

# 사료중의 비타민 E 수준이 한우 거세우의 도체특성, 배최장근내 비타민 E 함량 및 지방산화에 미치는 영향

조희웅 · 안병홍  
경상대학교 동물자원과학부

## Effects of Dietary Vitamin E Levels on Carcass Characteristics, Vitamin E Concentration of Longissimus Muscle and Lipid Oxidation in Hanwoo Steers

H. W. Cho and B. H. Ahn  
Faculty of Animal Science and Technology, Gyeongsang National University

### ABSTRACT

This experiment was carried out to investigate the effects of dietary vitamin E levels on carcass characteristics and vitamin E contents, fatty acid composition and lipid oxidation as indicated by thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) of the *longissimus muscle* in Hanwoo steers. Forty Hanwoo steers were randomly assigned to one of four groups and fed the diet containing 200(control), 1000, 2000 or 2500 IU  $\alpha$ -tocopherol acetate/head/day for 3 months of last finishing period.

Backfat thickness was thinner and beef fat color was whiter( $P<0.05$ ) in steers fed the vitamin E supplemented diets than those fed the control diet. But the *longissimus muscle* area and yield grade did not differ among treatments. Marbling score and quality grade were higher( $P<0.05$ ) in steers fed the diets containing 1000 and 2000 IU vitamin E than those fed the other diets. Vitamin E concentration in the *longissimus muscle* was higher( $P<0.05$ ) as the vitamin E content in diet was higher.

The levels of oleic and linoleic acids in the *longissimus muscle* were not affected by dietary vitamin E levels. But linolenic and arachidonic acids were lower in steers fed the vitamin E supplemented diets than those fed the control diet. TBARS in the *longissimus muscle* was not affected by the vitamin E levels in diet until 5th day of storage but delayed muscle lipid oxidation in steers fed the vitamin E supplemented diets after 7th day of storage.

Therefore according to this result, it may be concluded that steers have a higher quality grade and higher vitamin E concentration in muscle and lower in TBARS when diet contains 1000 or 2000 IU vitamin E per kg of diet.

(Key words : Hanwoo steers, Vitamin E concentration, Carcass characteristics, Fatty acid composition, Lipid oxidation)

### I. 서 론

국가 경제가 성장함에 따라 국민들의 식습관

이 변화되면서 축산물의 비중이 점점 높아지고 있고 그중에서도 쇠고기의 소비가 꾸준히 증가하고 있다. 국내 쇠고기 총 소비량은 1970년

Corresponding author : Byung H. Ahn, Faculty of Animal Science and Technology, Gyeongsang Natl. University, Jinju, 660-701, Korea.  
Tel : 055-751-5416, E-mail : bhahn@gnu.ac.kr.

37.3천 톤에 비해서 2005년에는 316.8천 톤으로 약 9배 증가하였으나, 국내생산은 152.4천 톤으로 쇠고기 자급율은 48% 정도이고, 우리나라에서 한우는 19만여 호의 농가에서 1,818천 두를 사육하고 있어서(농림부, 2005), 우리나라 축산업 중에서 한우산업이 중요한 위치를 차지하고 있다.

현재 우리나라에서는 쇠고기 시장의 개방에 대응하기 위하여 도체등급제를 실시하고 있는 이에 따라 가축은 도체등급판정을 받고 판매가격이 결정되고 있다. 그런데 이전의 가축의 판매는 가축시장에서 생축을 판매해 왔기 때문에 한우나 젖소 수송아지라도 가축의 외모에 의해서는 가격차이가 크게 나지는 않았으나 지금은 가격이 도체의 육질에 의하여 결정되기 때문에 도체등급 판정 시 육질이 떨어지는 경우에는 가격이 낮을 수밖에 없다. 그런데 이제까지의 도체등급 판정결과를 보면 한우 거세우는 1등급 이상이 66.5%이다(축산물등급판정소, 2005).

그러나 UR협상이 타결됨에 따라 2001년부터 쇠고기와 생우의 수입자유화가 실행되고 있고 또한 우육의 의무 수입물량도 해마다 계속해서 증가하고 있으므로 축우 산업은 한층 더 어려움에 직면하게 될 것 같다. 또한 쇠고기 수출국들의 현지 생우 가격은 국내 한우의 1/3 정도이므로 생산성을 향상시키고 생산비를 절감시키는 정도로는 쇠고기 수출국과의 경쟁이 불가능하다고 하겠다. 그러므로 수입산 고품질 냉장육과의 경쟁력에서 우위를 차지하기 위해서는 한우육의 고품질화와 냉장육 유통이 요구된다.

쇠고기 내에 함유되어 있는 지질 및 지방산 조성은 육질 및 맛과 풍미를 향상시켜 줌으로서 소비자의 기호도를 높여준다(Melton 등, 1982). 그러나 저장기간이 경과할수록 포화지방산의 함량은 증가하는 반면에 불포화지방산의 함량은 감소한다(박 등, 1989). 그래서 쇠고기의 산화를 억제하는 물질의 첨가가 필요한데, 비타민 E는 특수한 결합물질을 가지고 있고, 비특이적인 항산화작용이 있으며, 과산화물을 분해하고, 생체막 인지질의 불포화지방산의 산화작

용을 방지한다(生化學辭典, 1984).

그러므로 본 연구에서는 한우 거세우에 대하여 육질등급을 높일 수 있는 방안과 쇠고기 중의 지방산화를 억제 시킬 수 있는 기술을 개발하기 위하여 영양소 중에서 항산화 작용이 있다고 알려지고 있는 비타민 E를 한우 거세우에게 급여하였을 때 이 영양소가 한우 거세우의 도체등급, 쇠고기 중의 비타민 E 함량 및 지방산화에 미치는 영향을 규명하기 위하여 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시동물 및 실험설계

한우 거세우 40두를 공시동물로 사용하였고, 출하 전 3개월(90일)간 사양시험을 실시하였다. 시험 구는 하루 한 마리당 비타민 E를 200 IU 급여하는 대조구와 비타민 E를 1000, 2000 및 2500 IU를 급여하는 첨가구의 모두 네 처리구를 두었고, 공시동물은 각 처리구당 10두씩 군사(group feeding)를 시켰고, 시험에 사용된 vitamin E는  $\alpha$ (alpha)-tocopheryl acetate(Rovimix E-50 SD, Roche Vitamins Co., France)를 사용하였다. 사료급여는 볏짚(수분 5.14%, 조 단백질 5.65%, 조 지방 3.11%, 조 섬유 33.38%, NFE 39.01%, 조 회분 13.70%)을 먼저 급여하고 다음에 농후사료를 하루 2회로 나누어 두당 10 kg을 급여하였으며 이들의 조성은 Table 1과 같다. 비타민 E는 농후사료에 완전 혼합하여 급여하였으며 물은 자유롭게 섭취하도록 하였다.

공시 축은 시험 종료 후 출하하여 등급판정을 받았고, 시료는 도축된 28개월령 공시우의 12번째와 13번째 흉추 사이의 배최장근(M. longissimus dorsi) 부위를 사용하였다. 도축 후 48 시간 안에 시료를 1.5cm의 두께로 절단하여 polyethylene wrap film으로 진공포장을 한 후 배최장근내 비타민 E 함량, 지방산 조성 및 10일 동안 5°C에서 냉장저장 하면서 1, 3, 5, 7 및 10일째 배 최장근중의 TBARS를 조사하였다.

Table 1. Composition of basal diet

Items	Finishing
Ingredients composition(%)	
Corn grain	28.00
Wheat grain	38.00
Wheat bran	4.00
Mixed fiber	10.00
Cane molasses	5.00
Distillers grain	1.50
Coconut meal	3.94
Palm meal	6.40
Salt, dehydrated	0.60
DCP <sup>1)</sup>	0.33
Limestone	2.00
Buffers	0.10
V + M premix-3 <sup>2)</sup>	0.10
Myco curb	0.03
Chemical composition(%)	
Moisture	12.80
Crude protein	10.38
Ether extract	3.23
Crude fiber	5.90
NFE	62.39
Crude ash	5.30

<sup>1)</sup> Dicalcium phosphate.

<sup>2)</sup> Contains following ingredients per kg; vitamin A : 3,800IU, vitamin D<sub>3</sub> : 400IU, vitamin E : 20IU, Fe : 50 mg, Co : 0.15mg, Cu : 7 mg, Mn : 7 mg, Zn : 30 mg, I : 0.6 mg, Se : 0.15 mg, ethoxyquin : 6 mg.

## 2. 조사항목 및 조사방법

### 1) 도체등급

육량등급은 공시 축 도체의 등 지방 두께, 배 최 장근 단면적 및 도체중량을 근거로 하여 육량지수 공식(육량지수 = 68.184 - [0.625 × 등지방두께(mm)] + [0.130 × 배최장근단면적(cm<sup>2</sup>)] - [0.024 × 도체중량 (kg)] + 3.23)에 의해 육량등급을

판정하였는데, 육량지수식으로부터 계산된 육량지수에 따라 A등급(67.50 이상), B등급(62.00 이상~67.50 미만) 및 C등급(62.0 미만)의 3등급으로 판정하였고, 육질등급은 공시 축 도체의 배최장근단면적으로부터 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도를 고려하여 판정하였다(축산물등급판정소, 2004).

### 2) 비타민 E 함량

도체중의 비타민 E 함량은 Arnold 등(1993)의 방법에 따라 정량하였다. 액체질소로 냉각한 시료 1 g을 200 ml 시험관에 넣고, EDTA와 ascorbic acid를 1 : 1로 한 용액 100 ml와 0.1N-HCl 2 ml, 그리고 ethanol 4 ml를 넣은 후, 70℃에서 10분간 가열하였으며, 냉각 후 다시 KOH 0.6 g을 넣고 78℃에서 20분간 가열하였다. 냉각 후 증류수 1 ml와 Iso-octane 4 ml를 넣고 교반한 후 상층을 3.8 ml 취하여 별도의 시험관에 옮긴 다음 다시 Iso-octane 4 ml를 넣고 교반후 상층 7.6 ml를 취하여 별도의 시험관에 옮겼다. 65℃의 항온수조에서 가온 후 질소가스를 주입하면서 용매를 날려 보내고 적당량의 Iso-octane을 넣고 용해한 후 시료 용액을 0.20 µm membrane filter로 여과하여 HPLC(Summit HPLC system)로 시료중의 비타민 E 함량을 정량하였다. HPLC의 분석 조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Operation condition of HPLC for vitamin E analysis

Items	Condition
Column	Nucleosil 5 NH <sub>2</sub> , 5 µm (150 × 4.6 mm)
Flow rate	1.0 ml/min
Mobile phase	n-Hexane : Ethyl acetate (70:30)
Wave length	295 nm
Detector	Summit UVD-170U
Pump	Summit P-580
Auto-sampler	Summit ASI-100
Injection volume	20 µl

3) 지방산조성

(1) 지질 추출

도체중의 지질 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 추출하였다. 세절 육 1 g을 100 ml 시험관에 넣고 혼합 solvent(chloroform : methanol = 2 : 1) 20 ml를 첨가한 다음 Homogenizer로 2,500 rpm에서 3분간 균질화 하여 다른 시험관에 Whatman No.1 여과지로 여과한 다음 지질을 추출하였다. 테프론 재질의 50 ml의 Cap tube에 여액을 모았고, 여기에 0.88% KCl을 5 ml 첨가하여 교반하고 12~13시간 정치하였다.

Aspirator를 이용하여 상층액을 버리고 하층(lipid layer)을 취하였으며, 수분을 완전히 제거하기 위하여 Whatman No.5 여과지 위에 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 두어 여과하였다. 상층은 40℃의 항온수조에서 질소가스를 주입하면서 유기 용매 chloroform을 완전히 휘발시켰다. 농축된 지질은 파라핀 필름으로 밀봉하고 methylation시까지 -20℃이하 냉동고에서 보관하였다.

(2) Methylation

순수 분리된 0.1 g의 지질을 샘플 병에 넣은 후 0.5N NaOH/MeOH 용액 2 ml를 넣어 뚜껑을 닫고 100℃에서 7분간 가열한 후 실온에서 냉각하였다. 샘플 병에 BF<sub>3</sub>/MeOH 용액 2 ml를 넣고 100℃에서 20분간 가열한 후 실온에서 냉각하고 Hexane 용액 1 ml를 가하고 진탕한 후 포화 NaCl용액 5 ml를 가한 후 상층을 100 μg을 취하여 gas chromatography(GC)에 주입하여 지방산을 분리·정량하였으며, 이 때 GC 조건은 Table 3과 같다.

4) 지방산패도(TBARS)

지방산패도(Thiobarbituric Acid Reactive Substances: TBARS)는 Buege와 Aust(1978)의 방법으로 측정하였는데, 시료를 3 mm 크기로 분쇄한 후, 분쇄 우육 5 g에 BHT(Butylated hydroxytoluene) 5 ml와 증류수 15 ml를 가해 13,500 rpm에서 균질하였다. 균질액 2 ml에 thiobarbituric acid(TBA)와 trichloroacetic acid(TCA)의 혼합용액 4 ml 넣고 진탕한 다음 90℃ 항온수조에서

Table 3. GC conditions for analysis of total fatty acid

Item	Condition
Instrument	Agilent gas chromatography 6890N
Column	Supelcowax 320 fused silica capillary column 60 m × 0.25 i.d., 0.25 μg
Temperature program	4℃/min.
Initial temperature	160℃
Initial time	1 min.
Final temperature	260℃
Final time	45 min.
Injector temperature	260℃
Detector temperature	260℃
Carrier gas	He, 1ml/min.
Split ratio	50 : 1

15분간 가열시켰다. 냉각수로 식힌 시료는 원심분리기를 이용하여 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 한 다음 상층을 회수하여 Spectrophotometer (Perkin Elmer Lambda, EZ-210, America)로 531 nm에서 흡광도를 측정하여 다음의 계산식을 사용하여 TBARS 값을 구하였다.

$$TBARS(MDA \text{ mg/kg}) = \text{흡광도} \times 5.88$$

3. 통계분석

본 시험에서 얻은 결과들은 SAS(Strategic Application Software) 통계 package(2000)의 General linear model procedure를 이용하여 분산분석을 하였고, Duncan's multiple range test로 처리하여 평균 간의 유의성을 검정하였다.

III. 결 과

1. 도체특성

한우 거세우에게 하루 한 마리당 비타민 E를

각각 200, 1,000, 2,000 및 2,500 IU를 사료에 첨가하여 비육후기 출하 전 90일 동안 급여하였을 때, 도체등급에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 육량등급 중 등지방 두께는 8.90~14.88 mm로 비타민 E 2,000 IU 이상 급여구에서 대조구에 비해 감소하였으나, 비타민 E 처리구간에는 차이가 없었다.

배최장근 단면적은 81.25~88.30 cm<sup>2</sup> 및 육량지수는 65.21~70.30으로써 대조구와 비타민 E 급여구간에는 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. 육량등급은 대조구와 비타민 E 급여구간에 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. 그러므로 하루 한 마리당 비타민 E를 2,500 IU까지는 급여하더라도 육량등급에는 영향을 미치지 않는 것 같다.

이와 같은 결과는 한우 거세우에게 비타민 E를 사료 kg당 220 IU를 첨가하였을 때 배 최장근 단면적이나 육량등급에서 대조구와 차이가 없었다는 추 등(2004)의 보고와 같았고, 또한 등 지방 두께 및 배 최 장근 단면적은 한우 거세우 54,834두에 대하여 도체중이 350~1,000 kg인 개체를 대상으로 조사한 결과 이들의 평균치는 각각 12.5 mm 및 84.7 mc<sup>2</sup>이었다는 축산물등급판정소(2004)의 보고와도 비슷하였다. 그러나 Rivera 등(2002)은 하루 570 IU의 비타민 E를 거세우에게 급여하였을 때 285 IU 또는 1,140 IU의 비타민 E를 급여 하였을 때 보다 등지방은 제일 얇았고, 배최장근단면적은 제일 넓었으며, 육량등급은 제일 낮았다고 하였으나, Secrist 등(1995)은 사료중의 비타민 E

Table 4. Effects of dietary vitamin E levels on beef yield and beef quality in Hanwoo steers

Items	Control 200 IU	Vitamin E 1,000 IU	Vitamin E 2,000 IU	Vitamin E 2,500 IU
<b>Beef yield</b>				
Body weight (kg)	700 ± 63	650.3 ± 46	689.8 ± 62	631.2 ± 50
Carcass weight (kg)	404 ± 36	394.9 ± 32	400.9 ± 33	361.7 ± 30
Backfat thickness (mm)	14.88 ± 6.24 <sup>a</sup>	13.33 ± 3.74 <sup>ab</sup>	10.80 ± 4.58 <sup>b</sup>	8.90 ± 2.92 <sup>b</sup>
Eye muscle area (cm <sup>2</sup> )	83.19 ± 20.51	88.30 ± 3.59	81.25 ± 9.51	85.70 ± 6.22
Beef yield score	65.21 ± 1.98	70.30 ± 6.73	66.54 ± 2.20	68.99 ± 1.28
Yield grade <sup>1)</sup>	2.3 ± 0.71	2.80 ± 0.63	2.5 ± 0.79	2.70 ± 0.48
<b>Beef quality</b>				
Marbling score <sup>2)</sup>	4.33 ± 0.71 <sup>b</sup>	5.70 ± 1.42 <sup>a</sup>	4.81 ± 1.30 <sup>ab</sup>	4.00 ± 1.33 <sup>b</sup>
Beef color <sup>3)</sup>	4.83 ± 0.41 <sup>a</sup>	4.20 ± 0.42 <sup>b</sup>	4.67 ± 0.49 <sup>a</sup>	4.80 ± 0.63 <sup>a</sup>
Beef fat color <sup>4)</sup>	2.96 ± 0.25 <sup>a</sup>	2.30 ± 0.48 <sup>b</sup>	2.58 ± 0.51 <sup>b</sup>	2.60 ± 0.52 <sup>ab</sup>
Texture <sup>5)</sup>	2.00 ± 0.35	1.38 ± 0.74	1.33 ± 0.49	1.80 ± 0.42
Maturity <sup>6)</sup>	3.00 ± 0.40	2.40 ± 0.70	2.42 ± 0.51	2.30 ± 0.48
Quality grade <sup>7)</sup>	1.90 ± 0.71 <sup>a</sup>	0.50 ± 0.71 <sup>c</sup>	1.00 ± 0.85 <sup>bc</sup>	1.60 ± 0.70 <sup>ab</sup>

Values mean ± SD.

<sup>a-c</sup>: Values with different superscripts in the same row differ at P<0.05.

<sup>1)</sup> 3 = better than average, 2 = average, 1 = lower than average.

<sup>2)</sup> higher numbers for better quality.

<sup>3)</sup> 1 = light red, 7 = dark red.

<sup>4)</sup> 1 = white, 7 = yellow.

<sup>5), 6)</sup> low numbers for better quality.

<sup>7)</sup> 1 = better, 2 = average, 3~4 = lower.

수준이 높아지면 등지방은 더 두꺼워지고 육량 등급은 더 높아졌다고 하였다.

육질등급 중 근 내 지방도는 비타민 E를 하루 한 마리당 1,000 IU 급여구가 5.70으로서 대조구와 비타민 E 2,500 IU 구와는 유의적인 차이를 나타내었으나, 2,000 IU 구와는 차이가 없었고, 대조구와 비타민 E 2,500 IU 급여구간에도 차이가 없었다. 육색은 4.20~4.83으로 사료 중에 비타민 E를 1,000 IU 첨가한 구가 육색이 제일 좋았으나 다른 처리구간에는 차이가 없었다. 지방색은 2.30~2.96으로 비타민 E가 200 IU 들어있는 대조구가 비타민 E 처리구보다 약간 황색화 되었다. 조직감과 성숙도는 각각 1.33~2.00 및 2.30~3.00으로서 대조구와 처리구간 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 육질등급은 비타민 E 1,000 IU 급여구가 제일 높았으나 비타민 E 2,000 IU 급여구와는 차이가 없었고, 대조구와 비타민 E 2,500 IU 급여구간에도 차이가 없었다. 그러므로 비타민 E를 1,000~2,000 IU 첨가하여 주는 것이 육질등급은 향상 되는 것 같다.

이와 같은 결과는 도체중 350~1,000 kg 구간에서 평균 근내지방도는 4.4이었다는 축산물등급판정소(2004)의 보고와 한우 거세우의 근내지방도는 4.4 정도라는 이 등(1997)의 보고와도 비슷하였다.

**2. 배최장근 중의 비타민 E 함량**

한우 거세우에게 하루 한 마리당 비타민 E를 200, 1,000, 2,000 및 2,500 IU를 비육후기 출하 전 90일 동안 각각 급여하였을 때, 배최장근의 비타민 E 함량에 미치는 영향은 Table 5와 같다.

배최장근 중의 α-tocopherol 함량은 사료에 비

타민 E를 200 IU 급여 하였을 때에는 3.36 ppm으로 전 처리구에서 제일 낮았으나 1,000 IU를 급여하였을 때의 4.15 ppm과는 차이가 없었다. 그리고 2,000 IU를 급여하였을 때에는 4.78 ppm으로 1,000 IU 급여구와는 차이가 없었고, 2,500 IU를 급여하였을 때에는 5.61 ppm으로 전 처리구에서 제일 높았으나 2,000 IU 급여구와는 차이가 없었다(P<0.05). 그러므로 본 시험에 의하면 사료 중에 비타민 E 급여수준이 높아지면 도체중의 비타민 E 함량은 점차적으로 증가하였다.

이와 같은 결과는 Charolais에게 사료 kg 당 1,000 mg의 α-tocopheryl acetate를 111일간 급여하였을 때 배최장근 중의 비타민 E의 함량은 3.57 ppm 이라고 한 Gatellier 등(2001)의 보고 및 Hereford 거세우에게 비타민 E를 하루 한 마리 당 1,000 IU를 100일간 급여하였을 때 배최장근 중의 비타민 E 함량이 3.74~3.91 μg/g 이라고 한 Realini 등(2003)의 보고보다는 약간 높았으나, 젖소 거세우에게 하루 한 마리 당 370 IU의 α-tocopheryl acetate를 10개월간 급여하였을 때 근육중의 α-tocopherol 함량은 0.44 mg/100 g 이라고 한 Faustman 등(1989a)의 보고와는 비슷하였다.

Lynch 등(1999)은 Friesian 소에게 하루에 사료 kg당 200 IU의 비타민 E를 도살하기 전 50일 동안 급여하였을 때 급여하지 않은 구보다 근육내의 α-tocopherol의 함량이 높았다고 하였고, Lahucky 등(2002)도 비육후기 수소에게 두 달 하루에 α-tocopherol acetate 1,000 mg을 도살하기 전 100일 동안 급여하였을 때 조직중의 vitamin E의 함량은 대조구보다 높았다고 하였다.

그러므로 사료 중에 비타민 E를 첨가하여 급

Table 5. Effects of dietary vitamin E levels on vitamin E contents of *longissimus muscle* in Hanwoo steers (Unit: %)

Items	Control 200 IU	Vitamin E 1,000 IU	Vitamin E 2,000 IU	Vitamin E 2,500 IU
Vitamin E *	3.36 ± 1.68 <sup>c</sup>	4.15 ± 1.36 <sup>b,c</sup>	4.78 ± 1.39 <sup>a,b</sup>	5.61 ± 2.11 <sup>a</sup>

Values mean ± SD.

\* Micrograms of a-tocopherol/gram of fresh tissue.

<sup>a-c</sup>: Values with different superscripts in the same row differ at P<0.05.

여하면 조직중의 비타민 E 함량은 증가하는 것 같다.

3. 배최장근 중의 지방산 조성

한우 거세우에게 하루 한 마리당 비타민 E를 200, 1,000, 2,000 및 2,500 IU를 비육후기 출하 전 90일 동안 각각 급여하였을 때, 배최장근 중의 지방산 조성은 Table 6과 같다. 배최장근 중의 linolenic acid은 0.27~0.80%, gadoleic acid은 0.18~1.45% 및 arachidonic acid은 0.28~2.03% 으로 사료 중에 비타민 E를 200 IU 급여하였을 때 비타민 E 1,000~2,500 IU 급여구

보다 이들 함량이 높았으나, 그 외 지방산 함량은 비타민 E 급여수준 간에 차이가 없었다.

배최장근 중의 포화지방산 함량은 34.93~42.70%로 대조구가 비타민 E 급여구 보다 높았고, 불포화 지방산 함량은 57.40~59.24%로서 대조구와 비타민 E 급여구간에 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 하지만 불포화지방산 함량 중 단가불포화 지방산 함량은 대조구가 52.56%로 비타민 E 1,000 IU 구의 55.68%, 비타민 E 2,000 IU 구의 54.63% 및 비타민 E 2,500 IU 구의 55.34%보다 낮아지는 경향이었고, 다가 불포화지방산은 대조구가 5.31%로 비타민 E 1,000 IU 구의 3.09%, 비타민 E 2,000 IU 구의

Table 6. Effects of dietary vitamin E levels on fatty acid composition of *longissimus muscle* in Hanwoo steers (Unit: %)

Fatty acid	Control 200 IU	Vitamin E 1,000 IU	Vitamin E 2,000 IU	Vitamin E 2,500 IU
Myristic acid (C <sub>14:0</sub> )	2.61 ± 0.32	2.79 ± 0.50	3.01 ± 0.98	2.87 ± 1.06
Myristoleic acid (C <sub>14:1</sub> )	1.10 ± 0.15	1.44 ± 0.20	1.41 ± 0.13	1.15 ± 0.20
Palmitic acid (C <sub>16:0</sub> )	25.51 ± 3.90	23.09 ± 4.08	24.04 ± 2.43	23.64 ± 4.99
Palmitoleic acid (C <sub>16:1ω7</sub> )	3.46 ± 0.54	4.61 ± 0.70	3.36 ± 0.81	3.59 ± 0.69
Stearic acid (C <sub>18:0</sub> )	13.40 ± 2.87	8.88 ± 1.05	10.14 ± 4.11	10.60 ± 2.16
Oleic acid (C <sub>18:1ω9</sub> )	46.55 ± 0.68	49.45 ± 1.07	49.48 ± 2.95	49.95 ± 3.11
Linoleic acid (C <sub>18:2ω6</sub> )	2.48 ± 0.47	2.24 ± 0.50	2.21 ± 0.93	2.97 ± 0.37
Linolenic acid (C <sub>18:3ω3</sub> )	0.80 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.47 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.28 ± 0.07 <sup>c</sup>	0.27 ± 0.05 <sup>c</sup>
Gadoleic acid (C <sub>20:1ω9</sub> )	1.45 ± 0.15 <sup>a</sup>	0.18 ± 0.19 <sup>b</sup>	0.38 ± 0.26 <sup>b</sup>	0.65 ± 0.11 <sup>b</sup>
Arachidonic acid (C <sub>20:4ω6</sub> )	2.03 ± 0.21 <sup>a</sup>	0.38 ± 0.15 <sup>b</sup>	0.28 ± 0.18 <sup>b</sup>	0.66 ± 0.28 <sup>b</sup>
Total SFA <sup>1)</sup>	42.70	34.93	37.42	37.39
Total UFA <sup>2)</sup>	57.87	58.77	57.40	59.24
MUFA <sup>3)</sup>	52.56	55.68	54.63	55.34
PUFA <sup>4)</sup>	5.31	3.09	2.77	3.90
MUFA/SFA	1.23	1.59	1.46	1.48
PUFA/SFA	0.12	0.09	0.07	0.10

Values mean ± SD.

<sup>a-c</sup> : Values with different superscripts in the same row differ at P<0.05.

<sup>1)</sup> Saturated fatty acid.

<sup>2)</sup> Unsaturated fatty acid.

<sup>3)</sup> Mono-unsaturated fatty acid.

<sup>4)</sup> Poly-unsaturated fatty acid.

2.77% 및 비타민 E 2,500 IU 구의 3.90% 보다 증가하는 경향이였다. 본 시험결과에 의하면 사료 중에 비타민 E를 첨가하여 주더라도 oleic acid나 linoleic acid 함량은 영향을 받지 않고, linolenic acid나 arachidonic acid만 영향을 받는 것 같다.

쇠고기의 육질은 등심중의 근내지방도와 지방산 조성에 따라 달라지는데 맛있는 쇠고기 중에는 포화지방산과 다가 불포화지방산 함량은 낮고 단가 불포화지방산 함량은 높다고 하였다(Dryden과 Marchello, 1970; Westerling과 Hedrick, 1979; Melton 등, 1982). 그런데 표 6에서 보는 바와 같이 한우 거세우 사료 중에 비타민 E를 첨가하였을 때 포화지방산과 다가 불포화지방산 함량은 대조구보다 낮아지고 단가 불포화지방산 함량은 높아지는 경향이였다. 그러므로 사료 중에 비타민 E를 첨가하면 포화 지방산은 낮아지고 단가 불포화지방산은 높아지는 경향이라고 사료된다.

지방산 조성 중 oleic acid 함량은 Hereford에 게 하루 한 마리 당 비타민 E 1,000 IU를 100 일 동안 급여하였을 때 oleic acid의 함량이 31~37%이라는 Realini 등(2003)의 보고보다 높았으며, Hereford 교잡종의 oleic acid 함량은 34~38%이라고 한 Enser 등(1998)의 보고보다 높았다. 또한 Yang 등(1999)이 보고한 화우의 oleic acid 함량 44.8%와 비교하였을 때 약간 높았다.

Yoshimura와 Namikawa(1983)는 지방산은 쇠고기의 특징을 결정하는 중요한 구성요소라고 하였고, Rumsey 등(1972) 및 Link 등(1970)은 쇠고기 지방산은 성, 품종 및 연령에 따라 달라질 수 있다고 하였으며, Horstein 등(1967) 및 Waldman 등(1968)은 연령의 변화에 따라 체지방의 지방산 조성이 변한다고 하였다. National Livestock and Meat Board(1988)은 쇠고기의 주요 지방산은 oleic acid 및 포화지방산으로서 포화지방산에 비해서 단일불포화지방산의 함량이 약간 높다고 하였다. Oka 등(2002)은 도체지방 중의 단가불포화지방산 함량은 근내 지방도 및 육질과 관련이 높다고 하였다.

#### 4. 배최장근 중의 지방산패도

한우 거세우에게 하루 한 마리당 비타민 E를 200, 1,000, 2,000 및 2,500 IU를 비육후기 출하 전 90일 동안 각각 급여하였을 때, 배최장근중의 지방산패도(thiobarbituric acid reactive substances; TBARS)에 미치는 영향은 Table 7과 같다. TBARS는 지질 산화의 여러 가지 생성물질 중 malondialdehyde와 thiobarbituric acid가 결합하여 생성되는 붉은색의 강도를 측정된 값으로 지질산화가 많이 일어날수록 TBARS가 증가한다(김 등, 2002)고 하였다. 표 7에서 보는 바와 같이 사료중의 비타민 E 수준이 증가 하더라도 저장 5일째까지는 사료중의 비타민 E

Table 7. Effect of dietary vitamin E levels on TBARS of the *longissimus muscle* in Hanwoo steers by storage period

Items	Storage days	Control 200 IU	Vitamin E 1,000 IU	Vitamin E 2,000 IU	Vitamin E 2,500 IU
TBARS <sup>1)</sup> (MDA <sup>2)</sup> mg/kg)	1	0.15 ± 0.02	0.18 ± 0.02	0.21 ± 0.05	0.16 ± 0.04
	3	0.29 ± 0.00	0.28 ± 0.06	0.22 ± 0.07	0.27 ± 0.04
	5	0.33 ± 0.01	0.34 ± 0.08	0.28 ± 0.08	0.36 ± 0.05
	7	0.54 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.42 ± 0.07 <sup>b</sup>	0.32 ± 0.10 <sup>b</sup>	0.37 ± 0.09 <sup>b</sup>
	10	0.55 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.47 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.40 ± 0.07 <sup>bc</sup>	0.38 ± 0.06 <sup>c</sup>

Values mean ± SD.

Small letter values with different superscripts in the same row differ at P<0.05.

<sup>1)</sup> Thiobarbituric acid reactive substance.

<sup>2)</sup> Malondialdehyde.



수준 간에 지방의 산패도에 차이가 없었으나 저장 7일째부터는 비타민 E 급여구가 대조구보다 지방의 산패도가 낮았다. TBARS는 모든 처리구에서 저장기간이 길어질수록 증가하였다. 그러므로 비타민 E를 급여하면 지방 산화가 억제되고, 특히 비타민 E 함량이 높을수록 지방 산화를 더욱더 지연시킨다고 사료된다.

Witte 등(1970), 최 등(1995) 및 문 등(2001)은 쇠고기의 저장기간이 경과함에 따라 TBA 수치는 증가한다고 하였고, Demeyer 등(1974)은 고기의 숙성 중 지방은 지방분해효소에 의한 가수분해 적 변화와 미생물대사에 의한 산화 적 변화가 진행되면서 carbonyl complex, alcohol, ketone 및 aldehyde 등의 부산물로 분해된다고 하였으며, 山内(1987)은 heme 단백질이 지질산화를 촉진한다고 하였다.

Faustman 등(1989b)은 하루 한 마리당 370 IU의 비타민  $\alpha$ -tocopheryl acetate를 300일 동안 급여하였을 때 대조구에 비해 지질산화가 억제되었다고 하였고, Lynch 등(1999)은 Friesian 소에게 하루에 사료 kg당 200 IU의 비타민 E를 도살하기 전 50일 동안 급여하였을 때 급여하지 않은 소보다 저장기간 중의 지방산화가 지연되었다고 하였다.

Pinkerton(1993)은 홀스타인 거세우에게 하루 한 마리당 370 IU의 비타민 E를 309일 동안 급여하였을 때 저장기간 7일 동안 대조구의 고기의 색깔이 변색되는 것에 비해 비타민 E 급여구는 원래의 육색을 유지하였다고 하였다.

Lee 등(2003)은 한우 거세우에게 vitamin E를 하루에 두당 200, 500 및 1,000 IU를 급여 하였을 때 TBARS 수치는 두당 하루에 1,000 IU를 급여한 구가 다른 구 보다 유의적으로 낮았다고 하였다.

김 등(1997)은 비타민 C와 E를 동시에 처리한 구가 지방산화를 억제하는데 효과가 가장 크다고 하였고, 추 등(2004)도 비타민 C와 E를 혼합하여 급여하였을 때 지방산패도도 낮았다고 하였다. Mitsumoto 등(1998)은 일본 흑 모 화우 거세우에게 하루 한 마리 당 코팅 된 dl- $\alpha$ -tocopherol 형태의 비타민 E를 도축 전 7일 동안 급여하였을 때 지방 산화가 지연되었다고

하였고, Gatellier 등(2001)도 Charolais 소에게 하루 한 마리 당 사료 kg 당 1,000 mg의  $\alpha$ -tocopheryl acetate를 도축 전 111일간 급여하였을 때 지방산화가 지연되었다고 하였다.

#### IV. 요 약

본 시험은 사료중의 비타민 E 수준이 한우 거세우의 도체특성과 쇠고기중의 비타민 E 함량 및 지방산화에 미치는 영향을 규명하기 위하여 실시하였다. 처리구는 하루 한 마리당 비타민 E를 200, 1,000, 2,000 및 2,500 IU를 급여하는 4개 구를 두고 비육후기 출하 전 90일 동안 시험사료를 급여하였고, 한 마리 당 한우 거세우를 10두씩 배치하였다. 비타민 E는  $\alpha$ (alpha)-tocopheryl acetate(Rovimix E-50 SD, Roche Vitamins Co., France)를 사용하였다. 사양시험 종료직후 도체등급판정을 받았고, 도체 배최장근 중의 비타민 E 함량, 지방산 조성 및 TBARS를 측정하였다.

등지방은 비타민 E 급여구가 대조구 보다 낮았고, 지방색은 비타민 E 급여구가 대조구 보다 더 백색화 되었다. 배최장근 단면적과 육량 등급은 처리구간에 차이가 없었다. 근내지방도와 육질등급은 비타민 E 1,000 IU와 2,000 IU 구가 다른 처리구보다 높았다.

도체 배최장근중의 비타민 E 함량은 비타민 E 급여수준이 높아질수록 높아졌다. 배최장근 중의 지방산 함량 중에서 oleic acid 과 linoleic acid 함량은 사료중의 비타민 E 수준에 의하여 영향을 받지 않았으나, linolenic acid와 arachidonic acid 함량은 비타민 E 급여구가 대조구보다 낮았다.

지방산패도는 저장 5일째까지는 비타민 E 수준에 의하여 영향을 받지 않았으나 저장 7일째부터는 비타민 E 급여구가 대조구보다 지방의 산패도가 지연되었다.

그러므로 본 시험결과에 의하면 한우 거세우에게 하루 한 마리당 비타민 E를 1,000 또는 2,000 IU를 급여하는 것이 육질등급 및 도체중의 비타민 E 함량 높이고 도체의 지방산패도를 지연시키는데 도움이 되리라 사료된다.

## V. 사 사

본 연구는 2004년도 농촌진흥청 농업생산현장 신기술투입 접목연구비의 지원에 의하여 수행되었음.

## VI. 인 용 문 헌

1. Arnold, R. N., Scheller, K. K., Arp, S. C., Williams, S. N., Buege, D. R. and Schaefer, D. M. 1992. Effect of Long- or Short-Term Feeding of  $\alpha$ -Tocopheryl Acetate to Holstein and Crossbred Beef Steers on Performance, Carcass Characteristics, and Beef Color Stability. *J. Anim. Sci.* 70:3055-3065.
2. Arnold, R. N., Arp, S. C., Scheller, K. K., Williams, S. N. and Schaefer, D. M. 1993. Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. *J. Anim. Sci.* 71:105-118.
3. Buege, J. A. and Aust, S. D. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Method in enzymol.* 105:302-303.
4. Chan, W. K. M., Hakkarainen, K., Faustman, C., Schaefer, D. M., Scheller, K. K. and Liu, Q. 1996. Dietary vitamin E effect on color stability and sensory assessment of spoilage on three beef muscles. *Meat Sci.* 42(4):387-399.
5. Demeyer, D., Hoozee, J. and Meadom, H. 1974. Specificity of lipolysis during dry sausage ripening. *J. Food Sci.* 39:293-296.
6. Dryden, F. D. and Marchello, J. A. 1970. Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscle. *J. Anim. Sci.* 31:36-41.
7. Enser, M., Hallett, K. G., Hewett, B., Fursey, G. A. J., Wood, J. D. and Harrington, G. 1998. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science.* 49(3):329-341.
8. Faustman, C., Cassens, R. G., Schaefer, D. M., Buege, D. R. and Scheller, K. K. 1989a. Vitamin E supplementation of Holstein steer diet improved sirloin steak color. *J. Food Sci.* 54:485-486.
9. Faustman, C., Cassens, R. G., Schaefer, D. M., Buege, D. R., Williams, S. N. and Scheller, K. K. 1989b. Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. *J. Food Sci.* 54:858-862.
10. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.
11. Gatellier, P., Hamelin, C., Durand, Y. and Renerre, M. 2001. Effect of a dietary vitamin E supplementation on colour stability and lipid oxidation of air- and modified atmosphere packaged beef. *Meat Sci.* 59:133-140.
12. Horstein, I., Crowe, P. F. and Hiner, R. 1967. Composition of lipids on some beef muscle. *J. Food Sci.* 32:650-659.
13. Lahucky, R., Novotna, K., Zaujec, K., Mojto, J., Pavlic, M. and Roa, N. E. B. 2002. Effects of dietary vitamin E supplementation on a-tocopherol content and antioxidative status of beef muscles. *Czech J. Animal Sci.* 47(9):381-386.
14. Lee, S. K., Kim, Y. S., Liang, C. Y. and Song, Y. H. 2003. Effects of dietary vitamin E supplementation on color stability, lipid oxidation and reducing ability of Hanwoo(Korean cattle) beef during retail display. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16(10):1529-1535.
15. Link, B. A., Bray, R. W., Cassens, R. G. and Kauffman, R. G. 1970. Fatty acid composition of bovine skeletal muscle lipids during growth. *J. Anim. Sci.* 30:726-731.
16. Lynch, M. P., Kerry, J. P., Buckley, D. J., Faustman, C. and Morrissey, P. A. 1999. Effect of dietary vitamin E supplementation on the colour and lipid stability of fresh, frozen and vacuum packed beef. *Meat Sci.* 52(1):95-99.

17. Lynch, A., Kerry, J. P., O'Sullivan, M. G., Lawlor, J. B. P., Buckley, D. J. and Morrissey, P. A. 2000. Distribution of a-tocopherol in beef muscles following dietary a-tocopherol acetate supplementation. *Meat Sci.* 56(2):211-214.
18. Melton, S. L., Amiri, M., Davis, G. W. and Backus, W. R. 1982. Flavor and chemical characteristics of ground beef from grass-, forage-grain and grain-finished steers. *J. Anim. Sci.* 55:77-87.
19. Mitsumoto, M., Ozawa, S., Mitsuhashi, T. and Koide, K. 1998. Effects of dietary vitamin E supplementation for one week before slaughter on drip, colour and lipid stability during display in Japanese black steer beef. *Meat Sci.* 49(2):165-174.
20. National livestock and meat board. 1988. Nutrient values of muscle food: Composition values of specific cuts of meat, poultry and fish. National livestock and meat board. Chicago. IL.
21. Oka, A., Iwaki, F., Dohgo, T., Ohtagaki, S., Noda, M., Shiozaki, T., Endoh, O. and Ozaki, M. 2002. Genetic effects on fatty acid composition of carcass fat of Japanese black wagyu steers. *J. Anim. Sci.* 80: 1005-1011.
22. Realini, C. E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Rizza, M. D. and Mattos, D. D. 2003. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci.* 66(3):567-577.
23. Rivera, J. D., Duff, G. C., Galyean, M. L., Walker, D. A. and Nunnery, G. A. 2002. Effects of supplemental vitamin E on performance, health, and humoral immune response of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 80:933-941.
24. Rumsey, T. S., Oltjen, R. R., Bovard, K. P. and Priode, B. M. 1972. Influence of widely diverse finishing regimens and breeding on depot fat composition in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 35:1069-1075.
25. SAS. 2000. SAS/STAT user's guide. Version 8, SAS Institute Inc., Cary, N. C., USA.
26. Schwarz, F. J., Augustini, C., Timm, M. and Kirchgenger, M. 1998a. Improvement of the quality of beef by dietary vitamin E supplementation in the finishing period of young bulls: I. Experimental design, carcass quality and meat quality. *Fleischwirtschaft.* 78:134-137.
27. Schwarz, F. J., Augustini, C., Timm, M., Kirchgenger, M. and Steinhart, H. 1998b. Effect of vitamin E on a-tocopherol concentration in different tissues and oxidative stability of bull beef. *Livestock Production Sci.* 56:165-171.
28. Secrist, D. S., Hill, W. J., Owens, F. N., Koeberling, M. T., Strasia, C. A., Dolezal, H., G., Gardner, B. A., Gill, D. R. and Van Koeberling, M. T. 1995. Animal Science Research Report Agricultural Experiment Station, Oklahoma State University. No. 943, 137-141.
29. 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.
30. Westerling, D. B. and Hedrick, 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.
31. Witte, V. C., Krause, G. F. and Baile, M. E. 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* 35:582-585.
32. Yang, A., Larsen, T. W., Powell, V. H. and Tume, R. K. 1999. A comparison of fat composition of Japanese and long-term grain-fed Australian steers. *Meat Sci.* 51:1-9.
33. Yoshimura T. and Namikawa, K. 1983. Influence of breed, sex and anatomical location on lipid and fatty acid composition of bovine subcutaneous fat. *Jpn. J. Zootech. Sci.* 54:97-105.
34. 山内 清. 1987. 肉・肉製品の脂質酸化と warmed-over flavor. *食肉の科学.* 28:165.

35. 生化學辭典. 1984. 第1版. 東京化學同人. 東京.
  36. 김수민, 이신호, 성삼경. 1997. Vitamin C와 Vitamin E 처리가 한우육의 육색 및 지방산화에 미치는 영향. 한국축산학회지. 39(3):267-274.
  37. 김용선, 양성운, 김주용, 박연수, 황환섭, 이성기. 2002. Vitamin E와 selenium의 급여가 비거세우육의 진열저장 중 육색 안정성에 미치는 영향. 한국축산식품학회지. 22(2):108-114.
  38. 농림부. 2005. 축산물 생산비 통계자료. 번식우 및 비육우.
  39. 문성실, 주선태, 이정일, 박구부. 2001. 근내지방도와 성숙도가 저장기간에 따른 한우육의 이화학적 특성 변화에 미치는 영향. 한국축산식품학회지. 21(1):47-55.
  40. 박구부, 이재숙, 이한기, 송또준. 1989. 저장기간에 따른 한우육 및 돈육의 지방산 조성변화. 한국축산학회지. 31:254.
  41. 이성수, 정재경, 박노형, 원유석. 1997. 거세가 한우의 도체특성과 혈청 대사물질에 미치는 영향. 한국축산학회지. 39(2):145-154.
  42. 추교문, 조희웅, 안병홍. 2004. 비타민 C 및 E 급여가 한우 거세우육의 지방산화 및 육색안정성에 미치는 영향. 동물자원지 46(4):635-644.
  43. 축산물등급판정소. 2005. 축산물등급판정연보.
  44. 최양일, 김영규, 이창립. 1995. 포장방법 및 숙성온도가 한우육의 육색, 연도 및 저장특성에 미치는 영향. 한국축산학회지. 37(6):639-650.
- (접수일자 : 2006. 8. 18. / 채택일자 : 2006. 12. 5.)