

Vitamin E와 Selenium의 급여가 비거세우육의 진열저장중 육색 안정성에 미치는 영향

김용선 · 양성운* · 김주용* · 박연수** · 황환섭** · 이성기*

강원대학교 동물자원공동연구소, *강원대학교 축산가공학과, **강원도 축산기술연구센터

Effects of Dietary Vitamin E and Selenium Supplementation on Meat Color Stability of Hanwoo(Korean Native Cattle) Bull Beef during Retail Display

Yong Sun Kim, Cheng Yun Liang*, Ju Yong Kim*, Yeon Soo Park**,
Hwan Sup Hwang** and Sung Ki Lee*

Institute of Animal Resources, Kangwon National University

* *Department of Animal Food Science and Technology, Kangwon National University*

** *Kangwon Provincial Livestock Research Center*

Abstract

The effects of dietary vitamin E and selenium(Se) supplementation on meat color stability in *M. Longissimus* of Hanwoo(Korean native cattle) bull beef during retail display(5°C, 1,200 lux) were investigated. Experimental groups were divided into control(Vit E 27 IU/head/day, Se 0.09 mg/head/day), Vit E (2,500 IU/head/day), Se(20 mg/head/day), Vit E+Se(Vit E 2,500 IU/head/day, Se 20 mg/head/day) groups. CIE a*(redness), chroma(C*) values, oxymyoglobin(%) and R630-R580 were significantly (p<0.05) decreased among the 4 treatment groups during retail display, in particular, those values decreased more rapidly in the control group. The metmyoglobin(%) of 0 day(before storage) was not significantly (p<0.05) different among the 4 treatment groups. However, the rate of metmyoglobin accumulation during storage increased more rapidly in the control group. Therefore, discoloration in the control group was more accelerated compared to the other groups. TBARS(thiobarbituric acid reactive substances) which represent lipid rancidity was significantly(p<0.05) lower in Se and Vit E+Se groups than in the control and Vit E groups. Reducing ability of 0 day(before storage) was significantly lower in the control group than in the other groups, and it decreased more rapidly in the control group after 3 days of storage. Consequently, Se-supplemented groups(Se and Vit E+Se groups) were more resistant to lipid oxidation than were the control and Vit E groups. The stability of meat color and myoglobin forms(%) were significantly (p<0.05) higher in Vit E, Se and Vit E+Se groups than in the control group, but there were no difference among Vit E, Se and Vit E+Se groups.

Key words : vitamin E, selenium, meat color, Hanwoo beef.

서론

육색은 육류의 영양, 풍미 또는 기능적 특성을 반영하지 않지만 실제로 소비자의 구매 기호도와 소매점의 저장

기간을 결정하는 중요한 품질특성 중 하나로 알려져 있다. 육색은 근육색소인 myoglobin의 화학적인 상태에 따라 좌우되며(Govindarajan, 1973), oxymyoglobin이 metmyoglobin으로 산화되어 갈색 축적현상이 나타나면 소비자 판매량의 저하를 가져오는 것으로 알려져 있다(Renerre, 1990; Renerre and Labas, 1987). 즉 metmyoglobin이 신선육 표면 총색소의 30~40%에 도달되면 소비자들이 구매하지 않는 것으로 보고되고 있다(Greene et al., 1971).

Corresponding author : Sung Ki Lee, Department of Animal Food Science and Technology, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea. Tel: 82-33-250-8646, Fax: 82-33-244-2198, E-mail: skilee@kangwon.ac.kr

Vitamin E와 selenium은 중요한 항산화제로서 체내에서 영양적, 생화학적 기능을 공유하고 있는데, 필수 미량성분인 selenium은 glutathione peroxidase(GSH-Px)의 구성성분으로서 free radical에 의한 산화작용으로부터 조직을 보호하는 항산화 기능을 가지고 있으며(Chavez, 1989; Rotruck et al., 1973), vitamin E는 생체세포막에서 다가 불포화 지방산(polyunsaturated fatty acids)의 자동산화과정을 억제하는 강력한 항산화제로서 알려져 있다(Buckley et al., 1995; Liu et al., 1995; Morrissey et al., 1994). 또한 vitamin E를 급여하는 주요 목적 중의 하나가 근육식품의 지질 산화를 지연시키는 것으로 보고되고 있으며(Liu et al., 1995), 지질산화와 색소 산화간의 관계가 완전히 규명되지는 않았지만 vitamin E가 myoglobin의 산화를 지연시키는 것으로 알려져 있다(Arnold et al., 1993; Faustman et al., 1989 a, b). 그러나 selenium이 결핍되면 selenium이 관여하는 항산화작용이 잘 이루어질 수 없으므로 vitamin E의 산화가 촉진되어 체내에서의 vitamin E의 손실을 초래하는 것으로 보고되고 있다(Hill and Burk, 1984).

일반적으로 동물에서 selenium결핍증이 selenium 독성보다 훨씬 큰 문제인 것으로 알려져 있으며(Mayland, 1994), 비육우의 경우 selenomethionine을 10mg/kg 섭취하거나, sodium selenite를 25 mg/kg 섭취시 중독증상이 나타나는 것으로 보고되고 있다(O'Toole and Raisbeck, 1995). 한편, 우리나라의 사료관리법 시행령에서는 배합사료에 첨가할 수 있는 selenium의 허용범위를 비육우 및 축우의 경우 2mg/kg으로 제시하고 있다. 그리고 실제적으로 여러 사료회사에서 사료관리법이 정한 한도내에서 많은 양의 selenium을 첨가하고 있는 실정이다(Kim, 2000). 그러나 국내에서는 권장량 이상의 vitamin E와 selenium의 급여에 따른 육류품질에 대한 연구가 아직 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 항산화제인 vitamin E와 selenium을 NRC(2001) 권장량 이상으로 사료에 급여함에 따라 거세한 우육의 진열저장시 육색과 지질산화의 안정성에 미치는 영향을 분석함으로써 한우 육색안정화의 기초자료로 유용하리라 사료된다.

재료 및 방법

실험재료 및 설계

강원도 축산기술연구센터에서 비거세우(16두)를 대조구(Vit E 27 IU/head/day, Se 0.09 mg/head/day), Vitamin E 급여구(2,500 IU/head/day), Selenium 급여구(20 mg/head/day), Vitamin E와 Selenium 복합 급여구(Vit E 2,500 IU/head/day, Se 20 mg/head/day)로 4처리구로 나누어, 대조구는 기본 배합

Table 1. Composition of basal diet

Ingredient	Composition(%)
Alfalfa cube	7.48
Whole cotton seed	8.98
Corn	39.94
Corn bran	11.50
Soybean hull	3.04
Beet pulp	12.46
Ground limestone	0.30
Tall fescue	2.57
Ipomea batatas pellet	7.50
Sudan glass	0.91
Salt	0.24
Molasses	4.99
Mixed of Aram ¹	0.09

¹Composition of vitamin and mineral mixture(/kg mixture) : Vitamin A 6300,000 IU, Vitamin D₃ 400,000 IU, Vitamin E 3,000 IU, NaCl 150,000 mg, Mg 50,000 mg, Zn 2,500 mg, S 25,000 mg, Se 10 mg, Co 60 mg, Cu 1,200 mg, I 400 mg.

사료(Table 1)를 26개월 동안 급여하였으며, 다른 처리구들은 출하 전 8개월부터 각각 급여하였다. 실험에 사용된 vitamin E는 고려케미칼 제품(비타민 E 50%, 고려케미칼, Korea)을, selenium은 Alltech제품(SEL-PLEX50, Alltech, Inc., Korea)을 사용하였다.

실험시료는 사육 후 도축된 비거세우(26개월령)의 12번째와 13번째 흉추 사이의 등심(*M. longissimus dorsi*)부위를 사용하였다. 도축 후 48시간에 시료를 1.5 cm로 두께로 절단하여 polyethylene wrap film(oxygen transmission rate 35,273 cc/m²·24hr·atm, thickness 0.01 mm, 3M Co., Korea)으로 포장한 후 7일 동안 진열장(SL-2001, Selim Tech Co., Korea)내에서 저온저장(5℃, 1,200 lux)하면서 실험하였다. 이때 조도는 조도계(DX-100, Takemura Electric Works Ltd., Japan)를 사용하여 측정하였으며, 광원은 자연색 형광등(FL40EX-D, Sinkwang Co., Korea)을 사용하였다.

실험방법

1) pH

시료 10g에 100 ml의 증류수를 가하여 1분간 균질화(8,000 rpm)한 후 pH meter(F-12, Horiba, Japan)로 측정하였다.

2) 표면육색 측정

육색 측정은 색차계(CR-310, Minolta Co., Japan)를 사용하여 CIE L*(lightness), a*(redness), b*(yellowness)값 및 chroma value($C^* = [a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$), hue angle ($h^0 = \tan^{-1}[b^*/a^*]$)을 측

정하였으며 이때 표준 백색판의 색도값은 $Y=93.7$, $x=0.3129$, $y=0.3194$ 이었다.

3) 표면육색소의 분포

육표면의 myoglobin, oxymyoglobin, metmyoglobin의 상대적인 함량은 473, 525, 572, 730 nm에서의 반사율을 reflectance attachment가 장착된 spectrophotometer(UV- 2401PC, Shimadzu, Japan)를 사용하여 측정하였으며(Krzywicki, 1979), 반사율을 $2-\log(\%reflectance)$ 로 전환하여 아래의 식에 의해 상대적인 함량(%)을 산출하였다(Demos et al., 1996). 또한 적색의 지표로서 630 nm와 580 nm의 반사율을 측정하여 R630-R580의 값을 산출하였다(Strange et al., 1974).

Metmyoglobin(%) =

$$\{1.395 - [(A_{572} - A_{730}) / (A_{525} - A_{730})]\} \times 100$$

Myoglobin(%) = $\{2.375[1 - (A_{473} - A_{730}) / (A_{525} - A_{730})]\} \times 100$

Oxymyoglobin(%) =

$$100 - [\text{Metmyoglobin}(\%) + \text{Myoglobin}(\%)]$$

4) 지방산패도 측정

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)는 Sinnhuber와 Yu(1977)의 방법에 의해 532 nm에서 측정하였으며 시료 kg당 malonaldehyde mg으로 산출하였다.

5) 환원력(Reducing ability) 측정

환원력은 Lee 등(1981)의 방법에 의해 측정하였다. 즉, 시료 2g에 25 mM PIPES (piperazine-n,n-bis(2-ethane-sulfonic acid)) buffer(pH 5.8) 10 ml를 넣고 13,500 rpm에서 20초간 균질화(DIAX 600, Heidolph, Germany)한 후 균질액 5 ml에 5 mM potassium ferricyanide 2 ml를 넣고 2°C에서 15분 간격으로 휘저으면서 1시간 동안 방치하였다. 그 후에 0.5% ammonium sulfamate 0.1 ml와 0.5 M lead acetate 0.2 ml를 첨가하고 실온에서 5분간 방치한 후 Whatman No. 42 여과지로 여과하였다. 그리고 여과액은 spectrophotometer(UV-2401PC, Shimadzu, Japan)를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정한 후 아래의 식에 의해 시료의 환원력을 산출하였다.

Reducing ability = absorbance of 1 mM ferricyanide - absorbance of the sample

6) 통계처리

실험결과의 통계처리는 SAS(Statistical Analysis System) (SAS, 1995) program을 이용하였으며, 유의성 검증을 위해 분산분석을 한 후 Duncan's multiple range test로 유의성 차이

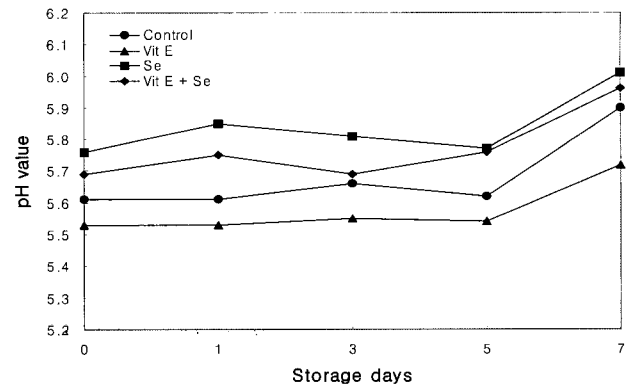


Fig. 1. Effect of dietary vitamin E and selenium supplementation on pH value in Hanwoo(Korean native cattle) beef during retail display(5°C, 1,200 lux).

를 검증하였으며 처리구와 저장기간 사이의 교호작용은 유의하지 않았다.

결과 및 고찰

pH와 육색의 변화

Vitamin E와 selenium(Se) 급여에 따른 한우의 진열저장시 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 모든 실험 처리구는 저장 7일에 유의적으로 pH가 증가되는 경향을 나타내었으며($P<0.05$), 처리구간의 차이를 살펴보면 Se이 첨가된 구들(Se구와 Vit E+Se구)이 대조구와 Vit E구에 비해서 유의적으로 높은 pH를 나타내었다($p<0.05$).

진열저장시 표면육색의 변화를 살펴보면(Table 2), 저장 전(0일) 대조구는 다른 3처리구에 비해 유의적으로 높은 L^* 값(명도)을 나타내었으며($p<0.05$) 다른 3 처리구간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 한편 육색을 결정하는데 중요한 역할을 하는 적색도(a^*)를 살펴보면 모든 처리구에서 저장기간이 길어질수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며($p<0.05$), 7일 저장시 대조구가 다른 3처리구에 비해 급격하게 감소되어 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 또한 황색도(b^* 값)를 살펴보면 저장 전(0일)에만 유의적인 차이를 보였는데 대조구와 Vit E구가 유의적으로 높은 값을 나타내었으며 그 다음은 Se구, Vit E+Se구 순으로 나타났다. Chroma 값(C^*)은 갈수록 붉은색이 더 강함을 나타내는 지표로서, 저장기간이 길어질수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며($p<0.05$) 특히 5일 저장 후부터 대조구가 다른 처리구에 비해 현저하게 감소하여 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). Hue angle(h°)은 그 값이 클수록 갈색을 나타내는 지표로서 저장기간이 길어질수록 점차적으로 증가하는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 특히 저장 전(0일)에는 대조구와 Vit E구가 다

Table 2. Effect of dietary vitamin E and selenium supplementation on surface color in Hanwoo(Korean native cattle) beef during retail display(5°C, 1,200 lux)

Items	Storage days	Treatment			
		Control	Vit E	Se	Vit E+Se
L* (lightness)	0	42.94±1.12 ^{a A}	41.16±0.93 ^{a B}	41.20±1.15 ^{ab B}	40.18±2.86 ^{a B}
	1	42.49±1.11 ^{a A}	41.32±1.33 ^{a AB}	41.81±1.10 ^{a AB}	40.97±3.26 ^{a B}
	3	40.93±2.29 ^{a A}	40.32±1.93 ^{ab B}	40.26±2.18 ^{ab B}	40.09±3.13 ^{a B}
	5	40.58±2.24 ^{a A}	39.98±2.14 ^{ab B}	39.68±3.10 ^{b B}	39.84±4.59 ^{a B}
	7	41.97±5.21 ^{a A}	39.26±1.03 ^{b B}	39.88±2.04 ^{b B}	40.45±2.24 ^{a B}
a* (redness)	0	18.50±0.70 ^{a A}	19.75±1.36 ^{ab A}	19.05±1.63 ^{a A}	16.72±3.43 ^{ab B}
	1	18.51±1.53 ^{a B}	20.99±1.73 ^{a A}	19.61±1.86 ^{a AB}	18.93±2.89 ^{a B}
	3	16.49±0.45 ^{b A}	18.47±1.46 ^{bc A}	18.54±1.98 ^{ab A}	17.04±2.47 ^{ab A}
	5	15.19±1.02 ^{c B}	17.83±1.36 ^{c A}	17.60±1.12 ^{b A}	16.49±2.22 ^{bc AB}
	7	11.29±0.69 ^{d B}	15.00±2.47 ^{d A}	15.55±1.67 ^{c A}	14.43±1.55 ^{c A}
b* (yellowness)	0	9.87±0.51 ^{a A}	9.99±0.95 ^{a AB}	9.06±1.06 ^{b B}	7.87±2.23 ^{b C}
	1	10.48±1.19 ^{a A}	10.90±0.80 ^{a A}	10.32±1.25 ^{a A}	9.91±2.00 ^{a A}
	3	9.70±0.53 ^{a A}	10.00±0.80 ^{a A}	10.15±1.49 ^{a A}	9.62±1.93 ^{a A}
	5	9.56±0.45 ^{a A}	10.16±0.83 ^{a A}	10.39±0.93 ^{a A}	9.82±1.80 ^{a A}
	7	8.24±0.33 ^{b A}	7.91±1.70 ^{b A}	8.91±1.29 ^{b A}	8.96±1.32 ^{ab A}
C* (chroma value)	0	20.96±0.84 ^{a A}	22.14±1.61 ^{ab A}	21.09±1.91 ^{ab A}	18.49±4.03 ^{b B}
	1	21.27±1.89 ^{a AB}	23.66±1.79 ^{a A}	22.16±2.21 ^{a AB}	21.36±3.48 ^{a B}
	3	19.13±0.60 ^{a A}	20.98±1.66 ^{b A}	21.14±2.43 ^{ab A}	19.58±3.05 ^{ab A}
	5	17.95±0.88 ^{b B}	20.52±1.57 ^{b A}	20.44±1.39 ^{b A}	19.20±2.80 ^{ab AB}
	7	13.97±0.69 ^{c B}	16.97±2.92 ^{c A}	17.93±2.02 ^{c A}	17.01±1.73 ^{b A}
h° (hue angle)	0	28.00±0.51 ^{c A}	26.76±1.09 ^{c A}	25.33±0.99 ^{c B}	24.68±2.41 ^{d B}
	1	29.42±1.08 ^{bc A}	27.42±1.55 ^{bc B}	27.69±1.01 ^{b B}	27.36±1.46 ^{c B}
	3	30.43±1.08 ^{b A}	28.39±0.74 ^{b B}	28.58±1.29 ^{b B}	29.19±2.26 ^{bc B}
	5	32.18±2.17 ^{a A}	29.64±0.73 ^{a B}	30.46±1.22 ^{a B}	30.55±1.91 ^{ab B}
	7	36.08±1.42 ^{a A}	27.58±2.35 ^{bc C}	29.68±2.01 ^{a BC}	31.77±3.73 ^{a B}

^{a-d} Means±standard deviation in the same column with different superscripts are significantly different(p<0.05).

^{A-C} Means±standard deviation in the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05).

른 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났으며, 대조구는 저장기간이 경과함으로써 더 현저하게 높게 나타나(p<0.05) 다른 처리구들에 비해 저장기간에 따른 갈색축적이 가속화됨을 알 수 있었다. 이 결과는 α -tocopheryl acetate 370 IU/steer/day를 300일간 급여한 경우 등심의 Hunter a값과 chroma value가 향상되었다는 Faustman 등(1989a)의 결과와 2,500 mg/head/day를 28일간 급여시 육색향상과 지질의 안정화에 유의적으로 효과적이었다고 보고한 Mitsumoto 등(1995)의 결과와도 유사하였다.

표면육색소의 분포변화

처리구별 육표면의 metmyoglobin, myoglobin, oxymyoglobin의 상대적인 함량은 Table 3과 같다. 육색소의 분포 중 metmyoglobin(%)의 함량을 살펴보면, 모든 처리구에서 저

장기간이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며(p<0.05), 저장 전에는 처리구간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으나(p>0.05) 저장기간이 경과함으로써 대조구의 metmyoglobin 형성율이 현저하게 증가하여 다른 처리구에 비해 갈색축적이 빠른 경향을 볼 수 있었다. 한편 metmyoglobin이 신선육 표면 총색소의 30~40%에 도달되면 소비자들이 구매하지 않는 것으로 알려져 있는데(Greene et al., 1971), 본 실험결과 대조구는 7일 저장시 40%이상 형성되는 것으로 나타났다. 한편 Faustman 등(1989b)은 α -tocopheryl acetate 급여육이 대조구에 비해 유의적으로 낮은 metmyoglobin 형성율과 지질산화를 나타내는 것으로 보고하고 있다. 반대로 oxymyoglobin함량은 저장기간이 길어질수록 유의적으로 감소하는 경향을 모든 처리구에서 보였으며(p<0.05), 저장 3일 이후부터는 대조구가 유의적으로 감소됨을 알 수

Table 3. Effect of dietary vitamin E and selenium supplementation on metmyoglobin(%), myoglobin(%) and oxymyoglobin (%) in Hanwoo(Korean native cattle) beef surface during retail display(5°C, 1,200 lux)

Items	Storage days	Treatment			
		Control	Vit E	Se	Vit E+Se
Metmyoglobin (%)	0	16.13±1.21 ^e A	17.78±1.72 ^d A	17.24±2.21 ^d A	17.39±2.68 ^d A
	1	21.03±1.60 ^d A	19.55±2.44 ^{cd} AB	17.91±1.97 ^d B	18.77±2.48 ^{cd} B
	3	26.50±1.92 ^c A	24.12±4.12 ^{bc} AB	21.81±2.06 ^c B	23.12±5.26 ^{bc} B
	5	29.55±3.79 ^b A	26.39±3.02 ^b B	24.66±2.15 ^b B	25.07±5.86 ^b B
	7	40.63±6.30 ^a A	33.73±11.92 ^a B	29.27±5.14 ^a B	32.24±9.96 ^a B
Myoglobin (%)	0	19.03±2.25 ^b B	12.60±4.96 ^{ab} B	17.60±6.01 ^a AB	19.48±9.69 ^a A
	1	9.84±0.57 ^c B	9.05±1.08 ^c AB	9.76±2.79 ^b AB	10.28±6.11 ^b A
	3	11.03±1.45 ^{bc} A	9.89±0.76 ^{bc} A	8.86±2.47 ^b A	10.01±2.78 ^b A
	5	12.41±1.27 ^{bc} AB	9.95±1.87 ^{bc} B	10.48±1.36 ^b AB	11.88±2.10 ^b A
	7	24.01±8.13 ^a A	14.97±6.16 ^a B	17.37±8.04 ^a B	13.54±4.17 ^b B
Oxymyoglobin (%)	0	64.85±1.99 ^a A	69.62±5.35 ^{ab} A	65.15±5.67 ^b AB	63.14±9.40 ^b B
	1	69.13±1.13 ^a A	71.40±2.67 ^a A	72.34±9.23 ^a A	70.95±6.74 ^a A
	3	62.47±0.55 ^b B	65.99±4.36 ^{ab} A	69.33±2.28 ^a A	66.88±5.33 ^{ab} AB
	5	58.04±2.97 ^c B	63.67±3.21 ^b A	64.85±2.64 ^b A	63.05±4.97 ^b A
	7	35.36±1.92 ^d B	51.31±17.66 ^c A	53.36±10.01 ^c A	54.22±13.57 ^c A

^{a-d} Means±standard deviation in the same column with different superscripts are significantly different(p<0.05).

^{A-B} Means±standard deviation in the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05).

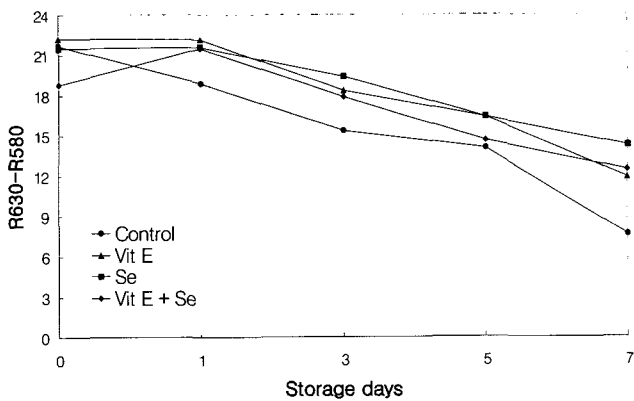


Fig. 2. Effect of dietary vitamin E and selenium supplementation on R630-R580 in Hanwoo(Korean native cattle) beef during retail display(5°C, 1,200 lux).

있었다. 그러나 Vit E구, Se구, Vit E+Se구간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다(P>0.05).

R630-R580값(Fig. 2)은 oxymyoglobin에 의한 적색의 정도를 나타내는 지표로서(Strange et al., 1974) 그 값이 클수록 적색을 나타낸다. 본 실험결과, 모든 처리구에서 저장기간이 길어질수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 (p<0.05), 7일 저장시 대조구가 현저한 감소현상을 보였다. 이 결과는 a*값, chroma값 및 oxymyoglobin함량(%)의 경향과 유사하였다.

지방의 산패도 측정

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 결과는 Fig. 3에 나타내었다. TBARS는 지질산화의 여러 가지 생성 물질 중 malonaldehyde와 thiobarbituric acid가 결합하여 생성되는 붉은 색의 강도를 측정한 값으로 지질산화가 많이 일어날수록 TBARS가 증가한다. 본 실험결과, TBARS는 모든 처리구에서 저장기간이 길어질수록 유의적으로 증가하였다 (p<0.05). 한편 전체적으로 Se구와 Vit E+Se구가 대조구와 Vit E구보다 유의적으로 낮은 TBARS값을 나타내었다.

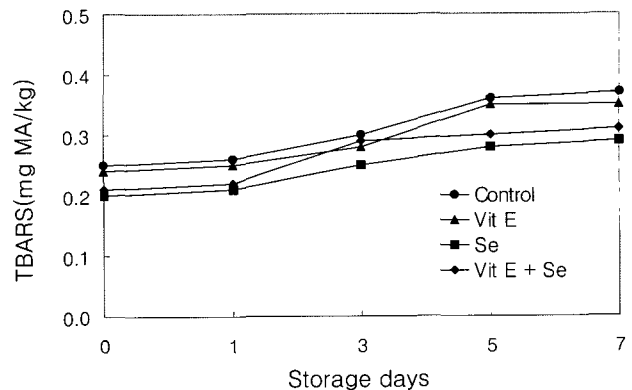


Fig. 3. Effect of dietary vitamin E and selenium supplementation on TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances) in Hanwoo(Korean native cattle) beef during retail display(5°C, 1,200 lux).

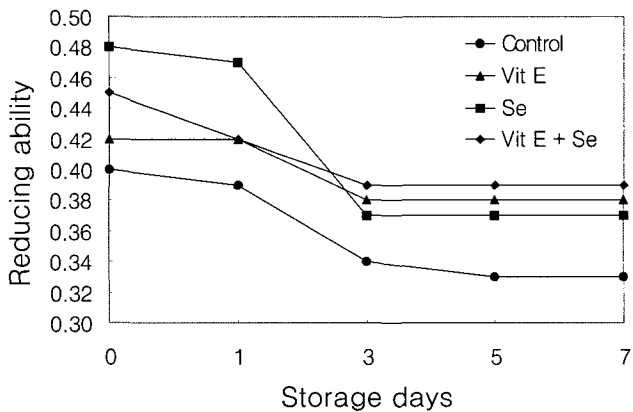


Fig. 4. Effect of dietary vitamin E and selenium supplementation on reducing ability in Hanwoo(Korean native cattle) beef during retail display(5°C, 1,200 lux).

환원력

환원력(reducing ability)을 살펴보면(Fig. 4), 저장기간이 증가함에 따라 모든 처리구에서 환원력이 유의적으로 감소됨을 알 수 있었다($p < 0.05$). 저장 전에는 Se구가 유의적으로 가장 높게, 대조구가 유의적으로 낮게 나타났으며 3일 저장 시 대조구가 0.34로 다른 처리구에 비해 현저히 낮아짐을 알 수 있었다. 이로 보아 환원력은 육색 안정성과도 높은 상관성을 갖는 것을 알 수 있었다. 즉, 낮은 환원력을 보인 대조구가 높은 metmyoglobin(%) 형성율을 나타내었는데 이 결과는 낮은 환원력을 갖는 우육이 높은 metmyoglobin(%)수준을 갖는다고 보고한 연구결과(Moiseev and Cornforth, 1999)와 유사하게 나타났다.

요약

Vitamin E와 selenium의 급여가 거세한우육의 진열저장중(5°C, 1,200 lux) 육색안정성에 미치는 영향을 조사하였다. 실험처리구는 대조구(Vit E 27 IU/head/day, Se 0.09 mg/head/day), Vitamin E 급여구(2,500 IU/head/day), Selenium 급여구(20 mg/head/day), Vitamin E와 Selenium 복합 급여구(Vit E 2,500 IU/head/day, Se 20 mg/head/day)로 나누어 실험하였다. CIE a*값, chroma값, oxymyoglobin함량(%) 및 R630-R580값은 모든 처리구에서 저장기간이 길어질수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며($p < 0.05$), 특히 대조구가 저장기간이 길어질수록 현저한 감소현상을 보였다. Metmyoglobin(%)의 함량은 저장 전(0일)에는 처리구간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으나($p > 0.05$) 저장기간이 경과함으로써 대조구의 metmyoglobin 형성율이 현저하게 증가하여 다른 처리구에 비해 변색이 가속화됨을 알 수 있었다. 지

질의 산패 정도를 나타내는 TBARS는 Se구와 Vit E+Se구가 대조구와 Vit E구보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 환원력은 저장 전에는 대조구가 유의적으로 낮게 나타났으며 3일 저장시 대조구가 다른 처리구에 비해 현저히 낮아짐을 알 수 있었다. 결과적으로 selenium 급여구들(Se구, Vit E+Se구)의 경우 대조구와 vitamin E급여구에 비해 지질산화에 대해 안정성을 가졌으며, 육색이나 육색소에 있어서는 Vit E구, Se구, Vit E+Se구가 대조구보다 저장안정성을 보였으나 이 3가지 처리구간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

감사의 글

본 연구는 1999년도 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 연구과제(KRF-99-005-G00011)로 수행된 연구결과의 일부이며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Arnold, R. N., Scheller K. K., Arp, S. C., 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.
2. Buckley, D. J., Morrissey, P. A. and Gray, J. I. (1995) Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *J. Anim. Sci.* **71**, 3122-3130.
3. Chavez, E. R. (1989) Selenium nutrition of pigs; a review. *Pig News and Information*, **10**, 167-171.
4. Demos, B. P., Gerrard, D. E., Mandigo, R. W., Gao, X. and Tan, J. (1996) Mechanically recovered neck bone lean and ascorbic acid improve color stability of ground beef patties. *J. Food Sci.* **61**, 656-659.
5. Faustman, C., Cassens, R. G., Schaefer, D. M., Buege, D. R. and Scheller, K. K. (1989a) Vitamin E supplementation of Holstein steer diets improves sirloin steak color. *J. Food Sci.* **54**, 485-486.
6. 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.
7. Govindarajan, S. (1973) Fresh meat color. *CRC Crit. Rev. Food Technology*, **4**, 117-120.
8. Greene, B. E., Hsin, I. and Zipser, M. W. (1971) Retardation of oxidative color changes in raw ground beef. *J. Food Sci.* **36**, 940-942.
9. Hill, K. E. and Burk, R. F. (1984) Influence of vitamin E and selenium on glutathione-dependent protection against microsomal lipid peroxidation. *Biochem. Pharm.* **33**, 1065-1068.
10. Kim, Y. Y. (2000) Differences in biological activity and metabolism of selenium due to its chemical form. *Kor. J. Anim. Sci. & Technol.* **42**(6), 835-848.
11. Krzywicki, K. (1979) Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at the surface of the beef. *Meat*

- Sci.* **3**, 1-5.
12. Lee, M., Cassens, R. G. and Fennema, O. R. (1981) Effect of metal ions on residual nitrite. *J. Food Proc. Preserv.* **5**, 191-205.
 13. 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**(10), 3131-3140.
 14. Mayland, H. F. (1994) Selenium in plant and animal nutrition. In *Selenium in the Environment*, Frankenberger, W. T. and Benson, S., Marcel Dekker, New York, pp.29-46.
 15. Mitsumoto, M., Ozawa, S., Mitsuhashi, T., Kono, S., Harada, T., Fujita, K. and Koide, K. (1995) Improvement of color and lipid stability during display in Japanese black steer beef by dietary vitamin E supplementation for 4 weeks before slaughter. *Anim. Sci. Technol.*(Japan) **66**, 962-968.
 16. Moiseev, I. and Cornforth, D. P. (1999) Treatments for prevention of persistent pinking in dark-cutting beef patties. *J. Food Sci.* **64**(4), 738-743.
 17. Morrissey, P. A., Buckley, D. J., Sheehy, P. J. A., and Monahan, F. J. (1994) Vitamin E and meat quality. *Proc. Nutr. Soc.* **53**(2), 289-295.
 18. National Research Council (2001) Nutrient requirement of beef Cattle. National Academy Press, Washington, D.C.
 19. O'Toole, D. and Raisbeck, M. F. (1995) Pathology of experimentally induced chronic selenosis (alkali disease) in yearling cattle. *J. Vet. Diagn. Invest.* **7**, 364-373.
 20. Renerre, M. (1990) Factors involved with the discoloration of beef. *Internat. J. Food Sci. and Technol.* **25**, 613-630.
 21. Renerre, M. and Labas, R. (1987) Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef muscles. *Meat Sci.* **19**, 151-165.
 22. Rotruck, J. T., Pope, A. L., Ganther, H. E., Swanson, A. B., Hafeman, D. G., and Hoekstra, W. G. (1973) Selenium; Biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Science*, **179**, 588-590.
 23. SAS (1995) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Inc., Cary, NC, U.S.A.
 24. Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oils. *J. Jap. Soc. Fish. Sci.* **26**, 259-267.
 25. Strange, E. E., Benedicts, R. C., Gugger, R. E., Metzger, V. G. and Swift, C. E. (1974) Simplified methodology for measuring meat color. *J. Food Sci.* **39**, 988-992.

(2002년 2월 20일 접수)