

고에너지 사양이 비육후기 거세한우의 성장, 도체, 및 혈액성상에 미치는 영향

정기용* · 장선식 · 이은미 · 김현주 · 박보혜 · 권응기

농촌진흥청 국립축산과학원 한우연구소

Effects of high energy diet on growth performance, carcass characteristics, and blood constituents of final fattening Hanwoo steers

Ki Yong Chung*, Sun Sik Chang, Eun Mi Lee, Hyun Ju Kim, Bo Hye Park, Eung Gi Kwon

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

Received on 6 August 2015, revised on 9 September 2015, accepted on 15 September 2015

Abstract : The aim of this study was to examine the effects of high energy diet on growth 26mon, 28mon, and 30mon in Hanwoo at different ages. High energy diet required not only an amount of concentrate on days of fattening periods but also induced cost for the management. We hypothesized that high energy diet was able to reduce a fattening period to reach a certain quality grade. A 2 x 3 factorial arrangement (High energy, control vs 26, 28, 30month endpoints) in a completely random design was used to feed 48 Hanwoo steers. Four steers were fed in same pen and 12 pens were used for treatment. Blood was drawn from each steers on every other months during early, middle, and final fattening periods. Over all ADG and feed efficiency were not different between high energy and control diet ($P > 0.05$). Dry matter intake was induced 30 mo-old early and final fattening periods at high energy diet. Serum glucose concentration were increased ($P < 0.05$) at 30 and 26month old steers. Marbling scores were greater at 30 month old than 26 and 28 month old Hanwoo steers. Carcass weight of Hanwoo steers were greater at 30 mon-old groups than other groups. These result indicated that high energy diet (+3% TDN) and slaughter endpoint collectively contribute to the observed quality grade compositional differences among three final fattening periods of Hanwoo steers.

Key words : High energy diet, Carcass characteristic, Hanwoo steers, Blood composition

I. 서론

우리나라의 한우산업에서 한우의 경쟁력 제고를 위해 지금까지 꾸준히 개량과 사양프로그램의 개선을 해온 결과 10년 전에 비해 육량과 육질이 크게 개선되었다. 한우의 평균 도체중의 경우 1998년에 326 kg이었던 것에 비해 2014년은 평균 422 kg으로 약 100 kg 정도 증가하였고, 육질의 경우도 지속적인 개량이 되어서 근내지방도의 경우 1998년에 평균 No 4이었던 것에 비해 2014년은 평균 No 5로서 1단계 이상 증가한 것을 확인할 수 있다(KAPE, 2015). 더욱이, 도체등급제도 전면 실시 후 1등급 이상 출현율도 매년 증가하여 2014년은 63%일 정도로 육질등급이 상승하여 왔다.

이러한 상승효과가 가능한 것은 도체등급제의 실시 이후 한우의 육질등급 개선을 목표로 한우 개량이 효과적으로 이루어져 왔다는 것을 나타내고 있다. 또한 고급육 생산을 목표로 한 비육우 사양시스템의 개발 또는 확립이 이루어져 왔다. 일반적인 고급육 사양시스템의 특징은 육질 등급을 높이기 위해 고에너지 장기비육 방법을 많이 사용하고 있다. 현재 50두 이상을 사육하는 한우농가의 거세우 평균 출하월령은 30.2개월로서 한우의 비육 프로그램이 적용되어온 후로 사육 기간이 꾸준히 늘어왔다(NIAS, 2003). 장기비육을 실시할 경우 육질은 증가하는 반면 증체량이 둔화되고 사료효율이 저하됨으로써 전체적으로 생산비용이 증가된다. 현재 비육우 사료시장에서는 지속적인 국제 곡물가의 상승으로 수입 옥수수 가격이 상승하고 있고 배합사료의 가격도 계속해서 증가함으로 사료비 절감의 대처 방안이 절실히 요구되고 있다. 한우 소고기 생산비용 절감

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

E-mail address: cky95@korea.kr

을 위한 방안으로 현재의 일반적인 고급육 사양시스템에서 비육기간을 단축시킬 수 있는 방법을 이용하여 사료비와 인건비를 절감함으로써 생산비를 낮출 수 있을 거라 예상된다.

비육우의 육량과 육질은 기본적으로 유전에 의한 영향을 받지만, 사양방법과 환경에 의한 영향을 더 많이 받는다(Crouse et al, 1989). 특히 고급육 사양에서는 비육우의 품종, 사료의 종류, 그리고 도축기간에 의해서 최종육질에 영향을 미치게 된다(Chung et al, 2006; Kim et al, 2005). 선행연구의 결과에 의하면 29개월령의 육성기, 비육전·중·후기로 구분되는 비육기간이 한우의 비육시스템에는 적합하다 보고 되어왔다(NIAS, 2007). 북미 비육우의 육질은 비육기간이 길어질수록 육질등급이 개선된다고 하였다(Dolezal et al., 1982; Zinn et al., 1970). 하지만 비육기간의 증가는 등지방 두께와 같은 불가식 지방도 동시에 증가되므로 개체별 최적의 도체율을 얻을 수 있는 출하시기를 찾는 것이 필요하다. 최근 한우의 육질을 향상시키기 위하여 비육기간조정과 배합사료의 조건을 개선하는 방법에 관한 연구보고가 되고 있다(Kim et al., 2011; Cho et al., 2009). 하지만 이러한 결과를 얻기 위해서는 기존의 사양방법과 비교하여 차별성을 제공할 수 있는 사양방법과 비육기간 단축으로 인한 육질의 손실을 막을 수 있는 최적 기간 설정에 관련된 생리대사 작용들의 정확한 분석이 필요하다고 생각된다. 그러므로 이 과제에서는 현재 한우산업에서 일반적으로 적용되는 고급육 비육기간을 대조구로 하여 한우 거세우의 후기 비육기간 동안 발생하는 도체율의 차이와 혈액성상을 비교분석 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시동물

본 연구는 2011년부터 2013년도까지 대관령면 평창소재

평창영월정선축협 생육장에서 사육되는 거세한우 48두(개시체중 150±12 kg)를 공시하였고, 시험구 배치는 비육기간 별(26개월, 28개월, 및 30개월) 및 사양 별(고에너지, 일반사양)로 완전임의 배치하여 수행하였다. 처리방법은 26개월, 28개월, 30개월령 출하를 목표로 거세한우 각16두씩을 배치하였고 우방에는 4두씩 12우방을 이용하였다.

2. 시험사료 및 사양관리

시험축은 콘크리트 재질 바닥의 톱밥 우사에서 군집사육하면서 배합사료는 1일 급여량(Table 1)을 2회(08:00, 16:00) 균등 분배하여 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 육성기 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.

3. 조사항목

(1) 발육조사

체중조사는 시험개시일부터 종료 시까지 생육장 시험축사 내에 설치된 우형기(CAS Korea, Newton HT-501A)로 2개월 간격으로, 오전 사료급여 전에 측정하였고, 혈액채취는 체중 측정을 하지 않는 개월에 시행하였다. 일당증체량은 이전 체중에서 금회 측정된 체중의 차를 사육 일수로 나누어 구하였다. 사료섭취량은 오전 사료 급여 전 사료 급이기 내의 잔량을 조사한 후 전날 급여량에서 공제한 값

Table 1. Feeding management of experimental animals.

| Items | Month of feeding | | |
|---------------------|---|--|---|
| | Growing 6~11(Cont) 6~11(Trt 1) 6~11(Trt 2) | Early fattening 12~20 12~19 12~18 | Late fattening 21~26 20~28 19~30 |
| 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 ^{a)} | 87.73 | 87.69 | 87.79 | 87.94 | 87.43 | 87.57 | 90.13 | 91.43 |
| CP ^{b)} | 16.00 | 16.48 | 13.00 | 13.39 | 12.38 | 12.75 | 15.87 | 4.39 |
| EE ^{c)} | 3.42 | 3.76 | 3.74 | 4.57 | 4.11 | 5.04 | 2.78 | 2.36 |
| CA ^{d)} | 9.12 | 8.48 | 9.04 | 8.62 | 7.51 | 7.09 | 7.15 | 13.07 |
| NDF ^{e)} | 28.25 | 27.10 | 27.61 | 26.85 | 25.34 | 26.63 | 76.29 | 70.21 |
| ADF ^{f)} | 11.36 | 10.84 | 10.84 | 10.35 | 10.12 | 8.82 | 40.15 | 38.13 |
| TDN ^{g)} | 70.53 | 72.65 | 71.00 | 73.13 | 74.00 | 76.22 | 53.00 | 44.00 |

a) DM : Dry matter, b) CP : Crude protein, c) EE : Ether extract, d) CA : Crude ash, f) NDF : Neutral detergent fiber, g) ADF : Acid detergent fiber, h) TDN: Total digestible nutrients

을 섭취량으로 계산하였다.

(2) 혈액성분 분석

시험축의 혈액은 시험개시일부터 시험종료일까지 매 격월 첫 주에 정맥에서 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.

(3) 도체조사

도체조사는 사양시험이 종료된 공시축을 대관령면 평창 소재 장평도축장에서 도축한 후, 0°C에서 18~24시간 동안 도체를 현수시킨 후 육량판정요인(도체중, 등지방두께, 배 최장근단면적)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 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 등(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°C 될 때까지 가열한 다음 꺼내서 냉각시켜 감량된 무게를 백분율(%)로 산출하였다.

4. 통계처리

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

III. 결과 및 고찰

1. 발육 및 사료섭취량

거세한우 비육기간별 및 처리구별 체중 및 일당중체량은 Table 3에 나타내었다. 각 처리구별 개시체중은 각각 149.1, 148.6, 151.6, 150.6, 152.0, 및 151.1 kg, 종료 시 체중은 처리구별로 각각 620.0, 646.9, 691.3, 656.9, 737.5, 및 732.5 kg으로 종료체중에서 처리구간 유의적인 차이가 나타났다(P < 0.05). 30개월령 거세한우에서 출하체중이 가장 높게 나타났고 연령이 낮아질수록 체중이 작게 나타났

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

| Items | Months of feeding/Diet | | | | | | SE ^{f)} | P-value | | |
|-------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|---------|-------|-------------------|
| | 26 | | 28 | | 30 | | | Diet | Time | DxT ^{g)} |
| | Cont ^{a)} | High | Cont | High | Cont | High | | | | |
| Initial BW ^{b)} (kg) | 149.1 | 148.6 | 151.6 | 150.6 | 152.0 | 151.1 | 8.31 | 0.943 | 0.909 | 0.999 |
| Final BW (kg) | 620.0 | 646.9 | 691.3 | 656.9 | 737.5 | 732.5 | 17.9 | 0.777 | 0.001 | 0.242 |
| ADG ^{c)} | | | | | | | | | | |
| Growing | 0.79 | 0.85 | 0.84 | 0.82 | 0.83 | 0.85 | 0.03 | 0.386 | 0.794 | 0.401 |
| Early | 0.78 | 0.82 | 0.84 | 0.80 | 0.80 | 0.82 | 0.06 | 0.916 | 0.894 | 0.771 |
| Late | 0.54 | 0.60 | 0.63 | 0.55 | 0.71 | 0.69 | 0.10 | 0.874 | 0.287 | 0.753 |
| DMI ^{d)} | | | | | | | | | | |
| Growing | 6.25 | 6.42 | 6.43 | 6.23 | 6.24 | 6.23 | 0.18 | 0.782 | 0.812 | 0.814 |
| Early | 9.00 | 9.68 | 9.34 | 9.13 | 9.22 | 10.20 | 0.01 | 0.312 | 0.212 | 0.001 |
| Late | 9.52 | 10.41 | 10.56 | 9.35 | 10.10 | 10.94 | 0.30 | 0.121 | 0.234 | 0.001 |
| F/G ^{e)} | | | | | | | | | | |
| Growing | 7.93 | 7.24 | 7.91 | 8.02 | 7.83 | 7.30 | 0.50 | 0.342 | 0.211 | 0.345 |
| Early | 13.91 | 14.72 | 14.60 | 15.39 | 14.04 | 16.82 | 0.13 | 0.123 | 0.122 | 0.452 |
| Late | 19.20 | 18.47 | 19.70 | 18.54 | 14.84 | 17.25 | 0.53 | 0.454 | 0.512 | 0.611 |

a) Control diet

b) BW : Body weight

c) ADG : Average daily gain,

d) DMI : Dry matter intake,

e) F/G : Feed to gain of body weight,

f) Standard error

g) Diet x Time interactions

지만 시간에 따른 차이는 나타나지 않았다 ($P < 0.05$). 전체 시험기간 중 일당증체량은 처리구별로 차이가 나타나지 않았다. 건물섭취량의 경우 육성기에는 차이가 나타나지 않았지만 비육전기와 후기에 유의적인 차이가 나타났다. 비육전기에는 26개월령과 30개월령에서는 고에너지 급여구에서 높게 나타났고 비육전기에는 일반사료급여구에서 높게 나타났다 ($P < 0.05$). 이는 비육후기에도 유사한 형태로 나타났는데 육성기에는 차이가 없는 것으로 봐서 아마도 비육중, 후기로 가면서 고에너지 사료의 선호도가 높아진 것이라고 사료된다.

고급육 사양프로그램에 의한 구분에서도 증체의 효과가 경향을 나타내고 있는데 전체 비육기간을 육성기, 비육전기, 및 비육후기로 구분하여 분석을 해보았다(Table 3). 육성기, 비육전기에는 26, 28, 30개월 도축우의 증체가 비슷하게 이루어 졌으며, 비육 후기 시작 시점인 19, 20, 21개월을 지나면서 증체 차이가 나는 경향을 보이고 있었다. 26개월 도축우의 26개월령 체중은 28개월, 30개월 도축우에 비해 체중이 작게 나타났고, 이것은 30개월 도축우에 비해

비육전기, 비육후기 사료 급여 기간이 각각 2개월씩 짧아 도축기간과 사료급여기간에 의한 차이에 의한 체중의 차이로 보인다. 28개월 도축우의 경우 일반 사양이 고영양 사양보다 체중이 높게 나타나는 경향을 보인다. 26개월 도축우는 체중에서와 같이 고 영양에서 일당증체량이 높게 나타나는 반면, 28개월 도축우는 일반사양에서 일당증체량이 높게 나타나는 경향을 보이고 있어 28개월 일반 사양이 유리해 보이나, 처리별 유의적 차이는 나타나지 않았다.

상대적으로 체중이 적게 나가는 26개월 도축우의 경우 비육 후기에 사료요구율이 높게 나타나서 사료 이용 효율이 떨어질 것으로 예상되나 체중, 사료요구율에서 비육 기간 별 유의적 차이가 보이지 않았다(Table 3). 건물섭취량은 26개월령과 30개월령 고에너지 급여구가 저에너지구보다 높게 나타났다(Table 3). 건물섭취량은 비육후기에 점차 증가를 하는데 30개월령 도축우에서는 고에너지급여구가 높고, 28개월령은 일반급여구가, 26개월령은 고에너지급여구가 높게 나타났다. 28개월 도축우와 30개월 도축우의 경우, 체중이 비슷하게 높으나, 30개월 일반급여구 도축

우의 비육후기 사료 요구율이 낮게 나타나 30개월령 사료의 효율성이 높은 경향을 보이거나, 처리별 유의적인 차이는 없었다. 건물 섭취량, 사료 요구율을 함께 고려하면 30개월령 일반급여구가 효율이 가장 높은 것으로 생각되나 유의적인 차이가 없으므로 효과적인 비육기간을 설정하기 위해서는 도체중과 등급을 고려하여 판단하는 것이 바람직하다고 생각된다.

2. 혈액 정상

거세한우 비육 시 고에너지 사양그룹과 출하 시기별 혈

청 대사물질의 농도 변화는 Table 4에 나타내었다. 혈청내의 생리활성물질들을 분석한 결과 성장월령에 따라서 처리구에 따라서 차이가 있으나 전체 그룹으로는 사료에 따라서 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 혈중 알부민의 농도는 최종 출하연령인 26개월령에서 3.53, 3.54로 낮게 나타나고, 26개월령 3.76, 3.91, 그리고 30개월령에서 3.88, 3.76으로 나타났다(Table 4). 혈중 알부민의 농도는 출하시기별로 차이가 나타났고 ($P < 0.05$) 고에너지 사료 처리구에서는 차이가 없었다. 특히 26개월령 출하 시험우에서 알부민의 농도가 가장 높게 나타났고($P < 0.05$) 28개월령이 가장 낮았다. 혈중 포도당의 농도는 육성기와 비육

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

| Items | Months of feeding/Diet | | | | | | SE ^{h)} | P-value | | |
|--------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|---------|-------|-------------------|
| | 26 | | 28 | | 30 | | | Diet | Time | DxT ¹⁾ |
| | Cont ^{a)} | High | Cont | High | Cont | High | | | | |
| ALB^{b)} | | | | | | | | | | |
| Growing | 2.96 | 3.14 | 2.85 | 3.09 | 2.77 | 2.78 | 0.17 | 0.319 | 0.258 | 0.778 |
| Early | 3.28 | 3.38 | 3.31 | 3.29 | 3.31 | 3.29 | 0.07 | 0.791 | 0.925 | 0.586 |
| Late | 3.15 | 3.33 | 3.24 | 3.23 | 3.22 | 3.21 | 0.06 | 0.312 | 0.935 | 0.245 |
| Final | 3.76 | 3.91 | 3.53 | 3.54 | 3.88 | 3.76 | 0.09 | 0.828 | 0.003 | 0.381 |
| GLU^{c)} | | | | | | | | | | |
| Growing | 78.88 | 83.38 | 77.88 | 81.13 | 77.63 | 71.75 | 4.37 | 0.862 | 0.319 | 0.439 |
| Early | 72.38 | 79.63 | 73.57 | 76.88 | 72.86 | 69.13 | 2.63 | 0.307 | 0.149 | 0.131 |
| Late | 60.63 | 60.63 | 64.50 | 57.63 | 59.25 | 56.25 | 2.34 | 0.093 | 0.317 | 0.348 |
| Final | 92.13 | 99.63 | 68.50 | 59.38 | 96.63 | 88.13 | 5.42 | 0.449 | 0.001 | 0.232 |
| TG^{d)} | | | | | | | | | | |
| Growing | 26.75 | 23.25 | 24.43 | 23.57 | 22.75 | 23.50 | 2.85 | 0.616 | 0.806 | 0.755 |
| Early | 28.75 | 29.00 | 24.14 | 26.14 | 23.14 | 33.50 | 2.82 | 0.086 | 0.405 | 0.190 |
| Late | 27.13 | 26.38 | 20.29 | 23.43 | 25.00 | 22.63 | 2.64 | 0.998 | 0.206 | 0.592 |
| Final | 18.38 | 18.88 | 17.38 | 14.38 | 15.00 | 10.63 | 2.07 | 0.182 | 0.027 | 0.483 |
| TP^{e)} | | | | | | | | | | |
| Growing | 5.86 | 6.24 | 5.62 | 6.35 | 5.64 | 5.36 | 0.38 | 0.389 | 0.315 | 0.428 |
| Early | 6.59 | 6.26 | 6.30 | 6.75 | 6.30 | 6.45 | 0.09 | 0.242 | 0.289 | 0.001 |
| Late | 6.41 | 6.31 | 6.35 | 6.56 | 6.13 | 6.40 | 0.09 | 0.126 | 0.180 | 0.145 |
| Final | 7.58 | 7.61 | 6.95 | 7.41 | 7.46 | 7.33 | 0.18 | 0.407 | 0.077 | 0.230 |
| IP^{f)} | | | | | | | | | | |
| Growing | 7.50 | 7.58 | 7.00 | 7.21 | 6.73 | 6.58 | 0.43 | 0.898 | 0.133 | 0.917 |
| Early | 7.69 | 8.21 | 7.56 | 7.53 | 7.09 | 7.58 | 0.19 | 0.046 | 0.008 | 0.290 |
| Late | 7.81 | 7.70 | 7.53 | 7.40 | 7.61 | 7.53 | 0.23 | 0.560 | 0.441 | 0.996 |
| Final | 5.79 | 6.25 | 6.75 | 6.49 | 5.08 | 4.60 | 0.27 | 0.683 | 0.001 | 0.209 |
| NEFA^{g)} | | | | | | | | | | |
| Growing | 138.75 | 129.25 | 180.14 | 157.63 | 179.88 | 166.50 | 16.1 | 0.261 | 0.038 | 0.921 |
| Early | 166.63 | 185.00 | 221.86 | 178.25 | 155.86 | 177.75 | 32.4 | 0.967 | 0.594 | 0.549 |
| Late | 139.75 | 142.12 | 161.43 | 160.25 | 203.88 | 160.63 | 18.1 | 0.354 | 0.086 | 0.386 |
| Final | 635.38 | 500.00 | 529.63 | 483.25 | 459.63 | 503.25 | 56.4 | 0.323 | 0.299 | 0.294 |

a) Control diet, b) ALB: albumin (g/dl), c) GLU: glucose (mg/dl), d) TG: triglyceride (mg/dl), e) TP: total protein (g/dl), f) IP: phosphorus (mg/dl), g)NEFA: non-esterified fatty acids (g/dl), h) Standard error, 1) Diet x Time interactions.

Table 5. Performance and carcass characteristics of Hanwoo steers depends on the treatment of diets or endpoints.

| Items | Months of feeding/Diet | | | | | | SE ^{b)} | P-value | | |
|--------------------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------|---------|-------|-------------------|
| | 26 | | 28 | | 30 | | | Diet | Time | DxT ^{c)} |
| | Cont ^{a)} | High | Cont | High | Cont | High | | | | |
| Yield traits | | | | | | | | | | |
| Carcass weight (kg) | 363.8 | 375.5 | 420.0 | 390.0 | 445.5 | 430.1 | 11.4 | 0.235 | 0.001 | 0.189 |
| Backfat thickness (mm) | 10.50 | 12.50 | 13.63 | 10.63 | 11.50 | 12.88 | 1.84 | 0.934 | 0.919 | 0.345 |
| Ribeye area (cm ²) | 84.38 | 78.88 | 85.63 | 80.88 | 88.13 | 85.38 | 2.50 | 0.040 | 0.125 | 0.852 |
| Yield index | 67.09 | 64.84 | 63.95 | 65.92 | 64.99 | 64.14 | 1.28 | 0.723 | 0.531 | 0.255 |
| Yield grade (A:B:C,%) | 6:0:2 | 1:6:1 | 2:2:4 | 2:6:0 | 3:4:1 | 2:4:2 | | | | |
| Quality traits | | | | | | | | | | |
| marbling score | 5.38 | 3.63 | 3.38 | 4.63 | 6.13 | 6.63 | 0.55 | 1.000 | 0.001 | 0.026 |
| Meat color | 4.75 | 4.88 | 4.38 | 4.88 | 5.00 | 5.00 | 0.12 | 0.045 | 0.016 | 0.121 |
| Fat color | 3.00 | 3.13 | 3.00 | 2.88 | 3.38 | 3.00 | 0.10 | 0.148 | 0.066 | 0.066 |
| Texture | 1.25 | 1.75 | 1.50 | 1.38 | 1.13 | 1.00 | 0.15 | 0.505 | 0.013 | 0.071 |
| Maturity | 2.00 | 2.13 | 2.00 | 2.00 | 2.88 | 2.75 | 0.09 | 1.000 | 0.001 | 0.453 |
| Quality grade (1++:1+:1:2) | 1:4:1:2 | 0:2:0:6 | 0:1:3:4 | 0:3:4:1 | 1:5:1:1 | 1:6:1:0 | | | | |

a) Control diet

b) Standard error

c) Diet x Time interactions

전기에서는 차이가 나타나지 않았으나 비육후기에 고에너지 사료급여구에서 감소하는 경향이 나타났고($P = 0.93$), 출하시 26개월령이 가장 높고 28개월령이 가장 낮은 농도를 나타냈다($P < 0.01$). 혈중 중성지방의 농도는 비육전기 고에너지 사료급여구에서 높은 경향을 나타냈지만($P = 0.086$), 출하 시에는 에너지 차이는 없었다. 하지만 출하월령이 30개월령으로 갈수록 중성지방의 농도는 감소하였다($P = 0.027$). 혈중 총 단백질 농도는 26개월령 출하 시험구에서 가장 높게 나타났고 28개월령에 가장 낮은 경향을 나타내었다($P = 0.077$). 무기인의 경우 30개월령 시험구에서 가장 낮게 나타났고 28개월령 시험구가 높게 나타났다($P < 0.01$). 혈중 유리지방산의 농도는 사료급여에 따른 차이는 나타나지 않았다. 그러나 비육후기로 가면 전체적으로 혈액 내 농도가 증가하는 경향이 나타났다.

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 알부민은 조직의 단백질 합성량이 증가하면서 전구물질인 알부민이 혈중으로 유입되는데(Gil, 1999) 일반적으로 수소의 경우 거세우 보다 혈중 알부민의 농도가 높게 나타난다고 알려져 있다(Galbraith et al., 1978). 본 연구의 결과에서는 비육후기의 거세한우에서 처리구에 따

른 알부민농도가 일관성을 가지지 않으므로 성장기간 동안 고에너지 사료급여에 의한 혈중 알부민의 변화는 일어나지 않았다. 출하시기에 따라 혈액내의 알부민 농도가 차이가 났고 26개월령에서 가장 높은 것으로 보아 출하월령이 낮을수록 혈중 알부민 농도는 높게 나타났다. 이는 총 단백질의 분포와 유사하게 나타난 것으로 단백질에 관련된 혈액 성분들이 비육후기 출하월령이 낮을수록 높다는 것을 나타내었다. 혈중 포도당은 반추동물의 지방조직의 생합성에 있어서 중요 요소라 알려져 있는데(Choi et al., 2009; Vernon, 1992), 특히 근내 지방 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. 본 연구에서는 비육후기 출하월령이 낮을수록 혈중 포도당농도가 높고 에너지 사료급여에 따른 차이가 없는 것으로 보아 혈중 포도당의 농도는 고에너지 급여 외에 다양한 요소들에 의해 조절이 되는 것으로 보인다. 혈중 중성지방의 농도는 출하월령이 늦어짐에 따라 낮게 나타나는 것으로 보아 혈중 단백질의 농도와는 유사한 분포로 나타났다. 이는 비육기간이 길어질수록 혈액내의 단백질과 지방의 생성이 모두 낮아지는 현상으로 생리적인 대사산물

들이 모두 감소하는 결과를 나타내었다. 선행 연구에서 거세우의 배합사료 자유채식이 제한급여에 비해 높은 중성지방을 유발한다는 보고가 있었다(Kwon et al., 2005). 본 연구에서는 중성지방의 농도가 30개월령 비육우에서 낮은 결과를 가져왔는데 이는 선행연구의 결과와 상반되는 결과라고 할 수 있다. 위의 결과에서 알 수 있듯이 영양소 공급량에 따른 처리구간 혈액 내 대사물질의 농도는 크게 차이를 나타내지 않았지만 출하월령에 따른 대사물질의 감소가 나타나는 것으로 보아 한우의 비육후기 혈액물질의 변화는 사료의 에너지차이보다는 연령에 영향을 많이 받는다고 판단된다. 이러한 혈중 대사물질의 변화는 성장(Table 3) 및 도체특성(Table 5)과 직간접적으로 상관관계가 있으리라 판단된다.

3. 도체 특성

거세한우 비육 시 급여방법과 시기별 도체특성은 Table 5에 나타내었다. 육량특성에서 도체중은 도축 시기별로 26개월령이 가장 작고 30개월령이 가장 높게 나타났다($P < 0.05$). 등지방두께 및 등심단면적은 연령이 많을수록 높은 경향을 나타내었지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 흥미로운 결과로 등심단면적은 고에너지 사료급여구에서 낮게 나타났다($P < 0.05$). 육량지수는 유의적인 차이가 없었지만 연령이 작을수록 A등급 출현률이 높은 경향을 나타내었다. 육질특성에서는 제일 영향을 많이 미치는 근내지방도가 연령이 높아짐에 따라 유의적으로 증가가 되었으나 흥미롭게도 26개월령의 일반 사양구에서 높은 근내지방도가 나타났다(Table 5). 이는 사양의 효과보다는 개체별 유전적인 능력에 의한 영향으로 사료된다. 육색, 지방색, 및 조직감에서는 연령이 높아질수록 높게 나타나고, 조직감은 연령이 낮을수록 높게 나타났다($P < 0.05$). 고에너지 사료를 급여한 그룹에서는 육색이 높게 나타났다 ($P < 0.05$). 한우와 같은 고급육품종은 근내지방도의 발달이 연령에 영향을 많이 받게 되는데 유전적으로 유사한 화우의 경우 연령이 증가할수록 근내지방도는 증가한다(Chung 등 2006). 외국의 고급품종인 앵거스종은 연령이 증가하면 등지방 두께가 급속히 증가하는 반면 화우는 크게 증가하지 않는 경향이 있다. 본 연구결과는 선행연구와 유사한 결과로 한우도 등지방두께는 유의적으로 증가를 하지 않는 것을 확인하였다(Table 5).

IV. 요약

본 연구는 한우 거세 비육우의 고에너지 사료급여에 따른 성장단계별 발육 및 혈액성상의 변화와 도축시기에 따른 도체특성을 구명하고자 수행하였다. 한우 거세우 48두를 2처리(고에너지 및 일반배합사료 급여)와 3개의 도축시기(26, 28, 30개월령)별로 처리 당 8두를 완전임의 배치하였다. 공시축 시험개시 시 체중은 평균 149.7 kg 이었고, 출하 시 체중은 633.5 kg(26개월), 673.5 kg(28개월), 그리고 734.5 kg(30개월)으로 나타났다. 체중은 비육기간이 길어질수록 증가하였고($P < 0.05$), 건물사료 섭취량은 비육전기와 후기 모두 고에너지 사료급여구에서 높게 나타났다($P < 0.05$). 혈액성분 분석에서는 비육후기 26개월령에서 포도당 농도가 가장 높게 나타났고, 혈중 중성지방의 농도 또한 비육후기 26개월령 출하 시험군에서 가장 높게 나타났다. 총 단백질의 농도는 28개월령 시험군에서 가장 낮게 나타났고 30개월령에 가장 높게 나타났다. 도체조사 결과 육량특성중 도체중은 30개월령 처리구에서 높게 나타났다($P < 0.05$), 육질특성중 근내지방도, 육색, 및 성숙도는 30개월령에서 가장 높게 나타났다. 특히 고에너지 사료 급여구에서 육질관련 특성이 높게 나타났다($P < 0.05$). 이러한 결과는 한우 거세우의 사양기간동안 사료의 TDN가를 3%로 증가한 고에너지 사료를 급여함으로써 일반시험구와 비교하여 동일 육질등급에 도달하는 기간을 감소할 수 있다는 결과를 제시하였다.

감사의 글

본연구는 2015년도 농촌진흥청 기관고유사업(과제번호 : PJ 01006502)의 지원에 의하여 수행하였습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

- AOAC, 1995. Official methods of analysis. 16th Ed. Association of official analytical chemists, washington D.C. U.S.A.
 Cho WM, Chang SS, Kim HC, Kwon EG, Yang SH, Peak BH, 2009. Effects of forage source and shipping time on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers. Korean Grassland Forage Science 29:375-382.
 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, Koochmarie 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.
- Dolezal HG, Smith GC, Savell JW, Carpenter ZL. 1982. Effect of time on feed on the palatability of rib steaks from steers and heifer. *Journal of Food Science* 47:368-370.
- Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
- 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 Productions* 26:339-342.
- Gil JM. 1999. High quality meat production by feeding fermented-brewery meal and grinding soybean in Hanwoo. Master Thesis, Kangwon University. Chuncheon. Korea.
- KAPE. 2015. Korean Institute for Animal Products Quality Evaluation, Sejong, Republic of Korea.
- Kim BK, Jung DJ, Lee JH, Hwang EG, Choi CB. 2011. Comparison of growth performances and physico-chemical characteristics of Hanwoo bulls and steers of different slaughtering ages. *Korean Journal of Food Science Animal Resources* 31:257-265. [In Korean]
- Kim KH, Lee JH, Oh YG, Kang SW, Lee SC, Park WY, Ko YD. 2005. The optimal TDN levels of concentrates and slaughter age in Hanwoo steers. *Journal of Animal Science & Technology* 47:731-744. [In Korean]
- 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]
- Morrison WR, Smith LM. 1964. Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from lipid with boron fluoridemethanol. *Journal of Lipid Resources.* 5:600-608.
- NIAS (National Institute of Animal Science), 2003, Annual Report for Livestock Animal Research. [In Korean]
- NIAS (National Institute of Animal Science), 2007, Annual Report for Livestock Animal Research. [In Korean]
- 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.
- SAS. 1999. SAS/STAT Software for PC. Release 6. 11, SAS institute, Cary, NC, U. S. A.
- 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.
- 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.
- Zinn DW, Gaskins CT, Gann GL, Hedrick HB. 1970. Beef muscle tenderness and influenced by days on feed, sex, maturity and anatomical location. *Journal of Animal Science.* 31:307-318.