

천연물질을 이용한 반추동물 항생제 대체용 미량광물질 및 천연유화제의 이용*

이수록** · 김삼철*** · 최낙진****

Supplmentation of the Mineral and Surfactant for Replacement of Antibiotics for Ruminant Animal

Lee, Su-Rok · Kim, Sam-Churl · Choi, Nag-Jin

The present study investigated the effect of inclusion of chromium propionate (Cr-P) and lysophospholipid (LPL) in diet on blood parameters and meat quality of Hanwoo steer. Feeding trial was performed from late fattening period to slaughter and blood parameters (insulin, blood glucose and non-esterified fatty acid (NEFA) concentration) and meat quality were examined. Total 4 experimental groups including control (no addition), T1 (Cr-P 0.2%), T2 (LPL 0.2%) and T3 (Cr-P 0.1% + LPL 0.1%) were employed. For blood parameters, insulin concentration in T1 and T3 showed an elevating patterns from 3.13 $\mu\text{U}/\text{mL}$ to 3.35 $\mu\text{U}/\text{mL}$ (T1) and from 4.38 $\mu\text{U}/\text{mL}$ to 5.23 $\mu\text{U}/\text{mL}$ (T3). The changes of NEFA in all groups were detected as a decreasing patterns according to days of feeding. However, significant difference was not found. In growth performance, T2 showed greater daily gain and T1 showed greater carcass yield compared to others. However, there were no significance in difference. In meat quality, T1 showed greater yield and intra-muscular fat levels and lower sharing force compared to others. However, significant differences were not detected.

Key words : *chromium propionate, lysophospholipids, plasma traits, meat quality*

* 본 연구는 농림수산물기술평가원 공동연구사업(과제번호: 315017-5)의 지원에 의해 이루어졌습니다.

** 전북대학교 동물자원학과

*** 경상대학교 축산학과(BK21Plus, 농업생명과학연구원)

**** Corresponding author, 전북대학교 동물자원학과(nagjin@jbnu.ac.kr)

I. 서 론

과거 항생제는 가축의 치료와 생산성 향상의 목적으로 이용되어 왔으나, 최근 이러한 항생제 사용을 통해 발생하는 다양한 문제로 인하여 그 사용이 전면적으로 금지되고 있다. 축산에 있어 항생제 사용 배제는 친환경 축산물 생산에는 큰 도움이 되나, 생산성 저하라는 또 다른 문제를 야기시키면서 기존 항생제를 대체할 수 있는 친환경 소재의 필요성이 중요하게 인식되고 있다(Fuller, 1989; Hong and Kim, 2001).

미량광물질은 사료 내에 소량 섭취되어 체내 대사 활동 촉진의 역할을 한다. 즉 이러한 미량광물질의 적용은 대사효율 개선을 통하여 생산성 향상의 효과를 얻을 수 있는 것으로 보고된 바 있다(Dahiya et al., 2006). 실제 가축의 생산성이 향상될수록 이러한 미량광물질의 필요성은 증가하고 고능력 가축의 사양관리에 있어 중요한 요인으로 인식되고 있다(Kim et al., 2005). 미량 광물질과 함께, 지방대사를 조절할 수 있는 물질은 가축의 에너지 대사 효율 및 축산물 품질 향상에 도움을 주는 것으로 알려져 있고, 대표적인 물질로 유화제가 알려져 있다(Hiroaki, 1997). 특히 반추가축에의 유화제 적용은 체내 지방 이용성을 높이고 비육후기와 같이 높은 에너지를 요구하는 시기에 그 에너지의 효율적 이용을 가능하게 한다고 보고된 바 있다(Zinn et al., 2000). 즉 미량광물질과 유화제의 적용은 가축의 균형 잡힌 영양소이용, 면역기능 향상, 번식효율 개선 등을 통하여 생산성 향상에 도움을 준다(Chagas et al., 2007; Jeffrey and Fisher, 1990).

본 연구는 가축 생산성 향상을 위한 항생제 사용 대체제 개발의 목적으로 미량 광물질 Chromium propionate와 천연 유화제인 Lysophospholipids가 반추위 발효에 미치는 영향을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 사료첨가제

본 연구에서는 Chromium propionate와 Lysophospholipids를 사용하였다. 본 연구에서는 두 가지 물질들을 개별적으로 사료에 첨가하여 급여하는 방법과 동일한 비율로 혼합된 상태에서 사료에 첨가하는 방법을 적용하였다. 실험에 사용된 Chromium propionate와 Lysophospholipids는 케민코리아(주)(경기도 성남시)에서 공급받아 사용하였다.

2. Chromium propionate와 Lysophospholipid가 반추동물 혈액성상에 미치는 영향

1) 시험동물 및 시험기간

Chromium propionate (Cr-P)와 Lysophospholipid (LPL)이 반추동물 혈액 성상에 미치는 영향을 조사하기 위한 공시축으로는 cannula를 장착한 한우 4두를 사용하였다. 사양시험은 총 4개의 period로 구성하였고, 각 period는 14일간으로 구성하였다. 각 period에서 3일의 휴식기와 10일간의 적응기 그리고 마지막 1일 동안 혈액 시료를 채취하였다. Cr-P와 LPL 그리고 두 가지를 혼합한 물질은 각각 사료에 0.2% (w/w) 혼합하여 급여하였다. 혈액 채취는 시험동물을 고정시킨 후 경동맥에서 주사기를 이용하여 5 mL를 채취하였다. 채취한 혈액은 heparin이 들어있는 tube에 옮겨 담은 후 13,000 rpm으로 15분간 원심 분리 후 혈청을 분리하였고, 분석에 사용하였다.

2) 혈액분석방법

혈중 유리지방산(NEFA, Non-esterified fatty acid) 함량은 enzymemetic colorimetric assay 방법을 사용하여 분석하였고, NEFAZYME (SEKISU, Japan)을 이용하여 Hitachi 7600-110 (Hitachi, Japan) 기기로 분석을 실시하였다.

혈액 내 insulin 함량의 측정은 화학발광 미세입자 면역분석법(Chemiluminescent Micro-particle Immuno assay : CMIA)를 사용하였으며, Architect를 이용하여 분석을 실시하였다. 또한, 검사에 사용된 시약은 ARCHITECT Insulin Reagent Kit (100T, Abbott, USA)를 사용하였다. 검사는 ARCHITECT (Abbott, USA)를 이용하여 실시하였다.

마지막으로 혈중 glucose의 측정은 UV test - HK를 사용하였으며, 검사에 사용된 시약은 GLU (Roche, Swiss)를 사용하였으며, 분석은 Modular DDP를 이용하여 실시하였다.

3. Chromium propionate와 Lysophospholipid가 비육우 육질에 미치는 영향

1) 시험동물

사양시험은 총 16두 한우를 대상으로 수행하였다. 시험동물의 개시 월령은 평균 23개월령으로 체중의 평균은 574±49 kg이었으며, 시험 종료시 월령은 평균 31개월령으로 시험 종료시 체중의 평균은 701±70 kg이었다. 공시축 배치는 각 처리구별 4두씩 총 16두를 체중에 따라 임의 배치하였다. 사료 급여는 시중에서 판매하는 비육후기용 TMR (현대티엠알, 충남 예산군)을 사용하였으며, 사료 급여는 각 처리별로 1일 2회 기준 자유 급여하였다. 각 처리구별 첨가제는 0.2% 수준으로 각 처리구별로 두당 일일 10 g씩 급여하였다. 시험 사료의 성분은 Table 1에서 보는 것과 같다.

Table 1. Chemical composition of experimental diets, %

Items	Experimental diets
Dry matter	92.12
Crude fat	2.75
Crude protein	14.74
Crude fiber	18.86
NDF ¹⁾	47.44
ADF ²⁾	26.55

¹⁾ NDF : Neutral detergent fiber

²⁾ ADF : Acid detergent fiber

2) 육질평가용 시료의 채취

시험 종료 후 시험동물물을 도축하였고, 도축 후 등심부위(*M. longissimus dorsi*)를 육질 평가용 시료로 사용하였다. 육질 등급(1⁺⁺, 1⁺, 및 1)별로 등급 판정사에 의해 조사하였고, 등심의 이화학적특성을 조사하기 위해 각 sample당 1.5 kg을 채취하여 조사항목별로 분석을 실시하였다.

3) 육질 이화학적 특성 분석

고기의 일반성분은 A.O.A.C. 방법(1995)에 의해 분석하였고, pH는 도체용 pH meter (pH* K21, NWK-Binar GmbH Co., Germany)로 측정하였다. 가열감량(Cooking loss)은 등심의 가열 전·후 중량차로 계산하였다. 육색은 등심을 절단하여 절단면은 공기 중에 30분가량 노출시킨 후 chromameter (Minolta Co. CR 300, Japan)로 CIE (Commision Internationale de Leclairage) L*, a*, b* 값을 3반복으로 측정하였다. 마지막으로 전단력은 등심을 심부온도 70°C에서 10분간 가열한 후 전단력 측정기(Wamer-Bratzler shear meter, G-R Elec, Mfg. Co., USA)로 측정하였다.

4. 통계분석

시험구별 유의적 차이는 일반선형모형을 이용한 분산분석(Analysis of variance)을 이용하여 가설검정을 수행하였고, 유의적 차이는 Duncan's 다중분석법을 이용하여 95%의 신뢰수준에서 분석하였다. 일련의 통계분석은 SPSS (version 18, IBM, USA) 프로그램을 사용하여 수행하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. Chromium propionate와 Lysophospholipids의 사료 첨가 급여가 혈액성상에 미치는 영향

반추동물에게 크롬의 급여는 혈중 인슐린을 효과적으로 증가시킬 수 있다(Striffler et al., 1993). 본 연구에서도 Cr-P를 단독으로 급여한 T1 처리구에서 insulin 농도가 급여전 3.13 $\mu\text{U/mL}$ 에서 급여 후 3.35 $\mu\text{U/mL}$ 로 높아지는 경향을 보였다. 또한, 혼합 Cr-P와 LPL을 혼합하여 급여한 T3에서도 혈중 인슐린의 농도가 급여전 4.38 $\mu\text{U/mL}$ 에서 급여후 5.23 $\mu\text{U/mL}$ 으로 높아지는 경향을 보였다. 이러한 인슐린의 증가는 혈중 glucose 농도변화에 영향을 미치는 것으로 나타났다. Cr-P 단독(T1)과 CR-P 및 LPL 혼합급여(T3) 처리구 모두에서 혈중 포도당의 농도가 급여전에 각각 66.50 mg/dL 및 67.00 mg/dL 에서 급여 후에서 68.75 mg/dL 및 69.25 mg/dL으로 증가하는 결과를 나타내었다(Table 2). 하지만 급여 전 후, 혈중 포도당의 농도 차이에 대한 통계적 유의성은 관찰되지 않았다($P > 0.05$). 이러한 결과는 insulin과 혈중 glucose의 농도에 대한 상관성을 보고한(Hong et al., 2002)의 결과와 유사하였다. 혈중 Insulin은 체내 지단백질 지방분해효소(Lipoprotein lipase)의 활성을 증가시켜 호르몬 감수성 지방분해효소(hormone-sensitive lipase)의 활성을 저하시키고, 혈중 유리된 지방산의 농도를 저하시키며 중성지방의 합성을 촉진 시키는 작용이 있는 것으로 보고된 바 있다(Hong et

Table 2. Effects of chromium propionate on plasma traits in Hanwoo steers

		Control ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾	T3 ⁴⁾	SEM ⁵⁾	P value
Insulin ($\mu\text{U/mL}$)	Day 1	4.25	3.13	2.90	4.38	0.671	0.378
	Day 7	2.98a	3.35ab	2.75a	5.23b	1.064	0.086
NEFA (uEq/L)	Day 1	110.50	88.25	91.75	82.75	1.028	0.444
	Day 7	114.50	64.50	74.75	78.75	0.888	0.490
Glucose (mg/dL)	Day 1	65.75	66.50	67.00	67.00	1.197	0.315
	Day 7	67.05	68.75	67.75	69.25	0.996	0.751

^{a, b, c} Means in the same row with different superscripts differ ($p < 0.05$)

¹⁾ Control: TMR only.

²⁾ T1: On the TMR additive 0.2% Chromium propionate

³⁾ T2: On the TMR additive 0.2% Lysophospholipids.

⁴⁾ T3: On the TMR additive each 0.2% Chromium propionate + Lysophospholipids.

⁵⁾ Means \pm standard error.

Analyzed by 4x4 Latin square analysis.

al, 2002; Lambert and Jacquemin, 1979). 그러나 본 연구에서는 isulin의 농도가 증가됨에 따라 NEFA의 농도가 T1과 T3에서 각각 88.25 uEq/L에서 64.50 uEq/L로 82.75 uEq/L에서 78.75 uEq/L로 감소되는 것으로 나타났다.

2. Chromium propionate와 Lysophospholipids의 첨가 급여가 사양성적, 도체성적 및 육질에 미치는 영향

1) 사양성적

각 처리구별 사양성적은 Table 3에서 보는 것과 같다. 종료체중 및 일당증체량 모두에서 처리구별 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 즉 본 연구에 사용된 크롬과 유화제는 한우의 사양성적에는 유의적인 효과를 나타내지 않는 것으로 판단되었다. 물론 사양시험에 사용된 시험축의 두수가 많지 않아 유의적인 차이를 나타내지 않은 것으로도 판단된다. 수치적인 평가에서는 유화제를 급여한 처리구(T2)에서 가장 높은 출하체중과 증체량을 나타내었다. 유화제의 사료첨가 급여는 불포화지방산의 소장 유입량을 증가시킴으로서 반추위 이후 소화기관의 지방흡수를 개선하고(Hess et al., 2008), 소화기관에서 흡수되는 불포화지방산의 양이 늘어남으로서 체중을 증가시킬 수 있다(Beam et al., 2000). 이러한 작용을 통하여 T2에서 체중 증가의 결과가 나타난 것으로 판단된다.

Table 3. Growth performance of Hanwoo steers in finish stage with different supplementation

	Control ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾	T3 ⁴⁾	P value
Initial body weight, kg	549.88±11.27 ⁵⁾	594.94±25.67	568.25±15.10	582.13±17.38	0.352
Final body weight, kg	674.75±22.57	722.63±33.86	705.63±19.87	696.63±26.93	0.638
Total weight gain, kg	124.88±37.42	127.63±29.00	137.38±22.90	114.5±46.24	0.635
Average daily gain, kg/d	0.52±0.07	0.59±0.06	0.61±0.05	0.47±0.05	0.405

¹⁾ Control: The group fed TMR only.

²⁾ T1: The group fed TMR additive to 0.2% Chromium propionate

³⁾ T2: The group fed TMR additive to 0.2% Lysophospholipids.

⁴⁾ T3: The group fed TMR additive each 0.2% Chromium propionate + Lysophospholipids.

⁵⁾ Means ± standard error.

2) 도체성적

시험구별 도체성적은 Table 4에서 보는 것과 같다. 처리구별 도체중은 T1에서 높게 나타

났으며, 등지방 두께는 T2에서 가장 낮게 확인이 되었고, 그 다음으로 T1에서 낮게 나타났다. 마지막으로 T3이 대조구와 비슷하게 확인되었다. 그러나 모든 시험구에서 유의적인 차이는 발견되지 않았다($P < 0.05$).

Table 4. Carcass traits by supplementation of Chromium propionate and Lysophospholipids in Hanwoo steers

	Control ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾	T3 ⁴⁾	P value
Carcass weight (kg)	394.75±19.84 ⁵⁾	422.75±19.84	412.75±11.63	407.50±15.74	0.638
Variation of back fat thickness (mm)	7.86±1.35	7.01±1.38	7.73±1.52	6.61±2.10	0.939
Back fat thickness (mm)	16.00±1.64	14.50±1.35	14.25±1.54	16.00±3.43	0.902
Rib-eye area (cm ²)	100.00±5.13	103.00±4.18	98.63±3.56	96.88±6.08	0.834
Yield index	64.93±1.36	65.59±0.83	65.42±1.02	64.22±2.41	0.923
Yield grade (A:B:C)	1:5:2	3:4:1	2:4:2	3:1:4	0.750
Yield grade (%)	12:63:25	38:50:12	25:50:25	38:12:50	-

¹⁾ Control: The group fed TMR only.

²⁾ T1: The group fed TMR additive to 0.2% Chromium propionate

³⁾ T2: The group fed TMR additive to 0.2% Lysophospholipids.

⁴⁾ T3: The group fed TMR additive each 0.2% Chromium propionate + Lysophospholipids.

⁵⁾ Means ± standard error.

Chromium은 지방의 이용성과 근육내 지방을 합성 효율과 연관이 있는 것으로 보고된 바 있다(Ohh and Lee, 2005). 본 연구에서도 크롬과 유화제를 급여한 처리구들에서 대조구에 비해 낮은 등지방 두께를 나타내었다. 그러나 두 가지 물질을 동시에 급여한 처리구 T3에서는 오히려 대조구에 비해 증가된 등지방 두께를 나타내었다. 물론 유의적인 차이가 없었기 때문에 크롬과 유화제의 병행 사용이 오히려 등지방을 두껍게 한다고 단정할 수는 없으나, 잠재적인 상호작용의 존재 가능성이 있다고 판단되었다. 배최장근 단면적은 시험구별 유의적인 차이가 발견되지 않았다($P < 0.05$).

3) 육질

시험구별 육질등급 결과는 Table 5에서 보는 것과 같다. 모든 육질등급 결과에서 시험구별 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 근내지방도의 경우, 크롬을 단독급여한 처리구(T1)에서 수치적으로 높은 결과를 나타내었다. 육색과 지방색의 경우, 유화제와 크롬을 병행하여 급여한 처리구(T3)에서 수치적으로 높은 결과를 나타내었다. 반면에 성숙도의 경우 대조구

에서 가장 높게 나타났다. 육질등급 비율의 경우, 크롬을 단독 급여한 처리구(T1)에서 가장 높은 1⁺⁺ 등급 출현 비율을 나타내었다. 크롬은 혈중 포도당대사외에 단백질 및 지방대사에도 깊은 연관성을 가지고 있으며 근내지방도와 정육량 생산성에 그 영향을 미칠 수 있다 (Ohh and Lee, 2005). 물론 통계적으로 유의적인 차이는 없었으나, 본 연구에서도 크롬의 사료첨가 급여는 육질의 변화를 나타낼 수 있는 것으로 판단되었다.

Table 5. Carcass traits by supplementation of Chromium propionate and Lysophospholipids in Hanwoo steers

	Control	T1	T2	T3	P value
Marbling score ¹⁾	7.88±0.67	8.38±0.50	7.88±0.48	7.38±0.65	0.689
Meat color ²⁾	3.75±0.16	4.13±0.23	4.13±0.13	4.25±0.16	0.222
Fat color ³⁾	2.88±0.13	2.88±0.23	3.00±0.00	3.13±0.13	0.564
Texture ⁴⁾	1±0.00	1±0.00	1±0.00	1±0.00	0.407
Maturity ⁵⁾	3.00±0.38	2.50±0.19	2.75±0.37	2.38±0.26	0.502
Quality grade (1++:1+:1)	5:3:0	7:0:1	5:2:1	6:1:1	0.912
Quality grade (%)	63:37:0	88:0:12	63:25:12	75:13:12	-

¹⁾ Marbling score: 1=devoid, 9=abundant.

²⁾ Meat color: 1=bright red, 7=dark red

³⁾ Fat color: 1=creamy white, 7=yellowish

⁴⁾ Texture: 1=soft, 3=firm

⁵⁾ Maturity: 1=young, 9=old

시험구별 육질특성 분석결과는 Table 6에서 보는 것과 같다. 일반적으로 한우에서 육질 pH는 5.47가 적정 수준이라고 보고된 바 있으며(Kim and Lee, 2003), 본 연구에서는 등심의 pH가 5.60~5.75 사이로 적정 수준보다 약간 높게 나타났다. 수분 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았으나 대조구 대비 각 처리구에서 수치적으로 높게 나왔으며, 그 중 T3에서 가장 높게 확인 되었다. 조지방은 각 처리구간 유의적인 차이는 없었지만 T1에서 수치적으로 높게 조사되었다.

육색의 L값이 증가하는 것은 비육이 진행됨에 따라 지방교잡이 발달하는 것에 기인한다고 보고되어 있는데(Mitsumoto, 1992), 본 시험에서는 T1에서 통계적 유의성을 보이지 않았으나 수치적으로 높은 경향을 보였으며, 대조구와는 비슷한 경향을 나타내었다. 전단력은 T1이 1.64 kg/cm²로 가장 낮은 수치를 보였다. 가열감량은 유의적 차이를 보이지 않았으나 대조구에서 가장 낮은 수치를 나타내었으며 그 다음으로 T1에서 낮게 조사되었다.

Table 6. Meat qualities as influenced by supplementation of Chromium propionate and Lysophospholipids in Hanwoo steers

		Control ¹⁾	T1 ²⁾	T2 ³⁾	T3 ⁴⁾	SEM ⁵⁾	P value
Chemical composition (%)	Moisture	49.47	53.14	55.34	56.35	7.041	0.789
	Fat	23.56	28.94	25.86	23.68	8.660	0.908
Meat color	L	46.60	46.43	42.05	45.60	4.801	0.714
	a	21.90	20.79	21.15	20.95	2.044	0.961
	b	19.77	18.52	17.44	18.47	1.993	0.718
pH		5.75 ^a	5.60 ^b	5.60 ^b	5.63 ^b	0.067	0.018
Shear force (kg/cm ²)		1.68	1.64	1.81	1.65	0.260	0.876
Cooking loss (%)		16.30	17.30	18.53	19.87	3.210	0.692

^{a, b, c} Means in the same row with different superscripts differ (p<0.05)

¹⁾ Control: The group fed TMR only.

²⁾ T1: The group fed TMR additive to 0.2% Chromium propionate

³⁾ T2: The group fed TMR additive to 0.2% Lysophospholipids.

⁴⁾ T3: The group fed TMR additive each 0.2% Chromium propionate + Lysophospholipids.

⁵⁾ Means ± standard error.

[Submitted, March. 11, 2016 ; Revised, May. 11, 2016 ; Accepted, May. 18, 2016]

References

1. A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC., USA, 69-74
2. Beam, T. M., T. C. Jenkins, P. J. Moate, R. A. Kohn, and D. L. Palmquist. 2000. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. *J. Dairy Sci.* 83: 2564-2573.
3. Chagas, L. M., J. J. Bass, D. Blache, C. R. Burke, J. K. Kay, D. R. Lindsay, M. C. Lucy, G. B. Martin, S. Meier, F. M. Rhodes, J. R. Roche, W. W. Thatcher, and R. Webb. 2007. Invited review: New perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of highproducing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 4022-4032.
4. Dahiya, J. P., D. C. Wilkie, A. G. Van Kessel, and M. D. Drew. 2006. Potential strategies

- for controlling necrotic enteritis in broiler chickens in post-antibiotic era. *Anim. Feed Sci. Technol.* 129: 60-68.
5. Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteri.* 66: 365-378.
 6. Hess, B. W., G. E. Moss, and D. C. Rule, 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 86:188.
 7. Hiroaki, S. 1997. Control of Secretion and Action of Insulin by Volatile Fatty Acids in Ruminants. *Animal Sci. and Technol. (Jpn).* 68: 993-1002.
 8. Hong, E. C. and Kim, I. H. 2001. Functional Agents to Replace Antibiotics for Friendly Environment Pig Diets. *Korean J Org Agric.* 9: 136-149.
 9. Hong, Z. S., M. G. Jin, R. H. Jin, S. Y. Han, H. G. Lee, H. J. Lee, and Y. J. Choi. 2002. Effects of Chromium Picolinate on Growth Performance, carcass Characteristics and Plasma Components in Holstein Bulls. *J. Anim. Sci. & Technol.* 44: 419-426.
 10. Jeffrey, A. and M. D. Fisher. 1990. *The Chromium Program.* New York, 1-5.
 11. Kim, C. H., B. K. Park, J. G. Park, H. S. Kim, K. I. Sung, J. S. Shin, and S. J. Ohh. 2005. Estimation of Rumen By-pass Rate of Chromium-methionine Chelates by Ruminant Bacteria Analysis. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor).* 47: 759-768
 12. Kim, C. J. and Lee, E. S. 2003. Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteristics of Hanwoo (Korean native cattle) beef. *Meat Science* 63: 397-405.
 13. Lambert, B. and C. Jacquemin. 1979. Inhibition of epinephrine induced lipolysis in isolated white adipocytes of aging rabbit by increased alpha adrenergic responsiveness. *J. Lipid Resea.* 20: 208-216.
 14. Mitsumoto, M. 1992. Studies on measurement and improvement of beef quality. Ph. D. Dissertation in Kyoto University. Japan.
 15. Ohh, S. J. and Lee, J. Y. 2005. Dietary Chromium-methionine chelate supplementation and animal performance. *J. Anim. Sci.* 6: 898-907.
 16. Striffler, S. S., M. M. Polansky, and R. A. Anderson. 1993. Dietary chromium enhances insulin secretion in perfused rat pancreas. *J. Trace Elem. Res. Med.* 6: 75-81.
 17. Zinn, R. A., S. K. Gulati, A. Plascencia, and J. Salinas, 2000. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 78: 1738.