

# Copper, Selenium과 Vitamin E의 첨가 급여가 육용계의 IgG 수준과 성장율에 미치는 효과<sup>1)</sup>

김정우 · 김춘수 · 김상희\* · 박근식\*

단국대학교 농과대학

(1993. 4. 25. 접수)

## The Effect of Copper, Selenium and Vitamin E on the IgG Level and Growth Rate of Broiler Chicks

J.W. Kim, C.S. Kim, K.S. Park\* and S.H. Kim\*

College of Agriculture, Dankook University

(Received April 25, 1993)

### SUMMARY

The experiment was conducted to compare the effects of supplements of copper, vitamin E and selenium on growth and immune responses of broiler chicks fed cornsoy diets. The basal diet contained 21% crude protein, 2,800kcal ME, 10mg Vitamin E, 10mg copper and 0.1mg selenium per kg diet. Additions of the basal diet were copper(150mg and 250mg /kg) or combination of vitamin E(200mg /kg) and selenium(2mg /kg). Serum immunoglobulin G(IgG) concentrations and body weight gain were determined weekly from hatching to 7 weeks of age.

Additions of copper(150mg, 250mg) to the basal diet were showed, at the four weeks of age, 4.8% and 4.5% higher in body weight gain than that of control group, respectively.

The active immune system of copper and (Vit. E+Se) treated groups developed one week earlier than control group(basal diet).

Negative correlation between IgG concentration and body weight gain was showed at the period from hatching to three weeks of age and, thereafter, positive correlation were identified(p<0.01).

Mortality rates were observed lower in all treated groups than that of control.

In conclusion, the lower the levels of serum IgG, at the first two weeks of age, the lower in disease infection and the higher in body weight gain.

(Key words:copper, selenium, Vitamin E, serum IgG, growth rate, health condition, chicks)

### I. 緒 論

동물이 특정 항원에 대한 제1차 및 제2차 면역반응

을 정상적으로 하기 위해서는 충분한 영양공급이 필요하며(Axelrod, 1958) 가축 및 사람의 영양상태가 전염성 질병 발생의 정도와 깊은 관련이 있다고 보고하였다(Scrimshaw et al., 1968; Newbern et al.,

<sup>1)</sup> 본 연구는 과학기술처의 특정연구개발사업 연구비(1991) 지원으로 수행되었음.

\* 가축위생연구소(Veterinary Research Institute, R.D.A.)

1970).

한편, Miles(1951), Schneider(1955), Newbern 등(1970)의 연구에서 virus의 감염에 의한 면역반응은 질병의 저항력과 직접적으로 관련이 없다고 하였다. 이와 같이 연구의 결과들이 일치되지 않는 것은 면역반응이 질병 감염에 관련되는 유일한 요인이라고 할 수 없는 것으로 알려지고 있다.

특정 영양소의 결핍은 내세망세포의 작용을 억제시키므로써 면역반응과 식작용의 반응에 영향을 미치게 된다(Kumar et al., 1968; Newbern, 1966, 1970). 영양결핍상태에 있어서 혈청 항체 반응에 관한 연구는 사람을 대상으로 광범위하게 진행되었다(Scrimshaw et al., 1968; Chandra 등, 1980, 1981; Chandra 1977, 1983; Chandra and Newberne, 1977; Bell 등 1976).

영양결핍된 소아의 혈청중 IgG, IgA, IgM의 농도가 건강한 소아의 경우보다 가끔 높은 현상을 보이는데 이러한 현상은 영양결핍 소아가 건강한 소아에 비하여 특히 소화기계와 호흡기계 전염병의 원인균에 자주 감염되어 일어나는 일시적인 면역반응의 초기현상으로 설명된다. 그러나 질병이 완전히 감염되게 되면 그 수준은 급격히 감소된다.

그러나 건강한 소아의 경우 병원균 침입의 강도가 높을 경우에만 면역반응이 일어나며 이 시기의 혈중 면역글로불린의 수준은 영양결핍 소아의 경우보다 더 높게 유지된다. 생시체중이 적은 신생아의 체중과 serum IgG의 농도는 정 상관계가 존재하며, 특히 체중이 가벼운 소아의 경우 저면역글로불린 증상이 현저하게 증가된다.

가금에 있어서 병아리의 혈청중 면역글로불린은 모체로부터 이전 받아 수동면역(passive immunity)이 형성됨으로써 외부병원체의 침입으로부터 보호된다고 한다(Outteridge, 1985).

Copper는 병리학적 반응의 효력을 유지할 수 있는 가장 광범위한 광물질로서 사료에 첨가 급여시 병원체의 침입으로부터 병리학적 손상을 줄이는 중요한 반응을 보이며(Omole and Onawunmi, 1979), copper 결핍이 발생하게 되면 면역기전의 약화가 발생된다고 한다(Prohaska and Lubasewycz, 1981; Chandra et al., 1982). 가축이 stress를 받을 경우 cortico-

steroid의 수준이 상승하여 Cu의 농도가 증가된다(Chandra et al., 1982; Henkin, 1974). IBR에 감염된 소에서 혈중과 뇨중의 Cu농도가 증가되는데 뇨중의 Cu 증가는 간에 비축된 Cu가 이전됨으로서 나타나는 현상으로 추측하고 있다. 실험결과에 의하면 Cu 결핍이 발생하게 되면 간내 Cu의 저장량이 불충분하여 면역기전이 불량하게 된다(Hutcheson, 1989).

Prohaska 등(1981)도 Cu 결핍이 오면 면역기전의 약화와 BRD 감염기간중 심한 Cu 결핍증이 발생한다고 보고하였다. 또한 Cu를 과잉급여(250ppm/kg)할 경우 특정질병에 대한 면역반응효과가 저하되지 않으며 성장율에도 지장을 미치지 않는다고 Wu 등(1987)이 보고하였다.

닭과 돼지, 소의 사료에 Vit. E의 양을 증가하면 *E. coli*의 감염에 대하여 보호 작용의 효과가 증가된다고 보고하였다(Tengerdy, et al., 1975, 1978; Heinzerling et al., 1974). 이런 효과는 항체의 생산과 phagocytosis(식작용)을 증가시키며, 항체형성 세포의 수를 증가시켜 IgG와 IgM의 농도를 증가시킨다. 한편 Jackson(1978)은 모계에 Vit. E를 급여하면 그들로부터 태어난 병아리의 혈장에 수동적으로 이전된 면역항체의 수준이 높게 나타났다고 보고하였다.

Vit. E 또는 Vit. A의 사료첨가시 Se를 추가 급여할 경우 Se이 Vit. E의 효과를 증가시켜 가축의 영양 위생 상태를 효율적으로 유지시켜 질병예방에 효과가 증대된다(Noguchi et al., 1973; Tengerdy et al., 1984). 이외에도 Se의 효과는 IgM-생산세포의 수를 증가시키므로써 IgM의 함성에도 기여하며, Se의 급여량을 요구량의 10~30배로 증가시켜 급여하였을 때 그 효과가 가장 크게 나타난다고 Spallholz 등(1981a, 1981b)은 보고하였다.

Cu와 Se이 결핍되면 면역경쟁력이 저하된다(Chandra, 1982; Chandra et al., 1982). Fe과 Se 등도 소에서 면역에 관련되어 있으며 특히 Fe의 결핍은 세포성 면역 능력을 저하시킨다(MacDougall, 1975). Se은 앞에서도 언급하였지만 면역의 촉진효과를 갖고 있으며 Vit. E와 함께 이들의 면역작용 기전은 항산화제로써 그 효과를 증진시킨다(Barber et al., 1977; Ellis et al., 1976).

이와 같이 가축의 영양에 있어서 미량영양소의 중요

성은 이미 잘 알려진 사실이다. 미량영양소의 결핍이 면역기전에 미치는 효과도 점차적으로 정립되고 있으나 가금에서 면역관련 영양소의 최적 급여수준과 과잉 급여(필수요구량 이상의 급여)가 면역반응과 질병발생 그리고 성장율에 미치는 효과에 대한 연구는 아직 미흡하다(Hutcheson, 1989).

이에 본 연구는 육계사료에 copper, 또는 vitamin E에 selenium을 필수요구량 이상 첨가급여시 육계의 혈중 IgG수준, 증체량과 질병발생과의 상관관계를 조사함으로써 영양과 면역반응에 대한 기초적인 정보를 제공하고자 실시하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 公시동물 및 사육기간

공시동물은 Hubbard 계통 broiler 수컷 200수, 암컷 200수 등 총 400수를 공시동물로 취하여 본 대학 축산학과 실험농장에서 cage 사육법으로 사육하였으며 사육기간은 1992년 8월 29일부터 10월 17일까지 총 7주간 실시하였다.

### 2. 사양시험 설계

사육실험은 대조군, vitamin E와 selenium을 혼합한 첨가군과 copper첨가군으로 구분하여 실시하였다. 각 처리군은 4반복 실시하였고 반복당 처리 수수는 20수로서 암·수의 비율은 같도록 설계하였다. 부화후 일체의 vaccine program을 생략하였으며 급여사료는 Table 1에 제시된 바와 같이 항생제 및 기타 촉진제의 첨가는 일체 배제하여 생후부터 7주까지 급여하였으며, 기타 일반적인 사양 관리는 관례에 의거 실시하였다.

### 3. 시료채취

혈액의 채취는 1일령, 3일령, 1주령, 2주령, 3주령에는 심장에서採取하였으며, 4주령, 5주령, 6주령, 7주령에서는 날개의 정맥으로부터 1ml를 채혈한 후, 3,000rpm(2,000g), 4℃에서 30분간 원심분리하여 혈청을 취한 후 -20℃에서 보관하면서 IgG 농도측정에 이용하였다.

항혈청(anti-chicken IgG)은 본 학과의 육종번식 연구실에서 Leslie(1969, 1970)등이 실시한 방법을 수정 보완하여 순수하게 분리 동정된 chicken IgG를 이용하여 토끼에 면역시켜 생산하였다(김 등, 1991, 1992).

**Table 1.** Formular and chemical composition of the experimental diets

(in %)

Treatment	CONT	Cu 15	Cu 25	ES 20	ES 40
Ingredient					
Yellow corn	60	60	60	60	60
Soybean meal	34	34	34	34	34
TCP	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Limestone	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
NaCl	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Vit. & Min.	2	2	2	2	2
Methionine	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Cu(mg /kg=ppm)		150	250		
Se(mg /kg=ppm)				2	4
Vit. E(IU /kg)				200	400

CON : Control(protein 20.3%, ME 2,780kcal /kg feed)

Cu 15 : CON+Cu(150mg /kg)

Cu 25 : CON+Cu(250mg /kg)

ES 20 : CON+Vit. E(200IU)+Se(2mg /kg)

ES 40 : CON+Vit. E(400IU)+Se(4mg /kg)

혈청 IgG의 농도측정은 Mancini(1965)에 의해 개발된 single radial immuno diffusion test(RID-test)를 이용하였다. IgG standard는 10.0mg/ml, 5.0mg/ml, 2.5mg/ml, 1.25mg/ml, 0.63mg/ml, 0.31mg/ml로 희석하여 제조하였고 humidity chamber에서 18시간 diffusion하여 양적 측정을 실시하였다.

전 사육기간 동안 체중, 건강상태를 주별로 조사하고 혈청 IgG 농도를 측정하여 이들간의 관계를 SAS Program Package의 "GLM" program을 이용하여 통계처리 하였다.

### Ⅲ. 結果 및 考察

#### 1. 대조군의 사육기간중 혈청중 IgG농도와 주별 증체량

대조군의 실험기간중 serum IgG농도와 주별 증체량의 변화는 Fig. 1에서와 같다.

대조군의 발육시기별 IgG농도는 부화후 1일령에  $4.26 \pm 0.81$  mg/ml, 3일령에  $3.17 \pm 0.68$  mg/ml의 높은 수준을 보이다가 생후 2주령에 0.87mg/ml로 급격히 감소하여 최저수준을 유지하였다. 그후 점차 증가하는 추세를 보이며 7주령에 2.48mg/ml의 수준까지 증가하였다.

부화후 1일령부터 3주령까지의 IgG 수준의 변화상은 Van Meter(1969) 등이 보고한 생후 IgG 농도가 5mg/ml, 그리고 2~3주령에 1.0mg/ml까지 감소하는 추세와 비슷한 경향을 보였으며, 부화후 7주령의 IgG 수준은 Warner 등(1969)이 보고한 3.8mg/ml 보다는 낮은 수준이며, Cooper(1969) 등의 보고(2.7mg/ml)와 유사한 수준을 나타내었다. 이러한 차이는 연령, 사육장소, 품종간의 차이, 급여사료 조건 및 면역글로블린의 양적 측정방법 등에 의하여 야기된 것으로 사료된다.

한편, 부화후 3주령까지의 주령별 증체량은 지속적으로 증가하여 3주령시의 증체량은  $337 \pm 37.5$ g을 나타내었으나 3주에서 4주령까지의 주별 증체량은 약간 감소하여  $285 \pm 88.7$ g을 나타내었다. 그 이후는 점차적인 증가 추세를 보여 6주령시에는  $460 \pm 98.9$ g의 증가량을 나타내었다. 전 사육기간중의 총 증체량은  $2,191 \pm 274.3$ g을 보여주고 있다.

Serum IgG농도 수준과 증체량과의 상관성을 보면 Table 2에 나타난 바와 같이 3주령까지는 혈중 IgG 농도가 낮을수록 주별 증체량은 증가되는 경향을 보였고, 특히 1주령에서 3주령까지의 이들간의 상관계수는 각각  $r = -0.606$ ,  $-0.415$ , 그리고  $-0.423$ 으로서 고도로 유의적인 부의 상관관계(negative correlation)를 보였다. 반면에 5주령부터 7주령간에 있어서 IgG

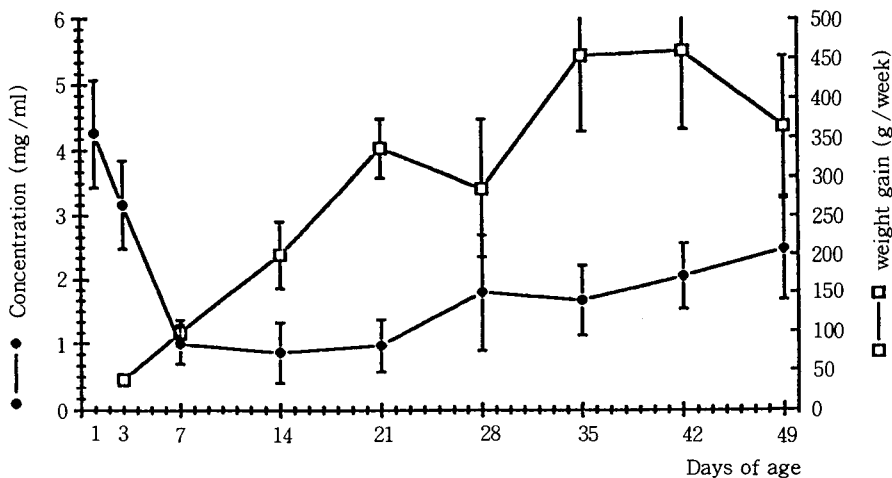


Fig. 1. Development of serum IgG level and body weight gain in chicken during the experimental period

**Table 2.** Correlation coefficients between IgG concentration and body weight gain in broiler chicks

Body weight gain (in week)	IgG concentration						
	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7
0~1	-0.60584 (***)	-0.36283 (***)	-0.40733 (***)	-0.00042 (n.s)	0.03491 (n.s)	0.09976 (n.s)	0.18557 (***)
0~2	-	-0.41481 (***)	-0.38008 (***)	-0.00197 (n.s)	0.02666 (n.s)	0.13025 (n.s)	0.21692 (***)
0~3	-	-	-0.42269 (***)	-0.00669 (n.s)	0.03586 (n.s)	0.10252 (n.s)	0.24577 (***)
0~4	-	-	-	-0.00520 (n.s)	0.04668 (n.s)	0.10531 (n.s)	0.22174 (***)
0~5	-	-	-	-	0.03082 (n.s)	0.08476 (n.s)	0.22732 (***)
0~6	-	-	-	-	-	0.05370 (n.s)	0.20882 (***)
0~7	-	-	-	-	-	-	0.16197 (**)

의 농도와 증체량간에는 정의 상관관계(positive correlation)를 나타내어 IgG의 수준이 높을수록 주별 증체량도 많아지는 것으로 판명되었다. 특히 7주령시의 이들간의 상관계수는 +0.162~+0.246으로 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다( $p < 0.01$ ).

위와 같은 현상은 본 실험의 제한적인 성격상 명확히 규명할 수는 없으나, 2주령시까지의 모계로부터 수동적으로 이행받은 일정량의 IgG를 침입된 항원과의 결합에 효율적으로 많이 소모한 개체일수록 혈중 IgG 농도는 낮게 되며 따라서 질병 발생이 예방되고 증체율도 높은 반면에 혈중 IgG농도가 상대적으로 높게 유지된 개체는 외부 항원과의 결합에 IgG의 소모율이 낮은 개체로서 증체율도 낮은 것으로 추정된다. 그러나 Fig. 1에 나타난 바와 같이 부화후 2주령 이후부터는 면역체계가 발달됨에 따라 면역글로불린의 자체 생산이 가능하게 되어 혈중 IgG 수준도 점차적으로 증가하게 된다. 따라서 능동면역의 기능이 활성화된 개체의 혈중 IgG 농도는 미발달 개체보다 상대적으로 높게 되어 외부항원과의 결합능력이 우수하여 건강을 유지하게 되며 증체량도 증가하는 것으로 판단된다.

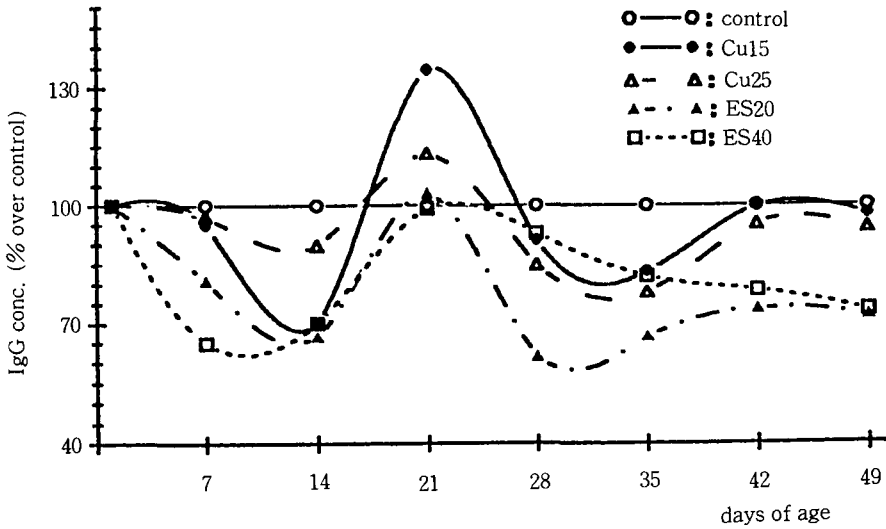
## 2. 처리별 IgG의 농도

Copper 그리고 Vit. E와 selenium의 복합제를 첨가 급여시 chicken의 혈중 IgG농도 수준에 미치는 영

향을 조사하고자 첨가수준을 NRC사양표준(1984) 요구량의 15배~40배 까지를 대조군 사료에 첨가하여 생후부터 7주까지 사육하였다.

각 처리군의 혈청 IgG농도의 주별 변화상은 Fig. 2와 Table 3에 나타난 바와 같이 전 사육기간 동안 팔목할 만한 차이를 보였다. 대조군의 주별 IgG 농도를 Index화 하여 각각 100으로 설정한 후 이들을 각 처리군과 비교하여 보면 1주령과 2주령시 Cu 첨가군(Cu 15, Cu25)과 Vit. E 및 Se 복합첨가군(ES20, ES40)은 대조군에 비해서 낮은 농도 수준을 유지하였다. 그후 3주령에는 급격히 증가하여 대조군과 같거나 높은 수준으로 증가되었다가 다시 감소되기 시작하여 사육 종료시까지 대조군에 비하여 낮은 수준을 유지하였다. 특히 6주령 이후의 ES 20군은 대조군에 비해서 유의적으로 낮은 수준을 나타냈다( $p < 0.05$ ).

본 결과에서 팔목할 만한 사항은, 처리군(Cu 15, Cu 20, ES 20)의 IgG 농도는 2주령에 최저의 수준으로 저하되어 대조군보다 낮은 수준을 보이다가 3주령에서는 급격히 상승하여 대조군의 수준보다 높게 나타났다. 반면에 대조군의 IgG수준은 2주령에 최저의 수준이었으나 3주령까지는 계속적으로 낮은 수준을 보이다가 4주령에 처리군의 수준에 도달하였다. 이와 같은 현상은 Fig. 2에서도 언급한 바와 같이 대조군의 경우 능동면역체계의 발달이 3주령 이후부터 나타나는데 비



**Fig. 2.** Serum IgG levels of different treated groups in chicks during the experimental period

**Table 3.** Changes of serum IgG level in different treated groups of broiler chicks during the experimental period (LS Mean $\pm$ SD, mg/ml)

Treatment	n	Week 1	n	Week 2	n	Week 3	n	Week 4
CONT.	22	1.00 $\pm$ 0.109 <sup>ns</sup>	24	0.87 $\pm$ 0.093 <sup>ns</sup>	25	0.98 $\pm$ 0.114 <sup>ns</sup>	27	1.80 $\pm$ 0.165 <sup>ns</sup>
Cu 15	25	0.95 $\pm$ 0.102 <sup>ns</sup>	24	0.61 $\pm$ 0.093 <sup>ns</sup>	24	1.32 $\pm$ 0.116 <sup>ns</sup>	29	1.64 $\pm$ 0.159 <sup>ns</sup>
Cu 25	25	0.97 $\pm$ 0.102 <sup>ns</sup>	22	0.78 $\pm$ 0.098 <sup>ns</sup>	24	1.11 $\pm$ 0.116 <sup>ns</sup>	31	1.53 $\pm$ 0.154 <sup>ns</sup>
ES 20	24	0.81 $\pm$ 0.104 <sup>ns</sup>	24	0.58 $\pm$ 0.093 <sup>ns</sup>	24	1.01 $\pm$ 0.116 <sup>ns</sup>	28	1.11 $\pm$ 0.162 <sup>ns</sup>
ES 40	24	0.65 $\pm$ 0.104 <sup>ns</sup>	24	0.61 $\pm$ 0.093 <sup>ns</sup>	23	0.97 $\pm$ 0.119 <sup>ns</sup>	30	1.67 $\pm$ 0.157 <sup>ns</sup>
Treatment	n	Week 5	n	Week 6	n	Week 7		
CONT.	27	1.68 $\pm$ 0.110 <sup>a</sup>	25	2.06 $\pm$ 0.121 <sup>a</sup>	26	2.47 $\pm$ 0.147 <sup>a</sup>		
Cu 15	29	1.40 $\pm$ 0.106 <sup>a</sup>	28	2.05 $\pm$ 0.115 <sup>a</sup>	30	2.41 $\pm$ 0.137 <sup>a</sup>		
Cu 25	27	1.31 $\pm$ 0.110 <sup>a</sup>	30	1.96 $\pm$ 0.111 <sup>ab</sup>	30	2.32 $\pm$ 0.137 <sup>ab</sup>		
ES 20	27	1.12 $\pm$ 0.110 <sup>b</sup>	29	1.52 $\pm$ 0.113 <sup>b</sup>	29	1.78 $\pm$ 0.139 <sup>b</sup>		
ES 40	31	1.38 $\pm$ 0.103 <sup>a</sup>	31	1.62 $\pm$ 0.109 <sup>ab</sup>	29	2.06 $\pm$ 0.139 <sup>ab</sup>		

CONT. : Control, Cu 15 : CONT. + Cu(150 mg/kg), Cu 25 : CONT. + Cu 25(250 mg/kg)

ES 20 : CONT. + Vit. E(200 mg/kg) + Se(200 mg/kg), ES 40 : CONT. + Vit. E(400 mg/kg) + Se(400 mg/kg)

a~b : Values with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

하여 처리군의 경우는 대조군에 비하여 1주일 이전부터 능동면역체계가 활성화 되는 것으로 추정된다.

### 3. 처리별 증체량

Copper 그리고 Vit. E와 selenium의 복합제를 첨

가 급여시 chicken의 체중발달에 미치는 영향을 조사하여 Table 4에 제시하였다.

생후 1주일부터 5주령까지의 각 처리군과 대조군의 증체량에는 유의적 차이가 인정되었다( $p < 0.05$ ). Cu 15군과 Cu 25군의 증체율(7주령시)은 대조군보다 각

**Table 4.** Changes of body weight gain in different treated groups of broiler chicks during the experimental period (Mean  $\pm$  SD, gram)

Treatment	n	Week 1	n	Week 2	n	Week 3	n	Week 4
CONT.	104	97.4 $\pm$ 18.14 <sup>a</sup> (100%)	79	297.6 $\pm$ 46.99 <sup>ab</sup> (100%)	53	633.8 $\pm$ 56.21 <sup>a</sup> (100%)	28	910.2 $\pm$ 93.41 <sup>a</sup> (100%)
Cu 15	104	97.3 $\pm$ 17.17 <sup>a</sup> (99.9)	78	305.8 $\pm$ 36.40 <sup>ab</sup> (102.8)	54	631.2 $\pm$ 74.21 <sup>a</sup> (99.6)	30	953.7 $\pm$ 103.52 <sup>a</sup> (104.8)
Cu 25	104	96.4 $\pm$ 16.34 <sup>ab</sup> (99.0)	80	315.3 $\pm$ 38.75 <sup>a</sup> (105.9)	55	633.0 $\pm$ 72.40 <sup>a</sup> (99.9)	31	951.4 $\pm$ 87.30 <sup>a</sup> (104.5)
ES 20	104	98.1 $\pm$ 16.59 <sup>a</sup> (100.7)	79	288.5 $\pm$ 38.37 <sup>bc</sup> (96.9)	53	602.9 $\pm$ 67.63 <sup>ab</sup> (95.1)	29	921.7 $\pm$ 91.91 <sup>ab</sup> (101.3)
ES 40	104	89.7 $\pm$ 11.87 <sup>b</sup> (92.1)	80	267.2 $\pm$ 34.91 <sup>c</sup> (89.8)	55	566.1 $\pm$ 70.54 <sup>b</sup> (89.3)	31	858.1 $\pm$ 81.58 <sup>b</sup> (94.3)

Treatment	n	Week 5	n	Week 6	n	Week 7
CONT.	28	1363.8 $\pm$ 143.29 <sup>ab</sup> (100%)	27	1826.6 $\pm$ 215.29 <sup>ns</sup> (100%)	27	2191.1 $\pm$ 274.32 <sup>ns</sup> (100%)
Cu 15	30	1398.0 $\pm$ 144.57 <sup>a</sup> (102.5)	30	1826.3 $\pm$ 122.27 <sup>ns</sup> (100.0)	30	2227.8 $\pm$ 258.82 <sup>ns</sup> (101.7)
Cu 25	31	1399.2 $\pm$ 139.45 <sup>a</sup> (102.6)	30	1840.9 $\pm$ 200.26 <sup>ns</sup> (100.8)	30	2251.1 $\pm$ 258.08 <sup>ns</sup> (102.7)
ES 20	29	1355.5 $\pm$ 127.60 <sup>ab</sup> (99.4)	29	1787.5 $\pm$ 180.12 <sup>ns</sup> (97.6)	29	2182.8 $\pm$ 233.30 <sup>ns</sup> (99.6)
ES 40	31	1270.7 $\pm$ 104.31 <sup>b</sup> (93.2)	31	1688.5 $\pm$ 160.86 <sup>ns</sup> (92.4)	31	2057.3 $\pm$ 188.66 <sup>ns</sup> (93.9)

CONT. : Control, Cu 15 : CONT. + Cu(150 mg /kg), Cu 25 : CONT. + Cu 25(250 mg /kg)

ES 20 : CONT. + Vit. E(200 mg /kg) + Se(200 mg /kg), ES 40 : CONT. + Vit. E(400 mg /kg) + Se(400 mg /kg)

a~b : Values with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$ .

( ) : Percent (%) over control group

각 1.7%와 2.7% 높았으며 ES 20군은 대조군과 유사한 증체율을 보였다. ES 40군의 증체율은 전 사육기간을 통하여 대조군보다 낮았으며 특히 생후 5주령까지는 유의적 차이가 인정되었다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 현상은 요구량보다도 과다한 급여로 인하여 Vit. E와 Se의 체내에서의 대사 기전상의 불균형으로 인하여 발생된 것으로 사료된다.

특히 2주령시의 Cu 15군과 Cu 25군의 증체율은 대조군에 비하여 각각 2.8%와 5.9% 높은 반면에 IgG의 농도는 대조군보다 각각 30%와 10% 낮아서 IgG와 증체량간에 부의 상관관계를 보여주고 있다. 이 현상은 앞에서 서술한 IgG와 증체량간의 상관관계와 일치하였다. Wu 등(1987)은 copper의 과잉급여가 면역반응과 성장율에 지장을 미치지 않는다고 보고한 바

있으나 본 연구에서는 copper의 과잉급여(150 mg~250 mg /kg diet)가 면역반응과 증체율 향상에 효과가 있으며 특히 2주령~5주령에서 그 효과가 가장 높게 나타났다.

생후 1주령부터 5주령까지의 각 처리군과 대조군의 증체량에는 유의적 차이가 인정되었다( $p < 0.05$ ). Cu 15군과 Cu 25군의 증체율(7주령시)은 대조군보다 각각 1.7%와 2.7% 높았으며 ES 20군은 대조군과 유사한 증체율을 보였다. ES 40군의 증체율은 전 사육기간을 통하여 대조군보다 낮았으며 특히 생후 5주령까지는 유의적 차이가 인정되었다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 현상은 요구량보다도 과다한 급여로 인하여 Vit. E와 Se의 체내에서의 대사기전상의 불균형으로 인하여 발생된 것으로 사료된다.

**Table 5.** Frequency table of health condition in different treated groups

	N	CONT	Cu 15	Cu 25	ES 20	ES 40
Healthy (%)	501	98 (94.2)	102 (98.1)	100 (96.2)	100 (96.2)	101 (97.1)
Leg deformity	6	1 (1.0)	0 (0)	2 (1.9)	1 (1.0)	2 (1.9)
Dead	13	5 (4.8)	2 (1.9)	2 (1.9)	3 (2.9)	1 (1.0)
Total (%)	520 (100)	104 (100)	104 (100)	104 (100)	104 (100)	104 (100)

#### 4. 각 처리별 건강 상태

전 사육기간을 통하여 닭의 건강상태를 건강(health), 다리 이상(leg deformity) 및 폐사(dead)등으로 구분하여 조사한 결과는 Table 5와 같다.

전 사육기간을 통하여 대조군은 94.2%가 건강을 유지한데 비하여 처리군 Cu 15, Cu 25, ES 20, ES 40은 각각 98.1%, 96.2%, 96.2%, 97.1%로서 대조군에 비하여 높은 건강 수준을 유지하였다. 또한 대조군에 있어서 전체 개체수의 4.8%가 폐사된데 비하여 처리군 Cu 15, Cu 25, ES 20, ES 40군은 각각 1.9, 1.9, 2.9, 1.0%의 낮은 폐사율을 보여 처리군의 질병에 대한 저항능력은 대조군에 비하여 높은 것으로 판명되었다. 앞에서 서술하였듯이 ES 20군의 증체율은 대조군과 유사하여 증체량에 대한 Vit. E와 Se의 첨가(200mg, 2mg/kg diet)효과는 없는 것으로 나타났으나, 반면에 폐사율은 대조군의 50%로 낮아서 질병 저항능력의 향상효과는 있는 것으로 나타났다.

#### IV. 摘要

본 실험은 육용계 기초사료에 copper와 Vit. E+Se을 첨가급여시 육계의 혈청 IgG수준과 증체량 및 질병 발생율과의 상관관계를 조사함으로써 가금의 영양과 면역반응에 관한 기초적인 정보를 얻고자 실시하였다. 닭의 혈청중 IgG함량을 처리별, 시기별로 RID test에 의해 측정된 후 이를 증체량 및 건강상태와 비교한 결과는 다음과 같다.

1. 대조구의 혈청중 IgG함량은 부화 직후에 최고치(4.26mg/ml)를 나타내었으며 2주령까지 급격히 감

소하여 최소치(0.87mg/ml)를 유지하다가 그후에 점차적으로 증가하여, 7주령에는 2.48mg/ml의 수준을 보였다.

2. 혈청 IgG의 농도와 증체량과의 상관성은 사육전기에는 고도의 유의적인 부의 상관관계를 보였으며 3주령에서 가장 높은 상관계수( $r = -0.423$ )를 나타냈으며 사육후기에는 정의 상관관계를 나타내어 7주령시의 IgG농도와 3주령시 증체량간에는  $r = +0.246$ 의 상관계수를 보였다. ( $p < 0.01$ )
3. Cu 15, Cu 25와 ES 20군의 혈청 IgG수준은 2주령에서 대조군에 비하여 낮은 수준을 보이다가 3주령에는 급속히 상승한 반면에 대조군에서는 이와 같은 현상이 1주일 늦게 나타났다. 이는 Cu나 Vit. E와 Se을 혼합 첨가 급여할 경우에는 능동면역의 발달이 대조군보다 1주일 조기에 일어나는 것으로 판단된다.
4. Cu 15와 Cu 25의 증체량은 대조군보다 높은 수준을 나타내었다. 특히 4주령시 증체율은 대조군에 비하여 4.8%와 4.5%높았다. ES 20군의 증체효과는 없었으며 ES 40군은 대조군보다 유의적으로 낮은 증체율을 보였다.
5. Cu 15, Cu 25, ES 20, ES 40군은 대조군에 비하여 높은 건강 수준을 유지하였으며 폐사율은 각각 1.9%, 1.9%, 2.9%와 1.0%로써 대조군의 4.8%에 비하여 낮은 수준을 보여 질병에 대한 저항능력이 향상되었다.



## V. 引用文献

1. Axelrod, A.E. 1958. The role of nutritional factors in the antibody responses of the amnestic process. *Am. J. Clin. Nutr.* 6, 119-125.
2. Barber, T.L., C.F. Nockels, and M.M. Jochim. 1977. Vitamin E- enhancement of Venezuelan Equine Encephalomyelitis antibody response in guinea-pigs. *Am. J. Vet. Res.* 38, 731-734.
3. Bell, R.G., K.J. Turner, M. Gracey, Suharjono, and Sunoto. 1976. Serum and small intestinal immunoglobulin levels in undernourished children. *Am. J. Clin. Nutr.* 29, 392.
4. Chandra, R.K. 1980. "Immunology of Nutritional Disorders." London: Edward Arnold.
5. Chandra, R.K. 1981. Immunocompetence in undernutrition and over-nutrition. *Nutr. Rev.* 39, 225-231.
6. Chandra, R.K. 1983. Nutrition, Immunity and infection. Present knowledge and future directions. *Lancet* 1, 688-691.
7. Chandra, R.K., D.H. Dayton. 1982. Trace element regulation of immunity and infection. *Nutr. Res.* 2, 721-733.
8. Chandra, R.K. and P.M. Newberne. 1977. "Nutrition, immunity and infection: Mechanisms of interactions." New York: Plenum Press.
9. Cooper, M.D., W.A. Cain, P.J. Van Alten, and R.A. Good. 1969. Development on germinal centers, plasma cells, immunoglobulins and antibody production. *Int. Archs Allergy Appl. Immun.* 35, 242-252.
10. Ellis, R.P., and M.W. Vorhies. 1976. Effect of supplemental vitamin E on the serologic response of swine to *Escherichia coli* bacterin. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 168, 231-232.
11. Heinzerling, R.H., C.F. Nockels., C.L. Quarles and R.P. Tengerdy. 1974. Protection of chicks against *E. coli* infection by dietary supplementation with vitamin E. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 146, 279-283.
12. Henkin, R.I. 1976. Trace metal in endocrinology. *Med. Clin. North Am.* 60, 779.
13. Jackson D.W., G.R. J. Law and C.F. Nockels. 1978. Maternal vitamin E alter passively acquired immunity of chicks. *Poultry Sci.* pp. 57-70.
14. Kumar, M. and A.E. Axelrod. 1978. Cellular antibody synthesis in thiamin, riboflavin, biotin and folic acid-deficient rats. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*
15. Leslie, G.A. and A.A. Benedict. 1970. Structural and antigenic relationships between avian immunoglobulins II. Properties of papain- and pepsin- digested chicken, pheasant and quail IgG- immunoglobulins. *Journal of Immunology* Vol. 104, No. 4, pp. 810-817.
16. Lesile, G.A. and L.W. Clem. 1969. Phylogeny of Immunoglobulin structure and function. III. Immunoglobulins of the chicken. *J. exp. Med.* 130. pp.1337-1352.
17. MacDougall, L.G., R. Anderson, G.M. McNab and J. Katz. 1975. The immune respons in iron-deficient children: Impaired cellular defense mechanisms with altered humoral components. *J. Pediatr.* 86, 833-843.
18. Mancini G., A. O. Carbonara, J. F. Heremans. 1965. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. *Immunochemistry* Vol. 2, pp. 235-254.
19. Miles, J.A.R. 1951. Observation on the course of infection with certain natural bacterial pathogens of the rat in rats on

- protein-deficient diets. *Br. J. exp. Path.* 32, 285-294.
20. Newberne, P.M. 1966. Overnutrition and resistance of dogs to distemper virus. *Proc. Fed. Soc. Exp. Biol.*
  21. Newberne, P.M. and G. Williams. 1970. Nutritional influences on the course of infection. In *Resistance to infectious diseases.* Saskatoon Modern Press.
  22. Noguchi et al. 1973. Cited from feed stuffs. *Poultry*(1988. 10, 24).
  23. Omle T.A., O.A. Onawunmi. 1979. Effect of copper on growth and serum constituents of immunized and non-immunized rabbits infected with *trypanosoma brucei*. *Annal Parasitol* 54 : 495.
  24. Outteridge, P.M. 1985. *Veterinary immunology.* Academic Press pp. 71-77.
  25. Prohaska, J.R. and O.M. Lubasewycz. 1981. Copper deficiency suppresses the immune response of mice. *Sci.* 213 : 559.
  26. Scrimshaw, N.S., C.E. Taylor and J.E. Goedon. 1968. "Interaction of Nutrition and Infection." Geneva, World health Organisation(WHO Monograph Series 57, 3).
  27. Schneider, H.A. 1955. Nutrition and Infections. Recapitulation and prospects. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 63, 314-317.
  28. Spallholtz, J.E. 1981a. Selenium : What role in immunity and immune cytotoxicity? In Spallholtz, J.E., J.L. Martin and H.E. Ganther(eds) : "Selenium in Biology and Medicine" Westport, Connecticut : AVI Pub. Co. pp. 103-117.
  29. Spallholtz, J.E. 1981b. Anti-inflamatory, immunologic and carcino static attributes of selenium in experimental animals. In Phillips, M. and A. Baetz(eds) "Diet and Resistance to Disease." New York Plenum Press, pp.43-62.
  30. Tengerdy, R.P. 1975. Vitamin E or Vitamin A protects chickens against *E. coli* infection. *Poult. Sci.* 54, 1292-1296.
  31. Tengerdy, R.P., M.M. Mathias, and C.F. Nockels. 1984. Effect of vitamin E on immunity and disease resistance. In Prasad K. N.(ed) : "Vitamin, Nutrition and Cancer." Basle, Karger, pp.123-133.
  32. Van Meter R., R.A. Good., and M.D. Copper. 1969. Immunophoretic evaluation of blood serum proteins in chickens. I. Changing protein patterns in chickens according to age. *Proc. Sic. Exp. Biol. Med.* 122. 729-732.
  33. Warner, N.L., J.W. UHR., J. Thorbecke., and Z. Ovary. 1969. Immunoglobulins, antibodies and the bursa of Fabricius : induction of agammaglobulinemia and the loss of all antibody-forming capacity by hormonal bursectomy. *J. Immun.* 103, 1317-1330.
  34. 김정우, 김춘수, 박근식, 김상희. 1991. 영양소의 수준별 Parameter와 면역기전과의 상관성이 닭 질병의 저항성에 미치는 영향에 관한 연구. 과학기술처 제 1차년도 중간보고서.
  35. 김정우, 김춘수, 박근식, 김상희. 1992. 영양소의 수준별 Parameter와 면역기전과의 상관성이 닭 질병의 저항성에 미치는 영향에 관한 연구. 과학기술처 제 2차년도 중간보고서.