

# 사료중의 Cu 수준이 한우 거세우의 성장 및 도체특성에 미치는 영향

안병홍·조희웅·하 경  
경상대학교 동물자원과학부

## Effect of Dietary Copper Levels on Performance and Carcass Characteristics in Hanwoo Steers

B. H. Ahn, H. W. Cho and K. Ha

Faculty of Animal Science and Technology, Gyeongsang National University

### ABSTRACT

This experiment was conducted to determine the effects of dietary copper levels on performance, carcass characteristics, and economical analysis in Hanwoo steers. Fifteen Hanwoo steers weighing about 300 kg were randomly allotted into one of three treatments. The three treatments consisted of Control(7 mg Cu/kg feed), T1(12 mg Cu/kg feed) and T2(17 mg Cu/kg feed). Copper was formulated with concentrate from copper sulfate(CuSO<sub>4</sub>) and animals were fed the diets supplemented with copper from 300 kg until about 630 kg of body weight.

Dietary copper levels did not affect daily weight gain, feed intake and feed efficiency during the whole feeding period. Dressing percentage, rib eye area and backfat thickness were not different between animals fed the diets supplemented with copper. Animals fed the diets supplemented with copper received the same B grade in yield grade.

Animals fed the diets supplemented with copper received same marbling score. Beef color, fat color, texture and maturity were not affected by Cu supplementation in diet. Animals received the same first grade between treatments in quality grade. Animals fed the diet supplemented with 12 mg of copper per kg diet was higher in profit by 13.3% than animals fed the control diet.

According to these results, it may be concluded that performance, yield and quality grade were not affected by the Cu levels of 7 to 17 mg per kg feed but crude income was enhanced when Hanwoo steers were fed the diet containing 12 mg Cu/kg feed.

(Key words : Hanwoo steers, Copper, Performance, Carcass characteristics)

### I. 서론

축산물 완전개방화에 따른 대응으로 우리나라 축산물의 질을 고급화하여 다른 나라 축산물과 차별화시키고 기능성을 지닌 쇠고기 생산으로 고부가 축산물을 생산하여 국제 경쟁력을

높여야 할 것이다. 또한 국민 소득의 증가와 더불어 생활수준이 높아짐에 따라 소비자들은 우수한 육질의 고기를 선호할 것이므로 좋은 쇠고기를 생산해내는 방법을 강구해야 할 것이다.

Cu는 필수 무기물로서 미량원소에 속하며 적혈구형성에 간접적으로 관여하는데 Cu가 결핍

Corresponding author : Byung H. Ahn. Tel: 055-751-5416, E-mail:bhahn@nongae.gsnu.ac.kr

되면 체내에서 Fe의 이용이 곤란하게 되며, hemoglobin의 생성이 불량하게 되어 빈혈에 걸리게 된다. 또한 Cu가 결핍되면 뼈에 여러 가지 장애현상이 나타나서 뼈가 연해지며, 관절 부위가 붓고 절름거리리는 증상이 나타나기도 한다(Underwood, 1977).

Clawson 등(1972)은 Hereford 처녀우에게 건초와 면실박을 기초사료로 급여하면서 Mo를 100 ppm 첨가하면서 Cu를 CuSO<sub>4</sub> 형태로 1 g 첨가하거나 또는 Cu glycinate 형태로 2 ml 주사했을 때, Mo를 첨가하지 않았을 때 Cu의 첨가는 증체 또는 사료섭취량에 영향을 미치지 않았고, Mo만을 첨가하였을 때 체중은 감소하였다고 하였다.

Felsman 등(1973)은 Holstein 수송아지에게 옥수수, 옥수수 속대와 대두박을 기초사료로 급여하면서 항생물질인 chlortetracycline를 사료 kg당 22 mg 첨가하고 Cu를 Cu sulfate 형태로 사료 kg당 125, 250 및 500 ppm을 첨가했을 때 일당증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 Cu 첨가수준에 의하여 영향을 받지 않았고 도체율도 영향을 받지 않았다고 하였다.

Suttle과 Jones(1986)은 Cu가 결핍되면 면역기능과 대사과정에 손상을 주고, 방목중인 면양은 질병에 대한 저항성이 떨어져 폐사율이 높아진다고 하였다. 반추동물사료에 Mo와 S가 들어 있으면 Cu의 이용율은 낮아질수가 있는데 Mo와 S는 tetrathiomolybdates를 형성하고 이것이 Cu와 반응하여 반추위내에서 대단히 안정된 화합물을 형성하여 소화나 흡수가 되지 않기 때문이다(Allen과 Gawthorne, 1987).

또한 Gengelbach 등(1994)은 2년생 암소에게 Cu가 사료 kg당 4 mg 함유된 옥수수 사일리지와 대두박을 기초사료로 급여하면서 사료 kg당 Fe를 FeC<sub>3</sub> 형태로 600 mg, Mo를 Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>의 형태로 5 mg, Cu를 CuSO<sub>4</sub>의 형태로 10 mg 첨가하였을 때, 증체량은 대조구와 Fe 첨가구 및 Cu 첨가구간에는 차이가 없었지만, Mo 첨가구는 많이 떨어졌는데, 그래서 송아지의 성장에 대한 Mo의 나쁜 영향이 사료중의 Cu의 함량이 낮은데 기인하는 것은 아닌 것 같다고 하였다. Rojas 등(1995)은 거세한 면양에게 옥수수와 면

실박 및 대두박을 기초사료로 급여하면서 Zn을 Zn Methionine, Zn lysine, ZnSO<sub>4</sub> 및 ZnSO의 형태로 하루에 360 mg 첨가하였을 때 모든 처리구에서 혈청중의 Cu 함량이 낮았다고 하였다.

Ward 등(1997)은 암소에게 옥수수 사일리지와 대두박을 기초사료로 급여하면서 대조구(Cu, Mo, Fe의 무첨가) 및 사료 kg당 Fe를 FeC<sub>3</sub> 형태로 600 mg, Mo를 NaMoO<sub>4</sub>의 형태로 5 mg, Cu를 CuSO<sub>4</sub> 형태로 10 mg을 각각 첨가하였을 때 적혈구에 대한 항체반응이 대조구가 다른 첨가구들보다 높게 나타났고, 사료중의 Cu의 결핍과 Mo와 Fe를 많이 급여해서 생기는 Cu 결핍은 면역기능에 대한 반응이 일정하지 않았는데, 이는 Cu 결핍이 송아지의 특정 면역기능에는 영향을 미치지 않는다는 것을 의미하는 것 같다고 하였다. 또한 Littledike 등(1995)은 Angus cows에게 사료를 대사체중당 각각 58, 76, 93 또는 111 g을 급여하였을 때, 간의 Cu 함량은 사료 급여수준에 의해 영향을 받지 않았고, 간과 혈청의 Cu 함량은 도체의 단백질보다 도체지질과 크게 관련이 있다고 하였다.

Gengelbach 등(1997)은 2년생 암소에게 사료 kg당 Fe를 600 mg, Mo를 5 mg 또는 Cu를 10 mg 각각 급여하였을 때, Cu와 Fe을 급여한 구가 대조구 또는 Mo 급여구에 비하여 체온은 높고 사료섭취량은 떨어졌으며, 또한 Cu를 급여한 구가 Mo 급여구에 비하여 혈장의 종양괴사인자가 높았는데 이는 사료중에 Cu와 Mo의 수준이 종양괴사인자와 cytokines에 영향을 미쳐서 질병에 대한 반응으로써 체온과 사료섭취량에 영향을 미칠수 있다고 하였다. Angus 거세우에게 육성기때는 사료 kg당 Cu를 7.5 mg 첨가하고, 비육중기와 비육후기에는 각각 5 mg을 첨가하였을 때 비육말기에 일당증체량이 증가하고 사료효율이 개선되었으며, 도체의 등지방두께는 얇아졌으며, 배최장근단면적은 더 넓어졌다고 하였다(Ward와 Spears, 1997). Angus와 Hereford 교잡종 거세우에게 Cu가 10.2 mg 함유된 옥수수 사일리지와 대두박을 기초사료로 급여하면서 Cu를 Cu sulfate 형태로 사료 kg당 20 mg 또는 40 mg 첨가한 소는 첨가하지 않은 소에 비하여 육성기 동안에는 증체량은 Cu의

Table 1. Ingredient and chemical composition of experimental diets(as fed basis)

Item	First fattening	Mid fattening	Finishing
Ingredients composition(%)			
Yellow corn	42.60	46.15	34.43
Wheat	13.56	15.00	20.70
Molasses	5.00	5.00	5.00
Wheat bran	9.12	6.00	7.00
Corn gluten feed	2.50	3.84	6.00
Coconut meal	11.00	10.00	8.00
Palm meal	7.00	6.50	5.00
Distillers dried grain	5.00	3.58	0.00
Rapeseed meal	0.80	0.00	0.00
Kapok meal	0.00	1.00	1.00
Kelp meal	0.10	0.00	0.00
Mixed grass	0.00	1.00	8.88
Ground limestone	2.12	1.98	1.40
Salt	0.60	0.60	0.60
Urea	0.26	0.00	0.00
Vitamin*	0.10	0.10	0.10
Mineral**	0.10	0.10	0.10
Additive	0.14	0.05	1.00
Probiotics	0.00	0.10	0.10
Anti-bloat agent	0.00	0.00	0.27
Oils	0.00	0.00	0.52
Total	100	100	100
Chemical composition(%)			
Crude protein	12.14	11.03	12.00
Crude fat	3.50	3.47	3.65
Crude fiber	4.65	4.34	5.70
Crude ash	5.86	5.45	5.63
Calcium	1.04	0.90	0.75
Phosphorus	0.41	0.38	0.36
TDN	71.72	72.21	73.06

\* Contained 3,800 IU of vitamin A, 400 IU of vitamin D<sub>3</sub>, 20 IU of vitamin E per kg of feed.

\*\* Contained 50 mg of iron, 0.15 mg of cobalt, 7 mg of copper, 24 mg of manganese, 30 mg of zinc, 0.6 mg of iodine, 0.15 mg of selenium per kg of feed.

첨가수준에 의하여 영향을 받지 않았으나 비육 말기에는 증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 감소하였다고 하였다(Engle와 Spears, 2000a).

또한 Angus 거세우에게 옥수수 사일리지를

기초사료로 급여하면서 Cu를 Cu sulfate 형태로 사료 kg 당 10 mg 또는 20 mg을 첨가하면 일당 증체량, 사료섭취량, 사료효율, 건물소실을 및 휘발성지방산은 Cu 첨가수준간에 의하여 영향

을 받지 않았으나 배최장근중의 콜레스테롤농도와 등지방두께는 감소하고, 근내지방도는 수준간에 비슷하였고, 배최장근중의 불포화지방산은 증가하였으나 포화지방산은 감소하는 경향이었다고 하였다(Engle와 Spears, 2000b). Simmental 거세우에게 옥수수 사일리지와 대두박 사료를 급여하면서 사료 kg당 Cu를 Cu sulfate 형태로 10 mg 또는 40 mg 첨가하였을 때 성장과 도체특성, 지질 또는 cholesterol 대사에는 영향을 미치지 않았다고 하였으나(Engle와 Spears, 2001), Stoszek 등(1986)은 사료중의 Cu 수준이 증가하면 간중의 Cu 수준도 증가한다고 하였고, Braford 암소에게 bahiagrass와 당밀-면실박 사료를 급여하면서 Cu를 10 ppm 첨가하였을 때 일당증체량은 급여하지 않은 구에 비하여 증가하였다(Arthington 등, 2003)고 하였다. 따라서 본 연구에서는 비육중인 한우 거세우에게 농후사료중에 Cu를 수준별로 급여하였을 때 증체량과 사료섭취량, 사료효율, 도체성적 및 경제성에 미치는 영향을 규명하고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시동물, 시험장소 및 시험기간

체중 300 kg 정도 되는 한우 거세우 15두를 공시동물로 사용하였고 경상대학교 부속목장에서 435일동안 비육시험을 실시하였다.

### 2. 시험설계

농후사료중의 Cu 수준을 세수준((Control: 사료 kg당 7 mg; Treatment I: 12 mg; Treatment II: 17 mg)으로 정하고 Cu는 Copper sulfate( $\text{CuSO}_4$ ) 형태로 급여하였으며 공시동물은 한 처리당 5 두씩 계 15두를 완전임의 배치하였다.

### 3. 시험사료 및 사양관리

Cu는  $\text{CuSO}_4$  형태로 농후사료중에 배합하여 급여하였으며, 조사료는 티모시 목건초를 급여

하였고 시험사료의 일반성분은 AOAC법(1995)으로 분석하였으며, 비육시기별 사료배합표와 이들의 성분 함량은 Table 1과 같다. 사료는 1일 2회로 나누어 급여하였고 농후사료는 비육전기, 비육중기 및 비육후기동안 각각 체중의 1.82~1.83%, 1.83~1.89% 및 1.57~1.68%를 급여하였고, 조사료는 비육전기, 비육중기 및 비육후기동안 각각 체중의 1.16~1.17%, 0.61~0.68% 및 0.42~0.43%를 급여하였다. 물은 자유채식토록 하였다.

## 4. 조사항목

### 1) 증체량, 사료섭취량, 사료효율

체중은 1개월 간격으로 우형기를 이용하여 측정하였으며, 일당증체량은 해당 기간의 체중을 시험기간으로 나누어 구하였고, 사료섭취량은 급여량에서 잔량을 감하여 구하였고, 사료효율은 사료섭취량을 증체량으로 나누어 구하였다.

### 2) 도체등급

공시동물의 도체등급은 사양시험 종료후 축산물등급판정소(2001)의 소도체등급판정기준에 의거하여 구하였다.

## 5. 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과들은 SAS package (SAS, 1996)를 이용하여 분산분석을 하였고 Duncan's multiple range test로 처리간 유의성을 검정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 사양성적

농후사료중의 Cu 수준이 한우 거세우의 일당증체량, 사료섭취량 및 사료효율에 미치는 영향을 보면 Table 2에 나타난 바와 같이 일당증체량은 비육전기, 비육중기 및 비육후기 전기 간에 걸쳐 대조구와 Cu 12 mg 및 17 mg 급여

Table 2. Effect of Cu supplementation on performance of Hanwoo steers

Item	Control	Treatment I	Treatment II
Body weight(kg)			
Initial body wt.	307.9	307.9	309.7
First fattening wt.	409.1	407.8	413.8
Mid fattening wt.	516.6	510.4	520.8
Final body weight	628.9	619.9	633.6
Weight gain(kg)			
First fattening period	101.2	99.9	104.1
Mid fattening period	107.5	102.6	107.0
Finishing period	112.3	109.5	112.8
Total	321.0	312.0	323.9
Daily weight gain(kg)			
First fattening period	0.83 ± 0.26 <sup>a</sup>	0.88 ± 0.43 <sup>a</sup>	0.87 ± 0.26 <sup>a</sup>
Mid fattening period	0.71 ± 0.35 <sup>a</sup>	0.71 ± 0.21 <sup>a</sup>	0.70 ± 0.32 <sup>a</sup>
Finishing period	0.72 ± 0.23 <sup>a</sup>	0.73 ± 0.27 <sup>a</sup>	0.72 ± 0.28 <sup>a</sup>
Mean	0.75 ± 0.29 <sup>a</sup>	0.76 ± 0.31 <sup>a</sup>	0.75 ± 0.30 <sup>a</sup>
Feed intake(kg/head/day)			
Concentrate intake			
First fattening period	5.62	5.62	5.63
Mid fattening period	7.63	7.71	7.59
Finishing period	8.13	8.59	8.32
Mean	7.13	7.31	7.18
Roughage intake			
First fattening period	3.59	3.58	3.59
Mid fattening period	2.02	2.76	2.71
Finishing period	2.80	2.14	2.24
Mean	2.80	2.83	2.85
Total feed intake(kg/head/day)			
First fattening period	9.21	9.20	9.22
Mid fattening period	9.65	10.47	10.30
Finishing period	10.93	10.73	10.56
Mean	9.98	10.13	10.03
Feed efficiency			
First fattening period	11.10	10.46	10.60
Mid fattening period	13.60	14.75	14.71
Finishing period	15.20	14.70	14.67
Mean	13.30	13.30	13.33

Values are mean±SD.

Treatment I: Cu 12 mg per kg feed; Treatment II: Cu 17 mg per kg feed.

<sup>a</sup> Means with same superscript in the same row are not significantly different (P<0.05).

구간에 차이가 없었고 비육 전기간 평균에서도 각각 0.75, 0.76, 0.75 kg으로서 처리구간에 유의적인 차이는 없었다. 사료섭취량은 비육전기에는 9.20~9.22 kg, 비육중기에는 9.65~10.47 kg, 비육후기에는 10.56~10.93 kg으로 비육시기별로 처리구간에 비육전기는 0.22%, 비육중기는 7.83% 및 비육후기는 3.39% 차이가 있었고 비육전기기간에는 9.93~10.13 kg으로 처리구간에 1.97% 차이가 있었다. 사료효율은 비육전기에는 10.46~11.10, 비육중기에는 13.60~14.75, 비육후기에는 14.67~15.20으로 비육전기간에 걸쳐 처리구간에 3.49%에서 7.80%의 차이가 있었다.

이와같은 결과는 Angus 거세우에게 옥수수과 Johnsongrass hay를 기초사료로 급여하면서 사료 100 kg당 5.73 g의 Cu를 첨가하였을 때 일당 증체량, 사료효율, 육량 및 육질등급은 Cu의 첨가에 의하여 영향을 받지 않았다고 한 Essig 등(1972)의 보고 및 Holstein 수송아지에게 Cu를 Cu sulfate 형태로 사료 kg당 0, 125, 250 및 500 ppm을 첨가하였을 때 일당증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 Cu 첨가수준에 의하여 영향을 받지 않았다고 한 Felsman 등(1973)의 보고 및 Angus와 Hereford의 교잡우에게 Cu를 CuSO<sub>4</sub>와 Cu lysine 형태로 각각 5 ppm 첨가했을 때 CuSO<sub>4</sub>의 형태로 첨가한 구가 육성초기에는 성장율이 증가하였으나 비육전기기간에는 증체량, 사료효율 및 사료섭취량에 영향을 미치지 않았다는 Ward 등(1993)의 보고 및 Angus 거세우에게 Cu를 사료 kg당 10 mg 또는 20 mg 첨가하였을 때 Cu 첨가수준에 의해서 증체량, 사료섭취량과 사료효율이 영향을 받지 않았다는 Engle과 Spears(2000b)의 보고 및 Angus 거세우에게 Cu가 5.3 mg 함유된 농후사료를 기초사료로 급여하면서 Cu를 20 mg 첨가했을 때 일당증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 Cu의 첨가에 의하여 영향을 받지 않았다는 Engle 등(2000b)의 보고와는 일치하였으나, Braford 암소에게 bahiagrass와 당밀-면실박사료를 급여하면서 Cu를 10 ppm 첨가하였을 때 무 첨가구에 비하여 일당증체량은 Cu 첨가구가 증가하는 경향이었던 Arthington 등(2003)의 보고와는 상이하였다.

또한 Ivan(1988)은 수면양에게 옥수수 사일리지와 대두박을 기초사료로 급여하면서 반추위 내에 원생동물이 있는 수면양과 없는 수면양에게 Cu를 각각 사료 g당 7.0 µg과 15.0 µg 첨가하였을 때 원생동물이 있는 수면양이 원생동물이 없는 수면양보다 사료섭취량이 더 많았고 성장도 더 빨랐다고 하였고, Nockels 등(1993)은 Charolais 거세우에게 Cu를 Cu lysine 형태 또는 CuSO<sub>4</sub> 형태로 급여하였을 때 Cu를 Cu lysine 형태로 급여하였을 때가 CuSO<sub>4</sub> 형태보다 체내 축적율이 더 높았다고 하였으나 Kegley와 Spears(1994)는 양자간에 이용율이 비슷하다고 하였다.

또한 Lee 등(2002)은 Angus 거세우에게 비육 시작시에는 Cu가 사료 kg당 7.1 mg 들어있는 알팔파 건초와 옥수수를 기초사료로 급여하고, 그 이후에는 Cu가 6.1 mg 함유되어 있는 농후사료를 급여하면서 Cu를 사료 kg당 CuSO<sub>4</sub> 형태로 10 mg 또는 20 mg, Cu 아미노산형태로 10 mg 또는 20 mg을 각각 급여하였을 때, 육성기 동안 성장율은 Cu의 첨가에 의하여 영향을 받지 않았고, 비육말기에는 Cu를 Cu 아미노산형태로 10 mg 첨가했을 때가 CuSO<sub>4</sub>의 형태로 10 mg 첨가한 구보다 종료시체중과 일당증체량이 높았다고 하였다.

## 2. 도체성적

농후사료중의 Cu의 첨가수준이 한우 거세우의 도체성적에 미치는 영향은 Table 3에 나타난 바와 같다. 한우 거세우에게 Cu를 사료 kg당 7, 12, 17 mg 급여하였을 때 도체율은 58.4~59.2%로 처리구간에 큰 차이는 없었다. 육량등급중에서 등지방두께는 8.2~10.4 mm로 처리구간에 큰 차이는 없었다. 배최장근단면적은 대조구와 12 mg 및 17 mg 급여구가 각각 78.4, 82.2 및 79.8 cm<sup>2</sup>로 처리구간에 차이는 없었다. 육량지수는 68.10~68.91로서 처리구간에 차이는 없었다. 육량등급은 모두 B등급으로서 처리구간에 차이가 없었다.

이와 같은 결과는 Angus 거세우에게 옥수수와 목건초를 기본으로 한 사료를 급여하면서

Table 3. Effect of Cu on yield grade and quality grade of Hanwoo steers

Item	Control	Treatment I	Treatment II
Body weight(kg)	628.9	619.9	633.6
Carcass weight(kg)	367.3 ± 29.23 <sup>a</sup>	367.0 ± 23.44 <sup>a</sup>	373.8 ± 25.82 <sup>a</sup>
Dressing percentage(%)	58.4	59.2	58.7
Yield grade			
Backfat thickness(mm)	8.2 ± 2.28 <sup>a</sup>	10.4 ± 4.39 <sup>a</sup>	10.0 ± 1.58 <sup>a</sup>
Eye muscle area(cm <sup>2</sup> )	78.4 ± 16.74 <sup>a</sup>	82.2 ± 11.71 <sup>a</sup>	79.8 ± 4.32 <sup>a</sup>
Beef yield score	68.91 ± 1.24 <sup>a</sup>	68.38 ± 2.06 <sup>a</sup>	68.10 ± 0.69 <sup>a</sup>
Yield grade <sup>1)</sup>	B	B	B
Quality grade			
Beef color <sup>2)</sup>	5.2 ± 0.45 <sup>a</sup>	4.8 ± 0.45 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>
Fat color <sup>3)</sup>	3.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	3.2 ± 0.45 <sup>a</sup>	2.8 ± 0.45 <sup>a</sup>
Texture <sup>4)</sup>	1.6 ± 0.55 <sup>a</sup>	1.2 ± 0.45 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.55 <sup>a</sup>
Maturity <sup>5)</sup>	2.6 ± 0.89 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.89 <sup>a</sup>	2.8 ± 0.84 <sup>a</sup>
Marbling score <sup>6)</sup>	3.6 ± 0.07 <sup>a</sup>	4.8 ± 1.10 <sup>a</sup>	4.2 ± 1.64 <sup>a</sup>
Quality grade <sup>7)</sup>	1.54 ± 0.64 <sup>a</sup>	0.88 ± 0.16 <sup>a</sup>	1.34 ± 1.34 <sup>a</sup>

Values are mean ± SD.

Treatment I: Cu 12 mg per kg feed; Treatment II: Cu 17 mg per kg feed.

<sup>a</sup> Means with same superscript in the same row are not significantly different(P<0.05).

<sup>1)</sup> A= Better than average, B = average, C = lower than average.

<sup>2)</sup> 1 = light red, 7 = dark red.

<sup>3)</sup> 1 = white, 7 = yellow.

<sup>4), 5)</sup> 1 = low numbers for better quality.

<sup>6)</sup> 7 = high numbers for better quality.

<sup>7)</sup> 1+ = best, 1 = better, 2 = average, 3 = lower.

사료 100 kg당 5.73 g의 Cu를 첨가하였을 때 육량과 육질등급은 차이가 없었다는 Essig 등(1972)의 보고와는 일치하였으나, Angus 또는 Hereford × Angus 거세우에게 육성기때는 옥수수 사일리지를 주로 급여하고 비육기에는 옥수수를 기본으로 한 사료를 급여하면서 Cu chloride 형태(Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>3</sub>Cl)로 Cu를 10 mg 또는 40 mg 첨가하였을 때, 등지방두께가 감소하였다는 Engle 등(2000a)의 보고 및 이유한 Angus 수송아지에 사료 kg당 Cu를 copper sulfate 형태로 7.5 mg 첨가하고 그 이후 거세를 하여 시험 마지막 40일동안 kg당 5 mg의 Cu를 급여하였을 때 거세우에서 등지방두께가 얇고 배최장근단면적이 더욱 넓은 도체를 생산하였다는 Ward와 Spears (1997)의 보고와는 상이하였다. 또한

Angus 거세우에게 육성기동안 옥수수 사일리지와 대두박을 기초사료로 급여하고 비육말기에는 옥수수와 대두박을 기초사료로 급여하면서 Cu를 CuSO<sub>4</sub> 형태로 20 mg 또는 40 mg 첨가했을 때 도체중과 등지방두께가 줄어들었다는 Engle 등(2000c)의 보고와도 상이하였다.

육질등급에서 가장 중요한 요인인 근내지방도는 대조구와 12 mg 및 17 mg 급여구가 각각 3.6, 4.8 및 4.2로서 12 mg 급여구가 약간 높게 나타났으나 처리구간에 유의차는 없었다. 육색, 지방색, 조직감 그리고 성숙도 등에서도 Cu 급여구간에 큰 차이가 없었다. 육질등급은 처리구간에 모두 1등급을 받았고 Cu 수준간에 차이가 없었다.

이와같은 결과는 Angus 거세우에게 옥수수

사일리지를 기초사료로 급여하면서 Cu를 사료 kg당 10 mg 또는 20 mg 첨가하였을 때 Cu의 첨가수준이 높아지면 등지방두께는 감소하였으나 근내지방도는 첨가구간에 차이가 없었다는 Engle과 Spears(2000b)의 보고와는 상이하나 Simmental 거세우에게 옥수수 사일리지와 대두박 사료를 급여하면서 Cu를 첨가하지 않았을 때와 사료 kg당 Cu를 Cu sulfate 형태로 10 mg 또는 40 mg 첨가하였을 때 첨가구간에 성장과 도체특성, 지질 또는 cholesterol 대사작용에는 영향을 미치지 않았다는 Engle와 Spears(2001)보고와는 유사하였다.

3. 경제성

한우 거세우에게 Cu를 농후사료중에 사료 kg

당 7 mg, 12 mg 또는 17 mg 급여하였을 때 경제성에 미치는 영향을 보면 Table 4에 제시된 바와 같다. kg 증체에 소요되는 사료비는 대조구는 3,358원, Cu 12 mg 급여구는 3,538원 및 Cu 17 mg 급여구는 3,368원으로서 Cu 12 mg 급여구가 대조구나 Cu 17 mg 급여구에 비하여 5.1% 또는 4.8% 높았다. 소득은 가축판매대금에서 송아지 구입비와 사료비를 공제한 잔액으로 대조구가 두당 2,577,483원, Cu 12 mg 급여구는 2,920,432원, Cu 17 mg 급여구는 2,653,227원으로서 Cu 12 mg 급여구가 대조구에 비해 13.3%, Cu 17 mg 급여구에 비해 10.1% 높게 나타났다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때 한우를 거세를 실시하여 육성 비육우에 대해 Cu를 사료 kg 당 7 mg, 12 mg 또는 17 mg 급여할 때 증체량

Table 4. Economical analysis

(Unit : 1000 won)

Item	Control		Treatment I		Treatment II	
	Intake(kg)	Cost(won)	Intake(kg)	Cost(won)	Intake(kg)	Cost(won)
Calf price(won)	1,300		1,300		1,300	
Concentrates cost						
First fattening	691.6	154.9	690.7	154.7	691.9	155.0
Second fattening	1176.5	278.7	1187.1	281.3	1169.2	277.1
Last fattening	1285.1	341.8	1357.7	361.1	1314.7	349.7
Overall	3153.2	775.4	3235.5	797.2	3175.8	781.8
Roughage cost						
Tall fescue	1185.8	302.9	1204.2	307.0	1211.9	309.0
Total feed cost(won)	1,078		1,104		1,091	
Feed cost/kg gain*	3.358		3.538		3.368	
Carcass weight(kg)	369.8		375.8		373.8	
Unit price(won/kg)	13.4		14.2		13.5	
Meat price(won/kg)	4,955		5,325		5,044	
Crude income(won)	2,577		2,920		2,653	

Treatment I: Cu 12 mg per kg feed; Treatment II: Cu 17 mg per kg feed.

\* Unit: won.



이나 사료이용성에는 Cu 급여 수준간에 뚜렷한 차이는 없었고 도체특성 중 근내지방도에서도 처리구간에 큰 차이가 없었다. 그러나 조수익에서는 Cu 12 mg 급여구가 도체단가의 상승으로 대조구나 Cu 17 mg 급여구에 비하여 10.1%~13.3% 높았다.

#### IV. 요약

한우 거세우에 대한 Cu의 급여효과를 규명하기 위하여 농후사료중의 Cu 수준을 사료 kg당 7 mg, 12 mg 또는 17 mg의 3개 처리구에 각 5 두씩 계 15두를 공시하여 435일간 비육시험을 실시한 결과는 다음과 같다.

일당증체량은 비육전기, 비육중기 및 비육후기 전기간에 걸쳐 Cu 7 mg, 12 mg 또는 17 mg 급여구간에 차이가 없었고 비육 전기간 평균에서도 각각 0.75, 0.76, 0.75 kg으로서 처리구간에 유의적인 차이는 없었다. 사료섭취량은 처리구간에 비육전기에는 9.21~9.64 kg, 비육중기에는 9.53~9.75 kg, 비육후기에는 10.09~10.93 kg으로 비육시기별로 큰 차이가 없었고 비육전기에는 9.86~10.21 kg으로 처리구간에 큰 차이가 없었다. 사료효율은 비육전기에는 11.08~11.72, 비육중기에는 13.60~14.34, 비육후기에는 14.01~15.20으로 처리구간에 큰 차이는 없었고 비육 전기간에서도 13.31~13.99로 처리구간에 차이가 없었다.

한우 거세우에게 Cu를 급여하였을 때 도체율은 58.4~59.2%로 처리구간에 차이는 없었다. 육량등급중에서 등지방두께는 8.2~10.4 mm로 처리구간에 큰 차이는 없었다. 배최장근단면적은 대조구와 12 mg 및 17 mg 급여구가 각각 78.4, 82.2 및 79.8 cm<sup>2</sup>로 처리구간에 차이는 없었다. 육량지수는 68.10~68.91로서 처리구간에 차이는 없었다. 육량등급은 모두 B 등급으로서 처리구간에 차이가 없었다. 육질등급에서 가장 중요한 요인인 근내지방도는 Cu 7 mg, 12 mg 또는 17 mg 급여구가 각각 3.6, 4.8 및 4.2로서 12 mg 첨가구가 약간 높게 나타났으나 처리구간에 유의적인 차이는 없었다. 육색, 지방색, 조직감 그리고 성숙도 등에서도 Cu 첨가구간에

큰 차이가 없었다. 육질등급은 처리구간에 모두 1등급을 받았고 Cu 수준간에 차이가 없었다.

경제성분석 결과 조수익은 대조구에서는 두당 2,577,483원, Cu 12 mg 급여구는 2,920,432원, Cu 17 mg 급여구는 2,653,227원으로써 Cu 12 mg 급여구가 7 mg 급여구에 비해 13.3%, 17 mg 급여구에 비해 10.1%가 높게 나타났다.

이상과 같은 결과들을 종합해 볼 때 한우 거세우에게 농후사료 중에 Cu를 사료 kg당 7, 12 또는 17 mg을 넣어 주었을 때 성장, 육량 및 육질등급에서는 처리구간에 차이가 없었으나 경제성에서는 12 mg 급여구가 조수익이 높았다.

#### V. 인용문헌

1. AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., U.S.A.
2. Allen, J. D. and Gawthorne, J. M. 1987. Involvement of the solid phase of rumen digesta in the interaction between copper and molybdenum and sulphur in sheep. *Br. J. Nutr.* 58:265-276.
3. Arthington, J. D., Pate, F. M. and Spears, J. W. 2003. Effect of copper source and level on performance and copper status of cattle consuming molasses-based supplements. *J. Anim. Sci.* 81: 1357-1362.
4. Clawson, W. J., Lesperance, A. L., Bohman, V. R. and Layhee, D. C. 1972. Interrelationship of dietary molybdenum and copper on growth and tissue composition of cattle. *J. Anim. Sci.* 34(3): 516-520.
5. Engle, T. E. and Spears, J. W. 2000a. Effect of dietary copper concentration and source on performance and copper status of growing and finishing steers. *J. Anim. Sci.* 78:2446-2451.
6. Engle, T. E. and Spears, J. W. 2000b. Dietary copper effects on lipid metabolism, performance and ruminal fermentation in finishing steers. *J. Anim. Sci.* 78:2452-2458.
7. Engle, T. E. and Spears, J. W. 2001. Performance, carcass characteristics and lipid metabolism in growing and finishing Simmental steers fed varying concentrations of copper. *J.*

- Anim. Sci. 79:2920-2925.
8. Engle, T. E., Spears, J. W., Xi, L. and Edens, F. W. 2000a. Dietary copper effects on lipid metabolism and circulating catecholamine concentrations in finishing steers. *J. Anim. Sci.* 78:2737-2744.
  9. Engle, T. E., Spears, J. W., Fellner, V. and Odle, J. 2000b. Effects of soybean oil and dietary copper on ruminal and tissue lipid metabolism in finishing steers. *J. Anim. Sci.* 78:2713-2721.
  10. Engle, T. E., Spears, J. W., Armstrong, T. A., Wright, C. L. and Odle, J. 2000c. Effects of dietary copper source and concentration on carcass characteristics and lipid and cholesterol metabolism in growing and finishing steers. *J. Anim. Sci.* 78:1053-1059.
  11. Essig, H. W., Davis, J. D. and Smithson, L. J. 1972. Copper sulfate in steer rations. *J. Anim. Sci.* 35(2):436-438.
  12. Felsman, R. J., Wise, M. B., Harvey, R. W. and Barrick, E. R. 1973. Effect of added dietary levels of copper sulfate and an antibiotic on performance and certain blood constituents of calves. *J. Anim. Sci.* 36(1):157-160.
  13. Gengelbach, G. P., Ward, J. D. and Spears, J. W. 1994. Effect of dietary copper, iron and molybdenum on growth and copper status of beef cows and calves. *J. Anim. Sci.* 72:2722-2727.
  14. Gengelbach, G. P., Ward, J. D. and Spears, J. W. and Brown, T. T. Jr. 1997. Effect of copper deficiency and copper deficiency coupled with high dietary iron or molybdenum on phagocytic cell function and response of calves to a respiratory disease challenge. *J. Anim. Sci.* 75: 1112-1118.
  15. Ivan, M. 1988. Effect of faunation on ruminal solubility and liver content of copper in sheep fed low or high copper diets. *J. Anim. Sci.* 66:1496-1501.
  16. Kegley, E. B. and Spears, J. W. 1994. Bioavailability of feed-grade copper sources(oxide, sulfate, or lysine) in growing cattle. *J. Anim. Sci.* 72:2728-2734.
  17. Lee, S. H., Engle, T. E. and Hossner, K. L. 2002. Effects of dietary copper on the expression of lipogenic genes and metabolic hormones in steers. *J. Anim. Sci.* 80:1999-2005.
  18. Littledike, E. T., Wittum, T. E. and Jenkins, T. G. 1995. Effect of breed, intake and carcass composition on the status of several macro and trace minerals of adult beef cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2113-2119.
  19. Nockels, C. F., DeBonis, J. and Torrent, J. 1993. Stress induction affects copper and zinc balance in calves fed organic and inorganic copper and zinc sources. *J. Anim. Sci.* 71:2539-2545.
  20. Rojas, L. X., McDowell, L. R., Cousins, R. J., Martin, F. G., Wilkinson, N. S., Johnson, A. B. and Velasquez, J. B. 1995. Relative bioavailability of organic and two inorganic zinc sources fed to sheep. *J. Anim. Sci.* 73:1202-1207.
  21. SAS. 1996. User's guide: Statistics version 6.12 edition. SAS Inst, Inc., Cary., NC.
  22. Stoszek, M. J., Mika, P. G., Oldfield, J. E. and Weswing, P. H. 1986. Influence of copper supplementation on blood and liver copper in cattle fed tall fescue or quackgrass. *J. Anim. Sci.* 62:263-271.
  23. Suttle, N. F. and Jones, D. G. 1986. Copper and disease resistance in sheep: A rare natural confirmation of interaction between a specific nutrient and infection. *Proc. Nutr. Soc.* 45:317-325.
  24. Underwood, E. J. 1977. Trace elements in human and animal nutrition. Academic Press, New York.
  25. Ward, J. D., Spears, J. W. and Kegley, E. B. 1993. Effect of copper level and source(copper lysine vs copper sulfate) on copper status, performance and immune response in growing steers fed diets with or without supplemental molybdenum and sulfur. *J. Anim. Sci.* 71:2748-2755.
  26. Ward, J. D. and Spears, J. W. 1997. Long-term effects of consumption of low-copper diet with or without supplemental molybdenum on copper status, performance and carcass characteristics of cattle. *J. Anim. Sci.* 75:3057-3065.
  27. Ward, J. D., Gengelbach, G. P. and Spears, J. W. 1997. The effects of copper deficiency with or without high dietary iron or molybdenum on immune function of cattle. *J. Anim. Sci.* 75:1400-1408.
  28. 축산물등급판정소. 2001. 축산물등급판정사업보고서.  
(접수일자 : 2005. 4. 20. / 채택일자 : 2005. 6. 28.)