

마쇄보리 사료 급여가 비육후기 거세 한우의 도체 및 식육 특성에 미치는 효과

이상무*

경북대학교 축산BT학부

Effect of Dietary Cracked Whole Barley on the Carcass Characteristics and Meat Composition in Hanwoo Steers

Sang Moo Lee*

School of Animal Science and Biotechnology, Kyung-pook National University, Sangju 742-711, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of the level of cracked whole barley on daily feed intake, daily body weight gain, carcass characteristics and meat composition of finishing Hanwoo steers (feeding from 24 months to 30 months of age). The dietary treatments were consisted of five types (C; normal concentrate as a basal diet, T1; 10% addition of cracked whole barley, T2; 20% addition of cracked whole barley, T3; 30% addition of cracked whole barley, T4; 40% addition of cracked whole barley). A total 30 Hanwoo steers (588.6±11.8kg) were allocated to 5 feeding groups. The daily feed intake and daily body weight gain were high in the order of T2 > T3 > T4 > T1 > C. The back fat thickness and *longissimus* muscle area were highest in C and T1, respectively (P<0.05) than other treatments. The meat yield index decreased with increased back fat thickness. The marbling score and meat quality were highest in T1 (P<0.01, 0.05, respectively), but maturity, fat color and meat color were not significantly different among treatments. The crude fat was highest in T1 (17.59%), while in T4 (7.47%) it was lowest (P<0.05). The crude protein and crude ash were not significantly different among treatments. The energy value of cracked whole barley treatments (T1, T2, T3, T4) was higher than C (P<0.05). The contents of Ca, Cu, K, Mg, Mo, Na and Zn were higher in C than the other treatments (P<0.01), but Co was higher in T2 (P<0.01). The CIE L* value of whole cracked barley treatments (T1, T2, T3, T4) was higher than C, however there were not differences among the treatments. The CIE a* value was highest in T1 (P<0.05) than others. The CIE b* value was highest in C and it was decreased with increased feeding of cracked whole barley. Based on the above results, T1 treatment compared to other treatments improved the carcass quality parameters like loin muscle area, marbling score, meat quality, and CIE L* value.

(Key words : Hanwoo, Cracked whole barley, Meat quality grade, Meat color)

서 론

우리나라에서 보리를 한우에게 이용하는 것은 식물체 전체를 활용하는 총채보리와 순수 보리만 이용하는 방법이 있다. 그리고 보리는 외피가 있는 상태로 이용하거나 아니면 도정하여 외피를 탈피시킨 것 두 종류로 나누어진다. 가공방법에 따라서는 분쇄보리, 마쇄보리, 압편보리 및 통보리가 있다. 최근에는 통보리(외피를 포함한 보리)를 마쇄하여 많이 사용하는데 이는 가격이 저렴하고 소화율, 질소 및 에너지 이용성이 향상되기 때문이다(Ishida 등, 1997). 일반적으로 보리는 52~72%의 전분을 함유하고 있으며(Chang 등, 2006) 옥수수 보다 보리의 단백질 및 전분이 분해가 잘되기 때문에 소화율이 높다(McAllister 등, 1993). 그러나 반추가축에 높은 수준으로 보리를 이용할 경우에는 전분의 높은 발효성이 미생물의

성장과 섬유질 소화를 제한 시키는 반추위 pH를 감소 시켜 건물 섭취량을 저하시키기도 한다(Chang 등, 2007; De Visser과 De Groot, 1980). 그러나 보리는 한우 비육시 사료로 급여하면 증체량과 사료 이용 효율을 개선시키고(Mathison 등, 1991) 쇠고기의 단백질 함량을 높여 중과 동시에 육질을 개선시키는 효과가 있다(O'Keefe 등, 1968). 그리고 옥수수를 비육우에게 급여하면 Chlorophyll이나 Xanthophyll 등과 같은 Carotenoid 계열의 색소를 함유하여 지방조직의 황색화에 영향을 미치지만 보리에는 이런 것이 상대적으로 적게 함유되어 지방색을 백색화 하는 효과가 있다(Chang 등, 2007). 또한 보리 급여는 쇠고기의 명도(CIE L*)와 적색도(CIE a*)가 높아짐에 따라 육색이 개선되고(Chang 등, 2007) 소비자가 쇠고기를 구매할 때 구매욕구를 자극하는 요인으로 작용한다(Park 등, 2000). 따라서 본 연구는 한우 비육후기 사

* Corresponding author : Sang Moo Lee, School of Animal Science and Biotechnology, Kyung-pook national University, Sangju 742-711. Korea. Tel: +82-54-530-1224, E-mail: smlee0103@knu.ac.kr

양에 있어서 배합사료에 보리(외피를 포함하여 여러 조각으로 마쇄한 상태)의 첨가량(10, 20, 30, 40%)을 달리하여 이에 따른 체식량, 일당증체량을 조사하고, 도축 후 쇠고기의 도체특성, 일반성분, 무기물 및 색도를 측정하여 마쇄보리 사료의 첨가량이 한우 성장 및 육질에 미치는 효과를 검토하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험재료 및 사양방법

시험 동물은 거세 한우 24개월령, 평균체중 588.6±11.8 kg 범위에 있는 30두 공시 하였다. 그리고 처리구 당 6두를 배치하고 6개월 비육 후(2008년 7월부터 2009년 1월까지) 30개월령에 도축하였으며, 시험장소는 구미 축협 생육장에서 실시하였다. 시험구 처리는 옥수수 위주의 시판 한우 비육후기 사료를 후기 기간 동안 자유채식 시킨 대조구(이하 : C)를 기준으로 하여, 배합사료(90%) + 마쇄보리사료(10%)구(이하: T1), 배합사료(80%) + 마쇄보리사료(20%)구(이하:T2), 배합사료(70%) + 마쇄보리사료(30%)구(이하: T3) 및 배합사료(60%) + 마쇄보리사료(40%)구(이하: T4)한 5처

Table 1. Experimental design

Items	C	T1	T2	T3	T4
Con. ¹⁾	100%	90%	80%	70%	60%
Con. CWB ²⁾	0%	10%	20%	30%	40%
FM ³⁾	Free	Free	Free	Free	free
Rou. ⁴⁾	rice straw	rice straw	rice straw	rice straw	rice straw
FM	1kg/head	1kg/head	1kg/head	1kg/head	1kg/head
KNC ⁵⁾ (head)	6	6	6	6	6
IBW ⁶⁾ (kg)	597.2±22.3	606.5±13.8	574.7±25.7	578.2±22.8	586.3±27.3

Con.¹⁾: Concentrate, CWB²⁾: cracked whole barley, FM³⁾: feeding method, Rou.⁴⁾: roughage
 KNC⁵⁾: Korean native cattle(steer) of 24 months, IBW⁶⁾: Initial body weight

Table 2. The chemical composition of rice straw (as fed basis %)

Item	Moisture	CP ¹⁾	EE ²⁾	CF ³⁾	CA ⁴⁾	NFE ⁵⁾	NDF ⁶⁾
Rice Straw	13.82	3.23	2.12	34.75	11.85	34.23	68.7

¹⁾ crude protein, ²⁾ ether extract, ³⁾ crude fiber, ⁴⁾ crude ash,
⁵⁾ nitrogen free extract, ⁶⁾ neutral detergent fiber.

Table 3. The chemical composition of cracked whole barley feed (DM basis)

Items	Ingredient composition (%)
Dry matter	88.91
Moisture	11.09
Crude protein	9.92
Crude fat	1.61
Crude fiber	9.12
Crude ash	7.31
Nitrogen free extract	72.04
Calcium	0.49
Phosphorus	1.05
Total digestible nutrients	70.15

리로 실시하였다. 이때 마쇄보리는 가루상태가 아니라 외피(껍질)를 포함한 통보리를 살짝 압착하여 여러 조각으로 나눈 상태의 보리였다. 실험구당 면적은 6 × 12 m = 72 m² 이었으며 사료 급여 방법에 있어서 농후 사료는 자유 채식시켰으며 볏짚은 1 kg으로 제한 급여하였다(Table 1).

2. 시험사료 성분 및 배합비

시험사료로 사용한 건조 볏짚의 일반성분은 Table 2에서 보는 바와 같이 수분함량이 13.82%, 조단백질이 3.23%로서 건조가 잘된 사각 베일러 볏짚이었다.

그리고 공시사료로 공급된 마쇄보리(껍질 + 알곡)의 영양성분은 Table 3에 나타냈으며 이때 보리는 외피(껍질)와 알곡을 포함하여 분쇄 한 상태였으며 입자도는 2~3 mm 정도였다.

그리고 배합사료는 N회사 비육 후기 전용 시판사료[®]로서 배합비

을 Table 4에서 보면 옥수수 (flake 상태)가 44.15%로서 에너지가 및 소화율이 높여 주고, 면실박을 3.5% 배합함으로써 후기 비육에 마블링을 높이기 위한 배합비로 구성되었다. 그리고 에너지가 낮은 사료인 맥강, 코코넛 및 야자박은 최소량으로 배합되었다. 특수사료인 비타민과 광물질은 각각 0.05%씩 프리믹스하여 완전 혼합 된 사료였다. 그리고 배합사료의 성분은 Table 5에서 보는 바와 같다

3. 사양관리

물은 워터컵을 통하여 자유 섭취하도록 하였고, 농후사료와 조사료는 사료조를 반대방향에 설치하여 채식시켰다. 사료급여 시간은 오전 07시 및 오후 06시에 각각 1회씩 하였으며, 미네랄 블록은 자유 섭취토록 하였다.

4. 일당증체량 및 도체성적

일당증체량은 시험개시시 체중 측정치와 종료 후 체중 측정치간의 차이를 구한 후 사육 일수로 나누어 구하였다. 도체 성적은 시험 종료 후 서울 가락동 축산물 공판장으로 운반하여 24시간 절식 후 도축하여 24시간 냉각한 다음 쇠고기 등급기준에 따라 등급판정사에 의하여 육량형질과 육질형질을 등급판정 받았다.

육질분석은 2분 도체로부터 12늑골과 13늑골 사이의 등심부위를 채취하여 진공포장 한 후 냉장 보관 후 시료로 사용하였다.

5. 일반성분 분석

일반성분은 AOAC 방법(1990)에 준하여 분석하였다. 즉, 수분 함량은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조섬유는 Henneberg Stohmann법, 조회분은 직접 회화법으로 측정하여 백분율로 나타내었다. 가용무질소물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조섬유 및 조회분을 뺀 값으로 구하였다.

6. 무기물 분석

시료 5 g을 정확히 칭량하여 도가니에 담아 550℃에 4시간 건식 회화하여 얻은 회분에 10방울의 탈이온수를 첨가하고 4 mL의 HNO₃용액(HNO₃ : H₂O = 1 : 1)을 가한 후 hot plate에서 증발, 건조시켰다. 이를 다시 500℃에서 1시간 동안 회화하고 10 mL의 HCl용액(HCl : H₂O = 1 : 1)에 완전히 용해시켜 50 mL volumetric flask로 정용한 후 분석용액으로 하였다. Ca, Co, Cu, K, Mg, Mo, Na, Zn 등은 ICP(Inductively Coupled Plasma, IRis Intrepid, Thermo Elemental Co., UK)로 A_{393.366}, A_{228.616}, A_{324.754}, A_{766.491}, A_{285.213}, A_{202.030}, A_{588.995}, A_{213.856}에서 각각 분석하였다. 분석조건은 approximate RF power가 1,150w이며, analysis

Table 4. The ingredient compositions of formula feed

Items	Ingredient composition (%)
Corn grain	44.15
wheat grain	10.00
Wheat flour	1.60
Wheat bran	11.50
Corn gluten feed	6.00
Tapioca pellet	3.00
Cane molasses	4.50
Coconut meal	7.30
Palm meal	4.50
Whole cottonseed	3.50
Vitamin premix	0.05
Mineral premix	0.05
Others	3.85
Total	100.00

Table 5. The chemical composition of formula feed (as fed basis)

Items	Chemical composition (%)
Dry matter	87.24
Moisture	12.91
Crude protein	10.85
Crude fat	3.27
Crude fiber	4.23
Crude ash	5.25
Nitrogen free extract	63.49
Calcium	0.73
Phosphorus	0.35
Sodium	0.35
Potassium	0.65
Magnesium	0.20
Neutral detergent fiber	18.15
Acid detergent fiber	7.51
Total digestible nutrients	72.67

pump rate는 100 rpm, nebulizer pressure와 observation height는 각각 30 psi 및 15 mm로 하였다.

7. 색도

색도 측정은 색차계 (Spectrocolorimeter, USXE/SAV/UV-2,

Hunterlab Overseas, Ltd, U.S.A)를 이용하여 명도(L-value, lightness), 적색도(a-value, redness) 및 황색도(b-value, yellowness) 값을 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때의 표준 백색판은(L=99.11, a=0.23, b=-0.28) calibration plate를 사용하였다.

8. 통계처리

실험결과의 평균값 및 표준오차는 SAS (Statistics analytical System, USA) Program (2003)을 사용하여 구하였고 Duncan의 다중검정 방법으로 1% 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 마쇄보리 첨가 급여가 1일 사료섭취량 및 증체량에 미치는 영향

비육후기 동안(193일) 처리구별로 농후사료 1일 평균 채식량은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 C구는 8.62 kg으로서 사육기간 동안 총 1,655.0 kg 채식하였으며, T1구, T2구, T3구 및 T4구는 1일 평균 각각 8.81, 9.29, 9.11 및 8.98 kg, 총채식량은 1,691.5, 1,783.7, 1,749.1 및 1,724.2 kg을 채식하였다. 따라서 전 시험기간 동안 T2구가 가장 높은 채식량을 보였던 반면 일반 배합사료만 급여한 C구는 8.62 kg로 가장 낮은 섭취량을 보였다. C구를 기준(100%)으로 상대 섭취 비율을 보면 T1구 102%, T2구 108%, T3구 106% 및 T4구 104%로 나타나 C구에 비하여 T1, T2, T3 및 T4구가 각각 2, 8, 6, 4% 증가 된 채식량을 보였다. Chang 등 (2007)은 한우 비육 후기에 있어서 옥수수 위주 배합사료에 비하여 압편보리 (20%) 첨가구, 분쇄보리 (20%) 첨가구 및 분쇄보리 (15%) + 압편보리 (15%)가 첨가한 구가 옥수수 위주 배합사료 보다 1일 평균 섭취량이 모두 높게 나타났다고 보고한 것과 본 실험과 같은 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 마쇄보리 첨가 급여가 사료효율을 개선시켜 주기 때문이라고 하였으며 (Zobell과 Yaremcio, 1998), Chang 등 (2006)은 분쇄 및 압편 보리 첨가는 pH가 5.5가

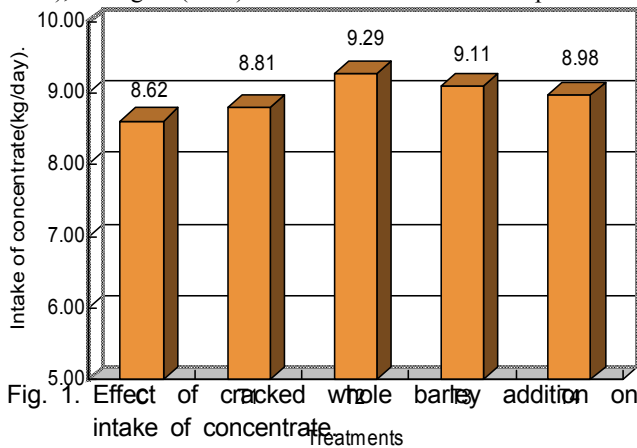


Fig. 1. Effect of cracked whole barley addition on intake of concentrate.

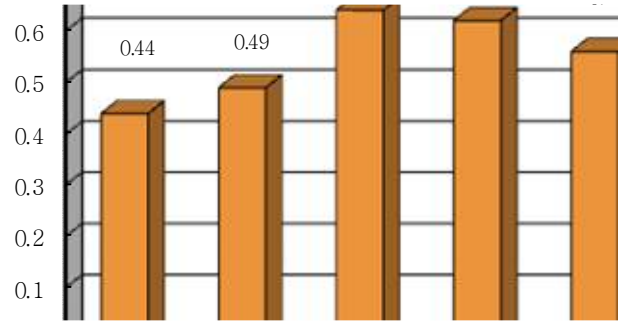


Fig. 2. Effect of cracked whole barley addition on daily gain.

지 떨어져 반추위 내에서 사료분해가 급격하게 이루어지기 때문이라고 보고하였다.

마쇄보리 첨가량에 따른 일당 증체량은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 비육후기 시험기간 동안 1일 평균 증체량을 보면 C구는 0.44 kg 증체량을 보였던 반면 T1, T2, T3 및 T4구는 각각 0.49, 0.64, 0.62 kg 및 0.56 kg으로서 C구에 비하여 높은 증체율을 보였지만 개체간 차이로 인하여 유의적인 차이는 보이지 않았다. 그러나 보리 첨가구에서 높은 증체량을 보였던 것은 사료섭취량이 높아지면 사료 요구율이 좋아져 결과적으로 일당 증체량이 높아진다는 Kim 등 (2007)과 Yamada 등 (2008)의 보고와 같은 경향을 보였다. C구를 기준으로 일당 증체량에 대한 상대 비율을 보면 C구 100%, T1구 111%, T2구 145%, T3구 141%, T4구 127%로서 C구에 비하여 마쇄 통보리 첨가량이 10, 20, 30, 40%로 증가함에 따라 11, 45, 41, 27% 증체 효과가 높게 나타났다. 따라서 후기 배합사료에 보리첨가량을 40% 급여하여도 증체량이 증가 하였으며 특히 20, 30% 첨가구인 T2, T3구는 증체 효과가 뛰어난 것으로 판명되었다.

2. 마쇄보리 첨가 급여가 육량 및 육질등급에 미치는 영향

Table 6에서 나타난 육량 특징 중 등지방 두께를 보면 전반적으로 마쇄보리 급여구 들이 C구에 비하여 낮게 나타났다(P<0.05). Chang 등 (2007)은 곡류첨가 수준을 40%를 기준으로 옥수수 40%구, 분쇄보리 (20%) + 옥수수 (20%)구, 압편보리 (20%) + 옥수수 (20%)구 및 분쇄보리 (15%) + 압편보리 (15%) + 옥분 (12%)구로 한 4처리 실험결과 옥수수 40% 급여구에 비하여 압편보리 및 분쇄 보리를 첨가한 구에서 유의적인 차이는 보이지 않았지만 등지방 두께가 얇아지는 경향을 나타냈다는 보고와 유사한 경향을 나타냈다. 또한 옥수수 위주 배합사료를 기준으로 볼 때 마쇄보리가 옥수수에 비하여 조단백질 및 지방함량이 낮았던 것에도 원인이 있는 것으로 생각한다(Ahn 등, 2000). 육량지수에 있어서도 마쇄보리 급여구(T1, T2, T3 및 T4)들이 C구에 비하여 높게 나타났지만 특히 T4구에 가장 높게 나타났다. Lee (2007)는 육량지수와 등지

Table 6. Effect of cracked whole barley addition on meat quantity

Items	C	T1	T2	T3	T4
Back fat thickness (mm)	17.0±3.9 ^a	16.7±2.6 ^a	12.2±0.8 ^b	15.8±1.2 ^{ab}	11.7±1.0 ^b
Meat yield index	61.6±2.8	62.8±1.6	64.7±0.6	63.0±0.2	65.4±0.6
Loin muscle area (cm ²)	88.8±2.8 ^B	94.3±1.0 ^A	82.8±0.8 ^C	86.3±2.5 ^B	88.0±0.5 ^B

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

^{A, B, C} Means with different superscripts in the same row are significantly different (p<0.01).

방 두께는 부의 상관관계를 가지고 있어서 등지방 두께가 높으면 육량지수가 떨어지고 등지방 두께가 얇으면 육량지수가 높아진다는 보고하여 본 연구 결과와 같은 경향을 보였다. 등심단면적은 T1 > C > T4 > T3 > T2 구 순으로 높게 나타났는데 (P<0.01), C구와 마쇄보리 첨가구 (T1, T2, T3 및 T4)와 비교시 통보리 첨가량에 따라서는 일정한 경향치를 나타내지 않았다. Oohashi 등 (1998)은 흑모화우종 (♂) × 홀스타인 (♀) 교잡종을 9개월령에서 21개월까지 13개월 동안 옥수수과 보리 급여를 실시한 결과 등심 단면적에는 차이가 없었다고 하였으며, Yamada 등 (2008)도 19개월령 흑모화우를 39주간 보리를 40% 이상 급여한 결과 옥수수 급여구와 비교시 등심단면적에는 유의적 차이가 없었다고 보고하였다. 따라서 등심 단면적은 후기에 보리 급여량에 따라 다소 변화하고 있었지만, 육성기 때 사료 급여 종류 및 조사료 및 농후사료 비율 그리고 유전적 요인에 더 영향을 받는 것으로 생각된다 (Chang 등, 2006).

Table 7은 육질등급에 미치는 요인들을 조사한 것으로서 근내지방도는 T1구가 6.7로서 매우 높게 나타났으며 T4구는 3.7로서 가장 낮은 근내지방도를 보였다 (P<0.01). Chang 등 (2006)은 출하 일령을 24개월령으로 하였을 때 비육전기 (13~18개월령), 비육후기 (19~25개월령) 동안 거세 한우에게 분쇄 보리 첨가량을 달리하여 실험한 결과, 비육 전기에만 농후사료량에 보리 40%를 첨가하여 급여하고 후기에는 배합사료만 100% 급여한 구에서 근내지방도가 가장 높았으며 비육 전기에만 60% 급여한 구, 비육 후기에 각각 20% : 40%, 20% : 60%를 급여한 구에서는 떨어졌다고 보고하였

다. 그러나 Mitsumoto 등 (1989)은 비육시 보리 급여는 사육기간에 따라 근내지방도가 달라지며, 550 kg 5두 (23.2개월령), 600 kg 6두 (24.6개월령) 및 650 kg 6두 (28.1개월령)를 도축한 결과 옥수수 급여구가 보리 급여구 보다 평균적으로 높은 근내지방도를 나타냈다고 보고하였다. 특히 알곡 자체 만 보았을 때 보리는 옥수수보다 입자도가 적은 상태로서 이들을 이용하고 있는 가공 형태를 보면 옥수수는 후레이크 상태이고 보리는 분쇄된 상태이다. 이러한 물리적 특성은 보리가 옥수수 보다 반추미생물에 의해 빠르게 발효되어 (Nordin과 Campling, 1976; Cone 등, 1989) 반추위내 통과속도가 빨라 실제 소화율은 떨어지는 경향을 나타낸다 (Lee 등, 2006). 또한 McAllister (1990)의 보고에 의하면 입자도가 적은 분쇄보리의 첨가량이 높으면 전분과립은 상당한 양이 단백질 피 (Protein matrix)에 묻혀 분해가 어려워 진다고 하였다. 그리고 보리는 에너지가가 낮아서 옥수수의 85~90%에 해당된다는 보고 (Lee 등, 2006)한 내용들을 종합해 보면 보리 첨가량에 따른 근내지방도를 높이기 위해서는 비육 전후기의 보리 급여량과 사육기간에 따라 달라지기 때문에 고급육 생산을 위해서는 보리 급여시기 및 급여량에 대해서 보다 세밀한 연구가 더 진행되어야 할 것이다. 따라서 본 실험에서 비육후기 동안 10% 마쇄보리 첨가구가 다른 마쇄보리 처리구에 비하여 높은 근내지방도를 나타낸 것은 소화과정에 있어서 발효속도, 통과속도가 적절하였으며 단백질 피에 대한 방해로 크게 받지 않고 사료 에너지가가 적절하였기 때문으로 사료된다.

Table 7. Effect of cracked whole barley addition on meat quality

Items	C	T1	T2	T3	T4
Marbling score (1-9) ¹⁾	4.3±0.3 ^B	6.7±0.9 ^A	3.8±0.8 ^B	4.5±0.3 ^B	3.7±0.5 ^B
Texture (1-3) ²⁾	1.5±0.2 ^{ab}	1.2±0.3 ^b	1.7±0.3 ^a	1.5±0.1 ^{ab}	1.7±0.0 ^a
Maturity (1-3) ³⁾	2.1±0.32	2.3±0.3	2.0±0.0	2.2±0.3	2.0±0.0
Fat color (1-7) ⁴⁾	3.0±0.0	3.0±0.0	3.0±0.0	3.0±0.0	3.0±0.0
Meat color (1-7) ⁵⁾	5.0±0.0	4.8±0.3	4.8±0.3	4.5±0.0	4.3±0.3
Meat quality ⁶⁾	2.8±0.3 ^b	4.0±0.5 ^a	2.3±0.3 ^b	2.8±0.3 ^b	2.5±0.0 ^b

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

^{A, B} Means with different superscripts in the same row are significantly different (p<0.01).

¹⁾ Scored : 1 (devoid) to 9 (very good). ²⁾ Scored : 1 (good) to 3 (devoid). ³⁾ Scored : 1 (good) to 3 (devoid).

⁴⁾ 1 (white) to 7 (yellow6). ⁵⁾ Scored 1 (scarlet) to 7 (dark red). ⁶⁾ 1⁺ grade=5, 1⁺ grade=4, 1st grade=3, 2nd grade=2, 3rd grade=1.

조직감에 있어서는 근내지방도가 높았던 T1구가 1.2로서 가장 좋았던 반면 근내지방도가 낮았던 T4 및 T2구가 1.7로서 나쁘게 나타났다($P<0.05$). 그러나 성숙도 및 지방색에 있어서는 상호 처리간 차이를 나타내지 않았다. 육색에 있어서는 유의적인 차이는 없었지만 보리 첨가량이 높은 구 일수록 육색은 밝은 색을 나타내는 경향을 보였다. 이는 Chang 등(2007)이 보고한 압편보리와 분쇄보리를 급여한 구가 옥수수 급여구에 비하여 육색이 밝은 것으로 나타났다고 하는 보고 결과와 같은 경향을 보였다. 육질 등급은 T1구가 1⁺(4점) 등급으로 가장 좋은 육질을 나타낸 반면 마쇄보리 급여량이 많았던 T3 및 T4구는 1등급과 2등급 사이의 육질을 나타냈다($P<0.05$). 일반적으로 보리 급여는 육성기부터 비육후기까지 급여할 경우에는 육질 등급이 향상된다는 보고(Takahashi 등, 1984; Obara 등, 1994; Yamada 등, 2008)와 본 연구와 다소 차이를 보였다. 본 실험은 보리급여 시기가 비육후기 단기간 이루어졌다는 점과 Mitsumoto 등(1989)이 보고한 사료 종류 보다는 계통간 차이와 개체간 차이가 육질에 더 영향을 미친다고 보고 내용과 같은 것으로 생각된다. Spicer 등(1961)과 Saito 등(1970)은 보리 종류(통보리, 분쇄보리, 압편보리)와 배합비율에 따라 발효 성상이 달라져 육질에 미치는 영향이 다르게 나타난다고 보고하였으며, Chang 등(2007)의 보고에서는 옥수수 구에 비하여 압편보리 20%를 첨가한 구에서 육질등급이 떨어졌다고 보고한 내용으로 볼 때 보리 급여 효과는 급여기간, 보리의 가공상태, 급여량에 따른 종합적인 검토가 향후 더 연구 되어야 할 것이다.

3. 마쇄보리 첨가 급여가 일반성분에 미치는 영향

한우 고기의 수분 함량은 마쇄보리 무처리구(C)가 59.77% 가장 높았으며 마쇄보리 첨가구는 무처리구 보다 모두 유의적으로 떨어지는 경향을 보였다($P<0.05$). Lee 등(2009)은 거세 한우는 등급에 따라 54.07~66.84% 범위를 나타낸다고 하였으며, Chang 등(2007)은 옥수수와 보리 위주의 비육후기 사료를 섭취한 거세우 등심근육의 수분함량은 62~66% 정도라 보고하였다. 본 시험에 나타난 수분함량이 전반적으로 낮았던 원인은 사양관리, 영양상태의 차이 및 도축 연령 차이로 생각된다(Andersen 등, 2005; wheeler 등, 1996). 단백질함량은 T3구가 21.49%로 가장 높은 함량을 T2

구가 가장 낮은 함량을 나타냈지만 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Kim과 Lee(2003)는 한우고기 1등급의 단백질함량은 19.77%라는 보고와 비교하면 T3구는 높게 T4구는 같은 수치를 C, T1 및 T2구는 낮은 수치를 보였다. 지방함량에 있어서는 근내지방도가 가장 높았던 T1구가 17.59%로 가장 높았으며 근내지방도가 가장 낮은 T4구가 7.47%로 가장 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 Lee 등(2009)이 보고한 근내지방도(육질등급)가 높으면 지방함량이 증가한다는 보고와 같은 경향을 보였다. 국내에서 한우 거세우에 대한 등급별 지방함량에 대한 보고를 보면 1⁺⁺ 등급은 25.3%(Kim 등, 2008), 1⁺ 등급은 10.54%(Moon 등, 2006) 그리고 1등급은 9.87%(Kim과 Lee, 2003)라고 하였다. 조회분 함량은 T1구가 1.29%로 가장 적었던 반면 T4구가 2.20%로 가장 높은 함량을 나타냈지만 상호 처리간 유의적인 차이는 없었다. 그러나 대체로 근내지방도가 높을수록 회분함량은 낮아지고 근내지방도가 낮을수록 회분함량은 높아지는 경향을 나타냈다. Lee 등(2009)의 보고에서도 한우는 육질등급이 높을수록 회분함량이 낮아진다고 보고하여 본 실험과 같은 경향을 보였다.

에너지함량에 있어서는 C구에 비하여 마쇄보리 첨가구(T1, T2, T3 및 T4)에서 모두 높게 나타났으며, 특히 육질등급이 높았던 T1구에서 높은 에너지함량을 나타냈다($P<0.01$). T1구에서 높은 에너지를 나타낸 것은 지방함량이 높았던 것이 원인으로 생각된다.

4. 마쇄보리 첨가 급여가 무기물 성분에 미치는 영향

마쇄보리 첨가 급여가 거세우 등심근육의 무기물 성분에 미치는 영향을 보면(Table 9) Ca, Cu, K, Mo, Na 및 Zn 함량은 공히 C구가 보리첨가구(T1, T2, T3 및 T4) 보다 유의적으로 높게 나타났으며($P<0.01$), Co 함량은 미량이지만 T2구에서 높게 나타났다($P<0.01$). 그리고 Mg 함량은 C구와 T2구에서 높게 나타났다($P<0.01$). Han 등(1983)이 보고한 옥수수와 분쇄보리의 무기물 성분을 보면 옥수수가 보리에 비하여 Ca, Cu, K, Zn 함량이 높다고 하였으며, Chang 등(2007)은 옥수수 위주 배합사료와 분쇄보리(20%), 압편보리(20%), 분쇄보리(15%) + 압편보리(15%)을 첨가한 사료를 거세 한우에 급여한 결과 등심근육의 무기물 함량은 Ca, K 및 Cu 함량은 옥수수 처리구에서 높게 나타났다고 보고한

Table 8. Effect of cracked whole barley addition on chemical compositions (%)

Items	C	T1	T2	T3	T4
Moisture	59.77± 2.08 ^a	45.09± 1.47 ^b	49.75± 3.22 ^b	51.93± 2.90 ^b	48.13± 7.35 ^b
Crude protein	15.94± 2.83	16.57± 6.03	15.30± 3.61	21.49± 1.09	19.77± 3.93
Crude fat	11.80± 2.05 ^{ab}	17.59± 5.13 ^a	13.32± 6.56 ^{ab}	9.63± 1.01 ^b	7.47± 1.78 ^b
Crude ash	2.01± 0.10	1.29± 0.49	1.83± 0.84	1.87± 0.48	2.20± 0.71
N-free ext.	10.47± 2.18	19.47± 5.44	19.80± 7.08	15.08± 2.27	22.43± 7.31
Energy (kcal/100g)	211.88±17.63 ^C	302.41±30.79 ^A	260.25±26.39 ^{AB}	233.95±18.33 ^{BC}	235.99±20.13 ^{BC}

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

Table 9. Effect of ground barley addition on mineral contents (mg/kg)

Items	C	T1	T2	T3	T4
Ca	212.925 ^A ± 3.245	162.801 ^B ± 6.863	163.619 ^B ± 19.711	67.684 ^D ± 1.796	130.996 ^C ± 11.962
Co	0.029 ^B ± 0.002	0.029 ^B ± 0.001	0.036 ^A ± 0.001	0.017 ^C ± 0.000	0.024 ^D ± 0.001
Cu	9.248 ^A ± 0.289	4.493 ^B ± 0.213	4.321 ^B ± 0.304	4.597 ^B ± 0.032	4.644 ^B ± 0.010
K	5835.241 ^A ± 0.472	3367.336 ^C ± 76.597	4851.418 ^B ± 246.010	2073.189 ^D ± 65.204	4545.854 ^B ± 267.781
Mg	542.638 ^A ± 8.711	300.436 ^C ± 0.554	564.105 ^A ± 14.881	227.356 ^D ± 0.842	479.903 ^B ± 3.156
Mo	0.215 ^A ± 0.018	0.127 ^B ± 0.000	0.089 ^{CD} ± 0.011	0.065 ^D ± 0.003	0.095 ^C ± 0.004
Na	753.416 ^A ± 14.169	463.913 ^C ± 20.008	607.289 ^B ± 37.114	220.628 ^D ± 11.101	527.714 ^B ± 44.719
Zn	63.594 ^A ± 1.262	33.156 ^D ± 0.456	51.597 ^B ± 0.239	33.618 ^D ± 0.110	43.888 ^C ± 0.506

A, B, C, D Means with different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.01$).

결과와 본 실험과 비교시 Ca, Cu, K, Mo, Na 및 Zn 함량이 높았던 것은 보리의 성분과 옥수수의 성분 차이에 의한 것으로 사료된다.

5. 마쇄보리 첨가 급여가 색도에 미치는 영향

마쇄보리 첨가량에 따른 등심의 색깔을 알아보기 위하여 CIE 값을 측정된 결과 (Table 10), CIE L* (명도)은 C구에 비하여 마쇄보리 첨가량 구에서 높게 나타났지만 상호 처리간 유의적인 차이는 없었다. 특히 T1구에서 높게 나타난 것은 T1구가 다른 구에 비하여 근내지방도(육질등급)가 높았기 때문이다. Lee 등 (2009)은 한우 거세우의 경우 육질등급이 1⁺⁺ 등급인 경우에는 CIE L*은 43.15, 1등급일 경우에는 37.56 정도라 보고 하였으며 육질등급이 높을수록 CIE L* 값은 높게 나타난다고 하여 본 실험과 같은 결과를 보였다. 그러나 Kim 등(2009)은 L* 값 일정하지 않고 저장 기간에 따라서도 달라진다고 보고 하였다. CIE a* (적색도) 값은 C구에 비하여 T1, T3, T4구는 높게 나타났지만 T2는 처리 구간에 가장 낮게 나타났다

Chang 등 (2007)은 분쇄보리 20%, 압편 보리 20%를 첨가한 구에서는 옥수수 구에 비하여 각각 CIE a* 값이 높게 나타났지만 30% 첨가구에서는 오히려 떨어지는 경향을 나타냈다고 보고하였다. 그러나 Yamada 등 (2008)은 옥수수(30%) + 분쇄 보리(20%) + 압편보리(25%) + 기타(25%), 분쇄보리(50%) + 압편보리(25%) + 기타(25%), 분쇄보리(20%) + 압편보리(55%)를 각각 달리 배합하여 비육후기 9개월간 급여한 결과 a* 값(적색도)이 분쇄보리 20%

Table 10. Effect of cracked whole barley addition on color value (L, a, b)

Treatments	CIE colour		
	L*	a*	b*
C	38.90±2.17	18.17±1.19 ^{ab}	8.05±1.43 ^a
T1	42.27±1.10	20.96±1.01 ^a	4.74±1.02 ^b
T2	39.66±2.56	16.29±2.44 ^b	6.26±0.86 ^{ab}
T3	41.51±1.86	19.08±1.43 ^a	7.22±0.75 ^a
T4	39.49±1.22	19.15±1.69 ^{ab}	7.37±0.81 ^a

a, b Means with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$).

와 압편보리 55%를 혼합하여 급여한 구에서 높게 나타났다고 보고하였다. 그리고 Mitsumoto 등 (1989)은 배합사료에 압편보리를 44.5% 및 16.8%를 각각 첨가하여 육성기부터 비육후기까지 화우에게 급여한 결과 a* 값이 각각 1.2 및 1.8로 나타났다고 보고하였다. 이러한 결과들을 종합해 볼 때 a* 값은 옥수수와 보리의 배합비 관계와 보리의 가공형태에 따라 달라진다는 것을 시사하고 있다. 현재 한우고기의 a* 값은 구매력을 자극하는 요인으로 작용할 뿐 아니라 고기의 변패 정도 파악하는 요인으로 작용하기 때문에 매우 중요한 부분이다 (Park 등, 2000). CIE b* 값(황색도)에 있어서는 C구에 비하여 보리 첨가구 (T1, T2, T3, T4)가 모두 낮게 나타났으며, C구에 비하여 T1구는 유의적으로 낮게 나타났다 ($P < 0.05$). Mitsumoto 등 (1989)은 옥수수에는 황색색소 계통인 케

로틴이 4.1~4.8 mg/kg 함유되어 있고 보리에는 0.4 mg/kg 함유 된 것과 비교하면 농도차가 매우 심하게 나타난다고 하였으며 이러한 원인으로 옥수수 구에서는 황색도가 높게 나타난다고 하는 보고와 본 결과와 같은 경향을 보였다.

요 약

본 연구는 마쇄보리 사료의 급여 수준이 비육 후기 한우 거세우의 사료섭취량, 일당증체량, 육량, 육질, 일반성분, 무기물 및 색도에 미치는 영향을 검토하고자 급여 기준(배합사료 기준으로 0%, 10%, 20%, 30%, 40% 마쇄보리 첨가)을 5처리 하여 실시하였다. 본 실험에서 얻어진 결과를 요약해 보면 다음과 같다. 평균 사료섭취량은 T2 > T3 > T4 > T1 > C구 순으로, 일당 증체량은 T2 > T3 > T4 > T1 > C구 순으로 높게 나타났다. 등지방 두께, 육량지수 및 등심단면적은 각각 C, T4 및 T1구에서 높게 나타났다. 특히 등지방두께는 마쇄 통보리 첨가구(T1, T2, T3 및 T4)가 C구보다 낮게 나타났다. 근내지방도, 조직감 및 육질등급은 T1구가 가장 높았던 반면(P<0.01, 0.05) 성숙도, 지방색 및 육색은 상호 처리간 유의적인 차이가 없었다. 조지방 함량은 T1구가 17.59%로 가장 높았던 반면 T4구가 7.47%로 가장 낮게 나타났다(P<0.05). 조단백질, 조회분 및 가용무질소물 함량은 처리간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 에너지가에 있어서는 마쇄보리 첨가구(T1, T2, T3, T4)구가 C구에 비하여 모두 높게 나타났다(P<0.01). Ca, Cu, K, Mg, Mo, Na 및 Zn 함량은 모두 C구에서 높게 나타났으며(P<0.05), Co 함량은 T2구에서 높게 나타났으며(P<0.01). 명도(L*)는 C구에 비하여 마쇄보리 첨가구(T1, T2, T3, T4)에서 모두 높게 나타났지만 유의적인 차이는 없었다. 적색도(a*)는 T1구가 20.96으로 다른 구에 비하여 높게 나타났으며(P<0.05), 황색도(b*)는 C구에 비하여 마쇄보리 첨가구가 모두 낮게 나타났다. 그리고 모두 마쇄보리 첨가량이 증가할수록 떨어지는 것으로 나타났다. 이상 결과를 종합해 보면 마쇄 보리 첨가량이 10%인 T1구는 다른 구에 비하여 등심단면적, Marble score, 육질등급 및 명도가 다른 구에 비하여 높은 것으로 나타났다.

(주제어: 한우, 마쇄보리, 육질등급, 육색)

인 용 문 헌

- Ahn, B. H., Lyu, J. S., Kang, H. B., Ahn, D.W. and Chung, J. S. 2000. Effects of levels of roughage on performance and beef quality of Hanwoo steers. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* 42: 619-628.
- Andersen, H. A., Oksbjerg, N., Young, J. F. and Therkildsen, M. 2005. Feeding and meat quality-a future approach. *Meat Sci.* 70:543-554.
- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis (15th Ed.) association of official analytical chemists. Washington, D. C.
- Chang, S. S., Hong, S. K., Lee, B. S., Cho, Y. M., Kwon, E. K., Paek, B. H. and Song, M. K. 2006. Effects of feeding levels of barley grains on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo bulls. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* 48:247-254.
- Chang, S. S., Oh, Y. K., Kim, K. H., Hong, S. K., Kwon, E. G., Cho, Y. M. Cho, W. M., Eun, J. S., Lee, S. C., Choi, S. H. and Song, M. K. 2007. Effects of dietary barley on the growth performance and carcass characteristics in Hanwoo steers. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* 49:801-818.
- Cone, J. W., Cline-Theil, W., Malestein, A. and Klooster, A. 1989. Degradation of starch by incubation with rumen fluid. A comparison of different starch sources. *J. Sci. Food. Agric.* 49:173.
- De Visser, H. and De Groot, A. M. 1980. The influence of the starch and sugar content of concentrations on feed intake, rumen fermentation, production and composition of milk. *Proceedings of disease farm animals, Munich, Germany.* Fotodruck Frank OHG. P. 41.
- Han, I. K., Chiang, Y. H., Harris, L. E., Kearn, L. C. and Fannesbeck, P. V. 1983. Korean tables of feed composition. *AJAS.* p 156-158.
- Isida, T., Kurihara, M., Arata, N., Nishida, T., Purnomoadi, A., Aoki, M., tanaka, Y., Kohno, Y. and Abe, A. Takeshi, I. 1997. Comparative feeding values of whole-shelled or whole steam-rolled corn and whole-shelled or whole steam-rolled barley for dairy cattle. *Japan National Institute of Animal Industry.* 58: 9-10.
- Kim, B. K., Choi, C. B. and Kim, Y. J. 2009. Effects of dietary mugwort on the performance and meat quality of Hanwoo steers during refrigerated storage. *Korean J. Food. Sci. Ani. Resour.* 29: 340-348.
- Kim, C. J. and Lee, E. S. 2003. Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteristics of Hanwoo (Korean native cattle) beef. *Meat Sci.* 63:397-405.
- Kim, N. K., Cho, S. H., Lee, S. H., Park, H. R., Lee, C. S., Cho, Y. M., Choy, Y. H., Yoon, D. H., Im, S. K. and Park, E. W. 2008. Proteins in longissimus muscle of Korean native cattle and their relationship to meat quality. *Meat Sci.* 80, 1068-1073.
- Kim, S. H., Byun, S. H., Lee, S. M., Hwang, J. H., Jeon, B. T., Moon, S. H. and Sung, S. H. 2007. Effects of supplementation period and levels of fermented mineral feed (power-mix) on the growth and carcass characteristics of Hanwoo steer. *Korean J. Food. Sci. Ani. Resour.* 27:450-456.
- Lee, J. M., Kim, T. W., Kim, J. H., Cho, S. H., Seong, P. N., Jung, M. O., Cho, Y. M., Park, B. Y. and Kim, D. H. 2009. Comparison of chemical, physical and sensory traits of

- longissimus lumborum Hanwoo beef and Australian Wagyu beef. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 29:91-98.
- Lee, S. M. 2007. Effect of dietary supplement level of mineral on the growth, carcass characteristics and economical efficiency of Korean native cattle by rice straw feeding. Korean, J. Life Sci. and Nat. Res. SJNU. 5:113-123.
- Lee, S. M., Kang, T. W., Lee, S. J., Ok, J. U., Moon, Y. H. and Lee, S. S. 2006. Studies on *in situ* and *in vitro* degradabilities, microbial growth and gas production of rice, barley and corn. Korean J. Anim. Sci. and Technol. 48:699-708.
- Mathison, G. W., Engstrom, D. F. and Macleod, D. D. 1991. Effect of feeding whole and rolled barley to steers in the morning or afternoon in diets containing different proportions of hay and grain. Anim. Prod. 53:321.
- McAllister, T. A., Cheng, K. J., Rode, L. M. and Forsberg C. W. 1990. Digestion of barley, maize and wheat by selected species of ruminal bacteria. Appl. Environ Microbiol. 56:3146.
- McAllister, T. A., Phillippe, R. C., Rode, L. M. and Cheng, K. J. 1993. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal by ruminal microorganism. J. Anim. Sci. 71:205-206.
- Mitsumoto, M., Ozawa, S., Mitsuhashi, T. and Yamashita, Y. 1989. The influence of finish weight, sires and kinds of concentrate during the latter fattening period on the carcass characteristics of Japanese black steers. Japan J. Zootech. Sci. 60:351-358.
- Moon, S. S., Yang, H. S., Park, G. B. and Joo, S. T. 2006. The relationship of physiological maturity and marbling judged according to Korean grading system to meat quality traits of Hanwoo beef females. Meat Sci. 74:516-521.
- Nordin, M. and Campling, R. C. 1976. Digestibility studies with cows given whole and rolled cereal grains. Anim. Prod. 23:305.
- Obara, Y., Motoi, Y. and Kikuchi, F. 1994. Diurnal changes in rumen fermentation and blood properties in Holstein steers fed a concentrate mixture for fattening and rolled barley. Japan Anim. Sci. technol. 65:217-225.
- O'Keefe, P. W., Wellington, G. H., Mattick, L. R. and Stouffer, J. R. 1968. Composition of bovine muscle lipids at various carcass locations. J. food Sci. 33:188-192.
- Oohashi, H., Takizawa, H., Morita, H., Nagase, M. and Naruse, M. 1998. Relation between property of fat and meat quality of beef cattle. Res. Bull. Aichi Agric. Res. 30:281-288.
- Park, G. B., Ye, B. H., Moon, S. S., Jin, S. K., Lee, L. L. and Joo, S. T. 2000. effects of conjugated linoleic acid on oxidation of myoglobin in meat. Korean J. Anim. Sci. Technol. 42:905-914.
- Saito, F., Ikeda, T., Ando, S., Nakai H. and Hashizume, H. 1970. Studies on the influence of different feedstuffs on beef quality. III. Influence of the ground or steamed-rolled barley on the dresses carcass. Japan National Institute of Animal Industry. 22, 7-14.
- SAS. 2003. SAS user's guide. Statistics, version 9.1. SAS institute Inc., Cary. NC, USA.
- Spicer, L. A., Theurer, C. B., Sowe, J. and Noon, T. H. 1961. Ruminal and post-ruminal utilization of nitrogen and starch from sorghum grain, corn and barley based diets by beef steers. J. Anim. Sci. 62:521-530.
- Takahashi, A., Kondo, I. and Itakura, F. 1984. Influence of dietary energy levels on fattening performance of Japanese cattle steers. Japan Res. Bull. Aichi Agric. Rec. Ctr. 16:325-331.
- Wheeler, T. L., Cundiff, L. V., Koch, R. M. and Crouse, R. D. 1996. Characterization of biological types of cattle (cycle IV): carcass traits and longissimus palatability. J. anim. Sci. 74: 1023-1035.
- Yamada, M., Sakurai, Y., Kobayashi, M., Iguchi, A., Kanbe, Y., Kasai, K., Iijima, T., Yaguchi, K., Asada, T., Hayashi, N. and Hodate, K. 2008. Effects of whole-shelled corn feeding in the finishing period on growth performance and carcass measurements in Japanese black steers. J. Zootechnical. Sci.(Janpan). 79:51-58.
- Zobell, D. R. and Yaremicio, B. J. 1998. A study on feeding ammoniated and processed barley to feedlot steers. Anim. Feed Sci. and Tech. 74:135.

(Received May 26, 2011; Revised Jul. 31, 2011; Accepted Aug. 16, 2011)