

## 분쇄 통보리 급여 수준이 거세한우의 등심부위의 성분 조성에 미치는 영향

이상무\* · 손제익  
경북대학교 축산BT학부

### Effect of Dietary Cracked Whole Barley on the Meat Compositional Properties of Hanwoo Steer Loin Beef

Sang Moo Lee\* and Je Ik Son

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

#### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of the feeding level of cracked whole barley (CWB) on fatty acid composition, free amino acid content, organic acid content, pH, HDL cholesterol, total phenol and DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity of finishing Hanwoo steers. The dietary treatments were consisted of five types (C: base feed + 0% CWB, T1: base feed + 10% CWB, T2: base feed + 20% CWB, T3: base feed + 30% CWB, T4: base feed + 40% CWB). A total 30 Hanwoo steers (588.6±11.8kg) were allocated into 5 feeding groups, and a total of thirty Hanwoo steers raised from 24 to 30 months. Linoleic acid of fatty acid composition was significantly higher for cracked CWB treatments (T1, T2, T3, and T4) than C, and T3 of CWB treatments was the highest than the other treatments (P<0.01). SFA, USFA, MUFA and USFA/SFA did not differ among the treatments. On the contrary, PUFA was significantly higher for CWB treatments (T1, T2, T3, and T4) than C, and T3 was the highest (P<0.05). EAA was higher in the order of T1 > T2 > C > T3 > T4 (P<0.05). NEAA was higher in the order of T2 > T3 > T1 > C > T4, although a statistical significance was not detected. The total organic acid content was the highest for T3 (20.15 mg/100g) and the lowest for T2 (13.19mg/100g). pH and total phenol of all treatments were did not differ. HDL cholesterol was higher in the order of T1 > C > T4 > T2 > T3 (P<0.01). DPPH radical scavenging activity was in order of T1 > T2 > T4 > C > T3 (P<0.01). Based on the above results, T1 treatment compared to other treatments have been shown to improve EAA, DHL, and DPPH radical scavenging activity.

(Key words : Hanwoo, Barley, Fatty acid, Free amino acid, Organic acid)

#### 서 론

축우용으로 사용하는 배합사료는 대부분 수입에 의존하며 이 중 옥수수, 호밀, 귀리, 수수 등 기타 곡류는 매년 가격이 상승하고 있지만 사료용으로 사용하는 겉보리는 세계적으로 매년 일정량이 공급되기 때문에 비교적 수요에도 안정적이고 가격도 저렴하다. 또한 보리는 비육우에게 급여시 육질개선에 효과가 있다는 보고로 인하여 국내에서도 보리에 대한 연구가 고조되고 있다(Chang 등, 2006, 2007; Lee 등, 2006; Choi, 2007). 보리를 한우에게 이용하는 것은 식물체 전체를 활용하는 총체보리와 순수 알곡보리만 이용하는 방법이 있다. 그리고 알곡보리는 외피가 있는 상태로 이용하거나 아니면 도정하여 외피를 탈피시킨 것 두 종류로 나누어 진다. 가공방법에 따라서는 분쇄보리, 압편보리 및 통보리가 있다. 최근에는 통보리(외피를 포함한 보리)를 분쇄 하여 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(Lee 등, 2006). 그러나 반추가축에 높은 수준으로 보리를 이용할 경우에는 전분의 높은 발효성이 미생물의 성장과 섬유질 소화를 제한 시키는 반추위 pH를 감소시켜 건물 섭취량을 감소시키기도 한다(Chang 등, 2007; de Visser과 de Groot, 1980). Morishita 등(2003)과 Takizawa 등(1998)은 단미사료로서 보리를 다급하는 것 보다는 옥수수와 보리를 혼합 급여하면 대사장에 발생 및 사료섭취 감소 방지는 물론 지방산조성을 개선시키고 풍미를 좋게 하는 효과가 있다고 하였다. 특히 지방산은 Carbonyl 화합물의 주요 생성원인으로서 식육 풍미에 영향을 주는 전구 물질로 알려져 있다(Kang 등, 2001; Selke 등, 1977). 또한 유리아미노산은 가열과정에서 당류 및 지질 산화

\* Corresponding author : Sang Moo Lee, School of Animal Science and Biotechnology, Kyungpook national University, Sangju 742-711. Korea. Tel: +82-54-530-1224. E-mail: [smlee0103@knu.ac.kr](mailto:smlee0103@knu.ac.kr)

물들과 반응하여 풍미 및 향기를 형성시키는 역할을 한다(Penet 등, 1980). 그리고 보리에는 옥수수, 귀리, 수수 보다  $\beta$ -glucan 함량이 높아서(Fincher, 1975; Stone, 1986) 질병 예방과 치유 효과가 있을 뿐 아니라(Lee, 1996) 혈중 콜레스테롤을 감소시키는 기능도 있다(Qureshi, 등, 1986; Fadel 등, 1987). 보리의 배유세포 벽은 주로 Arabinoxylan과  $\beta$ -glucan으로 구성되어 있으며(Fincher, 1975) 세포벽의 나머지 부분은 Glucomannans로 추정되는 Mannose를 포함하는 단백질, 페놀성 구성물 등이 있다(Bacis와 Stone, 1981). 따라서 본 연구는 거세 한우 비육후기 사양에 있어서 배합사료에 분쇄통보리사료의 첨가량(10, 20, 30, 40%)을 달리하여 급여하고, 도축 후 쇠고기 등심부위의 지방산, 유리아미노산, 유기산, pH, 콜레스테롤, 페놀 및 DPPH 라디칼소거능을 측정하여 분쇄통보리사료의 첨가량이 한우 등심부위의 성분 조성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 실시하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 시험재료 및 사양방법

시험 가축은 거세 한우 24개월령 30두(평균체중 588.6 kg)를 공시하였다. 그리고 처리구 당 6두를 배치하고 6개월 비육 후 30개월령에 도축하였다. 시험구 처리는 옥수수 위주의 시판 한우 비육후기 사료를 후기 기간 동안 자유채식 시킨 대조구(이하 : C)를 기준으로 하여, 배합사료(90%) + 분쇄통보리사료(10%)구(이하: T1), 배합사료(80%) + 분쇄통보리사료(20%)구(이하:T2), 배합사

료(70%) + 분쇄통보리사료(30%)구(이하: T3) 및 배합사료(60%) + 분쇄통보리사료(40%)구(이하: T4)한 5처리로 실시하였다. 이때 구당 사육 면적은  $6 \times 12 \text{ m} = 72 \text{ m}^2$  이었으며 사료 급여 방법에 있어서 농후 사료는 자유 채식시켰으며 볶짚은 1kg으로 제한 급여하였다(Table 1).

#### 2. 시험사료 성분 및 배합비

시험사료로 사용한 볶짚의 일반성분은 Table 2에서 보는 바와 같이 수분 함량이 13.82%, 조단백질이 3.23%로서 건조가 잘된 사각 베일러 볶짚이었다.

그리고 공시사료로 공급된 분쇄 통보리(껍질+알곡)의 영양성분은 Table 3에 나타냈으며 이때 보리는 외피(껍질)와 알곡을 포함하여 분쇄 한 상태였으며 입자도는 2~3 mm 정도였다. 그리고 배합사료는 N 회사 비육 후기 전용 사료<sup>®</sup>로서 배합비율을 Table 4에서 보면 옥수수(flake 상태)가 44.15%로서 에너지가 및 소화율이 높여 주고, 면실을 3.5% 배합함으로써 후기비육에 마블링을 높이기 위한 배합비로 구성되었다. 비타민과 광물질은 각각 0.05%씩 프리믹스하여 완전혼합된 사료였다. 그리고 배합사료의 성분은 Table 5에서 보는 바와 같다

#### 3. 사양관리

물은 워터컵을 통하여 자유 섭취하도록 하였고, 농후사료 사료조와 조사료 사료조는 양 반대 방향에 설치하여 급식시켰다. 사료급

Table 1. Experimental design

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

Con.<sup>1)</sup>: Concentrate, CWB<sup>2)</sup>: cracked whole barley, FM<sup>3)</sup>: feeding method, Rou.<sup>4)</sup>: roughage

KNC<sup>5)</sup>: Korean native cattle (steer) of 24 months, IBW<sup>6)</sup>: Initial body weight

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

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

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

Table 3. The chemical composition of cracked whole Barley feed (DM base)

Items	Chemical compositions (%)
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

Table 4. The ingredient compositions of control 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 of formula feed (as fed basis)

Items	Chemical compositions (%)
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

여 시간은 오전 07시 및 오후 06시에 각각 1회 씩 하였으며, 미네랄 블록은 자유 섭취토록 하였다.

#### 4. 시료의 처리

사육한 한우는 시험 종료 후 서울 가락동 축산물공판장으로 운반하여 24시간 절식 후 도축하여 24시간 냉각한 다음, 2분 도체로부터 12 늑골과 13 늑골 사이의 등심부위를 채취하여 진공포장 한 후  $-70^{\circ}\text{C}$  냉장 보관 후 시료로 사용하였다.

#### 5. 시료 분석 방법

##### (1) 지방산

지방산 분석은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 시료를 세절하여 시료 25 g에 Folch 용액( $\text{CHCl}_3 : \text{CH}_3\text{OH} = 2:1$ ) 180 mL과 BHT 0.5 mL을 넣고 homogenizer (2,500 rpm)로 균질화하여 0.08% NaCl 50 mL를 첨가 혼합한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 그 후 추출된 지질 50 mg을 teflon-lined screw-cap tube에 넣고 4%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (in methanol) 3 mL를 첨가하여  $90^{\circ}\text{C}$  water bath에서 20분간 methylation 시킨 후 hexane 3 mL와 증류수 2 mL를 넣고 섞은 다음 상층을 회수하여 Gas Chromatography (GC 14A, Shimadzu, Japan)로 분석하였으며, 이 때 GC의 분석 조건으로 column의 초기온도는  $140^{\circ}\text{C}$ 에서 시작하여  $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 의 속도로  $230^{\circ}\text{C}$ 까지 온도를 상승시켜 2분간 유지하였다. 이때 injector와 detector의 온도는  $240^{\circ}\text{C}$ 와  $250^{\circ}\text{C}$ 로 하였다.

##### (2) 유리아미노산

유리아미노산은 시료에 75% 에탄올(v/v) 용액을 가하여  $80^{\circ}\text{C}$ 로 유지되는 수욕조에서 1시간 동안 환류 냉각시키면서 유리아미노산을 추출하였다. 추출액은 냉각, 여과, 감압 농축시켜 증류수로 100 mL 되게 정용한 후 이중 50 mL를 취하고 여기에 25% trichloroacetic acid (TCA) 용액을 동량 가하여 1시간 동안 냉장 보관하면서 단백질을 침전시킨 다음 원심분리 (3,000 rpm, 20 min) 하였다. 상등액을 감압하에 농축 건조시킨 다음 lithium citrate buffer (pH 2.2)에 5 mL로 정용하고, Sepak  $\text{C}_{18}$  처리한 후 0.45  $\mu\text{m}$  membrane filter로 재여과하여 Automatic amino acid analyzer (Biochrom-20, Pharmacia Biotech Co., Swiss)로 분석하였다.

##### (3) 유기산

유기산 분석은 시료 5 g에 80% 에탄올용액 100 mL를 가하여 환류냉각기가 부착된 heating mantel에서  $80^{\circ}\text{C}$ , 2시간 반복추출 후 Watman No. 5로 여과하였다. 여과액은 hexane으로 지질을 제거하고  $40^{\circ}\text{C}$  진공 농축 건조 후 증류수 5 mL로 정용한 다음 고분자 물질과 색소를 제거하기 위하여 Sepak  $\text{C}_{18}$  cartridge 및 0.45  $\mu\text{m}$  membrane filter로 여과한 후 HPLC (Waters 2414, Waters

Co., USA)로 분석하였다. 이때 column은 RSpak KC-811 (Shodex Co. 8×300 mm)를 사용하였으며, column 온도는 40℃, mobile phase은 0.1% phosphoric acid, flow rate은 1 mL/min., 검출기는 Refractive Index (RI) detector, Waters 2414, Waters Co., USA)로 분석하였다. 표준품은 oxalic acid, citric acid, tartaric acid 및 malic acid (Sigma, U.S.A)를 일정량씩 혼합하여 증류수에 녹여 표준용액으로 사용하였다. 표준품과 시료의 유기산 성분은 머무른 시간( $t_R$ )을 직접 비교하여 확인하였고 각 표준품의 검량곡선을 작성하여 peak의 면적으로 개별 유기산성분의 함량을 산출하였다.

#### (4) pH

pH는 세절육 10 g에 증류수 90 mL를 가하고, homogenizer (NS-50, Japan)로 10,000 rpm에서 1분간 균질화한 후 pH meter (691 pH meter, Metrohm, Swiss)로 측정하였다.

#### (5) HDL 콜레스테롤 함량

HDL 콜레스테롤 함량은 시료 5 g을 취해 50 mL를 chloroform : methanol (2:1, v/v) 혼합액을 첨가하여 균질하고 1시간 동안 sonication한 후 whatman No.1 여과지로 여과하여 여액을 감압 건조한 후 에탄올 5 mL를 가하여 지질을 녹인 후 분석용 시료로 사용하였으며 HDL-cholesterol의 측정은 (주)아산제약의 효소법으로 분석하였다.

#### (6) 총 페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능

시료 5 g에 80% 에탄올 용액 100 mL를 가하여 환류냉각기 부착된 heating mantel에서 80℃로 2시간 동안 반복 추출 후 whatman No. 5로 여과하였다. 여과액을 hexane으로 지방을 제거한 다음 40℃로 진공 농축한 후 80% 에탄올 용액 5 mL를 정용하였다. 정용액 1 mL와 Folin-Denis 시약 3 mL를 혼합하여 실온에서 30분간 방치한 다음 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 3 mL를 가하여 혼합하고 실온에서 1시간 정치시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 garlic acid를 이용하여 작성하였다.

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능은 Blois (1958)의 방법에 준하여 측정하였다. DPPH 16 mg을 100 mL 에탄올에 녹인 후 여과지로 여과하고 냉암소에 보관하였다. 조제한 DPPH 용액 0.8 mL에 에탄올을 2~3 mL를 가하고 10초 동안 강하게 진탕하여 spectrophotometer 흡광도 값이 0.95~0.99가 되도록 에탄올의 양을 조정하였다. 시료용액 0.2 mL를 취하여 앞에서 조절된 에탄올 1 mL와 DPPH 용액 0.8 mL를 가하여 10초 동안 강하게 진탕하여 10분 동안 방치하고, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 1 mM ascorbic acid를 사용하였고 다음 식을 이용하여 DPPH 라디칼 소거능을 계산하였다.

DPPH 라디칼 소거능 =  $(1 - \text{시료의 흡광도} / \text{대조군의 흡광도}) \times 100$

## 6. 통계처리

실험결과의 평균값 및 표준오차는 SAS (Statistics analytical System, USA) Program (2002)을 사용하여 구하였고 Duncan의 다중검정 방법으로 1% 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 분쇄 통보리 급여 수준이 지방산 조성에 미치는 영향

처리구별 한우 등심의 지방산 조성을 보면 처리구에 관계 없이 oleic acid가 30.78~34.06% 범위로 가장 많았고 그 다음은 palmitic acid (24.75~26.40%), stearic acid (13.69~15.24%) 순으로 나타났다. 이는 한우의 등심에 관한 지방산 조성 비율에 대한 여러 연구 보고들과 같은 경향을 나타냈다 (Kang 등, 2001; Chang 등 2007; Lee, 등 2010). Lauric acid, myristic acid, myristoleic acid 및 palmitoleic acid는 T4구가 다른 구에 비하여 높게 나타났지만 상호 처리간 유의적 차이는 나타나지 않았다. 그리고 palmitic acid, stearic acid에 있어서는 각각 T1 및 T3구에서 높은 수치를 보였지만 상호 처리간 유의적 차이는 없었다. oleic acid와 arachidonic acid에서는 C구 및 T3구가 각각 34.06 및 5.87%로서 처리구 중 가장 높은 수치는 나타냈지만 유의차는 없었다. 지방산 조성 중 linoleic acid는 다른 지방산과는 달리 C구에 비하여 보리를 첨가한 구(T1, T2, T3, T4)에서 높게 나타났으며, 특히 T3구는 다른 구에 비하여 유의적으로 높은 수치를 보였다 (P<0.01). Oohashi 등 (1998)은 옥수수 다급구(옥수수 40%+보리 20%)와 보리 다급구(옥수수 20%+보리 40%) 나누어 각각 화우에게 16.5개월간 급여하여 근간지방을 조사한 결과 linoleic acid는 보리 다급구에서 높게 나타났다고 보고하여 본 실험과 같은 경향을 나타냈다. 그리고 Mitsuru 등 (1988)은 옥수수에 비하여 보리는 linoleic acid가 약 3배 정도 높은 함량이 있다는 보고로 볼 때 보리의 성분 함량에 의한 영향으로도 사료된다. 그러나 Takizawa 등 (1998)은 흑모화종(♂)×홀스타인(♀) 교잡종에게 9개월간 각각 옥수수 중심 및 보리 중심으로 사양한 결과 피하지방의 지방산 조성은 전항목에서 상호간 유의적인 차이가 나타나지 않았다고 보고하였다. 본 실험 결과 옥수수 구(C)와 보리 첨가구들 사이에 전반적으로 지방산 조성 항목간 유의적 차이를 보이지 않았던 것은 급여 기간이 단기간 이었다는 점과 개체간 도체 품질 차이가 있었다는 점이 원인으로 사료된다. 총지방산 중 포화지방산 비율은 47.42~48.50% 범위이며 불포화지방산은 51.50~52.58% 범위로 상호간 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Chang 등 (2007)은 옥수수구를 대조구로 하여 보리첨가구(분쇄보리 20% 첨가, 압편보리 20% 첨가, 분쇄보리 15%+압편보리 15%)와 비교 시험한 결과 한우 등심근육의 불포화 지방산과 포화지방산의 비율은 처리간에 유의적 차이를 보이지 않았다는 보고와 일치하였다. Lee 등 (2010)은 등심근육의 포화지방산은 등급간 차이가 있지만

Table 6. Effect of dietary cracked whole barley on fatty acid composition in *longissimus* muscle of Hanwoo steers (Unit: %)

Items	C	T1	T2	T3	T4
Lauric acid	2.46±0.25 <sup>ns</sup>	1.90±0.24	1.99±0.63	2.39±0.07	2.82±0.37
Myristic acid	5.58±0.64 <sup>ns</sup>	5.09±1.22	5.35±1.35	5.33±0.99	6.00±0.51
Myristoleic acid	2.99±0.43 <sup>ns</sup>	2.58±0.70	2.58±1.00	2.83±0.39	3.45±0.26
Palmitic acid	25.69±2.14 <sup>ns</sup>	26.40±1.07	26.01±2.08	24.75±2.30	25.40±1.30
Palmitoleic acid	5.91±0.65 <sup>ns</sup>	5.49±1.65	5.43±0.27	5.27±1.25	6.32±0.46
Stearic acid	13.69±1.48 <sup>ns</sup>	14.54±0.61	14.51±0.93	15.24±1.94	14.35±0.53
Oleic acid	34.06±2.34 <sup>ns</sup>	31.47±3.85	31.16±1.59	30.78±2.31	30.83±0.65
Linoleic acid	5.67±0.44 <sup>C</sup>	7.06±0.53 <sup>AB</sup>	7.27±0.28 <sup>AB</sup>	7.55±0.85 <sup>A</sup>	6.43±0.22 <sup>BC</sup>
Arachidonic acid	3.98±0.32 <sup>ns</sup>	5.49±1.48	5.69±0.78	5.87±0.64	4.45±1.95
Total fatty acid	100	100	100	100	100
SFA <sup>1)</sup>	47.42±2.47 <sup>ns</sup>	47.92±2.41	47.87±3.67	47.70±3.55	48.50±2.95
USFA <sup>2)</sup>	52.58±3.08 <sup>ns</sup>	52.08±4.01	52.13±1.86	52.30±3.13	51.50±2.95
MUFA <sup>3)</sup>	42.96±3.35 <sup>ns</sup>	39.53±3.96	39.18±2.20	38.88±3.11	40.60±1.81
PUFA <sup>4)</sup>	9.64±0.76 <sup>c</sup>	12.54±1.62 <sup>ab</sup>	12.95±0.98 <sup>ab</sup>	13.42±1.98 <sup>a</sup>	10.88±0.33 <sup>bc</sup>
USFA/SFA	1.11±0.02 <sup>ns</sup>	1.09±0.09	1.09±0.07	1.10±0.01	1.06±0.01

SFA<sup>1)</sup>: saturated fatty acids, USFA<sup>2)</sup>: unsaturated fatty acid, MUFA<sup>3)</sup>: monounsaturated fatty acid, PUFA<sup>4)</sup>: polyunsaturated fatty acid.

ns : not significant

<sup>a, b, c</sup> Means with different superscripts in the same row are different(p<0.05).

<sup>A, B, C</sup> Means with different superscripts in the same row are different(p<0.01).

38.95~45.71%, Kim과 Kim (2005)은 41.76~45.05% 범위라고 보고한 내용과 비교시 본 실험의 포화지방산은 다소 높은 수치를 보였다. MUFA와 USFA/SFA에 있어서는 처리간 유의적인 차이가 나타나지 않았지만, PUFA 비율에 있어서는 분쇄통보리 첨가구 (T1, T2, T3, T4)가 C구에 비하여 모두 높게 나타났다(P<0.05).

## 2. 분쇄 통보리 급여 수준이 유리아미노산 함량에 미치는 영향

분쇄 통보리 급여 수준이 거세우 등심근육의 아미노산 함량에 미치는 영향은 Table 7에 나타났다. 필수아미노산 중 arginine, lysine, threonine 및 valine 함량은 상호 처리간 유의적인 차이를 보이지 않았고, 비필수아미노산에서는 alanine glycine taurine ornithine 함량이 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 필수아미노산 인 histidine과 iso-leucine은 C, T1, T2, T3구 간에는 유의적인 차이가 없었지만 가장 함량이 낮았던 T4구와는 유의적인 차이를 보였다(P<0.05). Chang 등 (2007)은 옥수수구(20%), 분쇄보리구(20%), 압편보리구(20%), 분쇄보리(15%) + 압편보리(15%)구를 각각 비유후기 10개월간 급여한 결과 등심근육의 필수아미노산 중 histidine과 iso-leucine 함량은 유의적인 차이는 나타나지 않았지만 옥수수구에 비하여 보리 첨가량이 가장 높았던 압편보리

(15%) + 분쇄보리(15%)구가 가장 낮은 수치를 나타냈다고 보고한 결과와 본 실험과 같은 경향을 보였다. Leucine, methionine 및 phenylalanine 함량은 T1구에서 각각 11.50, 6.41 및 7.87 mg/100 g으로서 가장 높았던 반면 T4구에서는 각각 5.37, 1.83 및 3.53 mg/100 g으로서 가장 낮게 나타났다. Kang 등 (2001)은 상등급과 등외등급의 우육 품질특성 중 등심근육의 leucine, methionine 및 phenylalanine 함량은 상등육에서 높게 나타났다고 보고하였다. 본 논문에는 서술되어 있지 않지만 시험 한우 도축 후 육질 성적을 판정 받았을 때 T1구가 marbling score 6.7로 다른 처리구(C, T2, T3, T4) 보다 높았다는 점과 비교하였을 때 위의 보고와 같은 경향을 나타냈다. Glutamine 함량은 C구가 10.29 mg/100 g으로서 분쇄통보리 첨가구 보다 유의적으로 높은 경향을 보였으며, 분쇄통보리 첨가구는 급여량이 높을수록 감소하는 경향을 나타냈다(P<0.05). 그리고 serine과 tyrosine에 있어서는 T1구가 높은 함량을 나타낸 반면 분쇄통보리 첨가량이 가장 많았던 T4구가 가장 낮은 함량을 나타냈다(P<0.05). 총필수아미노산은 T1구가 유의적으로 높게 나타났다(P<0.01), 총비필수아미노산은 T2구가 높게 나타났지만 상호처리간 유의적인 차이는 없었다. Chang 등 (2007)은 보리 종류 및 첨가량에 따라 한우를 사육한 결과 등심근육내 아미노산 함량은 phenylalanine을 제외하고는 처리간에 큰 차이가 없었다고 보고한 내용과 비교할 때 본 실험과 다소 차이를

Table 7. Effect of dietary cracked whole barley on free amino acid contents in *longissimus* muscle of Hanwoo steers (mg/100g)

Items	Control	T1	T2	T3	T4
EAA <sup>1)</sup>	61.8 ±7.23 <sup>B</sup>	71.45±2.69 <sup>A</sup>	69.69±3.58 <sup>AB</sup>	50.25±3.21 <sup>C</sup>	38.36±2.54 <sup>D</sup>
Arginine	8.06±3.87 <sup>ns</sup>	8.16±0.44	7.89±2.33	5.93±1.20	4.24±0.61
Histidine	6.38±2.06 <sup>a</sup>	5.63±0.38 <sup>a</sup>	6.53±1.00 <sup>a</sup>	4.98±0.75 <sup>ab</sup>	3.47±0.46 <sup>b</sup>
Iso-leucine	4.39±1.96 <sup>ab</sup>	6.03±0.29 <sup>a</sup>	5.86±1.18 <sup>a</sup>	3.96±0.74 <sup>ab</sup>	2.95±0.79 <sup>b</sup>
Leucine	8.74±4.28 <sup>abc</sup>	11.50±0.58 <sup>a</sup>	10.75±2.50 <sup>ab</sup>	6.95±1.09 <sup>bc</sup>	5.37±1.05 <sup>c</sup>
Methionine	3.13±1.39 <sup>B</sup>	6.41±0.65 <sup>A</sup>	5.24±1.44 <sup>A</sup>	2.89±0.45 <sup>B</sup>	1.83±0.47 <sup>B</sup>
Phenylalanine	5.44±2.36 <sup>abc</sup>	7.87±0.70 <sup>a</sup>	7.27±2.67 <sup>ab</sup>	4.36±1.50 <sup>bc</sup>	3.53±0.92 <sup>c</sup>
Lysine	12.37±5.23 <sup>ns</sup>	10.55±0.98	11.28±2.14	10.44±2.17	8.24±1.07
Threonine	6.32±3.27 <sup>ns</sup>	6.57± 0.16	6.18±1.41	4.61±0.99	3.85±0.92
Valine	6.97±4.67 <sup>ns</sup>	8.73±0.33	8.69±1.90	6.13±1.07	4.88±1.15
NEAA <sup>2)</sup>	92.32±14.21 <sup>ns</sup>	96.3 ±3.28	106.27±10.54	99.82±7.56	84.61±8.57
Alanine	33.09±1.22 <sup>ns</sup>	36.78±2.24	43.41±8.80	40.65±6.90	32.89±6.72
Glutamine	10.29±6.63 <sup>a</sup>	9.76±0.41 <sup>a</sup>	5.07±0.62 <sup>ab</sup>	3.56±0.70 <sup>b</sup>	3.10±0.76 <sup>b</sup>
Glycine	9.44±4.15 <sup>ns</sup>	8.71±0.49	10.89±2.40	11.24±1.93	8.63±1.48
Taurine	27.46±11.31 <sup>ns</sup>	23.92±1.68	31.00±6.60	33.73±5.42	31.24±6.53
Serine	5.90±2.96 <sup>abc</sup>	8.27±0.58 <sup>a</sup>	7.62±1.75 <sup>ab</sup>	5.10±0.96 <sup>bc</sup>	4.38±0.92 <sup>c</sup>
Tyrosine	5.37±2.17 <sup>bc</sup>	7.84±0.71 <sup>a</sup>	7.01±1.36 <sup>ab</sup>	4.29±0.75 <sup>c</sup>	3.41±0.52 <sup>c</sup>
Ornithine	0.77±0.67 <sup>ns</sup>	1.02±0.12	1.27±0.25	1.25±0.25	0.96±0.31

EAA<sup>1)</sup> : essential amino acid, NEAA<sup>2)</sup> : non essential amino acid

ns : not significant

a, b, c Means with different superscripts in the same row are different (p<0.05).

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

보였다. 유리아미노산은 지방산과 함께 고기의 풍미와 기호도를 좌우하기 때문에 풍미와 기호성을 개선하는 이화학적 성질을 높여주는 사육방식은 매우 중요하다 하겠다(Kang 등, 2001; Kim 등, 2007).

### 3. 분쇄 통보리 급여 수준이 유기산 함량에 미치는 영향

분쇄 통보리 급여 수준이 등심근육의 유기산함량에 미치는 영향은 Table 8에 나타내었다. 분석은 8 항목을 실시하였으나 Oxalic acid, citric acid, malonic acid, succinic acid, acetic acid는 검출되지 않았으며, Table 8에 나타난 3항목 만 검출되었다. 검출된 tartaric acid는 T3구가 1.96 mg/100 g으로서 처리구 중 가장 높은 함량을 나타냈지만 T2구는 0.93 mg/100 g으로서 낮은 함량치를 나타냈다(P<0.05). 그러나 이들의 수치는 매우 미량으로 나타났다. Malic acid 함량은 T1구가 유의적으로 높은 함량치를 보였지만(P<0.05) tartaric acid 보다 더 미량함량으로 나타났다. Lactic acid는 T3구가 20.47 mg/100 g으로 다른 처리구에 비하여

유의적으로 높은 수치를 보였다(P<0.05). Jo와 Park (1985)은 식품중의 유기산은 그 식품의 맛에 영향을 미치는 풍미성분의 하나일 뿐 아니라 식품의 산화 및 변색 등에 영향을 미친다고 하였다(Deobald, 1964). Kang 등(2002)은 유기산은 신선 도체육의 지방 산패도 및 단백질 변패도에 영향을 미친다고 보고하였다. 그러나 국내에서는 거세 한우 사양 방법에 따른 쇠고기의 유기산 함량에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 따라서 사양 방법에 따른 한우 쇠고기의 유기산 조성에 관한 연구가 필요하다고 사료된다.

### 4. 분쇄 통보리 급여 수준이 pH, Cholesterol, Phenol 및 DPPH에 미치는 영향

분쇄 통보리 급여 수준이 pH, cholesterol, phenol 및 DPPH에 미치는 영향은 Table 9에 나타냈다. pH는 5.38~5.44 범위로 나타났다. pH는 5.38로 가장 높은 수치를 보였고 C구가 5.38로 낮은 수치를 나타냈지만 상호 처리간 유의적인 차이는 없었다. Kim 등(2007)은 사료배합시 야생 썩을 2% 첨가한 구와 무

Table 8. Effect of cracked whole barley on organic acid contents in *longissimus* muscle of Hanwoo steers (mg/100g)

Items	Control	T1	T2	T3	T4
Tartaric acid	1.36±0.29 <sup>b</sup>	0.96±0.10 <sup>bc</sup>	0.93±0.04 <sup>c</sup>	1.96±0.06 <sup>a</sup>	1.28±0.11 <sup>bc</sup>
Malic acid	0.30±0.14 <sup>b</sup>	0.79±0.13 <sup>a</sup>	0.27±0.01 <sup>b</sup>	0.28±0.08 <sup>b</sup>	0.17±0.01 <sup>b</sup>
Lactic acid	15.51±2.1 <sup>ab</sup>	12.48±0.98 <sup>bc</sup>	11.99±9.55 <sup>c</sup>	17.91±0.21 <sup>a</sup>	15.79±0.79 <sup>a</sup>
Total	17.17±2.03 <sup>ab</sup>	14.23±0.86 <sup>bc</sup>	13.19±1.00 <sup>c</sup>	20.15±0.05 <sup>a</sup>	17.24±0.86 <sup>ab</sup>
Relative index (%)	100	83	77	119	102

<sup>a, b, c</sup> Means with different superscripts in the same row are different (p<0.05).

Table 9. Effect of cracked whole barley on pH, cholesterol, phenol and DPPH radical scavenging activity in *longissimus* muscle of Hanwoo steers (mg/100g)

Items	C	T1	T2	T3	T4
pH	5.38±0.03 <sup>ns</sup>	5.42±0.08	5.44±0.02	5.41±0.03	5.39±0.04
HDL-cholesterol	17.97±2.70 <sup>A</sup>	19.95±0.81 <sup>A</sup>	8.45±1.48 <sup>B</sup>	8.18±1.79 <sup>B</sup>	8.81±1.09 <sup>B</sup>
Total phenol	73.42±1.49 <sup>ns</sup>	70.13±2.14	74.40±5.06	79.10±6.54	78.02±5.30
DPPH RSA <sup>1)</sup> (%)	46.70±0.06 <sup>B</sup>	51.92±1.34 <sup>A</sup>	47.62±0.43 <sup>B</sup>	46.37±0.06 <sup>B</sup>	46.83±0.00 <sup>B</sup>

DPPH RSA<sup>1)</sup> : DPPH Radical Scavenging Activity

ns : not significant

<sup>A, B</sup> Means with different superscripts in the same row are different (p<0.01).

첨가구를 급여한 결과 등심근육의 pH는 각각 5.46 및 5.41이라고 보고하였으며, Kim과 Go (2005)는 거정식과 vitamin A를 급여한 결과 5.55~5.56으로 상호간 차이가 없다고 보고하였다. 또한 Kim과 Kim (2005)은 활성탄과 vitamin A를 급여 한 결과 등심근육의 pH는 5.53~5.56으로 나타났다고 하였다. 이들 보고와 비교하면 본 실험의 pH 범위는 조금 떨어지는 경향을 보였다. 그러나 보리첨가량에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않았던 것은 이들의 보고와 유사하였다. HDL 콜레스테롤 함량을 보면 T1구가 19.95 mg/100 g으로서 가장 높았던 반면 T3구가 8.18 mg/100 g으로 가장 낮게 나타났다. Lee (1996)는 보리를 28일 동안 사람에게 채식 시킨 결과 LDL 수치는 감소하고 HDL 수치는 증가하였다고 하였다. 그러나 본 실험 결과와는 다소 차이가 있으며 이는 향 후 가축의 종류, 사료종류, 사양방식, 등급별과 연관하여 한우 고기의 HDL 함량을 고찰하여야 하며 현재 실험 결과로서는 원인을 규명하기 어렵다고 사료된다. 총페놀 함량은 70.13~79.10 범위로서 C구에 비하여 보리첨가량이 높았던 T2, T3 및 T4구는 높은 수치를 나타냈지만 보리 첨가량이 가장 적었던 T1구는 낮은 수치를 보였다. 그러나 이들 처리간에는 유의적인 차이는 보이지 않았다. DPPH 라디칼 소거능(DPPH radical scavenging activity)은 분쇄통보리 10% 급여구인 T1구가 51.92%로 유의적으로 높게 나타났지만 C구, T2, T3 및 T4구 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다(P<0.05). Seo 등(1999)은 DPPH는 항산화 물질로부터 전자나 수소를 받아 불가

역적으로 안정한 분자를 형성하므로 전자공여능으로부터 항산화 활성을 추정할 수 있다고 하였으며, 찰옥수수의 44종의 EDA (electron donating ability)을 분석한 결과 15.5~65.0%로 나타났다고 하였다. Seog 등 (2002)은 국내 보리 40종에 대하여 EDA를 분석한 결과 40.57~81.70%로 나타났다고 보고한 결과를 비교해 보면 보리에 EDA가 높은 것을 알 수 있다. 그러나 본 실험 결과와 비교하면 보리 첨가량이 높은 T2구, T3구와 T4구는 C구와 차이가 없었던 것은 한우 유전적인 조건, 사양방법, 사료의 소화조건 등 여러 요인들이 복합적으로 작용하였기 때문이라고 사료된다.

## 요 약

본 연구는 분쇄 통보리 사료의 급여 수준이 비육 후기 한우 거세우의 지방산, 유리아미노산, 유기산, pH, 콜레스테롤, 페놀 및 DPPH 라디칼 소거능에 미치는 영향을 검토하고자 분쇄 통보리 급여 기준을(배합사료 기준으로 0%, 10%, 20%, 30%, 40% 분쇄 통보리 첨가) 5 처리하여 실시하였으며 처리구당 6두씩(구당 평균 체중 588.6 kg) 배치하고 비육후기 6개월 동안 처리구 별로 사육하였다. 실험에서 얻어진 결과를 요약해 보면 다음과 같다. 지방산 조성비율에서는 linoleic acid 성분은 C구에 비하여 분쇄통보리 첨가구(T1, T2, T3, T4)가 높은 경향을 보였으며, 특히 분쇄 통보리 30%를 첨가한 T3구가 가장 높게 나타났다(P<0.01). 그러나 나머

지 지방산들에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. SFA, USFA, MUFA 및 USFA/SFA 비율에서는 처리간 유의적인 차이가 없었지만 PUFA 비율에서는 C구에 비하여 보리첨가구들이 높았으며, 특히 T3구는 다른 구에 비하여 유의적으로 높은 수치를 나타냈다 ( $P<0.05$ ). 아미노산 함량 중 필수아미노산은  $T1 > T2 > C > T3 > T4$ 구 순으로 높았으며 ( $P<0.01$ ), 비필수 아미노산 함량은  $T2 > T3 > T1 > C > T4$ 구 순으로 높았지만 상호 처리간 유의적인 차이는 없었다. 총유기산 함량은 T3구가 20.15 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타낸 반면 T2구는 13.19 mg/100 g으로 가장 낮은 함량을 나타냈다 ( $P<0.05$ ). pH와 총페놀 함량은 상호처리간 유의적인 차이가 없었다. HDL 콜레스테롤 함량은  $T1 > C > T4 > T2 > T3$  구 순으로 높게 나타났으며 ( $P<0.01$ ), DPPH 라디칼 소거능은  $T1 > T2 > T4 > C > T3$ 구 순으로 높게 나타났다 ( $P<0.01$ ). 이상 결과를 종합해 보면, T1(분쇄 통보리 10% 첨가 급여) 처리구가 다른 구에 비하여 등심부위의 필수아미노산, HDL 및 DPPH 라디칼 소거능을 향상시키는 것으로 나타났다.  
(주제어: 한우, 보리, 지방산, 아미노산, 유기산)

## 사 사

이 연구는 2008년 구미시 브랜드 개발 지원 사업에 의해 이루어진 것이며 이의 지원에 감사드립니다.

## 인 용 문 헌

- Bacis, A. and Stone, B. A. 1981. Chemistry and organization of aleurone cell wall components from wheat and barley. *Aust. J. Plant Physiol.* 8:475.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature.* 4617:1199-1200.
- 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.
- Choi, C. W. 2007. Diurnal patterns in the flow of escapable soluble non-ammonia nitrogen fraction in omasal digesta as influenced by barley and rapeseed meal supplementation in cow fed grass silage based diet. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* 49:341-350.
- Deobald, H. J. 1964. The effect of antioxidants and synergists on the stability of precooked dehydrated sweetpotato flakes. *Food tech.* December. p146-151.
- 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.
- Fadel, J. G., Newman, R. K., Newman, C. W. and Barnes, A. E. 1987. Hypo-cholesterol effects of  $\beta$ glucans in different barley diets fed to broiler chicks. *Nutr. Rep. Int.* 35:1049.
- Fincher, G. B. 1975. Morphology and chemical composition of barley endosperm cell walls. *J. Inst. Brew.* 81:116-122.
- Folch, J., Lee, M. and Stanly, G. H. S. 1957. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
- Ishida, T., Kurihara, M., Arata, N., Nishida, T., Purnomoadi, A., Aoki, M., Tanaka, Y., Kohno, Y., Abe, A. and 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 Res.* 58:9-10.
- Jo, K. S. and Park, Y. H. 1985. Studies on the organic acids composition in shellfishes. *Bull. Korean Fish. Soc.* 18:227-234.
- Kang, S. J., Kim, M. S., Yang, J. B., Jung, I. C. and Moon, Y. H. 2001. Quality comparison of lion muscles from carcass of grade B2 and D. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 21:329-336.
- Kang, S. N., Jang, A., Lee S, O., Min, J. S. and Lee, M. H. 2002. Effect of organic acid on value of VBN, TBARS, color and sensory property of pork meat. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* 44: 443-452.
- Kim, B. K. and Go, S. J. 2005. Effect of clay mineral pegmatite and vitamin A and supplements on the physic-chemical characteristics of fattening hanwoo steers. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 25:156-161.
- Kim, B. K. and Kim, Y. J. 2005. Effect of supplemental charcoal power and vitamin A on the physic-chemical characteristics in fattening Hanwoo steers. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 25:32-38.
- Kim, J. H., Cho, S. H., Seong, P. N., Hah, K. H., Kim, H. K., Park, B. Y., Lee J. M. and Ahn, C. N. 2007. Effect of ageing temperature and time on the meat quality of longissimus muscle from Hanwoo steer. *Korean J. food Sci. Ani. Resour.* 27:171-178.
- 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* degrade abilities microbial growth and gas production of rice, barley and corn. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* 48:699-708.
- Lee, Y. J., Kim, C. J., Kim, J. H., Park, B. Y., Seong, P. N., Kang,



- G. H., Kim, D. H. and Cho, S. H. 2010. Comparison of fatty acid composition of Hanwoo beef by different quality grades and cuts. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 30: 110-119.
- Lee, Y. T. 1996. Physicochemical characteristics and physiological functions of  $\beta$ - glucans in barley and oats. *Korean J. Crop Sci.* 41:10-24.
- Mitsuru, M, sinobu, O, Tadayoshi, M. and Yoshiro, Y. 1988. The influence of finish weight, sires and kinds of concentrate during the latter fattening period on the carcass characteristics of Japanese Black steers. *Japn. J. Zootech. Sci.* 60(4):351-358.
- Morishita, M., Takizawa, H. and Matsui, M. 2003. The feeding effect of the growth whole corn under condition fed large amount of barley on fattening performance and meat quality in cross-bred heifers. *Japan Bull. Aichi Agric. Res. Ctr.* 35:155-160.
- Oohashi, H., Takizawa, H., Morita, H., Nagase, M. and Naruse, M. 1998. Relation between property of fat and meat quality of beef cattle. *Japan Res. Bull. Aichi Agric. Res.* 30, 281-288.
- Penet, C. S., Worthington, R. E., Phillips, R. D. and Moon, N. J. 1980. Free amino acids of raw and cooked ground beef and pork. *J. Food Sci.* 48: 298.
- Qureshi, A. A., Burgerm, W. C., Peterson, D. M. and Elson, C. E. 1986. The structure of an inhibitor of cholesterol biosynthesis isolated from barley. *J. Bio. Chem.* 261:10544.
- SAS. 2002. SAS user's guide; Statistics. SAS Inst. Inc. NC. USA.
- Selke, E., Rohwedder, W. K. and Dutton, H. J. 1977. Volatile components from triolein heated in air. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 54:62.
- Seo, Y. H., Kim, I. J., Yie, A. S. and Min, H. K. 1999. Electron donating ability and contents of phenolic compounds, tocopherols and carotenoids in waxy corn (*Zea mays* L.). *Korean J. Food Sci. Technol.* 31:581-585.
- Seog, H. M., Seo, M. S., Kim, S. R., Park, Y. K. and Lee, Y. T. 2002. Characteristics of barley polyphenol extract(BPE) separated from pearling by-products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34:775-779.
- Stone, B. A. 1986. Cell walls and their components in cereal grain technology. *Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul Minnesota.* 8:116-122.
- Takizawa, H., Oohashi, H., Morita, H., Nagase, M. and Naruse, M. 1998. Effect barley and corn feeding on fattening performance and meat quality from cross-breed (Japanese black  $\times$  Holstein) steers. *Japan Res. Bull. Aichi Agric. Res.* 30:289-293.

(Received May 26, 2011; Revised Jul. 28, 2011; Accepted Jul. 29, 2011)