

셀레늄 급여가 쇠고기 육색 안정성에 미치는 영향

박범영* · 조수현 · 성필남 · 김진형 · 강근호 · 이성훈¹ · 김완영² · 이종문 · 김동훈
농촌진흥청 국립축산과학원, ¹경상남도 축산진흥연구소, ²한국농수산대학 대기축학과

Effect of Selenium Supplementation on Beef Color Stability

B. Y. Park*, S. H. Cho, P. N. Seong, J. H. Kim, G. H. Kang, S. H. Lee¹,
W. Y. Kim², J. M. Lee, and D. H. Kim

National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-350, Korea

¹Gyeongsangnamdo Livestock Promotion Research Institute, Sancheong 666-962, Korea

²Korea National College of Agriculture and Fisheries, Suwon 445-839, Korea

Abstract

The objective of this study was to investigate the supplementation effect of selenium on beef color stability. A total of 15 Hanwoo steers were divided into 3 groups and 2 groups were administered with 0.9 ppm of one of two organic-selenium products, Organic-Se and Se-SMC (Se-spent mushroom compost) for 4 mon. The third group was the control group, which was not with fed selenium during the same period. The result of this study showed that there was no significant difference in meat color between the control and treatments when Hunter L*, a*, b*, chroma, hue and total color difference (ΔE) were measured after 30 min of blooming. When the oxymyoglobin (OxyMb) contents were measured after beef samples were ground and stored for 48 h at 20°C in an incubator, they were 26.04%, 28.52% and 33.78% for the control, Organic-Se and Se-SMC after 14 d of storage and 12.65, 18.98 and 18.72 after 21 d of storage at 4°C, respectively ($p < 0.05$). The control had a significantly higher metmyoglobin (MetMb) content than Organic-Se and Se-SMC ($p < 0.05$). This result indicated that selenium supplementation was effective in preventing the oxidation of myoglobin(Mb) and production of MetMb and thus was able to maintain the purplish fresh red color of the meat.

Key words : steer beef, meat color, oxymyoglobin, selenium

서 론

소비자가 쇠고기를 구매할 때, 선택성에 영향을 미치는 요인은 크게 나누어 외관, 조직감 및 풍미라고 할 수 있다. 그 중 육색은 소비자의 선택성에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Faustman and Cassens, 1990). 신선할 때는 선홍색으로 식육을 복돋우는 역할을 하다가 시간이 경과함에 따라 점점 갈색을 띠어 식육을 저하시킨다. 따라서 소비자는 변색정도를 신선도와 안전성을 판단하는 지표로 이용하기 때문에 구매 결정에 육색이 다른 육질 요인들에 비하여 중요하다. Smith 등(2000)의 연구결과에 의하면 시중에 판매 되고 있는 15%정도의 쇠고기가 표면의 변색으로 가격을 인하하고 있으며, 연간 10억 달러 정

도의 손실이 발생하는 것으로 보고되었다. 또한 McKenna 등(2005)도 식육에 있어서 변색은 소매판매장에서 손실의 원인 중 하나라고 하였다. Greene 등(1971)은 신선육의 표면 육색소 중에 메트마이오글로빈(MetMb)의 함량이 30~40%에 도달되면 소비자들이 구매하지 않는 것으로 보고하였고, 식육의 색이 갈색으로 변색된 경우는 근육 전체 표면 면적의 약 60%가 메트마이오글로빈으로 산화되었을 때(Lawrie, 1966)라고 하여 유통단계에서 육색관리의 중요성은 매우 강조되고 있다.

육색에 영향을 미치는 요인으로는 pH, 온도, 메트마이오글로빈의 환원효소계로 알려져 있으며, 최근 10여 년간 식육관련 연구 중 육색 및 육색 안정성에 관한 연구는 매우 중요한 부분의 하나로 생화학적 및 물리화학적 연구를 수행해 왔다(McKenna *et al.*, 2005). 쇠고기의 육색 안정성에 미치는 요인으로 사후근육의 산소 소비율(Madhavi and Carpenter, 1993), 식육내 산소 침투정도, 마이오글로빈(Mb)의 산화 환원율, 마이오글로빈 함량 등으로 알려져

*Corresponding author : Beom-Young Park, National Institute of Animal Science, RDA, Animal Products Research and Development Division, Suwon 441-350, Korea. Tel: 82-31-290-1701, Fax: 82-31-290-1697, E-mail: byp5252@korea.kr

있지만 그 중 가장 큰 영향을 미치는 요인으로는 마이오글로빈의 산화율을 결정하는 효소 활성인 것으로 보고되고 있다(Bekhit and Faustman, 2005; McKenna *et al.*, 2005). Mikkelsen 등(1992)은 지질의 산화는 지방 자체의 변화뿐 아니라, 지질 산화생성물이 육색소인 마이오글로빈의 산화를 촉진하여 육색 안정성을 저해한다고 하였지만, Renerre(1990)는 신선육의 산화반응과 육색 안정성에 대해서는 아직 그 기작이 완전 해명되지 않고 있으며, 육색 변화는 근본적으로 마이오글로빈의 자동산화와 지질 산화비율과 관계가 있다고 보고하였다. 비록 지방의 산화가 옥시마이오글로빈(OxyMb)의 산화에 영향을 미치지만, 산소의 소비율과 메트마이오글로빈의 감소능 같은 많은 다른 요소들에 의해서도 영향을 받는다(O'Keefe and Hood, 1982; Ledward, 1985)고 알려져 있다.

국내에서 육색 안정성에 대한 연구 보고로는 Kang 등(2008)이 율나무 분말을 만들어 소에 급여하였을 때 MetMb 축적율이 급여기간이 길어질수록 낮았다는 보고가 있고, Jeong 등(2006)이 돼지고기 등심육의 냉동 및 해동에 따른 육색소 산화에 대한 연구결과를 보고한 바 있다.

셀레늄은 생체 필수 미량 원소로서 다양한 생명체에 널리 존재하고 있으며, 세포 내 항산화 방어체계에서 중요한 역할을 하는 금속 함유 효소인 glutathione peroxidase (GSH-Px)의 필수성분 이라고 보고되고(Rotruck *et al.*, 1973) 있고, 국내에서 소에 셀레늄 급여에 따른 도체 특성과 육질에 대한 연구는 일부 이루어졌으나(Lee *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2007; Park *et al.*, 2005; Park *et al.*, 2006), 육색에 대한 연구는 거의 이루어지지 않아 본 연구에서는 유기태 셀레늄을 급여한 쇠고기의 육색 안정성을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

본 시험에 사용된 셀레늄급원은 유기태 셀레늄(효모, 미국 Sel-Plex)군, 유기태 셀레늄 강화버섯을 생산하고 폐기되는 셀레늄이 다량 함유되어 있는 폐배지(Se-SMC : Se-spent mushroom compost)를 활용하여 사료내 셀레늄 농도를 0.9 ppm 수준으로 조절하고 에너지(TDN: 약 75%)와 단백질 함량(CP: 약 12%)이 처리구간에 동일하도록 제조

하여 비육후기 거세한우 15두를 시험에 처리구별 5두씩 배치하여 착수 1달 전에 시험사료 및 환경에 적응시키고, 출하 전 4개월간 시험사료를 급여하였으며, 시험사료 조제 및 사양관리방법은 Lee 등(2004)의 보고와 동일하게 수행 하였다. 시험 축은 N축산물공판장에 도축전일 출하하여 계류 후 도축하였으며, 도축된 도체는 0°C의 도체 냉각실에서 18시간 냉각하여 도체 심부온도가 5°C 이하로 저하된 다음 도축장내 부분육 작업장으로 이동·분할정형 작업한 후 공시축의 좌도체 채끝육(배최장근; *M. longissimus*)을 채취하여 진공포장한 다음 국립축산과학원으로 운반하였다. 채취한 시료는 도축 후 2일간 냉장보관(1±1°C)한 후 도축 3일째 육질특성 분석에 사용하였다. 본 연구에 사용된 공시축의 도체특성은 Table 1과 같았다.

분석방법

육색은 근육을 절단하여 절단면을 공기 중에 30분 노출시킨 후 색차계(Minolta Co. CR 300, Japan)로 Hunter L*, a*, b* 값을 9반복으로 측정하였으며, 이때의 표준편차는 Y=92.40, x=0.3136, y=0.3196의 백색 타일을 사용하였고, Chroma를 $\{(a)^2+(b)^2\}^{1/2}$ 로 $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ 로 Hue angle을 구하였고, $\{(\Delta L^*)^2+(\Delta a^*)^2+(\Delta b^*)^2\}^{1/2}$ 로 ΔE (Total color difference)를 구하였다.

육색소의 화학적 조성은 1±1°C에서 3일간 저장한 시료와, 4±1°C에서 14일 또는 21일 저장한 후 시료를 분쇄하여 패트리디쉬에 담아 랩으로 감싼 다음 20°C로 설정한 항온기(model VS-1203 PF-LN, Vison Sci, Korea)에서 48시간 저장 후 Krzywicki(1982)의 방법에 따라, 분쇄 육 4g을 취하여 냉장 보관한 phosphate buffer(pH 6.8, ionic strength 0.04)를 20 mL 넣은 후 13,000 rpm에서 10초간 균질화(model T-25 Basic, IKA, Malaysia) 하였다. 이때 육색소 추출은 Warriss(1979)의 방법으로 추출하였고, 균질액을 냉암소에서 1시간 방치한 후 5,000 g에서 30분간 원심분리(model SCR20BA, Hitachi, Japan) 시켰다. 상등액을 Whatman No. 1 여과지로 여과한 후 572, 565, 545, 525 nm에 각각 흡광도(model DU-650, Beckman, USA)를 측정하여 다음과 같은 산술식을 이용하여 산출하여 전체(Mb, OxyMb, MetMb의 합)에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

Table 1. Carcass properties of Hanwoo steers used in the experiment (n=15)

	Control	Organic-Se	Se-SMC ¹⁾
Number of animal	5	5	5
Carcass weight (kg)	334.40 ±22.27	359.60 ±4.30	370.20 ±6.84
Backfat thickness (mm)	9.00 ± 1.38	12.20 ±2.50	10.20 ±1.24
Loineye area (cm ²)	68.00 ^b ± 3.15	80.80 ^a ±0.86	80.60 ^a ±1.78
Yield index	67.61 ± 0.46	67.28 ±1.05	67.96 ±0.58

¹⁾Se-SMC, Se-spent mushroom compost.

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

$$[Mb] = 0.369R_1 + 1.140R_2 - 0.941R_3 + 0.015$$

$$[OxyMb] = 0.882R_1 - 1.267R_2 + 0.809R_3 - 0.361$$

$$[MetMb] = -2.514R_1 + 0.777R_2 + 0.800R_3 + 1.098$$

여기에서 R_1 R_2 R_3 은 각각 A^{572}/A^{525} , A^{565}/A^{525} , A^{545}/A^{525} 비이다.

메트마이오글로빈 환원효소는 Hagler 등(1979)의 방법에 따라 메트마이오글로빈 환원제 분석은 소 심장근을 채취하여 마이오글로빈 기질로 사용하여 4°C의 냉장실험실에서 수행하였다. 심근을 지방, 근주막, 결체조직을 제거한 심근 500 g에 차가운 증류수 1,000 mL를 넣은 후 14,000 rpm으로 60-90초 간 완전하게 교반액(model T-25 Basic, IKA, Malaysia) 하였고, 교반액을 2 N NH_4OH 로 pH 7.5 맞춘 다음 13,700 g로 20분간(온도 4°C) 원심분리(model SCR20BA, Hitachi, Japan) 하였다. 맑은 상층액을 취하고 여기에 $(NH_4)_2SO_4$ 를 이용하여 70% 포화시킨 후 2 N NH_4OH 로 pH 7.5를 맞추고 30분간 교반하였다. 다시 13,700 g로 15분간 원심분리 시키고 상층액을 취한 후 $(NH_4)_2SO_4$ 를 이용하여 100% 포화시키고 필요하면 pH를 7.5로 다시 맞추고 용액에 celite를 1 g/100 mL를 넣고 1시간 교반한 후 유리 필터페이퍼로 여과하였다. 여과물을 비커에 천천히 옮긴 후 차가운 증류수를 500 mL를 첨가한 후 20,000 g로 20분간 원심분리하고 유리 필터페이퍼로 여과하여 남아있는 elite를 제거하였다. 동일한 M농도의 $K_3Fe(CN)_6$ 을 oxymyoglobin용액에 첨가하고, 30분간 교반하여 산화시켰다.

메트마이오글로빈용액을 1차로 증류수에 대하여 투석하고, 0.02 M sodium phosphate buffer pH 6.0으로 평형을 맞춘 후 2차 투석하였다. Amicon diafiltration cell을 이용하여 300 mL이하로 농축한 후 칼럼작업을 하였다.

Column은 5×4 cm 크기에 CM-sephadex C-25채우고, 0.02 M sodium phosphate buffer pH 6.0으로 평형을 맞춘 후 메트마이오글로빈용액을 충전하였다. 0.02 M sodium phosphate buffer pH 6.0으로 280 nm에서 흡광도가 현저하게 증가하였다가 무시할 정도의 수준까지 용출하였고, 0.02 M sodium phosphate buffer pH 7.0으로 바꾸어 용출하였다. 이어서 0.03 M의 NaOH로 세척하고, 다시 0.02 M sodium phosphate buffer(pH 6.0)을 흘려 칼럼작업을 완료한 후 50°C에서 10분간 열처리 하고, 2,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 후, 10 nm당 1 g의 DEAE-cellulose를 첨가하고 2,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 준비된 Mb substrate는 작은 튜브에 분획하여 -80°C에 보관하였고, 저장 후 사용할 때는 융해하여 10,000 g로 10분간 원심분리하여 사용하였다. 시료의 추출(Bovine muscle extract)은 시료 5 g에 phosphate buffer(0.002 M, pH 7.0) 25 mL을 4°C에서 교반하고, 교반를 4°C, 35,000 g, 30분간 원심분리 하였다. 상층액을 Watman No. 541로 여과하여 지방층을 제

거한다. Extract oxyhemoprotein을 포화 potassium ferri-cyanide로 산화시킨 후 0.002 M phosphate buffer(4°C)에서 3차례 투석(12,000 M.W cut-off membrane)하고, 15,000 g에서 20분(4°C)간 원심분리하였다. 투석한 근육추출은 0.002 M sodium phosphate buffer(pH 7.0)로 양을 25 mL로 맞추고 Met-Mb reductase assay 분석용 시료로 사용하였다. Met-Mb reductase assay는 분광광도 측정용 셀에 5 nM disodium EDTA를 0.1 mL 넣은 다음 50 nM Citrate buffer(pH 5.65) 0.1 mL을 넣고, 3 nM potassium ferrocyanide 0.1 mL을 첨가하고 3 nM phosphate buffer(pH 7.0)내 0.75 nM Met-Mb 용액 0.2 mL 넣었다. 그리고 근육추출을 0.2 mL 첨가하고 증류수 메트마이오글로빈용액(심근 추출액) 0.2 mL을 넣었다. 그리고 1 nM NADH 0.1 mL 넣고 580 nm의 파장에서 흡광도(model DU-650, Beckman, USA)를 측정하였다. 표준액은 NADH 대신 증류수 0.1 mL 넣고 측정하였다.

육시마이오글로빈 생성량과 메트마이오글로빈 활성은 아래의 공식에 의해 산출하였다.

$$\text{육시마이오글로빈} = \{\text{흡광도}/(12 \times 10^3)\} \times 10^6$$

$$\text{메트마이오글로빈 activity}$$

$$= \{\text{OxyMb생성량} \times (10^3/\text{반응시간}) \times \text{희석배율}\} / \text{시료무게(g)}$$

시험결과 값은 SAS(2005) 시스템을 이용하여 분산분석 방법에 의해 처리구간 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

육색(Hunter L^* , a^* , b^*) 및 chroma(채도, 색도), hue(색조, 색상) 및 색차(ΔE)값의 측정결과는 Table 2에서 보는 바와 같이 명도(L^*)는 대조구 31.71, 유기태 셀레늄 효모 급여구 30.40, 유기태 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구(Se-SMC) 32.17로 Se-SMC 급여구가 다소 높았으나, 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 적색도(a^*) 측정값에서도 유의적인 차이는 없었지만, 대조구 17.23, 유기태 셀레늄 효모급여구 17.24 및 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구 17.47로 측정되었으며, 황색도(b^*)에서도 대조구 6.37, 유기태 셀레늄 효모급여구 6.36, 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구 6.58로 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구가 다소 높게 나타났다. Chroma 값, 색조인 hue 값, 총색차 ΔE 측정치도 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았지만($p>0.05$), 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구가 높은 경향을 보였다. 이상의 결과를 볼 때, 최대 홍화시점으로 알려진 절개 후 30분이 경과한 육색측정 값으로는 유기태 셀레늄 급여효과를 확인할 수 없었다.

Table 3은 유기태 셀레늄, 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구와 대조구간의 육색소 화학적 조성을 비교한 결과로 Mb의 함량은 대조구와 시험구에서 각각 6.39%, 14.18%로 대

Table 2. Comparison of meat color properties for Hanwoo steers administered with Organic-Se, Se-SMC and control

		Control	Organic Se	Se-SMC**
Hunter	L*	31.71±1.03	30.40±1.10	32.17±0.69
	a*	17.23±0.16	17.24±0.89	17.47±0.40
	b*	6.37±0.13	6.36±0.40	6.58±0.24
Chroma***		24.08±0.26	24.34±1.05	24.36±0.52
Hue		59.90±0.98	58.72±0.73	60.10±0.61
ΔE		44.94±0.91	43.81±1.53	45.53±0.79

L*, lightness; a*, redness; b*, yellowness.

**Se-SMC, Se-spent mushroom compost.

***Chroma = $\{(a)^2+(b)^2\}^{1/2}$; Hue angle = $\tan^{-1}(b^*/a^*)$; ΔE(Total color difference) = $\{(\Delta L^*)^2+(\Delta a^*)^2+(\Delta b^*)^2\}^{1/2}$.

Table 3. Comparison of Mb, OxyMb and MetMb contents (%) for *M. longissimus* of Hanwoo steer beef administered with Se-SMC and control

	Control	Se-SMC*
Mb (%)	6.39 ^b ±1.27	14.18 ^a ±3.01
OxyMb (%)	89.07 ^a ±3.06	83.47 ^b ±5.36
MetMb (%)	4.56 ^a ±3.10	2.35 ^b ±3.51

*Se-SMC, Se-spent mushroom compost.

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

조구가 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구에 비하여 유의적으로($p<0.05$) 낮은 결과를 보였으며, OxyMb의 함량은 반대로 대조구 89.07%, 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구 83.47%로 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구 낮은($p<0.05$) 결과를 보였다.

그러나 메트마이오글리빈 함량은 대조구가 4.56%이었고 시험구가 2.35%로 대조구가 높은($p<0.05$) 결과를 보였다. 이상의 결과는 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구가 대조구에 비해 산화와 갈색화가 지연되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Yin 등(1993)은 비타민 E의 free radical 제거제로서 OxyMb의 산화를 지연시키는 효과를 가지고 있다고 하였는데, 유기셀레늄 또한 동일한 역할을 하는 것으로 판단된다. 보다 더 정확한 육색 안정성을 측정하기 위해서는 시료를 산화시킨 후 측정해 볼 필요성이 대두되었다.

Table 4. Changes of Mb, OxyMb and MetMb contents (%) for *M. longissimus* of Hanwoo steer beef administered with Se-SMC and control when stored for 14 or 21 days at 4°C

Storage Days*	Items	Control	Organic-Se	Se-SMC**
14	Mb (%)	11.69 ±5.71	10.66 ±4.07	8.68 ±2.20
	OxyMb (%)	26.04 ^b ±7.06	28.52 ^{ab} ±4.67	33.78 ^a ±7.32
	MetMb (%)	62.26 ±5.29	60.78 ±5.65	57.53 ±7.32
21	Mb (%)	11.60 ±5.75	12.09 ±3.95	12.41 ±2.59
	OxyMb (%)	12.65 ^b ±1.45	18.98 ^a ±4.02	18.72 ^a ±1.71
	MetMb (%)	75.72 ^a ±4.85	68.94 ^b ±3.22	68.86 ^b ±1.90

*The results were obtained that the beef samples were firstly stored at 4°C for 14 or 21 d and then secondly stored to oxidize at 20°C for 48 h.

**Se-SMC; Se-spent mushroom compost.

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

따라서 Table 4는 도축 후 4°C에서 14일 및 21일간 숙성된 시료를 산화시키기 위하여 분쇄한 후, 20°C의 항온항습기에서 48시간 산화시킨 후 측정된 육색소 화학적 조성을 비교한 결과로서 처리구별 Mb의 함량은 저장 14일차 대조구 11.69, 유기태 셀레늄 효모급여구 10.66, 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구 8.68로 21일차 대조구 11.60, 유기태 셀레늄 효모급여구 12.09, 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구 12.41로 유의적인($p>0.05$) 차이를 보이지 않았으나, OxyMb은 저장 14일차 대조구 26.04, 유기태 셀레늄 효모급여구 28.52, 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구 33.78로, 21일차는 대조구 12.65, 유기태 셀레늄 효모급여구 18.98, 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구 18.72로 대조구에 비하여 유기태 셀레늄 효모급여구와 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구가 높은($p<0.05$) 결과를 보였다. 메트마이오글로빈의 함량은 대조구가 셀레늄 처리구에 비해 높은($p<0.05$) 것으로 나타났다. 이러한 결과는 유기태 셀레늄 효모를 소에게 급여할 경우 육색소의 산화 및 갈색화를 지연시킴으로써 유통기간 중 일반 쇠고기에 비해 선홍색을 보다 오래 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

Fig. 1과 Table 5는 대조구와 시험구의 MetMb substrate를 비교하기 위하여 흡광도 측정기에서 30°C에서 15분간 반응시키면서 2초 간격으로 측정한 흡광도 값으로서 셀레늄 처리구가 대조구에 비해 높은 흡광도 값을 보여 육색의 안정성이 높은 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 육

Table 5. Comparison of OxyMb and MetMb reductase contents and MetMb reductase activity for *M. longissimus* of Hanwoo steer beef administered with organic-Se, Se-SMC and control

Items	Control	Organic Se	Se-SMC***
Oxy Mb Production*	23.81 ^b ±0.97	22.17 ^b ±2.68	41.82 ^a ±1.80
MetMb reductase Activity (Unit×10 ³ /g min)**	11.8 ^c ×10 ³	32.8 ^a ×10 ³	21.4 ^b ×10 ³

*OxyMb production = [absorbance ÷ (12 × 10³)] × 10⁶.

**MetMb reductase activity = [(Oxy-Mb production × 10³ × reaction time) × dilution factor] ÷ sample weight (g).

***Se-SMC, Se-spent mushroom compost.

^{a-c} Means±SD in the same row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

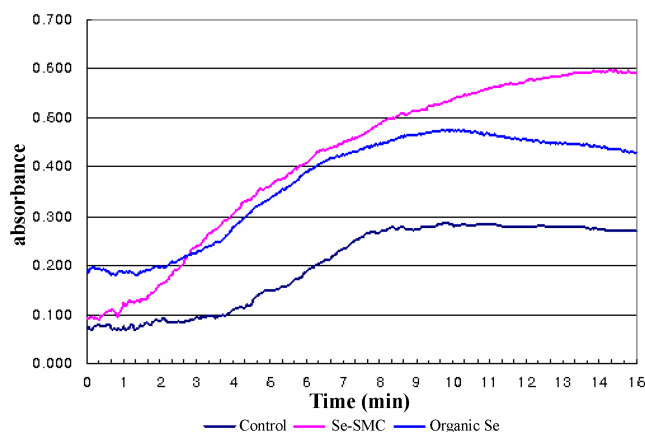


Fig. 1. Comparison of changes in absorbance value of MetMb substrate for *M. longissimus* of Hanwoo steer beef administered with Organic-Se, Se-SMC and control. Se-SMC, Se-spent mushroom compost.

색소 화학적 특성과 일치하는 결과로서 유기태 셀레늄 급여 쇠고기를 소매상품으로 제조 판매시 OxyMb이 MetMb으로 전환되는 것을 억제하여 이상적인 육색을 장시간 유지할 수 있을 것으로 판단되었다. 이는 Bekhit와 Faustman (2005)가 MetMb의 감소시스템이 육색에 영향을 미친다고 한 결과와 유사한 결과라 하겠다.

요 약

유기태 셀레늄 급여가 쇠고기의 육색의 안정성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 유기태 셀레늄(효모, 미국 Sel-Plex)군, 유기태 셀레늄 강화버섯을 생산하고 폐기되는 셀레늄이 다량 함유되어 있는 폐배지(Se-SMC : Se-spent mushroom compost)를 급여한 쇠고기와 급여하지 않은 쇠고기의 육색 안정성을 비교한 결과는 다음과 같다. 육색(Hunter L*, a*, b*), chroma(채도, 색도), hue(색조, 색상) 및 총색차(ΔE)값을 측정된 결과 처리구간에 차이가 없는 것을 볼 때 최대 홍화시점으로 알려진 절개 후 30분이 경과한 육색측정 값으로는 유기태 셀레늄의 급여효과를 구명하기 어려웠다. 반면 냉장(4±1°C) 14일 및 21일 저장한 시료를 분쇄한 후, 20°C의 항온기에서 48시간 산화시킨 후 육색소의 화학적 조성을 비교한 결과, OxyMb은 저장

14일차 대조구 26.04, 유기태 셀레늄 효모급여구 28.52, 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구 33.78이었고, 21일차는 대조구 12.65, 유기태 셀레늄 급여구 18.98, 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구 18.72로 대조구에 비하여 유기태 셀레늄 효모급여구와 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구가 높은 ($p < 0.05$) 결과를 보였다. MetMb의 함량에 있어서는 대조구가 유기태 셀레늄 효모급여구와 셀레늄 강화 버섯폐배지 급여구에 비하여 높은($p < 0.05$) 결과를 보여 셀레늄 급여 쇠고기는 Mb의 산화 및 갈변화를 억제하고 선홍색의 육색을 유지하는데 효과적인 것으로 판단된다.

참고문헌

- Bekhit, A. E. D. and Faustman, C. (2005) MetMb reducing activity. *Meat Sci.* **71**, 407-439.
- Faustman, C. and Cassens, R. G. (1990) The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. *J. Muscle Foods.* **1**, 217-243.
- 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.
- Hagler, L., Coppes, R. I. Jr., and Herman, R. H. (1979) Metmyoglobin reductase. Identification and purification of a reduced nicotinamide adenine dinucleotide dependent enzyme from Bovine heart which reduces metmyoglobin. *The J. Biological Chem.* **254**(14), 6505-6514.
- Jeong, J.Y., Yang, H. S., Kang, G. H. Lee, J. I., Park, G. B., and Joo, S. J. (2006) Effect of freeze-thaw process on myoglobin oxidation of pork loin during cold storage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**(1), 1-8.
- Kang, S. M., Kim, Y. S., Liang, C. Y., Song, Y. H., and Lee S. K. (2008) Effect of feeding periods of dietary *Rhus verniciflua* stokes on the quality characteristics of Hanwoo beef during refrigerated storage. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **28**(4), 401-407.
- Krzywicki, K. (1982) The determination of haem pigments in meat. *Meat Sci.* **7**, 29-36.
- Lawrie, R. A. (1966) The eating quality of meat. In : Lawrie, R. A. Meat Science. Pergamon Press, Oxford. pp. 270-322.
- Ledward, D. A. (1985) Post-slaughter influences on the formation metmyoglobin in beef muscle. *Meat Sci.* **15**, 149-171.
- Lee, S. H., Park, B. Y., Yeo, J. M., Lee, Sung S., Lee, J. H., Ha, J. K., and Kim, W. Y. (2007) Effects of different sele-

- nium sources on performance, carcass characteristics, plasma glutathione peroxidase activity and selenium deposition in finishing Hanwoo steers. *Asian-Aust. J. Animal. Sci.* **20**(2), 229-236.
11. Lee, S. H., Park, B. Y., and Kim, W. Y. (2004) Effects of spent composts of Se-enriched mushrooms on carcass characteristics, plasma GSH-Px activity, and Se deposition in finishing Hanwoo steers. *Kor. J. Anim. Sci. & Technol.* **46**(5), 799-810.
 12. Madhavi, D. L. and Carpenter, C. E. (1993) Aging and processing affect color, metmyoglobin reductase and oxygen consumption of beef muscles. *J. Food Sci.* **58**, 939-942, 947.
 13. McKenna, D. R., Mies, P. D., Baird, B. E., Pfeiffer, K. D., Ellebracht, J. W., and Savell, J. W. (2005) Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. *Meat Sci.* **70**, 665-682.
 14. Mikkelsen, A., Sosniecki, L., and Skibsted, K. H. (1992) Myoglobin catalysis in lipid oxidation. *Zeitschrift fur lebensmittel untetsu-chung und Forschung.* **195**, 228-234.
 15. O'keefe, M. and Hood, D. E. (1982) Biochemical factors influencing metmyoglobin formation on beef from muscles of differing color stability. *Meat Sci.* **7**, 209-228.
 16. Park, B. Y., Cho, S. H., Kim, J. H., Lee, S. H., Hwang, I. H., Kim, D. H., Kim, W. Y., and Lee, J. M. (2005) Effects of organic selenium supplementation on meat quality of Hanwoo steers. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **47**, 277-282.
 17. Park, B. Y., Kim, J. H., Hwang, I. H., Hah, K. H., Lee, S. H., Cho, S. H., Kim, D. H., Lee, J. M., and Kim, W. Y. (2005) Effects of feeding period of organic selenium supplementation on meat quality of Hanwoo steers. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **25**(4), 430-435.
 18. Park, B. Y., Cho, S. H., Seong, P. N., Hah, K. H., Lee, S. H., Hwang, I. H., Kim, D. H., Kim, W. Y., Lee, J. M., and Ahn, J. N. (2006) Effect of Selenium Sources on Meat Quality of Hanwoo Steers. *Kor. J. Anim. Sci. & Technol.* **48**(4), 603-610.
 19. Renerre, M. (1990) Factors involved with the discoloration of beef. *Int. J. Food Sci. and Technol.* **25**, 613-630.
 20. Rotruck, J. T., Pope, A. L., Ganther, H. E., Hafeman, D. G., Swanson, A. B., and Hoekstra, W. G. (1973) Selenium: Biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Science.* **179**, 588-590.
 21. SAS. (2005) SAS/STAT user's guide, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
 22. Smith, G. C., Belk, K. E., Sofos, J. N., Tatum, J. D., and Williams, S. N. (2000) Economic implications of improved color stability in beef. In: Antioxidants in muscle foods: Nutritional strategies to improve quality. Decker, E. A., Faustman, C., and Lopez-Bote, C. J., Wiley Interscience, New York, pp. 397-426.
 23. Warriss, P. D. (1979) The extraction of haem pigments from fresh meat. *J. Food Technol.*, **14**, 75-80.
 24. Yin, M. C., Faustman, C., Riesen, J. W., and Williams, S. N. (1993) The effects of a-tocopherol and ascorbate upon oxymyoglobin and phospholipid oxidation. *J. Food Sci.* **58**, 1273-1278.
-
- (Received 2009.6.29/Revised 1st 2009.9.20, 2nd 2009.9.25/
Accepted 2009.9.28)