



유기 셀레늄 강화 버섯 폐배지 급여기간이 쇠고기육질에 미치는 영향

박범영* · 김진형 · 황인호 · 하경희 · 이성훈¹ · 조수현 · 김동훈 · 이종문 · 김완영¹
농촌진흥청 축산연구소 · ¹한국농업전문학교

Effects of Feeding Period of Organic Selenium Supplementation on Meat Quality of Hanwoo Steers

Beom-Young Park*, Jin-Hyoung Kim, In-Ho Hwang, Kyung-Hee Hah, Seong-Hun Lee¹,
Soo-Hyun Cho, Dong-Hun Kim, Jong-Moon Lee, and Wan-Young Kim¹

National Livestock Research Institute, RDA, Suwon

¹Korea National Agricultural College, RDA

Abstract

Current study was conducted to investigate the effect of organic selenium supplementation originated from mushroom culture medium on meat quality of Hanwoo steers. The results showed that organic selenium supplementation of 0.9 ppm (DM based ratio) for 2 (T1), 4 (T2) and 6 (T3) months had no effect on moisture content in longissimus muscle, with 63 to 66%, compared to non-supplemented control group. Similarly, intramuscular fat content, ranged from 11.7 to 16.4%, did not differ between the treatment groups ($p>0.05$). T3 group showed the highest protein content with 20.8%, while T2 group had the lowest content with 19.2%. The data indicated that organic selenium supplementation to the experimental concentration had indictable effect on proximate composition. The treatments similarly had no influence on physical and biological characteristics of longissimus muscle, where cooking loss and shear force ranged from 20 to 21% and from 3.6 to 4.4kg, respectively. On the other hand, muscle pH at 24 h postmortem showed 5.52, 5.57, 5.50, 5.50 for control, T1, T2 and T3, respectively, indicating that the longer feeding period resulted in the lower ultimate pH. A similar trend was observed from water-holding capacity (63.8, 64.4 and 64.2% for T1, T2 and T3, respectively) which was significantly higher than control group of 59.5%. For sensory evaluation, juiciness did not differ between the treatment groups, but T1 and T2 (5.30 and 5.28, respectively) showed significantly tender meat. Particularly, T2 group received significantly higher flavor score among the treatment groups including controls. The data indicated that organic selenium supplementation to the experimental concentration had no effect on beef quality, but the treatment effect on anti-oxidation function is remained for further studies.

Key words : organic selenium, mushroom culture medium, anti-oxidation, meat quality

서론

식생활의 서구화와 운동 부족으로 인하여 현대인은 비만, 당뇨를 비롯한 만성 성인병 및 각종 암의 위험에 노출되어 있으며, 최근 일고 있는 well-being 열풍과 함께 건강에 대한

관심도 증가하고 있다. 따라서 학계 및 업계에서도 인체에 이로운 생리활성 물질이 함유된 기능성 축산물 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Garnier *et al.*, 2003). 기존의 연구는 기능성 지방산을 비롯하여 노화 및 각종 질병과 관련된 식물성 추출물을 이용하여 가축에게 사료로서 급여하거나 축산물 가공과정에 첨가하여 축산물 내에 이들 물질을 강화시키고자 하는 시도가 있어 왔으나(Jimenez-Colmenero *et al.*, 2001; Wood *et al.*, 2003), 최근에는 탄수화물, 단백질 및 지방 위주의 영양소 체계에서 그동안 소홀히 했던 미량원소

* **Corresponding author** : Beom-Young Park, National Livestock Research Institute, RDA, 564 Omokchun-dong, Suwon 441-350, Korea. Tel: +82-31-290-1701, Fax: +82-31-290-1697, E-mail: byp5252@rda.go.kr

인 광물질과 비타민에 대한 관심이 높아지고 있다(Reddy, 1996). 미량 원소는 자칫 소홀하기 쉬우며 이들 영양소의 결핍 및 섭취 부족은 정상적인 유지 성장이 불가능하며 질병에 대한 면역력이 떨어질 수도 있다.

셀레늄은 생체 필수 미량 원소로서 다양한 생명체에 널리 존재하고 있으며, 동물과 인간의 질병을 막을 수 있다는 사실이 알려지면서 1950년대 이후 연구가 활발하게 진행되어 왔다. 또한 세포 내 항산화 방어체계에서 중요한 역할을 하는 금속 함유 효소인 glutathione peroxidase(GSH-Px)의 필수성분 이라고 보고되면서부터 더욱 주목받기 시작하였다(Rotruck *et al.*, 1973). 셀레늄은 혈전 생성을 억제하고 혈관 벽과 심장세포를 활성산소 등 free radical의 공격으로부터 보호하므로 심장혈관계 질환을 예방하는 작용을 하며(Biesalski, 2005; McDonald *et al.*, 1995), 매일 200 µg의 셀레늄 보충제를 4년 6개월간 복용한 사람의 암 발생 위험이 그렇지 않은 사람보다 평균 37%나 감소했으며 특히, 전립선암은 63%, 대장암은 58%, 폐암 발생 가능성은 46%나 각각 줄어드는 것으로 보고되어 암의 발생과 성장을 억제하는 것으로 알려져 있다(Clark *et al.*, 1996). 또한 셀레늄은 면역 기능을 유지시키는 데 중요한 역할을 하며, 에이즈 원인균인 HIV 바이러스의 감염을 억제하고 HIV 바이러스 감염이 에이즈로 되는 것을 막아주며, 적정량의 셀레늄을 섭취한 사람에 비해 HIV 바이러스 감염환자는 20배 이상 더 사망률이 높다는 연구 결과가 보고되었다(Ozsoy and Ernst, 1999).

이상과 같이 셀레늄은 인체 건강에 상당히 중요한 역할을 할 뿐만 아니라 생체 내 필요로 하는 셀레늄 함유 효소 및 단백질의 성분을 구성하는 필수 영양소로서 상당한 관심을 받고 있다. 전 세계의 수많은 인구가 셀레늄 결핍상태에 있어 일상생활을 통한 자연스러운 셀레늄 섭취를 위해 셀레늄 함유 농축산물의 개발이 시급하다. 이에 많은 동물영양학자들이 셀레늄 강화 축산물에 대한 연구를 수행하였으며, 그 결과 축산물 내 셀레늄 축적은 셀레늄의 화학적 형태 및 동물의 축종에 따라 그 이용률이 다르며, 일반적으로 무기 셀레늄보다 유기 셀레늄이 더욱 효과적이라고 보고하였다(Mahan and Parrett, 1996; NRC, 1996; Ortman and Pehrson, 1999; Van Ryssen *et al.*, 1989). 국내에서도 셀레늄을 강화시킨 기능성 한우를 생산하기 위한 연구가 시도되었으며, 셀레늄 농도를 건물 기준으로 하여 0.9 ppm 첨가하였을 때, 육내 축적량이 높았으며, 육색과 관능에서도 우수한 효과를 나타냈다고 보고하였다(Lee *et al.*, 2004; Park *et al.*, 2005).

따라서 본 연구에서는 거세우 한우에 유기 셀레늄 강화 버섯을 생산하고 폐기되는 버섯 폐배지를 사료에 첨가하여 급여기간을 달리하였을 때, 비육된 쇠고기의 이화학적 특성을 조사하여 적정 급여기간을 설정하고, 근육내 셀레늄이 강

화된 기능성 한우육을 생산하기 위한 기초 자료를 제시하고자 수행하였다.

재료 및 방법

셀레늄 급원 및 공시축

본 시험에 사용된 셀레늄 급원은 유기 셀레늄 강화 버섯을 생산하고 폐기되는 셀레늄이 다량 함유되어 있는 폐배지(Se- SMC; Se-spent mushroom compost)를 활용하였다. 실험 사료는 셀레늄 농도를 Lee 등(2005)이 최적 조건으로 제시한 0.9 ppm(건물기준)으로 사료를 제조하고 급여기간을 2, 4 및 6개월 처리구로 설정하였으며, 에너지(TDN: 약 75%)와 단백질 함량(CP: 약 12%)이 처리구간에 동일하도록 제조하여 시험사료로 사용하였다. 시험축은 비육후기 거세 한우 30두(처리별 생체중 : 2개월 급여군 621 kg 이상, 4개월 급여군은 561~ 620 kg, 6개월 급여군은 500~560 kg의 소를 배치)를 사양 본 시험 착수 1달 전에 시험사료 및 환경에 적응시켜, 처리구별 5두씩 배치하였다.

시료 채취

사양시험이 완료된 시험축은 나주축산물공판장에 도축 전 일 출하하여 계류 후 도축하였으며, 도축된 도체는 0°C의 도체 냉각실에서 18시간 냉각하여 도체 심부 온도가 5°C 이하로 저하된 다음 축산물 등급 판정사가 소 도체 등급 판정 기준에 의거 등급 판정을 하였다. 분석시료는 등급판정 후 도축장내 부분육 작업장으로 이동·분할 정형 작업한 후 공시축의 좌도체 채끝육(배최장근; *m. longissimus*)을 채취하여 진공포장한 다음 축산연구소로 운반하였다. 구입한 시료는 도축 후 2일간 냉장보관(1±1°C)한 후 도축 3일째 육질 특성 분석에 사용하였다.

조사항목별 분석방법

수분, 조단백질, 조지방, 조회분 등 일반성분은 AOAC 방법(1995)에 의해 분석하였으며, 보수력(Water holding capacity; WHC)은 Laakkonen 등(1970)의 방법을 약간 변형한 Park 등(2001)의 방법에 따라 측정하였고, 가열감량(Cooking loss)은 채끝육의 가열 전·후 중량차로 계산하였다. 육색은 근육을 절단하여 절단면을 공기 중에 30분 노출시킨 후 Chromameter(Model 300, Minolta Co. Ltd. Japan)로 Hunter L*, a*, b* 값을 9반복으로 측정하였으며, 관능 검사는 10명의 관능검사 요원들이 6점법으로 측정하였다(연도: 1=매우 질기다. 6=매우 연하다., 풍미, 다즙성: 1=매우 나쁘다. 6=매우 좋다.). 전단력은 등심을 심부온도 70°C에서 10분간 가열한 후 전단력 측정기(Warner-Bratzler shear meter; G-R Elec. Mfg.

Co., USA)로 측정하였으며, 육즙 감량(Purge loss)은 진공 포장된 배최장근을 냉장고(4℃)에서 2시간 보관한 후 무게 감량을 백분비로 계산하였다. 무기물 함량은 ICP 발광분광 분석법 중 표준곡선법을 이용하여 원소 농도가 다른 각 혼합표준용액 중의 각 원소의 농도를 미리 데이터 처리장치에 기억시킨 다음 각 혼합표준용액을 플라즈마에 도입하여 각 원소의 스펙트럼선 강도를 측정하여 표준곡선을 작성하였다. 그 다음 시험용액을 플라즈마에 도입하여 스펙트럼선 강도를 측정하고, 다시 백그라운드를 보정하여 표준곡선으로부터 각 분석 대상 원소의 농도를 구하였다.

통계분석

시험 성적의 통계분석은 SAS(1996) 프로그램의 GLM procedure를 이용하여 Duncan의 다중검정으로 각 요인간의 유의성을 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분

유기 셀레늄이 첨가된 사료의 급여기간을 달리하여 비육시킨 한우 거세우 채끝육의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분함량은 63%에서 66%까지 분포하였으나 급여기간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 근내지방도와 직접적으로 관련된 등심의 지방함량은 처리구별로 약

11.7%에서 16.4% 정도의 분포를 보였으나 수분 함량과 같이 처리구간 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 단백질은 T3구가 20.8%로 가장 높았고, T2구가 19.2%로 가장 낮은 조성을 보였다. 이러한 결과는 한우에 유기 셀레늄의 첨가 수준을 달리하여 급여시켰을 때, 일반성분의 조성 차이가 보이지 않았다(Park *et al.*, 2005)는 결과와 유사하였다. 유기 셀레늄을 사료로서 첨가 급여할 경우 급여기간이 쇠고기의 일반성분에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

물리적 특성

유기 셀레늄이 첨가된 사료의 급여기간을 달리하여 비육시킨 한우 거세우 채끝육의 물리적 특성을 분석한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 식육을 가열 조리했을 때 일어나는 수분의 손실 정도를 알아보는 척도로 가열 감량을 이용하는 데 가열 감량은 단백질의 변성으로 나타나며, 보수력에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Cohen, 1984; Winger and Fennema, 1976). 육의 pH가 높으면 가열 감량이 적고, 드립의 발생은 사후 pH의 저하(Savage *et al.*, 1990)와 근육의 수축(Hamm, 1982)으로 증가하게 된다고 알려져 있는데 본 실험에서는 처리구에 따른 pH의 변화와 가열 감량은 큰 차이를 나타내지 않았다. 전단력 또한 가열 감량과 유사한 경향으로 처리구별 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 이러한 연구 결과는 O'Grady 등(2001)이 셀레늄 급여에 의한 쇠고기의 물리적 특성에는 유의적 차이가 없다는 보고와 유

Table 1. Effects of feeding period of organic selenium supplementation on chemical composition of beef longissimus muscle

	C	T1	T2	T3
Number of animal	15	5	5	5
Moisture(%)	64.48 ±0.82	63.29 ±0.78	63.99 ±1.46	66.60 ±1.54
Fat(%)	14.73 ±1.12	16.38 ±1.00	15.97 ±1.84	11.68 ±2.11
Ash(%)	0.85 ±0.03	0.81 ±0.01	0.80 ±0.04	0.92 ±0.14
Protein(%)	19.94 ^{ab} ±0.35	19.52 ^{ab} ±0.30	19.24 ^b ±0.40	20.81 ^a ±0.58

C : Hanwoo steers fed on general feed.

T1 : Hanwoo steers fed on general feed with organic selenium(0.9 dry matter-based ppm) in mushroom cultured media for 2 months.

T2 : Hanwoo steers fed on general feed with organic selenium(0.9 dry matter-based ppm) in mushroom cultured media for 4 months.

T3 : Hanwoo steers fed on general feed with organic selenium(0.9 dry matter-based ppm) in mushroom cultured media for 6 months.

^{a,b} : Means having different letters in the same row are significantly different ($p<0.05$).

Table 2. Effects of feeding period of organic selenium supplementation on meat quality of beef longissimus muscle

	C	T1	T2	T3
Cooking loss(%)	21.19 ±0.69	20.57 ±0.69	21.00 ±0.25	20.95 ±0.54
Shear force(kg/0.5inch ²)	4.09 ±0.23	4.40 ±0.20	3.69 ±0.23	3.91 ±0.27
Ultimate pH	5.52 ^{ab} ±0.02	5.57 ^a ±0.01	5.50 ^b ±0.02	5.50 ^b ±0.00
Water holding capacity(%)	59.45 ^b ±1.04	63.81 ^a ±1.00	64.38 ^a ±0.75	64.16 ^a ±0.95

Treatments are the same as described in Table 1.

^{a,b} : Means having different letters in the same row are significantly different ($p<0.05$).

사한 결과이다. 반면 보수력은 대조구 59.5%에 비하여 시험구 T1, T2, T3 각각 63.8, 64.4, 64.2%로 높았으나($p < 0.05$), 급여기간에 따른 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$).

관능적 특성

유기셀레늄의 급여기간을 달리하여 비육시킨 거세 한우 채끝육의 관능적 특성을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 다즙성은 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 연도는 T1구와 T2구가 각각 5.30, 5.28점으로서 T3구보다 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 이러한 결과는 유기 셀레늄의 급여기간보다 근내지방의 함량이 높은 것에 기인한 것으로 판단되어 지는데 이는 지방 세포의 분화 및 성장이 결체 조직 사이에서 일어나므로(Nishimura *et al.*, 1999), 고기내 결체 조직 수가 상대적으로 줄어들고 씹힘 작용에서 지방의 윤활 작용(Miller, 1994)과 침샘을 자극하여 다즙성이 높은 느낌을 받는다고 하였다. 또한 향미에서도 T2구가 다른 처리구와 대조구에 비하여 유의적으로 높은 결과를 보였는데($p < 0.05$), 이는 T2구가 전단력가가 낮고 지방함량이 다른 처리구들에

비하여 비교적 높은 수준을 보인 결과로 사료된다.

무기물 함량

유기셀레늄의 급여기간을 달리하여 비육시킨 거세 한우 채끝육의 무기물 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. Ca, P, K, Na, Mg, Fe, Mn, Zn 및 Cu 모두 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않아 유기 셀레늄 급여에 의한 근육내 무기물의 조성 변화는 없는 것으로 판단된다. 그동안의 연구 결과에 따르면 사료내 셀레늄의 첨가량이 높은 것이 근육내 셀레늄 축적량이 증가된다고 하였으나(Lee *et al.*, 2004), 다른 무기물 함량에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타나(Park *et al.*, 2005), 유기 셀레늄의 급여는 다른 무기물 함량에는 영향을 미치지 않고 셀레늄 함량은 증가되어 유기셀레늄 강화 쇠고기 생산의 가능성이 보고되고 있다.

육 색

유기 셀레늄의 급여기간을 달리하여 비육시킨 거세 한우 채끝육의 육색을 분석한 결과는 Table 5와 같다. Hunter 명도(L*)는 대조구 31.30, 2개월, 3개월 4개월 급여구에서 각각 30.2, 32.2, 31.9로 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 적색도(a*)와 황색도(b*)에서도 명도와 마찬가지로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 본 시험 결과는 절개 후 30분간 홍색

Table 3. Effects of feeding period of organic selenium supplementation on sensory characteristics of beef longissimus muscle

	C	T1	T2	T3
Juiciness ¹⁾	5.17 ± 0.15	5.18 ± 0.14	5.40 ± 0.20	4.96 ± 0.19
Tenderness ²⁾	4.75 ^{ab} ± 0.16	5.30 ^a ± 0.15	5.28 ^a ± 0.22	4.40 ^b ± 0.33
Flavor ³⁾	4.91 ^b ± 0.05	5.02 ^b ± 0.17	5.48 ^a ± 0.10	4.96 ^b ± 0.22

Treatments are the same as described in Table 1.

^{a,b} : Means having different letters in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾ Juiciness : 1=Extremely dry, 6=Extremely juicy.

²⁾ Tenderness : 1=Extremely tough, 6=Extremely tender.

³⁾ Flavor : 1=Extremely bland, 6=Extremely intense.

Table 5. Effects of feeding period of organic selenium supplementations on meat color of beef longissimus muscle

	C	T1	T2	T3
Hunter L*	31.30 ± 0.47	30.24 ± 1.20	32.17 ± 0.69	31.87 ± 0.70
Hunter a*	17.46 ± 0.20	16.99 ± 1.02	17.47 ± 0.40	17.26 ± 0.58
Hunter b*	6.58 ± 0.09	6.61 ± 0.52	6.58 ± 0.24	6.45 ± 0.34

Treatments are the same as described in Table 1.

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

Table 4. Effects of feeding period of organic selenium supplementation on inorganic levels of beef longissimus muscle

(Unit : ppm)

	C	T1	T2	T3
Ca	48.91 ± 0.64	47.15 ± 0.73	46.99 ± 1.50	53.98 ± 1.84
P	1,532.00 ± 51.90	1,486.78 ± 22.64	1,529.38 ± 43.45	1,486.50 ± 35.41
K	2,499.30 ± 97.55	2,643.46 ± 69.20	2,522.11 ± 53.73	2,356.52 ± 63.59
Na	412.80 ± 19.44	404.51 ± 13.06	417.63 ± 9.38	384.63 ± 19.82
Mg	188.26 ± 7.54	187.62 ± 3.11	189.47 ± 4.98	186.99 ± 4.62
Fe	20.62 ± 1.04	18.04 ± 0.97	18.77 ± 1.32	19.21 ± 1.21
Mn	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Zn	31.55 ± 1.16	27.25 ± 0.17	31.38 ± 0.71	30.97 ± 0.93
Cu	0.10 ± 0.02	0.19 ± 0.07	0.07 ± 0.02	0.04 ± 0.02

Treatments are the same as described in Table 1.

화 후에 측정된 결과로 처리구간 차이가 없었으나, 유기 셀레늄 급여가 육색에 미치는 영향에 대해서는 최대 홍색화 이후 장시간이 경과한 다음 육색소 조성 등의 분석을 통하여 비교해야 더욱더 정확한 비교 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단되었다.

요 약

유기 셀레늄 강화 폐배지를 첨가한 실험사료는 셀레늄 농도를 건물 기준으로 0.9 ppm이 되도록 첨가하여 무급여(C), 2개월(T1), 4개월(T2), 6개월(T3)급여한 한우 거세우 채끝육의 육질에 미치는 영향을 비교한 결과, 수분함량은 63%에서 66%로 급여기간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 근내 지방도와 직접적으로 관련된 지방함량도 처리구별로 약 11.7%에서 16.4% 정도의 분포를 보였으나 처리구간 유의적 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 단백질은 T3구가 20.8%로 가장 높았고, T2구가 19.2%로 가장 낮은 조성을 보였다. 따라서 유기 셀레늄을 사료로서 첨가 급여할 경우 일반조성분에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 물리적 특성에 미치는 영향을 비교한 결과, 가열 감량은 20~21%, 전단력은 3.6~4.4kg/inch²의 범위로 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 사후 24시간 pH는 대조구와 T1구가 각각 5.52, 5.57, T2와 T3는 5.50으로 급여기간이 길어짐에 따라 낮아지는 경향을 보였다. 반면 보수력은 대조구 59.5%에 비하여 시험구 T1, T2, T3가 각각 63.8, 64.4, 64.2%로 유의적으로 높은 경향을 보였으나($p<0.05$), 급여기간에 따른 차이는 보이지 않았다($p>0.05$). 관능 특성을 비교한 결과로서 다즙성은 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 연도는 T1구와 T2구가 각각 5.30, 5.28점으로서 T3구보다 유의적으로 높았으며, 향미에서는 T2구가 다른 처리구와 대조구에 비하여 높은 결과를 보였다. 본 연구 결과 유기셀레늄 급여기간이 쇠고기의 육질에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 유기 셀레늄 급여에 의한 항산화 효과 등에 대해서는 앞으로 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림기술개발사업과제(202115-03-SB010)의 연구비 지원에 의하여 이루어진 결과의 일부로 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. AOAC (1995) Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 16th ed.

2. Biesalski, H. K. (2005) Meat as a component of a healthy diet - are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet. *Meat Sci.* **70**, 509-524.
3. Clark, L. C., Combs, G. F. Jr, Turnbull, B. W., Slate, E. H., Chalker, D. K., Chow, J., Davis, L. S., Glover, R. A., Graham, G. F., Gross, E. G., Krongrad, A., Leshner, J. L. Jr, Park, H. K., Sanders, B. B. Jr., Smith, C. L., and Taylor, J. R. (1996) Effects of selenium supplementation for cancer prevention in patients with carcinoma of the skin. *JAMA* **276**, 1957-1963.
4. Cohen, T. (1984) Aging of frozen parts of beef. *J. Food Sci.* **49**, 1174-1177.
5. Garnier, J. P., Klont, R., and Plastow, G. (2003) The potential impact of current animal research on the meat industry and consumer attitudes towards meat. *Meat Sci.* **63**, 79-88.
6. Hamm, R. (1982) Post-mortem changes in muscle with regard to processing of hot-boned beef. *Food Technol.* **11**, 105-115.
7. Jimenez-Colmenero, F., Carballo, J., and Corfades, S. (2001) Healthier meat and meat products : their role as functional foods. *Meat Sci.* **59**, 5-13.
8. Laakkonen, E., Wellington, G. H., and Skerbon, J. W. (1970) Low temperature longtime heating of bovine. I. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water-soluble component. *J. Food Sci.* **35**, 175-177.
9. 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. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **46**, 799-810.
10. Lee, S. H., Kwak, W. S., and Kim, W. Y. (2005) Studies on the selenium type and metabolism of selenium accumulation in the selenium-enriched mushroom, *Flammulina velutipes*, and its spent mushroom composts. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **47**, 305-316.
11. Mahan, D. C. and Parrett, N. A. (1996) Evaluating the efficacy of selenium-enriched yeast and sodium selenite on tissue selenium retention and serum glutathione peroxidase activity in grower and finisher swine. *J. Anim. Sci.* **74**, 2967-2974.
12. McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalph, J. F. D., and Morgan, C. A. (1995) Animal Nutrition, 5th ed., Longman

- Scientific & Technical, Copublished in the United States with John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 66-127.
13. Miller, R. K. (1994) Quality characteristics. In muscle foods ; Meat poultry and seafood technology. eds. D. A. Kinsman, A. W. Kotula, and B. C. Breidenstein. New York, Chapman and Hall.
 14. Nishimura, T., Hattori, A., and Takahashi, K. (1999) Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of Japanese black cattle : Effect of marbling on beef tenderization. *J. Anim. Sci.* **77**, 93-104.
 15. NRC (1996) Nutrient requirements of beef cattle. 7th revised edition. National Academy Press, Washington, DC.
 16. O'Grady, M. N., Monahan, F. J. Fallon, R. J., and Allen, P. (2001) Effects of dietary supplementation with vitamin E and organic selenium on the oxidative stability of beef. *J. Anim. Sci.* **79**, 2827-2834.
 17. Ortman, K. and Pehrson, B. (1999) Effect of selenate as a feed supplement to dairy cows in comparison to selenite and selenium yeast. *J. Anim. Sci.* **77**, 3365-3370.
 18. Ozsoy, M. and Ernst, E. (1999) How effective are complementary therapies for HIV and AIDS : a systematic review. *International J. STD. AIDS.* **10**, 629-635.
 19. 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. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **47**, 277-282.
 20. Park, B. Y., Cho, S. H., Yoo, Y. M., Ko, J. J., Kim, J. H., Chae, H. S., Ahn, J. N., Lee, J. M., Kim, Y. K., and Yoon, S. K. (2001) Animal products and processing : Effect of carcass temperature at 3hr post - mortem on pork quality. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **43**, 949-954.
 21. Reddy, B. S. (1996) Micronutrients as chemopreventive agents. *IARC Sci. Publ.* **139**, 221-235.
 22. 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.
 23. SAS (1996) SAS/STAT user's guide, 8th ed. SAS Institute Inc. Cary NC USA.
 24. Savage, A. W. J., Warriss, P. D., and Jolly, P. D. (1990) The amount and composition of the proteins in drip from stored pig meat. *Meat Sci.* **27**, 289-303.
 25. Van Ryssen, J. B., Deagen, J. T., Beilstein, M., and Whanger, P. (1989) Comparative metabolism of organic and inorganic selenium by sheep. *J. Agric. Food Chem.* **37**, 1358-1363.
 26. Winger, R. J. and Fennema, O. (1976) Tenderness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at -3°C or 15°C . *J. Food Sci.* **41**, 1433-1438.
 27. Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard, P. R., and Enser, M. (2003) Effects of fatty acids on meat quality : a review. *Meat Sci.* **66**, 21-32.

(2005. 8. 25. 접수 ; 2005. 11. 6. 채택)