

맥주박과 옥수수 위주의 발효사료에 대한 Coated Vitamin C+E 및 면실의 첨가가 거세한우의 육조성분, 육색 및 도체등급에 미치는 영향

박병기* · 성대경** · 김창혁** · 권응기* · 오상집** · 신중서**

농촌진흥청 축산연구소*, 강원대학교 동물자원공동연구소**

Effects of Supplementing Coated Vitamin C+E with Cottonseed on Meat Composition, Meat Color and Carcass Grade in Hanwoo Steers Fed Brewers Grain and Cracked Corn - Based Fermented Feedstuff

B. K. Park*, D. K. Seong**, C. H. Kim**, E. G. Kwon*, S. J. Ohh** and J. S. Shin**

National Livestock Research Institute, R.D.A.*,
Institute of Animal Resources, Kangwon National University**

ABSTRACT

Twenty four Hanwoo steers (average body weight = 550.4 ± 42.8 kg) were used in the experiment to determine the effects of supplementing coated vitamin C+E with cottonseed on meat quality, meat color and carcass grade in Hanwoo steers fed brewers grain and cracked corn-based fermented feedstuff. Steers were randomly assigned to feeding groups of fermented feedstuff without any supplements (T1) and fermented feedstuff supplemented with coated vitamin C+E and cottonseed (T2). Ether extract content of *longissimus dorsi* was higher in T2 than in T1(p<0.05). Yellowness and hue-angle among surface colors of *longissimus dorsi* was lower (p<0.05) in T2 than in T1 but lightness was higher(p<0.05) in T2 than in T1. Ratio of yield grade 'A' was higher from T2 group than from T1 group. Marbling score was higher in T2 than in T1(p<0.05). Present results indicate that supplementation of coated vitamin C+E and cottonseed to brewers grain and cracked corn-based fermented feedstuff has positive effects on ether extract content, color, marbling score of *longissimus dorsi* in Hanwoo steers.

(Key words : Hanwoo steer, Coated vitamin C+E, Meat color, Carcass grade)

I. 서 론

한우육의 품질 고급화를 위한 대표적인 사양 기술인 거세, 비육기간의 연장 등에 대한 인식이 보편화되면서 이와 같은 사양기술이 거세한우 사양농가를 대상으로 확산되고 있다. 하지만, 거세한우의 사육기간이 증가되면 사료비용 또한 증가하게 된다. 부존자원이 부족하여 가

축사료의 해외의존도가 높은 우리나라의 경우, 사료비용 절감을 목적으로 산업부산물인 맥주박과 옥수수 위주로 제조된 발효사료를 이용하고 있다. 이와 같은 발효사료의 경우, 비육전·후기의 거세 한우에게 급여시 육질 및 육량 등 급이 향상되는 것으로 보고된바 있으나(신 등, 1994; 박 등, 2003), 시판 배합사료에 비해 조단백질 및 조지방 함량이 다소 낮아 이에 대한

본 연구는 2002년도 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 지원과제(KRF-01-005-G20007)로 수행된 연구임.
Corresponding author: J. S. Shin, Department of Animal Resource Science, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea.
Tel : 033-250-8628, Fax : 033-244-2532, E-mail : jsshin@kangwon.ac.kr.

보완이 필요하다.

일반적으로 비육우의 생산성은 급여하는 사료내 단백질 및 지방 등의 영양소 섭취량에 따라 달라질 수 있기 때문에, 단백질 및 지방 함량이 높은 면실은 맥주박과 옥수수 위주로 제조된 발효사료의 지방과 단백질 함량을 높이는 데 효율적으로 이용될 수 있다. 면실은 건물 1 kg당 net energy for lactation(NE_L)은 9.2MJ이며, 조단백질, 조지방 및 neutral detergent fiber(NDF) 함량은 23, 20 및 44% 정도인 것으로 보고되고 있다(NRC, 1989). 따라서 면실은 높은 단백질과 지방 함량으로 반추가축에서 특별한 사료로 이용될 수 있으며, 조사료와도 유사한 효과를 볼 수 있을 뿐만 아니라 bypass ingredient로서의 가치도 높은 것으로 보고된 바 있다(Arieli, 1998).

국민소득 및 생활수준이 향상되면서 최근 소비자들의 육제품에 대한 소비성향에도 많은 변화가 일어나고 있는데, 가장 두드러진 특징은 구매제품의 다양화와 함께 질적으로 향상된 제품을 추구하는 경향을 나타낸다는 것이다(홍 등, 2001). 현재 소비자들에 있어 가장 중요한 쇠고기 구매의 선택요인은 보수력과 시각적 요소인 육색 등 육질항목을 구매의 중요한 판별사항으로 고려하고 있다. 일본인 10,941명을 대상으로 쇠고기 선택에 대한 인식을 조사한 연구결과에서 쇠고기 선택에서는 전체 참가자의 58%가 육색을 쇠고기 선택의 가장 중요한 인자로 인식한다는 보고가 있었다(Sanders 등, 1997). 이러한 소비자의 욕구를 충족시키기 위해서는 우수한 육질을 기본으로 소비자들의 구매욕을 자극할 수 있도록 육색 및 지방색을 개선해야 할 필요성이 대두되고 있다.

육색, 지방색 및 육질의 개선을 목적으로 vitamin E 및 C가 일부 활용되고 있는데, 우선 vitamin E는 강력한 자연 항산화제로서 지방산화를 감소시켜 지방색 및 육색의 변화를 방지하는 것으로 보고된 바 있으며(Monahan 등, 1990; Sherbeck 등, 1995), 실제로 소에게 vitamin E를 급여 후 도축한 신선육에서 육색소와 지방의 산화가 감소되며(Frustman 등, 1989), Schaefer 등(1991)은 비육 종료전 vitamin E를 급여할 경우 육색의 저하로 인해 발생하는 농가의 경제

적인 피해를 방지할 수 있다고 보고한 바 있다.

한편, vitamin C는 섬유와 골격세포의 형성에 유효하고 collagen 형성에 중요한 영양소이며(Sandel과 Daniel, 1988), 최근 일본 화우의 지방 전구세포를 초기배양 시 인산과 결합된 vitamin C의 농도를 증가시켰을 때 지방합성표지인자인 Sn-glycerol-3-phosphate dehydrogenase(GPDH) 효소의 활성도와 지방구가 생겨난 세포의 숫자가 유의성 있게 증가하였다. 또한 12~24개월령의 일본 화우에 vitamin C 첨가 급여시 대조구에 비해 근내지방도가 76% 높게 나타났으며 지방의 밝기도 좋아졌고 육질에 있어서도 경도 및 질감이 개선되었다고 보고된 바 있다(축산연구소, 2005).

또한 vitamin C를 E와 병행 처리시 상호작용으로 항산화 작용이 상승되는데(Halpner 등, 1998; Niki 등, 1995), 그 기본 원리는 vitamin E는 세포막에 존재하는 불포화지방산이 산화되는 것을 막는 항산화제로 작용하는데, 이 과정 중 불포화지방산내 불포화기의 산화가 억제되면서 vitamin E가 산화되고 다시 vitamin E는 vitamin C의 도움으로 vitamin E로 재전환되며, 이때 vitamin C는 산화형태인 dehydroascorbic acid로 전환되기 때문이다(Kontush, 1996). 그러나 vitamin C와 E를 소에 급여할 경우 반추위에서 쉽게 용해되거나 미생물에 의해 분해가 이루어져 이용성이 저하되는 문제점이 있기 때문에 반추위의 미생물에 의한 분해를 차단 혹은 감소시킬 수 있는 bypass 기술의 응용이 필요하다.

따라서 본 연구는 맥주박과 옥수수 위주의 발효사료에 대한 면실 및 vitamin C와 E의 가공에 적합한 fluidized bed coating system으로 제조한 coated vitamin C+E의 첨가 급여가 거세한우의 육조성분, 육색 및 도체등급 향상에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험기간, 장소 및 공시동물

본 시험은 2003년 4월부터 10월까지 6개월간 강원도 홍천군 서석면 소재 한우고급육사육단

지에서 평균체중 550.4 ± 42.8 kg의 거세한우 24 두를 공시하여 실시하였다.

2. Coated vitamin C + E(CVCE)의 제조

본 시험에 사용한 vitamin C 및 E는 (주)Roche Vitamin Korea에서 각각 순도 97.5%의 vitamin C(2.5% ethylcellulose 코팅 처리)와 순도 50%의 vitamin E를 구입하여 사용하였다. CVCE의 제조에 사용된 외부 코팅물질로는 ethylcellulose를 이용하였으며 코팅 비율은 10%였다.

본 시험에 사용한 core material인 vitamin C와 E는 2:1의 비율로 소형 사료배합기에서 혼합하여 사용하였다. 혼합된 시료의 적절한 코팅을

위해 fluidized bed coating system을 응용한 top-spray 방식의 코팅기를 자체 설계하여 경기도 이천소재 (주)강원기계에서 제작하였다. 제작한 코팅기에 시료를 넣고 코팅액인 ethylcellulose로 코팅을 실시한 후 35℃에서 12시간 동안 건조를 실시하였다. 코팅액의 조성은 ethylcellulose 10 g, polyethylenglycol(PEG) 2 g, talc 0.5 g, ethanol 60 ml 및 aceton 140 ml였다. CVCE의 제조를 위한 coating 조건은 다음과 같다. Atomizing air spray gun(Seiki, Japan): 1.4~1.6 bar, nozzle size: 0.8 mm, spray rate: 10 ml/min 및 inlet temperature: 40 ± 3℃ 제조된 vitamin은 입자의 균일성을 위해 sieve No. 20을 통과한 CVCE만을 시험에 이용하였다.

Table 1. Formula of fermented feedstuff

Ingredients (%)	FF ¹⁾	FFCC ²⁾
Cottonseed	—	11
Cracked corn	60	53
Brewers grain	20	18
Molasses	6	6
Lupin	4	3
Alfalfa pellet	4	3
Wheat bran	4	4
Yeast	2	2

¹⁾ FF : fermented feedstuff without any supplements;
²⁾ FFCC : fermented feedstuff supplemented with coated vitamin C + E and cottonseed.

3. 시험사료 제조 및 사양관리

시험사료는 과채옥수수, 맥주박, 당밀, 루핀, 알팔파, 펠렛, 미강 및 yeast를 각각 60, 20, 6, 4, 4, 4 및 2%의 비율로 혼합하여 제조한 발효사료(fermented feedstuff, FF)와 면실, 과채옥수수, 맥주박, 당밀, 루핀, 알팔파, 펠렛, 미강 및 yeast를 각각 10, 53, 19, 6, 3, 3, 4 및 2%의 비율로 혼합한 후 CVCE를 첨가하여 제조한 발효사료(fermented feedstuff supplemented with CVCE and cottonseed, FFCC)의 2종류로 하였으며(Table 1), 발효사료는 30℃에서 48시간 발효시켰다. CVCE의 첨가량은 vitamin E 500IU/animal/day를 기준으로 첨가하였는데, 이 기준에서 vitamin C의

Table 2. Chemical compositions of experimental diets

Items (%)	Formula feed	FF ¹⁾	FFCC ²⁾	Rice straw
Dry matter	91.46 ± 0.47	69.56 ± 0.65	65.22 ± 0.73	90.57 ± 0.36
..... % of dry matter				
Crude protein	13.75 ± 0.23	11.88 ± 0.71	15.70 ± 0.47	4.19 ± 0.10
Ether extract	3.24 ± 0.14	1.73 ± 0.17	2.63 ± 0.10	1.55 ± 0.10
Crude ash	6.77 ± 0.10	3.69 ± 0.19	4.55 ± 0.10	11.92 ± 0.09
NDF ³⁾	34.56 ± 1.59	49.87 ± 0.64	47.47 ± 0.65	75.96 ± 1.04
ADF ⁴⁾	14.25 ± 0.48	14.57 ± 1.40	10.97 ± 0.18	47.08 ± 0.74

Mean ± S.D.

¹⁾ FF : fermented feedstuff without any supplements; ²⁾ FFCC : fermented feedstuff supplemented with coated vitamin C + E and cottonseed; ³⁾ NDF : neutral detergent fiber; ⁴⁾ ADF : acid detergent fiber.

첨가량은 1.95~2.0 g/animal/day였다. 시험사료로는 발효사료, 시판배합사료 및 볏짚을 이용하였으며, 시험사료는 일일 2회(오전 9시 및 오후 18시) 급여하였다. 배합사료의 급여량은 처리에 관계없이 두당 5 kg 이었고, FF와 FFCC의 급여량은 사료의 수분 함량을 고려하여 FF의 급여량은 두당 5 kg(오전 2.5 kg 및 오후 2.5 kg) 및 FFCC의 급여량은 5.32 kg(오전 2.66 kg 및 오후 2.66 kg)하여 사료 급여량을 동일한 수준으로 하였다. 볏짚은 3~4 cm 길이로 세절된 볏짚을 이용하였고, 물을 항상 자유 음수토록 하였다. 시험사료의 화학적 조성은 Table 2와 같다.

4. 시험설계

시험구 처리는 한우 거세우 24두를 체중을 고려하여 처리당 12두씩 임의배치하였으며, 발효사료(FF), 시판배합사료 및 볏짚을 급여하는 처리구(T1)와 CVCE와 면실첨가 발효사료(FFCC), 시판배합사료 및 볏짚을 급여하는 처리구(T2)의 2처리로 하였다.

5. 조사항목 및 분석방법

(1) 도체평가 및 등심채취

시험 종료 후 1일 8두씩 3일 동안 모든 공시 축들은 농협 서울 공판장으로 출하하여 도체평가하는 도살 후 24시간 냉장된 냉도체에 대해 도체율, 육량지수, 등지방두께, 배최장근단면적, 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도, 육량등급 및 육질등급 등의 항목을 도체등급판정기준에 의거하여 축산물등급판정사가 판정하였다. 표면 육색 및 육조성분 분석을 위한 배최장근 채취는 도체평가가 완료된 냉도체의 13번째 흉추와 1번째 요추 사이에서 채취하여 표면 육색을 측정된 후 동결건조하여 분석시까지 -20℃에서 냉동 보관하였다.

(2) 표면 육색

육색 측정은 색차계(CR-310, Minolta Co., Japan)를 사용하여 CIE 명도(L*, lightness), 적색도(a*,

redness), 황색도(b*, yellowness), chroma value ($C^* = [a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$) 및 hue angle($h^0 = \tan^{-1}[b^*/a^*]$)을 측정하였으며 이때 표준 백색판의 색도값은 $Y = 93.7$, $x = 0.3129$, $y = 0.3194$ 이었다.

(3) 육조성분

배최장근의 일반화학성분은 AOAC(1995) 방법에 준하여 분석하였으며, 아미노산 함량 및 조성은 Mason 등(1980)의 방법에 따라 시료를 전처리하여 HPLC(Waters 510 Pump; Waters™ Automated Gradient Controller; Waters™ 486 Tunable Absorbance Detector; Waters Temperature Control Module, USA)로 분석하였다. 등심의 지질은 Folch의 방법(Folch 등, 1957)에 준하여 chloroform-methanol (2:1) 용액으로 지질을 추출한 후 Sukhija와 Palmquist (1988)의 방법에 따라 gas chromatography (Shimadzu Model GC-17A Ver. 3, Japan)로 분석하였다.

6. 통계분석

본 실험에서 얻어진 성적들은 SAS package (1999)를 이용하여 분산분석 및 t-검정을 실시하여 처리구간의 유의성($p < 0.05$)을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

맥주박과 옥수수 위주의 발효사료에 대한 coated vitamin C + E (CVCE) 및 면실의 첨가 급여가 거세한우 배최장근의 화학적 조성, 지방산 조성, 표면 육색, 도체형질 및 도체등급에 미치는 영향은 Table 3, 4, 5, 6 및 7과 같다.

T1구 및 T2구의 배최장근의 수분, 조단백질 및 조회분 함량은 각각 63.19~64.49%, 19.05~20.66% 및 1.12~1.31%로 처리간에 차이가 없었으나, T1구 및 T2구의 배최장근의 조지방 함량은 각각 12.32 및 15.19%로 나타나 T1구에 비해 T2구에서 조지방 함량이 높았다($p < 0.05$).

이러한 결과는 추와 안(2004)이 거세 한우에게 사료 중에 vitamin C를 0.1%, vitamin E를 사료 kg당 220 IU 및 vitamin C 0.1%와 vitamin

Table 3. Effects of fermented feedstuff supplemented with coated vitamin C+E and cottonseed on chemical composition of *longissimus dorsi* in Hanwoo steers

Items (%)	T1 ¹⁾	T2 ²⁾	Mean	SEM
Moisture	64.49	63.19	63.84	0.38
Protein	20.66	19.05	19.85	0.21
Ether extract	12.32 ^b	15.19 ^a	13.76	0.51
Ash	1.12	1.31	1.22	0.05

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

¹⁾ T1: feeding group of fermented feedstuff without any supplements.

²⁾ T2: feeding group of fermented feedstuff supplemented with coated vitamin C+E and cottonseed.

Table 4. Effects of fermented feedstuff supplemented with coated vitamin C+E and cottonseed on fatty acid composition of *longissimus dorsi* in Hanwoo steers

Items (%)	T1	T2	Mean	SEM
C14:0	3.18 ^b	3.71 ^a	3.44	0.14
C16:0	28.09	29.42	28.76	0.47
C16:1n7	4.69	5.05	4.87	0.20
C18:0	11.06	10.72	10.89	0.34
C18:1n9	50.35	48.47	49.41	0.58
C18:2n6	2.14	2.17	2.15	0.11
C18:3n3	0.15	0.17	0.16	0.02
C20:1n9	0.11	0.10	0.11	0.01
C20:4n6	0.22	0.19	0.20	0.01
SFA ¹⁾	42.33	42.79	42.56	0.74
MUFA ²⁾	55.16	54.69	54.92	0.78
PUFA ³⁾	2.51	2.53	2.52	0.11

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

¹⁾ SFA: saturated fatty acids.

²⁾ MUFA: mono-unsaturated fatty acids.

³⁾ PUFA: poly-unsaturated fatty acids.

Table 5. Effects of fermented feedstuff supplemented with coated vitamin C+E and cottonseed on amino acid composition of *longissimus dorsi* in Hanwoo steers

Items (%)	T1	T2	Mean	SEM
Arginine	6.84	7.06	6.95	0.12
Histidine	6.89	6.89	6.89	0.13
Isoleucine	5.33	5.47	5.40	0.11
Leucine	9.39	9.36	9.37	0.22
Lysine	9.13	9.48	9.31	0.26
Methionine	2.62	2.99	2.81	0.08
Phenylalanine	4.19	4.50	4.34	0.03
Threonine	4.66	5.40	5.03	0.17
Valine	5.61	5.72	5.67	0.11
Alanine	5.66 ^b	6.68 ^a	6.17	0.15
Aspartic acid	7.06 ^a	4.23 ^b	5.65	0.49
Cystein	1.14 ^a	0.54 ^b	0.84	0.12
Glutamic acid	14.00	14.20	14.10	0.49
Glycine	4.57	4.88	4.72	0.08
Proline	5.31	4.92	5.12	0.11
Serine	4.05	4.17	4.11	0.04
Tyrosine	3.52	3.50	3.51	0.08
EAA ¹⁾	54.68	56.87	55.77	0.65
NEAA ²⁾	45.32	43.13	44.23	0.65

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

¹⁾ EAA: essential amino acid.

²⁾ NEAA: nonessential amino acid.

Table 6. Effects of fermented feedstuff supplemented with coated vitamin C+E and cottonseed on surface colors of *longissimus dorsi* in Hanwoo steers

Items	T1	T2	Mean	SEM
Lightness	36.93 ^b	38.29 ^a	37.59	0.26
Redness	21.57	21.21	21.40	0.38
Yellowness	10.58 ^a	9.42 ^b	10.02	0.27
Chroma value	24.04	23.24	23.66	0.43
Hue angle	25.96 ^a	23.73 ^b	24.89	0.38

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

Table 7. Effects of fermented feedstuff supplemented with coated vitamin C+E and cottonseed on carcass characteristics in Hanwoo steers

Traits	T1	T2	Mean	SEM
Live weight (kg)	625.56	635.56	630.56	6.08
Carcass weight (kg)	364.11	366.11	365.11	4.70
Rib-eye area (cm ²)	80.78	81.78	81.28	1.87
Back fat thickness (mm)	12.67	10.89	11.78	0.88
Yield index (%)	67.06	67.83	67.45	0.37
Yield grade (A:B:C)	3:9:0	5:7:0	—	—
Marbling score	4.89 ^b	5.56 ^a	5.22	0.39
Meat color	4.67	4.56	4.61	0.12
Fat color	3.11	3.00	3.06	0.06
Texture	1.22	1.00	1.11	0.08
Maturity	2.11	2.00	2.06	0.06
Quality grade (1 ⁺ :1:2)	5:5:2	5:7:0	—	—

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

E 220 IU를 혼합하여 도축전 90일 동안 각각 급여시 배최장근의 수분 함량은 59.59~64.04%, 조단백질 함량은 20.87~23.71%, 조지방 함량은 13.88~15.90% 및 조회분 함량은 1.11~1.38%였다는 결과와 비슷한 수준이었다.

본 실험에서 맥주박과 옥수수 위주의 발효사료에 대한 CVCE 및 면실의 첨가는 거세한우 배최장근의 수분, 조단백질 및 조회분에 대한 영향은 적었으나, 배최장근의 조지방 함량을 증가시키는 것으로 나타났다. 따라서 본 실험에서 맥주박과 옥수수 위주의 발효사료에 대한 CVCE 및 면실의 첨가로 배최장근의 조지방 함량이 증가한 원인은 면실 첨가에 따른 사료내 지방함량 증가와 vitamin C가 지방전구세포의 지방세포로의 분화를 촉진시킨데 원인이 있는 것으로 판단된다.

또한 본 실험의 결과는 Dufrasne 등(2000)이 평균체중 404 kg의 Belgian Blue bulls을 대상으로 두당 1,000 mg의 vitamin E를 154일간 급여한 실험에서 처리간에 배최장근의 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량의 차이는 없었다

는 보고와 대체적으로 유사한 경향을 보였으나, 다만 본 실험에서는 CVCE의 급여로 인해 배최장근의 조지방 함량이 유의적으로 개선되는 결과를 보여 vitamin E 보다는 vitamin C가 배최장근의 지방 함량 증가에 관여했음을 간접적으로 확인할 수 있었다.

T1구 및 T2구의 배최장근의 지방산 중 myristic acid(C14:0) 비율은 각각 3.18 및 3.71%로 나타나 T1구에 비해 T2구에서 myristic acid 비율이 높았다($p < 0.05$). Myristic acid를 제외한 개별 지방산, 포화지방산, 단순 불포화지방산 및 다가 불포화지방산 비율은 처리간에 차이가 없었다($p > 0.05$).

Yang 등(2002b)은 sorghum 중심의 농후사료 위주의 사양조건에서 Hereford 교잡종 거세우에 vitamin E를 각각 0 및 2,500 IU 첨가 급여시 배최장근의 포화, 단순 불포화 및 다가 불포화 지방산 함량은 각각 46.60 vs 48.40, 45.10 vs 42.50 및 5.60 vs 5.80%로 처리간에 차이가 없었다고 하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

또한 본 실험의 결과는 추와 안(2004)이 거세한우에게 사료 중에 vitamin C 0.1%와 vitamin E 220 IU를 혼합하여 도축전 90일 동안 급여시 배최장근의 포화지방산, 단순 불포화지방산 및 다가 불포화지방산 함량은 각각 41.28, 50.53 및 8.19%였다는 결과에 비해 배최장근의 포화 및 단순 불포화지방산 함량은 비슷한 수준인 반면에 다가 불포화지방산 함량은 다소 낮게 나타났는데, 이는 급여사료 및 vitamin C와 E의 가공형태와 급여수준, 기간 및 방법 차이 때문인 것으로 판단된다.

따라서 본 실험에서는 맥주박과 옥수수 위주의 발효사료에 대한 CVCE 및 면실 첨가는 배최장근의 조지방 함량(Table 3)은 변화시키지만 배최장근의 지방산 조성 변화에 대한 영향은 없는 것으로 판단된다.

T1구 및 T2구의 배최장근의 비필수아미노산 중 alanine, aspartic acid 및 system 비율은 각각 5.66 vs 6.68%, 7.06 vs 4.23% 및 1.14 vs 0.54%로 나타나 T1구에 비해 T2구에서 alanine 함량은 높았으나($p < 0.05$), aspartic acid 및 system 함량은 낮았다($p < 0.05$). 그러나 다른 개별 아미노

산 비율과 필수 및 비필수 아미노산 비율은 처리간에 차이가 없었다.

이상의 결과에서 맥주박과 옥수수 위주의 발효사료에 대한 CVCE 및 면실의 첨가 급여는 거세한우 배최장근의 아미노산 조성에 대한 영향이 적을 뿐만 아니라 배최장근의 단백질 함량(Table 3)에 대한 영향도 없는 것으로 나타나 CVCE 및 면실의 첨가가 거세한우의 체내 단백질 대사에 미치는 영향은 적은 것으로 판단된다.

일반적으로 육색은 산소에 아주 민감하며 육색소의 양과 안정성에 따라 달라진다. 육색은 육류의 영양, 풍미 또는 기능적 특성을 반영하지는 않지만 실제적으로 소비자의 기호도를 결정하는 중요한 품질 특성이며(Smith 등, 1996; 이 등, 2001), 또한 식육에서 지질산화는 육색의 안정성에 직접 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Harel과 Kanner, 1985).

T1구 및 T2구의 표면 육색 중 명도(lightness), 황색도(yellowness) 및 색상색(hue-angle)는 각각 36.93 vs 38.29, 10.58 vs 9.42 및 25.96 vs 23.73로 나타나 T1구에 비해 T2구에서 명도($p < 0.05$)는 높아지는 반면에 황색도($p < 0.05$)와 색상색($p < 0.05$)은 낮아지는 결과를 보였다. 그러나 적색도(redness)와 선명도(chroma value)는 처리간에 차이가 없었다.

본 실험의 결과에서 맥주박과 옥수수 위주의 발효사료에 대한 CVCE 및 면실의 첨가는 표면 육색 중 황색도, 선명도 및 색상색을 개선하는 것으로 나타났는데, Liu 등(1996)은 홀스타인 숫송아지에 vitamin E를 0, 250, 500 및 2,000 IU를 42일 및 126일간 급여시 급여기간이 증가함에 따라 적색도와 선명도가 안정되고 황색도가 낮아졌다고 보고하여 본 실험에서 CVCE 첨가구에서 황색도가 개선된 결과와 유사했다.

Sherbeck 등(1995)은 육우에 vitamin E 급여시 육색이 밝게 유지되고 소비자 기호성이 증가되었다고 하였으며, 거세우에 vitamin E 500 IU를 126일 동안 급여시 막구조에 vitamin E가 더 축적되고 myoglobin 산화를 억제하여(Liu 등, 1995) 육색은 안정되었으며 색소환원력은

증가하였다고 보고하였다(Lanari 등, 1996). 이와 같은 연구결과는 본 실험의 CVCE 첨가구에서 황색도, 색상색 및 선명도가 개선된 결과를 뒷받침하는 것으로 사료된다. 또한 토끼를 대상으로 실험을 실시한 Lo Fiego 등(2004)은 vitamin C, E 동시 첨가구가 vitamin C, E 개별 첨가구에 비해 배최장근의 명도가 유의적으로 높아졌다고 보고하여 본 실험의 결과를 뒷받침해주고 있다. 이외에도 α -tocopherol을 급여한 홀스타인과 교잡종의 쇠고기는 대조구에 비하여 육색의 안정성이 30% 이상 더 좋았다고 보고된 바도 있다(Faustman 등, 1989; Arnold 등, 1993).

T1구 및 T2구의 육량형질 중 도체중, 배최장근 단면적, 등지방두께 및 육량지수는 각각 364.11~366.11 kg, 80.78~81.78 cm², 10.89~12.67 mm 및 67.06~67.83%로 나타나 처리간에 차이가 없었으나, 육량 등급의 경우 T1구에서는 A 및 B 등급이 각각 3 및 9두였고, T2구에서는 각각 5 및 7두로 나타나 T1구에 비해 T2구에서 육량 A 등급의 출현은 증가하고 B 등급의 출현은 감소하였다.

한편, T1구 및 T2구의 육질형질 중 근내지방도는 각각 4.89 및 5.56으로 나타나 T1구에 비해 T2구의 근내지방도가 높았다($p < 0.05$). 또한 T1구 및 T2구의 육색 및 지방색은 각각 4.56~4.67 및 3.00~3.11의 범위로 나타나 T1구에 비해 T2구에서 육색 및 지방색이 약간 열어지는 경향($p > 0.05$)을 보이기는 하였으나 처리간에 유의적인 차이가 없었다. 육질 등급의 경우 T1구의 경우 1⁺, 1 및 2등급 출현두수가 각각 5, 5 및 2두였고, T2구의 경우에는 1⁺ 및 1등급 출현두수가 각각 5 및 7두로 나타냈다.

본 실험의 결과는 Yang 등(2002a)이 sorghum 중심의 농후사료 위주의 사양조건에서 평균체중 294 ± 9.5 kg의 Hereford 교잡종 거세우 32두에 vitamin E를 각각 0 및 2,500 IU 첨가 급여시 처리간에 도체중의 차이는 없었다는 보고와 유사한 결과를 나타냈다.

본 실험의 결과는 추와 안(2004)이 거세 한우에게 사료 중에 vitamin C 0.1%와 vitamin E 220 IU를 혼합하여 도축전 90일 동안 급여시

육량 형질 중 등지방두께는 10.22 mm, 배최장 근단면적은 81.89 cm² 및 육량지수는 68.00%였고, 육질 형질 중 근내지방도는 4.33, 육색은 5.00, 지방색은 2.89, 조직감은 1.22 및 성숙도는 2.33였다는 보고에 비해 본 실험에서 CVCE 및 면실첨가구의 등지방두께, 배최장근단면적, 육량지수, 지방색, 조직감 및 성숙도는 유사한 수준인 반면에 근내지방도 약간 높은 수준이었으며, 육색은 약간 옅은 수준이었다.

또한 추와 안(2004)의 연구결과에서는 무첨가구와 vitamin C+E 첨가구간에 육량 및 육질 형질에 차이가 없는 것으로 보고하였으나, 본 실험에서는 CVCE 및 면실 첨가로 인해 근내지방도가 개선되고 육량 B 등급 출현두수가 감소하였으며 육질 1등급 출현두수가 증가하는 것으로 나타나 이전의 연구결과와는 차이를 보였는데, 이는 급여사료, vitamin의 가공방법, 급여기간 등의 차이에서 비롯된 것으로 판단되지만 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 실험에서 CVCE 및 면실 첨가구에서 근내지방도가 개선된 원인은 면실 첨가로 인한 시험사료의 조지방 함량 증가와 일본 화우에서 12~24개월령에 vitamin C 첨가 급여시 근내지방도가 증가, 지방의 밝기 및 육질 개선(축산연구소, 2005)에 일차적인 원인이 있는 것으로 판단되며, vitamin E를 176일간 500 IU/일/두로 급여시 육질 개선효과가 있었다는 연구보고(Liu, 1995)에서 알 수 있듯이 vitamin E도 간접적으로 근내지방도 증가에 기여한 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 연구는 맥주박과 옥수수 위주의 발효사료에 대한 coated vitamin C+E 및 면실의 첨가 급여가 거세한우의 육조성분, 육색 및 도체등급에 미치는 영향을 구명하고자 평균체중 550.4 ± 42.8 kg의 거세한우 24두를 공시하여 실시하였다. 시험구 배치는 발효사료급여구(T1)와 coated vitamin C+E 및 면실 첨가 발효사료구(T2)의 2처리로 하였다. 배최장근의 조지

방 함량은 T2 구에서 T1 구에 비해 높았다(p<0.05). 배최장근의 표면 육색 중 황색도와 색상색은 T2 구에서 T1 구에 비해 낮았고(p<0.05) 명도는 T1 구에 비해 T2 구에서 높았다(p<0.05). 육량 A 등급의 출현은 T2 구에서 T1 구에 비해 높았다. 근내지방도는 T1 구에 비해 T2 구에서 높았다. 이상의 결과에서 맥주박과 옥수수 위주의 발효사료에 대한 CVCE 및 면실의 첨가는 거세한우 배최장근의 조지방 함량, 육색 및 근내지방도에 효과적인 것으로 판단된다.

V. 사 사

본 연구는 강원대학교 동물자원공동연구소의 실험기자재를 이용하여 실험분석을 하였기에 이에 감사드립니다.

VI. 인용 문헌

1. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.
2. Arieli, A. 1998. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. Anim. Feed Sci. Technol. 72: 97-110.
3. Arnold, R. N., Arp, S. C., Scheller, K. K., Williams, S. N. and Schaefer, D. M. 1993. Dietary α -tocopheryl acetate enhances beef quality in Holstein and beef breed steers. J. Food Sci. 58:28-33.
4. Dufresne, I., Marche, C., Clinquart, A., Hornick, J. L., Van Eenaseme, C. and Istasse, L. 2000. Effects of dietary vitamin E supplementation on performance and meat characteristics in fattening bulls from the Belgian Blue breed. Livest. Prod. Sci. 65: 197-201.
5. Faustamm, C., Cassens, R. G., Schaefer, D. M., Buege, D. R., Williams, S. N. and Scheller, K. K. 1989. Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. J. Food Sci. 54:858-863.

6. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
7. Halpner, A. D., Hanndelman, G. J., Belmont, C. A., Harris, J. M. and Blumberg, J. B. 1998. Protection by vitamin C of oxidant-induced loss of vitamin E in rat hepatocytes. *J. Nutr. Biochem.* 9:355-359.
8. Kontush, A., Finckh, B., Kohlshutter, A. and Beisiegel, U. 1996. Antioxidant and prooxidant activity of α -tocopherol in human plasma and low density lipoprotein. *J. Lipid Res.* 37:1436-1448.
9. Lanari, M. C., Schaefer, D. M. and Liu, Q. 1996. Kinetics of pigment oxidation in beef from steers supplemented with vitamin E. *J. Food Sci.* 61:884-889.
10. Liu, Q., Lanari, M. C. and Schaefer, D. M. 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.* 73: 3131-3140.
11. Liu, Q., Scheller, K. K., Arp, S. C., Schaefer, D. M. and Williams, S. N. 1996. Titration of fresh meat color stability and malondialdehyde development with Holstein steers fed vitamin E supplemented diets. *J. Anim. Sci.* 74:117-126.
12. Lo Fiego, D. P., Santoro, P., Macchioni, P., Mazzoni, D., Piattoni, F., Tassone, F. and De Leonibus, E. 2004. The effect of dietary supplementation of vitamins C and E on the α -tocopherol content of muscles, liver and kidney, on the stability of lipids, and on certain meat quality parameters of the *longissimus dorsi* of rabbits. *Meat Sci.* 67: 319- 327.
13. Mason, V. C., Bach, A. S. and Rudeom, M. 1980. Hydrolysate preparation for amino acids determinations in feed constituents. 3rd EAAP-Symposium on protein metabolism and nutrition. Braunschweig.
14. Monahan, F. J., Buckley, D. J., Morrissey, P. A., Lynch, P. B. and Gray, J. I. 1990. Effect of dietary α -tocopherol supplementation on α -tocopherol levels in porcine tissues and on susceptibility to lipid peroxidation. *Food Sci. Nutr.* 42:203-212.
15. National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th rev. edn. Natl. Acad. Sci., Washington, DC, 157 pp.
16. Niki, E., Noguchi, N., Tsuchiharski, H. and Gotoh, N. 1995. Interaction among vitamin C, vitamin E and β -carotene. *Am. J. Clin. Nutr.* 62. 1322-1326.
17. Sandel, L. J. and Daniel, J. C. 1988. Effect of ascorbic acid on collagen in RNA levels in short term chondrocyte cultures. *Connect. Tissue Res.* 17:11-22.
18. Sanders, S. k., Morgan, J. B., Wulf, D. M., Williams, S. N. and Smith, G. C. 1997. Vitamin E supplementation of cattle and shelf-life of beef for the Japanese market. *J. Anim. Sci.* 75:2634-2640.
19. SAS. 1999. SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, U.S.A.
20. Schaefer, D. M., Arnold, R. N., Scheller, K. K., Arp, S. C. and Williams, S. N. 1991. Dietary vitamin E modifies beef quality in Holstein beef production. Proc. from the Holstein beef production symposium, Harrisium, Pennsylvania.
21. Sherbeck, J. A., Wulf, D. M., Morgan, J. B., Tatum, J. D., Smith, G. C. and Williams, S. N. 1995. Dietary supplementation of vitamin E to feedlot cattle affects beef retail display properties. *J. Food Sci.* 60:250-252.
22. Smith, G. C., Morgan, J. B., Sofos, J. N. and Tatum, J. D. 1996. Supplemental vitamin E in beef cattle diets to improve shelf-life of beef. *Anim. Feed Sci. Technol.* 59:207-214.
23. Sukhija, P. S. and Palmquist, D. L. 1988. Rapid method for determination of total fatty acid content and composition of feedstuffs and feces. *J. Agric. Food Chem.* 36:1202-1206.
24. Yang, A., Brewster, M. J., Lanari, M. C. and Tume, R. K. 2002a. Effect of vitamin E supplementation on α -tocopherol and β -carotene concentrations in tissues from pasture- and grain-fed cattle. *Meat Sci.* 60:35-40.

25. Yang, A., Lanari, M. C., Brewster, M. and Tume, R. K. 2002b. Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Sci.* 60:41-50.
26. 박병기, 길준민, 김종복, 홍병주, 라창식, 신종서. 2003. 맥주박 발효사료 및 대두의 급여가 한우 거세우의 육성성적 및 도체등급에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지.* 45:397-408.
27. 신종서, 김종복, 성경일, 여인서, 김기은, 홍병주. 1994. 고품질 쇠고기 생산을 위한 한우 사육기술. 2. 소 성장호르몬과 알코올 발효사료의 처리가 도체품질 및 조성에 미치는 영향. *한영사지.* 18:373-381.
28. 이성기, 김용선, 김주용, 양성운, 양부근. 2001. 한우육의 육색 안정성과 지방산에 미치는 환원력의 영향. *한국동물자원지.* 43:401-408.
29. 추교문, 안병홍. 2004. 비타민 C 및 E 급여가 한우 거세우의 도체등급과 지방산 조성에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지.* 46:387-396.
30. 축산연구소. 2005. 소비자 중심 고품질 안전 한우고기 생산 방안 심포지엄. p. 116.
31. 홍종욱, 김인호, 강종욱, 홍의철, 이상환, 권오석, 한영종. 2001. 사료내 비타민 E의 추가 급여가 돈육질에 미치는 영향. *한국축산식품학회지.* 21: 344-348.
(접수일자 : 2005. 12. 5. / 채택일자 : 2006. 4. 3.)