

# 한우거세우 비육후기 배합사료의 적정 조단백질 및 에너지함량 규명에 관한 연구

정 준<sup>1\*</sup> · 성낙일<sup>2</sup> · 황일기<sup>1</sup> · 이선복<sup>3</sup> · 유명상<sup>3</sup> · 남인식<sup>2</sup> · 이명일<sup>1</sup>

<sup>1</sup>농협중앙회 축산연구원, <sup>2</sup>농협중앙회 안성목장, <sup>3</sup>(주)농협사료

## Effects of Level of CP and TDN in the Concentrate Supplement on Growth Performances and Carcass Characteristics in Hanwoo Steers during Final Fattening Period

Joon Jeong<sup>1\*</sup>, Nak Il Seong<sup>2</sup>, Il Ki Hwang<sup>1</sup>, Sun Bok Lee<sup>3</sup>, Myung Sang Yu<sup>3</sup>, In Sik Nam<sup>2</sup> and Myong Il Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Livestock Research Institute, NACF, <sup>2</sup>Ansung farm, NACF, <sup>3</sup>Nonghyup Feed

### ABSTRACT

Seventy two Hanwoo steers in final fattening period (585.87±41.02kg) were randomly assigned to 3 groups, LPLT (relatively low protein and low energy; CP 12%, TDN 73%), LPHT (relatively low protein and high energy; CP 12%, TDN 75%) and HPHT (relatively high protein and high energy; CP 14%, TDN 75%) in concentrate feed for 163 days in order to investigate the effects on growth performance, carcass characteristics, and *longissimus dorsi* muscle's chemical compositions. Rice straw was also fed as a roughage. Because ADGs were higher in LPLT and HPHT than LPHT, feed efficiencies were improved in LPLT and HPHT group (P<0.05). Feeding concentrates with different CP and TDN levels had affected to improve back fat thickness and rib eye area in HPHT group but had no effect on carcass weight and meat yield index. Carcass weight for LPLT, LPHT and HPHT were 420.75±30.56, 417.05±32.03 and 418.32±32.03 kg, respectively. Meat quality grade was improved in HPHT (P<0.001), because the marbling score was highest in HPHT group. Auction prices (carcass/kg) of LPLT, LPHT and HPHT group were 17,904 won, 18,094 won and 18,899 won, respectively. The percentage of animals over grade 1 appeared in LPLT, LPHT and HPHT were 79.2, 72.7 and 90.8%, respectively. The results of chemical analysis of *longissimus dorsi* muscle showed no difference between groups but crude fat composition tended to be higher in HPHT group (P=0.088) than the other groups. Stearic acid contents in the muscle was significantly increased in HPHT group than LPLT group (P<0.05). Myristoleic acid and oleic acid composition in HPHT group was higher than LPLT and LPHT group. These results supported the hypothesis that supplementation of higher levels of crude protein and energy in concentrates to Hanwoo steers' during final fattening period improved the growth performance and the carcass quality grade.

(Key words : Hanwoo steers, Crude protein, TDN, Growth, Carcass, Fatty acid)

### 서 론

최근 한우 거세 비육우의 비육후기 마무리 사료의 영양수준과 적정 급여수준에 관한 검토가 많이 이루어지고 있다. 한우의 지속적인 개량과 영양도 증가와 더불어 증가된 출하체중과 늘어난 출하월령에 적합한 사양표준의 설정은 무엇보다 중요한 이슈가 되고 있다. 비육후기 거세우를 사육하는 농가에 적절한 현장 사양표준을 설정하는 것은 매우 중요한 데 그것은 사양표준과 사료스펙의 불일치가 농가소득에 영향을 미칠 수 있기 때문이다.

백 등 (2005)은 한우 거세우의 비육후기 에너지 요구수준별 (72% 및 74%) 연구에서 발육성적과 사료효율 등은 처리구간의

차이가 없었으나 도체특성에서 TDN 74구가 거래정육율이 낮았지만 높은 등급과 경락가격으로 인해 경제성이 있다고 판단하였고, 비육후기 거세한우에 대한 사료 내 에너지 함량의 증가에 따른 증체, 사료효율, 도체특성 및 도체등급과 등심의 물리적 특성 및 이 화학적 조성에 영향하지 않는다고 보고 한 바 있다. 특히 급여하는 사료의 영양수준에 따라 근육의 비율 (Guenther 등, 1965) 및 도체 지방비율 (Hendrickson 등, 1965; Meyer 등, 1965)이 크게 달라지는데, 이는 비육우의 성장과 체내 지방 축적은 급여하는 사료의 영양수준에 따라 달라질 수 있음을 의미하는 것이다.

외국의 비육품종에서는 농가의 현장실증실험과 대학의 논리적인 연구결과를 종합하여 비육말기 조단백질의 함량은 건물기준으로 약

본 연구는 (주)농협사료의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

\* Corresponding author : Joon Jeong, Livestock Research Institute, NACF, San 54 Sindu Kongdo Ansung Korea 456-824, Tel: 031-659-1324, E-mail: dohjeong@paran.com

12~14%가 적당하다는 총설(Galyean, 1996) 보고가 있었으며 앞으로의 연구는 질소의 체내소모를 줄여가는 체계에서 얼마나 많은 단백질이 실질적으로 비육품종에게 필요할 것인가를 연구해야 한다고 결론짓고 있다. 동물체조직에서 영양소의 분배는 품종 간에 차이가 있기 때문에(Chestnutt 등, 1975) 품종간의 혈액대사물질의 차이가 영향을 미칠 것으로 판단하고 있기도 하다. 또한 거세비육우에서 농후사료를 자유롭게 채식할 수 있도록 했을 경우 반추위내 전분의 발효는 프로피온산과 인슐린의 혈중 증가를 도모하고, 육성기 동안 근내지방도의 침착을 유도할 수 있으나 비육후기에 근내지방도의 개선과 발육성적의 개선은 어렵다(Shoemaker 등, 2003)는 보고도 있어 총에너지의 분배와 급여수준이 생산성을 좌우할 수 있음을 시사하였다.

따라서 본 연구는 증가된 출하체중과 늘어난 사양기간 등이 혼재된 사양현장에서 요구되고 있는 상향된 영양수준에 대한 고찰을 위해 수행하였다. 세부적으로 한우 거세우의 비육후기 단계 조단백질과 가소화영양소총량을 상향 혹은 조정급여하므로써 생체 상태의 발육성적을 조사하고, 도체특성 및 지방산조성 등을 규명하여 고급육 생산을 위한 비육후기용 배합사료에 함유된 적절한 단백질과 에너지 수준을 검토하기 위해 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험기간 및 공시동물

본 연구는 2009년 9월 24일부터 2010년 3월 6일까지 총 163일간 농협 안성목장에서 사육중인 한우 비육후기 거세우 72두를 대상으로 하였다. 시험 개시시 평균 생후월령은 23.83±0.67월령이었고, 평균체중은 585.87±41.02 kg 이었다.

공시축은 육성기와 비육전기 동안 농협중앙회 안성목장의 관행사육방식에 따라 사육되었다. 조사료 급원은 안성지역 인근에서 수거한 볏짚을 이용하였고, 배합사료는 농협의 비육용 중송아지사료(입식~12개월령)와 큰소비육전기(13~23개월령)를 이용하여 비육하였다. 육성기 조사료 급여량은 2.5~3.0 kg 이었고, 배합사료 급여량은 3.0~5.4 kg 이었으며, 비육전중기 조사료 급여량은 2.0~2.5 kg 이었고 배합사료 급여량은 5.5~8.0 kg 이었다.

### 2. 시험구 배치 및 사양관리

시험구는 3처리에 공시하였고 체중을 고려하여 완전임의배치하였다. 처리1구(LPLT구)는 조단백질(CP) 함량이 12%, 가소화영양소총량(TDN)은 73%였고 처리 2구는 높은 TDN으로 LPHT구(Low protein and high energy, CP 12%, TDN 75%)였고, 처리 3구는 높은 CP 수준과 높은 TDN으로 설계[HPHT구(High protein and high energy, CP 14%, TDN 75%)]하여 급여하였다. 사양관리는 안성목장의 관행적인 사양관리에 준하였다. 처리구당 4개의 pen에 6두씩 사양관리하였고, 일일 3회 배합사료를 급여하였

으며 조사료는 해당되는 양만큼을 섭취할 수 있도록 별도의 조사료 급여구간을 두었다.

다음의 Table 1에는 처리구별 배합사료의 배합비를 나타내었다.

Table 1. Experimental concentrates ingredients

Ingredient	LPLT	LPHT	HPHT
	..... % .....		
Corn grain	22.97	36.19	23.02
Wheat grain	15.00	15.00	15.00
Cane molasses	5.00	5.00	5.00
Wheat flour		2.00	2.00
Tapioca residue	14.0		
Corn gluten feed	12.4	13.00	18.65
Coconut extruded meal	3.935	9.205	11.475
Palm meal	11.00	11.00	11.00
DDGS <sup>1)</sup>	5.00		5.00
Cotton seed & Lupin (50:50)	5.00	5.00	5.00
Traced composition	2.91	3.62	3.86

<sup>1)</sup> Corn distiller's dried grains with solubles.

배합사료와 볏짚의 일반화학성분은 표본을 채취하여 농협중앙회 중앙분석센터에서 분석(A.O.A.C., 1995)하였다. 공시축에 급여된 사료의 일반성분은 Table 2에 나타내었으며 Table 3에는 비육후기 거세 시험우에 대하여 급여한 농후사료 및 조사료의 급여프로그램을 나타내었다.

### 3. 조사항목

공시축의 체중은 시험개시 시, 개시 후 3개월 및 출하시에 각 1회 오전 10:00 소 체중측정용 전자저울을 이용하여 측정하였다. 급여된 사료의 사료섭취량 조사는 매주 pen 단위로 실시하였는데 매일 급여된 사료의 잔량을 측정하여 섭취량을 조사하고 수용두수로 나누어 개체별 사료섭취량을 파악하였다. 측정된 체중자료의 일당 증체량과 사료섭취량을 기준으로 사료요구율을 계산하였다. 모든 공시축은 시험종료후 농협 서울축산물공판장에 출하하였고 소 도체 등급판정기준에 따라 도체등급을 평가하였다. 등심 조직의 샘플을 취하여 이화학적특성(수분, 단백질 및 지방함량; A.O.A.C., 1995) 및 지방산분석을 실시하였다(Folch 등, 1957).

### 4. 통계 분석

본 시험의 자료는 다음의 분석모형을 이용하여 SAS PACKAGE (2005)을 이용하여 실시하였는데, 각 조사항목에 대한 group간의 차이는 다음과 같은 일반 선형모형을 적용하여 분석하였으며, 그룹간 평균 성적은 Least significant difference (LSD) 검정으로 비교하였다. 다만 본 연구에서 통계분석시에 LPLT구의 경우 24두 모 두를 이용하였으나 LPHT구와 HPHT구의 경우 거세 불완전으로

Table 2. Chemical composition of experimental diet

Chemical composition <sup>1)</sup>	Concentrates by treatments			Rice straw
	Control	LPHT <sup>2)</sup>	HPHT <sup>3)</sup>	
Dry matter	88.14	87.89	88.31	91.41
Crude protein	12.00	12.00	14.00	3.56
Ether extract	3.30	4.46	5.02	1.42
Crude fiber	7.10	6.18	6.96	32.54
Crude ash	5.80	4.99	5.40	11.09
NFE	61.00	60.26	56.91	
Ca	0.70	0.75	0.75	0.09
P	0.39	0.41	0.46	0.04
TDN	73.06	75.57	75.00	

<sup>1)</sup> Composition contents of concentrates were supplied from Nonghyup Feed co. at Hoengseong branch

<sup>2)</sup> Low protein and high energy concentrate, CP 12%, TDN 75%

<sup>3)</sup> High protein and high energy concentrate, CP 14%, TDN 75%.

Table 3. Feeding program on experimental Hanwoo steers

Item	Experimental period		
	On test~67 <sup>th</sup> days	68 <sup>th</sup> ~136 <sup>th</sup> day	137 <sup>th</sup> ~163 <sup>th</sup> day
Concentrates, kg/d	9.0	9.3	9.7
Rice straw, kg/d	1.0	1.0	1.0

인하여 비거세의 특징을 보인 시험축 3두와 시험 도중 우후지 골 절로 인하여 도태된 1두를 제외하여 각각 22두에 대하여 분석을 실시하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 발육성적

$$Y_{ij} = \mu + TRT_i + e_{ij}$$

여기에서,  $Y_{ij}$  = 측정치,

$\mu$  = overall mean,

$TRT_i$  = I 번째 처리의 효과,

$e_{ij}$  = 임의오차

본 연구의 전 기간 동안 개체별 총괄적인 발육성적 즉, 생체중, 총 증체량, 일당증체량 및 사료효율 등에 대한 조사 분석 자료를 Table 4에 나타내었다.

한우 거세비육우의 비육후기 농후사료 중 CP 및 TDN의 수준별 급여에 따른 발육성적 결과를 살펴보면 시험 개시시에 LPLT,

Table 4. Least squares means and standard errors for growth performances during experimental period in Hanwoo steers

Item	LPLT <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>		P=
		LPHT	HPHT	
Initial body weight, kg	584.12±43.55	586.04±36.41	587.46±36.41	0.987
Final body weight, kg	716.50±51.00 <sup>a</sup>	703.36±44.35 <sup>b</sup>	715.73±44.35 <sup>a</sup>	0.049
Average daily gain, kg	0.82± 0.17 <sup>a</sup>	0.72± 0.15 <sup>b</sup>	0.80± 0.15 <sup>a</sup>	0.039
Feed and nutrient intakes	..... kg/d, 163 days .....			
Concentrates, DM	7.15	7.13	7.17	0.859
Roughages, DM	0.82	0.82	0.82	0.888
CP intake, DDMI	0.888	0.859	1.031	
TDN intake, DDMI	5.22	5.38	5.38	
DDMI, kg <sup>3)</sup>	7.97	7.95	7.99	0.864
DDMI/ADG <sup>4)</sup>	9.72 <sup>b</sup>	11.04 <sup>a</sup>	9.98 <sup>b</sup>	0.041

<sup>1)</sup> Number of Hanwoo steers : LPLT (Control : CP 12%, TDN 73%) = 24 heads, LPHT and HPHT = 22 heads

<sup>2)</sup> Low protein and high energy concentrate, CP 12%, TDN 75%, High protein and high energy concentrate, CP 14%, TDN 75%

<sup>3)</sup> Daily dry matter intake, <sup>4)</sup> Daily dry matter intake per average daily body gain

Means with difference superscript in the same row are significantly different (P<0.05).

LPHT구 및 HPHT구의 체중은 각각 584.12 kg, 586.04 kg 및 587.46 kg으로 처리구간의 차이가 없었으나 시험이 종료된 164일령이 지난 시점의 체중은 LPLT, LPHT구 및 HPHT구가 각각 716.50 kg, 703.36 kg 및 715.73 kg으로 LPLT와 HPHT구에 비하여 LPHT구의 증체가 부진했던 것으로 나타났다(P<0.05). 본 연구에서 발육성적은 각 해당 출하일령의 개체들을 모두 pooling하여 동일한 출하일령으로 가정하고 계산하였는데 이 결과에서 일당증체량은 농후사료 중의 조단백질과 에너지 급여수준을 높였던 HPHT구와 LPLT가 전 기간 동안 0.80±0.15 kg 및 0.82±0.17 kg으로 발육이 좋았던 것으로 나타났고, LPHT구가 0.80±0.15 kg으로 가장 낮은 결과를 보였다(P<0.05).

이러한 결과는 시험용 사료의 스펙이 조단백질 함량과 가소화영양소총량으로 나타나는 에너지가의 불균형으로 사료된다. 반추가축에 대한 비육시 단백질과 에너지 이용효율에 관한 연구(강 등, 1989)에서 비육우의 질소축적률이 67.92%이고 사료중에너지 대비 손실에너지의 비율은 비육이 진행됨에 따라 또 조단백질 함량의 증감에 따라 에너지이용률은 달라진다고 보고한 바 있어 본 연구의 발육성적에 미친 영향은 조단백질 섭취량 차이에 따라 에너지의 섭취에 따른 이용효율이 변화한 이유로 사료된다.

건물 섭취량은 LPLT구와 처리구 간의 차이가 없었으나 LPHT구가 다소 낮은 경향을 보였다. 농후사료 중의 영양소 함량 변화와 건물섭취량을 고려할 때 조단백질의 섭취량은 LPLT구와 LPHT구 및 HPHT구가 각각 0.888, 0.859 및 1.031 kg/d를 섭취한 것으로 조사되어 HPHT구가 LPLT구와 LPHT구에 비하여 많은 양의 조단백질을 섭취하였다. 가소화영양소 총량의 경우 LPLT구와 LPHT구 및 HPHT구가 각각 5.22, 5.38 및 5.38 kg/d의 섭취량을 보였는데 LPHT구와 HPHT구가 동일한 에너지를 섭취하였음에도 불구하고 LPHT구가 증체가 되지 않은 것으로 조사되었다.

한편 본 연구에서 사료요구율은 LPLT구와 LPHT구 및 HPHT구가 각각 9.72, 11.04 및 9.98로서 LPLT구와 HPHT구가 LPHT구에 비하여 유의하게 낮은 것으로 나타났다(P<0.05). 사료요구율의 결과 역시 LPHT구가 일당증체량 대비 사료이용율이 떨어지는 것으로 나타나 발육성적에 오히려 좋지 않은 결과를 나타내었다. 이것은 급여한 에너지와 단백질의 균형이 적합해야 하는 것을 나타낸 결과로 사료된다.

Bodine과 Purvis (2003)는 곡류 중심의 비육환경에서 조사료의 여건이 열악할 경우 곡류를 이용하는 단미사료의 DIP (degradable intake protein)의 비율이 매우 중요하며 이때 곡류의 전체 가소화 영양소 총량이 또한 주요한 역할을 수행한다고 하여 가능하다면 곡류의 가소화영양소총량을 높여 급여하는 것을 권장한 바 있는데,

이때 가급적 DIP와 TDN간의 단백질에너지 비율을 지켜 급여하는 것이 좋다고 하였다. 또 혈중 혈중 요소태 질소(BUN)의 농도 역시 증체에 영향을 미치는 에너지와 복합적인 요인으로(McGuire 등, 1992) 급여중에너지와 단백질이 서로 상관관계에 있다. 비육후기 동안의 발육성적에서 LPLT구와 HPHT구의 증체가 LPHT구에 비하여 좋은 것으로 나타난 본 연구결과는 거세비육우가 비육후기에 에너지 함량이 높은 사료를 공급받을 때 증체속도가 가속화된다고 한 Fluharty 등 (2000)의 결과와 유사한 결과였다. 그러나 에너지 섭취량이 육성기와 비육전기에 많으면 비육후기의 증체성적에는 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다고 하여 육성기와 비육전기에 농후사료를 자유 채식한 홀스타인종 거세비육우는 비육후기에 반추위의 비정상적인 성장으로 인하여 사료 이용효율이 감소할 것으로 보고(Shoemaker 등, 2003)한 연구결과를 감안하면 육성기와 비육전기를 거칠 동안의 조단백질 및 에너지 이용효율이 비육후기에 영향을 주는 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서는 비육후기 마무리시기에 농후사료의 급여수준을 체중대비로 환산했을 때 LPLT, LPHT 및 HPHT구의 경우 각각 1.35%, 1.65% 및 1.36%로서 정 (2008)의 연구결과와 유사한 수준이었다. 참고로 한국사양표준 (2007)과 일본사양표준 (중양축산회, 2000)에서 거세우의 비육후기 사료급여량은 체중대비 농후사료 급여비율을 1.3~1.4%로 급여하면서도 충분히 직선적인 성장을 하며, 사료효율 및 지육의 증가량도 양호하다고 한 바 있다.

백 등 (2005)은 한우의 비육후기에 농후사료중의 에너지 함량을 높여 급여했을 때 증체와 사료효율에서 농후사료 내 TDN 수준의 차이가 크게 없었던 것으로 조사(TDN 72% 및 74%)하여 TDN 수준의 범위를 넓혀 증체와 사료효율에 대한 영향을 좀 더 검토할 필요가 있다고 발표한 바 있다. 이러한 현상은 아마도 한우가 증체와 사료효율에 상관되는 에너지가의 함량 변이를 높게 할 필요성을 지적한 것인데 본 연구결과의 발육성적에는 크게 영향하지 않은 것으로 나타나 비슷한 결과였다. 한편 정 등 (2005)은 젖소 거세우에 대한 연구에서 비육후기 일당증체량을 0.9~1.0 kg으로 설정하고 농후사료의 가소화영양소총량을 높여 급여하는 것이 벗짚을 이용하는 사양체계인 한국적인 사양조건하에서 알맞은 방법이 될 것으로 보고한 바 있다. 에너지와 단백질 수준을 높여 급여한 구에서 증체와 사료효율이 가장 좋았다고 하여 비육후기 조단백질 함량을 14%로, 그리고 가소화 영양소총량을 76%로 상향하여 급여하는 것이 바람직하다고 한 바 있다.

Table 5에는 출하된 개체들의 군별 수송감량 및 도체수율에 대하여 나타내었다.

공시축 출하에 따른 수송감량은 LPLT구와 LPHT구 및 HPHT

Table 5. Least squares means and standard errors for shrinkage and dressing percentage in Hanwoo steers

Item	LPLT	LPHT	HPHT	P =
Shrinkage, kg	25.44±4.85 <sup>a</sup>	24.95±3.29 <sup>a</sup>	21.11±3.29 <sup>b</sup>	0.035
Dressing, %	58.73±1.29	59.26±1.55	58.49±1.55	0.092

<sup>a,b,c</sup> Within a row, means that do not have a common superscript differ (P<0.05).

구가 각각 25.44±4.85 kg, 23.95±3.29 kg 및 21.11±3.15 kg으로 LPLT구와 LPHT구에 비하여 HPHT구가 가장 적은 수송감량을 나타내었다(P<0.05). 소에서 수송에 따른 감량이 주로 근육 중의 글리코겐의 고갈에 의한 손실이 아니라 도축장으로서의 운송 도중 발생하는 스트레스로 인한 수분과 체액손실(Tarrant 등, 1992) 때문으로 알려져 있으나 본 연구에서 HPHT구가 작은 것으로 조사된 것은 아마도 열량을 추가적으로 공급 받았던 HPHT구가 스트레스에 좀 더 방벽적이었던 것으로 사료된다. 도축 전과 도축 후 냉도체중의 비율을 나타낸 도체율은 한우 거세우 평균 도체율 범위 내에 있었다.

2. 도체성적

다음의 Table 6에는 한우 거세비육우의 비육후기 조단백질 및 가소화영양소 총량 등의 영양소 급여수준별로 출하한 도체성적을 나타내었다.

한우 거세비육우에 대한 단백질과 에너지 급여수준에 따른 도축 성적에서 등지방두께는 HPHT (8.09±2.28cm)구가 LPLT (8.79±3.48 cm)와 LPHT (8.55±2.28 cm)구에 비하여 얇은 것으로 조사되었다(P<0.05). 정 등 (2005)에 의하면 거세비육우에 급여한 사료 중의 에너지가와 조단백질 함량에 대한 고찰에서 에너지와 조단백질 함량을 증가시켜 급여한 개체들보다 오히려 단백질 수준만을 증가시켜 급여한 처리구의 도체 중 등지방두께가 두꺼웠다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. 도체중의 지방함량에 관한 연구는 주로 급여되는 사료의 영양소 수준에 관한 연구들이 주를 이루고 있는데 앵거스 교잡종 거세우에 대한 실험(Carsten 등, 1991)에서 같은 체중이라고 할지라도 영양수준을 제한받은 거세우가 지방 함

량이 적고 거세우의 지방두께와 상관도는 고 영양사료를 급여하였을 때 6개월령의 그것에 비하여 12개월령에 두 배에 달했다고 보고한 바 있어 본 연구결과와는 다른 결과였다. 이러한 차이는 품종에 있어서 조숙종인 앵거스 교잡우와 만숙종인 한우와의 차이로 사료되며 특히 비교할 수 있는 월령이 아니라는 점에서 차이가 있다고 사료된다. 일반적으로 고에너지 및 고단백질 사료의 급여가 에너지의 축적을 가져 온다고 하지만 단순한 에너지의 증가보다는 단백질의 균형적인 급여가 중요함을 보여주는 결과이다. 한우 거세비육우에 대한 영양수준별 급여에 따른 도체 배최장근단면적의 넓이를 살펴보면 농후사료중의 조단백질과 에너지수준을 높여 급여한 LPHT구 및 HPHT구가 각각 89.68±8.06 cm<sup>2</sup> 및 91.18±8.06 cm<sup>2</sup>로서 LPLT의 85.88±5.44 cm<sup>2</sup> 보다 유의하게 증가하였다(P<0.05). 도살 후 냉장과정을 거친 도체중의 경우 통계적인 유의성은 없었으나 LPLT, LPHT구 및 HPHT구가 각각 420, 417, 418 kg의 성적을 나타내었다.

도체 육량등급에서 부의 효과를 갖는 등지방두께의 영향으로 육량지수는 LPLT가 66.98로서 가장 낮았고 HPHT구가 68.17로 가장 높았으나 통계적인 유의성은 나타나지 않았다(P>0.05). 그러나 최종적으로 판정된 육량등급에서는 LPLT와 LPHT구에 비하여 HPHT구가 좋은 것으로 나타났다(P<0.05). 결과적으로 도체의 육량 등급 출현을 살펴보면 LPLT는 A:B:C가 각각 18(75%):5(20.8%):1(4.2%)두로 되었고 LPHT구는 15(68.1%):7(31.9%):0 두였으며, HPHT구의 경우엔 17(77.3%):5(22.7%):0두로 조사되어 육량지수 값에서 나타난 경향이 그대로 반영된 것으로 조사되었다.

한편 육질등급결정요인 중에 우선시되는 근내지방도는 LPLT구와 LPHT구 및 HPHT구가 각각 4.58, 4.55 및 5.50으로 HPHT구가 LPLT구와 LPHT구에 비하여 가장 좋은 것으로 조사되었다

Table 6. Least squares means and standard errors for 90 days long on carcass characteristics in Hanwoo steers

Item	LPLT <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>		P=
		LPHT	HPHT	
Back Fat Thickness, mm	8.79± 3.48 <sup>a</sup>	8.55± 2.28 <sup>a</sup>	8.09± 2.28 <sup>b</sup>	0.003
Rib Eye Area, cm <sup>2</sup>	85.88± 5.44 <sup>b</sup>	89.68± 8.06 <sup>ab</sup>	91.18± 8.06 <sup>a</sup>	0.021
Carcass Weight, kg	420.75±30.56	417.05±32.03	418.32±32.03	0.901
Meat Quantity Index	66.98± 2.29	67.72± 2.38	68.17± 2.38	0.161
Meat Quantity grade	2.50± 0.59 <sup>a</sup>	2.59± 0.43 <sup>a</sup>	2.77± 0.43 <sup>b</sup>	0.041
Quantity Grade A:B:C	18:5:1	15:7:0	17:5:0	
Marbling Score	4.58± 1.59 <sup>b</sup>	4.55± 1.84 <sup>b</sup>	5.50± 1.84 <sup>a</sup>	<0.001
Meat Color	5.00± 0.51	4.82± 0.46	4.73± 0.46	0.059
Fat Color	2.92± 0.28	3.00± 0.29	2.91± 0.29	0.298
Texture	1.46± 0.51	1.36± 0.46	1.27± 0.46	0.124
Maturity	2.04± 0.20	2.23± 0.43	2.00± 0.43	0.062
Meat Quality grade	3.00± 0.72 <sup>b</sup>	3.09± 0.87 <sup>b</sup>	3.55± 0.87 <sup>a</sup>	<0.001
Auction price, won/kg	17,904± 1,124 <sup>b</sup>	18,094± 1,470 <sup>b</sup>	18,899± 1,470 <sup>a</sup>	<0.001
Quality Grade 1 <sup>++</sup> :1 <sup>+</sup> :1:2:3	1:3:15:5:0	1:6:9:6:0	3:9:8:1:1	

<sup>1)</sup> Number of Hanwoo steers : LPLT(Control : CP 12%, TDN 73%)= 24 heads, LPHT and HPHT = 22 heads

<sup>2)</sup> Low protein and high energy concentrate, CP 12%, TDN 75%. High protein and high energy concentrate, CP 14%, TDN 75%. Means with difference superscript in the same row are significantly different (P<0.05).

( $P<0.05$ ). 도체의 육색은 등급기준 상 2~6 사이가 정상인 것으로 판정하고 있는데 본 연구에서 LPLT가 LPHT구 및 HPHT구에 비하여 다소 어두워지는 경향을 나타내었고, 지방색(정상기준 : 1~6) 역시 LPLT와 처리구간의 차이가 없었다. 근내지방도의 영향으로 인하여 육질등급은 LPLT (3.00)와 LPHT (3.09)구에 비하여 HPHT (3.55)구가 유의하게 개선되어 결과적으로 경락가격도 HPHT구가 가장 좋았던 것으로 조사되었다.

종합적으로 육질등급분포를 살펴보면 LPLT가 1<sup>++</sup>:1<sup>+</sup>:1:2:3등급이 1:3:15:5:0로서 각각 4.2%, 12.5%, 62.5%, 20.8% 및 0%의 등급출현율을 나타내어 1등급 이상 출현율이 79.2%였고, LPHT구는 1:6:9:6:0으로 각각 4.5%, 27.3%, 40.9%, 27.3% 및 0%로 조사되어 1등급이상 출현율이 72.7%로 조사되었고, HPHT구는 3:9:8:1:1으로 각각 13.6%, 40.9%, 36.3%, 4.5% 및 4.5%로 나타나 1등급 이상 출현율이 90.8%로 조사되었다.

### 3. 도체 등심 중의 이화학적 특성 및 지방산조성

다음 Table 7에는 한우 거세비육우의 비육후기 조단백질 및 가소화영양소 총량 등의 영양소 급여수준별로 등심조직 내 이화학적 특성을 나타내었다.

다음의 Table 8에는 한우 거세비육우의 비육후기 조단백질 및 가소화영양소 총량 등의 영양소 급여수준별로 출하개체들의 등심조직 내 지방산 조성을 나타내었다.

한우거세우 비육후기에 급여하는 조단백질과 에너지의 함량에 따른 도체등심 중의 일반화학생분에서 수분 함량과 조단백질 함량 및 조회분의 함량은 차이가 없었으나 조지방의 함량은 LPLT와 LPHT구에 비하여 HPHT구에서 증가하는 경향을 나타내었다 ( $P=0.088$ ). 비육우에 급여하는 지방급원의 종류가 식물성인지 혹은 특정한 지방산 함량을 가지고 있는가에 따라 지방산조성을 변화시킬 수는 있으나(Rule 등, 1994; Wistuba 등, 2006), 사료 중 에너지 함량이 높을수록 지방조직의 축적이 높아진다고 하는 Houseman 등(2009)의 보고와 다른 결과였다. 도체성적(Table 6)에서 보는 바와 같이 도체 중의 등지방두께도 HPHT구에서 증가하지 않았다는 본 연구결과를 고려할 때 사료중의 열량가의 추가적인 급여가 도체의 지방 함량과 항상 정의 상관관계를 갖지 않는다고 하

는 Rule 등(1994)의 연구결과와 함께 비슷한 결과로 사료된다.

시험종료 후 채취한 등심조직의 지방산 조성의 결과에서 포화지방산인 lauric acid, myristic acid, palmitic acid 및 arachidic acid 등은 LPLT구와 LPHT구 및 HPHT구에서 처리간의 차이를 나타내지 않았다( $P>0.05$ ). 그러나 stearic acid의 경우엔 LPLT구와 LPHT구 및 HPHT구가 각각 10.91, 12.01 및 13.02로서 LPLT구에 비하여 단백질 및 에너지를 많이 급여한 HPHT구에서 유의하게 증가하였다. 최 등(2008)은 한우거세우의 stearic acid의 함량이 10.43으로 앵거스(13.04) 및 화우(14.61) 보다 낮다고 하였으나 본 연구결과에서는 HPHT구가 앵거스종과 비슷한 수준으로 나타나 단백질과 에너지를 추가적으로 급여할 경우 stearic acid의 함량은 달라질 수 있음을 나타내었다. 한편 불포화지방산 함량에서 palmitoleic acid, linoleic acid, linolenic acid, eicosenoic acid의 경우엔 처리구간의 차이가 인정되지 않았으나( $P>0.05$ ), myristoleic acid와 oleic acid의 경우엔 HPHT구가 가장 많이 증가한 것으로 조사되었다( $P<0.05$ ). 소고기 중의 oleic acid는 풍미와 정의 상관관계에 있음이 여러차례 보고된 바 있다(Waldman 등, 1968; Westerling과 Hedric, 1979). 특히 올레인산의 경우는 소고기의 등심중에 가장 많이 분포하는 불포화 지방산으로 근내지방도와 정의 상관관계가 있다는 보고(Houseman 등, 2009)에서와 같이 본 연구에서도 근내지방도가 가장 높았던 HPHT구의 함량이 많은 것으로 조사되었다. 최 등(2008)도 앵거스종에 비하여 화우거세우와 한우거세우에서 높게 나타났다고 하여 근내지방도의 조성에 따라 oleic acid 함량이 달라짐을 보고한 바 있다. 물론 불포화 지방산의 함량은 유전적인 배경, 사양조건, 출하월령, 출하밀도, 섀플링부위 및 비육도 등에 따라 달라질 수 있다(최 등, 2008). 전체적인 포화지방산의 함량과 불포화지방산의 함량 및 단일불포화지방산의 함량에서는 LPLT와 처리구간의 차이가 인정되지 않았으나( $P>0.05$ ), 단일불포화지방산 대비 포화지방산의 비율은 LPLT, LPHT구 및 HPHT구가 각각 1.26, 1.18 및 1.23으로 조사되어 단순히 단백질만을 높여 급여한 구보다 에너지와 단백질이 동시에 향상된 군에서 높게 나타났다고 하였다( $P=0.015$ ). 한우 등심중의 지방산 조성에서 나타난 바와 같이 비육후기 비육도 및 증체와 육질을 결정하는데 있어서 농후사료의 조단백질 함량과 에너지의 비율이 중요함을 나타내는 결과로 사료된다.

Table 7. Least squares means and standard errors for chemical composition (%) of *longissimus dorsi* muscle in Hanwoo steers

Item	Control <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>		P=
		LPHT	HPHT	
Moisture	68.41±0.45	69.11±0.55	68.79±0.55	0.315
Crude Protein	19.55±0.37	20.55±1.00	20.11±1.00	0.065
Ether extract	8.24±1.12	8.02±1.24	10.25±1.24	0.088
Ash	0.97±0.04	0.99±0.04	0.95±0.04	0.487

<sup>1)</sup> Number of Hanwoo steers : LPLT(Control : CP 12%, TDN 73%) = 24 heads, LPHT and HPHT = 22 heads

<sup>2)</sup> Low protein and high energy concentrate, CP 12%, TDN 75%, High protein and high energy concentrate, CP 14%, TDN 75%  
Means with difference superscript in the same row are significantly different ( $P<0.05$ ).

Table 8. Least squares means and standard errors for fatty acid composition (%) of *longissimus dorsi* muscle in Hanwoo steers

Item	Control <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>		P=
		LPHT	HPHT	
Lauric acid (C <sub>12:0</sub> )	1.48±0.11	1.35±0.12	1.05±0.12	0.148
Myristic acid (C <sub>14:0</sub> )	3.24±0.22	3.25±0.22	3.22±0.22	0.299
Myristoleic acid (C <sub>14:1</sub> )	0.70±0.06 <sup>b</sup>	0.90±0.08 <sup>ab</sup>	1.10±0.08 <sup>a</sup>	0.017
Palmitic acid (C <sub>16:0</sub> )	26.76±1.02	27.18±0.45	26.10±0.45	0.401
Palmitoleic acid (C <sub>16:1</sub> )	5.12±0.65	4.51±0.55	4.09±0.55	0.748
Stearic acid (C <sub>18:0</sub> )	10.91±0.32 <sup>b</sup>	12.01±1.22 <sup>ab</sup>	13.02±1.22 <sup>a</sup>	0.001
Oleic acid (C <sub>18:1</sub> )	47.63±0.38 <sup>ab</sup>	46.35±1.84 <sup>b</sup>	48.09±1.84 <sup>a</sup>	0.003
Linoleic acid (C <sub>18:2</sub> )	2.25±0.04	2.06±0.06	2.00±0.06	0.235
Linolenic acid (C <sub>18:3</sub> )	0.17±0.01	0.19±0.02	0.20±0.02	0.564
Arachidic acid (C <sub>20:0</sub> )	0.11±0.00	0.11±0.01	0.11±0.01	0.253
Eicosenoic acid (C <sub>20:1</sub> )	0.13±0.01	0.12±0.01	0.10±0.01	0.784
Others	1.50±0.12	1.97±0.13	0.92±0.13	0.444
Saturated fatty acid	42.50±0.42	43.90±0.43	43.50±0.43	0.551
Mono unsaturated fatty acid	53.58±0.45	51.88±0.44	53.38±0.44	0.542
Unsaturated fatty acid	56.00±0.51	54.13±0.54	55.58±0.54	0.564
MUFA/SFA <sup>3)</sup>	1.26±0.02 <sup>a</sup>	1.18±0.07 <sup>b</sup>	1.23±0.07 <sup>a</sup>	0.015

<sup>1)</sup> Number of Hanwoo steers : LPLT (Control : CP 12%, TDN 73%) = 24 heads, LPHT and HPHT = 22 heads

<sup>2)</sup> Low protein and high energy concentrate, CP 12%, TDN 75%, High protein and high energy concentrate, CP 14%, TDN 75%

<sup>3)</sup> Monounsaturated fatty acid / Saturated fatty acid

Means with difference superscript in the same row are significantly different (P<0.05).

## 요 약

한우 거세 비육우에 출하 전 163일간 LPLT구 (CP 12%, TDN 73%)와 LPHT구 (CP : 12%, TDN : 75%), HPHT구 (CP : 14%, TDN : 75%)로 배합사료를 급여한 사양시험결과 일당증체량은 LPHT구에 비하여 대조구와 HPHT구가 높은 것으로 조사되어 증체가 많았던 것으로 조사되었다 (P<0.05). 사료요구율 역시 LPHT구에 비하여 LPLT구와 HPHT구의 사료이용효율이 좋았던 것으로 조사되었다 (P<0.05). 도체율은 영양소의 추가적인 급여가 영향하지 않는 것으로 조사되었으나 수송감량에서는 HPHT구의 수송감량이 대조구와 LPHT구에 비하여 적은 것으로 조사되었다 (P<0.05). 등지방두께와 배최장근단면적에서 HPHT구가 유의하게 개선되었으며, 냉도체중 및 육량지수에는 영향하지 않은 것으로 조사되었다. 육량등급의 수취에서 등지방두께와 정의 영향을 주는 배최장근단면적이 높았던 HPHT구가 LPLT구와 LPHT구에 비하여 유의하게 개선된 것으로 조사되었다 (P<0.05). 육질형질 중 근내지방도는 대조구와 LPHT구에 비하여 HPHT구가 통계적으로 유의하게 증가하였고 이 영향으로 육질등급의 수취에서도 그대로 반영되어 유의하게 개선된 것으로 조사되었다 (P<0.001). 그러나 다른 육질에 영향을 미치는 항목들에서는 대조구와 처리구간의 차이가 인정되지 않았다.

지육경락가격은 LPLT구 (17,904원)와 LPHT구 (18,094원)에 비하여 HPHT구 (18,899원)가 유의하게 수취금액이 높았다 (P<0.01). 특히 최종 육질등급 출현율을 살펴보면 1등급이상 출현율에서 대조구는 79.2%로 나타난 반면 LPHT구는 72.7%가 출현되었고 HPHT구는 90.8%의 출현율을 나타내었다. 배최장근단면적의 이화학적 특성 분석에서 대조구와 LPHT구 및 HPHT구에서 통계적으로 유의한 수준의 변화는 없었다. 다만 HPHT구의 조지방함량이 증가하는 경향을 나타내었다 (P=0.088). 등심 중의 지방산의 조성 변화는 포화지방산의 경우 stearic acid 함량이 HPHT구에서 대조구에 비하여 유의하게 증가하였고, 불포화지방산은 Myristoleic acid 및 oleic acid의 함량이 대조구나 LPHT구에 비하여 HPHT구에서 유의한 증가를 보였다 (P<0.05). 이러한 결과는 단일불포화지방산함량 대비 포화지방산의 비율에도 영향을 미친 것으로 조사되었다.

본 연구에서 발육성적에서 HPHT구가 개선되었고 도체등급에서도 HPHT구가 현저히 개선되는 경향을 보였으며, 또한 도체의 지방산조성에서도 영향을 미친 것으로 조사되었다. 다만 한우 거세우에서 수행한 본 연구의 이 같은 발육성적과 도체의 성적을 고찰함에 있어서 비육용 배합사료의 원가 분석과 함께 시판되는 농후사료의 단가체계 등에 대한 고찰이 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

## 인 용 문 헌

- A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis (15th Ed.). Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D. C.
- Bodine, T. N. and Purvis II<sup>3</sup>, H. T. 2003. Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. *J. Anim. Sci.* 81:304-317.
- Carstens, G. E., Johnson, D. E., Ellenberger, M. A. and Tatum, J. D. 1991. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. *J. Anim. Sci.* 69: 3251-3264.
- Chestnutt, D. M. B., Marsh, R., Wilson, J. G., Stewart, T. A., McCullough, T. A. and McCallion, T. 1975. Effects of breed of cattle on energy requirements for growth. *Anim. Prod.* 21:109-118.
- Folch, J., Lee, M., Stanley, G. H. S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biological chemistry*, 226. 497-509.
- Fluharty, F. L., Loerch, S. C., Turner, T. B., Moeller, S. J. and Lowe, G. D. 2000. Effects of weaning age and diet on growth and carcass characteristics in steers. *J. Anim. Sci.* 78:1759-1767.
- Galyean, M. L. 1996. Protein levels in beef cattle finishing diets: Industry application, university research and system results. *J. Anim. Sci.* 74:2860-2870.
- Guenther, J. J., Bushman, D. H., Pope, L. S. and Morris, R. D. 1965. Growth and development of the carcass tissues in beef calves from weaning to slaughter weight, with reference to the effect of plane of nutrition. *J. Anim. Sci.* 24:1184-1191.
- Hausman, G. J., Dodson, M. V., Ajuwon, K., Azain, M., Barnes, K. M., Guan, L. L., Jiang, Z., Poulos, S. P., Sainz, R. D., Smith, S., Spurlock, M., Novakofski, J., Fernyhough, M. E. and Bergen, W. G. 2009. BOARD-INVITED REVIEW: The biology and regulation of preadipocytes and adipocytes in meat animals. *J. Anim. Sci.* 87:1218-1246.
- Hendrickson, R. L., Pope, L. S. and Hendrikson, R. F. 1965. Effect of rate of gain of fattening beef calves on carcass composition. *J. Anim. Sci.* 24:507-513.
- McGuire, M. A., Bauman, D. E., Miller, M. A. and Hartnell, G. F. 1992. Response of somatomedins (IGF-I and IGF-II) in lactating cows to variations in dietary energy and protein and treatment with recombinant n-methionyl bovine somatotropin. *J. Nutr.* 122: 128-136.
- Meyer, J. H., Hull, J. L., Weitkamp, W. H. and Bonilla, S. 1965. Compensatory growth responses of fattening steers following various low energy intake regimes on hay or irrigated pasture. *J. Anim. Sci.* 24:29-37.
- Rule, D. C., Busboom, J. R. and Kercher, C. J. 1994. Effect of dietary canola on fatty acid composition of bovine adipose tissue, muscle, kidney, and liver. *J. Anim. Sci.* 72:2735-2744.
- SAS, 2005. PC-SAS package. SAS User's guide; statistic. SAS institute Inc., Cary. NC. USA.
- Shoonmaker, J. P., Cecava, M. J., Faulkner, D. B., Fluharty, F. L., Zerby, H. N. and Loerch, S. C. 2003. Effects of energy and rate of growth on performance, carcass characteristics, ruminal fermentation and serum glucose and insulin of early-weaned steers. 81:843-855.
- Tarrant, P. V., Kenny, F. J., Harrington, D. and Murphy, M. 1992. Long distance transportation of steers to slaughter: Effects of stocking density on physiology, behavior and carcass quality. *Livest. Prod. Sci.* 30:223-232.
- Waldman, R. C., Suess, G. G. and Brungardt, V. H. 1968. Fatty acids of certain bovine tissue and their association with growth, carcass and palatability traits. *J. Anim. Sci.* 27:632-635.
- Westerling, D. B. and Hderick, H. B. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J. Anim. Sci.* 48:1343-1348.
- Wistuba, T. J., Kegley, E. B. and Apple, J. K. 2006. Influence of fish oil in finishing diets on growth performance, carcass characteristics, and sensory evaluation of cattle. *J. Anim. Sci.* 84:902-909.
- 강우성, 탁태영, 강태홍. 1989. Energy and protein requirements and their utilization in fattening Korean native and Holstein cattle. *한축지* 31(7):443.
- 백봉현, 홍성구, 권응기, 조원모, 유영모, 신기준. 2005. 거세한우 비육후기 농후사료 에너지 수준이 육질 및 경제성에 미치는 영향. *동물자원지* 47(3):447-456.
- 일본사양표준(육용우). 2000. 농림수산성농림수산기술회의사무국편.
- 정 준, 원유석, 박노형, 윤충근, 이성수, 정용기, 정귀현, 송만강, 김내수. 2005. Dairy beef의 비육기술개발에 관한 연구. *농림기술개발관리센터 연구보고서*.
- 정 준. 2008. 한우 비육후기 거세우의 적정 사료급여수준에 관한 연구. *농협중앙회 2008년 연구보고서*.
- 중앙축산회. 2000. 일본 사양표준(육용우) 농림수산성 농림수산기술회의사무국편.
- 최창본, 신현우, 이상욱, 김성일, 정근기, 최창원, 백경훈, 데이비드런트, 스테판 스미스, 2008. 한우, 앵거스 및 화우 교잡종의 등심내 콜레스테롤 함량 및 지방산 조성 비교. *한국동물자원과학회지*. 50(4):519-526.
- 한국사양표준. 2007. 농촌진흥청 축산과학원.
- (접수일자 : 2010. 5. 17 / 수정일자 : 2010. 6. 4 / 채택일자 : 2010. 7. 21)