

유기셀레늄강화버섯 폐배지의 급여수준에 따른 거세한우 채끝육의 육질특성

박범영* · 조수현* · 김진형* · 이성훈** · 황인호* · 김동훈* · 김완영** · 이종문*
농촌진흥청 축산연구소*, 한국농업전문학교**

Effects of Organic Selenium Supplementation on Meat Quality of Hanwoo Steers

B. Y. Park*, S. H. Cho*, J. H. Kim*, S. H. Lee**, I. H. Hwang*, D. H. Kim*, W. Y. Kim** and J. M. Lee*
National Livestock Research Institute, RDA, Suwon*, Korea National Agricultural College, RDA**

ABSTRACT

The current study was conducted to investigate the effect of organic selenium in mushroom cultured media (MCM) on beef quality. Each five of 20 Hanwoo steers(20~24 month, approximately 613 kg) were assigned to four levels of the selenium content(0.1, 0.3, 0.6, 0.9 dry matter based ppm), and the feeding treatments were enforced for 12 weeks. The results showed that *m. longissimus* from the 0.1 ppm feeding supplementation had greatly higher intramuscular fat content than other treatments(13.1%). In meat color, the 0.1 ppm treatment showed the lowest lightness(CIE L*)($p < 0.05$) and had a tendency to have lower redness(CIE a*). The treatment had no noticeable effect on moisture, protein, and ash content, cooking loss, water-holding capacity and purge loss. The 0.3 ppm treatment resulted in the toughest meat(assessed by WB-shear force) with 4.54 kg/inch², while other groups showed a similar toughness ranging from 3.3 to 3.7 kg/inch². Sensory characteristics in juiciness and flavor intensity had a tendency of increasing as organic selenium concentration increased, but tenderness was not influenced by the contents. The result indicated that the organic selenium feeding affects meat qualities to different extent, and further study is required to examine anti-oxidant effect of selenium *in vivo*.

(Key words : Selenium, Beef, Sensory characteristics, Meat quality)

I. 서 론

최근 국민소득 증가와 식생활의 서구화로 각종 성인병의 발병율이 증가하고 있으며, 이와 함께 건강에 대한 소비자의 관심이 증대되고 있다. 이러한 추세에 따라 각종 생리활성 물질이 강화된 식품들이 시판되고 있으며, 특히 축산식품에 있어서는 가축에 생리활성 물

질을 급여하여 생산물을 생산하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 국내에서 오메가지방산을 강화한 오메가 계란, 닭고기, 요오드를 강화한 옥도란, 최근에는 CLA(conjugated linoleic acid) 강화 계육, 돈육, 글루코사민유도체급여 돈육(박 등, 2004) 및 셀레늄 강화 계란, 계육, 돈육이 생산되고 있으며, 국외적으로 미량영양소에 대한 관심이 증가(Reddy, 1996)하고 있

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

다. 미량 영양소는 자칫 소홀하기 쉬우며 이들 영양소의 결핍은 정상적인 유지성장이 불가능하며, 질병에 대한 면역력이 떨어질 수도 있다. 셀레늄도 필수 미량광물질로서 항산화 효소인 glutathione peroxidase(GSH-Px)의 active site을 구성하는 성분으로서의 항산화 기능이 잘 알려져 있고(Rotruck 등, 1973), free radical의 연쇄반응을 차단하여 항산화작용(McDonald 등, 1995)을 할 뿐만 아니라 갑상선 호르몬의 활성화에 관여하며(Sunde, 1977), 면역력을 증진(Rayman, 2000)시키는 것으로 밝혀져 관심이 높다. 셀레늄(Se)은 영양적 필수성과 중독성의 두 가지면을 동시에 지니고 있어(Robberecht와 Deelstra, 1984), 세계적으로 그 섭취량을 규정하고 있으며, 세포산화 방지기능을 하는 GSH-Px가 최대로 기능을 발현하기 위해서는 혈장내 70 ng 이상이 존재하여야 한다고 Nève(1995)는 주장하였으며, Hill 등(1996)은 상기의 혈장중 셀레늄 농도를 유지하기 위해서는 1일 40 µg의 셀레늄 섭취가 필요하다고 하였다. 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, 미국환경보호국의 Poirier(1994)는 1일 853 µg까지의 섭취는 독성이 없다고 하였다. 셀레늄의 체내 흡수에 대하여 Finley(2000)은 무기태 셀레늄에 비하여 유기태 셀레늄이 효율적으로 체내 전이가 된다고 보고하고 있다.

하지만 셀레늄 강화 쇠고기 생산에 활용하기 위한 연구가 거의 이루어지고 있지 않아, 본 연구에서는 셀레늄 강화 버섯을 재배하고 폐기되는 버섯 폐배지에 존재하는 셀레늄 함량을 분석하여 최종 발효사료의 셀레늄 함량을 달리하여 거세우 한우에 급여한 후 도축된 채끝육의 이화학적 특성을 비교하여 Se 함유 쇠고기 생산의 기초자료를 제시하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 셀레늄 급원 및 공시축

본 시험에 사용된 셀레늄 급원은 유기셀레늄 강화 버섯을 생산하고 폐기되는 폐배지(Se-SMC; Se-spent mushroom compost)를 활용하였다. 실험사료는 셀레늄 농도를 건물기준으로 각각 0.1, 0.3, 0.6, 0.9 ppm이 되도록 첨가하여 4 처리구로 설정하고, 에너지(TDN: 약 75%)와 단백질 함량(CP: 약 12%)이 처리구간 동일하도록 제조하여 실험사료로 사용하였다. 시험축은 비육후기 거세한우 20두(평균체중 613 kg, 20~24개월령)를 처리구간 5두씩 배치하여 실험사료를 12주간 급여하였다. 셀레늄 급원 및 공시축은 Lee 등(2004)의 시험과 동일하다.

2. 시료채취

사양시험이 완료된 시험축은 나주축산물공판장에 도축전일 출하하여 계류후 도축하였으며, 도축된 도체는 0 °C의 도체냉각실에서 18시간 냉각하여 도체 심부온도가 5 °C 이하로 저하된 다음 축산물등급판정사가 소도체 등급판정기준에 의거 등급판정을 하였으며, 분석시료는 등급판정 후, 도축장내 부분육작업장으로 이동, 분할정형 작업한 후 공시축의 좌도체 채끝육(배최장근; *m. longissimus*)을 채취하여 진공포장한 후, 아이스박스에 담아 축산연구소로 운반하였다. 구입한 시료는 2일간 냉장보관(1±1 °C)한 후 도축후 3일째 육질 특성분석에 사용하였다.

3. 조사항목별 분석방법

수분, 조단백질, 조지방, 조회분 등 일반성분은 A.O.A.C. 방법(1995)에 의해 분석하였으며, 보수력(Water holding capacity; WHC)은 Laakkonen 등(1970)의 방법을 약간 변형한 박 등(2001)의 방법에 의하여 측정하였고, 가열감량(Cooking loss)은 채끝육의 가열 전·후 중량차로 계산하였다. 육색은 근육을 절단하여 절단면을 공기 중에 30분 노출시킨 후 Chroma meter

(Minolta Co. CR 300, Japan)로 CIE(Commission Internationale de Leclairage) L*, a*, b* 값을 9반복으로 측정하였고, 이때의 표준편은 $Y=92.40$, $x=0.3136$, $y=0.3196$ 의 백색 타일을 사용하였으며, 관능검사는 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, 육색 감량(Purge loss)은 진공포장된 채끝부위의 배최장근을 냉장고(4 °C)에서 2시간 보관한 후 무게감량을 백분비로 계산하였다. 무기물 함량 분석(김경남, 2001)은 ICP 발광분광 분석법 중 표준곡선법을 이용하여 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

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

III. 결과 및 고찰

유기셀레늄 급여수준별 일반조성분을 비교한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 수분 함량은 0.1 ppm 구가 65.8%로 가장 낮았고, 0.3 ppm 구와 0.9 ppm 구가 각각 69.65, 69.12%로 가장 높게 나타났다. 지방 함량은 수분 함량과 반대경향으로 0.1 ppm 구가 13.1%로 가장 높았고 0.3 ppm 구와 0.9 ppm 구가 각각 7.37, 8.14%로 낮은 함량을 보였다($p < 0.05$). 단백질 함량은 0.3 ppm 구가 20.81%로 다른 처리구에 비하여 높은 경향을 보였다. 회분에 있어서는 처리구간 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 이상의 결과에서 유기셀레늄 급여수준에 의한 일반조성분은 뚜렷한 경향을 보이지 않아 셀레늄 급여에 의한 조성분 변화는 없는 것으로 판단된다.

Table 2는 유기셀레늄 급여수준에 따른 육색을 비교한 결과로서 육색 L*(명도)은 0.1 ppm 구가 35.93으로 다른 시험구의 36.30~36.87보다 낮았으나, 유의적인 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$). 육색 a*(적색도) 값도 명도와 마찬가지로 0.1 ppm구가 18.81로 시험구의 18.95~19.91보다 낮았으며, 육색 b*(황색도)는 유기셀레늄 급여량에 따른 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 결론적으로 육색은 유기셀레늄 급여 유무와 수준에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았으나, 본 시험에서의 육색 측정은 시료절개 30분 후 측정된 결과로 셀레늄의 항산화성을 감안할 때, 육색 안정성에 대한 추가 시험수행의 필요성이 제기되었다.

유기셀레늄 급여 수준에 따른 채끝육의 물리

Table 1. Mean and standard deviation for chemical composition in *m. longissimus* as a function of organic selenium supplementation

	Administration(ppm, DM-based)			
	0.1	0.3	0.6	0.9
Moisture(%)	65.80 ± 2.36 ^b	69.65 ± 2.14 ^a	68.04 ± 1.74 ^{ab}	69.12 ± 2.61 ^a
Fat(%)	13.15 ± 3.30 ^a	7.37 ± 2.84 ^b	9.33 ± 2.20 ^{ab}	8.14 ± 3.44 ^b
Protein(%)	19.38 ± 1.14 ^b	20.81 ± 0.48 ^a	19.77 ± 0.82 ^{ab}	20.42 ± 0.83 ^{ab}
Ash(%)	0.83 ± 0.07	0.88 ± 0.03	0.86 ± 0.03	0.89 ± 0.04

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

적 특성을 비교한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 가열 감량은 급여 수준에 관계없이 21 % 전후의 값을 보였으며, 보수력은 52.24 %에서 54.06 % 범위를 나타내어, 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 진공포장된 채끝육을 냉장고(4 °C)에서 2시간 보관한 후, 포장 전·후의 무게 감량 차이를 백분비로 계산한 purge loss는 3.4 %~3.8 % 범위 이었으며, 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 전단력에 있어서는 0.3 ppm 구가 4.54 kg/

0.5 inch²으로 유의적으로 가장 높았으며, 다른 처리구간에는 3.3 kg / 0.5 inch²에서 3.7 kg / 0.5inch²로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 유기셀레늄 급여에 따른 차이보다는 근내지방 함량 차이에 기인한 것으로 판단되며, 근내지방 함량이 많은 것이 전단력가가 낮은 이유는 근내지방 침착이 고기의 연도를 상대적으로 낮추어주는 역할을 하기 때문이다.

Table 4는 유기셀레늄 급여 수준에 따른 채끝육의 관능특성을 비교한 결과로서 다즙성은

Table 2. Objective meat color(CIE¹⁾) in *m. longissimus* as a function of organic selenium supplementation

	Administration(ppm, DM-based)			
	0.1	0.3	0.6	0.9
L* ²⁾	35.93 ± 2.05	36.30 ± 1.60	36.87 ± 1.76	36.36 ± 0.70
a*	18.81 ± 0.53	18.95 ± 2.06	19.91 ± 1.24	18.96 ± 1.00
b*	7.37 ± 0.73	7.66 ± 1.42	8.19 ± 0.93	7.47 ± 0.67

¹⁾ CIE : Commision Internationale de Leclairage.

²⁾ L* : lightness, a* : redness, b* : yellowness.

Table 3. Objective meat quality of *m. longissimus* as a function of organic selenium supplementation

Traits	Administration(ppm, DM-based)			
	0.1	0.3	0.6	0.9
Cooking loss(%)	21.31 ± 2.34	21.02 ± 2.65	21.65 ± 2.94	24.19 ± 3.05
Water holding capacity(%)	54.06 ± 4.39	52.93 ± 3.19	52.24 ± 4.58	53.70 ± 2.39
Purge loss(%)	3.44 ± 0.41	3.44 ± 0.36	3.81 ± 0.80	3.56 ± 0.94
Shear force(kg / 0.5 inch ²)	3.50 ± 0.89 ^{ab}	4.54 ± 0.96 ^a	3.32 ± 0.30 ^b	3.70 ± 0.99 ^{ab}
pH	5.54 ± 0.03 ^a	5.54 ± 0.06 ^a	5.48 ± 0.03 ^b	5.53 ± 0.03 ^{ab}

^{ab} Means having different letters in the same row are significantly different($p < .05$).

Table 4. Sensory characteristics of *m. longissimus* as affected by organic selenium supplementation

Traits	Administration(ppm, DM-based)			
	0.1	0.3	0.6	0.9
Juiciness ¹⁾	4.56 ± 0.53	4.44 ± 0.40	4.72 ± 0.13	4.74 ± 0.18
Tenderness ²⁾	4.56 ± 0.62	4.18 ± 0.55	4.80 ± 0.49	4.42 ± 0.51
Flavor ³⁾	4.76 ± 0.18	4.90 ± 0.42	5.00 ± 0.14	5.20 ± 0.38

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. Mean and standard deviation for inorganic levels in *m. longissimus* as a function of organic selenium supplementation

	Administration(ppm, DM-based)							
	0.1		0.3		0.6		0.9	
Ca(ppm)	53.17	± 8.22	56.29	± 11.54	50.23	± 1.22	50.18	± 2.03
P	1,595	± 186.8	1,569	± 134.8	1,623	± 79.3	1,607	± 44.1
K	2,509	± 376.1	2,481	± 154.1	2,310	± 176.0	2,503	± 59.3
Na	443.35	± 39.35	429.25	± 76.40	433.56	± 18.01	434.59	± 42.04
Mg	201.13	± 29.01	194.14	± 13.99	204.90	± 5.20	197.59	± 6.39
Fe	22.23	± 1.74	20.21	± 1.64	16.15	± 12.36	21.41	± 2.00
Mn	0.01	± 0.01	0.01	± 0.01	0.00	± 0.00	0.00	± 0.00
Zn	33.11	± 4.75	33.82	± 4.74	33.33	± 3.06	35.66	± 5.04
Cu	0.35	± 0.03	0.31	± 0.11	0.32	± 0.02	0.31	± 0.05

0.1 ppm 구 4.56, 0.3 ppm 구 4.44, 0.6ppm 구 4.72, 0.9 ppm 구 4.74로 급여수준이 증가함에 따라 다소 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 연도는 처리구간 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나, 0.6 ppm 구가 4.80으로 가장 좋았으며, 0.3 ppm 구가 4.18로 가장 낮은 값을 보였다. 향미는 유기셀레늄 급여 수준이 0.1 ppm, 0.3 ppm, 0.6 ppm 및 0.9 ppm으로 증가함에 따라 각각 4.76, 4.90, 5.00 및 5.20으로 증가하는 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다($p > 0.05$). 관능특성을 비교한 결과 유의성이 없었던 결과는 처리구간 공시축이 각 5 두로서 반복수가 적은데 기인한 것으로 판단된다.

유기셀레늄 급여 수준에 따른 채끝육의 무기물 함량을 비교한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같다. Ca, P, Mg은 셀레늄 급여수준 증가에 따라 함량차이는 없었다. 그리고 나머지 K, Na, Fe, Mn, Zn 및 Cu는 모든 처리구에서 유사한 함량을 보여 처리구간 차이가 없었다. 본 연구 결과에는 Se 함량에 대한 결과를 표시하지 않았으나, 본 시험과 동일한 처리와 시료로 분석한 Lee 등(2004)의 보고에서 채끝육의 경우 셀레늄 급여수준에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 설도의 경우 유기셀레늄 급여 수준이 0.1 ppm, 0.3 ppm, 0.6 ppm 및 0.9 ppm으로 증가함에 따라 각각 0.273 ppm, 0.368 ppm, 0.398 ppm

및 0.457 ppm으로 유의적인 증가를 보였다고 하였다($p < 0.05$). 유기 셀레늄의 급여는 다른 무기물 함량에는 영향을 미치지 않지만, 생리활성기능을 가진 셀레늄 함량은 증가하는 결과를 보여 유기셀레늄 강화 쇠고기생산 가능성을 확인하였다.

IV. 요약

셀레늄 강화 버섯을 재배하고 폐기되는 버섯 폐배지에 존재하는 셀레늄 함량을 분석하여 최종 발효사료의 셀레늄 함량을 0.1, 0.3, 0.6, 0.9 ppm(건물기준)의 4 처리구로 설정하고, 에너지(TDN: 약 75%)와 단백질 함량(CP: 약 12%)이 처리구간 동일하도록 제조하여 처리구별 거세 한우 20 두를 처리구별 각 5 두씩(평균 체중 613 kg, 20~24개월령) 배치하여 실험사료를 12주간 급여 후 도축된 채끝육의 이화학적 특성과 도체등급 출현율을 비교한 결과는 아래와 같다. 유기 셀레늄 급여수준별 일반 조성분을 비교한 결과, 지방 함량은 0.1 ppm 구가 13.1%로 가장 높았고 0.3 ppm 구와 0.9 ppm 구가 각각 7.37, 8.14%로 가장 낮은 함량을 보였다($p < 0.05$). 육색 L(명도)는 0.1 ppm 구가 35.93으로 다른 시험구의 36.30~36.87 보다 낮았고, 육색 a(적색도) 값은 명도와 마찬가지로 0.1 ppm 구가 18.81로 시험구의 18.95~19.91 보다 낮아

육색이 다소 개선되었으나, 유의적인 차이는 없었다($P > 0.05$). 가열 감량, 보수력 및 purge loss는 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 전단력은 0.3 ppm 구가 4.54 kg / 0.5 inch²으로 가장 높았으며($p < 0.05$), 다른 처리구간에는 3.3 kg / 0.5 inch²에서 3.7 kg / 0.5 inch²로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 관능 특성을 비교한 결과, 다즙성과 향미는 셀레늄 급여수준이 증가함에 따라 다소 증가하는 경향을 보였고, 연도는 처리구간 뚜렷한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn 및 Cu도 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 본 연구결과는 처리구별 시험두수가 5두로 보다 정확한 결과를 도출하기 위해서는 보다 많은 두수를 대상으로 그리고, 항산화성을 평가할 수 있는 추가 시험의 필요성이 제기되었다.

V. 사 사

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

VI. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
2. Combs, G. F. 2001. Selenium in global food systems. *Br. J. Nutr.* 85:517-547.
3. Finley, J. W. 2000. Does selenium accumulation in meat confer a health benefit to the consumer? *Proc. Soc. Anim. Sci.* pp. 1-10.
4. Hill, K. E., Xia, Y., Åkesson, B., Boeglin, M. E., and Burk, R. F. 1996. Selenoprotein P, concentration in plasma is an index of selenium status in selenium-deficient and selenium-supplemented Chinese subjects. *J. Nutr.* 126:138-145.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Nève, J. 1995. Human selenium supplementation as assessed by changes in blood selenium concentration and glutathione peroxidase activity. *J. Trace Elem. Med. & Biol.* 9:65-73.
9. 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.
10. 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.
11. Rayman, M. P. 2000. The importance of selenium to human health. *The Lancet* 356:233-241.
12. Reddy, B. S. 1996. Micronutrients as chemopreventive agents, *IARC Sci. Publ.* 139:221-235.
13. Robberecht, H. J. and Deelstra, H. A. 1984. Review: Selenium in human urine: concentration levels and medical implications. *Clinica Chimica Acta*, 136:107-120.
14. 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.
15. SAS. 1996. *SAS/STAT user's guide*, 8th ed. SAS Institute Inc. Cary NC USA.
16. Sunde, R. A. 1997. Selenium. In: O'Dell B. L., Sunde, R. A., eds. *Handbook of nutritionally essential mineral elements*. New York: Marcel Dekker Inc. pp. 493-556.
17. World Health Organization. 1996. Selenium. In *Trace Elements in Human Nutrition and Health*. pp. 105-122. Geneva WHO.
18. 김경남. 2001. 제 2판 사료표준분석방법. 농촌진흥청 축산기술연구소. pp. 77-80.
19. 박범영, 조수현, 황인호, 김진형, 오석중, 이종문, 윤상기. 2004. 글루코사민 유도체(GD) 급여 돈육의 육질특성. *한국축산식품학회*. 24(3):221-224.
20. 박범영, 조수현, 유영모, 고재정, 김진형, 채현석, 안종남, 이종문, 김용곤, 윤상기. 2001. 사후 3시간 도체 심부온도가 돈육의 품질에 미치는 영향. *한국동물자원학회지*. 43(6):949-954.

(접수일자 : 2004. 12. 31. / 채택일자 : 2005. 4. 18.)