

고에너지 사양이 육종가 배치별 거세한우의 성장, 도체, 및 혈액성상에 미치는 영향

정기용^{1*} · 이승환² · 장선식¹ · 이은미¹ · 김현주¹ · 박보혜¹ · 권응기¹

¹농촌진흥청 국립축산과학원 한우연구소, ²충남대학교 동물자원학과

Effects of high energy diet on growth performance, carcass characteristics, and blood constituents of Hanwoo steers distributed by estimated breeding value for meat quality

Ki-Yong Chung^{1*}, Sung-Hwan Lee², Sun-Sik Chang¹, Eun-Mi Lee¹, Hyun-Joo Kim¹, Bo-Hye Park¹, Eung-Ki Kwon¹

¹Hanwoo Research Institute, National Institute of Animal Science, R. D. A. Korea

²Chung Nam National University, Animal Sciences

Received on 21 August 2015, revised on 9 September 2015, accepted on 15 September 2015

Abstract : This study was to investigate the effect of high energy diet on characteristics of Hanwoo steers distributed by estimated breeding value (EBV). The aim of this experiment was to determine the effect of high energy diet on the high and low beef group distributed by EBV for quality grades. We hypothesized that high energy diet is able to increase quality traits in high EBV groups when fed a high energy diet. A 2 × 2 factorial arrangement (High energy, control vs high EBV, low EBV) in a completely random design was used to feed 26 Hanwoo steers. Blood was drawn from each steers from 11 to 28 months. ADG and feed efficiency were not different between high energy and control diet (P>0.05). The level of DMI was greater at calf and early fattening diet in low EBV groups (P<0.05). Serum glucose and tryglyceride concentrations were increased (P<0.05) by high EBV group from 22 to 28 month old. Serum NEFA concentration were plateau at 24 months at high EBV group and steady reduced by high energy diet (P<0.05). This data indicated that high energy diets increased serum glucose and triglyceride concentrations of high EBV steers at final fattening period.

Key words : High energy diet, EBV, Hanwoo steers, Blood composition

I. 서론

현재까지 국제 쇠고기시장의 개방 압력을 대비한 한우의 경쟁력 제고를 위해 꾸준히 노력해온 결과 지난 몇 십년간의 우리나라의 한우산업은 제도적 또는 효율적으로 많은 개선이 되어왔다. 하지만 한미 FTA체결 결과로 한우 사육 농가의 수와 소득이 감소할 것으로 전망되고 있고 한우 생산비와 수익이 외부환경요인에 의해 영향을 받을 것으로 예상되는바, 우리나라 한우산업은 여전히 효율적인 방안과 수입육과의 차별화가 필요하다. 이러한 이유로 한우의 차

별화 능력을 키우기 위하여 고급육 생산개체 선발을 위한 연구를 꾸준히 해오고 있다. 지금까지의 고급육 생산 가능성이 많은 한우개체를 선발하는데 유전, 육종학적인 방법이 많이 사용되어왔다. 하지만 대부분의 한우농가에서는 여전히 개체의 유전적인 면을 고려하지 않고 20개월 정도의 긴 비육기간 동안 일괄적으로 사육되는 경우가 많이 있다.

비육우의 육량과 육질은 기본적으로 유전에 의한 영향을 받게 되지만, 사양방법과 환경에 의해서 영향을 많이 받게 된다(Crouse et al., 1989). 특히 고급육 사양에서는 비육우의 품종, 사료의 종류, 그리고 도축기간에 의해서 최종육질에 영향을 미치게 된다(Chung et al., 2006). 선행연구의 결과에 의하면 29개월령의 육성기, 비육전, 중, 후기로

*Corresponding author: Tel: +82-33-330-0613

E-mail address: cky95@korea.kr

구분되는 비육기간이 한우의 비육시스템에는 적합하다는 보고가 되었고(NIAS, 2003), 초음파 측정을 통한 비육기간 연장을 추정할 수 있는 연구가 되어왔다(NIAS, 2007). 육질에 관한 육종가(breeding value)를 추정하여 우수한 개체를 조기선발 할 수 있는 시도는 많이 되어져 왔으나 육질 향상을 위한 거세, 비육단계별 사료영양수준, 비육기간, 출하체중과 같은 사양기술과 연계하여 분석된 연구는 전무 하다. 육종가를 바탕으로 사양시스템을 개발하기 위해서는 기존의 사양방법과 비교하여 차별성을 제공할 수 있는 체계적인 사양방법과 비육기간 단축으로 인한 육질의 손실을 막을 수 있는 최적 기간 설정과 단축시 발생할 수 있는 생리대사 작용들의 정확한 분석이 필요하다고 생각된다.

선행연구를 보면 고급육 생산프로그램이 잘 발달한 일본의 경우 초음파를 이용한 육질판정과 근내지방도 개선을 위한 지방세포의 생리 기전, 근내지방 축적을 위한 소화대사에 관하여 꾸준히 연구를 하고 있다. 미국과 유럽에서는 혈청내 성분들이 비육우의 근내지방과 근육성장에 관여하는 영양물질을 탐색하고 그 작용 기전을 연구하고 있다(Smith et al., 2009). 선행연구에서 나타난바 비타민 A와 비타민 D는 근내지방 발달을 저해하고 혈중 비타민 A의 농도는 근내지방도와 음의 상관관계를 가지고 있다(Torii et al., 1996; Suryawan and Hu 1997; Ohayama et al., 1998 Adachi et al., 1999). 반대로 비타민 C의 경우 지방세포의 발달을 촉진하면서 결론적으로는 근내지방도를 높혀준다는 보고가 있다(Kawada et al., 1990; Takahashi et al., 1999). 따라서 본 연구는 개체별 육종가를 이용하여 배치된 거세한우를 이용 고에너지 사료와 일반사료를 급여한 사양 조건을 이용하여 사양성적, 도체성적, 및 혈액내 성분분석을 통해 사양시스템에 적용 가능한 데이터를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 공시동물

본 연구는 2012년부터 2013년도까지 국립축산과학원 한우연구소에서 사육되는 거세한우 26두(개시체중 150 ± 12 kg)를 공시하였고, 시험구 배치는 육종가별(high, low) 및 사양별(High energy, control)로 완전임의 배치하여 수행하였다. 처리방법은 고에너지와 일반사료의 처리구로 거세

한우 각 13두씩을 배치하였고 우방에는 2두씩 13우방을 이용하였다. 육종가(breeding value)는 혈통과 표현형정보를 이용 육종가를 추정한 후 가중치를 6을 곱하여 육질지수를 도출 및 이용하여 고능력(H)와 저능력(L)을 선발하였다.

(1) 공시동물의 육종가 추정

본 연구에 이용된 공시동물은 강원도 평창군에 소재한 국립축산과학원 한우연구소의 시험축으로 총 8,779두의 혈통정보와 1,200두의 표현형 정보를 이용하여 육종가를 추정하였다. 육종가 추정은 다음의 선형모형을 이용하여 분석 하였다.

$$Y = X\beta + Zu + e$$

$$\text{Var} \begin{bmatrix} u \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 \\ 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

여기서 Y 는 도체형질 관측치, X 는 고정효과에 대한 발생행렬이고, Z 는 상가적 유전효과의 발생행렬, u 는 상가적 유전효과, e 는 임의 환경효과이다. 그리고 A 는 개체혈연계수행렬, I 는 대각성분이 1인 단위행렬(identity matrix)이며, σ_a^2 와 σ_e^2 는 각각 상가적 유전분산과 임의 환경 분산이다. 가축의 육종가 추정은 단형질 개체모형을 이용하여 ASREML에서 분석하였다(Gilmour et al., 2006). 총 4개 형질에 대한 육종가를 각 형질별 단형질 분석을 통하여 분석하여 공시동물의 추정육종가를 추출하여 사양실험에 공시 하였다.

2. 시험사료 및 사양관리

시험축은 콘크리트 재질 바닥의 톱밥 우사에서 군집사육하면서 배합사료는 1일 급여량(Table 1)을 2회(08:00, 16:00) 균등분배하여 부족하지 않도록 제공하였고, 조사료는 자유채식토록 하였다. 물과 무기물은 항상 섭취할 수 있도록 하였다. 고에너지 사료는 일반사료와 비교하여 TDN값을 약 3% 증가시켜 급여하였다(Table 2). 시험축에 사용된 거세한우의 육성기때부터 비육후기까지 대조구와 비교하여 3%증가시킨 TDN 배합사료를 급여하였다. 시험에 이용한 사료는 시판되는 거세우 비육용 배합사료와 강원도 지역에 생산된 볏짚을 이용하였다. 시험사료의 일반

Table 1. Feeding management of experimental animals.

Items	Month of feeding		
	Growing	Early fattening	Late fattening
Concentrate (BW, %)	1.5 - 1.6	1.6 - 1.8	1.9 - <i>ad libitum</i>
Forage	Hay	Rice straw <i>ad libitum</i>	Rice straw

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

Items	Concentrate Energy						Hay	Rice straw
	Growing		Early fattening		Late fattening			
	Control	High	Control	High	Control	High		
DM ¹⁾	87.73	87.69	87.79	87.94	87.43	87.57	90.13	91.43
CP ²⁾	16.00	16.48	13.00	13.39	12.38	12.75	15.87	4.39
EE ³⁾	3.42	3.76	3.74	4.57	4.11	5.04	2.78	2.36
CA ⁴⁾	9.12	8.48	9.04	8.62	7.51	7.09	7.15	13.07
NDF ⁵⁾	28.25	27.10	27.61	26.85	25.34	26.63	76.29	70.21
ADF ⁶⁾	11.36	10.84	10.84	10.35	10.12	8.82	40.15	38.13
TDN ⁷⁾	70.53	72.65	71.00	73.13	74.00	76.22	53.00	44.00

¹⁾DM : Dry matter, ²⁾CP : Crude protein, ³⁾EE : Ether extract, ⁴⁾CA : Crude ash, ⁵⁾NDF : Neutral detergent fiber, ⁶⁾ADF : Acid detergent fiber, ⁷⁾TDN : Total digestible nutrients

성분 함량은 각각의 시료(2.0 kg)를 수집하여 AOAC 방법에 준하여 분석하여 Table 2에 나타내었다.

고에너지 사료는 일반사료와 비교하여 TDN값을 3% 증가시켜 급여하였다(Table 2). 시험축에 사용된 거세한우의 육성기때부터 비육후기까지 대조구와 비교하여 3%증가시킨 TDN 배합사료를 급여하였다.

3. 조사항목

체중조사는 시험 개시일부터 종료 시까지 생축장 시험축사 내에 설치된 우형기(CAS Korea, Newton HT-501A)로 1개월 간격으로, 오전 사료급여 전에 측정하였고, 일당중 체량은 이전 체중에서 금회 측정된 체중의 차를 사육 일수로 나누어 구하였다. 사료섭취량은 오전 사료급여 전 사료 급여기 내의 잔량을 조사한 후 전날 급여량에서 공제한 값을 섭취량으로 계산 하였다. 혈액채취는 체중 측정시 동일 아침 오전 사료급여 전에 채취를 한 후 혈청을 분리 냉동보관 하였다. 혈청내의 생리활성물질인 albumin (ALB), glucose (GLU), total protein (TP), ionized phosphorus (IP), non-esterified fatty acid (NEFA), triglyceride (TG)의 농도를 혈청분석기(Hitachi 7020., Japan)를 이용하여 분석하였다. 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 단백질은 동이온과 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

Table 3. Growth performance and feed intake of Hanwoo steers depends on breeding value.

Items	Breeding Value/Diet				SE ⁸⁾	p-value		
	BV(H) ¹⁾		BV(L) ²⁾			BV	Diet	BxD ⁹⁾
	Cont ³⁾	High	Cont	High				
Initial BW ⁴⁾ (kg)	234.0	221.3	224.0	233.2	11.7	0.9393	0.8857	0.3796
Final BW (kg)	705.4	695.0	686.2	718.2	24.4	0.9394	0.6753	0.4127
ADG ⁵⁾								
Growing (8-11mo)	0.69	0.75	0.84	0.70	0.08	0.5458	0.6425	0.2302
Early (12-19mo)	0.58	0.55	0.52	0.56	0.05	0.6758	0.9555	0.6514
Late (20-27mo)	1.09	1.05	0.97	1.11	0.10	0.7614	0.6247	0.4252
DMI ⁶⁾								
Growing (8-11mo)	5.76	5.77	6.04	6.04	0	0.0001	0.0001	0.0001
Early (12-19mo)	8.62	8.58	8.64	8.65	0.02	0.0273	0.3731	0.1050
Late (20-27mo)	10.34	9.78	10.04	10.24	0.11	0.8787	0.5182	0.0230
F/G ⁷⁾								
Growing (8-11mo)	8.47	8.57	7.73	8.29	0.70	0.4881	0.6542	0.7519
Early (12-19mo)	15.12	15.36	13.99	14.88	0.84	0.3669	0.5207	0.7129
Late (20-27mo)	9.30	8.04	8.64	8.60	0.52	0.9201	0.2423	0.2699

¹⁾High breeding value²⁾Low breeding value³⁾Control diet⁴⁾Body weight⁵⁾Average daily gain⁶⁾Dry matter intake⁷⁾Feed to gain of body weight⁸⁾Standard error⁹⁾Breeding value x Diet interactions

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.

도체조사는 사양시험이 종료된 공시축을 대관령면 평창 소재 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 도축과정 중 박피 후 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 분석하였으며(AOAC, 1995), 육색은 근육을 절단하여 공기 중

에 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.

통계처리를 위해서 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.

III. 결과 및 고찰

1. 발육 및 사료섭취량

거세한우 육종가에 따른 영양사양에 따른 성장체중 분석은 Table 3에 나타내었다. 성장과정중 체중의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 하지만 육종가가 낮은 그룹에서는 고에너지 사료 급여구에서 체중이 높게 나타나는 경향이 있었고 육종가가 높은 그룹에서는 저에너지 급여구에서 체중이 높게 나타나는 경향이 있었다.

일당중체량의 경우 육성기, 비육전기, 비육후기 모두 유의적인 차이가 나타나지 않았다($P>0.05$). 건물 섭취량은 육성기와 비육전기에 낮은 육종가에서 높게 나타났고 높은 육종가 그룹에서는 고에너지 급여구에서 가장 작게 나타났다($P<0.05$). 그러나 비육후기에서는 차이가 나타나지 않았다. 사료섭취율에서는 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다(Table 8; $P>0.05$).

2. 혈액 성분

혈청내 생리활성물질들을 분석한 결과 성장월령에 따라서 사료의 에너지가와 육종가에 따라서 유의적인 차이가 있는 월령이 있으나 번이의 폭이 크게 나타났다. 육성기와 비육전기까지는 전체적으로 큰 변화가 나타나지 않았으나, 비육후기인 20개월령 이후로 가면서 혈중 생리활성 물질의 차이가 나타났다. 육종가가 높은 시험구에서 21개월에서 26개월까지 혈중 포도당과 중성지방의 농도가 높게 나타났으나($P<0.05$), 혈중 알부민과 단백질 성분들은 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 유리지방산의 경우 24개월령까지는 고 육종가 시험구에서 높게 나타났으나 비육후기로 가면서 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 본 연구에서는 비육후기의 혈중 포도당과 중성지방의 농도는 도체등급(Table 3)과도 상관관계가 있는 경향이 나타났다. 이러한 결과로 한우 거세우의 비육 후기사료에 의해서 영향을 받는 것 못지않게 육종가에 의한 영향을 많이 받는 것으로 보이고, 특히 비육후기 혈청물질이 많은 영향을 미치리라 사료된다. 특히 혈중 포도당의 농도는 높은 육종가 시험구에서 21개월령 이후에 지속적으로 높게 나타나고 낮은 육종가 그룹에서는 고영양 사료급여구 임에도 불구하고 혈중 포도당의 농도가 낮게 나타나므로 혈중 포도당의 농도가 육종가와 같은 유전적인 영향을 받고 있다는 것을 알 수 있다.

혈중에 존재하는 대사물질은 가축의 영양소 이용과 대사를 직접적으로 측정할 수 있어 영양생리 연구에 중요한 지표로 알려져 있다(Kwon et al., 2005; Raghuvansi et al., 2006). 혈중 포도당은 반추동물의 지방 생합성을 하는데 중요한 요소로 작용한다고 알려져 있는데(Choi et al., 2009, Vernon 1992), 특히 근내지방 조직의 지방생합성의 주요 원료물질로 사용된다(Smith and Crouse, 1984). Kwon 등(2005)의 연구에서는 74 - 99 mg/dl, Choi 등

(2009)의 연구에서는 약 70 - 85 mg/dl 수준이었는데, 본 연구에서는 59 - 99 mg/dl로 선행연구의 연구결과와 유사한 농도로 나타났다. 위의 결과에서 알 수 있듯이 영양소공급량에 따른 처리구간 혈액 내 대사물질의 농도는 다소 차이를 나타내었는데 혈중 대사물질은 발육(Table 4) 및 도체 특성(Table 5)과 상관관계가 있는 것으로 판단된다.

혈중 알부민은 조직의 단백질 합성량이 증가하면서 전구물질인 알부민이 혈중으로 유입되는 데(Gill, 1999) 일반적으로 수소의 경우 거세우 보다 혈중 알부민 농도가 높게 나타난다고 알려져 있다(Galbraith et al., 1978). 본 연구의 결과에서는 비육후기의 거세한우에서 처리구에 따른 알부민의 농도의 변화가 없는 것으로 보아 육종가 뿐만 아니라 사료의 영양성분에도 영향을 많이 받지 않는 것으로 나타났다. 혈중 중성지방의 경우 비육후기로 가면서 고 육종가 그룹에서 높게 나타났다($P<0.05$). 이러한 결과는 혈중 중성지방의 농도는 유전적인 영향을 많이 받는다는 것을 알 수 있고 연령이 높아질수록 농도가 더 높아진다. 선행연구에 의하면 거세우의 배합사료 자유채식이 제한 급여에 비해 높은 중성지방을 유발한다는 보고가 있다(Kwon et al., 2005). 하지만 중성지방의 농도가 거세한우의 육종가와 같은 유전적인 차이에 의해서 발생한다는 것은 이번 연구에서 새롭게 보여주는 결과라고 할 수 있다.

전체 비육기간동안의 혈청물질의 변화를 보면 환경의 영향을 많이 받는 것을 확인할 수 있었다. 혈청 알부민의 농도 변화를 보면 처리구별 유의적인 차이는 나타나지 않지만 15개월령에 전체농도가 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 이 시기는 호한기 기간으로 알부민 뿐 아니라 인, 유리지방산 및 단백질의 농도 또한 감소한 것을 볼 수 있다. 또한 비육후기의 혈중 포도당의 농도가 높게 유지되는 경향으로 보아 포도당이 육질 등급에 영향을 미치는 가능성을 확인할 수 있었다. 이러한 결과로 혈중 생리활성물질들은 비육기간동안 환경의 영향을 받게 되는데 특히 사료의 에너지 뿐만 아니라 낮은 온도에 의한 생리적인 영향을 많이 받는 것으로 확인되었다.

3. 도체 특성

육종가와 사료의 에너지가에 의한 거세한우 비육시 도체 특성은 Table 5에 나타내었다. 육량특성에서 도체중은 저 육종가 그룹의 일반사료 급여구에서 가장 작고(385) 저 육

Table 4. Serum parameters of Hanwoo steers according to the treatment of diets or breeding value.

Items	Breeding Value/Diet				SE ⁸⁾	p-value		
	BV(H) ¹⁾		BV(L) ²⁾			BV	Diet	BxD ⁹⁾
	Cont ³⁾	High	Cont	High				
ALB²⁾								
Growing	3.64	3.59	3.48	3.69	0.07	0.6595	0.2797	0.0822
Early	3.45	3.27	3.30	3.35	0.10	0.7630	0.5679	0.2832
Late	3.58	3.54	3.55	3.59	0.02	0.6959	0.9598	0.1447
Final	3.39	3.20	2.88	3.45	0.16	0.4456	0.2536	0.0303
GLU³⁾								
Growing	81.57	79.18	78.28	81.04	2.59	0.8052	0.9596	0.3505
Early	90.66	75.91	83.10	80.23	2.38	0.5139	0.0005	0.0178
Late	70.27	73.18	72.19	63.71	2.09	0.0852	0.2039	0.0097
Final	85.29	81.29	73.67	70.67	5.76	0.0769	0.5651	0.9343
TG⁴⁾								
Growing	22.75	20.82	19.41	21.38	0.98	0.1762	0.9884	0.0597
Early	26.20	17.63	21.97	16.83	1.39	0.0859	0.0001	0.2389
Late	22.98	27.16	23.69	17.24	1.95	0.0247	0.5768	0.0097
Final	31.86	25.71	18.83	16.83	2.54	0.0004	0.1390	0.4431
TP⁵⁾								
Growing	9.51	7.13	6.82	7.25	1.29	0.3393	0.4648	0.2986
Early	6.61	6.34	6.41	6.51	0.20	0.9536	0.6772	0.3760
Late	6.83	6.95	6.90	7.42	0.18	0.1537	0.0927	0.2844
Final	6.43	6.09	5.58	6.35	0.33	0.4092	0.5457	0.1224
IP⁶⁾								
Growing	8.35	8.68	8.73	9.13	0.18	0.0262	0.0503	0.8629
Early	7.53	7.27	7.31	7.05	0.21	0.3342	0.2439	0.9889
Late	7.47	7.59	7.76	7.48	0.07	0.2898	0.3166	0.0183
Final	6.77	6.41	5.53	6.75	0.28	0.3964	0.4373	0.0556
NEFA⁷⁾								
Growing	301.4	331.0	258.5	262.0	18.1	0.0037	0.3804	0.4916
Early	217.7	227.3	221.9	232.7	18.1	0.8009	0.5896	0.9740
Late	316.7	328.1	316.5	227.5	11.7	0.0380	0.2580	0.0395
Final	180.4	264.7	216.2	225.3	26.0	0.9469	0.0982	0.1790

¹⁾Control diet, ²⁾ALB: albumin (g/dl), ³⁾GLU: glucose (mg/dl), ⁴⁾TG: triglyceride (mg/dl), ⁵⁾TP: total protein (g/dl), ⁶⁾IP: phosphorus (mg/dl), ⁷⁾NEFA: non-esterified fatty acids (g/dl), ⁸⁾Standard error, ⁹⁾Breeding value × Diet interactions

종가 그룹의 고에너지 사료 급여구에서 가장 높은(397) 수치를 나타냈지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다($P > 0.05$). 등지방 두께의 경우 고 육종가가 시험구에서 높은 경향을 나타내고, 등심단면적은 저 육종가 그룹에서 높은 수치를 나타냈지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ($P > 0.05$). 흥미로운 결과는 저 육종가 그룹에서는 육량지수가 높게 나타나고, 육종가가 높은 그룹에서는 등지방 두께가 높게 나타나는 경향이 있었다. 이는 육종가의 차이가 수치적으로 지방과 근육의 분포에 영향을 미치는 것이다. 근내 지방은 처리구별로 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 하지만 수치적으로는 고육종가의 고에너지 사료급여구에서

가장 높게 나타나고 저육종가 고에너지 급여구에서 가장 낮게 나타났다. 이는 비육후기(20개월 - 27개월)의 혈중 포도당 농도 분포와 유사한 패턴을 가지고 있었다(Table 4). 이러한 결과는 한우의 근내지방도가 혈중 포도당의 농도에 영향을 받을 가능성을 보여주었다. 비육기간중 한우의 근내지방도의 발달은 연령과 사료의 에너지가에 영향을 많이 받게 되는데, 이와 유사한 결과로 유전적으로 유사한 화우의 성장과 사양시험에서 연령이 증가할수록, 사료의 에너지가가 증가할수록 근내지방도가 높아진다는 보고가 있었다(Chung et al., 2006). 또한 이 연구에서는 외국의 고급종인 앵거스의 경우 연령과 에너지가 증가하면 등지방

Table 5. Carcass characteristics of Hanwoo steers depends on diets or breeding value.

Items	Breeding Value/Diet				SE4)	p-value		
	BV(H) ¹⁾		BV(L) ²⁾			BV	Diet	BxD ⁵⁾
	Cont ³⁾	High	Cont	High				
Yield traits								
Carcass weight (kg)	391.00	390.86	385.33	397.67	16.5	0.9716	0.7246	0.6980
Backfat thickness (mm)	10.86	8.57	8.00	8.17	1.70	0.3315	0.5255	0.4632
Ribeye area (cm ²)	78.29	79.00	82.83	80.33	2.97	0.3152	0.7579	0.5800
Yield index	65.42	66.94	67.93	67.21	1.24	0.2572	0.7402	0.3563
Quality traits								
marbling score	2.86	3.43	3.33	2.00	0.71	0.4917	0.5815	0.1758
Meat color	5.00	5.00	5.00	5.00				
Fat color	3.57	3.29	3.50	3.50	0.22	0.7344	0.4991	0.4991
Texture	1.71	1.86	1.67	2.00	0.17	0.7682	0.1498	0.5567
Maturity	2.00	2.00	2.00	2.00				

¹⁾High breeding value

²⁾Low breeding value

³⁾Control diet

⁴⁾Standard Error

⁵⁾Breeding value × Diet interactions

두께가 급속히 증가하는 반면 화우의 경우 크게 증가하지 않는다는 보고를 하였는데, 본 연구에서도 선행연구와 유사한 결과로 한우의 등지방 두께가 유의적으로 증가하지 않는다는 것을 확인 하였다(Table 5).

IV. 요약

본 연구는 육종가를 이용하여 배치한 거세한우에 고에너지 사료를 급여하여 성장, 도체성적 및 혈액성분의 변화에 대하여 분석을 해보았다. 육종가의 적용은 소고기 고급육이 가능한 개체를 선발하는 방법으로 사용되어져 왔다. 본 연구는 육종가에 의해 고, 저로 나누어진 한우그룹에 고에너지 사료를 급여효과를 알아보기 위해 수행되었다. 고육종가 그룹에서 고에너지 사료를 급여할 경우 도체성적이 높아진다는 가정을 하였다. 연구를 수행하기 위해 26마리의 거세한우를 이용하여 2 × 2 완전임의배치를 하였다(고에너지, 일반사양 과 고육종가, 저육종가로 배치). 체중, 일당중체량, 건물섭취량, 사료요구율의 결과로 고 육종가 그룹에서 수치적으로 높게 나타났다. 혈청성분분석 결과로 비육후기(20 - 27개월령)의 혈청성분중 포도당과 중성지방 농도가 고육종가 그룹에서 유의적으로 높게 나타났고

이는 도체성적에도 긍정적인 효과를 가져오는 것으로 나타났다. 하지만 선행연구에서 나타났던 혈중 알부민과 인의 성분은 도체등급에 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 도체중 분석에서는 근내지방도가 고육종가 그룹이 수치적으로 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 본 연구의 결과로 특정 혈중대사 성분들 중 포도당과 중성지방과 같은 지방대사에 관여하는 성분들은 비육후기 육종가가 높을 수록 높은 농도로 나타났고 이는 혈중 대사성분이 유전적인 영향에 의해서 변화가 된다는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2015년도 농촌진흥청 기관고유사업(과제번호 : PJ00941402)의 지원에 의하여 수행하였습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

Adachi K, Kawano H, Tsuno K, Nomura Y, Yamamoto N, Arikawa A, Tsuji A, Adachi M, Onimaru T, Ohwada K. 1999. Relationship between serum biochemical values and marbling scores in Japanese black steers. Journal of

- Veterinary Medical Science 61:961-964.
- Choi CW, Baek KH, Kim SJ, Oh YK, Hong SK, Kwon EK, Song MK, Choi CB. 2009. Effects of polyclonal antibodies to abdominal and subcutaneous adipocytes on ruminal fermentation patterns and blood metabolites in Korean native steers. *Journal of Animal Science & Technology* 51:231-240. [In Korean]
- 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.
- Crouse JD, Cundiff RM, Koch M, Koohmaraie T, 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.
- Galbraith H, Dempster DG, Miller TB. 1978. A note on the effect of castration on the growth performance and concentrations of some blood metabolites and hormones in British Friesian male cattle. *Animal Production* 26:339-342.
- Gill JM. 1999. High quality meat production by feeding fermented-brewery meal and grinding soybean in Hanwoo. Master. Thesis, Kangwon University. Chuncheon. Korea.
- Guilmour AR, Cullis BR, Harding SA, Thompson R. 2006. ASReml Update. What's new in Release 2.00, VSN International Ltd, Hemel Hempstead, HP1 1ES, UK.
- Kawada T, Aoki N, Kamei Y, Maeshige K, Nishiu S, Sugimoto E. 1990. Comparative investigation of vitamins and their analogues on terminal differentiation, from preadipocytes to adipocytes, of 3T3-L1 cells. *Comparative Biochemistry Physiology* 96:323-326.
- 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 & Technology* 47:745-758. [In Korean]
- National Institute of Animal Science (NIAS), 2003, Annual Report for Livestock Animal Research. [In Korean]
- National Institute of Animal Science (NIAS), 2007, Annual Report for Livestock Animal Research. [In Korean]
- Ohayama, M., K. Matsuda, S. Torii, T. Matsui, H. Yano, T. Kawada, and T. Ishihara. 1998. The interaction between vitamin A and thiazolidinedione on bovine adipocyte differentiation in primary culture. *Animal Science Journal* 76:61-65.
- Raghuvansi S, Tripathi M, Mishra A, Chaturvedi O, Prasad R, Saraswat B, Jakhmola R. 2006. Feed digestion, rumen fermentation and blood biochemical constituents in Malpura rams fed a complete feed-block diet with the inclusion of tree leaves. *Small Ruminant Research* 71:21-30.
- 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.
- Suryawan, A. and C. Y. Hu. 1997. Effect of retinoic acid on differentiation of cultured pig preadipocytes. *Animal Science Journal* 75:112-117.
- Takahashi E, Matsui T, Wakamatsu S, Yuri N, Shiojiri Y, Matsuyama R, Murakami H, Tanaka S, Torii S, Yano H. 1999. Serum vitamin C concentration in fattening and fattened beef cattle. *Animal Science Technology* 70:119-122.
- 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* 63:73-78.
- Vernon RG. 1992. Control of lipogenesis and lipolysis. In : The control of fat and lean deposition (Eds. Boorman, K. N., Buttery, P. J. and Lindsay, D. B.). Butterworth, Heinemann, Oxford.