

셀레늄 급여원에 따른 한우 채끝육의 육질 특성

박범영* · 조수현* · 성필남* · 하경희* · 이성훈** · 황인호*** · 김동훈* · 김완영** · 이종문* · 안중남*
농촌진흥청 축산연구소*, 한국농업전문학교**, 전북대학교 동물자원과학과***

Effect of Selenium Sources on Meat Quality of Hanwoo Steers

B. Y. Park*, S. H. Cho*, P. N. Seong*, K. H. Hah*, S. H. Lee**, I. H. Hwang*, D. H. Kim*,
W. Y. Kim**, J. M. Lee* and J. N. Ahn*

National Livestock Research Institute, RDA, Suwon*, Korea National Agricultural College, RDA**
Department of Animal Resources and Biotechnology, Chonbuk University***

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the feeding effect of selenium provided by different sources on the physico-chemical properties of *M. longissimus thoracis*. Twenty Hanwoo steers(20~24 months, approximately 613 kg) were assigned to 4 different feeding groups of each five, depending on the sources of selenium such as inorganic selenium(sodium selenite), organic selenium(Yeast, USA Sel-Plex), Se-SMC(Se-spent mushroom compost) and the control(no selenium). The selenium level in feed was 0.9 ppm for all groups except the control. Animals were fed with different feeding treatments for 12 weeks and slaughtered at National Livestock Research Institute. The inorganic selenium group had the highest cooking loss(CL. %) and followed by the Se-SMC group and organic selenium group. No significant differences in chemical composition, WB-shear forces, water-holding capacity(WHC) and sensory properties were found among the groups(P>0.05). There were 40% frequencies of grade A in the inorganic selenium group and followed by the organic selenium group(20%). Se-SMC group had 80% of frequencies for grade 1+ and followed by the inorganic selenium group(40%), whereas the organic selenium group and the control group had the 20% frequencies for grade 1+. From the results of this study showed that the selenium sources did not affect chemical composition, WHC and tenderness of Hanwoo steers. However, the inorganic selenium group had the highest cooking loss(%) and lowest pH when compared to the other groups.

(Key words : Organic selenium, Mushroom culture medium, Anti-oxidation, Meat quality)

I. 서 론

최근 식생활의 서구화와 운동량 부족은 현대인에 있어 비만, 당뇨를 비롯한 만성 성인병 및 각종 암의 발생율을 증가시키는 원인이 되어 well-being 열풍과 함께 건강에 대한 관심도

를 증가시키는 계기가 되고 있다. 이러한 소비자의 추세에 따라 학계 및 업계에서도 인체에 이로운 생리활성 물질이 함유된 기능성 축산물 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 (Garnier 등, 2003). 기존의 연구는 기능성 지방산을 비롯하여 노화 및 각종 질병과 관련된 식

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

물성 추출물을 이용하여 가축에게 사료로서 급여하거나 축산물 가공과정에 첨가하여 축산물 내에 이들 물질을 강화시키고자 하는 시도가 있어왔다(Jimenez-Colmenero 등, 2001; Wood 등, 2003). 최근에는 탄수화물, 단백질 및 지방 위주의 영양소 체계에서 그동안 소홀히 했던 미량원소인 광물질과 비타민에 대한 관심이 높아지고 있다(Reddy, 1996). 미량 영양소는 자칫 소홀하기 쉬우며 이들 영양소의 결핍은 정상적인 유지성장이 불가능하며, 질병에 대한 면역력이 저하될 수도 있다. 그러나 과잉 섭취시에는 체내에 축적되어 중독현상 등 부작용이 발생한다고 알려져 있다.

셀레늄은 생체 필수 미량 원소로서 다양한 생명체에 널리 존재하고 있으며, 동물과 인간의 질병을 막을 수 있다는 사실이 알려지면서 1950년대 이후 활발하게 연구되어 왔다. 또한 세포 내 항산화 방어체계에서 중요한 역할을 하는 글루타티온퍼옥시다제(GSH-Px)의 필수성분 이라고 보고되면서 부터 더욱 주목받기 시작하였다(Rotruck 등, 1973). 셀레늄(Se)은 영양적 필수성과 중독성의 두 가지 면을 동시에 지니고 있어(Robberecht와 Deelstra, 1984), 세계적으로 그 섭취량을 규정하고 있다. 셀레늄은 혈전 생성을 억제하고 활성산소 등 free radical의 공격으로부터 혈관벽과 심장세포를 보호하므로 심장혈관계 질환을 예방하는 작용을 하며(McDonald 등, 1995; Biesalski, 2005), 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 등, 1996). 미국에서는 1일 셀레늄 권장 섭취량을 성인 남녀기준 55 µg으로 규정(Panel on Dietary Antioxidants and Related Compounds, 2000)하고 있고 세계보건기구(WHO, 1996)에서는 40 µg 이상으로 설정하고, 상한선으로 성인 1일 400 µg이라 하였다. Combs (2001)는 암 발생 위험을 줄이기 위해서는 하루 300 µg의 셀레늄 섭취가 필요하다고 하였으며, 미국 환경보호국의 Poirier

(1994)는 1일 853 µg 까지의 섭취는 독성이 없다고 하였다. 셀레늄의 체내 흡수에 대하여는 무기태 셀레늄에 비하여 유기태 셀레늄이 효율적으로 체내에 전이된다고 보고되고 있다.

국내에서도 셀레늄을 강화시킨 기능성 한우를 생산하기 위한 연구가 시도되었으며, 셀레늄 농도를 건물기준으로 하여 0.9 ppm 첨가하였을 때, 육내 축적량이 높았으며, 육색과 관능에서도 우수한 효과를 나타냈다고 보고되었고(Lee 등, 2004; Park 등, 2005a), 급여기간에 따른 육질비교 시험에서는 큰 차이가 없었다는 보고(Park 등, 2005b)가 있다.

따라서 본 연구에서는 거세 한우에 셀레늄 급여원을 달리하여 비육된 쇠고기의 이화학적 특성을 조사하여 셀레늄이 강화된 기능성 한우육을 생산하기 위한 기초 자료를 제시하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시축

본시험에 사용된 셀레늄 급여원은 무기셀레늄(sodium selenite, Sigma), 유기셀레늄(효모, 미국 Sel-Plex)군, 유기셀레늄 강화버섯을 생산하고 폐기되는 셀레늄이 다량 함유되어 있는 폐배지(Se-SMC; Se-spent mushroom compost)를 활용하여 사료내 셀레늄 농도를 0.9 ppm 수준으로 조절(Lee 등, 2004의 방법)하여 출하전 4개월간 급여하였다. 실험에 사용된 공시축은 나이와 체중이 비슷한 비육후기 거세한우 20두(시험개시 평균 체중 = 536 kg, 평균나이 = 20개월령)를 처리군당 5두씩 4군으로 배치하였다.

2. 시료채취

사양시험이 완료된 시험축은 나주축산물공판장에 도축전일 출하하여 계류 후 도축하였으며, 도축된 도체는 0℃의 도체 냉각실에서 18시간 냉각하여 도체 심부온도가 5℃ 이하로 저하된 다음 축산물등급판정사가 소도체 등급판정기준(농림부고시 제1999-64호, 1999. 9. 28)에

의거 등급판정을 하였다. 분석시료는 등급판정 후 도축장내 부분육 작업장으로 이동·분할정형 작업한 후 공시축의 좌도체 채끝육(배최장근; *m. longissimus*)을 채취하여 진공포장한 다음 축산연구소로 운반하였다. 구입한 시료는 도축 후 2일간 냉장보관($1 \pm 1^\circ\text{C}$)한 후 도축 3일째 육질특성 분석에 사용하였다.

3. 주요 조사항목별 조사방법

수분, 조단백질, 조지방, 조회분 등 일반성분은 A.O.A.C. 방법(1995)에 의해 분석하였으며, pH는 도체용 pH meter (pH* K21, NWK-Binär GmbH Co., Germany)로 측정하였다. 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(Minolta Co. CR 300, Japan)로 CIE(Commission Internationale de Leclairage) L*, a*, b* 값을 9반복으로 측정하였으며, 이때의 표준편차는 $Y = 92.40$, $x = 0.3136$, $y = 0.3196$ 의 백색 타일을 사용하였다. 관능검사는 10명의 관능검사 요원들이 6점법으로 측정하였다(연도: 1=매우 질기다, 6=매우 연하다, 풍미, 다즙성:

Table 1. ICP operating conditions for the spectroflame modulas

Sample introduction	
Torch fixed torch (SPECTRO)	
N ₂ Adapter SPECTRO	
Peristaltic Pump sample flow	2 mL/min
Nebulizer Crossflow (SPECTRO)	
Spray Chamber Glass, Scott type (SPECTRO)	
Nebulizer Pressure	3 bar
Coolant Gas Flow	13 L/min
Auxiliary Gas Flow	0.5 L/min
Nebulizer Gas Flow	1.2 L/min
Generator free running	27.12 MH

1=매우 나쁘다, 6=매우 좋다). 전단력은 등심을 심부온도 70°C 에서 10분간 가열한 후 전단력 측정기(Warner-Bratzler shear meter; G-R Elec. Mfg. Co., USA)로 측정하였다. 무기물 함량은 원자 흡광광도계(Spectroflame FSPOA83B, Spectro Analytical Instruments, Germany)를 이용하여 Table 1과 같은 조건으로 측정하였으며, 원소농도가 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 백그라운드 보정을 하여 표준곡선으로부터 각 분석 대상 원소의 농도를 구하였다.

4. 통계분석

본 실험에서 얻어진 시험결과는 SAS program (2000)의 GLM(general linear model) procedure를 이용하여 분석하였고 각 처리구간 평균값의 유의성 검정은 5% 수준에서 Duncan's multiple range test로 하였다.

III. 결과 및 고찰

Table 2는 셀레늄 급여원을 달리 급여한 쇠고기 채끝육의 일반 조성분 및 물리적 특성을 비교한 결과로서 일반조성분 중 수분 함량은 대조구 62.02%, 무기셀레늄 급여구 65.67%, 유기셀레늄 급여구 66.90%, 유기셀레늄강화 버섯 폐배지 급여구 64.04%로 통계적인 유의차는 보이지 않았다($P > 0.05$). 지방 함량은 셀레늄 급여원에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 단백질 함량은 모든 처리구에서 19.26%~19.85%로 차이를 보이지 않았다. 가열감량은 무기셀레늄 급여구가 24.01%로 가장 높았고, 유기셀레늄과 유기셀레늄 강화 버섯 폐배지 급여구는 각각 20.88% 및 21.90% 이었고, 대조구가 16.89%로 유의적으로 가장 낮은 결과를 보였다($P < 0.05$). 연한 정도의 지표로 이용되는 전단력가와 보수력도 처리구간 유의적인 차이를 보이

Table 2. Effect of the selenium sources on chemical composition and physicochemical characteristics of *M. longissimus thoracis*

	Control	Inorganic selenium	Organic selenium	Se-SMC*
Moisture (%)	62.02 ± 2.25	65.67 ± 1.01	66.90 ± 1.44	64.04 ± 1.28
Fat (%)	16.35 ± 2.75	12.22 ± 0.82	11.69 ± 2.16	16.01 ± 1.89
Ash (%)	0.79 ± 0.03	0.84 ± 0.02	0.83 ± 0.04	0.80 ± 0.03
Protein (%)	19.65 ± 0.89	19.76 ± 0.28	19.85 ± 0.95	19.26 ± 0.36
Cooking loss (%)	16.89 ^c ± 0.89	24.01 ^a ± 0.94	20.88 ^b ± 0.23	21.90 ^b ± 0.32
WB-Shear force (kg / 0.5 inch ²)	4.32 ± 0.37	4.51 ± 0.36	4.38 ± 0.27	3.69 ± 0.23
pH	5.53 ^a ± 0.02	5.46 ^b ± 0.01	5.48 ^{ab} ± 0.01	5.50 ^a ± 0.02
WHC (%)	57.80 ± 1.64	56.89 ± 1.31	55.46 ± 0.85	54.38 ± 0.75

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

* Se-SMC : Se-spent mushroom composts.

지 않았다(P>0.05). 지방 함량, 단백질, 전단력, 보수성 등에서 유의적인 차이를 보이지 않은 이러한 결과는 Park 등(2005b)이 보고한 결과와 유사한 결과였다.

셀레늄 급여원을 달리하여 사료로 급여한 한우 비육우 채끝육의 육색을 비교한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 이때 육색 측정시점은 절개 후 30분간 홍색화한 다음 측정된 결과로 처리구간 유의적인 차이는 보이지 않았다(P>0.05). 이 결과는 Park 등(2005b)의 연구결과와 유사한 결과를 보였으며, 최대 홍색화시점의 육색에서는 차이를 보이지 않는다는 의미로 해석되며, 육색을 보다 더 열화(劣化)시킨 후

육색소 조성 비교 등의 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

셀레늄 급여원을 달리한 쇠고기 채끝육의 관능특성을 분석한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같이 다즙성과 연도는 5% 유의수준에서 차이를 나타내지 않았다. 유기셀레늄강화 버섯페배지 급여구가 다즙성, 연도가 각각 5.4, 5.08점으로 다른 처리구보다 좋은 평가를 받았다. 향미는 유기셀레늄 강화 버섯페배지 급여구가 5.40점으로 가장 높은 결과를 보였으며, 그 다음으로는 유기셀레늄 급여구 5.04점, 대조구 4.88점, 무기 셀레늄 급여구 4.48점으로 무기셀레늄 급여구가 가장 낮은 점수를 보였다.

Table 3. Effect of the selenium source on meat color

	Control	Inorganic selenium	Organic selenium	Se-SMC*
L*	37.92 ± 1.16	36.86 ± 0.24	36.41 ± 1.26	38.45 ± 0.78
CIE	a*	21.94 ± 0.28	22.92 ± 0.30	22.15 ± 0.89
	b*	9.91 ± 0.11	10.37 ± 0.23	10.09 ± 0.57

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

* Se-SMC : Se-spent mushroom composts.

Table 4. Effect of the selenium sources on sensory properties of *M. longissimus thoracis*

	Control	Inorganic selenium	Organic selenium	Se-SMC*
Juiciness ¹⁾	5.40 ± 0.21	4.88 ± 0.28	4.88 ± 0.44	5.40 ± 0.20
Tenderness ²⁾	4.72 ± 0.31	4.48 ± 0.28	4.96 ± 0.39	5.08 ± 0.15
Flavor ³⁾	4.88 ^{ab} ± 0.08	4.48 ^b ± 0.19	5.04 ^{ab} ± 0.29	5.40 ^a ± 0.11

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

* Se-SMC : Se-spent mushroom composts.

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. Effect of the selenium source on mineral composition in *M longissimus thoracis*

(unit : ppm)

	Control	Inorganic selenium	Organic selenium	Se-SMC*
Ca	49.23 ± 1.42	62.87 ± 11.72	49.29 ± 0.87	46.99 ± 1.50
P	1,577.37 ± 59.48	1,660.99 ± 24.25	1,610.64 ± 44.95	1,529.38 ± 43.45
K	2,537.38 ± 94.84	2,663.08 ± 72.42	2,661.62 ± 60.27	2,522.11 ± 53.73
Na	423.29 ^b ± 15.92	488.24 ^a ± 6.86	424.00 ^b ± 19.25	417.63 ^b ± 9.38
Mg	196.13 ± 8.44	207.35 ± 4.06	203.06 ± 6.23	189.47 ± 4.98
Fe	21.52 ^{ab} ± 1.68	24.82 ^a ± 1.31	23.16 ^{ab} ± 1.67	18.77 ^b ± 1.32
Mn	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Zn	34.22 ± 1.99	30.78 ± 0.93	35.37 ± 2.57	31.38 ± 0.71
Cu	0.17 ^a ± 0.02	0.20 ^a ± 0.02	0.14 ^{ab} ± 0.04	0.07 ^b ± 0.02

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

* Se-SMC : Se-spent mushroom composts.

셀레늄 급원을 달리하여 비육한 쇠고기 채끝육의 무기물 함량을 비교한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같이 Ca, P, K, Mg, Mn, Zn은 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다. Na은 무기 셀레늄 급여구가 488.24 ppm으로 다른 처리구들 417.63~424.00 ppm에 비하여 높았고, Fe는 유기셀레늄 강화벼섯 폐배지 급여구(시험구)가 다른 처리구의 21.52~24.84 ppm 보다 낮은 18.77 ppm을 보였다(P<0.05). Cu의 함량도 시험구가 0.07 ppm으로 다른 처리구 0.14~0.20

ppm에 비하여 낮은 결과를 보였다. 결과적으로 무기셀레늄 급여구는 다른 처리구들에 비하여 Na 함량이 높고, 시험구는 Na, Fe, Cu의 함량이 낮은 것으로 분석되었다.

Table 6은 셀레늄 급여원에 따른 도체등급 판정 요인을 비교한 결과로서 배최장근의 경우 대조구가 시험구에 비하여 유의적으로 낮은 결과(P<0.05)를 보인 반면 다른 항목(등지방층 두께, 육량지수, 육색, 지방색, 성숙도)에서는 유의적인 차이가 없었다(P>0.05).

Table 6. Effect of the selenium source on carcass characteristics

	Control	Inorganic selenium	Organic selenium	Se-SMC ³⁾
Carcass weight (kg)	334.40 ± 22.27	372.40 ± 17.27	359.60 ± 4.30	370.20 ± 6.84
Backfat thickness (mg)	9.00 ± 1.38	14.80 ± 2.18	12.20 ± 2.50	10.20 ± 1.24
Ribeye area (cm ²)	68.00 ^b ± 3.15	80.80 ^a ± 2.54	80.80 ^a ± 0.86	80.60 ^a ± 1.78
Yieldness Score ¹⁾	67.61 ± 0.46	66.16 ± 0.79	67.28 ± 1.05	67.96 ± 0.58
Meat color ²⁾	4.80 ± 0.20	4.80 ± 0.20	5.00 ± 0.00	4.60 ± 0.24
Fat color ²⁾	2.80 ± 0.20	2.60 ± 0.24	3.00 ± 0.00	2.80 ± 0.20
Maturity ²⁾	2.00 ± 0.00	2.00 ± 0.00	2.20 ± 0.20	2.00 ± 0.00

^{ab} : Means having different letters in the same row are significantly different (P<0.05).

¹⁾ Yield grade index = 68.184 - (0.625 × fat thickness, mm) + (0.130 × area of rib eye, cm²) - (0.024 × cold carcass weight, kg) + 3.23(if Hanwoo)

²⁾ the basis of the Korean Beef Grading Standard

³⁾ Se-SMC : Se-spent mushroom composts.

Table 7. Effect of the selenium source on frequency of carcass grade

	Yield grade			Quality grade		
	A	B	C	1 ⁺	1	2
Control	0(0)	100(5)	0(0)	20(1)	60(3)	20(1)
Inorganic selenium	0(0)	60(3)	40(2)	40(2)	60(3)	0(0)
Organic selenium	40(2)	40(2)	20(1)	20(1)	20(1)	60(3)
Se-SMC*	20(1)	60(3)	20(1)	80(4)	20(1)	0(0)
Chi-Square	df = 6	value = 7.13	p = 0.3092	df = 6	value = 11	p = 0.0884

* Se-SMC : Se-spent mushroom composts.

셀레늄 급여원에 따른 소도체 육량 및 육질 등급별 출현율을 비교한 결과는 Table 7에서 보는 바와 같이 육량 A등급 출현율이 가장 높은 구는 유기셀레늄 급여구(효모)로 40%이었으며, 두 번째로 높은 구는 Se-SMC구로 20%의 출현율을 보였다. 육질 최고등급인 1+ 등급 출현율에서 유기셀레늄강화 버섯폐배지 급여구가 80%로 가장 높았고, 그 다음으로는 무기 셀레늄급여구 40%이었고, 대조구와 유기셀레늄 급

여구는 20%로 가장 낮았다. 시험구는 100%가 1등급 이상의 출현율을 보인 반면에 유기셀레늄 급여구는 60%가 2등급 출현율을 보였다. 육질등급은 10% 유의 수준에서 처리구간 유의적인 차이를 보였으나 처리구별 공시두수가 5두로서 정확한 결과라고 설명하기는 어려웠다. 이러한 결과는 육량등급 출현율과 마찬가지로 공시두수가 적어 정확한 경향이라 해석하기 어려웠다.

IV. 요약

거세 한우에 셀레늄 급여원으로 무기셀레늄 (sodium selenite, Sigma), 유기셀레늄(효모, 미국 Sel-Plex)군, 유기셀레늄 강화버섯을 생산하고 폐기되는 셀레늄이 다량 함유되어 있는 폐배지 (Se-SMC; Se-spent mushroom compost)를 사료내 셀레늄 농도가 0.9 ppm 수준이 되도록 조절하여 처리구별 한우거세우 각각 5두를 배치하여 4개월간 급여하고 도축하여 채끝육의 육질을 비교한 결과는 다음과 같다. 가열감량은 무기셀레늄 급여구가 가장 높았고, 대조구가 유의적으로 가장 낮은 결과를 보였다($P<0.05$). 진단력은 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았으나, pH는 무기셀레늄 급여구가 대조구, Se-SMC 급여구보다 유의적으로 낮았다($P<0.05$). 보수력과 일반조성분(수분, 단백질, 지방) 함량 및 관능검사 결과는 처리구간 통계적인 유의차는 보이지 않았다($P>0.05$). 소도체 육량등급별 출현율을 비교한 결과 육량 A등급 출현율은 유기셀레늄 급여구가 가장 높았고, 그 다음으로는 Se-SMC 급여구로 나타났다. 육질등급 출현율을 비교한 결과 1+등급 출현율에서 Se-SMC 급여구가 가장 높았고, 그 다음으로는 무기셀레늄급여구이었고, 대조구와 유기셀레늄 급여구는 가장 낮았다. 이상의 결과로 볼 때, 셀레늄 급여원은 일반조성분, 보수성, 연도에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 무기셀레늄 급여구는 가열감량이 높고 pH가 낮아 다른 처리구에 비하여 육질이 좋지 않았다.

V. 사 사

본 연구는 농림기술개발사업과제(202115-03-SB010) 수행 결과의 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

VI. 인용 문헌

1. AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 1995. 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. Combs, G. F. 2001. Selenium in global food systems. *Br. J. Nutr.* 85:517-547.
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. Jimenez-Colmenero, F., Carballo, J. and Corfades, S. 2001. Healthier meat and meat products : their role as functional foods. *Meat Sci.* 59:5-13.
7. 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.
8. 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. *J. Anim. Sci. & Technol(Kor.)* 46(5):799-810.
9. 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.
10. Panel on Dietary Antioxidants and Related Compounds. 2000. Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and beta-carotene and other carotenoids. Washington, D.C. National Academy Press.
11. 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. *J. Anim. Sci. Technol(Kor.)*. 43:949-954.
12. 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. 2005a. Effects of organic selenium supplementation on meat quality of Hanwoo steers. *J. Anim. Sci. & Technol.(Kor.)* 47(2):277-282.
13. 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. 2005b. Effects of feeding period organic selenium supplementation on meat quality of Hanwoo steers. *Korean J. Food Sci Ani. Resour.* 25(4):430-435.
14. Poirier, K. A. 1994. Summary of the derivation of the reference dose for selenium. In: *Risk Assessment of Essential Elements*, pp. 157-166 [W. Mertz, CO Abernathy and SS Olin, editors]. Washington, D.C.: ILSI Press.
15. 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. *Sci.* 179: 588-590.
16. Robberecht, H. J. and Deelstra, H. A. 1984. Review: Selenium in human urine: concentration levels and medical implications. *Clinica Chimica Acta*, 136:107-120.
17. Reddy, B. S. 1996. Micronutrients as chemopreventive agents, *IARC Sci. Publ.* 139:221-235.
18. Rayman, M. P. 2000. The importance of selenium to human health. *The Lancet* 356:233-241.
19. SAS. 2000. *SAS/STAT user's guide*, 8th ed. SAS Institute Inc. Cary NC USA.
20. World Health Organization. 1996. Selenium. In *Trace Elements in Human Nutrition and Health*. pp. 105-122. Geneva WHO.
21. 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.

(접수일자 : 2006. 5. 12. / 채택일자 : 2006. 8. 22.)