낮아지는 것으로 나타나 선행연구와 유사한 결과를 가져왔다. 하지만 CHO의 경우 비육시기에서는 차이가 없고 고 에너지 급여구에서 높게 나타나는 결과로 보아 기간보다는 사료의 효과를 많이 받는다는 것을 알 수 있었다. 이러

한 결과는 선행연구에서도 나타났는데 사료에너지 섭취량이 늘어날수록 혈중 CHO은 증가한다고 보고하였다(Arave et al., 1975). 단백질 대사에서 체내 회전율에 영향을 미치는 혈중 TP과 ALB의 경우 동일하게 비육전기에서 고 에너지 구에서 감소하고 비육후기에는 반대로 고 에너지 구에서 증가를 하게 되는데 이는 성장기에 따른 단백질 대사가 후기로 갈수록 증가한다는 결과로 선행연구에서 발표된 전기에서는 고 에너지 사료급여가 혈중 ALB을 감소시킨다는 결과와 유사한 결과라고 할 수 있다(Kwon et al., 2005). 혈중 BUN의 경우 사료영양가에서는 차이가 나타나지 않았지만 비육후기에서 높게 나타나는 경향이 있었다($p > 0.05$). Huntington et al.(1996)은 배합사료 급여량이 늘어날수록 혈중 BUN은 높아진다고 보고하였으므로 본 결과와 유사한 결과를 나타냈다고 할 수 있다. 혈중 NEFA의 농도는 비육후기로 가면서 농도가 현저하게 증가하는 것을 확인했다. 선행연구에 의하면 제한급여를 할 경우 NEFA의 농도가 증가하지 않는 반면에 일반적인 급여를 할 경우 NEFA의 농도가 증가한다고 보고 하였다(Ellenberger et al., 1989). 이 연구에 의하면 430 kg에서 510 kg까지의 기간에만 측정을 하였는데 이는 한우의 비육전기에 해당하는 기간으로 증가폭이 크지는 않았다. 본 연구에 의하면 혈중 NEFA의 증가폭이 크게 나타나 이는 외국의 비육기간에 비하여 한우는 30개월령으로 길게 나타나므로 오랜 비육은 지속적인 NEFA의 증가를 가져온다고 할 수 있다. 비육후기에서 TG의 농도가 감소하면서 NEFA의 농도가 증가하는 것은 비육후기로 갈수록 각 조직의 지방분해작용이 많이 일어나고 있다는 것을 나타내고 있고 이는 근육내의 지방들에게 지방산을 공급하여 근내와 근간지방의 생합성이 활발히 이루어지는 것이라고 추정할 수 있다.

Table 5. Serum compositions of Hanwoo steers depending on the high energy or control diet.

Items	Fattening time				SE	p-value		
	Early (12 - 19 mo)		Final (20 - 29 mo)					
	CONT	HIGH	CONT	HIGH		Time	Diet	TxD
ALB	3.68a	3.44b	3.41b	3.51ab	0.07	0.1616	0.3344	0.0180
GLU	69.10	75.35	67.63	75.36	2.62	0.7732	0.0064	0.7715
TG	21.69ab	23.23b	21.17b	18.00c	1.21	0.0149	0.4883	0.0456
TP	7.07a	6.81b	6.75b	7.15a	0.14	0.9774	0.5867	0.0160
IP	8.50	8.76	7.11	7.59	0.20	0.0001	0.0590	0.5761
NEFA	175.06	162.90	329.93	329.52	13.1	0.0001	0.6222	0.6452
CHO	243.81a	203.72b	233.33a	227.70	8.22	0.3955	0.0044	0.0310
BUN	16.81	17.11	18.57	22.01	1.94	0.0762	0.3191	0.4028
GOT	92.13	105.15	121.13	124.46	5.71	0.0001	0.1395	0.3801
GPT	26.06	23.57	22.82	21.46	0.55	0.0001	0.0004	0.2870

CONT: control diet, HIGH: high energy diet, ALB: albumin (g/dl), GLU: glucose (μg/dl), TG: triglyceride (mg/dl), TP: total protein (g/dl), IP: phosphorous (mg/dl), NEFA: non-esterified fatty acid (μEq/L), CHO: cholestrol (mg/dl), BUN: bovine urea nitrogen (mg/dl), GOT: glutamic oxaloacetic transaminase (U/dl), GPT: glutamyl transpeptidase (U/dl)
Different letters in the same row differ significantly ($p < 0.05$).

거세한우 처리구별 도체성적과 이화학적 분석의 차이는 각각 Table 6과 7에 나타내었다. 각 처리구별로 전체 도체성적과 이화학적 분석에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$). 육량을 결정하는 등심단면적과 도체중에서 고 에너지 급여구가 수치적으로 높고 등지방두께는 낮은 경향이 있으나 유의적 차이는 없었다($p > 0.05$). 근내지방도 역시 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 등심시료의 이화학적 분석에서는 육색에서 처리구간 차이가 나타나지 않았고 지방과 단백질 성분 또한 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 선행연구에 따르면 고급육 사양에서는 곡물위주의 고 에너지 사료에서 근내지방도가 높게 나타나는 경향이 있는데(Smith et al., 2009) 본 연구에서는 근내지방도 뿐만 아니라 다른 도체성적이 사료의 에너지가와의 영향은 받지 않았다.

Table 6. Carcass characteristics of Hanwoo steers depending on the high energy or control diet.

Carcass traits	Diets		p-value
	CONT	HIGH	
Back fat thickness (mm)	14.58 ± 1.29	12.60 ± 1.36	0.3051
Rib eye area (cm^2)	81.58 ± 1.93	83.70 ± 2.14	0.4709
Carcass weight (kg)	420.83 ± 5.23	438.90 ± 5.36	0.4640
Dressing percentage	62.80 ± 0.85	64.60 ± 1.20	0.2242
Marbling score	4.75 ± 0.54	4.60 ± 0.81	0.8750
Meat color	4.75 ± 0.13	5.00 ± 0.21	0.3087
Fat color	2.67 ± 0.14	2.60 ± 0.16	0.7603
Texture	1.25 ± 0.13	1.40 ± 0.16	0.4759
Maturity	2.00 ± 0.00	2.00 ± 0.00	-

CONT: control diet, HIGH: high energy diet.

Table 7. Physico-chemical characteristics of Hanwoo steers depending on the high energy or control diet.

Physco-chemical Analysis		Energy		p-value
		CONT	HIGH	
Meat color	CIE L	38.72 ± 0.72	38.53 ± 0.87	0.8556
	a	20.24 ± 0.41	20.02 ± 0.71	0.7879
	b	9.22 ± 0.27	9.10 ± 0.43	0.8152
	Hunter L	32.43 ± 0.64	32.27 ± 0.77	0.8694
	a	15.90 ± 0.40	15.72 ± 0.66	0.8069
	b	6.03 ± 0.19	5.95 ± 0.29	0.8216
Moisture (%)		62.14 ± 1.37	62.53 ± 1.55	0.8507
Fat (%)		15.97 ± 1.86	15.68 ± 2.11	0.9167
Protein (%)		20.14 ± 0.49	20.11 ± 0.59	0.9611
Ash (%)		0.88 ± 0.02	0.86 ± 0.02	0.5135

CONT: control diet, HIGH: high energy diet.

Conclusions

본 시험은 거세한우 24두를 완전임의배치하고 일반배합사료와 고 에너지 배합사료(+3% TDN)을 급여하여 성장, 혈액성상 및 도체중의 변화를 비교하였다. 체중, 일당증체량, 사료요구율에서는 고 에너지를 급여한 거세한우와 일반 사육한 거세한우에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 하지만 건물섭취량에서는 고 에너지 급여 군이 낮게 나타났다. 거세한우의 비육전기와 비육후기 사양 중 혈중 생리활성물질들은 사료의 에너지가에 영향을 받는 것으로 나타났다. 비육기간과 고 에너지사료 급여에 따라서 혈중 ALB, TG, TP, 및 CHO의 농도에서 유의적인 차이가 나타났고, 특히 지방생합성에 관계된 TG는 비육후기 감소하였고 NEFA의 농도는 후기로 갈수록 증가하였다. 비육전기와 비육후기 모두 고 에너지 급여구에서 혈중 GLU 농도가 높게 나타난 것으로 봐서 사료와 같은 환경적인 변화들이 혈중 대사관련 생리활성 물질들의 활성에 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 육질과 육량관련 분석에도 처리구간 차이가 나타나지 않았고 등심내의 각종 지방산과 이화학적 분석에서도 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

Acknowledgements

본 연구는 2016년도 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ010091002)의 지원에 의하여 수행하였습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

References

AOAC, 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington D.C. U.S.A.

Arave CW, Miller RH, Lamb RC. 1975. Genetic and environmental effects on serum cholesterol of dairy cattle of various ages. Journal of Dairy Science 58:3-11.

Chung KY, Lunt DK, Choi CB, Chae SH, Rhoades RD, Adams TH, Booren B, Smith SB. 2006. Lipid characteristics of subcutaneous adipose tissue and M. longissimus thoracis of Angus and Wagyu steers fed to US and Japanese endpoints. Meat Science 73:432-441.

Chung KY, Lunt DK, Kawachi H, Yano H, Smith SB. 2007. Lipogenesis and stearoyl-Co A desaturase gene expression and enzyme activity in adipose tissue of short- and long-fed Angus and Wagyu steers fed corn-or hay-based diets. Journal of Animal. Science 85:380-387.

Crouse JD, Cundiff LV, Koch RM, Koohmaraie M, Seideman SC. 1989. Comparisons of Bos indicus and Bos taurus inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. Journal of Animal Science 67:2661-2668.

Ellenberger MA, Johnson DE, Carstens GE, Hossner KL, Holland MD, Nett TM, Nockels CJ. 1989. Endocrine and metabolic changes during altered growth rates in beef cattle. Journal of Animal Science 67:1446-1454.

Folch J, Lees M Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry 226:497-509.

Gorocica-Buenfil MA, Fluharty FL, Bohn T, Schwartz SJ, Loerch SC. 2007. Effect of low vitamin A diets with high-moisture or dry corn on marbling and adipose tissue fatty acid composition of beef steers. Journal of Animal Science 85:3355-3366.

Hida Y, Kawada T, Kayahashi S, Ishihara T, Fushiki T. 1998. Counteraction of retinoic acid and 1,25-dihydroxyvitamin D3 on up-regulation of adipocyte differentiation with PPARγ ligand, and antidiabetic thiazolidinedione in 3T3-L1 cells. Life Science 62:205-211.

Huntington GB, Zetina EJ, Whitt JM, Potts W. 1996. Effects of dietary concentrate level on nutrient absorption, liver metabolism, and urea kinetics of beef steers fed isonitrogenous and isoenergetic diets. Journal of Animal Science 74:908-916.

Kim DH, Kim KH, Nam IS, Kim WY, Yeo JM, Lee SS, Ju JC, Oh YK. 2012. Comparison of blood metabolites and enzyme activities at different slaughter ages of Hanwoo cattle. Journal of Animal Science and Technology 54:443-448.

Kwon EG, Hong SK, Seong HH, Yun SG, Park BK, Cho YM, Cho WM, Chang SS, Shin KJ, Paek BH. 2005. Effects of Ad libitum and restricted feeding of concentrates on body weight gain, feed intake and blood metabolites of Hanwoo steers at Various growth stages. Journal of Animal Science and Technology 47:745-758.

Montgomery JL, Blanton Jr JR, Horst RL, Galyean ML, Morrow Jr KJ, Wester DB, Miller MF. 2004. Effects of biological type of beef steers on vitamin D, calcium, and phosphorus status. Journal of Animal Science 82:2043-2049.

Morrison WR, Smith LM. 1964. Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from lipid with boron fluoridemethanol. Journal of Lipid Research 5:600-608.

Smith SB, Crouse JD. 1984. Relative contributions of acetate, lactate, and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. Journal of Nutrition 114:792-800.

Smith SB, Kawachi H, Choi CB, Choi CW, Wu G, Sawyer JE. 2009. Cellular regulation of bovine intramuscular adipose tissue development and composition. Journal of Animal Science 87:E72-E82 .

Torii S, Matsui T, Yano H. 1996. Development of intramuscular fat in Wagyu beef cattle depends on adipogenic or antiadipogenic substances present in serum. Animal Science Journal 63:73-78.