

# 홀스타인 수소에 있어서 Chromium Picolinate의 첨가가 성장성적, 혈액성상 및 도체품질에 미치는 영향

홍중산\* · 김명국\* · 김윤학\* · 한승은\* · 이홍구\* · 이현준\*\* · 최윤재\*

서울대학교 농생명공학부\*, 축산기술연구소\*\*

## Effects of Chromium Picolinate on Growth Performance, Carcass Characteristics and Plasma Components in Holstein Bulls

Z. S. Hong\*, M. G. Jin\*, R. H. Jin\*, S. Y. Han\*, H. G. Lee\*, H. J. Lee\*\*, Y. J. Choi\*

School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University\*,

National Livestock Research Institute, R.D.A\*\*

### ABSTRACT

We conducted two experiments to evaluate the effects of chromium picolinate(CrP) on growth performance, carcass characteristics and plasma components in Holstein bulls. In trial 1, eight finishing Holstein bulls(300±6.99Kg) were allocated to 2 treatments(control and 0.05% CrP) with 4 replication for 10-months. In results, growth performance was not affected by CrP addition. The plasma insulin concentration in 0.05% CrP group was about 2 times higher than the control group of Holstein bulls. The levels of plasma NEFA were significantly decreased to 59.00 mEq/dl with 0.05% CrP treatment(P<0.05), but the levels of plasma glucose and PUN were not altered by 0.05% CrP treatment. The grade of carcass was not different between control and 0.05% CrP group, but back fat thickness in 0.05% CrP group was increased in 22.33% compared with control group. In trial 2, fifteen growing-finishing Holstein bulls(160±4.63Kg) were allocated to 3 treatments(control, 0.025% CrP and 0.05% CrP) with 5 replication for 14-months. During the overall experimental period, growth performance was not affected by CrP levels. The levels of hormone and metabolites were not affected by CrP supplementation. The carcass characteristics were not different between control and treatment.

These results show that the CrP may have no effects for beef cattle production because of degradation of CrP conjugation in the rumen. However treatment of short term provide a possibility the effects of development for lipogenesis.

(Key words : Beef cattle, CrP, Plasma components, Lipogenesis)

### I. 서 론

Cr은 필수 미량광물질로 간주되고 있으며 인  
슐린의 작용을 활성화하는 작용을 통하여

glucose의 항상성과 광물질 및 지질대사에 영향  
을 준다(Offenbacher 등, 1988; Mertz, 1993;  
Vincent, 2001). Cr은 자연상태에서 0, +2, +3,  
+6가 형태로 존재한다. 이들 중 Cr<sup>6+</sup>는 독성이

Corresponding author : Choi, Yun Jaie, School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University Suweon,  
441-744, Tel: 031-290-2347

있어 그 이용성이 낮은 반면에 Cr<sup>3+</sup>은 생체내에서 대사에 중요한 작용을 하는 것으로 알려져 있다. 특히 Cr<sup>3+</sup>은 glucose tolerance factor (GTF)의 구성성분으로서 탄수화물의 대사에 깊이 관여하고 있다(Mertz, 1993). 무기태 Cr은 흡수율이 낮아 최근에 Cr의 생체 이용성을 증가시키기 위하여 다양한 유기태 Cr이 개발되고 있으며 그 중에서도 가장 각광을 받는 것이 chromium picolinate(CrP)이며 타 축종에서 그 효과가 검증되고 있다.

돼지에서 CrP를 첨가하여 급여하였을 때 배 최장근단면적 및 근육 함량이 증가하고 10번째 갈비뼈의 지방두께를 감소시켰으며 (Page 등, 1993), 성장단계와 번식단계에 CrP를 첨가하였을 때 복당산자수, 실산자수, 복당 21일령 체중 등이 증가되고(Lindemann 등, 1995) 고온스트레스상태에 있는 육계의 사료에 CrP를 첨가하였을 때 정강이 길이가 증가되는 등 생산성향상(권 등, 1999)에 대한 효과가 보고되고 있고 반추동물에서도 High-Cr yeast, Cr-nicotinic acid 등에 관한 연구가 보고되고 있다(Chang과 Mowat, 1992; Kegley 등, 1996).

그렇지만 비육우에 있어서 CrP의 효과에 대한 연구는 극히 제한되었고 사료내 첨가수준 및 처리기간에 대한 효과 규명도 아직 정확히

행하여지고 있지 않다. 따라서 본 연구는 홀스타인 비육우에 있어서 비육단계(시험 I)와 육성비육단계(시험 II)에 걸쳐 사료에 CrP를 첨가하였을 때 성장성적, 혈액성상 및 도체품질에 미치는 영향을 규명하기 위하여 실행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시축 및 시험기간

시험 I 과 시험 II 모두 서울대학교 부속 실험목장에서 실시하였다. 비육초기에서부터 비육 말기까지 chromium picolinate를 첨가하였을 때의 효과를 검증하기 위하여 시험 I 은 평균 체중이 300kg 좌우되는 홀스타인 수소를 4두씩 완전 임의로 대조구 및 0.05% CrP 첨가구로 배치하여 1999년 10월 1일부터 2000년 7월 19일까지 약 10개월 간 실시하였으며, chromium picolinate의 조기첨가 효과 및 첨가수준이 미치는 영향을 검증하기 위하여 시험 II는 평균체중이 160kg 되는 홀스타인 수송아지 15두를 5두씩 3처리로 완전임의 배치하여 대조구, 0.025% CrP 첨가구, 0.05% CrP 첨가구로 나누어 1999년 10월 16일부터 2000년 11월 30일까지 약 14개월 간 실시하였다.

Table 1. Chemical composition of experimental diets(%)

Items	Experiment 1		Experiment 2	
	Growing	Finishing	Growing	Finishing
Chemical composition (%)				
Crude protein	14.00	12.00	14.20	12.20
Crude fat	3.50	4.10	3.00	3.20
Crude fiber	7.10	6.70	6.44	6.13
Crude ash	5.30	4.80	6.87	5.64
Ca	0.70	0.70	1.00	0.70
P	0.40	0.30	0.50	0.30
TDN	70.20	71.00	72.00	73.00

TDN: Total digestible nutrients.

Grownig: Body weight 350kg before.

Finishing: Body weight 350kg after.

## 2. 사양관리

시험 I 과 시험 II 모두에서 조사료는 급여하지 않고 시판용 완전배합사료를 무제한 급여하였다. 물은 급수조에서 자유롭게 먹을 수 있도록 하였으며 CrP는 소형배합기(Universal max. Fullung 1801)로 시판용 완전배합사료에 첨가수준별로 CrP를 넣고 10분간 배합하여 급여하였다. 시험에 사용된 사료성분은 Table 1에 나타내었다.

## 3. 조사항목

### (1) 성장성적

시험 I 및 II 모두 체중측정은 60일 간격으로 측정하였으며 일당사료 섭취량은 15일단위로 측정한 양을 평균으로 환산하여 결정하였다.

### (2) 혈 중 대사산물과 인슐린의 농도

시험 I 에서는 CrP 처리 290일, 시험 II 에서는 CrP 처리 408일에 각각 경부정맥으로부터 10 ml의 혈액(해파린 처리된 진공 tube)을 채취하여 원심분리(4°C, 3,000g, 15분)하여 혈장을 혈액성분 분석을 위하여 사용하였다. 혈장 내 Glucose(Mutarotase-glucose oxidase methods), PUN(plasma urea nitrogen; Urease indo-phenol Methods), NEFA(non-esterified fatty acid; Acyl-CoA-oxidase methods)는 enzyme kit(Wako Pure Chemical Industries, LTD)을 이용하여 ELISA 방법으로 측정하였다. Insulin은 EIA(Enzyme immuno assay) 방법으로 Immuno assay kit(American Laboratory Products Company)을 이용하여 ELISA 방법으로 측정하였다.

### (3) 도체품질

시험 종료 후 시험에 사용된 공시축을 도축하여 도체품질을 한국 육질등급판정기준에 의하여 판정하였다.

## (4) 통계 분석

시험 I 의 결과는 Student's *t-test*를 통하여 처리간의 평균값을 비교하였으며 시험 II 의 결과는 SAS(1988)의 GLM Procedure를 이용하여 실시하였으며, Duncan's Multiple Range Test를 통하여 처리간의 유의성을 검정하였다. 시험 I 의 0.05% CrP 첨가구와 시험 II 의 0.05% CrP 첨가구에서 각각 1두씩 질병으로 시험도중 도태되어 통계 분석에서 제외시켰다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 성장성적과 사료효율

일당증체와 사료섭취량 및 사료효율은 시험 I 과 시험 II 모두에서 처리간에 유의적인 차이가 없었다(Table 2). 이는 Page 등 (1993) 돼지를 시험축으로 실시한 시험에서 일당증체와 사료효율에는 통계적인 유의차가 없었다는 결과와 유사하며 Kitchalong 등(1995)이 면양의 사료에 CrP를 첨가한 시험에서 건물섭취량과 일당증체량에는 영향이 없었다는 결과 및 Bunting 등(1994)이 평균체중이 98±16kg되는 홀스타인 거세 수송아지와 122±7kg되는 암송아지에 370µg/kg의 CrP를 첨가한 시험에서 일당증체 사료섭취량 및 사료효율에는 영향이 없었다는 결과와 유사한 결과이다. 그러나 Moonsie-Shageer와 Mowat(1993)이 실시한 시험에서 수송스트레스를 받은 평균체중이 236kg되는 소에서는 0.2ppm과 1ppm 첨가구에서 일당증체와 건물섭취량에 유의적인 차이를 보였다는 결과와는 다른 결과이다. 시험 II 에서 육성비육단계에 걸쳐 장기간 CrP를 첨가하였을 때 종합적인 결과는 일당증체와 사료효율면에서 대조구보다 낮은 성적을 보였다. 그러나 단계별로 볼 때 첨가초기 즉 0.05% 첨가구에서 첫 60일간, 0.025% 첨가구에서 120일간 일당증체와 사료효율에서 개선되는 추세를 나타내었는데 이는 Depew 등(1998)이 홀스타인 어린 송아지에게

Table 2. Effect of chromium picolinate on growth performance in Holstein bulls

Items	Experiment 1			Experiment 2			
	0% CrP	0.05% CrP	P	0% CrP	0.025% CrP	0.05% CrP	
Initial wt (kg)	300.75±11.24	298.33±9.39	0.44	160.65±3.15	161.05±4.88	161.75±4.29	
Final wt (kg)	661.00±27.15	651.00±16.59	0.40	688.00±10.50	670.80±18.76	626.00±16.84	
Day	ADG(kg)			Day	ADG(kg)		
0 ~ 60	1.87± 0.14	1.88±0.12	0.12	0 ~ 60	1.46±0.06	1.57±0.10	1.62±0.07
61 ~120	1.00± 0.19	1.23±0.17	0.08	61 ~120	1.07±0.14	1.27±0.12	1.03±0.07
121 ~180	1.21± 0.07	1.11±0.08	0.14	121 ~180	1.86±0.09	1.67±0.07	1.58±0.08
181 ~240	1.29± 0.12	1.52±0.05	0.21	181 ~240	1.54±0.10	1.41±0.05	1.40±0.07
241 ~292	0.76± 0.21	0.35±0.21	0.34	241 ~300	1.23±0.07	1.10±0.13	1.03±0.03
0 ~292	1.24± 0.06	1.22±0.03	0.37	300 ~408	0.86±0.07	0.79±0.12	0.56±0.04
				0 ~408	1.33±0.05	1.30±0.06	1.20±0.02
	ADMI(kg/d)			ADMI(kg/d)			
0 ~ 60	8.15	8.46		0 ~ 60	5.26	5.29	5.29
61 ~120	8.67	8.53		61 ~120	6.44	6.83	6.53
121 ~180	8.04	7.90		121 ~180	7.96	8.36	7.42
181 ~240	8.77	8.95		181 ~240	8.69	9.15	7.89
241 ~292	8.48	8.66		241 ~300	8.08	8.92	8.67
0 ~292	8.42	8.50		301 ~408	8.64	8.87	9.07
				0 ~408	7.51	7.90	7.48
	ADG/ADMI			ADG/ADMI			
0 ~ 60	22.95± 1.76	22.22±0.18	0.11	0 ~60	27.76±1.32	29.68±1.03	30.62±1.55
61 ~120	11.53± 2.15	12.31±1.94	0.11	61 ~120	16.61±3.29	18.59±2.01	15.62±1.18
121 ~180	15.05± 0.93	14.05±3.53	0.16	121 ~180	23.37±1.21	19.97±0.95	21.29±1.27
181 ~240	14.71± 1.31	16.78±0.55	0.20	181 ~240	17.84±1.27	15.41±0.63	17.74±0.94
241 ~292	9.00± 2.47	4.06±2.51	0.50	241 ~300	15.25±1.00	12.31±1.59	11.82±0.47
0 ~292	14.72± 0.72	14.35±0.26	0.24	300 ~408	9.95±1.02	8.91±1.40	6.17±0.45
				0 ~408	18.46±0.82	17.47±0.70	17.21±0.37

Data: means±standard error.

ADG : Average daily gain ADMI : Average dry matter intake.

FE : Feed efficiency(ADG/ADMI×100%).

1ppm의 CrP를 첨가하였을 때 수송아지의 경우 일당증체가 향상되는 경향이 있었다는 보고와 일치한 결과다. 그러나 CrP의 첨가시간이 길어

짐에 따라 오히려 성장성적이 감소하는 추세를 보였으며 CrP 첨가수준이 높을수록 감소폭이 더 컸다. 시험 121~180 기간동안 0.025% CrP

첨가구와 0.05% CrP 첨가구에서 대조구에 비해 일당증체가 각각 10.22%, 15.05% 감소하였으며 이러한 추세가 시험 종료 시까지 지속되었다. Cr은 Cu, Se, F, Mo, As와 같이 생체내에서의 중요성에 의해서 필수광물질로서 분류됨과 동시에 중독광물질로서 분류(한, 1996)되어 있다. 장기간의 투여는 체내에 Cr의 축적이 이루어져 결국 생체기능조절 수준이 아닌 중독수준에 이를 우려가 있으며 따라서 동물의 성장에 악영향을 미칠 수 있다. 시험II에서 약 14개월간 CrP를 첨가하여 급여하였으므로 생체기능조절 수위를 넘어선 결과로 추정되므로 이에 대한 보다 자세한 연구가 필요하다고 사료된다.

2. 혈 중 대사산물과 인슐린의 농도

시험 I 에서 인슐린의 농도는 0.05% CrP 첨가구에서 비록 통계적 유의차는 없었지만 1.47 ng/ml로서 대조구의 0.72ng/ml 보다 2배정도 높게 나타난 반면에 NEFA의 농도는 0.05% CrP 첨가구가 59.00 mEq/dl로서 대조구의 111.27 mEq/dl보다 현저하게 적게 나타나 통계적인 유의차를 보였다(p<0.05). 이는 Cr 공급원으로 CrCl을 첨가시켰을 때 인슐린 분비증가 효과가 있었다고 한 Striffler 등(1993)의 보고와 유사한 결과이다. 인슐린은 지단백질 지방분해효소(lipoprotein lipase)의 활성을 증가시켜 호르몬

감수성 지방분해효소(hormone-sensitive lipase)의 활성을 저하시킴으로써, 혈중에 유리된 지방산의 농도를 저하시켜 중성지방의 합성을 촉진시키는 작용이 있다(김 등, 1996). 시험 I 의 0.05% CrP 첨가구에서 얻어진 인슐린과 NEFA의 결과는 인슐린에 의해 지방합성대사가 활성화되어 지방합성전구물질인 혈중 NEFA의 지방산합성으로의 동원이 활발하게 일어남은 물론 체지방의 분해는 억제되어(Lambert와 Jacquemin, 1979) 나타난 결과로 사료된다. 이러한 결과를 뒤받침 해주는 결과가 시험 I 의 도체분석결과에서도 나타났다. 0.05% CrP 첨가구에서 등지방두께가 통계적인 유의차는 없었지만 대조구보다 높은 경향을 나타내었다(Table 4). 이는 돼지에 있어서 CrP의 첨가가 등지방의 감소를 가져오는 결과와는 달리 비육우에 있어서 비육기 CrP의 첨가는 Insulin 분비를 촉진시켜 혈중 Insulin 농도를 증가시키고 지방합성과 관련된 Insulin의 작용을 활성화시킴으로 지방합성이 촉진되어질 수 있다는 간접적인 증거라 할 수 있다.

시험II에서는 시험 I 의 결과와 달리 CrP 처리에 따른 인슐린과 NEFA, 등지방두께에서 서로 연관된 결과가 얻어지지 않았는데 그 원인으로 성장성적에 영향을 주게 된 이유 즉, 생체기능 조절수위를 넘어선 결과로 사료된다. 따라서 이후의 연구로서 CrP가 호르몬과 대사산물, 그리고 도체품질에 미치는 영향과 기전에 대한

Table 3. Effects of chromium picolinate on plasma traits in Holstein bulls<sup>a</sup>

Items	Experiment 1			Experiment 2		
	0% CrP	0.05% CrP	p	0% CrP	0.025% CrP	0.05% CrP
Insulin (ng/ml)	0.72± 0.20	1.47±0.33	0.14	1.24± 0.25	1.35± 0.26	1.13± 0.17
Glucose (mg/dl)	84.67± 1.44	86.56±3.96	0.69	62.05± 8.58	64.40±12.94	59.33±11.46
NEFA (mEq/dl)	111.27±13.21	59.00±3.78	0.02	61.78±14.79	60.96± 6.69	57.10±11.50
PUN (mg/dl)	11.04± 0.88	12.31±2.05	0.61	12.51± 1.09	11.79± 0.81	10.48± 1.18

Data: Means±SE.

NEFA: non-esterified fatty acid.

PUN: plasma urea nitrogen.

<sup>a</sup> In trial I Single sample collected after 10 months and in trial II Single sample collected after 14 months of CrP treatment.

연구가 수행되어야 한다고 사료된다.

### 3. 도체품질

도체등급 성적은 두 시험에서 모두 처리간 유의성이 없게 나타났다(Table 4). 배최장근단면적 및 도체중량은 두 시험에서 모두 CrP 첨가구에서 감소하는 경향을 보였다. 육량 및 육질지수는 대조구와 CrP 첨가구에서 유사하게 나타났는데 이는 Gentry 등(1999)이 거세수량의 단백질수준이 서로 다른 사료에 CrP를 400ppb 수준으로 첨가하였을 때와 Kitchalong 등(1995)이 CrP를 250ppb 수준으로 첨가하였을 때 육량지수와 육질지수에 영향주지 못한 결과와 유

사한 결과이다. 그러나 Page 등(1993)이 돼지의 사료에 CrP를 200ppb 첨가하였을 때 등지방 두께를 줄이고 배최장근단면적을 늘렸다는 보고와는 다른 결과이다. 이는 단위가축에서 보인 육질개선 효과가 비육우에서는 보이고 있지 않음을 시사한다. 그렇지만 시험 I에서 통계적인 유의차는 보이지 않았지만 0.05% CrP 첨가구에서 등지방 두께가 약간 증가하고 혈중 대사산물 및 호르몬의 결과를 비추어 볼 때 CrP의 첨가수준 및 처리기간을 충분히 고려하여 급여하면 궁극적으로 근내지방 침착에도 영향을 주어 육질등급 향상에 도움이 될 것으로 기대한다.

Table 4. Effect of growth chromium picolinate on carcass grading characteristics of Holsteinbulls

Item	Experiment 1			Experiment 2		
	0% CrP	0.05% CrP	P	0% CrP	0.025% CrP	0.05% CrP
No.of head	4	3		5	5	4
Final weight (kg)	661.00±27.15	651.00±16.59	0.67	688.00±10.50	670.80±18.76	626.00±16.84
Yield grade						
Back fat thickness (cm) <sup>a</sup>	3.00±0.00	3.67±0.33	0.18	4.60±0.93	4.60±0.68	4.00±0.41
Longissimus muscle area (cm <sup>2</sup> ) <sup>b</sup>	78.5±4.56	66.33±6.44	0.20	89.60±2.50	83.60±2.25	84.75±4.99
Carcass weight (kg) <sup>c</sup>	391.75±18.02	381.33±13.69	0.66	403.00±10.82	393.80±13.94	377.25±12.0
Yield index <sup>d</sup>	68.42±0.33	67.17±0.42	0.08	68.68±0.53	68.27±0.30	68.70±0.36
Final head (A:B:C)	(1:3:0)	(0:3:0)		(3:2:0)	(1:4:0)	(1:3:0)
Quality grade <sup>e</sup>						
Mabling score	1	1		1	1	1
Meat color	4	4		4.60	4.20	4
Fat color	2	2		2	2	2
Firmness	2	2		2	2	2
Total	3	3		3	3	3
Final head (1:2:3)	(0:0:4)	(0:0:3)		(0:0:5)	(0:0:5)	(0:0:4)

Data: Means ± SE.

<sup>a</sup> Back fat thickness measured at 13th rib.

<sup>b</sup> longissimus muscle area also measured at 13th rib.

<sup>c</sup> Cold carcass weight.

<sup>d</sup> Yield index were estimated based on the yield index: 1 for 69, 2 for 66-69, 3 for lower than 66.

<sup>e</sup> Grading ranges are 1 to 7 for marbling score with higher numbers for better quality and 1 to 7 for meat and fat colors, 1 to 3 for firmness, maturity and grade with lower numbers for better quality.

#### IV. 요 약

본 시험은 성장단계별로 서로 다른 수준의 CrP를 첨가하여 성장성적, 혈액성상 및 도체품질에 미치는 영향을 규명하고자 실시하였다.

시험 I 에서 일당증체, 일당건물섭취량 및 사료효율에는 유의적인 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 혈액성상에서 혈장 Glucose와 PUN의 농도에는 영향이 없었지만 혈중 인슐린의 농도는 0.05% CrP첨가구가 대조구의 2배되는 1.47ng/ml 인데 반하여 혈중 NEFA의 농도는 59.00 mEq/dl 로 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 이는 인슐린의 농도의 증가 및 인슐린의 활성의 증가로 인하여 지방합성대사가 활발히 진행된 결과로 사료된다. 이러한 결과를 도체분석결과가 뒤받침 해주고 있는데 비록 통계적인 유의차는 없지만 0.05% CrP 첨가구의 등지방두께가 대조구에 비해 22.33% 높은 3.67cm로 나타났다.

시험 II 에서 비록 일당증체, 일당건물섭취량 및 사료효율에는 유의적인 차이가 없었지만 ( $p > 0.05$ ), 첨가초기 즉 0.05% CrP 첨가구에서는 첫 60일간, 0.025% CrP 첨가구에서는 첫 120일간 대조구보다 우수한 성적을 나타냈다. 혈장 Glucose와 PUN의 농도에는 영향이 없었다. 통계적인 유의차는 없었지만 혈 중 인슐린의 농도는 0.025% CrP 첨가구는 대조구보다 8.88% 높은 1.35ng/ml로 나타났고 0.05% CrP 첨가구는 오히려 1.13ng/ml로 대조구보다 낮게 나타났다.

NEFA의 농도는 시험 I 에서와 같은 차이는 없었지만 CrP 첨가수준이 증가할수록 감소하는 추세를 나타냈고 등지방두께는 일정한 변화추세를 보이지 않았다.

#### V. 감사의 글

본 연구는 (주)에그리브랜드 퓨리나코리아, 축협중앙회, (주)삼조의 지원으로 수행된 것으로 연구비 지원에 감사 드립니다.

BK21의 지원에 의해 연구가 진행되었음.

#### VI. 인 용 문 헌

1. Bunting, L. D., Fernandez, J. M., Thompwn, Jr. D. L. and Southern. L. L. 1994. Influence of chromium picolinate on glucose usage and metabolic criteria in growing Holstein calves. *J. Anim. Sci.* 72:1591-1599.
2. Chang D. and Mowat. D. N. 1992. Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. *J. Anim. Sci.* 70:559-565.
3. Depew, C. L., Bunting, L. D., Fernandez, J. M., Thompson, D. L. Jr. and Adkinson. R. W. 1998. Performance and metabolic responses of young dairy calves fed diets supplemented with chromium tripicolinate. *J. Dairy Sci.* 81:2916-2926.
4. Gentry, L. R., Fernandez, J. M., Ward, T. L., White, T. W., Southern, L. L., Bidner, T. D., Thompson, D. L. Jr., Horohov, D. W., Chapa, A. M. and Sahlu. T. 1999. Dietary protein and chromium tripicolinate in suffolk wether lambs: Effects on production characteristics, metabolic and hormonal responses, and immune status. *J. Anim. Sci.* 77:1284-1294.
5. Kegley, E. B., Spears, J. W. and Brown, Jr. T. T. 1996. Immune response and disease resistance of calves fed chromium nicotinic acid complex or chromium chloride. *J. Dairy Sci.* 79:1278-1283.
6. Kitchalong, L., Fernandez, J. M., Bunting, L. D., Southern, L. L. and Bidner. T. D. 1995. Influence of chromium tripicolinate on glucose metabolism and nutrient partitioning in growing lambs. *J. Anim. Sci.* 73:2694-2705.
7. Lambert, B. and Jacquemin, C. 1979. Inhibition of epinephrine induced lipolysis in isolated white adipocytes of aging rabbits by increased alpha-adrenergic responsiveness. *J. Lipid Resea.* 20:208-216.
8. Lindemann, M. D., Wood, C. M., Harper, A. F., Kornegay, E. T. and Anderson, R. A. 1995. Dietary chromium picolinate additions improve gain:Feed and carcass characteristics in growing finishing pigs and increase litter size in repro-

- ducing sows. *J. Anim. Sci.* 73:457-465.
9. Mertz, W. 1993. Chromium in human nutrition: A review. *J. Nutr.* 123, 626-633.
  10. Moonsie-Shageer, S. and Mowat, D. N. 1993. Effect of level of supplemental chromium on performance, serum constituents and immune status of stress feeder calves. *J. Anim. Sci.* 71:232-238.
  11. Offenbacher, E. G. and Pi-Sunyer, F. X. 1988. Chromium in human nutrition. *Annu. Rev. Nutr.* 8, 543-561.
  12. Page, T. G., Southern, L. L., Ward, T. L. and Thompson, D. L. Jr. 1993. Effect of chromium picolinate on growth and serum and carcass traits of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 71:656-662.
  13. SAS. 1988. *SAS User's Guide: Statistics. Version 5ed.* SAS Institute Inc., Cary, NC.
  14. Striffler, S. S., Polansky, M. M. and Anderson, R. A. 1993. Dietary chromium enhances insulin secretion in perfused rat pancreas. *J. Trace Elim. Exp. Med.* 6:75-81.
  15. Vincent, B. 2001. The bioinorganic chemistry of chromium(III). *Polyhedron* 20(2001)1-26.
  16. 김상근, 김주현, 김천호, 나승열, 박진홍, 양일석, 유창준, 윤영원, 이상목, 이장현, 이호일, 한호재. 1996. *가축생리학.* p.463.
  17. 권 관, 안병기, 강창원. 1999. 고온스트레스하에 서 chromium picolinate 및 riboflavin 첨가가 육계 생산성적 및 체조성에 미치는 영향. *한국축산학회지.* 41(3):311-316.
  18. 한인규. 1996. *동물영양학.* p.205.
- (접수일자 : 2002. 4. 12 / 채택일자 : 2002. 8. 1)